



Leibniz-Gymnasium Gelsenkirchen

**Schulinternes Curriculum
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe
ab dem Schuljahr 2022/23**

Chemie

aktualisiert am 15.02.2024

Inhalt

1	Die Fachgruppe Chemie am Leibniz-Gymnasium	3
2	Entscheidungen zum Unterricht	4
2.1	Abfolge verbindlicher Unterrichtsinhalte	4
2.1.1	<i>Übersicht der Unterrichtsvorhaben</i>	5
	Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 UStd.).....	5
	Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Grundkurs.....	9
	Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Grundkurs.....	15
	Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Leistungskurs	19
	Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Leistungskurs	27
2.1.2	<i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase</i>	34
	UV IV: Kohlenstoffkreislauf und Klima.....	35
2.1.3	<i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs</i>	42
	UV I: Saure und basische Reiniger im Haushalt.....	42
	UV II: Salze – hilfreich und lebensnotwendig	49
	UV IV: Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?.....	53
	UV VI: Vom Erdöl zur Plastiktüte	60
2.1.4	<i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs</i>	64
	UV VII: Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung	64
	UV: VIII: „InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß.....	74
2.2	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	82
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	84
2.4	Lehr- und Lernmittel	89
2.5	Fortbildungskonzept der Fachschaft Chemie	89
3	Qualitätssicherung und Evaluation	90
4	Maßnahmenkarten zur Berufsorientierung und –förderung im Fach Chemie	91

1 Die Fachgruppe Chemie am Leibniz-Gymnasium

Das Leibniz-Gymnasium befindet sich in Gelsenkirchen-Buer. Das Leibniz Gymnasium steht im engen Kontakt mit Evonik, dort wird unter anderem das praktische Erfahren von Berufen und Betriebsabläufen ermöglicht. Auch die Lehrkräfte haben die Möglichkeit von der Partnerschaft zu profitieren, indem sie das Unternehmen besichtigen oder angebotene Fortbildungsveranstaltungen wahrnehmen. Neben dieser auf Information hin orientierten Funktion spielen Partnerschaften angesichts knapper werdender Mittel aber auch in Bezug auf Sponsoring eine zunehmende Rolle. Nicht nur diese Angebote kommen dem Chemieunterricht zugute, sondern auch der Experimentiertag an der Universität Bochum, die jährliche Teilnahme am Schülerexperimentierlabor der Universität Duisburg-Essen, sowie die kostenlosen Fortbildungsangeboten des Chemielehrerfortbildungszentrum der TU-Dortmund. Des Weiteren erhält die Fachgruppe über die Aufnahme in den Verein mathematisch-naturwissenschaftlicher Excellence-Center an Schulen ein umfangreiches und qualifiziertes Angebot aus Wettbewerben, Workshops und Fortbildungen und partizipiert gleichzeitig mit anderen MINT-EC-Schulen zusammen am Netzwerk.

Die Lehrerbesetzung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I und Wahlpflichtkurse mit dem Schwerpunkt Biologie/Chemie. In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 7, 8, 9 und 10 Chemie im Umfang der vorgesehenen 7 Wochenstunden laut Stundentafel erteilt.

In der Mittelstufe sind durchschnittlich ca. 140 Schüler*innen pro Stufe. Das Fach Chemie wird in den Jahrgängen 7, 8, 9 und 10 zweistündig unterrichtet, wobei in Klasse 8 ein halbes Jahr pausiert wird. Nach der Mittelstufe wählen in der Regel viele Schüler*innen das Fach weiter, sodass es in der Einführungsphase mit 3-4 Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit 2-3 Grundkursen und einem Leistungskurs vertreten ist.

In der Schule sind die Unterrichtseinheiten in der Regel als Einzelstunden à 45 Minuten organisiert. Dem Fach Chemie stehen drei Fachräume zur Verfügung. In zwei dieser Räume kann auch in Schülerübungen experimentell gearbeitet werden, wobei derzeit nur in einem Raum Schülerexperimente mit dem Gasbrenner möglich sind. Der dritte Raum eignet sich für Demonstrationsexperimente. Die Ausstattung der Chemiesammlung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist sehr umfangreich, die vom Schulträger darüber hinaus bereitgestellten Mittel reichen für das Erforderliche aus. Besonders die mediale Ausstattung mit Dokumentenkameras und Aktivboards ermöglichen einen modernen Chemieunterricht.

Besonders interessierte und begabte Schüler*innen der Schule nehmen regelmäßig am Wettbewerb „Champions“, „Chemie, die stimmt“, „Dechemax“ und an der „Chemie Olympiade“ teil. Die Differenzierungskurse nehmen regelmäßig an der „internationalen JuniorScienceOlympiade“ bzw. „Biologisch“ teil, diese ersetzt eine Klassenarbeit.

Die Fachschaft möchte das Experimentieren in allen Jahrgangsstufen besonders fördern.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Abfolge verbindlicher Unterrichtsinhalte

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, *sämtliche* im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, *alle* Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu entwickeln.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

In der tabellarischen Übersicht der Unterrichtsvorhaben (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrkräfte gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die tabellarische Übersicht dient dazu, den Kolleg*innen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Grau gedruckte Inhaltliche Schwerpunkte werden im jeweiligen Unterrichtsvorhaben nicht behandelt, dort aber aufgeführt, um den Gesamtbezug zum Kernlehrplan herzustellen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen der Lernenden, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nicht die gesamte Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zur Übersicht der Unterrichtsvorhaben zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung konkretisierter Unterrichtsvorhaben (Kapitel 2.1.2-2.1.4) empfehlenden Charakter. Referendar*innen sowie neuen Kolleg*innen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

In den Kapiteln 2.1.2 bis 2.14 werden nicht alle vorgesehenen Unterrichtsvorhaben konkretisiert. Hier sollen in Zukunft Ergänzungen zu den von der QUA-LiS NRW zur Verfügung gestellten konkretisierten Unterrichtsvorhaben vorgenommen werden.

2.1.1 Übersicht der Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 UStd.)

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</p> <p><i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i></p> <p><i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekulare Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur</p> <p>Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanol</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes</p> <p>Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p>	<p>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</p> <ul style="list-style-type: none"> – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe – Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur, – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Konstitutionsisomerie – intermolekulare Wechselwirkungen – Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen – Estersynthese 	<p>Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11), • erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7), • erläutern das Donator-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 mithilfe des EPA-Modells (E7, S13), • deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),

			<ul style="list-style-type: none"> 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).
<p><u>Unterrichtsvorhaben II</u></p> <p>Säuren contra Kalk</p> <p><i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i></p> <p>ca. 14 UStd.</p>	<p>Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren</p> <p>Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit - Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) - natürlicher Stoffkreislauf - technisches Verfahren - Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck - Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9), definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9), stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11). (MKR 1.2)

<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</p> <p><i>noten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i></p> <p><i>chtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i> ca. 16 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</p> <p>Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts</p> <p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</p> <p>Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>Erstellung eines informierenden Blogeintrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt</p> <p>Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie</p>	<p>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe - Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur, - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie - intermolekulare Wechselwirkungen - Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen - Estersynthese <p>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit - Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K_c) - natürlicher Stoffkreislauf – technisches Verfahren - Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck - Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11), • erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7), • führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5), • diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13), (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)
--	--	--	---

<p>Unterrichtsvorhaben IV:</p> <p>Kohlenstoffkreislauf und Klima</p> <p><i>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</i></p> <p><i>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</i> ca. 20 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes</p> <p>Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen</p> <p>Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier</p> <p>Beurteilen die Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit - Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) - natürlicher Stoffkreislauf - technisches Verfahren - Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck - Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), • beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10), • erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichtes nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10), • beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12), • analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der 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 Schüler*innen
<p><u>Unterrichtsvorhaben I</u></p> <p>Saure und basische Reiniger im Haushalt</p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 32 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen von starken Säuren und Basen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pKs-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> <p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer</p>	<p>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKs, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt) - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie - Ionengitter, Ionenbindung 	<ul style="list-style-type: none"> • klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6) • erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17), • definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3), • erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10), • erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung

	<p>Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p>		<p>von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)
<p>Unterrichtsvorhaben II</p> <p>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung</p> <p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p> <p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</p>	<p>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKs, KB, pKb), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen - analytische Verfahren: 	<ul style="list-style-type: none"> • deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvationsenergie (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

<p>ca. 12 – 14 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen</p>	<p>Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</p> <ul style="list-style-type: none"> - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie - Ionengitter, Ionenbindung 	<p>daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)
<p><u>Unterrichtsvorhaben III</u></p> <p>Mobile Energieträger im Vergleich</p> <p><i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</i></p> <p>ca. 18 UStd.</p>	<p>Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>virtuelles Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe)</p> <p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p> <p>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung Elektrolyse - alternative Energieträger - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (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), • interpretieren energetische

	<p>(Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)</p> <p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen</p> <p>Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen</p>		<p>Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11),</p> <ul style="list-style-type: none"> 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)
<p>Unterrichtsvorhaben IV</p> <p>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i></p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung Elektrolyse alternative Energieträger Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9), erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), (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

<p>ca. 19 UStd.</p>	<p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung)</p> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität mit festgelegten Positionen / Verfassen eines Beratungstextes (Blogeintrag) für den Autokauf mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität (Berechnung zu verschiedenen Antriebstechniken, z. B. des Energiewirkungsgrads auch unter Einbeziehung des Elektroantriebs aus UV III)</p>		<p>Arbeit (S3, E11),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)
---------------------	---	--	--

<p><u>Unterrichtsvorhaben V</u></p> <p>Korrosion von Metallen</p> <p><i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 8 UStd.</p>	<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung - Elektrolyse - alternative Energieträger - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), • erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1), • entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), (VB D Z3) • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)
---	---	--	---

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Grundkurs (ca. 70 UStd.)

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schüler*innen
<p>Unterrichtsvorhaben VI</p> <p>Vom Erdöl zur Plastiktüte</p> <p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen)</p> <p>Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden, Fokussierung auf Herstellung von Plastiktüten (PE-Verpackungen)</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen</p> <p>Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser</p> <p>Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“</p> <p>Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Synthese des Polyethylens durch die radikalische Polymerisation</p> <p>Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Naturstoffe: Fette - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition - Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier <p>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) - Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation - Rohstoffgewinnung und -verarbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),

	<p>Recycling, rohstoffliches Recycling) mit anschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren</p> <p>Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung</p> <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recycling: Kunststoffverwertung 	<ul style="list-style-type: none"> • 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), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).
<p>Unterrichtsvorhaben VII</p> <p>Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte</p> <p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?</i></p> <p>ca. 20 UStd.</p>	<p>Anknüpfen an das vorangegangene Unterrichtsvorhaben anhand einer Recherche zu weiteren Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere)</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) anhand von verschiedenen Kunststoffproben (z. B. PE, PP, PS, PVC, PET)</p> <p>Klassifizierung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere durch materialgestützte Auswertung der Experimente</p> <p>Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Amino-Gruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Naturstoffe: Fette - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition - Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier 	<ul style="list-style-type: none"> • 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),

	<p>Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus Polyamid, zu chirurgischem Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber)</p> <p>Bewertungsaufgabe von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung</p> <p>Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI)</p>	<p>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) - Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation - Rohstoffgewinnung und -verarbeitung - Recycling: Kunststoffverwertung 	<ul style="list-style-type: none"> • 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), • 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).
<p><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></p> <p>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</p> <p><i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i></p> <p><i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i></p> <p>ca. 20 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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) 	<ul style="list-style-type: none"> • 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-

	<p>Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen</p> <p>Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen</p> <p>Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachsesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren)</p> <p>Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Naturstoffe: Fette - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition - Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier 	<p>Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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).
--	--	---	--

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

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Saure und basische Reiniger</p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 40 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und zur Ableitung des pK_S-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Ableitung des pK_B-Werts von schwachen Basen</p> <p>pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger) zur Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in</p>	<p>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (K_S, pK_S, K_B, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme - Löslichkeitsgleichgewichte - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie - Entropie - Ionengitter, Ionenbindung 	<p>Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> • klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6) • erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • leiten die Säure-/Base-Konstante und den pK_S/pK_B-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17), • interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17), • definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3), • erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip

	<p>verschiedenen Reinigern auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren</p> <p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p>		<p>der Energieerhaltung) (S3, S10),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10), • bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2) • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8).
--	--	--	--

<p>Unterrichtsvorhaben II</p> <p>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p><i>Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?</i></p> <p>ca. 26 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung</p> <p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p> <p>Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen</p> <p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</p> <p>Recherche zur Bedeutung von Salzen für den menschlichen Körper (Regulation des Wasserhaushalts, Funktion der Nerven und Muskeln, Regulation des Säure-Base-Haushalts etc.)</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktion und Zusammensetzung von Puffersystemen im Kontext des menschlichen Körpers (z. B. Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer im Blut,</p>	<p>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (K_S, pK_S, K_B, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme - Löslichkeitsgleichgewichte - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie - Entropie - Ionengitter, Ionenbindung 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8), • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)
--	--	---	---

	<p>Dihydrogenphosphat-Hydrogenphosphatpuffer im Speichel, Ammoniak-Ammoniumpuffer in der Niere) einschließlich der gesundheitlichen Folgen bei Veränderungen der pH-Werte in den entsprechenden Körperflüssigkeiten</p> <p>Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit (z. B. Bildung von Zahnstein oder Nierensteine, Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum)</p>		
<p><u>Unterrichtsvorhaben III</u></p> <p>Mobile Energieträger im Vergleich</p> <p><i>Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</i></p> <p>ca. 24 USt.</p>	<p>Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe</p> <p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p> <p>Messen der Zellspannung verschiedener Konzentrationszellen und Ableiten der</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration - alternative Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und berechnen auch unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (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

	<p>Nernst-Gleichung zur Überprüfung der Messergebnisse</p> <p>Berechnung der Leistung verschiedener galvanischer Zellen auch unter Nicht-Standardbedingungen</p> <p>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)</p> <p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen</p> <p>Lernaufgabe Bewertung: Vergleich der Leistung, Ladezyklen, Energiedichte verschiedener Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete; Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterienentwicklung)</p>		<p>Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10),</p> <ul style="list-style-type: none"> entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auch unter Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8). (VB D Z1, Z3)
<p><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></p> <p>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9), erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter

<p><i>Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Wasserstoff als Autoantrieb: Vergleich der Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle mit der Verbrennung von Wasserstoff (Vergleich der Enthalpie: Unterscheidung von Wärme und elektrischer Arbeit; Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle,</p> <p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung, Herleitung der Faraday-Gesetze)</p> <p>Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle</p> <p>Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator: Warum ist die Leistung eines Akkumulators temperaturabhängig? (Versuch: Potentialmessung in Abhängigkeit von der Temperatur zur Ermittlung der freien Enthalpie)</p> <p>Vergleich von Haupt- und Nebenreaktionen in galvanischen Zellen zur Erklärung des Zweiten Hauptsatzes</p> <p>Lernaufgabe: Wasserstoff – Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8),</p> <ul style="list-style-type: none"> • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10), • berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8), • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), • ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17), • ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S17, K2), • bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12). (VB D Z1, Z3)
<p>Unterrichtsvorhaben V</p> <p>Korrosion von Metallen</p>	<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p>	<ul style="list-style-type: none"> • berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17), • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer

<p><i>Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 12 UStd.</p>	<p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge)</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p> <p>Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration - alternative Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse 	<p>Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Z3) • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)
<p>Unterrichtsvorhaben VI</p> <p>Quantitative Analyse von Produkten des Alltags</p> <p><i>Wie hoch ist die Säurekonzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</i></p> <p>ca. 18 UStd.</p>	<p>Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig</p> <p>Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven</p> <p>Aufbau und Funktionsweise einer pH-Elektrode (Nernst-Gleichung)</p> <p>Anwendungsmöglichkeit der Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration</p>	<p>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (K_S, pK_S, K_B, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme - Löslichkeitsgleichgewichte - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung 	<ul style="list-style-type: none"> • sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (AnfangspH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17), • 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

	<p>Projektunterricht zur Bestimmung des Säure-Gehalts in Lebensmitteln z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zitronensäure in Orangen - Milchsäure in Joghurt - Oxalsäure in Rhabarber - Weinsäure in Weißwein - Phosphorsäure in Cola <p>Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redoxtitration</p> <p>Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie - Entropie - Ionengitter, Ionenbindung <p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration - alternative Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse 	<p>quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), (VB B/D Z3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)
--	---	--	---

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Leistungskurs (ca. 114 UStd.)

