

# **Beispiel für einen schulinternen Lehrplan zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

## **Chemie**

**(Entwurf: Fassung vom 29.01.2024)**

## 1 Die Chemie-Fachschaft am Anne-Frank-Gymnasium

Das Anne-Frank-Gymnasium besuchen zurzeit etwa 660 Schülerinnen und Schüler. Es befindet sich am Werner Stadtrand. Im nahe gelegenen Bergkamen befindet sich das Chemieunternehmen Bayer, mit dem unsere Gymnasiasten im Zuge von Wettbewerben (z.B. Tag der Chemie, Internationale Chemieolympiade), Berufsorientierungspraktika und naturwissenschaftlichen Exkursionen bzw. Betriebsbesichtigungen in enger Verbindung stehen. Auf diese Weise können die Schülerinnen und Schüler sich über naturwissenschaftlich-technische Berufe und naturwissenschaftliche Studiengänge informieren und eigene Einblicke in den Bereich der Chemie und Pharmazie gewinnen. Unser Gymnasium kooperiert in der Oberstufe mit dem nahe gelegenen Gymnasium St. Christophorus (siehe unten).

Die Lehrbesetzung unseres Gymnasiums ermöglicht einen ordnungsgemäßen sowie ungekürzten Fachunterricht in der Sekundarstufe I und II. Die Fachschaft besteht aus folgenden Mitgliedern, die hier alphabetisch aufgeführt sind (vgl. auch die Lehrerübersicht auf unserer Internetpräsenz [www.afg-werne.de](http://www.afg-werne.de)):

Herr Averbek, StR	Chemie, Sport, Informatik
Herr Dr.Brunnert, StR	Chemie, Englisch
Herr Damberg, OStD	Chemie, Erdkunde, Physik
Frau Gößling, OStR'	Chemie, Latein
Herr Hierl, StD	Chemie, katholische Religionslehre
Herr Kluger, StD	Chemie, Mathematik
Frau Nowak, StR'	Chemie, Erdkunde, Physik

Zurzeit (2022) hat Herr Averbek den Fachvorsitz Chemie inne und wird von Herrn Herrn Hierl vertreten. Herr Brunnert und Herr Averbek sind mit der Sammlungsleitung beauftragt worden.

In der Oberstufe wird das Fach Chemie in der Regel in der Einführungsphase mit zwei bis drei Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit ein bis zwei und in der Regel mit einem Leistungskurs vertreten. Dieser

wird seit Jahren erfolgreich in enger Kooperation mit dem Gymnasium St. Christophorus angeboten, d.h. der LK-Unterricht wird abwechselnd am AFG bzw. am GSC erteilt. Die Kooperation ermöglichte in der Vergangenheit jedes Jahr die Einrichtung sowohl eines Chemie-Leistungskurses als auch eines Physik-Leistungskurses. Das soll auch in Zukunft so sein. Darüber hinaus finden manchmal auch Kooperationen im Bereich der Biologie-Leistungskurse statt, wobei nicht unerwähnt bleiben soll, dass in jedem Jahr mindestens ein Biologie- Leistungskurs am

AFG eingerichtet wird. Die Kooperation führt dazu, dass den SchülerInnen ein breites Kurs-Auswahlspektrum ermöglicht wird. Insofern manifestiert sich auch hier das Leitbild unserer Schule, unsere Schülerinnen und Schüler in ihren unterschiedlich ausgeprägten Fähigkeiten und Interessen zu sehen – und sie in der Ausbildung dieser Stärken und Interessenlagen bestmöglich zu unterstützen.

An unserer Schule ist der Unterricht im so genannten Doppelstunden-Modell organisiert. So konstituieren sich die Unterrichtseinheiten in der Regel als Doppelstunden zu 90 Minuten und teilweise als Einzelstunden zu je 45 Minuten. In der Oberstufe gibt es in der Regel im Grundkurs eine Doppel- und eine Einzelstunde, im Leistungskurs zwei Doppelstunden und eine Einzelstunde wöchentlich. (Für weiterführende Informationen zur Taktung des Unterrichtstages besuchen Sie bitte die Homepage unseres Gymnasiums: [www.afg-werne.de](http://www.afg-werne.de).)

