

**Schulinterner Kernlehrplan
Gymnasium Essen Nord-Ost**

Chemie

(Fassung vom 23.2.2023)

Inhalt

1 Die Fachgruppe Chemie im Gymnasium Essen Nord-Ost.....	5
2 Entscheidungen zum Unterricht.....	6
2.1 Unterrichtsvorhaben	7
Übersicht der Unterrichtsvorhaben – Tabellarische Übersicht (SiLP)	8
Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	39
2.4 Lehr- und Lernmittel	48
3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	49
4 Qualitätssicherung und Evaluation.....	51
5. UNTERSTÜTZUNGSMATERIALIEN FÜR KONKRETISIERTE UNTERRICHTSVORHABEN.....	55
QUALIFIKATIONSPHASE I GRUNDKURS – UNTERRICHTSVORHABEN I.....	55
Q1 UV I: Saure und basische Reiniger im Haushalt.....	55
Fachschaftsinterne Absprachen:.....	55
Inhaltliche Schwerpunkte:.....	55
Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:.....	55
[Auszug aus KLP Chemie (2022)].....	55
Übergeordnete Kompetenzerwartungen:.....	55
Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).	55
QUALIFIKATIONSPHASE I GRUNDKURS – UNTERRICHTSVORHABEN II.....	60
Q1 UV II: Salze – hilfreich und lebensnotwendig!.....	60
Fachschaftsinterne Absprachen:.....	60
Inhaltliche Schwerpunkte:.....	60
Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:.....	60
[Auszug aus KLP Chemie (2022)].....	60
Übergeordnete Kompetenzerwartungen:.....	60
Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).	60
QUALIFIKATIONSPHASE GRUNDKURS – UNTERRICHTSVORHABEN IV	64
Q1 UV IV: Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?.....	64
Fachschaftsinterne Absprachen:.....	64
Inhaltliche Schwerpunkte:.....	64
Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:.....	64
[Auszug aus KLP Chemie (2022)].....	64

Übergeordnete Kompetenzerwartungen:	64
Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).	64
QUALIFIKATIONSPHASE II GRUNDKURS – UNTERRICHTSVORHABEN VI	70
UV Q2 VI: Vom Erdöl zur Plastiktüte	70
Fachschaftsinterne Absprachen:	70
Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:	70
[Auszug aus KLP Chemie (2022)].....	70
Übergeordnete Kompetenzerwartungen:	71
Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).	71
Beispiel einer Bewertungsaufgabe zum Unterrichtsvorhaben IV der Q1	76
(hier LK) – „Wasserstoff- Brennstoff der Zukunft?“	76
Wasserstoff-Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin	76
QUALIFIKATIONSPHASE II LEISTUNGSKURS – UNTERRICHTSVORHABEN VII	91
Q2 UV VII: Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung	91
Fachschaftsinterne Absprachen:	91
Inhaltliche Schwerpunkte:	92
Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:	92
[Auszug aus KLP Chemie (2022)].....	92
Übergeordnete Kompetenzerwartungen:	92
Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).	92
QUALIFIKATIONSPHASE II LEISTUNGSKURS – UNTERRICHTSVORHABEN VIII	104
UV Q2 VIII: „InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß	104
Fachschaftsinterne Absprachen:	104
Inhaltliche Schwerpunkte:	105
Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:	105
[Auszug aus KLP Chemie (2022)].....	105
Übergeordnete Kompetenzerwartungen:	105
Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).	105

1 Die Fachgruppe Chemie im Gymnasium Essen Nord-Ost

Das Gymnasium Essen Nord-Ost ist eine Schule mit ca. 900 Schülerinnen und Schülern und befindet sich im städtischen Raum mit guter Verkehrsanbindung. In unmittelbarer Umgebung gibt es ein großes Chemieunternehmen, das Grundchemikalien herstellt. Eine vertiefte Kooperation zwischen der Schule und dem Werk wird angestrebt. Mit dem örtlichen Energieversorger wurden bereits etliche Projekte durchgeführt. Für Schülerinnen und Schüler der Schule besteht die Möglichkeit dort Berufsorientierungspraktika machen. Außerdem befindet sich die Schule in direkter Nachbarschaft zur Universität Duisburg-Essen, mit der die Schule über Projekte verbunden ist. Mit dem Schülerlabor der Ruhr-Uni Bochum werden kontinuierlich Projekte durchgeführt.

Im Rahmen der Studien- und Berufswahlorientierung besteht ein differenziertes Beratungsangebot.

Die Lehrerbesezung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, ein NW-AG-Angebot und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 7,8, 9 und 10 Chemie im Umfang der vorgesehenen 7 Wochenstunden laut Stundentafel erteilt.

Die Schule ist seit 1991 im Ganztage.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 115 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Chemie ist in der Regel in der Einführungsphase mit 2 Grundkursen und in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit 1-2 Grundkursen vertreten.

In der Schule sind die Unterrichtseinheiten als Doppelstunden oder als Einzelstunden à 45 Minuten organisiert, in der Oberstufe gibt es im Grundkurs 1 Doppel- und 1 Einzelstunde, im Leistungskurs 2 Doppelstunden und 1 Einzelstunde wöchentlich.

Dem Fach Chemie steht 1 Fachraum zur Verfügung, in dem in Schülerübungen experimentell gearbeitet werden kann. Einen zweiten Raum teilt sich die Chemie mit der Biologie. Die Ausstattung der Chemiesammlung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist gut und konnte durch Drittmittel erheblich verbessert werden.

Schülerinnen und Schüler der Schule nehmen ab und zu am Wettbewerb „Chemie entdecken“ und „Jugend forscht / Schüler experimentieren“ teil.

Die Schule hat sich vorgenommen, das Experimentieren in allen Jahrgangsstufen besonders zu fördern.

[...]

2 Entscheidungen zum Unterricht

Die Umsetzung des Kernlehrplans mit seinen verbindlichen Kompetenzerwartungen im Unterricht erfordert Entscheidungen auf verschiedenen Ebenen:

Die Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* gibt den Lehrkräften eine rasche Orientierung bezüglich der laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben und der damit verbundenen Schwerpunktsetzungen für jedes Schuljahr.

Die Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan sind die vereinbarte Planungsgrundlage des Unterrichts. Sie bilden den Rahmen zur systematischen Anlage und Weiterentwicklung *sämtlicher* im Kernlehrplan angeführter Kompetenzen, setzen jedoch klare Schwerpunkte. Sie geben Orientierung, welche Kompetenzen in einem Unterrichtsvorhaben besonders gut entwickelt werden können und berücksichtigen dabei die obligatorischen Inhaltsfelder und inhaltlichen Schwerpunkte. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, *alle* Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu fördern.

In weiteren Absätzen dieses Kapitels werden *Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit, Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung* sowie Entscheidungen zur Wahl der *Lehr- und Lernmittel* festgehalten, um die Gestaltung von Lernprozessen und die Bewertung von Lernergebnissen im erforderlichen Umfang auf eine verbindliche Basis zu stellen.

Einige Unterrichtsvorhaben sind im 2. Teil des Lehrplans konkreter ausgeführt und geben eine Orientierung zur Umsetzung.