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen
<p><u>Unterrichtsvorhaben VII</u></p> <p>Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung</p> <p><i>Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Verpackungsfälle aus Kunststoff entsorgt?</i></p> <p>ca. 44 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen)</p> <p>Recherche zu verschiedenen Kunststoffen (z. B. Name des Kunststoffs, Monomere) für Verpackungsmaterialien anhand der Recyclingzeichen</p> <p>Praktikum zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften anhand von Verpackungsmaterialien (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit)</p> <p>Materialgestützte Auswertung der Experimente zur Klassifizierung der Kunststoffe</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen</p> <p>Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser</p> <p>Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) - Prinzip von Le Chatelier - Koordinative Bindung: Katalyse - Naturstoffe: Fette - Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung - Analytische Verfahren: Chromatografie 	<p>Die Schüler*innen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 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

	<p>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)</p> <p>Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</p> <p>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</p> <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE einschließlich der Unterscheidung der beiden Polyethylen-Arten anhand ihrer Stoffeigenschaften</p> <p>Lernaufgabe zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren</p> <p>Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung</p>	<p>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 - Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften 	<p>der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13), • klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2), • erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16), • erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16), • beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), • 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
--	--	---	--

	<p>aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung</p> <p>Recherche zu weiteren Kunststoff-Verpackungen (z. B. PS, PP, PVC) zur Erarbeitung von Stoffsteckbriefen und Experimenten zur Trennung von Verpackungsabfällen</p> <p>Materialgestützte Bewertung der verschiedenen Verpackungskunststoffe z. B. nach der Warentest-Methode</p>		<p>sozialer Perspektive (B9, B12, B13),</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8),
<p>Unterrichtsvorhaben VIII</p> <p>„InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß</p> <p><i>Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?</i></p> <p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Werkstoffe aus Kunststoffen und Nanomaterialien und wie lassen sich diese Materialien herstellen?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile haben Kunststoffe und Nanoprodukte mit spezifischen Eigenschaften?</i></p> <p>ca. 34 UStd.</p>	<p>Einführung in die Lernfirma „InnoProducts“ durch die Vorstellung der hergestellten Produktpalette (Regenbekleidung aus Polyester mit wasserabweisender Beschichtung aus Nanomaterialien)</p> <p>Grundausbildung – Teil 1: Materialgestützte Erarbeitung der Herstellung von Polyestern und Recycling-Polyester einschließlich der Untersuchung der Stoffeigenschaften der Polyester</p> <p>Grundausbildung – Teil 2: Stationenbetrieb zur Erarbeitung der Eigenschaften von Nanopartikeln (Größenordnung von Nanopartikeln, Reaktivität von Nanopartikeln, Eigenschaften von Oberflächenbeschichtungen auf Nanobasis)</p> <p>Grundausbildung – Teil 3: Materialgestützte Erarbeitung des Aufbaus und der Eigenschaften eines Laminate für Regenbekleidung mit DWR (durable water repellent) -Imprägnierung auf Nanobasis</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) - Prinzip von Le Chatelier - Koordinative Bindung: Katalyse - Naturstoffe: Fette 	<ul style="list-style-type: none"> • 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), • 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),

	<p>Verteilung der Auszubildenden auf die verschiedenen Forschungsabteilungen der Lernfirma</p> <p>Arbeitsteilige Erarbeitung der Struktur, Herstellung, Eigenschaften, Entsorgungsmöglichkeiten, Besonderheiten ausgewählter Kunststoffe</p> <p>Präsentation der Arbeitsergebnisse in Form eines Messestands bei einer Innovationsmesse einschließlich einer Diskussion zu kritischen Fragen (z. B. zur Entsorgung, Umweltverträglichkeit, gesundheitlichen Aspekten etc.) der Messebesucher</p> <p>Reflexion der Methode und des eigenen Lernfortschrittes</p> <p>Dekontextualisierung: Prinzipien der Steuerung der Stoffeigenschaften für Kunststoffe und Nanoprodukte einschließlich einer Bewertung der verschiedenen Werkstoffe</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung - Analytische Verfahren: Chromatografie <p>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 - Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> • 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
--	--	---	--

<p>Unterrichtsvorhaben IX</p> <p>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</p> <p><i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i></p> <p><i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i></p> <p>Ca. 20 Std.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen</p> <p>Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Mechanismus der Estersynthese, Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren)</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Amino-Gruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) - Prinzip von Le Chatelier - Koordinative Bindung: Katalyse - Naturstoffe: Fette - Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung - Analytische Verfahren: Chromatografie 	<p>Autoren (B2, B4, B13, K2, K4),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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, 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),
---	---	--	---

<p>Unterrichtsvorhaben X</p> <p>Die Welt ist bunt</p> <p><i>Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?</i></p> <p>ca. 16 UStd.</p>	<p>Materialgestützte und experimentelle Erarbeitung von Farbstoffen im Alltag</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Synthese eines Farbstoffs mithilfe einer Lewis-Säure an ein aromatisches System:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution am Aromaten • Beschreiben der koordinativen Bindung der Lewis-Säure als Katalysator der Reaktion <p>Bewertung recherchierter Einsatzmöglichkeiten verschiedene Farbstoffe in Alltagsprodukten</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Amino-Gruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsabstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) - Prinzip von Le Chatelier - Koordinative Bindung: Katalyse - Naturstoffe: Fette - Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung - Analytische Verfahren: Chromatografie 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15), • erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12), • klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8), • erläutern die Farbigkeit ausgewählter Stoffe durch Lichtabsorption auch unter Berücksichtigung der Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10), • 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 Reaktionschritte 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).
--	--	--	--

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

UV IV: Kohlenstoffkreislauf und Klima

<p>EF UV IV: Kohlenstoffkreislauf und Klima</p> <p>Inhaltsfeld: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen:</p> <p>Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">• Beurteilung von Quellen auch in Hinblick auf die Urheberschaft• Bewertung der gesellschaftlichen Relevanz und ökologischen Bedeutung der angewandten Chemie• Präsentation im Rahmen der Schulprojektwoche <p>Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none">• EF UV II (Reaktionsgeschwindigkeit und deren Beeinflussung)• EF UV III (Chemisches Gleichgewicht)• Q1 UV IV (Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?)
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K_c)- natürlicher Stoffkreislauf- technisches Verfahren- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck- Katalyse <p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p> <p>Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).</p> <ul style="list-style-type: none">- S3, S5, S7, S8, S9, S15- E12- K1, K2, K3, K4, K10, K12, K13- B2, B3, B4, B10, B12, B13, B14	<p>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>[Auszug aus KLP Chemie (2022)]</p> <p>Chemische Reaktion: [...] Das Prinzip des Stoffkreislaufes als Abfolge von chemischen Reaktionen berücksichtigt auch chemische Gleichgewichtsreaktionen.</p> <p>Energie: Die Wirkungsweise eines Katalysators wird im Zusammenhang mit der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit präzisiert</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</p> <p>ca. 12 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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), • 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) 	<p>Diagnose zum chemischen Gleichgewicht und zur Reaktionsgeschwindigkeit; Wiederholung der Reaktion von Säuren mit Kalk</p> <p>Kontext: Die Versauerung der Meere</p> <p>Einstieg: Video „Saure Meere durch CO₂?“ oder Artikel „Versauerung der Ozeane – Geochemisch unmöglich!“ des „Europäischen Instituts für Klima und Energie e. V. (EIKE) [1,2]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenfassung der Fakten des Artikels oder Videos - Sammlung von Fragen für einen Faktenscheck z. B. zur Bedeutung der Ozeane für den Kohlenstoffkreislauf, zur Auswirkung von Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere, zu Einflüssen gelöster Mineralstoffe auf den pH-Wert <p>Bedeutung der Ozeane für den Kohlenstoffkreislauf [3]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs - Einfluss der Kohlenstoffdioxidemissionen auf den natürlichen Kohlenstoffkreislauf <p>Fokussierung auf die Bedeutung der Ozeane als Kohlenstoffdioxid-speicher - Untersuchung der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser [3, 4, 5]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erklärung der guten Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser anhand der Molekülstrukturen - Erarbeitung des Kohlenstoffdioxidgleichgewichts am Beispiel von Mineralwasser (physikalisches Löslichkeitsgleichgewicht von Kohlenstoffdioxid, chemisches Gleichgewicht der Reaktion Kohlenstoffdioxid und Wasser, chemisches Gleichgewicht der Reaktion Hydrogencarbonat-Ionen zu Carbonat-Ionen)

		<p>Erarbeitung der Verschiebung des Gleichgewichts in Abhängigkeit von Druck, Temperatur und Konzentration (Prinzip von Le Chatelier) am Beispiel der Mineralwasserflasche</p> <p>Übertragung des Gelernten auf die Ozeane [3, 5]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Physikalische Kohlenstoffdioxidpumpe - Fakultativ: Einfluss des Salzgehaltes auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid - Einfluss des pH-Wertes auf die Gleichgewichtslage der Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat/Carbonat-Gleichgewichte - Folgen der Versauerung der Meere (z. B. Zerstörung der Korallenriffe) [5,6] <p>Rückbezug zum Eingangsartikel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faktenscheck: Welche Aussagen des Videos bzw. des Artikels sind fachlich korrekt, welche nicht? (Einfluss gelöster Alkali- und Erdalkali-Ionen auf den pH-Wert) <p>Kriteriengeleitete Beurteilung der Internetpräsenz des Europäischen Instituts für Klima und Energie (EIKE) [7]</p>
<p>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12), • 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), • erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), • 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) 	<p>Kontext: Die internationale Schifffahrt: - Einer der größten CO₂-Emittenten</p> <p>Einstieg: „Der Mythos angeblich klimafreundlicher Containerschiffe“ [8, 9]: Arbeitsteilige Identifizierung von Problemen zum Antrieb der Containerschiffe mit Schweröl und Diesel sowie entsprechender Lösungsvorschläge auf Grundlage der ausgewiesenen Materialien führt zu Vorschlägen im Bereich der Schifffahrt auf nachhaltige Kraftstoffe wie <i>Wasserstoff</i>, <i>Ammoniak</i> oder <i>Methanol</i> zur Verbesserung der Klimabilanz umzusteigen.</p> <p>Ableitung der Problemstellung: Wie wird Methanol herkömmlich und wie klimafreundlich hergestellt? [10, 11]</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der herkömmlichen Methanolsynthese („graues Methanol“) [12, 13, 14, 15] durch Herstellung des Methanols auf der Basis von Synthesegas (CO/H₂) und einem fossilen Brennstoff:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Thematisierung der Präferenz für Erdgas als Syntheserohstoff aus <u>ökonomischen</u> Gründen und ggf. damit zusammenhängend auch Problematisierung der Ressourcenknappheit und -abhängigkeit in aktuellen Zusammenhängen. - Optionale Thematisierung der Umsetzung des Erdgases zum Synthesegas [14] - Thematisierung der katalytischen Herstellung von Methanol aus Synthesegas über exotherme Gleichgewichtsreaktionen [15]: <p>Arbeitsgleiche Gruppenarbeit: Diskussion der Gleichgewichtsreaktionen in „Forscherguppen“ zwecks Erarbeitung eines Vorschlags für die technische Umsetzung auf Grundlage einer differenzierten Betrachtung der Gleichgewichtslagen und möglicher Einflüsse auf die Gleichgewichtslagen</p> <p>Präsentation und Diskussion erarbeiteter Lösungsvorschläge im Plenum und anschließender Abgleich durch materialgestützte Erarbeitung der tatsächlichen Prozessführung</p> <p>Angeleitete Internetrecherche zur Herstellung von „Green Meth“ [9, 16, 11] nach Aufwurf der Problemstellung: Wie kann Methanol klimafreundlich hergestellt werden?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nutzung des klimaschädlichen Gases CO₂ aus anderen laufenden Prozessen oder aus der Luft als C1-Baustein (also Kohlenstoffquelle der organischen Chemie) und 2. aus erneuerbaren Energien gewonnener Wasserstoff („Grüner Strom“ aus Windkraft, Solaranlagen oder Wasserkraftwerken) <p>Sicherung grundsätzlicher Vor- und Nachteile zum Einsatz von Methanol in der Schifffahrtstechnik auf der Grundlage eines ausgewählten Quellenmaterials [16, 19 – 25]</p> <p>Möglicher Transfer: Anwendung des Gelernten auf die Ammoniaksynthese und das Haber-Bosch-Verfahren; der Transfer kann optional in die nachfolgende Bewertung</p>
--	--	---

		<p>einbezogen werden (Vor- und Nachteile von Ammoniak als Alternativvorschlag zu Methanol)</p> <p>Die abschließende Bewertung umfasst den Ansatz von „green meth“ ebenso wie den konkreten Einsatz als Treibstoff in der Schifffahrt [24, 25]: Arbeitsteiliges Anfertigen eines „Ausstellerstandes“ mit dem Titel „Ein möglicher Beitrag der chemischen Industrie zum Vorantreiben des Klimaschutzes“ für einen Schulprojekttag zum Klimawandel auf der Grundlage des durchgeführten Unterrichtsvorhabens.</p>
--	--	--

Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.youtube.com/watch?v=DGxAzna4LNs	Video des Europäischen Instituts für Klima und Energie (Homepage einer Gruppe von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern, die die Klimakrise abstreiten); belegt angeblich, dass es keine Versauerung der Meere gibt; erweckt den Eindruck von Fachkompetenz
2	https://eike-klima-energie.eu/2014/11/30/versauerung-der-ozeane-geo-chemisch-unmoeglich/	Artikel des Europäischen Instituts für Klima und Energie (Homepage einer Gruppe von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern, die die Klimakrise abstreiten), der angeblich wissenschaftlich belegt, dass eine Versauerung der Meere unmöglich sei; sehr gut für einen Einstieg und zur Beurteilung der Quelle geeignet
3	https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/materialien-1/09_Begleittext_oL.pdf	Umfangreiches Material der Universität Kiel (IPN) mit einem Begleittext für Lehrkräfte zum Kohlenstoffkreislauf einschließlich Arbeitsblätter und Experimente z. B. zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser, zur Beeinflussung der verschiedenen chemischen Gleichgewichte (Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat/Carbonat),
4	https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=course&action=learn&courseId=25	Verschiedene Experimente zum chemischen Gleichgewicht u. a. zur Druck-, Temperatur- und pH-Wert-Abhängigkeit der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser einschließlich der Auswertung der Beobachtungen auf Teilchenebene
5	https://www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor/themen-experimente/experimente-zum-klimawandel	Unterrichtsmaterial des Agnes-Pockels-Schülerlabor der Uni Braunschweig zum Klimawandel, darunter Experimente zur Auswirkung der Versauerung der Meere auf die kalkbildenden Meeresorganismen
6	https://www.awi.de/im-fokus/ozeanversauerung/ozeanversauerung-der-boese-zwilling-der-klimaerwaermung.html	Information des Alfred-Wegener-Instituts zur Auswirkung der Versauerung der Meere auf kalkbildende Meeresbewohner
7	https://eike-klima-energie.eu/ueber-uns/	Homepage des Europäischen Instituts für Klima und Energie; Zusammenschluss von Personen aus verschiedenen Bereichen (u. a. Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, Politik), die