Dem Fach Chemie stehen fünf moderne, vergleichbar eingerichtete naturwissenschaftliche Schüler-Experimentieräume zur Verfügung, die sich alle im Erdgeschoss befinden. Von diesen hervorragend eingerichteten Schülerübungsräumen sind zwei aufgrund ihrer direkten Nähe zur Chemiesammlung explizit dem Fachbereich Chemie zugeordnet. Hier befinden sich chemiespezifische Gerätschaften in den Schränken. Die anderen Räume sind in der Regel für den Physik- und Biologieunterricht reserviert, wobei dem Fachbereich Physik überdies ein Hörsaal zur Verfügung steht. Für den ggf. in diesen schwerpunktmäßig den anderen Naturwissenschaften zugeordneten Räumen stattfindenden Chemie- Experimentalunterricht bedeutet das, dass alle chemiespezifischen Materialien mitgebracht werden, was aufgrund der kurzen Wege unproblematisch ist.

Die Ausstattung der Chemiesammlung mit Geräten, Chemikalien, Modellen und weiteren Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist hervorragend, die vom Schulträger darüber hinaus bereitgestellten Mittel reichen für das Erforderliche aus. Drittmittel-Anträge beim Fonds der chemischen Industrie (FCI) auf Unterrichtsförderung, um den Unterricht noch weiter zu spezialisieren und noch schülerorientierter zu gestalten, werden regelmäßig gestellt. Im Herbst 2017 wurde die ursprüngliche Fördersumme sogar zu einer Höchsthörförderung aufgestockt und unser Chemieunterricht als besonders förderungswürdig eingestuft. Darüber freuen wir uns sehr, denn dadurch kommt dem breit angelegten Chemieangebot am AFG eine besondere Wertschätzung zu.

Interessierte SchülerInnen der Sek I und Sek II nehmen an Wettbewerben wie DECHEMAX teil und haben die Möglichkeit die Experimente in den Chemie-AGs durchzuführen und ihre Kenntnisse zu vertiefen.

Einzelne Schülerinnen und Schüler der Stufen 9, EP, Q1 und Q2 nehmen seit einigen Jahren an (den Vorrunden) der Internationalen Chemieolympiade und der Junior Science-Olympiade teil und haben sich hier erfolgreich den herausfordernden Aufgaben gestellt. In diesem Zuge besuchten sie mehrere

Vorbereitungsseminare an der Universität Münster, die sich mit Aspekten der Anorganischen Chemie, der Orga-

nischen Chemie sowie der Physikalischen Chemie auseinandersetzen. Hier hörten die Schüler zunächst Professoren-Vorträge und im Anschluss wurden in kleineren Gruppen Aufgaben bearbeitet, wobei sie von Studierenden des Faches Chemie betreut wurden. (Links: [www.icho.de](http://www.icho.de) bzw. [www.icho-nrw.de](http://www.icho-nrw.de) sowie <http://bit.ly/17N2zxS> als Information zum Landesseminar an der Universität Münster; letzter Zugriff 27.11.2017).

Dortmunder Stadtbereich, jedoch liegt das Werner AFG im Einzugsbereich und darüber hinaus sind die (Zug-) Anbindungen an den Universitätscampus gut, so dass der Transfer zu den Schüler-Experimentalveranstaltungen „Chemisch experimentieren“ recht einfach erfolgen kann. Folglich wurde 2014/15 ein Antrag, unsere Schule als Chemiedidaktik-Partnerschule aufzunehmen, eingereicht. Dieser wurde im Winter 2015 positiv beschieden und Anfang 2016 konnten bereits vier Schüler der Stufe 8 an zwei Blockseminaren an der Universität Dortmund teilnehmen (vgl. Bericht auf unserer Homepage; weitere Links: Startseite des Angebots der TU Dortmund: <http://bit.ly/1CEHYDH>; letzter Zugriff 27.11.2017 Ein älterer Kurzbericht über das Projekt aus dem Jahr 2002 (PDF-Datei): <http://bit.ly/1vC4Ocx>; letzter Zugriff 27.11.2017).

Die Schule hat sich vorgenommen, das Experimentieren in allen Jahrgangsstufen besonders zu fördern. In diesem Zuge werden auszugsartig neue experimentelle Unterrichtskonzepte in den Chemieunterricht einbezogen, also zum Beispiel das START-Konzept für die Stufe 7, den so genannten Anfangsunterricht der Chemie. Dieses Konzept wurde von den Chemielehrern Samir Benmokthar und Andreas Wagner an der Universität Münster im Arbeitskreis von Prof. Dr. Harsch entwickelt und legt den Focus auf experimentelles Arbeiten (also selbstständiges Entdecken) und ein vertieftes Verständnis der Abläufe auf submikroskopischer Ebene. Interessierte können sich auf den Seiten des Friedrich-Verlages, in dem diese Publikation im Jahr 2014 aufgelegt wurde, über dieses Konzept informieren. In der Einführungsphase, Stufe 10, wurden in der Vergangenheit Auszüge des PIN-Konzeptes verwendet, die ebenfalls das Schülerexperimentieren hervorheben sowie einen vertieften Einblick in Reaktionsfolgen der organischen Chemie ermöglichen. Dieses PIN-Konzept wurde an den Universitäten Münster und Leipzig von Prof. Dr. Harsch bzw. Prof. Dr. Heimann entwickelt. Die in der EP unterrichtenden Fachkräfte entscheiden selbst, in wie fern sie das PIN-Konzept einflechten möchten (Links: Start-Konzept: <http://bit.ly/1EkRDBA>; PIN-Konzept: <http://bit.ly/2hW10qV>; letzter Zugriff 27.11.2017).