2.1 Unterrichtsvorhaben

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

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

Übersicht der Unterrichtsvorhaben – Tabellarische Übersicht (SiLP)

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen
			Die Schülerinnen und Schüler
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</p> <p><i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i></p> <p><i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur</p> <p>Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes</p> <p>Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p>	<p>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</p> <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 	<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)

Unterrichtsvorhaben III		Inhaltsfeld Organische Stoffklassen	
Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</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 	<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><i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i></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>	Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht	
<p><i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann ca. 16 UStd.</i></p>	<p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</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 	
	<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>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></p> <p>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 Kohlen säure-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 Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10), • beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12), • analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der 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)
--	--	--	---

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Grundkurs (ca. 90 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen
			Die Schülerinnen und Schüler
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Saure und basische Reiniger im Haushalt</p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 32 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen von starken Säuren und Basen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pKs-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> <p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von</p>	<p>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (K_S, pK_S, K_B, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt) - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie - Ionengitter, Ionenbindung 	<ul style="list-style-type: none"> • klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6) • erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17), • definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3), • erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10), • erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),

	<p>sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p>		<ul style="list-style-type: none"> • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), • führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10), • bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2) • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen 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 ver-</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>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, 	<ul style="list-style-type: none"> • deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8), • weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger

<p><i>schiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p>ca. 12 – 14 UStd.</p>	<p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</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>chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>Verbindungen qualitativ nach (E5),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 III</p> <p>Mobile Energieträger im Vergleich</p> <p><i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</i></p> <p>ca. 18 UStd.</p>	<p>Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>virtuelles Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe)</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung - Elektrolyse - alternative Energieträger - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse 	<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 möglichen

	<p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p> <p>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)</p> <p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen</p> <p>Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen</p>		<p>cher Zellspannungen (S10, S12, K9),</p> <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), • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11), • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), • diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8), (VB D Z1, Z3)
<p>Unterrichtsvorhaben IV</p> <p>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der 	<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 heteroge-

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

<p><i>Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 8 UStd.</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>	<ul style="list-style-type: none"> - 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 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 Schülerinnen und Schüler
<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</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>PE-Abfällen (Deponierung, thermisches 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>6) Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p>	<p>– Recycling: Kunststoffverwertung</p>	<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-</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, 	<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

	<p>Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus Polyamid, zu chirurgischem Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber)</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>Prinzip von Le Chatelier</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 	<p>Elastomeren (S1, S2),</p> <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>Unterrichtsvorhaben VIII</p> <p>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionelle Gruppen verschiedener 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), • erklären Redoxreaktionen in organi-

<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>	<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 <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>	<p>Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</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 - Naturstoffe: Fette - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition - Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier 	<p>schen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), • schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), • erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13), • unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11), • beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).
---	--	--	---

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

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Saure und basische Reiniger</p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 40 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiner und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und zur Ableitung des pK_S-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Ableitung des pK_B-Werts von schwachen Basen</p> <p>pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiner, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger) zur Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern auch unter</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"> • 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

	<p>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>Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip 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</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 	<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>menschlichen Körpers (z. B. Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer im Blut, Dihydrogenphosphat-Hydrogenphosphatpuffer im Speichel, Ammoniak-Ammoniumpuffer in der Niere) einschließlich der gesundheitlichen Folgen bei Veränderungen der pH-Werte in den entsprechenden Körperflüssigkeiten</p> <p>Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit (z. B. Bildung von Zahnstein oder Nierensteine, Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum)</p>		
<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p>Mobile Energieträger im Vergleich</p> <p><i>Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</i></p> <p>ca. 24 USt.</p>	<p>Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe</p> <p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf</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- 	<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

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

<p>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</p> <p>Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?</p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Vergleich der Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle mit der Verbrennung von Wasserstoff (Vergleich der Enthalpie: Unterscheidung von Wärme und elektrischer Arbeit; Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle,</p> <p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung, Herleitung der Faraday-Gesetze)</p> <p>Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle</p> <p>Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator: Warum ist die Leistung eines Akkumulators temperaturabhängig? (Versuch: Potentialmessung in Abhängigkeit von der Temperatur zur Ermittlung der freien Enthalpie) Vergleich von Haupt- und Nebenreaktionen in galvanischen Zellen zur Erklärung des Zweiten Hauptsatzes</p> <p>Lernaufgabe: Wasserstoff – Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen ei-</p>	<p>Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration - alternative Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse 	<p>nen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8), • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10), • berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8), • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), • ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17), • ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S17, K2), • bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12). (VB D Z1, Z3)
--	--	--	--

	nes Beitrags für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial).		
<p>Unterrichtsvorhaben V</p> <p>Korrosion von Metallen</p> <p><i>Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 12 UStd.</p>	<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgesetzter Masse und benötigter Ladungsmenge)</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p> <p>Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration - alternative Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17), • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), • entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15), • entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13), (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>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-</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- 	<ul style="list-style-type: none"> • sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestim-

<p>ca. 18 UStd.</p>	<p>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>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>	<p>Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Löslichkeitsgleichgewichte - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung - 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 	<p>mung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> • werten pH-metrische Titrations von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7), • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), (VB B/D Z3) • beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9), • wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10). • ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)
---------------------	--	---	---

		mik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, hetero- gene Katalyse	
--	--	---	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Leistungskurs (ca. 114 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen
			Die Schülerinnen und Schüler ...
<p>Unterrichtsvorhaben VII</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 Verpackungsabfälle 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>Vertiefende Betrachtung des Mecha-</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 Erstsitution, 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"> • 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>nismus 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</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 so-
--	---	---	--

	<p>PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung 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>zialer 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 Laminats für Regenbekleidung mit DWR (durable water repellent) -</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 Ersts substitution, 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 Alltagspro-

	<p>Imprägnierung auf Nanobasis</p> <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 	<p>dukten (S1, S9),</p> <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 ei-
--	---	---	---

			nes Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4),
<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>7) Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten</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"> • 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 Berücksichti-

	organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen		gung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), 8)
<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, 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 Erstsitution, 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 Vor-

			<p>hersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10),</p> <ul style="list-style-type: none">• bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).
--	--	--	--

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:

- 1.) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- 2.) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler.
- 3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- 4.) Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
- 5.) Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
- 6.) Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
- 7.) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- 8.) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler.
- 9.) Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
- 10.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- 11.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- 12.) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- 13.) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- 14.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

- 15.) Der Chemieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- 16.) Der Chemieunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 17.) Der Chemieunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- 18.) Im Chemieunterricht wird durch Einsatz von Schülerexperimenten Umwelt- und Verantwortungsbewusstsein gefördert und eine aktive Sicherheits- und Umwelterziehung erreicht.
- 19.) Der Chemieunterricht ist kumulativ, d.h., er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen.
- 20.) Der Chemieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von chemischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
- 21.) Der Chemieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.

- 22.) Der Chemieunterricht bietet nach Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
- 23.) Im Chemieunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.
- 24.) Der Chemieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- 25.) Im Chemieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lernenden selbst eingesetzt.
- 26.) Der Chemieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
- 27.) Der Chemieunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.

Hinweis: Sowohl die Schaffung von Transparenz bei Bewertungen als auch die Vergleichbarkeit von Leistungen sind das Ziel, innerhalb der gegebenen Freiräume Vereinbarungen zu Bewertungskriterien und deren Gewichtung zu treffen.

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.