		die Behauptung eines „menschengemachten Klimawandels“ als naturwissenschaftlich nicht begründbar und daher als Schwindel gegenüber der Bevölkerung ansehen
8	https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/verkehr/schifffahrt/containerschiffahrt/16646.html	Dieser Artikel des NABU entlarvt die angebliche Klimafreundlichkeit der internationalen Schifffahrt und beleuchtet deren Beitrag zur Klimakrise unter verschiedenen Aspekten. Über die Problematisierung der Verwendung von Schweröl und dessen möglicher Ersatz durch Diesel oder LNG werden technische und politische Lösungen thematisiert und die zeitnahe Herstellung und Verwendung alternativer Treibstoffe wie bspw. Methanol fokussiert.
9	https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/schifffahrt-klimaziele-co2-ausstoss-101.html	Dieser Beitrag problematisiert ebenfalls den recht hohen Eintrag von Kohlenstoffdioxid über die Schifffahrt: wäre die internationale Schifffahrt ein Land, käme sie im Ranking der größten CO ₂ -Emittenten auf Platz 6. Damit eignet sich dieser Artikel ebenfalls als möglicher Einstieg für das vorliegende Unterrichtsvorhaben.
10	https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung_1104623.de.html	Bericht <i>Zukunft ahoi! Grüne Hauptstadt-Schiff schippert mit Methanolantrieb über den Baldeneysee</i> über ein Ausflugsschiff auf dem Baldeneysee, das mit Methanol-Brennstoffzelle angetrieben wird. Mit diesem Artikel lässt sich zur Problemstellung „graues“ oder „grünes“ Methanol überleiten.
11	https://www.vivis.de/wp-content/uploads/EaA17/2020_EaA_421-440_Lehner.pdf	Veröffentlichung enthält neben der Information über den aktuellen und prognostizierten Bedarf an Methanol ein ausführliches Kapitel zur Herstellung von „grünem“ Methanol. Hilfreich sind auch anschauliche Fließschemata zur Darstellung der Prozessketten.
12	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Methanolherstellung	Ausführliche Beschreibung der Herstellung von Methanol aus Synthesegas einschließlich verschiedener Herstellungsverfahren für das Synthesegas aus Erdgas oder Holz;
13	Arpe, Weissermel: Industrielle Organische Chemie. Bedeutende Vor- und Zwischenprodukte. 5., vollst. Überarbeitete Aufl. Weinheim u.a.: Wiley-VCH 1998, S.15 ff und S.31-34.	Im Fachbuch finden sich Darlegungen zur Auswahl des einzusetzenden Rohstoffes, im gegebenen Fall zur Präferenz für Erdgas, sowie Ausführungen zur Synthesegasherstellung, deren Thematisierung optional möglich ist. Die Erarbeitung der Prozessschritte vom Erdgas zum Methanol kann bezüglich der Synthesegasherstellung und Methanolsynthese auf der Grundlage von Auszügen aus den Lehrwerken [5 und 6] dann auch arbeitsteilig erfolgen.
14	Baerns, Behr, Brehm et al.: Technische Chemie, zweite, erweiterte Auflage, Weinheim u.a.: Wiley-VCH 2013, S.581-585.	Darstellung der Methanolsynthese, die auf den angegebenen Seiten verständlich aufbereitet und somit auch einer Bearbeitung durch Schüler*innen zugänglich ist. Dort aufgeführte Informationen zu möglichen Nebenreaktionen können je nach angestrebter Tiefe der Behandlung im Unterricht berücksichtigt werden.
15	Pfeifer, Schaffer und Wlotzka: Vom Holzgeist zum nachhaltigen Energieträger. Synthese, Eigenschaften und Verwendung von Methanol. In: NiUCh 175 (2020) 31, S.37-42.	Der Artikel beleuchtet die Bedeutsamkeit des Methanols als nachhaltigen Energieträger, da er nicht nur aus fossilen Brennstoffen, sondern alternativ aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden kann. Neben Experimenten zum Nachweis und der Verbrennung von Methanol enthält der Artikel ein übersichtliches Fließschema zur Methanolsynthese über Synthesegas ausgehend von Biomasse sowie ein Arbeitsblatt zum Einsatz von Methanol in Brennstoffzellen.

16	https://greenshipping-niedersachsen.de/wp-content/uploads/2021/02/Methanol-Uebersicht_V2_final.pdf	Diese Quelle legt dar, dass grünes Methanol im Grundsatz eine klimaneutrale und nahezu emissionsfreie Schifffahrt ermöglichen kann und aufgrund der technisch weniger aufwendigen Umrüstung der Schiffe auf LNG oder Wasserstoff sowie der möglichen Nutzung einer bereits vorhandenen Infrastruktur gegenüber diesen Alternativen von Vorteil ist.
17	https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/das-erste-deutsche-seeschiff-das-mit-methanol-faehrt-a-6a714fc5-7552-46f3-a4e2-45acd8fc9ba4	Artikel über den Forschungskutter Uthörn, der bereits mit Methanol betrieben wird. Hier wird u. a. auf den Vorteil hingewiesen, dass im Falle einer Havarie im Meer vorhandene Bakterien das dann auslaufende Methanol zersetzen würden.
18	https://www.maritimes-cluster.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/Studie-Potenzialanalyse-Methanol-Schifffahrt-2018.pdf	Dieses Strategiepapier liefert Lehrenden Hinweise zu aktuellen Überlegungen bezüglich der Umsetzung einer emissionsfreien Schifffahrt unter Nutzung von Methanol, die didaktisch aufbereitet werden können.
19	https://www.ndr.de/nachrichten/info/Methanol-statt-Diesel-So-faehrt-ein-Schiff-klimafreundlich,methanolschiffe100.html	Artikel zu den aktuellen Entwicklungen im Bereich Weiterentwicklung der Schifffahrt anhand des Beispiels Uthörn II.
20	https://www.basf.com/global/de/media/news-releases/2019/05/p-19-218.html	Informationsflyer von BASF, die maßgeblich auch an der Weiterentwicklung der Herstellung von klimafreundlichem Methanol beteiligt sind.
21	https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf	In diesem Heft wird die Wechselbeziehung von Chemie und Energie behandelt. Die Grundlagen der chemischen Energetik werden erklärt und durch Arbeitsblätter und Unterrichtshinweise ergänzt. Der Artikel zu POWER to X beleuchtet noch einmal grundlegend die Idee, sich vom Einsatz fossiler Brennstoffe für Treibstoffe zugunsten synthetisch hergestellter Treibstoffe zu verabschieden.
22	https://www.konstruktion-entwicklung.de/geschafft-methanol-aus-wasserstoff-und-kohlendiooxid	Die Seite verweist auf neueste Entwicklungen und die Forschung der Hochschule Stralsund zur „One-Step-Conversion“ von Methanol aus Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid.
23	https://www.cleanthinking.de/methanol-energie-traeger-fuer-die-dritte-industrielle-revolution/	Dieser Artikel beleuchtet die Vorteile von „erneuerbarem Methanol“ gegenüber grünem Wasserstoff.
24	https://www.schulentwicklung.nrw.de/material-datenbank/material/view/6094	Folien mit übersichtlichen Abbildungen zur Gewinnung von Methanol aus regenerativen Quellen. In Auszügen nutzbar als Vorlage der Erstellung eines Advanced Organizers durch die Lehrkraft.
24	https://www.dlr.de/content/de/downloads/publikationen/broschueren/2022/kurzstudie-maritime-treibstoffe.pdf?_blob=publicationFile&v=4	Zur Diskussion von Vor- und Nachteilen des Einsatzes von Methanol im Bereich der Schifffahrt.

Letzter Zugriff auf die URL 23.01.2023

2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs

UV I: Saure und basische Reiniger im Haushalt

<p>Q1 UV I: Saure und basische Reiniger im Haushalt</p> <p>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p>Zeitbedarf: ca. 32 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen:</p> <p>Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- Erkenntnisgewinnung (hypothesegeleitetes Experimentieren)- Bewertung (Beurteilung grundlegender Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag und Ableitung von Handlungsoptionen) <p>Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- Q1 UV II (Salze - hilfreich und lebensnotwendig!)- Q1 UV IV (Wasserstoff - Brennstoff der Zukunft?)
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted , Säure-/Base-Konstanten (K_S, pK_S , K_B, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen- analytische Verfahren: <i>Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</i>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie <p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p> <p>Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).</p> <ul style="list-style-type: none">- S1, S2, S3, S6, S7, S10, S16, S17- E1, E2, E3, E4, E5, E10- K1, K6, K8, K10- B3, B8, B11	<p>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>[Auszug aus KLP Chemie (2022)]</p> <p>Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Säuren und Basen werden nach Brønsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet.</p> <p>Chemische Reaktion: Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung eines Titrationsverfahrens zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.</p> <p>Energie: Das Energiekonzept wird im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion durch den ersten Hauptsatz der Thermodynamik und den Enthalpiebegriff erweitert.</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p>ca. 8 UStd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6) • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen bei vollständiger Protolyse (S17), • 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) 	<p>Kontext: Saure und basische Reiniger</p> <p>Einstieg: Vorstellung verschiedener saurer und basischer Reiniger (z. B. Essigreiniger, Reiniger mit Mineralsäuren, Backofenreiniger, Fensterreiniger, Neutralreiniger, ...)</p> <p>Diagnose: Säure-Base-Konzept, pH-Wert (Vorwissen SI)</p> <p>Praktikum zu Säure-Eigenschaften mit integrierter Diagnose: pH-Werte, Reaktion mit Kalk, Reaktionen mit unedlen Metallen, organischen Stoffen... [1, 2, 3]</p> <p>Vertiefung pH-Wert: Definition, pH-Wert-Skala (Autoprotolyse des Wassers), pH-Wert-Berechnung (Berechnung der H_3O^+-Ionenkonzentration bzw. OH^--Ionenkonzentration der untersuchten Reiniger)</p> <p>Beurteilung des Gefahrenpotentials und der Wirksamkeit der verschiedenen Reiniger: Erstellen von „Praxistipps“ für die sichere Nutzung der Reiniger im Haushalt (arbeitsteilig)</p>
<p><i>Wie lässt sich die Säurekonzentration bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p>ca. 12 UStd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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), • 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), • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet 	<p>Kontext: Saure Reiniger zur Kalkentfernung</p> <p>Einstieg: Vorstellung eines Essigreinigers und eines Urinsteinlösers (enthält HCl); Ableitung der Problemstellung: „Welcher Reiniger ist zur Entfernung von Kalkablagerungen besser geeignet?“</p> <p>Planung und Durchführung von Experimenten zur Untersuchung der Kalklösekraft (z. B. Untersuchung der Reaktion der beiden Reiniger mit Kalk, ggf. Messung des pH-Wertes vor und nach der Reaktion, ...)</p> <p>Präzisierung der Problemfrage anhand der Versuchsergebnisse: Wieso reagieren die beiden sauren Reiniger so unterschiedlich mit Kalk?</p> <p>Sammeln von Vermutungen</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)	<p>Überprüfung der Vermutung „HCl-Reiniger enthält mehr Säure als der Essigreiniger“: Konzentrationsbestimmung der Säurekonzentration in beiden Reinigern [3, 4]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung der Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung durch Indikator (integriert: Wiederholung der Neutralisationsreaktion) - Durchführung und Auswertung der Titration der beiden Reiniger (integriert: Wiederholung stöchiometrisches Rechnen) - Rückbezug auf die Vermutung (HCl-Reiniger enthält mehr Säure als der Essigreiniger) <p>Überprüfung der Vermutung „Salzsäure ist aggressiver und reagiert stärker mit Kalk“: Vergleich der Kalklösewirkung von Salzsäure und Essigsäure bei gleicher Säurekonzentration</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimenteller Vergleich (Lösen einer definierten Menge Kalkgranulat in jeweils der gleichen Menge Salzsäure bzw. Essigsäure gleicher Konzentration und Messen des pH-Werts vor der Reaktion) - Berechnung der erwarteten Kalkabnahme anhand des Anfangs-pH-Wertes - Vergleich der Beobachtungen mit den berechneten Werten <p>Rückbezug auf die Vermutung (Essigsäure kann die gleiche Menge Kalk lösen wie Salzsäure der gleichen Konzentration, die Reaktion verläuft nur langsamer) Erklärung der Beobachtungen mithilfe des chemischen Gleichgewichts; Einführung der Begriffe starke und schwache Säuren</p> <p>Aufstellung des Massenwirkungsgesetz für Säure- Base-Reaktionen, Ableitung des Zusammenhangs zwischen</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		Gleichgewichtskonstante und pH-Wert, Einführung der pKs-Werte zur Charakterisierung der starken und schwachen Säuren
<p>Wie lässt sich die <i>Säurekonzentration bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p> <p>Ca. 4 UStd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3) 	<p>Vertiefungsaufgabe: Konzentrationsbestimmung von Basen in basischen Reinigern</p> <ul style="list-style-type: none"> selbständige Planung, Durchführung und Auswertung einer Titration eines basischen Reinigers (z. B. Bestimmung des Natriumhydroxid-Gehalts in Rohrreiniger [5] und/oder des Ammoniak-Gehalts in Fensterreiniger), Fehleranalyse und Beurteilung der Analyseergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft Beurteilung der Reiniger hinsichtlich ihres Gefahrenpotentials
<p>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</p> <p>ca. 8 UStd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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), 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) 	<p>Kontext: Entsorgung von sauren und basischen Lösungen nach dem Experimentieren</p> <p>Einstieg: Sammlung von Vorschlägen zur Entsorgung von stark sauren und stark alkalischen Lösungen nach dem Experimentieren</p> <p>Experimentelle Überprüfung der Lösungsvorschläge</p> <ul style="list-style-type: none"> Verdünnen einer halbkonzentrierten Säurelösung, messen der Temperaturerhöhung und des pH-Werts (ggf. als Lehrerdemoexperiment) Neutralisation einer Salzsäurelösung ($c = 1 \text{ mol/l}$) mit Natronlauge ($c = 1 \text{ mol/l}$); messen der Temperaturerhöhung und des pH-Werts (Schülerexperiment) <p>Bewertung der beiden Methoden, Ableitung von Sicherheitsregeln für die unfallfreie Entsorgung stark saurer und stark alkalischer Lösungen</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Erklärung des Temperaturanstiegs beim Verdünnen bzw. Neutralisieren der Säurelösungen durch Einführung der Reaktionsenthalpie am Beispiel der Protolysereaktion bzw. der Neutralisationsreaktion [6,7,8]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wiederholung der Begriffe „Energie“, „Energiearten“, „Energieumwandlung“ und „Energieerhaltung“ (Physik SI) - Einführung des Begriffs „System“ (offene, geschlossene und isolierte Systeme) - Definition des Begriffs „innere Energie“ in stofflichen Systemen (Summe aller Energiearten der Stoffportion) - Einführung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik (Satz von der Energieerhaltung) - Einführung des Begriffs „Reaktionsenthalpie“ (Reaktionswärme einer Reaktion bei konstantem Druck); Abgrenzung der Reaktionsenthalpie von der inneren Energie <p>Vertiefung: Kalorimetrische Messung der Neutralisationsenthalpie für die Neutralisation von Salzsäurelösung ($c = 1 \text{ mol/l}$) mit Natronlauge ($c = 1 \text{ mol/l}$); Vergleich der Messergebnisse mit Literaturdaten [9, 10]</p>

Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/Alle_MNF/Chemie_Didaktik/Forschung/Sekundarstufe_I/7_Reinigungsmittel.pdf	Vielfältige Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen am Bsp. von Reinigern

		[Materialien für die S I; [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
2	https://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/	Vielfältige Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen auch am Bsp. von Reinigern [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
3	https://www.mint-ec.de/fileadmin/content/schriftenreihe_pdfs/neu_Chemie_B_22_ONLINE_c.pdf	Vielfältige Experimente und Unterrichtsmaterialien zur Untersuchung von Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen (auch am Bsp. von Reinigern), zur Ableitung der pH-Wert-Skala und zum Titrationsverfahren [Materialien für die S I]
4	https://www.schule-bw.de/faecher-und-schular-ten/berufliche-bildung/ernaehrungslehre/unterrichtsmaterialien/handreichungen/handreichung_ernaehrung_und_chemie/ingangs-klasse/lpe9/lpe0905	Experimentiervorschriften zur Säure-Base-Titration am Beispiel von Salzsäure und Essigsäure einschließlich einer Auswertung von Titrationsergebnissen
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/material-datenbank/material/view/6063	Material der Uni Göttingen: Verschiedene Titrations u. a. zur Bestimmung des Gehalts an Natriumhydroxid in Rohrreiniger, Experimentiervorschriften mit Auswertung [Materialien für die S I]
6	https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf	Informationsserie des Fonds der chemischen Industrie „Chemie – Schlüssel zur Energie von morgen“; Grundlagen chemischer Energetik mit Arbeitsblättern, Experimenten und Unterrichtshinweisen
7	https://www.lpm.uni-sb.de/typo3/index.php?id=1323	Bildungsserver Saarland: „Enthalpie und Entropie – Über den Ablauf chemischer Reaktionen“; Überblick und Definition aller wichtigen Fachbegriffe der Thermodynamik,
8	https://www.sachsen.schule/~gymengel/content/schule/faecher/chemie/material/Zusammenfassung_chem_Energie.pdf	Bildungsserver Sachsen: Zusammenfassung zu energetischen Aspekten bei chemischen Reaktionen mit Aufgaben
9	https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/en-v02.htm	Experimentelle Bestimmung der Neutralisationswärme; Versuchsvorschrift und Auswertung, Berechnung der Neutralisationsenthalpie aus der Neutralisationswärme

10	https://www.teachershelper.de/experiments/g-temp/pdf-11-ma/g06.pdf	Arbeitskreis Kappenberg: Versuchsvorschrift zur experimentellen Bestimmung der Neutralisationsenthalpie am Beispiel der Neutralisation von Salzsäure und Natronlauge einschließlich Auswertung der Messdaten
----	---	--