Unsere Fachschaft hat sich dazu entschieden, auch innovativen Unterrichtsinhalten Platz einzuräumen (vgl. CHEMKON-Artikel „Von Innovationen der Chemie zu innovativen Lernanlässen für den Chemieunterricht und darüber hinaus.“ (2017); letzter Zugriff 27.11.2017). Im Unterricht sollen zunächst im Kalenderjahr 2018 kleine Sequenzen ausprobiert werden, die sich mit dem Thema Photochemie befassen und an der Bergischen Universität Wuppertal im Arbeitskreis von Herrn Prof. Dr. Tausch entwickelt wurden. Frau Yasemin Yurdanur betreut das Projekt und hat Experimente und Arbeitsmaterialien entwickelt an denen die Energieform Licht beteiligt ist. Dieses alles stellt sie zum Ausprobieren und Evaluieren am AFG zur Verfügung. Hier geht es z.B. um Modellexperimente zur Photosynthese bzw. zu Energieumsätzen in der Natur, um Phosphoreszenz und Fluoreszenz sowie Solvatochromie (vgl. auch die

Videsequenzen auf der Seite des AK Tausch [www.chemididaktik.uni-wuppertal.de](http://www.chemididaktik.uni-wuppertal.de) sowie den CHEMKON-Artikel „Photonen und Moleküle – Tradition trifft Innovation.“ (2017) <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ckon.201790009/full>; letzter Zugriff 27.11.2017 ). Es ist angedacht, eine offizielle Kooperation zwischen AFG und der Chemiedidaktik in Wuppertal einzugehen. In diesem Zusammenhang ist es auch angedacht, kleine bilinguale Chemiemodule in der Mittelstufe und in der Oberstufe auszuprobieren und zu evaluieren.

Da das Anne-Frank-Gymnasium sich als **Europaschule** (<http://www.europaschulen.nrw.de/>, vgl. *Schulprogramm* auf unserer Website) positioniert, leistet die Fachschaft Chemie, wie jeder andere Fachbereich auch, einen Beitrag, indem immer wieder Bezüge zu Europa hergestellt werden. Diese sind mit einer kleinen Europafahne im Curriculum der Sekundarstufen I und II markiert. Ebenso beachten wir, wie die Tablet-PCs, die die neuen SchülerInnen im Zuge der **ZUKUNFTS-Klassen** am AFG (Stichwort Digitale Schule, vgl. *Schulprogramm* auf unserer Website) erhalten, sinnvoll und gewinnbringend in den Alltag des Chemieunterrichts integrieren können. Hier geht es insbesondere um das Aufzeichnen und die Analyse von Schülerexperimenten, für die Oberstufe z.B. im Bereich der Reaktionsgeschwindigkeiten: Diese können per Kamera aufgezeichnet und im Anschluss mit einem Tabellenkalkulationsprogramm ausgewertet werden. Überdies bietet sich die Chance, submikroskopische Vorgänge anhand von Stop-Motion-Filmen nachzuvollziehen. So könnten beispielsweise verschiedene Reaktionsmechanismen dargestellt werden. Weiterhin können (Zwischen-) Ergebnisse schnell präsentiert und begutachtet sowie kritisch im Plenum diskutiert und die jeweilige Vorgehensweise von Schülerinnen und Schülern präsentiert werden. Diese Einbettung im Zuge des **Anne-Frank-Gymnasiums als Digitale Schule** ist als *work in progress* zu verstehen, so dass sich die Zugänge sicher mit der konkreten Auseinandersetzung sowie im Austausch mit SchülerInnen und Chemiekolleginnen und Chemiekolleginnen weiter entwickeln werden. Wir sind überzeugt, dass die Schüler im Bereich von MINT von den Neuerungen profitieren können, und zwar motivational wie auch im Bereich des Lernzuwachses, wie bereits erste Studien beweisen: „Die University of London etwa hat in einer Studie die bisherigen Forschungsergebnisse zum Thema zusammengefasst und herausgefunden, dass der Einsatz von Tablets die Lernbereitschaft der Schüler erhöht. Und der amerikanische Bildungsverlag Houghton Mifflin Harcourt kommt nach einem einjährigen Unterrichtsversuch zu dem Ergebnis, dass Tablet-Klassen im Fach Mathematik deutlich besser abschneiden als solche, die mit einem herkömmlichen Textbuch arbeiten“ (Quelle: Himmer, Nina. „Das wischende Klassenzimmer.“ *Frankfurter Allgemeine Zeitung*. Onlineausgabe der Ressort *Beruf & Chance*. Seite 2. 10. Februar 2015. <http://www.faz.net/-gyq-7zh1o> Abgerufen am 17. Februar 2015).