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

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

- Zusammenfassungen und Zwischenwiederholungen im Laufe einer Unterrichtsstunde oder am Ende einer Unterrichtsstunde
- Wiederholungen des Lernstoffs zu Stundenbeginn
- Mündliche Mitarbeit im Unterricht: Finden und Begründen von Lösungsvorschlägen für im Unterricht besprochene Probleme
- Aufarbeitung von Material (Bilder, Tabellen, etc.) aus dem Chemiebuch, aus dem Internet oder in anderen geeigneten Medien
- Anfertigen und Vortragen von Hausaufgaben
- 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
- Beteiligung bei der Durchführung von Demonstrationsversuchen

- Durchführung von Schülerexperimenten mit den Schülerexperimentierkästen oder als Simulationen
- Anfertigen von Protokollen und Versuchsprotokollen
- Anfertigen von Kurzreferaten zu Teilaspekten des behandelten Lehrstoffs
- 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
- Teilnahme an Wettbewerben oder außerschulischen Förderprogrammen
- Prüfungsgespräch
- schriftliche Übungen
- Stundenprotokolle

Alle Formen der sonstigen Mitarbeit haben wichtige eigenständige Funktionen. Sie dienen im Unterricht dem Fortgang des Lernprozesses, sie geben Hinweise auf ihren Leistungsstand, sie geben unterschiedliche Möglichkeiten zur Lernerfolgskontrolle. Sie sollten daher möglichst vielfältig eingesetzt werden.

Leistungsbewertung Schülerexperimente

Planung:

- Die SuS planen ein Experiment eigenständig oder in der Gruppe oder planen ein Experiment zielgerichtet auf die Fragestellung.
- Die SuS listen alle Geräte/Materialien auf, die sie für das Experiment benötigen.

Durchführung:

- Die SuS beachten bei der Ausführung alle Sicherheitsbestimmungen.
- Die SuS führen das Experiment im zeitlichen Rahmen durch.
- Die SuS führen das Experiment zielgerichtet und möglichst selbstständig durch.
- Die SuS protokollieren die Beobachtungen in schriftlicher Form und in angemessener Genauigkeit / Vollständigkeit.

- Die SuS hinterlassen den Arbeitsplatz sauber und aufgeräumt.

Auswertung:

- Die SuS erstellen ein Protokoll (siehe unten).
- Diese Punkte sind vollständig, sauber und detailliert ausgearbeitet und fachlich korrekt.

Anmerkung:

Bei der Bewertung von Schülerexperimenten wird jeder Schüler individuell betrachtet. Es wird nicht ausschließlich die Richtigkeit der fachlichen Lösung bewertet, sondern auch das Verhalten in der Gruppe, die Beiträge zur Problemlösung und die Fähigkeit zur Moderation und Präsentation. Die Bewertungskriterien aus dem allgemeinen Teil werden um folgende fachliche Aspekte ergänzt:

1. Deutlich erkennbare Lernfortschritte
2. Deutlich strukturiertes Arbeiten (Deutlich erkennbarer roter Faden)
3. Gezielte und kompetente Nutzung von fachspezifischen Hilfsmitteln
4. Sorgfältiger Umgang mit den Materialien
5. Flexible Vorgehensweise beim Auftreten unerwarteter Probleme (z.B. bei selbstständig geplanten Versuchen)
6. Eigenständige Kontrolle von (Teil-) Lösungen
7. Die Gruppe gelangt zu fachlich richtigen und nachvollziehbaren Ergebnissen, die gegebenenfalls von jedem Gruppenmitglied angemessen präsentiert werden können.

Beurteilungsbereich: Klausuren

Verbindliche Absprache:

Die Aufgaben für Klausuren in parallelen Kursen werden im Vorfeld abgesprochen und nach Möglichkeit gemeinsam gestellt.

Für Aufgabenstellungen mit experimentellem Anteil gelten die Regelungen, die in Kapitel 3 des KLP formuliert sind.

Einführungsphase:

2 Klausuren im ersten und 2. Halbjahr (90 Minuten),

Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK)

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

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 Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint,

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 Schülerinnen und Schüler **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.

Notenfindung:

Die Note „gut“ (11 Punkte) soll erteilt werden, wenn mehr als drei Viertel der Gesamtleistung erreicht werden. Die gesamte Darstellung der Klausur muss in ihrer Gliederung, Gedankenführung, Anwendung fachmethodischer Verfahren sowie in der fachsprachlichen Artikulation den Anforderungen voll entsprechen. Die Aufgabenlösung muss auch Elemente des Anforderungsbereiches III enthalten, um den für die Note gut erforderlichen Transfer des erworbenen Wissens nachzuweisen.

Die Note „ausreichend“ (5 Punkte) soll erteilt werden, wenn die Leistung zwar Mängel aufweist, aber im Ganzen den Anforderungen noch entspricht. Dies ist im Fach Chemie der Fall, wenn der Prüfling etwa die Hälfte der erwarteten Gesamtleistung erbracht hat.

Ober- und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Noten-Skala ausgeschöpft werden kann.

Bei der Bewertung sind die Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der Muttersprache und gegen die äußere Form angemessen zu berücksichtigen. Gehäufte Verstöße führen zur Absenkung der Note um eine Notenstufe.

		Punkte		
		nicht	Punkte	Faktor:

Note:	Pro- zent:	gerun- det	gerun- det	1,0
1+	96,00%			
1	91,00%			
1-	86,00%			
2+	81,00%			
2	76,00%			
2-	71,00%			
3+	66,00%			
3	61,00%			
3-	56,00%			
4+	55,00%			
4	46,00%			
4-	41,00%			
5+	34,00%			
5	27,00%			
5-	20,00%			
6	0,00%			

Schulgesetz § 48 Grundsätze der Leistungsbewertung

(1) Die Leistungsbewertung soll über den Stand des Lernprozesses der Schülerin oder des Schülers Aufschluss geben; sie soll auch Grundlage für die weitere Förderung der Schülerin oder des Schülers sein. Die Leistungen werden durch Noten bewertet. Die Ausbildungs- und Prüfungsordnungen können vorsehen, dass schriftliche Aussagen an die Stelle von Noten treten oder diese ergänzen.

(2) Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Grundlage der Leistungsbewertung sind alle von der Schülerin oder dem Schüler im Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten“ und im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ erbrachten Leistungen. Beide Beur-

teilungsbereiche sowie die Ergebnisse zentraler Lernstandserhebungen werden bei der Leistungsbewertung angemessen berücksichtigt.

(3) Bei der Bewertung der Leistungen werden folgende Notenstufen zu Grunde gelegt:

1. sehr gut (1)
Die Note "sehr gut" soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen im besonderen Maße entspricht.
2. gut (2)
Die Note "gut" soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen voll entspricht. befriedigend (3)
Die Note "befriedigend" soll erteilt werden, wenn die Leistung im Allgemeinen den Anforderungen entspricht.
3. ausreichend (4)
Die Note "ausreichend" soll erteilt werden, wenn die Leistung zwar Mängel aufweist, aber im Ganzen den Anforderungen noch entspricht.
4. mangelhaft (5)
Die Note "mangelhaft" soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen nicht entspricht, jedoch erkennen lässt, dass die notwendigen Grundkenntnisse vorhanden sind und die Mängel in absehbarer Zeit behoben werden können.
5. ungenügend (6)
Die Note "ungenügend" soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen nicht entspricht und selbst die Grundkenntnisse so lückenhaft sind, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behoben werden können.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach. Zu ihrer Unterstützung erhalten sie dazu:

ein Lehrbuch.

- a) eine Link-Liste „guter“ Adressen, die auf der ersten Fachkonferenz im Schuljahr von der Fachkonferenz aktualisiert und zur Verfügung gestellt wird,
- b) ein Unterrichtsprotokoll, das für jede Stunde von jeweils einer Mitschülerin bzw. einem Mitschüler angefertigt und dem Kurs online zur Verfügung gestellt wird. Aus Copyrightgründen handelt es sich dabei um reine, selbst geschriebene Textdokumente.