Letzter Zugriff auf die URL 18.07.2022

UV II: Salze – hilfreich und lebensnotwendig

<p>Q1 UV II: Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</p> <p>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p>Zeitbedarf: ca. 12-14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen:</p> <p>Schwerpunkte: Bewertung (Beurteilung grundlegender Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag und Ableitung von Handlungsoptionen)</p> <p>Vernetzung - Q1 UV I (Saure und basische Reiniger im Haushalt)</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)- Ionengitter, Ionenbindung <p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p> <p>Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).</p> <ul style="list-style-type: none">- S12- E5- K8- B3, B8, B11	<p>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>[Auszug aus KLP Chemie (2022)]</p> <p>Chemische Reaktion: Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung eines Titrationsverfahrens zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salzen?</p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) 	<p>Kontext: Salze in Nahrungsmitteln</p> <p>Diagnose des Vorwissens aus der SI</p> <p>Einstieg: Materialecken zu Salzen in Lebensmitteln/Nahrungsergänzungsmitteln (z. B. iodiertes und/oder fluoridiertes Speisesalz, Pökelsalz, Backtriebmittel (Hirschhornsalz, Natron), ggf. Calcium-Magnesium-Präparate, Iodtabletten, ...); Sammlung von Fragen</p> <p>Binnendifferenziertes Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen [1, 2, 3, 4] und ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen [5] zur Wiederholung und Vertiefung des SI-Wissens</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leitfähigkeit von Salzkristallen, Salzschnmelzen, Salzlösungen - Schmelztemperaturen von Salzen - Kristallbildung, Kristallformen - Sprödigkeit von Salzen - Nachweisreaktionen ausgewählter Alkali- und Erdalkalimetall-Ionen anhand der Flammenfärbung (Natrium-, Kalium-, Calcium-Ionen) - Nachweisreaktionen ausgewählter Halogenid-Ionen mithilfe von Fällungsreaktionen mit Silbernitrat (Chlorid- und Iodid-Ionen) - Nachweisreaktionen mithilfe von Teststäbchen bzw. Test-Kits (z. B. Ammonium-, Nitrat-, und Carbonat-Ionen) <p>Arbeitsteilige Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und der möglichen Gefahren der verschiedenen Salze; Kurzpräsentationen der Rechercheergebnisse</p> <p>Kritische Reflexion von Salzen in Alltagsbezügen, z.B. Einsatz von Nitrit-Pökelsalz zur Haltbarmachung von Wurstwaren, Stickstoffdünger; Pro- und Contra-Diskussion</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p>ca. 4 – 6 UStd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter-, Bindungs- und Solvatationsenergie (S12, K8). 	<p>Kontext: Selbst erhitzende Verpackungen dank Salze</p> <p>Einstieg: Pressemitteilung der „Interpack“ Düsseldorf [6], alternativ Werbung für selbsterhitzende Fertiggerichte oder Getränke</p> <p>Recherche zur Funktionsweise der selbsterhitzenden Verpackungen [7] (Stichwort für Suchmaschinen: selbsterhitzende Lebensmittelverpackungen oder Mahlzeiten)</p> <p>Experimentelle Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze (z. B. Kaliumchlorid, Kaliumnitrat, Natriumchlorid, Calciumchlorid) zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in einer selbsterhitzenden Verpackung [8]</p> <p>Auswertung der Experimente, Erklärung der gemessenen Temperaturänderungen; Deutung über Gitter und Solvatationsenergie [8,9]</p> <p>Überprüfungsaufgabe: begründete Konzeption eines kühlenden Getränkebechers, experimentelle Überprüfung der Konzeption</p> <p>Beurteilung der Verwendung selbsterhitzender Verpackungen: Sammlung von Pro- und Contra-Argumenten; Ableitung von Handlungsoptionen für die Nutzung selbsterhitzender Verpackungen</p> <p>Alternativ:</p> <p>Beurteilung der Verwendung selbsterhitzender Verpackungen anhand der Auswertung von Foreneinträgen</p>

Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/salze.htm	Vielfältige Experimente zu Salzen (Eigenschaften, Verwendung, Herstellung) in unterschiedlichen Kontexten [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
2	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2016/fb6/2_kl9/1_salze/2_lb2/02a_lernbox_salzeigenschaften.pdf#page=2	Unterrichtsmaterial der Lehrerfortbildung Baden-Württemberg zu Salzen und ihren Eigenschaften einschließlich der Erklärungen der Salzeigenschaften auf Teilchenebene [Material für die SI]
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5864	Lernleiter Ionen und Salze: Umfangreiches Unterrichtsmaterial zur Erarbeitung der Ionenbildung und -bindung einschließlich der Eigenschaften von Salzen; Material sehr gut für heterogenen Lerngruppen geeignet; [Material für die SI]
4	https://www.leifichemie.de/anorganische-chemie/salze/grundwissen/eigenschaften-von-salzen	Erklärung der Salzeigenschaften auf Teilchenebene einschließlich passender Experimente [Material für die SI]
5	https://educhimie.script.lu/sites/default/files/inline-files/3%20-%20Ionennachweise%20-%20VE.pdf	Versuchsskript mit Nachweisreaktionen für Kationen und Anionen verschiedener Salze (einschließlich eines Nitratnachweises mit Teststäbchen)
6	https://www.interpack.de/de/Entdecken/Tightly_Packed_Magazin/NAHRUNGSMITTEL/News/Warm_auf_Knopfdruck	Pressemitteilung der Interpack (Messe für Verpackungen in Düsseldorf) zu selbsterhitzenden Verpackungen (Werbebeispiel dient lediglich als Einstieg)
7	https://www.youtube.com/watch?v=pAqumQT0Nkg	Werbung der amerikanischen Firma „Hillside“: trotz Werbung sinnvoll, da das Video den Aufbau und die Funktion von selbsterhitzenden Verpackungen zeigt (englischsprachig)
8	https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=contentText&action=attempt&courseId=37&unitId=120&contentId=523	Unterrichtsmaterial der Seite <i>Lebensnaher Chemieunterricht</i> : Lernaufgabe zum Hotpot zur Untersuchung energetischer Aspekte des Lösevorganges auch auf Teilchenebene
9	https://www.pflb-journal.de/index.php/pflb/article/view/3305/3458	Artikel aus der Zeitschrift „Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung: Cornelia Stiller, Gabriele Beyer-Sehlmeyer, Gudrun Friedrich, Andreas Stockey& Tobias Allmers: Lösungswärme energetisch betrachtet: Ein Schülerexperiment zur Bestimmung der konzentrationsabhängigen Lösungsenthalpie beim Lösen verschiedener Salze

Letzter Zugriff auf die URL 18.07.2022

UV IV: Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?

<p>Q1 UV IV: Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</p> <p>Inhaltsfeld: Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <p>Zeitbedarf: ca. 19 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen:</p> <p>Schwerpunkte:</p> <p>Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren</p> <p>Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- Q1 UV I (Saure und basische Reiniger im Haushalt)- Q1 UV III (Mobile Energieträger im Vergleich)
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- Elektrolyse- alternative Energieträger- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse <p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p> <p>Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).</p> <ul style="list-style-type: none">- S3, S7, S8, S 10, S12, S17- E4, E7, E8, E11- K3, K8, K9, K11, K12- B2, B4	<p>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>[Auszug aus KLP Chemie (2022)]</p> <p>Chemische Reaktion:</p> <p>Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen.</p> <p>Energie:</p> <p>Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als heterogene Katalyse erweitert.</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt? ca. 10 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die 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). 	<p>Kontext: Autoantriebe der Zukunft</p> <p>Einstieg: „Autokauf“: Entwicklung von Kriterien für den Autokauf; Unterrichtsgang (z.B. Autohäuser, ADAC, Verbraucherberatung) oder digital [2] zur Informationsrecherche zu Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel als Treibstoff (Elektroantriebe wurden im vorangegangenen UV betrachtet!) (mögliche Ergänzung: Dokumentation Die Zukunft der Autos – Aufbruch ins Elektrozeitalter? [1])</p> <p>Treibstoffe unter der chemischen Lupe: Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nachweis der Verbrennungsprodukte z. B. [3] - Redoxreaktionen aufstellen und quantifizieren (Wdh. Oxidationszahlen, Ausbeuteberechnung) - energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik: Prozessgrößen, Enthalpie, Kalorimetrie, Brennwert, Heizwert) [4] - Ermittlung der Reaktionsenthalpie, (Standard-) Reaktionsenthalpie und (Standard-) Verbrennungsenthalpie an einem Beispiel experimentell [5-9] - Anwendung des Satzes von Hess zur Berechnung der Verbrennungsenthalpie von Autogas, Erdgas, Benzin, Diesel und Wasserstoff [4] <p>mögliche Differenzierung des Kontextes: Wie heizen wir in der Zukunft? Ein Vergleich von Holz-, Erdgas-, Heizöl-, Brennstoffzellenheizung und Wärmepumpen</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p>ca. 6 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9), • erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), (MKR 1.2) • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), 	<p><u>Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle</u></p> <p>Demonstrationsversuch: Knallgasreaktion mit und ohne Katalysator [10]</p> <p>Erarbeitung der Funktion der heterogenen Katalyse auch auf energetischer Ebene [9] mit Modellanimation [10]</p> <p>Möglicher Exkurs: Das Döbereiner Feuerzeug [11]</p> <p>Versuch: Betrieb einer Brennstoffzelle [z.B. 12]</p> <p>Erarbeitung/ Auswertung: Aufbau und Funktion der Brennstoffzelle [12,13,14]; Energetische und stoffliche Betrachtung der Verbrennung von Wasserstoff in der PEM-Brennstoffzelle [13] unter Berücksichtigung des Aufbaus (Membran) und der Funktion des Katalysators</p> <p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrad der PEM- Brennstoffzelle z.B. [15]</p> <p><u>Wie wird der Wasserstoff gewonnen?</u></p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser z. B. [9]</p> <p>Energetische und stoffliche Betrachtung der Elektrolyse von Wasser [15-17]</p> <p>Mögliche Differenzierung: Einfluss des Katalysator auf die Effizienz der Wasserelektrolyse [17]</p>
<p><i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i></p> <p>ca. 3 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemischer Energiewandler hinsichtlich der Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3) 	<p>Internetrecherche mit festgelegter Linkliste, die auch eine Beurteilung der Quellen möglich macht [18-24] und Berechnung zu verschiedenen Antriebstechniken (u. a. Berechnung des Energiewirkungsgrads [15]) auch unter Einbeziehung der</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Ergebnisse des Elektroantriebs aus dem vorangegangenen UV [5,7,18-21].</p> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität mit festgelegten Positionen / Verfassen eines Beratungstextes (Blogeintrag) für den Autokauf mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität.</p>

Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www1.wdr.de/mediathek/video-die-zukunft-der-autos--aufbruch-ins-elektrozeitalter-100.html	<p>Dieser Film von Planet Wissen (24.09.2020) gibt ausgehend von einem historischen Rückblick zur Automobilentwicklung einen Überblick über Perspektiven der Antriebsentwicklung der Zukunft: Plug-in-Hybrid, Brennstoffzelle, Elektroantrieb, synthetische Kraftstoffe. Die 60minütige Sendung integriert vier Dokumentationen: „Die Zukunft der Autos – Aufbruch ins Elektrozeitalter?“, „Ein neues Auto – aber welches?“, „E-Mobil – Ökobilanz“ und „CO2-neutrale Treibstoffe – Ersatz für Diesel und Benzin“.</p>
2	https://www.alternativ-mobil.info/alternative-antriebe/vergleich-alternative-antriebe	<p>Mit dem Tool <i>Vergleich alternative Antriebe</i> der DENA kann man spielerisch Reichweite, anfallende Emissionen sowie zu erwartende Kosten von alternativen Antrieben und konventionellen Antrieben miteinander vergleichen.</p>
3	https://www.experimentas.de/	<p>Experimentas ist eine Sammlung von Experimenten für den schulischen Chemieunterricht. Detailliertere Informationen zum jeweiligen Experiment können über einen Klick auf dessen Namen eingesehen werden. Mit dem PDF-Icon ganz links kann direkt eine Vorlage für die eigene Gefährdungsbeurteilung als PDF-Datei geöffnet und heruntergeladen werden. In dieser Sammlung finden sich mehrere Experimente zum Nachweis der Verbrennungsprodukte und zur Elektrolyse von Wasser.</p>
4	https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/enthal-verbr.htm	<p>Diese Internetseiten bieten viele Informationen zur energetischen Betrachtung von chemischen Reaktionen. Besonders relevant ist hier die Unterscheidung von Reaktions- und Verbrennungsenthalpien und die Anwendung des Satzes von Hess.</p>
5	<p>T. Grofe & I. Rubner. (2018). Die Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Autogas im Vergleich Teil 1. CHEMKON 8. 317-323.</p>	<p>In diesem Artikel wird eine vergleichende Untersuchung der drei Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Autogas hinsichtlich ihrer Verbrennungsenthalpie mit einfachen Schülerexperimenten vorgestellt. Dabei werden die massenbezogene und die volumenbezogene bzw.</p>

		stoffmengenbezogene Energiedichte in den Blick genommen, die sich jeweils unterscheiden. Die Experimente sind mit sehr einfachen Mitteln durchführbar und eignen sich als Schülerübung sowie als Demonstrationsversuche.
6	https://www.magmed.de/.cm4all/up-roc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Ergaenzung%20zum%20CHEMKON-Artikel.pdf?cdp=a&=1694917755	Diese Internetseite beinhaltet die online-Ergänzung zum CHEMKON-Artikel [5]. Die im Artikel beschriebenen Versuche werden hier durch Fotos und Diagramme ergänzt.
7	T. Grofe & I. Rubner. (2020). Die Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Autogas im Vergleich Teil II. CHEMKON 7. 276-281.	In diesem Artikel werden die Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Autogas anhand von einfachen Schulexperimenten hinsichtlich ihrer Verbrennungsenthalpie untersucht.
8	https://www.magmed.de/.cm4all/up-roc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Online-Ergaenzungen%20zum%20Chemkon-Artikel%20II.pdf?cdp=a&=1722c1c32a8 https://www.magmed.de/.cm4all/up-roc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Bilderbuch%20der%20Versuchsaufbau-ten%20und%20Messergebnisse%20CHEMKON%207-2021.pdf?cdp=a&=17cf5014a78	Diese Internetseite beinhaltet die online-Ergänzung zum CHEMKON-Artikel [7]. Die im Artikel beschriebenen Versuche werden hier durch Fotos, weitere Hinweise und Diagramme ergänzt.
9	https://chemie.osz-biv.de/2012-13/ch22013/katalyse.html	Versuchsbeschreibung und Filme der Versuche zur Katalyse der Knallgasreaktion.
10	https://static.klett.de/software/shock-wave/prisma_chemie_ol/pc_pc02an310/index.html	Hier findet sich eine interaktives Experiment und eine Modellanimation zur Katalyse am Beispiel der mit Platin katalysierten Knallgasreaktion.
11	https://www.youtube.com/watch?v=izTLb-wKGDcw	Ein Erklärfilm des Deutschen Museums zur Katalyse im Döbereiner Feuerzeug. Hier wird in 180 Minuten der Aufbau und die Funktion des Döbereiner Feuerzeugs erklärt.
12	https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf	Informationsserie des Fonds der chemischen Industrie „Chemie – Schlüssel zur Energie von morgen“; Grundlagen chemischer Energetik mit Arbeitsblättern, Experimenten und Unterrichtshinweisen
13	https://www.planet-schule.de/sf/multimedia-interaktive-animationen-detail.php?projekt=brennstoffzelle	Diese Internetseite beinhaltet eine interaktive Animation zur Funktion der Brennstoffzelle. Weitere Informationen und Veranschaulichungen zu dem Aufbau, der Funktion, der Thermodynamik und der Leistung einer PEM-Brennstoffzelle lassen sich auch auf der Internetseite www.pemfc.de/pemfc.html finden. Urheber des Angebots ist Dr. Alexander Kabza, am Zentrum