## 2.1 Unterrichtsvorhaben

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

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

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant. (Als 75 % wurden für die Einführungsphase 90 Unterrichtsstunden, für den in der Q1 ebenfalls 90 und in der Q2 60 Stunden und für den in der Q1 150 und für Q2 90 Unterrichtsstunden zugrunde gelegt.) Unsere prozentualen Zeitangaben beziehen sich hierauf. In der Planung ist in der Regel weiterhin zu berücksichtigen, dass am Ende der Q2 noch etwas Zeit verbleibt, um eine überblicksartige Wiederholung zentraler Themen für das anstehende Abitur zu gewährleisten.

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

## 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><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</b></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 Ethanol</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes</p> <p>Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p>	<p><b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe</li> <li>– Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie</li> <li>– intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> <li>– <b>Estersynthese</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),</li> <li>• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7),</li> <li>• stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),</li> <li>• deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),</li> <li>• stellen Hypothesen zu</li> </ul>

			<p>Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6), <b>(VB B Z6)</b></li> <li>• 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).</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Säuren contra Kalk</b></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><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),</li> <li>• definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),</li> <li>• 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). <b>(MKR 1.2)</b></li> </ul>

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III</u></b></p> <p><b>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b></p> <p><i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i></p> <p><i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann ca. 16 UStd.</i></p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</p> <p>Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts</p> <p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</p> <p>Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>Erstellung eines informierenden Blogeintrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt</p> <p>Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie</p>	<p><b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe</li> <li>- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>- <b>Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</b></li> <li>- <b>Konstitutionsisomerie</b></li> <li>- intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- <b>Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</b></li> <li>- Estersynthese</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</b></li> <li>- <b>Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>)</b></li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf – technisches Verfahren</li> <li>- <b>Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</b></li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),</li> <li>• 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), <b>(VB B Z3)</b></li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17),</li> <li>• simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). <b>(MKR 1.2)</b></li> </ul>
---	--	--	---

<p><b>Unterrichtsvorhaben IV:</b></p> <p><b>Kohlenstoffkreislauf und Klima</b></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 Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier</p> <p>Beurteilen die Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichtes nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),</li> <li>• beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),</li> <li>• 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)</li> <li>• bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13). (VBD Z3)</li> </ul>
--	---	--	---

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

	<p>Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p>		<p>zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• 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)</li> <li>• 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)</li> <li>• 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)</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung</p> <p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p> <p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8),</li> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8,</li> </ul>

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

	<p>Elektrolyse)</p> <p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen</p> <p>Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen</p>		<p>Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),</li> <li>ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),</li> <li>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)</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b></p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i></p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>Elektrolyse</li> <li>alternative Energieträger</li> <li>Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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),</li> <li>erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), (MKR 1.2)</li> <li>erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),</li> <li>interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als</li> </ul>

<p>ca. 19 UStd.</p>	<p>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>Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2),</li> <li>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)</li> </ul>
---------------------	--	--	---

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

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><b>Unterrichtsvorhaben VI</b></p> <p><b>Vom Erdöl zur Plastiktüte</b></p> <p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen)</p> <p>Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden, Fokussierung auf Herstellung von Plastiktüten (PE-Verpackungen)</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen</p> <p>Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser</p> <p>Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“</p> <p>Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Synthese des Polyethylens durch die radikalische Polymerisation</p> <p>Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11),</li> <li>• 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),</li> <li>• recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),</li> </ul>