Unterstützende Materialien sind z.B. über die angegebenen Links bei den konkretisierten Unterrichtsvorhaben angegeben. Diese findet man unter:

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/>

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Chemie hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Chemieunterricht einfließen lassen. Es wird Wert darauf gelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schülerinnen und Schüler gesucht wird, die aus einem von ihnen belegten Fach genauere Kenntnisse mitbringen und den Unterricht dadurch bereichern.

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 :

Q 1:

Q 2

Über die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet.

Fortbildungskonzept:

Regelmäßige abwechselnde Teilnahme aller Chemieunterrichtenden an Fortbildungen der GDCH in der Universität Dortmund und Weitergabe der Informationen innerhalb der Fachgruppe und Nutzung der Weiterbildungsmöglichkeiten der Bezirksregierung Düsseldorf im Fachbereich Chemie

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

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

Die Evaluation erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

Kriterien	Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
Funktionen				

Fachvorsitz					
Stellvertreter					
Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)					
Ressourcen					
personell	Fachlehrer/in				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				
räumlich	Fachraum				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarb.				
	...				

materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	...				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
	...				
Unterrichtsvorhaben					
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente					

Leistungsbewertung/Grundsätze				

5. UNTERSTÜTZUNGSMATERIALIEN FÜR KONKRETISIERTE UNTERRICHTSVORHABEN

QUALIFIKATIONSPHASE I GRUNKURS – UNTERRICHTSVORHABEN I

<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: 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 <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>

<p>Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i></p>	<p>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
---	---	---

<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>9)</p>	<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 Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6) <p>10)</p>	<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> <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)

		<ul style="list-style-type: none"> - 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 Gleichgewichtskonstante und pH-Wert, Einführung der p_{KS}-Werte zur Charakterisierung der starken und schwachen Säuren</p>
<p><i>Wie lässt sich die 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><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen 	<p>Kontext: Entsorgung von sauren und basischen Lösungen nach dem</p>

<p>entsorgen?</p> <p>ca. 8 UStd.</p>	<p>von der inneren Energie ab (S3),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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>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> <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>
--------------------------------------	---	--

Beispiel für ein konkretisiertes Unterrichtsvorhaben

QUALIFIKATIONSPHASE I GRUNDKURS – UNTERRICHTSVORHABEN II

<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</p> <ul style="list-style-type: none"> - Q1 UV I (Saure und basische Reiniger im Haushalt)
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen 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:</p> <p>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 Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salzen?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</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. jodiertes 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, Salzschmelzen, 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>
<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 erheizende Verpackungen dank Salze</p> <p>Einstieg: Pressemitteilung der „Interpack“ Düsseldorf [6], alternativ Werbung für selbsterheizende Fertiggerichte oder Getränke</p> <p>Recherche zur Funktionsweise der selbsterheizenden Verpackungen [7] (Stichwort für Suchmaschinen: selbsterheizende Lebensmittelverpackungen oder Mahlzeiten)</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<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_1_ern-box_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 heterogen 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-%20lonennachweise%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

Materialien für die Lehrkraft

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz dergenannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung dergenannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

Beispiel für ein konkretisiertes Unterrichtsvorhaben

QUALIFIKATIONSPHASE GRUNDKURS – UNTERRICHTSVORHABEN IV

<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>

<p>Sequenzierung: Fragestellungen</p>	<p>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
---	--	---

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p>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-) <p>11) Reaktionsenthalpie und (Standard-) Verbrennungsenthalpie an einem Beispiel experimentell [5-9]</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>
<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 Elekt- 	<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</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	rolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),	[z.B. 12] 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 Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrad der PEM-Brennstoffzelle z.B. [15] <u>Wie wird der Wasserstoff gewonnen?</u> Versuch: Elektrolyse von Wasser z. B. [9] Energetische und stoffliche Betrachtung der Elektrolyse von Wasser [15-17] Mögliche Differenzierung: Einfluss des Katalysator auf die Effizienz der Wasserelektrolyse [17]
Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger? ca. 3 Ustd.	<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) 	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 Ergebnisse des Elektroantriebs aus dem vorangegangenen UV [5,7,18-21]. 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.

Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www1.wdr.de/m-ediathek/video-die-zukunft-der-autos--aufbruch-ins-elektozeitalter-100.html	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“.
2	https://www.alternativmobil.info/alternative-antriebe/vergleich-alternative-antriebe	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.
3	https://www.experimentas.de/	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.
4	https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/enthal-verbr.htm	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.
5	T. Grofe & I. Rubner. (2018). Die Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Autogas im Vergleich Teil 1. CHEMKON 8. 317-323.	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. 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/uproc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Ergaenzung%20zum%20CHEMKON-Artikel.pdf?cdp=a&_id=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 Schalexperimenten hinsichtlich ihrer Verbrennungsenthalpie untersucht.
8	https://www.magmed.de/cm4all/uproc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Online-Ergaenzun-	Diese Internetseite beinhaltet die online-Ergänzung zum CHEMKON-Artikel [7]. Die im Artikel beschriebenen Versuche werden hier durch Fotos, weitere Hinweise und Diagramme ergänzt.

	<p>gen%20zum%20Chemkon-Artikel%20ll.pdf?cdp=a&_id=1722c1c32a8</p> <p>https://www.magmed.de/cm4all/uproc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Bilderbuch%20der%20Versuchsaufbauten%20und%20Messergebnisse%20CHEMKON%207-2021.pdf?cdp=a&_id=17cf5014a78</p>	
9	<p>https://chemie.osz-biv.de/2012-13/ch22013/katalyse.html</p>	Versuchsbeschreibung und Filme der Versuche zur Katalyse der Knallgasreaktion.
10	<p>https://static.klett.de/software/shockwave/prisma_chemie_ol/pc_pc02an310/index.html</p>	Hier findet sich eine interaktives Experiment und eine Modellanimation zur Katalyse am Beispiel der mit Platin katalysierten Knallgasreaktion.
11	<p>https://www.youtube.com/watch?v=izTLbwKGDCw</p>	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	<p>https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf</p>	Informationsserie des Fonds der chemischen Industrie „Chemie – Schlüssel zur Energie von morgen“; Grundlagen chemischer Energetik mit Arbeitsblättern, Experimenten und Unterrichtshinweisen
13	<p>https://www.planet-schule.de/sf/multimedia-interaktive-animationen-de-tail.php?projekt=brennstoffzelle</p>	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	<p>https://www.max-wissen.de/max-hefte/techmax-16-brennstoffzelle/</p>	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 Antrieben, Experimenten zu Brennstoffzellen und weitere Materialien der Wasserstofftechnologie, sowie Links zu mehreren Erklärfilmen.

Materialien für die Lehrkraft

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/pressemitteilung/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 eingblendeten 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-	Die Website analysiert im Faktencheck verschiedene Aussagen zur Ökobilanz von Elektroautos.

	herstellung-problematisch-100.html	
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

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUALIS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

Beispiel für ein konkretisiertes Unterrichtsvorhaben

QUALIFIKATIONSPHASE II GRUNDKURS – UNTERRICHTSVORHABEN VI

<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>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</p>

<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 	
--	--

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<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>	<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] <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 Lehrerelements zum Cracken von Paraffinöl einschließlich Nachweis der ungesättigten Produkte durch Bromwasser
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6064	Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Versuchsbeschreibung eines Lehrerelements 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 [Gefahrstoffpiktogramme H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
4	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
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/Sek2/Organik/Mechanismen/PE/PE-01-Mechanismus.html	Homepage von Ulrich Helmich: Beschreibung des Mechanismus der radikalischen Polymerisation am Beispiel von Polyethylen

Materialien für die Lehrkraft

Nr	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
-	mich.de/che/Q2/kunststoffe/polymerisation-01.html	
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.agvu.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

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUALIS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

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

9	/energie/en-v02.htm	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

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

Beispiel einer **Bewertungsaufgabe** zum Unterrichtsvorhaben IV der Q1

(hier LK) – „Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?“

Wasserstoff-Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin

Beiträge für ein Reisemagazin schreiben sowie Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Materialien für die Lehrkraft



“Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?”
Jahrgangsstufe Q1 LK

Beiträge für ein Reisemagazin schreiben sowie Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch unter der Anwendung des lernproduktorientierten Modells des Bewertungsprozesses beurteilen

[angesteuerte Kompetenzerwartung: bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12)]

Voraussetzte konkretisierte Kompetenzerwartungen für die Bewertungsaufgabe:

Schülerinnen und Schüler

- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator - Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),
- erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9),
- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10),
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),
- 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).