		für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) in Ulm verantwortlich für das Fachgebiet Brennstoffzellen-Systeme ist.
14	https://www.max-wissen.de/max-hefte/techmax-16-brennstoffzelle/	In diesem Techmax-Heft zur Brennstoffzelle wird die Entwicklung der Brennstoffzelle, vorrangig der PEM-Zelle vom 18. Jhd. 6 bis heute dargestellt. Dabei wird auch auf die Nafion-Membran eingegangen. Des Weiteren finden sich Links zu Aufgabensammlungen, dem Vergleich zwischen verschiedenen Antriebe, Experimente zu Brennstoffzellen und weitere Materialien der Wasserstofftechnologie, sowie Links zu mehreren Erklärfilmen.
15	https://www.hydrogeit-verlag.de/wp-content/uploads/2019/04/9783937863139.pdf	Hier finden sich Schüler- und Demonstrationsexperimente zur Funktion der Brennstoffzelle und zum Messen des energetischen Wirkungsgrads von Elektrolyseur und PEM-Brennstoffzelle.
16	https://www.max-wissen.de/max-media/brennstoffzelle-und-elektrolyse-max-planck-cinema/	Erklärvideo zur Funktion der Brennstoffzelle und zum Ablauf der Elektrolyse von Wasser.
17	https://www.edu.sot.tum.de/fileadmin/w00bed/edu/Schule/Science_Labs/Versuchsanleitungen/Brennstoffzelle_Schueler_09-2013.pdf	Skript des TUM Science Labs in München zum Schülerpraktikum Brennstoffzellen unter Berücksichtigung der elektrischen Wirkungsgradberechnung.
18	https://www.tum.de/die-tum/aktuelles/pressemitteilungen/details/32998	Bericht der technischen Universität München über Forschungsergebnisse der Steigerung der Effizienz der Brennstoffzelle durch eine Kupferschicht unter der Oberfläche von Platin-Elektroden
19	https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraftstoffe/wasserstoff-im-verkehr-haeufig-gestellte-fragen	Auf der Website des Umweltbundesamt findet man aktuelle Informationen zum Einsatz von Wasserstoff im Verkehrssektor.
20	https://energy-charts.info/?l=de&c=DE	Diese interaktive Seite eignet sich für die Recherche zu den verschiedenen Energieträgern. Hier wird sowohl die Stromproduktion aus verschiedenen Energieträgern als auch die Börsenstrompreise dargestellt. Die passende Darstellung der Grafiken kann selbst konfiguriert werden, indem ein oder mehrere Energieträger ausgewählt, zwischen absoluter und prozentualer Darstellung gewechselt und Zahlenwerte in einem eingeblendeten Fenster abgelesen werden können. Außerdem kann der Anzeigzeitraum für die Grafiken ausgewählt werden.
21	https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland	Auf der Website des Umweltbundesamt findet man diverse Daten zu Treibhausgasemissionen einschließlich der deutschland- und europaweiten Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemission.
22	https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/wasserstoff.html	Diese Website beinhaltet Informationen zur direkten Energiewende und zum Ausbau der Wasserstofftechnologie.

23	https://www.swr3.de/aktuell/fake-news-check/faktencheck-sind-e-autos-doch-klima-killer-co2-bei-herstellung-problematisch-100.html	Die Website analysiert im Faktencheck verschiedene Aussagen zur Ökobilanz von Elektroautos.
24	https://www.youtube.com/watch?v=q6gCdCC-HW0	Die ARTE-Dokumentation „Umweltsünder E-Auto“ setzt sich kritisch, aber auch sehr einseitig mit dem Elektroauto auseinander.

Letzter Zugriff auf die URL 18.07.2022

UV VI: Vom Erdöl zur Plastiktüte

<p>UV Q2 VI: Vom Erdöl zur Plastiktüte</p> <p>Inhaltsfeld:</p> <ul style="list-style-type: none">- Reaktionswege in der organischen Chemie- Moderne Werkstoffe <p>Zeitbedarf: ca. 30 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen:</p> <p>Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- Kommunikation (Recherchieren und Auswählen von relevanten und aussagekräftigen Fachinformationen und Daten)- Bewertung (Chancen und Risiken ausgewählter Technologien bewerten) <p>Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- EF – UV I (Die Anwendungsvielfalt der Alkohole)- Q2 – UV VII (Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte)
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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,- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung- Recycling: Kunststoffverwertung <p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p> <p>Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).</p> <ul style="list-style-type: none">- S1, S2, S3, S4, S5, S8, S9, S10, S12, S13, S14, S16- E5, E7, E9- K1, K2, K5, K8, K10, K11- B6, B13	<p>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>[Auszug aus KLP Chemie (2022)]</p> <p>Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Die organischen Stoffklassen werden um [...] Halogenalkane erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. [...]</p> <p>Chemische Reaktion: Die Schrittigkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen.</p> <p>Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe.</p> <p>Energie: Das Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Auslöser chemischer Reaktionen erweitert.</p> <p>Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</p> <p>Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?</p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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), 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 Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11), erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter der Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), 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), bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8). 	<p>Kontext: Plastiktüten (Kunststoffverpackungen) aus Polyethylen</p> <p>Diagnose: Grundkenntnisse der organischen Chemie (EF): Wiederholung der organischen Stoffklassen, funktionelle Gruppen, Konstitutionsisomerie, Nomenklaturregeln, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen</p> <p>Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden; Fokussierung auf Verpackungsmaterialien aus Polyethylen (z. B. Vorstellung von Plastiktüten, Folien, Bechern aus PE); Ableitung der Fragestellung;</p> <p>Herstellung des Grundbausteins Ethen aus Erdöl (fraktionierte Destillation, Crackprozess):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimentelle Herstellung aus Paraffinöl (Lehrerexperiment) [1, 2] - Nachweis der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mithilfe von Bromwasser (ggf. im Schülerexperiment anhand von Modellsubstanzen wie Heptan, Hepten) [3] - Erarbeitung des Mechanismus der radikalischen Substitution am Bsp. der Bromierung von Alkanen [4, 5, 6, 7] - Erarbeitung des Mechanismus der elektrophilen Addition am Bsp. der Bromaddition an Alkene [8] <p>Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane; Einführung weiterer Isomeriearten</p> <p>Vertiefung: Alkene, Ausgangsstoff für viele organische Produkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Additionsreaktionen von Halogensäuren und Wasser an Ethen - Vertiefung des Mechanismus der elektrophilen Addition durch Einfluss der Substituenten (Induktive Effekte, sterische Effekte) [9]

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Herstellung von Polyethylen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung der radikalischen Polymerisation anhand von Reaktionsgleichungen [10] - Definition der Begriffe Kunststoff, Polymer, Monomer [11,12] <p>Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen [13,14]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Expertengruppen: Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling - Austauschgruppe: Vorstellung der verschiedenen Recyclingmethoden mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren <p>Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubilds (Fließdiagramms) über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung</p> <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p>

Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.fachreferent-chemie.de/wp-content/uploads/Cracken-von-Paraffin%C3%B6l-1.pdf	Homepage von Martin Schwab, Fachreferent für Chemie an der Ministerialdienststelle in Unterfranken: Versuchsbeschreibung eines Lehrerexperiments zum Cracken von Paraffinöl einschließlich Nachweis der ungesättigten Produkte durch Bromwasser
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/material-datenbank/material/view/6064	Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Versuchsbeschreibung eines Lehrerexperiments zum Cracken von Paraffinöl
3	https://www.chemieunterricht.de/dc2/ch/cht-104.htm	Versuchsbeschreibung zur Unterscheidung von Alkanen und Alkenen mit Bromwasser bzw. Kaliumpermanganat am Beispiel von Cyclohexan und Cyclohexen

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		[Gefahrstoffpiktogramme H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/material-datenbank/material/view/6064	Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Erarbeitung des Mechanismus der radikalischen Substitution anhand der Bromierung von Heptan und dem Nachweis der Reaktionsprodukte
5	https://www.fachreferent-chemie.de/wp-content/uploads/06_Bromierung-von-Heptan1.pdf	Homepage von Martin Schwab, Fachreferent für Chemie an der Ministerialdienststelle in Unterfranken: Versuchsbeschreibung zur Bromierung von Heptan in Abhängigkeit der Wellenlänge des eingestrahlten Lichtes
6	Unterricht Chemie (2017) Nr. 160, S. 39 – 41; Friedrich Verlag	Bittorf, R., Sieve, B.: Wahrscheinlichkeit und die radikalische Substitution: Modellexperiment zur Erklärung des Reaktionsmechanismus
7	https://kappenberg.com/akminilabor/apps/dq_it/radsub/radsub.html	Arbeitskreis Kappenberg: AK-Minilabor: Animation des Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution am Beispiel der Reaktion von Chlor mit Methan
8	https://www.kappenberg.com/akminilabor/apps/dq_it/ethenmitbrom/ethenmitbrom.html	Arbeitskreis Kappenberg: AK-Minilabor: Animation des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition am Beispiel der Reaktion von Ethen mit Brom
9	https://www.u-helmich.de/che/Sek2/Organik/Mechanismen/AE/AE-02-Faktoren.html	Homepage von Ulrich Helmich: Beschreibung von Faktoren, die den Ablauf der elektrophilen Additionsreaktion beeinflussen (z. B. induktive Effekte, sterische Effekte, Lösemittelleffekte)
10	https://www.u-helmich.de/che/Q2/kunststoffe/polymerisation-01.html	Homepage von Ulrich Helmich: Beschreibung des Mechanismus der radikalischen Polymerisation am Beispiel von Polyethylen
11	https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_eint.html	Homepage von Thomas Seilnacht: Definition wichtiger Fachbegriffe wie z. B. Monomer, Polymer, Makromolekül; Einteilung der Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften; weiterführende Links zu wichtigen Kunststoffen
12	https://www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/08020000/praktika/tf/einf-polymer.pdf	Institut für organische Chemie der Universität Würzburg: Einführung Makromoleküle; Informationsseite für die Lehrkraft zur Definition, Einteilung und Charakterisierung von Polymeren
13	https://www.aqvu.de/de/141-141/	Homepage der Arbeitsgemeinschaft Umwelt und Verpackung: Hintergrundinformationen zur Recyclingfähigkeit von PE
14	https://www.umweltbundesamt.de/kunststoffe#hinweise-zum-recycling	Informationen des Umweltbundesamtes zu den Stoffströmen bei der Verwertung von Kunststoffabfällen für verschiedene Kunststoffe, u. a. PE

Letzter Zugriff auf die URL 15.11.2022

2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs
UV VII: Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung

Q2 UV VII: Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung

Inhaltsfeld:

- **Reaktionswege in der organischen Chemie**
- **Moderne Werkstoffe**

Zeitbedarf: ca. 44 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Ersts substitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)
- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung, Werkstoffkreisläufe
- technisches Syntheseverfahren

Fachschaftsinterne Absprachen:

Schwerpunkte:

- Erkenntnisgewinnung (Aufstellen von Hypothesen, hypothesengeleitetes Experimentieren)
- Kommunikation (Recherchieren und Auswählen von relevanten und aussagekräftigen Fachinformationen und Daten)
- Bewertung (Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren)

Vernetzung

- EF UV I (Die Anwendungsvielfalt der Alkohole)
- Q2 LK UV VII („InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß)

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:

[Auszug aus KLP Chemie (2022)]

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Die organischen Stoffklassen werden um [...] Halogenalkane [...] erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft [...].

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

Chemische Reaktion:

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

Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu

<p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p> <p>Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).</p> <ul style="list-style-type: none"> - S1, S2, S3, S4, S5, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S16 - E3, E4, E5, E7, E9, E12 - K1, K2, K4, K5, K8, K10, K11 - B1, B5, B6, B9, B11, B12, B13, B14 	<p>Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe. Reaktionsmechanismen aus dem niedermolekularen Bereich werden um Spezifika im makromolekularen Bereich erweitert und vertieft.</p> <p>Energie: Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.</p>
---	--

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?</i></p> <p>ca. 6 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<p>Kontext: Kunststoffverpackungen für Lebensmittel und Gebrauchsgüter</p> <p>Diagnose: Grundkenntnisse der organischen Chemie (EF); Wiederholung der Konstitutionsisomerie und der Nomenklaturregeln</p> <p>Einstieg: Vorstellung unterschiedlicher Verpackungen aus verschiedenen Kunststoffen (PE, PET, PS, PVC, PP, ...)</p> <p>Arbeitsteilige Recherche zu den Recyclingzeichen und Grundbausteinen der verschiedenen Kunststoffe, Zuordnung der verschiedenen Kunststoffe zu den Verpackungsmaterialien [1];</p> <p>Definition der Begriffe Kunststoff, Polymer, Monomer [2,3]</p> <p>Praktikum: Untersuchung der Stoffeigenschaften von Kunststoffen (Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Beständigkeit gegen Chemikalien, Verformbarkeit, Brennbarkeit) [4,5,6]</p> <p>Einteilung der Kunststoffe nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren anhand ihrer Stoffeigenschaften [2,3]; Zuordnung der Kunststoffverpackungen zu den Thermoplasten</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl gewinnen?</p> <p>ca. 30 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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), • 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 auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter der Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13, K11), • entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2), • 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), • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13), • beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8). 	<p>Einstieg: Vorstellen verschiedener Verpackungsmaterialien aus PE (z. B. Folien, Tüten, Becher), Beschreibung der Stoffeigenschaften, Sammlung von Fragen (z. B. Wieso hat PE so unterschiedliche Stoffeigenschaften? Wie lassen sich diese unterschiedlichen PE-Sorten herstellen?)</p> <p>Herstellung des Grundbausteins Ethen aus Erdöl (Crackprozess):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimentelle Herstellung aus Paraffinöl (Lehrerexperiment) [7,8] - Nachweis der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mithilfe von Bromwasser (ggf. im Schülerexperiment anhand von Modellschubstanzen wie Heptan, Hepten) [9] - Erarbeitung des Mechanismus der radikalischen Substitution am Bsp. der Bromierung von Alkanen [10, 11, 12, 13] - Erarbeitung des Mechanismus der elektrophilen Addition am Bsp. der Bromaddition an Alkene [9,14] <p>Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane; Einführung weiterer Isomeriearten</p> <p>Exkurs: Halogenalkane, gefährliche, aber wichtige Ausgangsstoffe für viele organische Produkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsteilige Internetrecherche zur Verwendung (auch als Monomere für die Kunststoffindustrie) und zum Gefahrenpotential von Halogenalkanen - Herstellung verschiedener niedermolekularer Verbindungen (Alkohole, Ether) aus Halogenalkanen durch nucleophile Substitution [15,16] - Erarbeitung der Mechanismen der nucleophilen Substitution erster und zweiter Ordnung (Binnendifferenzierung: Reaktionssteuerung bei der nucleophilen Substitution von sekundären Halogenalkanen) [16,17]

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Vertiefung: Alkene, Ausgangsstoff für viele organische Produkte (Erarbeitung von Teilen eines Reaktionssterns des Ethens)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Additionsreaktionen von Halogensäuren und Wasser an Ethen - Vertiefung des Mechanismus der elektrophilen Addition durch Einfluss der Substituenten (Induktive Effekte, sterische Effekte) [18] <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p> <p>Herstellung von Polyethylen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung des Mechanismus der radikalischen Polymerisation [19] - Binnendifferenzierung: Herstellungsverfahren von HD-PE und LD-PE nach dem Hoch- bzw. Niederdruckverfahren [20] - Unterscheidung der beiden PE-Arten anhand der Stoffeigenschaften [20] <p>Herstellung und Eigenschaften von Folien aus PE (Vertiefung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen Unterschied Thermoplast/Elastomer) [21]</p> <p>Entsorgung von PE-Abfällen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Artikel zum Plastiktütenverbot ab 2022 [22,23] - Probleme der Abbaubarkeit von PE-Abfällen [24] - Möglichkeiten der Entsorgung von Plastiktüten durch Verbrennung [25, 26] - Ggf. Möglichkeiten des Recyclings [25, 26] - Stellungnahme zum Artikel <p>Abschließende Zusammenfassung:</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		Erstellung eines Schaubilds (Fließdiagramms) über den Weg einer PE-Verpackung von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung
<p><i>Wie werden Verpackungsabfälle aus Kunststoffen entsorgt?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), • recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8), • 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). 	<p>Anknüpfen an die erste Sequenz „Vielfalt Verpackung“; kurze Wiederholung der verschiedenen Kunststoffe für Verpackungsmaterialien</p> <p>Arbeitsteilige Recherche zu verschiedenen Kunststoffen für Verpackungen (z. B. arbeitsteilig in Form eines Webquests mit vorgegebenen Internetadressen):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Polypropylen - Polystyrol - Polyvinylchlorid <p>Erarbeitung von Steckbriefen (Eigenschaften, Herstellung, Nutzung, Entsorgung, Vor- und Nachteile)</p> <p>Entsorgung von Kunststoffabfällen:</p> <p>Planung von Experimenten zur Trennung von Kunststoffabfällen [27, 28]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durchführung der geplanten Experimente - Verwertung der verschiedenen Kunststoffe (z. B. Umschmelzen, thermische Verwertung, rohstoffliche Verwertung, ggf. mit Experimenten wie z. B. Umschmelzen von Polystyrol) [25,26, 29] <p>Bewertung der verschiedenen Kunststoffe nach der Stiftung-Warentest-Methode aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Perspektive [30, 31]</p>

Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
-----	---------------------	---

1	https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/recyclingcode-das-bedeutet-die-symbole-auf-verpackungen-11941	Informationsseite der Verbraucherberatung: informiert über die Bedeutung der Recyclingcodes
2	https://www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/08020000/praktika/tf/einf-polymer.pdf	Institut für organische Chemie der Universität Würzburg: Einführung Makromoleküle; Informationsseite für die Lehrkraft zur Definition, Einteilung und Charakterisierung von Polymeren
3	https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_eint.html	Homepage von Thomas Seilnacht: Definition wichtiger Fachbegriffe wie z. B. Monomer, Polymer, Makromolekül; Einteilung der Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften; weiterführende Links zu wichtigen Kunststoffen
4	https://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/experim.htm	Vielfältige Experimente zur Untersuchung und Identifizierung von Kunststoffen anhand ihrer Eigenschaften [Materialien auch für die S I; Gefahrstoffpiktogramme H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6064	Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Experimentiervorschrift mit dazugehörigem Arbeitsblatt für Schüler*innen zur Untersuchung und Identifizierung von Kunststoffen [Materialien für die S I]
6	https://legacy.plasticseurope.org/de/resources/kunststoffschule/probensammlung	PlasticsEurope bietet die Möglichkeit, kostenfrei eine Kunststoffprobensammlung pro Schuljahr für die Schule zu bestellen. Mit Hilfe dieser Probensammlung können die Stoffeigenschaften der verschiedenen Kunststoffe untersucht werden.
7	https://www.fachreferent-chemie.de/wp-content/uploads/Cracken-von-Paraffin%C3%B6l-1.pdf	Homepage von Martin Schwab, Fachreferent für Chemie an der Ministerialdienststelle in Unterfranken: Versuchsbeschreibung eines Lehrerexperiments zum Cracken von Paraffinöl einschließlich Nachweis der ungesättigten Produkte durch Bromwasser
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6064	Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Versuchsbeschreibung eines Lehrerexperiments zum Cracken von Paraffinöl
9	https://www.chemieunterricht.de/dc2/ch/cht-104.htm	Versuchsbeschreibung zur Unterscheidung von Alkanen und Alkenen mit Bromwasser bzw. Kaliumpermanganat am Beispiel von Cyclohexan und Cyclohexen [Gefahrstoffpiktogramme H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]

10	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6064	Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Erarbeitung des Mechanismus der radikalischen Substitution anhand der Bromierung von Heptan und dem Nachweis der Reaktionsprodukte
11	https://www.fachreferent-chemie.de/wp-content/uploads/06_Bromierung-von-Heptan1.pdf	Homepage von Martin Schwab, Fachreferent für Chemie an der Ministerialdienststelle in Unterfranken: Versuchsbeschreibung zur Bromierung von Heptan in Abhängigkeit der Wellenlänge des eingestrahlten Lichtes
12	Unterricht Chemie (2017) Nr. 160, S. 39 – 41; Friedrich Verlag	Bittorf, R., Sieve, B.: Wahrscheinlichkeit und die radikalische Substitution: Modellexperiment zur Erklärung des Reaktionsmechanismus
13	https://kappenberg.com/akminilabor/apps/dq_it/radsub/radsub.html	Arbeitskreis Kappenberg: AK-Minilabor: Animation des Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution am Beispiel der Reaktion von Chlor mit Methan
14	https://www.kappenberg.com/akminilabor/apps/dq_it/ethenmitbrom/ethenmitbrom.html	Arbeitskreis Kappenberg: AK-Minilabor: Animation des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition am Beispiel der Reaktion von Ethen mit Brom
15	https://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0101Reaktivitaet_Alkylbromide.pdf	Unterrichtsmaterial der Uni Marburg: Reaktivität von primären, sekundären und tertiären Alkylbromiden gegenüber ethanolsilbernitratlösung
16	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6075	Unterrichtsmaterial (ohne weiterführende Literaturhinweise) von Herrn Dr. Bernd Brand: ausführliche Beschreibung des S _N 1- und S _N 2-Mechanismus einschließlich dazu passender Experimente [Gefahrstoffpiktogramme H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
17	https://www.youtube.com/watch?v=TnY1S5IdVqI	Animation des Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (S _N 1 und S _N 2) einschließlich der Darstellung der entsprechenden Energiediagramme
18	https://www.u-helmich.de/che/Sek2/Organik/Mechanismen/AE/AE-02-Faktoren.html	Homepage von Ulrich Helmich: Beschreibung von Faktoren, die den Ablauf der elektrophilen Additionsreaktion beeinflussen (z. B. induktive Effekte, sterische Effekte, Lösemittelleffekte)
19	https://www.u-helmich.de/che/Q2/kunststoffe/polymerisation-01.html	Homepage von Ulrich Helmich: Beschreibung des Mechanismus der radikalischen Polymerisation am Beispiel von Polyethylen
20	https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/chemie/artikel/polyethylen	Informationsmaterial zu HD-PE und LD-PE: Synthesen, Eigenschaften, Verwendung der beiden PE-Arten

21	https://plasticseurope.org/de/ubersicht/kunststoff-und-schule/schulbuch-kunststoffe-werkstoffe-unserer-zeit/	Lehrwerk zu Kunststoffen für die SI von der Arbeitsgemeinschaft Deutsche Kunststoffindustrie; Teil C „Vom Kunststoff zum Fertigprodukt“ stellt in verständlicher Form wichtige Verarbeitungsverfahren von Kunststoffen u. a. auch zu Folien vor
22	https://www.tagesschau.de/inland/plastiktueten-bundestag-101.html	Homepage der Tagesschau: Kurzer Artikel zum Plastiktütenverbot der Tagesschau vom 27.11.2020
23	https://www.br.de/nachrichten/wissen/plastiktuetenverbot-fuer-deutsche-umwelthilfe-nicht-ausreichend,SstAtAc	Homepage des Bayerischen Rundfunks: „Plastiktütenverbot für die deutsche Umwelthilfe nicht ausreichend“ vom 28.12.2021
24	https://www.agvu.de/de/141-141/	Homepage der Arbeitsgemeinschaft Umwelt und Verpackung: Hintergrundinformationen zur Recyclingfähigkeit von PE
25	https://www.umweltbundesamt.de/kunststoffe#hinweise-zum-recycling	Informationen des Umweltbundesamtes zu den Stoffströmen bei der Verwertung von Kunststoffabfällen für verschiedene Kunststoffe, u. a. PE
26	https://sinplastic.com/verwertung-von-kunststoff/	Übersichtsartikel zu Methoden des Kunststoffrecyclings (rohstoffliche und thermische Verwertung); Datenmaterial
27	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6064	Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Versuchsbeschreibung zur Trennung von PE- und PVC-Abfällen [Materialien z. T. für die S I]
28	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6064	Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Versuchsbeschreibung zur Trennung von Kunststoff-Abfällen
29	https://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/	Diverse Versuchsbeschreibungen zum Recycling von Kunststoffen, u. a. Umschmelzen von Polyethylen, Lösen und Aufschäumen von Polystyrol [Gefahrstoffpiktogramme H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerrhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
30	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6076	Unterrichtsmaterial der Universität Bremen zur „Warentest-Methode“; Methode sehr gut geeignet zur Bewertung von Kunststoffen, Material muss allerdings angepasst werden;

31	https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/chemie/	Lernaufgabe des IQB zum Kunststoffrecycling mit Schwerpunkt auf Kommunikations- und Bewertungskompetenzen
----	---	---

Letzter Zugriff auf die URL 15.11.2022

UV: VIII: „InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß

<p>UV Q2 VIII: „InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß</p> <p>Inhaltsfeld:</p> <ul style="list-style-type: none">- Reaktionswege in der organischen Chemie- Moderne Werkstoffe <p>Zeitbedarf: ca. 34 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen:</p> <p>Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- Erkenntnisgewinnung (Planung und Durchführung von Experimenten)- Kommunikation (Erschließen von relevanten und aussagekräftigen Informationen aus verschiedenen Quellen und Präsentation der Arbeitsergebnisse)- Bewertung (Beurteilung und Bewertung der Auswirkungen chemischer Produkte) <p>Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- EF UV I (Die Anwendungsvielfalt der Alkohole)- Q2 UV VII (Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung)
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung- Recycling: Kunststoffverwertung, Werkstoffkreisläufe- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften <p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p> <p>Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).</p> <ul style="list-style-type: none">- S1, S2, S4, S9, S11, S12, S13, S16- E1, E4, E5, E7, E8- K2, K4, K8, K11, K13- B1, B2, B4, B5, B9, B10, B12, B13, B14	<p>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>[Auszug aus KLP Chemie (2022)]</p> <p>Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Die organischen Stoffklassen werden um [...] Amine [...] erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft [...]. Die Eigenschaften von Kunststoffen werden auf die Struktur der Makromoleküle, ihre Verknüpfungen und Wechselwirkungen untereinander zurückgeführt. Ebenso werden Merkmale von Nanomaterialien auf deren Größenordnung zurückgeführt und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen durch die Betrachtung entsprechender Materialien vertieft.</p> <p>Chemische Reaktion: Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe.</p> <p>Energie: Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?</p> <p>ca. 20 UStd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter der Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13, K11), • veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8), • beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9), • erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11), • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkungen verschiedenartiger Monomere) (S11, S13). 	<p>Kontext: „InnoProducts“ – ein Unternehmen für innovative Werkstoffe (Produkte) stellt neue Auszubildende ein; die Azubis durchlaufen zunächst eine „Grundausbildung“, um das Hauptprodukt der Firma, Lamine für Regenjacken mit DWR-Imprägnierung (durable water repellent) auf Nanobasis kennenzulernen [1]; nach erfolgreicher Grundausbildung werden die Azubis den verschiedenen Forschungsabteilungen für neue innovative Kunststoffprodukte zugeordnet und untersuchen vertiefend einen speziellen Werkstoff; die Arbeitsergebnisse werden für einen Messestand aufbereitet und den Kolleg*innen vorgestellt [2]</p> <p>Einführung in die Lernfirma: Begrüßung der neuen Azubis durch die Abteilungsleitung; Vorstellung des Hauptprodukts der Firma (Laminat für Regenjacken mit DWR-Imprägnierung) durch die Ausbildungsleitung; Auszubildende formulieren Fragen und Erwartungen an die Firma; Fragen werden gesammelt und ggf. für die Planung des weiteren Vorgehens genutzt; Ausbildungsbeauftragte erläutern den Ausbildungsgang;</p> <p>Grundausbildung Teil 1: Herstellung und Eigenschaften des Polyesters:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung von Polyestern am Beispiel des PETs (Prinzip der Polykondensation) [3, 4] - Experimentelle Herstellung eines Esters aus Zitronensäure und Glycerin [5, 6] - Untersuchung der Stoffeigenschaften des selbsthergestellten Polyesters, Erklärung der Eigenschaften auf Teilchenebene - Recycling von Polyester am Beispiel von PET-Flaschen (Experiment: Fäden ziehen aus PET-Flaschen) [7] <p>Grundausbildung Teil 2: Eigenschaften von Nanopartikeln (Lernzirkel) [8, 9,10]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Größenordnung von Teilchen (Atomen, Molekülen, Makromolekülen, Nanopartikeln)

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<ul style="list-style-type: none"> - Reaktivität von Nanopartikeln - Oberflächeneigenschaften von Nanopartikeln (Lotuseffekt, Bestimmung von Kontaktwinkeln) - Ggf. Herstellung von Nanopartikeln (als Differenzierung) <p>Grundausbildung Teil 3: Aufbau und Eigenschaften des Laminats mit DWR-Imprägnierung mit Nanopartikeln</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau eines Laminats für Regenbekleidung [1, 8,11] - arbeitsteilige Erarbeitung zweier Herstellungsverfahren für Membranen und Erklärung der spezifischen Stoffeigenschaften (Wasserdampfdurchlässigkeit): <ul style="list-style-type: none"> - porenlosen Membranen (Polyesterether-Copolymere) [12,13] - Polyester-Membran mit Poren nach dem Nanospinning-Verfahren [10,14, 15] - Materialien für DWR-Imprägnierungen (Fluorcarbone, hyperververzweigte Polymere) [16, 17, 18] - experimentelle Untersuchungen der Eigenschaften von DWR-Imprägnierungen [10]
<p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Werkstoffe aus Kunststoffen und Nanomaterialien und wie lassen sich diese Materialien herstellen?</i></p> <p>ca. 10 UStd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11), • erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16), • 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), • beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für 	<p>Verteilung der Auszubildenden auf die verschiedenen Forschungsabteilungen für innovative Werkstoffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ripstop-Nylon für Fallschirme und Gleitschirme aus Polyamiden (Nylon) [4, 19, 20] - chirurgisches Nahtmaterial aus Polymilchsäure (Alternative: Polymermikrokapsel zur Freisetzung von Wirkstoffen aus Copolymeren Polylactid/Polyglykolid) [20, 21, 22] - Haargel aus Polyacrylsäure [23, 24] - Regenkleidung aus Polyurethan aus Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen (Kohlenhydrate, Lignin) [11, 25, 26] - Einmalhandschuhen aus Latex (Kautschuk) (Alternative: Handschuhe aus Acrylnitrilkautschuk) [27, 28, 29, 30]

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10),</p> <ul style="list-style-type: none"> 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). 	<ul style="list-style-type: none"> Imprägnier-Sprays auf Nanobasis und auf Basis nachwachsender Rohstoffe [10,17, 31] <p>Aufgabenstellung für die Abteilungen: arbeitsteilige Vertiefung der Grundkenntnisse an einem speziellen Beispiel; Vorbereitung einer Präsentation der Recherche- und Untersuchungsergebnisse für einen Messestand</p> <ul style="list-style-type: none"> Recherche zur Struktur des entsprechenden Werkstoffs Synthese des Werkstoffs (in Form von Reaktionsgleichungen) eigenständige Planungen und Durchführung von Versuchen zu den spezifischen Stoffeigenschaften des Werkstoffs (z. B. Reißfestigkeit, Verhalten gegenüber Wasser, ...) Entsorgungsmöglichkeiten/Recyclingmöglichkeiten Sammlung möglicher kritischer Fragen inklusive Antwortmöglichkeiten Planung des Messestands <p>Durchführung einer Messe (ggf. mit Besuchern aus anderen Kursen):</p> <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der eigenen Ergebnisse Besuch der anderen Messestände und Sammlung von Informationen zu den anderen Kunststoffen (Schwerpunkt: Struktur-Eigenschafts-Beziehungen) Sammlung und Diskussion kritischer Fragen (z. B. zur Entsorgung, gesundheitliche Aspekte, Umweltverträglichkeit, ...)
<p><i>Welche Vor- und Nachteile haben Kunststoffe und Nanoprodukte mit spezifischen Eigenschaften?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter der Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13, K11), bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer 	<p>Abschließende Reflexion:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rückmeldung zur Methode „Lernfirma“ Einschätzung des eigenen Lernfortschritts <p>Dekontextualisierung: Prinzipien der Steuerung der Stoffeigenschaften für Kunststoffe und Nanoprodukte</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler*innen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
ca. 4 UStd.	<p>nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),</p> <ul style="list-style-type: none"> • vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13). (VB D Z6) 	<p>(Oberflächeneigenschaften), abschließende Bewertung der verschiedenen Werkstoffe</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p> <p>optionale Vertiefung: Bewertungsaufgabe zu einem weiteren innovativen Werkstoff (z. B. Superabsorber in Hygiene-Produkten, elektrisch leitfähige Polymere, schmutzabweisende Nanobeschichtung von Fensterscheiben)</p>

Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.outdoor-magazin.com/regenjacken/	Information über den Aufbau von Materialien (Lamine) für Regenjacken; zur Information für Lehrkräfte geeignet
2	„Die Max Sauer GmbH – Eine Lernfirma zu Säuren und Basen“; Unterricht Chemie 16 (2005) 88-89, S. 51 - 56	Beschreibung der kooperativen Unterrichtsmethode „Lernfirma“ am Beispiel einer Unterrichtseinheit zu „Säuren und Basen“
3	https://www.u-helmich.de/che/Q2/kunststoffe/verbindungen/pet.html	Homepage von Ulrich Helmich: Versuchsbeschreibung zur Herstellung von PET [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
4	https://www.vci.de/vci/downloads-vci/textilchemie-textheft.pdf	Fonds der chemischen Industrie: Informationsserie „Textilchemie“: Ausführliche Beschreibung der Herstellung von Polyestern am Beispiel des PETs und der Eigenschaften von Polyesterfasern sowie ausführliche Versuchsbeschreibung zur Herstellung von Nylon [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
5	https://www.uni-giessen.de/de/fbz/fb08/Inst/chemiedidaktik/Lehre/arbmat_o/s-the-men_ord/makro.pdf	Uni Gießen: Versuchsbeschreibung zur Herstellung eines Polyesters aus Zitronensäure und Glycerin [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
6	https://www.zum.de/Faecher/Ch/BW/mikrowelle-experiment05.shtml	Zentrale für Unterrichtsmedien im Netz (ZUM): Versuchsbeschreibung zur Herstellung eines Polyesters aus Zitronensäure und Glycerin mithilfe der Mikrowelle [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
7	https://www.science.lu/sites/default/files/2019-06/7.2%20Wie%20wird%20eine%20Plastikflasche%20zu%20Fleece%20Kurzfassung.pdf	Wissenschaft in Luxemburg: Versuchsanleitung zum Fäden ziehen aus PET-Flaschen; Handreichung für Lehrkräfte [Material für SI; Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
8	https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/nanomaterialien-textheft.pdf	Fonds der chemischen Industrie: Informationsserie „Nanotechnologie“; Informationen zu Größenordnungen von Teilchen, Herstellungsverfahren von Nanopartikeln, Eigenschaften von Nanomaterialien, Anwendungsgebiete [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
9	https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/nanotechnologie-versuche.pdf	Fonds der chemischen Industrie: Versuchsbeschreibungen zur NanoBoX (kann von den Schulen bestellt werden); Versuchsbeschreibungen u. a. zur Benetzung von Oberflächen (Lotus-Effekt) [Material für SI; Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
10	https://www.initiative-junge-forscher.de/wp-content/uploads/2019/04/E-Book-Nanotechnologie-in-der-Schule-komprimiert.pdf	Umfangreiche Sammlung von einfachen Experimenten und Modellexperimenten zur Nanotechnologie (u. a. Modellexperimente zur Oberflächenvergrößerung und Reaktivität von Nanopartikeln, Herstellung von Nanofaservliesen durch Elektrosponnen, Benetzungsvermögen von Oberflächen, Bestimmung von Kontaktwinkeln von hydrophilen und hydrophoben Oberflächen) [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
11	https://outdoor-sehnsucht.de/outdoor-wiki/regenjacken/	Private Homepage zu Outdoor-Aktivitäten; Übersicht über den Aufbau unterschiedlicher Membrantypen
12	https://www.sympatex.com/	Umfangreiches Informationsmaterial der Firma Sympatex u. a. zum Aufbau und der Funktion der porenlosen Membran; Bezug zu Zielen der nachhaltigen Entwicklung

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
13	https://www.researchgate.net/publication/276832276_Synthesis_and_characterization_of_adipic_acidpolyethylene_glycolpolyethylene_terephthalate_copolyester_fiber	Englischsprachiger Fachartikel von S. P. Rwei und Wei-Peng Lin zur Herstellung von Copolymeren aus Polyestern und Polyethern; Übersichtsschema über die Synthese, Beschreibung der Stoffeigenschaften
14	https://www.youtube.com/watch?v=K_Nf3MAUyzk	Video zum Elektrosponning-Verfahren (Nanosponningverfahren)
15	https://www.zhaw.ch/storage/lsvm/institute-zentren/icbt/nanotechnologie/news-svtf-textilplus-05-2014.pdf	Artikel von Christian Adlhart von der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften; Beschreibung der Eigenschaften von Fasermaterialien, die durch Elektrosponning hergestellt werden; u. a. Steuerung von Vorgängen an Oberflächen
16	https://www.umweltbundesamt.de/per-polyfluorierte-alkylverbindungen-in-der	Internetseite des Umweltbundesamts; Informationen zur Verwendung von Per- und polyfluorierten Alkylverbindungen in der Textilindustrie; Verweis (Hintergrundinformation für die Lehrkraft)
17	https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-31708.pdf	Zentrum für Umweltforschung und Nachhaltige Technologien (UFT) – Abteilung Nachhaltige Chemie, Universität Bremen: Abschlussbericht des Projekts „Wasserdicht, atmungsaktiv und grün – Nachhaltige Ausrüstung von Outdoor-Textilien“ Vergleichende Risikobewertung kurzketziger poly- und perfluorierter Alkylverbindungen mit fluor-freien Ersatzstoffen; ausführliche Hintergrundinformationen zur Imprägnierung von Outdoor-Textilien
18	https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/chemie/fluor_studie.pdf	Studie des BUNDS zum Einsatz von Fluorverbindungen in Alltag, u. a. Bewertung der poly- und perfluorierten Alkylverbindungen in Outdoorkleidung
19	https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_polyam.html	Homepage Seilnacht: Information zu Polyamiden; Reaktionsgleichungen zur Herstellung von Nylon und Perlon
20	https://www.chids.de/dachs/expvotr/796BiologischAbbaubareKunststoffe_Trabert.pdf	Seite der Chemie-Didaktik der Universität Marburg zu biologisch abbaubaren Kunststoffen; umfassende Hintergrundinformationen zur Herstellung, Verwendung, Eigenschaften und Abbaubarkeit verschiedener Kunststoffe wie z. B. Polyamide und Polymilchsäure [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
21	https://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/polyms.htm	Homepage von Prof. Blume: ausführliche Beschreibung der Herstellung und Verwendung von Polymilchsäure einschließlich einer Versuchsvorschrift zur Herstellung der Polymilchsäure
22	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6093	Prof. Dr. Cornelia Keck, Prof. Dr. Rainer H. Müller: Internetlehrbuch zu „Moderne Arzneiformen und Pharmazeutische Technologien“; Kapitel 1.7 (Stefan Scheler, Sandoz AG): Polymikropartikel: Beschreibung der Synthese des Copolymers Poly(lactid-co-glycolid) einschließlich der Herstellung und Wirkung der Polymikropartikel
23	https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=90858&to-ken=082016fa57d8d67436ecbfd67aa4676446f13780	Seite des Schülerlabors der TU Braunschweig mit Schwerpunkt Polyelektrolyte; Beschreibung der Eigenschaften und Herstellung von Polyacrylat

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
24	https://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0198Polyelektrolyte_im_Haargel.pdf	Seite der Chemie-Didaktik der Universität Marburg zur Untersuchung von Polyelektrolyte im Haargel (Versuchsbeschreibung einschließlich fachlicher Hintergründe) [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
25	https://www.chemieunterricht.de/dc2/nachwroh/nrt_03.htm	Homepage von Prof. Blume: ausführliche Beschreibung der Herstellung von Polyurethan aus nachwachsenden Rohstoffen einschließlich verschiedener Experimente zur Herstellung aus Kohlenhydraten bzw. Lignin [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
26	https://www.bergfreunde.de/blog/technik-pu-beschichtung/	Blog der Seite Bergsporthändlers „Bergfreunde“; fachlich verständlich aufbereiteter Artikel zu Regenbekleidung mit PU-Beschichtung
27	https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/chab/se-management-dam/Sicherheit/SafetyLecturePraxismodule/DE/Korrekte%20Auswahl%20und%20Umgang%20mit%20Handschuhen_Deutsch_Ohne%20Video.pdf	Seite der ETH Zürich zur korrekten Auswahl und Umgang von Handschuhen (Klassifizierung von Arbeitsschutzhandschuhen, Permeation und Schutzindex, Material, Chemikalienfestigkeit)
28	https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_gummi.html	Homepage Seilnacht: Information zu den verschiedenen Kautschukarten (natürlich, synthetisch)
29	https://bilder.buecher.de/zusatz/22/22508/22508650 lese 1.pdf	Latexgewinnung, Herstellung von Kautschuk/Gummi am Beispiel des Luftballons (Die Chemie des Luftballons) [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
30	https://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/gumherst.htm	Homepage von Prof. Blume: ausführliche Beschreibung der Herstellung von Gummi aus Latex einschließlich Hintergrundinformationen [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
31	https://www.rw-textilservice.de/impressum/	Onlineauftritt der Fachzeitschrift „R+WTextilservice“: ausführliche Informationen zu verschiedenen Aspekten der Imprägnierung von Textilien u. a. Arten und Methoden der Imprägnierung

Letzter Zugriff auf die URL 15.11.2022

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Chemie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 14 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 15 bis 27 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

- Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schüler*innen.
- Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- Medien und Arbeitsmittel sind Lernernah gewählt.
- Die Schüler*innen erreichen einen Lernzuwachs.
- Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
- Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schüler*innen.
- 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.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

- Der Chemieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- Der Chemieunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- Der Chemieunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schüler*innen.
- Im Chemieunterricht wird durch Einsatz von Schülerexperimenten Umwelt- und Verantwortungsbewusstsein gefördert und eine aktive Sicherheits- und Umwelterziehung erreicht.
- Der Chemieunterricht ist kumulativ, d.h., er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen.
- Der Chemieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von chemischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
- Der Chemieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität 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.
- Im Chemieunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache geachtet. Schüler*innen 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 Schüler*innen transparent.
- Im Chemieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schüler*innen durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lernenden selbst eingesetzt.
- Der Chemieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
- Der Chemieunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.

Individuelle Förderung:

Wichtig für die persönliche Entwicklung der Schüler*innen ist eine individuelle Beratung, die die Stärken der Lernenden aufgreift und Lernergebnisse nutzt, um Lernfortschritte auf der Grundlage nachvollziehbarer Anforderungs- und Bewertungskriterien zu beschreiben und zu fördern. So lernen die Lernenden, ihre eigenen Stärken und Schwächen sowie die Qualität ihrer Leistungen realistisch einzuschätzen und kritische Rückmeldungen und Beratung als Chance für die persönliche Weiterentwicklung zu verstehen. Sie lernen außerdem, anderen Menschen faire und sachliche Rückmeldungen zu geben, die für eine produktive Zusammenarbeit und erfolgreiches Handeln unerlässlich sind.

In der Einführungsphase nimmt das Leibniz-Gymnasium häufig eine größere Anzahl an Realschüler*innen auf. Diese werden aufgrund der Unterschiede der Kernlernpläne von Gymnasien und Realschulen durch gezielt auf ihre Bedürfnisse abgestimmte Materialien individuell gefördert.

Alle Lernenden der Oberstufe werden durchgängig individuell gefördert, wie im schulinternen Lehrplan an den entsprechenden Stellen ausgewiesen ist.

Außerunterrichtliche Förderung

Teilnahme an Wettbewerben

Interessierten Schüler*innen der SII wird die Teilnahme an den Wettbewerben „Dechemax“, „Chemie, die stimmt“ und „ChemieOlympiade“ angeboten.

Exkursionen

In der Gymnasialen Oberstufe sollen in Absprache mit der Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden. Die Fachkonferenz hält folgende Exkursionen für sinnvoll:

- EF: SEPP UNI Essen (Esterhydrolyse und –synthese)
- Q 1: Besuch des Evonik Werks in Marl
- Q 2: Besuch eines Schülerlabors, z.B. Alfred-Krupp-Schülerlabor Bochum

Über die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Chemie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Unter Berücksichtigung der Gesamtentwicklung der Schülerin oder des Schülers fließen die Beurteilungsbereiche „Sonstige Mitarbeit“ und „Klausuren“ gleichwertig in die Endnote ein.

Bei Schüler*innen, die keine Klausur im Fach Chemie schreiben, ergibt sich die Note ausschließlich aus der „sonstigen Mitarbeit“.

Im schriftlichen Bereich können Leistungen in Form von Klausuren und ggf. in Form einer Facharbeit erbracht werden.

Überprüfungsformen

In Kapitel 3 des KLP GOST Chemie werden Überprüfungsformen in einer nicht abschließenden Liste vorgeschlagen. Diese Überprüfungsformen zeigen Möglichkeiten auf, wie Schülerkompetenzen nach den oben genannten Anforderungsbereichen sowohl im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ als auch im Bereich „Klausuren“ überprüft werden können.

Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

Die Beurteilung der mündlichen Mitarbeit erfolgt gemäß dem gültigen Kernlehrplan Chemie für die Sekundarstufe II. Sie erfasst die Qualität, die Quantität und die Kontinuität der mündlichen Beiträge im unterrichtlichen Zusammenhang. Mündliche Leistungen werden dabei in einem kontinuierlichen Prozess vor allem durch Beobachtung während des Schuljahres festgestellt.

Folgende Aspekte sollen bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben chemischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit chemischen Grundwissens
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der chemischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmaterialien
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio

- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen, Kleingruppenarbeiten und Diskussionen
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen
- selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von z. T. auch umfangreichen Experimenten
- Verhalten beim Experimentieren, Grad der Selbständigkeit, Beachtung der Vorgaben unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheitsmaßnahmen, Genauigkeit bei der Durchführung und den Ergebnissen
- ggf. schriftliche Übungen

Leistungsbewertung im Falle von Distanzunterricht

Die Leistungsbewertung erstreckt sich auch auf die im Distanzunterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schüler*innen. Klausuren finden in der Regel im Rahmen des Präsenzunterrichtes statt. Daneben sind weitere Formen der Leistungsüberprüfung möglich. Die im Distanzunterricht erbrachten Leistungen werden also in der Regel in die Bewertung der sonstigen Leistungen im Unterricht einbezogen. Leistungsbewertungen im Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten“ können auch auf Inhalte des Distanzunterrichtes aufbauen.

- Die Lerngruppen erhalten regelmäßig über IServ Aufgaben für vorgegebene Zeiträume (z.B. „Wochenpläne“). Der Umfang richtet sich nach der Stundenzahl des Faches Chemie in der jeweiligen Jahrgangsstufe und berücksichtigt nach Möglichkeit die aktuelle und individuelle Arbeitsbelastung der Schüler*innen.
- Die Schüler*innen sind dazu verpflichtet die Aufgaben regelmäßig zu bearbeiten und die Lösungen auf Anforderung („Dateien“) bei den Lehrkräften digital einzureichen. Zusammenarbeiten mit Mitschülern müssen die Schüler*innen deutlich kennzeichnen. Die Lehrkräfte überprüfen die Aufzeichnungen der Schüler*innen zumindest stichprobenartig auf fachliche Richtigkeit und Intensität der Ausarbeitung. Dabei ist auch darauf zu achten, dass Inhalte nicht von Internetseiten kopiert werden. Komplette gleiche Texte verschiedener Schüler*innen (die nicht als Zusammenarbeit gekennzeichnet wurden) sind unerwünscht und können dazu führen, dass die Schüler*innen die Aufgabe neu bearbeiten müssen oder eine neue Aufgabe gestellt bekommen. Die Lehrkräfte geben gezielte Rückmeldungen (z.B. Musterlösungen oder schriftliche Rückmeldungen...)
- Vermutet die Lehrkraft, dass der Schüler die Aufzeichnungen nicht eigenständig erstellt hat, bietet sich eine mündliche Überprüfung (z.B. als Videokonferenz oder Telefonat) an.
- Für mündliche Leistungsüberprüfungen und für Beratungen bieten sich ebenfalls Videokonferenzen an.
- Experimentelle Aufgaben sind nur mit im Haushalt üblichen Materialien zulässig.
- Den Schüler*innen werden Kanäle genannt, über die Fragen und Austausch möglich sind (i.d.R. IServ).

- Die Lehrkräfte können mit ihren Lerngruppen verbindliche Lernprodukte bzw. Lernergebnisse, die erstellt werden sollen, vereinbaren. Dabei ist die Auswahl an Lernprodukten (s. Tabelle 1) von den Fachinhalten und den digitalen Möglichkeiten der Lerngruppe abhängig. Lernprodukte sollten hauptsächlich in digitaler Form erstellt werden. Präsentationen können beispielsweise per IServ präsentiert werden, wenn Schüler ihre Powerpoint-Präsentation mit Audioton hinterlegen.
- Ergänzend zur Bewertung eines Schülerproduktes ist es empfehlenswert ggf. mit den Schüler*innen über den Entstehungsprozess bzw. über den Lernweg ein Gespräch zu führen (z.B. als Videokonferenz, Telefonat oder Chat), das in die Leistungsbewertung einbezogen werden kann.