	<p>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 6)</p> <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),</li> <li>• beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),</li> <li>• bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VII</u></b></p> <p><b>Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte</b></p> <p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?</i></p> <p>ca. 20 UStd.</p>	<p>Anknüpfen an das vorangegangene Unterrichtsvorhaben anhand einer Recherche zu weiteren Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere)</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) anhand von verschiedenen Kunststoffproben (z. B. PE, PP, PS, PVC, PET)</p> <p>Klassifizierung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere durch materialgestützte Auswertung der Experimente</p> <p>Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13),</li> <li>• klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),</li> <li>• führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von</li> </ul>

	<p>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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung</li> </ul>	<p>Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),</li> <li>• erklären ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2),</li> <li>• 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),</li> <li>• vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13).</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></b></p> <p><b>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</b></p> <p><i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i></p> <p><i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i></p> <p>ca. 20 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten</li> <li>• Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl)</li> <li>• Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator)</li> </ul>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>- inter- und intramolekulare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),</li> <li>• erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),</li> <li>• erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),</li> <li>• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-</li> </ul>

	<p>und Wiederholung von Redoxreaktionen</p> <p>Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen</p> <p>Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachsesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren)</p> <p>Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)</p>	<p>Wechselwirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul>	<p>Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),</li> <li>• beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).</li> </ul>
--	---	--	--

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><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Saure und basische Reiniger</b></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 <math>pK_S</math>-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Ableitung des <math>pK_B</math>-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</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, <b>Puffersysteme</b></li> <li>- <b>Löslichkeitsgleichgewichte</b></li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, <b>mit Titrationskurve</b>), <b>potentiometrische pH-Wert-Messung</b></li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- <b>Entropie</b></li> <li>- <b>Ionengitter, Ionenbindung</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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), <b>(VB B Z6)</b></li> <li>• erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),</li> <li>• leiten die Säure-/Base-Konstante und den <math>pK_S/pK_B</math>-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17),</li> <li>• interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),</li> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17),</li> <li>• definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),</li> <li>• erklären im Zusammenhang mit der</li> </ul>

	<p>unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren</p> <p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p>		<p>Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),</li> <li>• planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</li> <li>• 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),</li> <li>• 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)</li> <li>• 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)</li> <li>• 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).</li> </ul>
--	---	--	--

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p><i>Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?</i></p> <p>ca. 26 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung</p> <p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p> <p>Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen</p> <p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</p> <p>Recherche zur Bedeutung von Salzen für den menschlichen Körper (Regulation des Wasserhaushalts, Funktion der Nerven und Muskeln, Regulation des Säure-Base-Haushalts etc.)</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktion und Zusammensetzung von Puffersystemen im Kontext des menschlichen Körpers (z. B.</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_{S,}</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</li> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16),</li> <li>• berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17),</li> <li>• erklären endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Einbeziehung der Gitter- und Solvatationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8),</li> <li>• erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7),</li> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>• interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von <b>Säuren, Basen und</b> Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (<b>VB B Z3, Z6</b>)</li> <li>• 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). (<b>VB B Z3</b>)</li> </ul>
---	--	---	--

	<p>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><b><u>Unterrichtsvorhaben III</u></b></p> <p><b>Mobile Energieträger im Vergleich</b></p> <p><i>Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</i></p> <p>ca. 24 USt.</p>	<p>Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe</p> <p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- <b>Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</b></li> <li>- <b>Redoxtitration</b></li> <li>- <b>alternative Energieträger</b></li> <li>- <b>Energiespeicherung</b></li> <li>- <b>Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</b></li> <li>- <b>energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),</li> <li>• nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),</li> <li>• 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), <b>(MKR 1.2)</b></li> <li>• erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, <b>Brennstoffzelle</b>) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10,</li> </ul>

	<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>S12, S16, K9),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10),</li> <li>• entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),</li> <li>• ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),</li> <li>• erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</li> <li>• 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)</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben IV</b></p> <p><b>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b></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 Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8,</li> </ul>

<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>(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 eines Beitrags für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>	<p>S12, K11),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8),</li> <li>• 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),</li> <li>• berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8),</li> <li>• erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</li> <li>• ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17),</li> <li>• ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S 17, K2),</li> <li>• bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12). (VB D Z1, Z3)</li> </ul>
--	--	---	--

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben V</u></b></p> <p><b>Korrosion von Metallen</b></p> <p><i>Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 12 UStd.</p>	<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge)</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p> <p>Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17),</li> <li>• erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</li> <li>• entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15),</li> <li>• entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13), (VB D Z3)</li> <li>• diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), (VB D Z3)</li> <li>• beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VI</u></b></p> <p><b>Quantitative Analyse von Produkten des Alltags</b></p> <p><i>Wie hoch ist die Säurekonzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</i></p> <p>ca. 18 UStd.</p>	<p>Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig</p> <p>Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</li> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</li> <li>• werten pH-metrische Titrations von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und</li> </ul>