Übersicht über den Unterrichtsablauf:

Als Einstieg in die Lernaufgabe erhalten die Schülerinnen und Schüler das **Material 1: Aufgabenstellung und Email-Anfrage des Reiseveranstalters**. *[Bei Bedarf kann das Material an den eigenen Schulkontext angepasst werden.]*

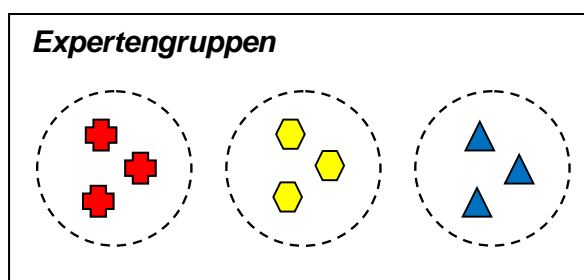
Unterstützt durch die Bilder des Deckblatts erfolgt ein Austausch der ersten Eindrücke und die Klärung von Verständnisfragen zur Aufgabe im Unterrichtsgespräch.

Die Lernaufgabe wird von den Schülerinnen und Schülern in Gruppenarbeit bearbeitet. Zu Beginn sollten die Gruppen wie folgt eingeteilt werden und die **Übersicht über den Arbeitsablauf** erhalten.

Gruppenstruktur

Expertengruppen

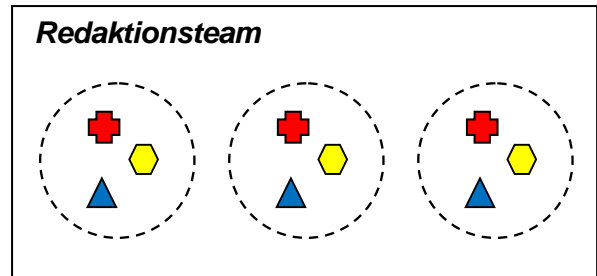
Im Kurs werden Kleingruppen von jeweils drei Schülerinnen und Schülern gebildet, die sogenannten *Expertengruppen*. Es arbeiten jeweils Schülerinnen und Schüler zusammen, die die gleiche Reisevariante analysieren und bewerten




Materialien für die Lehrkraft
wollen.

Redaktionsteams


Ein *Redaktionsteam* besteht aus drei Schülerinnen und Schülern, die aus unterschiedlichen Expertengruppen stammen. Jedes Redaktionsteam gestaltet einen möglichen Beitrag für das Reisemagazin.



Schritt 1: Recherche **Expertengruppen** 

Innerhalb der Expertengruppen recherchieren die Schülerinnen und Schüler zu „ihrem“ Verkehrsmittel in analogen und/oder digitalen Medien und wählen passende Quellen aus. Die Recherche kann je nach Kompetenzstand der Lerngruppe angeleitet auch durch die Vorgabe von Quellen erfolgen. In diesem Fall müssen von der Lehrkraft zuvor passende Quellen recherchiert werden.

Wichtige Aspekte des Prozesses:
Die gefundenen Quellen sollen in diesem Schritt zunächst nur überflogen werden/ quer gelesen werden, um eine erste Orientierung zu erhalten, worum es in der Quelle geht und ob die Quelle Informationen zur gestellten Aufgabe liefert.

Schritt 2: Mithilfe von selbst formulierten oder zur Verfügung gestellten Erschließungs- bzw. Leitfragen das Entscheidungsproblem aufbereiten und eine Fragestellung formulieren **Redaktionsteam** 
Material: *Hilfekarte 1: Übersicht über mögliche Leitfragen zur Aufbereitung des Entscheidungsproblems*

Ausgewählten Informationsquellen, die sich mit unterschiedlichen Aspekten zum Thema beschäftigen, werden **wesentliche Informationen für das Schreiben des Beitrags** entnommen. Leitfragen können auch als Hilfekarten zur Verfügung gestellt werden.

Wichtige Aspekte des Prozesses:
Strukturierte Aufbereitung des Entscheidungsproblems und Verstehen der Hintergrundinformationen. Überprüfen der Plausibilität und fachlichen Richtigkeit der Aussagen in verschiedenen Quellen.

Schritt 3: Vergleichen der Rechercheergebnisse

Expertengruppen



Material: **Hilfekarte 2: Tabelle zur Berechnung des Energiebedarfs und der CO₂-Emission**

Die Schülerinnen und Schüler **vergleichen innerhalb ihrer Expertengruppe ihre Zwischenergebnisse** (Identifikation von wesentlichen Informationen – Plausibilität und fachliche Richtigkeit) und erhalten eine erste Rückmeldung im Verlauf ihres Produktionsprozesses bezogen auf die Wahl und Beurteilung der recherchierten Informationen.

Wichtige Aspekte des Prozesses: vgl. *Schritt 1*

Schritt 4: Bewertungskriterien aufstellen und gewichten

Redaktionsteam



Material: **Hilfekarte 3: Leitfragen zum Gewichten von Kriterien zur Bewertung der einzelnen Handlungsmöglichkeiten**

Um die Reisevarianten transparent und für die Leserin und den Leser nachvollziehbar bewerten zu können, müssen **Kriterien für die Analyse und die Bewertung** der verschiedenen Varianten ermittelt und gewichtet werden.

Wichtige Aspekte des Prozesses:

Damit die Leserinnen und Leser des Reisemagazins die Informationen auch für ihre Reise anwenden können, müssen die Bewertungskriterien transparent, verständlich und nachvollziehbar sein. Für eine systematische Bewertung ist eine explizite Gewichtung der Kriterien notwendig (z. B. Kosten stehen vor Reisezeit und Kohlenstoffdioxidemissionen). So ist es für die Leserinnen und Leser auch möglich eine andere sachlogische Gewichtung vorzunehmen (Kohlenstoffdioxidemissionen stehen vor Kosten, dem folgt die Reisezeit) und zu einer anderen Entscheidung zu kommen. In diesem Schritt kann mit bepunkteten Bewertungstabellen (vgl. Hilfekarte 3) gearbeitet werden.

Schritt 5: Formulieren der bewerteten Handlungsmöglichkeit

Expertengruppe



Im Rahmen einer weiteren Arbeitsphase in der Expertengruppe **verfassen die Schülerinnen und Schüler ihren Beitrag** zu der von ihrer Gruppe bewerteten Reisevariante.

Wichtige Aspekte des Prozesses:

Neben den Aspekten aus Schritt 3 ist in diesem Schritt auf eine nachvollziehbare Verbalisierung der Daten und deren Gewichtung zu achten.