Tabelle 1: Beispielhafte Übersicht der möglichen Lernprodukte

	analog	digital
mündlich	Präsentation von Ergebnissen <ul style="list-style-type: none"> • über Telefonate 	Präsentation von Ergebnissen <ul style="list-style-type: none"> • über Videokonferenzen • Erklärvideos • Audiofiles
schriftlich	<ul style="list-style-type: none"> • Portfolio • Plakate • Arbeitsblätter, Hefteinträge • Versuchsprotokolle • Projektarbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Lerntagebuch/Portfolio • Plakate (kollaborativ) • Schaubilder / Mindmaps • Projektarbeiten • Versuchsprotokolle • Bilder und Videos • PADLET

In allen Fällen gelten folgende Bewertungskriterien bei Abgabe von Aufgaben: Pünktlichkeit, Umfang, Sorgfalt, Kontinuität, sachliche Richtigkeit, Eigenständigkeit.

Dies führt zu folgender Gesamtbeurteilung der Mitarbeit bei IServ:

- Bei ungenügend: Es erfolgt keine Mitarbeit in IServ und keine Abgabe zum vereinbarten Zeitpunkt.
- Bei mangelhaft: Die Mitarbeit in IServ erfolgt selten und es erfolgen kaum Abgaben zum vereinbarten Zeitpunkt.
- Bei ausreichend: Die Aufgaben werden mindestens kontinuierlich abgegeben und sind themenbezogen bearbeitet.
- Bei befriedigend: Die Aufgaben werden in der Regel pünktlich und mit zufriedenstellendem Inhalt eingereicht.
- Bei gut: Die Aufgaben werden pünktlich abgegeben und sind differenziert, sachlich richtig und strukturiert ausgeführt.

- Bei sehr gut: die Aufgaben werden immer pünktlich abgegeben und sind differenziert sowie sehr gut strukturiert mit besonderer fachlicher Tiefe und Sorgfalt ausgeführt.

Beurteilungsbereich: Klausuren

Die Anforderungen in Aufgabenstellungen orientieren sich im Verlauf der Qualifikationsphase zunehmend an der Vertiefung der Aufgabenformen und der Dauer der Abiturprüfung. Die Aufgabenstellungen sind so offen, dass sie von den Lernenden eine eigene Gestaltungsleistung abverlangen. Zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung werden die Schüler zunehmend an die Operatorschreibweise herangeführt.

In **Klausuren** können z.B. folgende Aufgabenarten – auch vermischt – vorkommen:

- Bearbeitung eines Demonstrationsexperimentes,
- Durchführung und Bearbeitung eines Schülerexperimentes
- Bearbeitung eines begrenzten chemischen Problems anhand fachspezifischer Materialien (Versuchsbeschreibungen nicht durchgeführter Experimente, Texte, Messwerte, Graphen).

Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und Schüler*innen auf diese Weise transparent gemacht.

Die Umrechnung Punkte in Notenstufen erfolgt für die Klausuren zunehmend nach den Regeln des Zentralabiturs, sie ist für Q 2.2 obligatorisch:

Prozent	Note
100 – 95	1+
94 – 90	1
89 – 85	1-
84 – 80	2+
79 – 75	2
74 – 70	2-
69 – 65	3+
64 – 60	3
59 – 55	3-
54 – 50	4+
49 – 45	4
44 – 40	4-
39 – 33	5+
32 – 26	5
25 – 20	5-
19 – 0	6

Anzahl und Dauer der Klausuren im Fach Chemie

Jahrgangsstufe	Anzahl der Klausuren	Dauer der Klausuren
EF 1	1	90 min
EF 2	1	90 min
Q I/1	2	90 min (GK) / 135 min (LK)
Q I /2	2	135 min (GK) / 180 min (LK)
Q II /1	2	180 min (GK) / 225 min (LK)

Q II /2	1	Siehe Vorgaben zur Abiturprüfung
Abiturprüfung ab 2025	1	255 min (GK)/ 300 min (LK)

In der Q1 kann die erste Klausur gegebenenfalls durch eine Facharbeit ersetzt werden.

Facharbeit

Ein Thema für die Facharbeit entwickelt der Schüler in Absprache mit der Lehrkraft. Das Thema sollte Hinweise geben über den Umfang des zu bewältigenden Stoffgebietes und die zu verwendenden Fachmethoden. Verpflichtend ist neben der Recherchearbeit die sinnvolle Einbindung von experimentellen Untersuchungen.

Die Planungsphase sollte ca. 4 bis 6 Wochen dauern, um eine ausreichende Vorbereitung zu gewährleisten. Möglich früh sollte während der Durchführung einer experimentellen Arbeit und der Recherche eine erste Gliederung der Arbeit entstehen, um strukturiertes Arbeiten und ein angemessenes Anforderungsniveau zu gewährleisten-

Während Planung und Durchführung des Arbeitsvorhabens müssen mindestens drei verpflichtende Beratungsgespräche geführt werden. Im ersten Gespräch werden das Thema und die grobe Gliederung festgelegt. Zum zweiten Gespräch sollten schon Teile der bis dahin erstellten Arbeit vorgelegt werden. Das dritte Gespräch kann zum Darlegen von Schwierigkeiten und Herausforderungen genutzt werden, die bewältigt werden mussten und zur Abweichung hinsichtlich des Konzepts und der Gliederung führten.

Die Arbeit umfasst 8-12 Seiten und hält sich an die formalen Vorgaben.

Im Anschluss an das abschließende Fazit der Facharbeit muss eine schriftliche Reflexion über die inhaltliche Auseinandersetzung und das methodische Vorgehen beim Abfassen der Facharbeit erfolgen (Einnahme einer kritischen Distanz zu den eigenen Ergebnissen und Urteilen).

Die Bewertung der Facharbeit erfolgt nach formalen, methodischen und inhaltlichen Kriterien.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere **Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit** erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die **mündliche Mitarbeit** erfolgen auf Nachfrage der Schüler*innen außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

Für jede **mündliche Abiturprüfung** (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich die Kriterien für eine gute und eine ausreichende Leistung hervorgehen.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II ist am Leibniz-Gymnasium derzeit das Buch Elemente Chemie (Ernst Klett Verlag) eingeführt. In der Einführungsphase arbeiten die Schüler mit dem Einzelband, in der Qualifikationsphase erhalten diejenigen, die Chemie schriftlich belegt haben, den Gesamtband. Zur Vorbereitung auf den Unterricht besteht jedoch für alle Schüler*innen die Möglichkeit den Gesamtband auszuleihen.

Darüber hinausgehende Arbeitsmaterialien können den Schüler*innen auch über die Lernplattform IServ zur Verfügung gestellt werden, so dass im Krankheitsfall das Nacharbeiten von Inhalten erleichtert werden kann.

2.5 Fortbildungskonzept der Fachschaft Chemie

Das Fortbildungskonzept der Fachschaft Chemie beinhaltet die Fortbildung von Frau Winkelmann zur Gefahrstoffbeauftragten. Zusätzlich nehmen alle Fachkollegen und Fachkolleginnen regelmäßig an Fortbildungen u.a. an der TU Dortmund teil. Neben den angebotenen Fortbildungen von Universitäten bilden sich die Kolleginnen fortwährend eigenständig weiter. Selbstverständlich ist ein permanenter Austausch fachbezogener und methodischer Inhalte innerhalb der Fachschaft.

Qualitätssicherung und Evaluation von Unterricht

Zur Qualitätssicherung des Unterrichts werden Rückmeldungen durch die Schüler*innen in Form unterschiedlicher Erfassungssysteme eingesetzt.

Durch parallele Klausuren und starke Zusammenarbeit zwischen den Lehrerinnen in den Grundkursen, durch Diskussion der Aufgabenstellung von Klausuren mit den Fachkolleginnen und eine regelmäßige Erörterung der Ergebnisse von Leistungsüberprüfungen wird ein hohes Maß an fachlicher Qualitätssicherung erreicht.

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. Insbesondere sollen in Zukunft weitere konkretisierte Unterrichtsvorhaben formuliert werden, um alle verbindlichen Unterrichtsvorhaben abzudecken.

Bezeichnung:	Besuch der BP-Raffinerie in Gelsenkirchen-Scholven
Dauer:	1 Tag
Jahrgangsstufe / Bildungsgang (BK):	Q1
Phase(n) im BO-Prozess:	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Berufsfelder kennenlernen ◆ Sonstiges
zu fördernde BSO-Kompetenzen:	HES1, HES2, PÜU3
weitere, zu fördernde Kompetenzen:	
Verantwortlich:	<p>in der Schule: Fachlehrer des Chemie-Leistungskurses</p> <p>ggf. beim Kooperationspartner (inkl. Kontaktdaten): Pierre van der Meer, Ausbildungskoordinator Technik</p>
Beschreibung der Durchführung:	<ul style="list-style-type: none"> • Information über Aufbau und Abläufe der Raffinerie • Information über Ausbildungsmöglichkeiten in der Chemie-Industrie und duale Studiengänge, Gespräche mit Auszubildenden möglich • Werksrundfahrt inkl. Besuch einer Leitwarte • Besuch der Firma Sabic, die auf dem BP-Gelände die Polyethylen-Produktion betreibt: Führung durch die PE-Testlabors
Vernetzung mit vorherigen und nachfolgenden Maßnahmen:	<p>Unterrichtliche Vor- und Nachbereitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachliche Vor- und Nachbereitung im Unterricht im Rahmen der Reihe „Vom Rohstoff zum Anwendungsprodukt“ <p>Beratungsaktivitäten (z. B. durch Berufsberatung, sozialpädagogische Fachkräfte):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sowohl über betriebliche als auch über universitäre Ausbildungsmöglichkeiten im Bereich Chemie wurde bereits im Rahmen der Berufsorientierung in der EF informiert. Im Rahmen dieses Projekts können die Schüler*innen nun Einblicke in den Arbeitsalltags eines Chemikanten bekommen, aber auch Eindrücke über grundsätzliche Abläufe in der chemischen Industrie gewinnen. <p>Praxiskontakte (z. B. Betriebspraktikum, Erkundung einer Berufsmesse):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Im Rahmen einer Kooperation mit BP werden Praktika in den Berufsbildern Chemielaborant und Chemikant bei BP im Rahmen der Berufserkundungstage der EF vermittelt.
Evaluation/ Erfolgskriterien:	In der U-Reihe vom Erdöl zum Plexiglas

Bezeichnung:	Projekt „Blaumachen im Schülerlabor – Indigo und blaue Lebensmittel-farbe“ an der Ruhr-Universität Bochum
Dauer:	9:00-15:00
Jahrgangsstufe / Bildungsgang (BK):	Q2
Phase(n) im BO-Prozess:	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Potenziale erkennen ◆ Praxis erproben ◆ Hochschulen und Studienwege erkunden ◆ Sonstiges
zu fördernde BSO-Kompetenzen:	PES1, PEM1, HEM3
weitere, zu fördernde Kompetenzen:	
Verantwortlich:	<p>in der Schule:</p> <p>Fachlehrer des Chemie-Leistungskurses</p> <p>ggf. beim Kooperationspartner (inkl. Kontaktdaten):</p> <p>Anmeldung beim Koordinationsbüro des Schülerlabors der Ruhr-Universität Bochum (Tel.: 0234 / 32 27081, Email: schuelerlabor@rub.de)</p>
Beschreibung der Durchführung:	<p>Nach einem kurzen Einführungsvortrag steht das praktische, wissenschaftsorientierte Arbeiten im Labor im Vordergrund. Es werden folgende Aufgaben bearbeitet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthese von Indigo • Färben von Baumwolle mit Indigo • Isolierung des blauen Farbstoffs aus Jeans und deren dünnschichtchromatographische Identifizierung • Untersuchung des Säure-Base- und des Redoxcharakters und Identifizierung von (Lebensmittel-)Farbstoffen mittels UV/VIS-Spektroskopie
Vernetzung mit vorherigen und nachfolgenden Maßnahmen:	<p>Unterrichtliche Vor- und Nachbereitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachliche Vor- und Nachbereitung im Unterricht im Rahmen der Farbstoffchemie: Synthese von Farbstoffen, Farbstofftypen, Entstehung von Farbigkeit • Reflexion von Labortätigkeit <p>Beratungsaktivitäten (z. B. durch Berufsberatung, sozialpädagogische Fachkräfte):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sowohl über betriebliche als auch über universitäre Ausbildungsmöglichkeiten im Bereich Chemie wurde bereits im Rahmen der

	<p>Berufsorientierung in der EF informiert. Im Rahmen dieses Projekts kann der praktische Aspekt Labortätigkeit ergänzt werden.</p> <p>Praxiskontakte (z. B. Betriebspraktikum, Erkundung einer Berufsmesse):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Praktika an der Ruhr-Universität Bochum sind während der Berufserkundungstage in der EF möglich
Evaluation/ Erfolgskriterien:	In der U-Reihe Farbstoffe

Bezeichnung:	Kennenlernen des Chemie-Studiums an der Uni Duisburg-Essen
Dauer:	Oktober - Dezember
Jahrgangsstufe / Bildungsgang (BK):	EF/Q1/Q2
Phase(n) im BO-Prozess:	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Potenziale erkennen ◆ Berufsfelder kennen lernen ◆ Praxis erproben ξ Hochschulen und Studienwege erkunden ◆ Entscheidung ◆ Übergang gestalten ◆ Sonstiges
zu fördernde BSO-Kompetenzen:	PEM 1, PÜH 1, HEH 2
weitere, zu fördernde Kompetenzen:	
Verantwortlich:	in der Schule: Fachkonferenz Chemie ggf. beim Kooperationspartner (inkl. Kontaktdaten): Dr. Jolanta Polkowski (jolant.polkowski@uni-due.de)
Beschreibung der Durchführung:	Probestudium Chemie (mehrwöchig)
Vernetzung mit vorherigen und nachfolgenden Maßnahmen:	Unterrichtliche Vor- und Nachbereitung: keine Beratungsaktivitäten (z. B. durch Berufsberatung, sozialpädagogische Fachkräfte): keine Praxiskontakte (z. B. Betriebspraktikum, Erkundung einer Berufsmesse): Zum Teil an der Universität im Labor
Evaluation/ Erfolgskriterien:	keine

Bezeichnung:	Schülerexperimentierpraktikum (SEPP)
Dauer:	9:00 – 14:00 Uhr
Jahrgangsstufe / Bildungsgang (BK):	EF
Phase(n) im BO-Prozess:	<ul style="list-style-type: none"> • Potenziale erkennen • Hochschulen und Studienwege erkunden
zu fördernde BSO-Kompetenzen:	PES1, PEM1, PEU1, PEH2, HEM3,
weitere, zu fördernde Kompetenzen:	Erkunden den Ablauf an einer Universität gegliedert in Seminar, Vorlesung, Praktikum.
Verantwortlich:	in der Schule: Fachkonferenz Chemie ggf. beim Kooperationspartner (inkl. Kontaktdaten): Rebecca, Duscha (rebecca.duscha@uni-due.de)
Beschreibung der Durchführung:	Schülerexperimentierpraktikum zur Veresterung bzw. Esterhydrolyse als Anschluss an die Unterrichtsreihe vom Alkohol zum Aromastoff mit Vor- und Nachbereitung im Unterricht. Eintägige Veranstaltung im zweiten Halbjahr der EF mit einem Kurs und interessierten Schüler/innen.
Vernetzung mit vorherigen und nachfolgenden Maßnahmen:	<p>Unterrichtliche Vor- und Nachbereitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kennenlernen der Stoffklasse der Ester, deren Herstellung (Estersynthese), sowie des chemischen Gleichgewichts und der Rückreaktion (Esterhydrolyse) <p>Beratungsaktivitäten (z. B. durch Berufsberatung, sozialpädagogische Fachkräfte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es besteht die Möglichkeit während des Praktikums sich bei den studentischen Hilfskräften über ihr Studium zu informieren. <p>Praxiskontakte (z. B. Betriebspraktikum, Erkundung einer Berufsmesse):</p> <ul style="list-style-type: none"> - - Erleben eines Chemielabors
Evaluation/ Erfolgskriterien:	Unterrichtsnah, Verknüpfung Universität – Unterricht- Praxis, gut vorbereitetes Material, mit dem in folgenden Schulstunden gearbeitet werden kann (wird digital zugeschickt)