	<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"> <li>- Zitronensäure in Orangen</li> <li>- Milchsäure in Joghurt</li> <li>- Oxalsäure in Rhabarber</li> <li>- Weinsäure in Weißwein</li> <li>- Phosphorsäure in Cola</li> </ul> <p>Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redoxtitration</p> <p>Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>	<p>erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9),</li> <li>• wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10).</li> <li>• ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)</li> </ul>
--	--	---	---

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><b>Unterrichtsvorhaben VII</b></p> <p><b>Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung</b></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 Mechanismus der elektrophilen Addition</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11),</li> <li>• 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),</li> <li>• entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2),</li> <li>• recherchieren und bewerten Nutzen und</li> </ul>

	<p>zur Erarbeitung des Einflusses der Substituenten im Kontext der Herstellung wichtiger organischer Rohstoffe aus Alkenen (u. a. Alkohole, Halogenalkane)</p> <p>Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</p> <p>Vertiefende Betrachtung der Halogenalkane als Ausgangsstoffe für wichtige organische Produkte (u. a. Alkohole, Ether) zur Erarbeitung der Mechanismen der nucleophilen Substitution erster und zweiter Ordnung</p> <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE einschließlich der Unterscheidung der beiden Polyethylen-Arten anhand ihrer Stoffeigenschaften</p> <p>Lernaufgabe zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren</p> <p>Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung</p>	<p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>- technisches Syntheseverfahren</li> <li>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> </ul>	<p>Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13),</li> <li>• klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),</li> <li>• erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),</li> <li>• erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16),</li> <li>• beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),</li> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),</li> <li>• planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),</li> <li>• bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne</li> </ul>
--	--	---	--

	<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>einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8),</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></b></p> <p><b>„InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß</b></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) -Imprägnierung auf Nanobasis</p> <p>Verteilung der Auszubildenden auf die</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13),</li> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),</li> <li>• beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9),</li> <li>• führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von</li> </ul>

	<p>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>	<p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>- Technisches Syntheseverfahren</li> <li>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> </ul>	<p>Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13),</li> <li>• veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8),</li> <li>• erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11),</li> <li>• 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),</li> <li>• vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),</li> <li>• beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10),</li> <li>• 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),</li> </ul>
--	--	---	---

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></b></p> <p><b>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</b></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"> <li>• Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten</li> <li>• Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl)</li> <li>• Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen, Oxidationszahlen</li> </ul> <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 organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: <b>Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</b></li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),</li> <li>• erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),</li> <li>• erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),</li> <li>• 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),</li> <li>• 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),</li> <li>• unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),</li> <li>• beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8),</li> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),</li> </ul> <p>8)</p>
--	--	--	---

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben X</u></b></p> <p><b>Die Welt ist bunt</b></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"> <li>• Farbigkeit und Licht</li> <li>• Farbe und Struktur (konjugierte Doppelbindungen, Donator-Akzeptorgruppen, Mesomerie)</li> <li>• Klassifikation von Farbstoffen nach ihrer Verwendung und strukturellen Merkmalen</li> <li>• Schülerversuch: Identifizierung von Farbstoffen in Alltagsprodukten durch Dünnschichtchromatographie</li> </ul> <p>Synthese eines Farbstoffs mithilfe einer Lewis-Säure an ein aromatisches System:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution am Aromaten</li> <li>• Beschreiben der koordinativen Bindung der Lewis-Säure als Katalysator der Reaktion</li> </ul> <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><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15),</li> <li>• erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12),</li> <li>• klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8),</li> <li>• 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),</li> <li>• trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5),</li> <li>• interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2),</li> <li>• beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10),</li> </ul>
--	--	---	--

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).</li> </ul>
--	--	--	---

## 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

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

### *Überfachliche Grundsätze:*

- 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 Exemplarität 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.

### **2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung**

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

## 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 unter anderem eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):**

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

- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen, Kleingruppenarbeiten und Diskussionen
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

### **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.

#### Klausurzeiten:

**EF** 90 min

**Q1** GK 1. HJ 90 min, 2. HJ. 135 min  
LK: 1. HJ 135 min, 2. HJ 180 min

**Q2** GK 1. HJ 180 min, Vorabi/Abi: 225 min plus 30 min Auswahlzeit  
LK 1. HJ 225 min, Vorabi/Abi: 270 min plus 30 min Auswahlzeit

Es wird angeraten: In EF 2 Aufgaben stellen; ab Q1 2 Aufgaben und eine kleinere dritte Aufgabe stellen (Hinarbeit auf Abitur, in dem 3 Aufgaben gestellt werden).