Schritt 6: Bearbeitung der Beiträge und Zusammenführen der Einzelprodukte

Redaktionsteam



Materialien für die Lehrkraft

Anhand der Rückmeldung im Rahmen einer Schreibkonferenz¹ **überarbeiten** die Schülerinnen und Schüler **ihre Artikel**. Die Mitglieder eines Redaktionsteams können sich so bei Bedarf im Schreibprozess oder bei der Überwindung von sprachlichen Problemen gegenseitig unterstützen. Am Ende dieser Arbeitsphase reicht jedes Redaktionsteam als Gruppenprodukt einen Beitrag für das Reisemagazin ein.

Wichtige Aspekte des Prozesses: vgl. *Schritt 3*

Schritt 7: Auswahl des besten Artikels zur Veröffentlichung im Reisemagazin	2 Redaktionsteams	
--	--------------------------	---

Jeweils zwei Redaktionsteams finden sich in einer Gruppe zusammen. Sie erhalten nach dem Zufallsprinzip die Artikel zweier anderer Gruppen. Zunächst formulieren die Schülerinnen und Schüler in ihren neuen Gruppen Kriterien, was eine gut nachvollziehbare Bewertung ausmacht. Bei der Festlegung der Kriterien orientieren sie sich an der Aufgabenstellung, aber auch an den Kriterien für das Schreiben guter Artikel, die sie bereits aus dem Deutschunterricht kennen. Nun lesen sie die jeweiligen Beiträge und wählen aus den zwei Gruppenprodukten das Beste nach den zuvor festgelegten Kriterien aus. Die gewählten Produkte werden im Plenum präsentiert.

Übersicht über die Materialien für die Schülerinnen und Schüler:

Kontext	<i>Brief der Redaktion des Reisemagazins mit der Anfrage, verschiedene Verkehrsmittel für eine ausgewählte Reise zu bewerten</i>
Aufgabe	<i>Aufgabe: Verfassen Sie einen Beitrag für ein Reisemagazin, indem Sie verschiedene Verkehrsmittel für die Reise von Düsseldorf nach Paris bewerten.</i>
Advance organizer	<i>Übersicht über die Gruppenarbeit und die verschiedenen Arbeitsschritte</i>
Hilfen	<i>Übersicht über mögliche Leitfragen zur Aufbereitung des Entscheidungsproblems</i> <i>Tabelle zur Berechnung des Energiebedarfs und der CO₂-Emission</i> <i>Leitfragen zum Gewichten von Kriterien zur Bewertung der einzelnen Handlungsmöglichkeiten</i> <i>Tabelle mit vorgegebenen Bewertungskriterien</i>

Geschätzter Zeitaufwand: 2-3 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

¹ Die Schreibkonferenz ist eine Methode zur Überarbeitung von selbst verfassten Texten. Die Schülerinnen und Schüler stellen ihren Text zur Diskussion in einer Gruppe und erfahren durch die Außenperspektive auf ihren Text wichtige Verbesserungsvorschläge.

“Wasserstoff-Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin

Der Reiseveranstalter “Youth-Traveller” möchte in seinem neuen Reisemagazin „Nachhaltiges Reisen“ nicht nur die Reiseziele, sondern auch Anreisemöglichkeiten für seine Kunden präsentieren. Die Zielgruppe seiner Reiseangebote sind junge Leute ab 16 Jahren.

Darum ist der Reiseveranstalter an unsere Schule herangetreten und hat uns gebeten einen Beitrag für sein Reisemagazin zu schreiben, indem die verschiedenen Anreisemöglichkeiten nach Paris mit dem Wasserstoff-Bus, der Bahn oder dem Flugzeug für junge Leute beschrieben werden.

Ihre

Aufgabe:

Schreiben Sie einen Beitrag für das Reisemagazin, indem Sie die verschiedenen Anreisemöglichkeiten für die Zielgruppe nachvollziehbar beschreiben und nach ökologischen und ökonomischen Kriterien bewerten.

Hier ist die Email-Anfrage des Reiseveranstalters “Youth Traveller”:

Liebe Schülerinnen und Schüler des Düsseldorf-Gym,

das Team von „Youth-Traveller“ möchte seine Reisekonzepte nachhaltiger gestalten und dabei auch die Anreise zu unseren Reisezielen in den Fokus nehmen.

Dazu soll die Kundin / der Kunde in unserem Reisemagazin nicht nur über die Reiseziele informiert werden, sondern auch Informationen zu verschiedenen Anreisemöglichkeiten bekommen.

Das Düsseldorf-Gym führt schon seit mehreren Jahren seine Abi-Abschlussfahrt nach Paris mit uns als Veranstalter durch. Da unsere Zielgruppe junge Leute sind, möchten wir Sie bitten, uns bei unserem neuen Konzept zu unterstützen.

Das Ziel „Paris“ kann von Düsseldorf aus mit dem Flugzeug, der Bahn und dem Wasserstoffbus erreicht werden. Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie einen Beitrag für unser Reisemagazin verfassen könnten, indem Sie die Anreisen mit den verschiedenen Verkehrsmitteln mit ihren Fachkenntnissen, aber auch ihren Werten und Interessen beschreiben, sodass junge Leute fundierte Kriterien für ihre Anreiseentscheidung bekommen.

Nach unserer Erfahrung spielen sowohl die Reisezeit, der Preis und die Umweltverträglichkeit bei der Entscheidung für ein bestimmtes Verkehrsmittel eine große Rolle. Vor allem in Bezug auf die Erklärung der Umweltverträglichkeit möchten wir nicht auf plakative Slogans wie „Fliegen mit dem 3-Liter-Flugzeug“, „Die Bahn fährt mit 100 % Ökostrom“ oder „Zero-Emission = Wasserstoff“ setzen, sondern die Kunden im Sinne einer tatsächlichen Aufklärung glaubhaft beraten. Dazu braucht es eine nachvollziehbare Erklärung der Antriebstechnik und eine umfassende Information zur Emission.

Gern können Sie noch weitere Kriterien, die für Sie wichtig sind, in ihren Beitrag einfließen lassen.

Folgende Informationen und Rahmenbedingungen können wir Ihnen zu den einzelnen Verkehrsmitteln zur Verfügung stellen:

- **Anreise mit dem Wasserstoff-Bus:** Mit unserem Wasserstoff-Bus können 60 Personen transportiert werden. Die Reichweite des Busses beträgt mit einer Wasserstofffüllung 600 km. Sowohl in Düsseldorf als auch in Paris kann der Bus betankt werden. Mit einem Zwischenhalt in Brüssel ist auch hier eine Betankung möglich. Der Zustieg in den Bus ist an mehreren Halten in Düsseldorf möglich. Die Fahrzeit beträgt 9 Stunden. Das Ticket für die einfache Fahrt kostet 90 €. Der Bus

verbraucht durchschnittlich 20 kg Wasserstoff für 100 km. Der Bus bringt Sie direkt zu ihrem gebuchten Hotel in Paris.

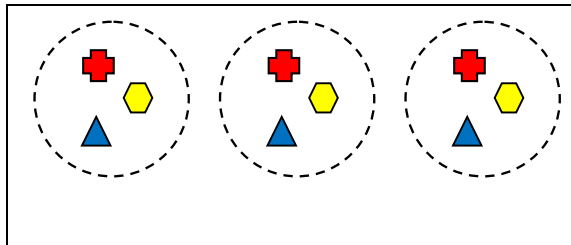
- **Anreise mit der Bahn:** Ab Düsseldorf-Hbf erreichen Sie Paris-Nord in 4 h 15 min. Das Zugticket kostet 100 €. Ab Paris-Nord können Sie die Metro nutzen, um ihr gebuchtes Hotel zu erreichen.
- **Anreise mit dem Flugzeug:** Die Flugzeit vom Flughafen Düsseldorf (DUS) zum Charles de Gaulle Airport Paris (CDG) beträgt 1 h 15 min. Sie sollten ca. 1 Stunde vor dem Abflug am Flughafen sein, die Boardingzeiten betragen jeweils 30 Minuten. Für die Fahrt zum Flughafen Düsseldorf benötigen Sie von der Stadtmitte mit dem ÖPNV 30 min. Vom Flughafen Paris Charles de Gaulle können Sie ihr Hotel mit dem Zug und der Metro in 30-45 Minuten erreichen. Das Flugticket kostet ohne Aufgabegepäck 90 €.

12)

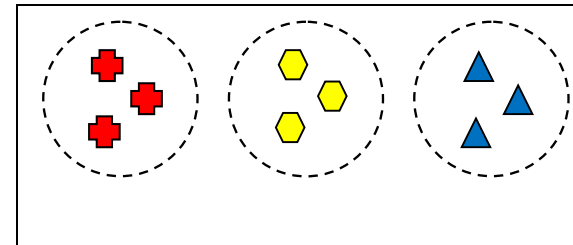
Wir freuen uns auf ihren Beitrag und gewähren Ihnen auf ihre nächste Buchung bei uns 10 % Rabatt, wenn wir ihren Artikel veröffentlichen können.

Gruppeneinteilung und Übersicht über den Arbeitsablauf

Redaktionsteams



Expertengruppen



Schritt 2: Mithilfe von Leitfragen das Entscheidungsproblem aufbereiten und eine Fragestellung formulieren
Hilfekarte 1: Übersicht über mögliche Leitfragen zur Aufbereitung des Entscheidungsproblems

Schritt 4: Bewertungskriterien aufstellen und gewichten
Hilfekarte 3: Leitfragen zum Gewichten von Kriterien zur Bewertung der einzelnen Handlungsmöglichkeiten

Schritt 1: Recherche

Schritt 3: Vergleichen der Rechercheergebnisse
Hilfekarte 2: Tabelle zur Berechnung des Energiebedarfs und der CO₂-Emission

Schritt 5: Formulieren der bewerteten Handlungsmöglichkeit



**Schritt 6: Bearbeitung der Beiträge
und Zusammenführen der Einzelpro-
dukte**



**Schritt 7: Auswahl des besten Artikels
zur Veröffentlichung im Reisemagazin**



Hilfekarte 1: Übersicht über mögliche Leitfragen zur Aufbereitung des Entscheidungsproblems

Wählen Sie aus, welche Leitfragen zur Aufbereitung des Entscheidungsproblems für Sie hilfreich sind. Sie können auch weitere Leitfragen ergänzen oder Leitfragen verändern.

- Worum geht es? (Welche technische Anwendung kommt zum Einsatz? Welches Ziel wird in welchem Zusammenhang verfolgt?)
- Welchen Titel könnte der Konflikt haben?
- Wie funktioniert die Anwendung, Technik, Forschung?
- Was ist das Ziel der neuen Technologie?
- Wer ist an der Problemstellung beteiligt? (Welche Personengruppen sind betroffen?)
- Welche Standpunkte sind (nicht) miteinander vereinbar? Welche Faktoren machen die Situation zu einem Konflikt?
- Welche Probleme können bei welcher Variante auftreten?
- Welche Werte oder Naturgüter werden durch welche Entscheidung verletzt?
- Welche Folgen werden für möglich gehalten? (Welche Risiken bestehen? Welche Chancen gibt es?)
- Welche Werte/ Normen sind von der Ausführung der Entscheidung betroffen?
-

Tabelle zur Berechnung des Energiebedarfs und der CO₂-Emission

	Endenergie- bedarf in Wh/Pkm	CO ₂ - Emission in g/Pkm	Gesamt- wirkungs- grad (η)	Anmerkung
Wasserstoff- Bus	183	5 (grüner Wasserstoff) 25 (Erdgas- reforming)	0,3	Wasserstoffantrieb mit Brennstoffzelle, Auslastung 60 %
Bahn ICE	73	35	0,3	Elektrischer An- trieb, durchschnittli- che Auslastung 31 %
Flugzeug	750	200	0,9	Durchschnittliche Auslastung Europa 85 %

Weitere Informationen:

- Pkm = Person / Kilometer; Wh = Wattstunden
- In den Fernzügen fahren die Züge der DB mit 100 % Ökostrom. Insgesamt beträgt der Anteil an Ökostrom im Bahnstrommix 62 %.
(https://gruen.deutschebahn.com/de/massnahmen/ice?dbkanal_007=teaserSliderBigImage_5-1_link_MitkostromansZiel)
- Mithilfe des folgenden Zusammenhangs kann der Wirkungsgrad (η) berechnet werden:
 - 1) $\eta = \frac{E_{(end)}}{E_{(primär)}}$
 - 2)
- Wasserstoff enthält 33 kWh/kg Energie.
- Kerosin enthält 12 kWh/kg.

Hilfekarte 2: Tabelle zur Berechnung des Energiebedarfs und der CO₂-Emission

Hilfekarte 3: Leitfragen zum Gewichten von Kriterien zur Bewertung der einzelnen Handlungsmöglichkeiten

Gewichten von Kriterien zur Bewertung der einzelnen Handlungsmöglichkeiten

Um ihre Bewertung für den Leser nachvollziehbar zu gestalten, ist es wichtig, dass die Gewichtung der verschiedenen Kriterien transparent erfolgt. Mithilfe der folgenden Leitfragen können Sie Ihre Kriterien gewichten und die Gewichtung in der folgenden Tabelle notieren. Gibt es in der vorliegenden Entscheidungssituation ein Ausschlusskriterium (K.O.-Kriterium)? Wenn ja, was macht es zu einem Ausschlusskriterium?

- Sind mir alle (anderen) Kriterien gleich wichtig oder gibt es welche, die mir wichtiger sind als andere? Diskutieren Sie diese im Redaktionsteam.
- Kann ich die vorliegenden Kriterien in eine Rangfolge bringen?

Die Gewichtung erfolgt mithilfe eines einfachen Punktwertungsverfahrens auf einer Skala von 1 bis 5. Die Ziffer 1 vergeben Sie, wenn das Kriterium wenig wichtig, die Ziffer 5, wenn das Kriterium am wichtigsten für die Kaufentscheidung ist.

	<i>Anreise mit dem Wasserstoffbus</i>	<i>Anreise mit der Bahn</i>	<i>Anreise mit dem Flugzeug</i>
<i>Preis</i>			
<i>Komfort</i>			
<i>Zeit</i>			
<i>Umweltverträglichkeit</i>			
<i>.....</i>			
<i>Summe</i>			

Beispiel für ein konkretisiertes Unterrichtsvorhaben

QUALIFIKATIONSPHASE II LEISTUNGSKURS – UNTERRICHTSVORHABEN VII

<p>Q2 UV VII: Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung</p> <p>Inhaltsfeld:</p> <ul style="list-style-type: none">- Reaktionswege in der organischen Chemie- Moderne Werkstoffe <p>13)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 44 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen:</p> <p>Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">- Erkenntnisgewinnung (Aufstellen von Hypothesen, hypothesengeleitetes Experimentieren)- Kommunikation (Recherchieren und Auswählen von relevanten und aussagekräftigen Fachinformationen und Daten)- Bewertung (Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren) <p>Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- EF UV I (Die Anwendungsvielfalt der Alkohole)- Q2 LK UV VII („InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß)
--	---

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 Erstsitution, 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

Übergeordnete Kompetenzerwartungen:

Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).