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.

Zur Bewertung des Einsatzes digitaler Medien durch Chemieschülerinnen und Chemieschüler verstehen wir den Bildungsauftrag des Gymnasiums analog der von Susanne Lin-Klitzing im Magazin *Profil* des Deutschen Philologenverbandes (9/2017; S. 34-37) formulierten Grundsätze:

*‘Digitale Bildung‘ gibt es nicht. Diese insinuiert, dass unser ‘alter‘ Bildungsbegriff ausgedient habe und ein neuer, der der ‘digitalen Bildung‘, erforderlich sei. Das ist falsch. **Bildung – aus pädagogischer Sicht – ist ein (selbst-) reflexiver Vorgang.** Dinge, Digital-les, können sich nicht reflexiv zu sich selbst verhalten. Wohl aber Schülerinnen und Schüler. Diese Bildung ist eine anspruchsvolle Bildung der Schülerinnen und Schüler, mehr als die sogenannte ‘Grundbildung‘, das ist nach wie vor das Bildungsziel des Gymnasiums. Gymnasiallehrerinnen und Gymnasiallehrer ermöglichen ihren Schülern die anspruchsvolle Bildung der Persönlichkeit, aufgrund der **Auseinandersetzung mit ausgewählten und anspruchsvollen Inhalten – und mithilfe von (digitalen) Medien.**“ (Lin-Klitzing 2017:36; unsere Markierungen)*

Digitale Medien haben also, wie jegliche andere Art von Medien, eine **dienende Funktion** (vgl. *ibid.* S. 36). Ihr Einsatz fließt in die Unterrichtsge- stalten und in das Lernerhandeln mit ein. An dieser Stelle schließt sich al- so die Leistungsbewertung an und sie umfasst den Bereich der Kommuni- kation. Hier gibt es also keine grundsätzliche Unterscheidung zu anderen Medien.

Über diese digitalen Medien, wie das iPad, werden, wie es bei an- deren Medien auch der Fall ist, **einerseits** inhaltliche, fachbezogenen Quellen verschiedener Darstellungsformen zur Verfügung gestellt (z.B. Texte, Modelle, Visualisierungen, Animationen, Video-Tutorials). Die Chemieschüler\*innen sollen lernen, fachgerecht mit diesen Inhalten um- zugehen und sie inhaltlich zu erschließen. Hierzu gehört dann der bereits oben genannte Begriff der Selbstreflexivität der Bildung – Kommunikation im Austausch über die Inhalte mit sich selbst: „Bildung bleibt Reflexion über sich selbst und die Welt auf Basis von Wissen, Einstellungen und Können.“ (*ibid.* S. 37; vgl. auch *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein- Westfalen – Chemie*, S. 18). **Andererseits** werden Medien benötigt, um sich anderen mitzuteilen, bei- spielsweise über Präsentationen, Ergebnisposter oder Texte verschiede- ner Gattungen. In diesem Zusammenhang ist dann auch der kritische Aus- tausch mit dem Publikum zu erwähnen (vgl. *ibid.* S. 18). Folglich wird das digitale Medium insbesondere im Bereich des **Kompetenzbereiches Kommunikation** Einsatz finden (vgl. z.B. *ibid.* S. 18 und 22), abgebildet durch die Kompetenzbereiche K1 bis K3 (K1 **Dokumentation**, K2 **Re- cherche**, K3 **Präsentation**; vgl. *ibid.* S. 22). Die Bewertung des Medien- einsetzes (Bereiche K1 und K2) fließt in eine gestellte Lernaufgabe ein, zu deren Abschluss in der Regel ein Schüler\*innenprodukt gehört. Der Pro- zess des Medieneinsatzes wird kritisch in gemeinsamer Reflexion mit den Lernenden begleitet (vgl. Methodenkonzept unseres Gymnasiums). Die Bewertung des digitalen Medieneinsatzes hinsichtlich der Präsentationskompetenz (K3) erfolgt wie bei anderen Medien, die ebenfalls für diese Absicht angefertigt worden sind auch kriteriengeleitet, wie z.B. Poster. Die Kriterien können mit den Schüler\*innen erarbeitet werden (vgl. auch Me- thodenkonzept unseres Gymnasiums).