- 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

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 Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe. Reaktionsmechanismen aus dem niedermolekularen Bereich werden um Spezifika im makromolekularen Bereich erweitert und vertieft.

Energie:

Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	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: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl gewinnen?</i></p> <p>ca. 30 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionisomerie, 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 	<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 Modellsubstanzen 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>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<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 (Bindendifferenzierung: Reaktionssteuerung bei der nucleophilen Substitution von sekundären Halogenalkanen) [16,17] <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>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<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> <p>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 ent-</i>	<ul style="list-style-type: none"> • planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsab- 	Anknüpfen an die erste Sequenz „Vielfalt Verpackung“; kurze Wiederholung der verschiedenen

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>sorgt?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>fällen (E4, S2),</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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>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-bedeutendie-symbole-aufverpackungen-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 Schülerinnen und Schüler zur Untersuchung und Identifizierung von Kunststoffen [Materialien für die S I]

6	https://legacy.plasticseurope.org/de/resources/kunststoff-schule/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 Ver-	Bittorf, R., Sieve, B.: Wahrscheinlichkeit und die radikalische Substitution: Modellexperiment

	lag	zur Erklärung des Reaktionsmechanismus
13	https://kappenberg.com/akminila-bor/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/akminila-bor/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 ethanolischer Silbernitratlösung
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=TnY1S5ldVqI	Animation des Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (S _N 1 und S _N 2) einschließlich der Darstellung der entsprechenden Energiediagramme
18	https://www.u-hel-	Homepage von Ulrich Helmich: Beschreibung von Faktoren, die den Ablauf der elektrophilen Additionsreaktion beeinflussen (z. B. induktive Effekte, sterische Effekte, Lösemittelleffekte)

	mich.de/che/Sek2/Organik/Mechanismen/AE/AE-02-Faktoren.html	
19	https://www.ulrich-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/uber-uns/kunststoff-und-schule/schulbuch-kunststoffwerkstoffe-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 Schülerhände) 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.huberlin.de/bista/UnterrichtSekII/na_wi_allg/chemie/	Lernaufgabe des IQB zum Kunststoffrecycling mit Schwerpunkt auf Kommunikations- und Bewertungskompetenzen

Letzter Zugriff auf die URL 15.11.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

Beispiel für ein konkretisiertes Unterrichtsvorhaben

QUALIFIKATIONSPHASE II LEISTUNGSKURS – UNTERRICHTSVORHABEN VIII

<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>14)</p> <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>15)</p>
---	--

Inhaltliche Schwerpunkte:

- 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

Übergeordnete Kompetenzerwartungen:

Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).

- 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

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:

[Auszug aus KLP Chemie (2022)]

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.

Chemische Reaktion:

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

Energie:

Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?</i></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, Laminat 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 Kolleginnen und Kollegen 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: - Herstellung von Polyestern am Beispiel des PETs</p>

		<p>(Prinzip der Polykondensation) [3, 4]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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) - 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 Nano-
--	--	---

		spinning-Verfahren [10,14, 15] - Materialien für DWR-Imprägnierungen (Fluorcarbone, hyperverzweigte 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 (Konstitutionisomerie, 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 die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare 	Verteilung der Auszubildenden auf die verschiedenen Forschungsabteilungen für innovative Werkstoffe: <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 Polyac-tid/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] - Imprägnier-Sprays auf Nanobasis und auf Basis nachwachsender Rohstoffe [10,17, 31] Aufgabenstellung für die Abteilungen: arbeitsteilige Vertiefung der Grundkenntnisse an einem speziellen Beispiel; Vorbereitung einer Präsentation der Recherche- und Untersuchungsergebnisse für einen Messestand <ul style="list-style-type: none"> - Recherche zur Struktur des entsprechenden Werkstoffs

	<p>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"> 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> <p>ca. 4 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), bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Ent- 	<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 (Oberflächeneigenschaften), abschließende Bewertung der verschiedenen Werkstoffe</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die</p>

	<p>wicklung 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>bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p> <p>optionale Vertiefung: Bewertungsaufgabe zu einem weiteren innovativen Werkstoff (z. B. Superabsorber in Hygieneprodukten, 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 Lehrerinnen und Lehrer 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.ulrich-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]
5	https://www.uni-gies-sen.de/de/fbz/fb08/Inst/chemiedidaktik/Lehre/arbmat_o/s-themen_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/	Zentrale für Unterrichtsmedien im Netz (ZUM): Versuchsbeschreibung zur Herstellung

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	mikrowelle-experiment05.shtml	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-jungeforscher.de/wp-content/uploads/2019/04/E-Book-Nanotechnologie-in-der-Schule-	Umfangreiche Sammlung von einfachen Experimenten und Modellexperimenten zur Nanotechnologie (u. a. Modellexperimente zur Oberflächenvergrößerung und Reaktivität von Nanopartikeln, Herstellung von Nanofasern durch Elektrosinnen, Benetzungsvermögen von Oberflächen, Bestimmung von Kontaktwinkeln von hydrophilen und

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	komprimiert.pdf	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
13	https://www.researchgate.net/publication/276832276_Synthesis_and_characterization_of_adipic_acidpolyethylene_glycol_polyethylene_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=KNf3MAUyzk	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-	Internetseite des Umweltbundesamts; Informationen zur Verwendung von Per- und po-

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	polyfluorierte-alkylverbindungen-in-der	lyfluorierten 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 kurzkettiger 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/kpolyam.html	Homepage Seilnacht: Information zu Polyamiden; Reaktionsgleichungen zur Herstellung von Nylon und Perlon
20	https://www.chids.de/dachs/expvortr/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/poly-ms.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/	Prof. Dr. Cornelia Keck, Prof. Dr. Rainer H. Müller: Internetlehrbuch zu „Moderne Arzneimittel und Pharmazeutische Technologien“; Kapitel 1.7 (Stefan Scheler, Sandoz

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	materialdatenbank/material/view/6093	AG):Polymermikropartikel: Beschreibung der Synthese des Copolmers Poly(lactid-co-glycolid) einschließlich der Herstellung und Wirkung der Polymermikropartikel
23	https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=90858&token=082016fa57d8d67436ecbfd67aa4676446f13780	Seite des Schülerlabors der TU Braunschweig mit Schwerpunkt Polyelektrolyte; Beschreibung der Eigenschaften und Herstellung von Polyacrylat
24	https://www.chids.de/dachs/praktikum/protokolle/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/SafetyLecturePraxism	Seite der ETH Zürich zur korrekten Auswahl und Umgang von Handschuhen (Klassifizierung von Arbeitsschutzhandschuhen, Permeation und Schutzindex, Material, Chemikalienfestigkeit)

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	odu-le/DE/Korrekte%20Auswahl%20und%20Umgang%20mit%20Handschuhen_Deutsch_Ohne%20Video.pdf	
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	<p>Latexgewinnung, Herstellung von Kautschuk/Gummi am Beispiel des Luftballons (Die Chemie des Luftballons)</p> <p>[Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]</p>
30	https://www.chemieunterricht.de/dc2/autogumherst.htm	<p>Homepage von Prof. Blume: ausführliche Beschreibung der Herstellung von Gummi aus Latex einschließlich Hintergrundinformationen</p> <p>[Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]</p>
31	https://www.rw-textilservice.de/impresum/	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

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert

aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