Man kann also zusammenfassend sagen, dass „[d]ie Auseinander- setzung mit dem Lerngegenstand Digitalisierung [...] gemäß des bewähr- ten gymnasialen Bildungsauftrags“ (Lin-Klitzing 2017:37) erfolgt.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II ist an unserer Schule derzeit das folgende Lehrbuch im Gebrauch:

Tausch/von Wachtendonk (2014). *Chemie 2000+*. Bamberg: Buchner.

Die Schülerinnen und Schüler sind dazu verpflichtet, die im Unterricht be- handelten Inhalte in häuslicher Arbeit nachzuarbeiten, insbesondere, für den Fall, dass Inhalte verpasst worden sind. Zu ihrer Unterstützung erhalten sie dazu:

a) leihweise ein den jeweiligen Sek-II-Inhalten angemessenes Lehrbuch (siehe oben), das sie auch zu den Chemiestunden mitbringen,

b) ggf. eine Link-Liste „guter“ Adressen, die bedarfsweise von Fachlehrer\_innen zur Verfügung gestellt wird,

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/lehrplan\\_navigator-s-ii/](http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplan_navigator-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. Dieses ist im Zuge von Impulsreferaten möglich, die dann einen kleinen Teil der Sonstigen Mitarbeit ausmachen. Möglichkeiten werden z.B. im Bereich des Faches Physik gesehen, wenn es um energetische Vorgänge geht (z.B. ein vertiefendes Referat im Bereich der Lichtemission zum analytischen Bereich der „Atomabsorptionsspektrometrie“ (AAS)) oder z.B. im Bereich des Faches Kunst zum Grobbereich der Farben bzw. Farbstoffchemie.

#### **Europatag im Zuge des Anne-Frank-Gymnasiums als Europaschule in Nordrhein-Westfalen**

Ab dem Jahr 2015 findet regelmäßig im Zuge der Europaschule ein Europatag statt. Hier hat sich die Chemie vorgenommen, nach Möglichkeit eine Veranstaltung anzubieten, an der Oberstufenschülerinnen und -schüler teilnehmen können, um sich dem Thema „Europa“ aus der Perspektive der Chemie zu nähern. Ein aktueller Entwurf sieht vor, im Mai 2015 das Thema „Die Farbe der europäischen Flagge“ aufzugreifen, das kritisch und augenzwinkernd in der Novemberausgabe (2014) des *Süddeutschen Magazins* aufgegriffen wurde. Im Zentrum der Herangehensweise wird das Kuriosum stehen, dass bei großem Vereinheitlichungsbestreben der Europäischen Union, Stichwort Bananenkrümmung, die blaue Farbe der Flagge im Kreise der Mitgliedsländer variiert. Diese Vorgehensweise hat sich bewährt und wird seitdem beibehalten, wobei weitere Aktivitäten hinzugefügt worden sind, die sich alle um das Thema blau ranken (Stand: XI/2017).

#### **Berufswahlvorbereitungswochen (BWVW) am AFG**

In den letzten beiden Wochen vor den Osterferien finden die BWVW statt. Chemieinteressierte SchülerInnen der Stufe 10 (EP) können sich an die Fachschaft Chemie wenden, falls ein Praktikum im französischsprachigen Bereich angedacht ist. Hier bestehen freundschaftliche Kontakte zur Universität Lyon (Ecole Normale Supérieure de Lyon, <http://www.ens-lyon.fr/CHIMIE/>) über Herrn Brunnert, die bedarfsweise genutzt werden können. Die Internetseite Research Gate erlaubt einen Einblick in die Arbeitsgebiete von Herrn Dr. Cyrille Monnereau (ENS de Lyon) und seine Expertise: [http://www.researchgate.net/profile/Cyrille\\_Monnereau/info](http://www.researchgate.net/profile/Cyrille_Monnereau/info) (Letzter Zugriff: 27.11.2017)

### **Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit**

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, finden im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums schulinterne Informationsveranstaltungen statt, die in der Vergangenheit von der Fachschaft Deutsch verantwortet wurden. Ein Besuch der Universitäts- und Landesbibliothek in Münster wird hier nach Bedarf von individuellen KollegInnen angeboten.

### **Exkursionen**

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

#### **EP:**

Aufgrund der BWVW („Praktikum“), die zwei Wochen umfassen, ist eine Exkursion aus Zeitgründen nicht sinnvoll; wir begrüßen jedoch hiernach:

#### **Q 1 oder Q2:**

Besuch eines Schülerlabors, z.B. jenem an der Universität Münster, das insbesondere Angebote für einen Leistungskurs anbietet

#### **Q 1 oder Q2**

Besuch des Chemieunternehmens Lanxess in Krefeld („Anorganische Farbstoffchemie“).

ENTWURF