georg büchner GYMNASIUM
Gymnasium der Stadt Köln

Schulinterner Lehrplan des Georg-Büchner-Gymnasiums

Sekundarstufe II

(G9 ab 2022/23)

Chemie

(Fassung vom 08.12.2023)

Inhalt

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit 3

2 Entscheidungen zum Unterricht 4

2.1 Unterrichtsvorhaben 4

2.2 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit 5

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung 7

2.4 Verteilung der Unterrichtsvorhaben in den Jahrgängen 11

2.5 Übersicht der Unterrichtsvorhaben – Tabellarische Übersicht (SiLP) 12

3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen 16

4 Qualitätssicherung und Evaluation 43

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

Unser pädagogisches Leitbild zeigt sich in zwei Prinzipien: In der Vielfalt der Bildungsinhalte und im Sozialen Lernen. Diese Prinzipien versucht das Fach Chemie aufzugreifen und nimmt die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen in den Blick.

Es ist ein wichtiges Anliegen, durch gezielte Unterstützung des Lernens die Potenziale jeder Schülerin und jedes Schülers in allen Bereichen optimal zu entwickeln. In einem längerfristigen Entwicklungsprozess arbeitet das Fach Chemie daran, die Bedingungen für individuelles und erfolgreiches Lernen zu verbessern. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine gemeinsame Vorgehensweise aller Fächer des Lernbereichs angestrebt.

Durch eine verstärkte Zusammenarbeit und Koordinierung der Fachbereiche werden Bezüge zwischen Inhalten der Fächer hergestellt. Am Nachmittag erhalten Schülerinnen und Schüler im Rahmen von Projekten und Arbeitsgemeinschaften erweiterte Bildungsangebote.

Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds und fachliche Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern

Für alle Schülerinnen und Schüler wird eine umfangreiche Lernerfahrung in verschiedensten Formen bereitgestellt. Dabei werden nicht nur die stärkeren Schülerinnen und Schüler gefördert, sondern auch die Schwächeren anhand von Zusatzmaterialien unterstützt. Für die interessierteren und stärkeren Schülerinnen und Schüler stehen zahlreiche Programme in beiden Sekundarstufen zur Verfügung. Dazu zählen Chemie-AGs, Differenzierungskurse, die Schülerwettbewerbe Chemie entdecken, DECHEMAX und die Internationale Chemie-Olympiade.

Fachliche Bezüge zu schulischen Standards zum Lehren und Lernen

Im Rahmen des schulinternen Lehrplans werden unter anderem Bezüge zum kooperativen Lernen, zum sprachsensiblen Fachunterricht und zum Medienkonzept aufgeführt.

Es wird eine umfangreiche Materialausstattung für Demonstrations- und Schülerversuche geboten. Um einen zeitgemäßen Unterricht zu ermöglichen, werden Laptops, Beamer, Dokumentenkameras, Smartboards sowie Computerräume mit Internetzugang eingesetzt.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden *Übersicht über die Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen. Dadurch soll verdeutlicht werden, welches Wissen und welche Fähigkeiten in den jeweiligen Unterrichtsvorhaben besonders gut zu erlernen sind und welche Aspekte deshalb im Unterricht hervorgehoben thematisiert werden sollten. Unter den weiteren Vereinbarungen des Übersichtsrasters werden u. a. Absprachen im Hinblick auf inhaltliche Fokussierungen sowie interne und externe Verknüpfungen ausgewiesen. Bei Synergien und Vernetzungen bedeutet ein nach links gerichteter Pfeil (←), dass auf Lernergebnisse anderer Bereiche zurückgegriffen wird (*aufbauend auf …*), ein nach rechts gerichteter Pfeil zeigt an (→), dass Lernergebnisse später fortgeführt werden (*grundlegend für …*).

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

2.2 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

Gemäß Schulprogramm sollen insbesondere die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen im Mittelpunkt stehen. Die Lehrerkonferenz hat darüber hinaus entschieden, dass die im Referenzrahmen Schulqualität NRW formulierten Kriterien und Zielsetzungen als Maßstab für die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Schule gelten sollen. Die Fachgruppe vereinbart daher, der individuellen Kompetenzentwicklung (Referenzrahmen Kriterium 2.2.1) und den herausfordernden und kognitiv aktivierenden Lehr- und Lernprozessen (Kriterium 2.2.2) besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Chemie bezüglich ihres schulinternen Lehrplans die folgenden fachdidaktischen und fachmethodischen Grundsätze beschlossen:

Lehr- und Lernprozesse

- Schwerpunktsetzungen hinsichtlich gemeinsamer Basiskonzepte
- Lehren und Lernen in alltagsbezogenen Kontexten
- Variation der Aufgaben und Lernformen mit dem Ziel einer kognitiven Aktivierung aller Lernenden nachfolgender Kriterien:
    - Förderung der Selbständigkeit und Eigenverantwortung, insbesondere im Prozess der Erkenntnisgewinnung im Rahmen experimenteller Unterrichtsphasen (z.B. Planung, Durchführung, Protokollierung und Vorstellung einer chemischen Reaktion)
    - Einsatz von digitalen Medien und Werkzeugen zur Verständnisförderung und zur Unterstützung und Individualisierung des Lernprozesses (z. B. Animationen von Atomen, Molekülen und Reaktionen)

Experimente und eigenständige Untersuchungen

- Verdeutlichung der verschiedenen Funktionen von Experimenten in den Naturwissenschaften und des Zusammenspiels zwischen Experiment und konzeptionellem Verständnis auch in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer
- überlegter und zielgerichteter Einsatz von Experimenten: Einbindung in die Erkenntnisprozesse und in die Beantwortung von Fragestellungen
- schrittweiser und systematischer Aufbau von der reflektierten angeleiteten Arbeit hin zur möglichen Selbstständigkeit bei der hypothesengeleiteten Planung, Durchführung und Auswertung von Untersuchungen
- Professionalisierung der Fähigkeiten zur Dokumentation der Experimente und Untersuchungen (Versuchsprotokoll)

Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität

Gemäß ihren Zielsetzungen setzt die Fachgruppe ihren Fokus auf eine Förderung der individuellen Kompetenzentwicklung. Die Gestaltung von Lernprozessen soll sich deshalb nicht auf eine angenommene mittlere Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe beschränken, sondern muss auch Lerngelegenheiten sowohl für stärkere als auch schwächere Schülerinnen und Schüler bieten. Um den Arbeitsaufwand dafür in Grenzen zu halten, erstellt die Fachgruppe Lernarrangements, bei der alle Lernenden am gleichen Unterrichtsthema arbeiten und die gleichzeitig binnendifferenzierend konzipiert sind. Gesammelt bzw. erstellt, ausgetauscht sowie erprobt werden sollen:

- unterrichtsbegleitende Aufgaben zur Diagnose individueller Kompetenzentwicklung
- komplexere Lernaufgaben mit gestuften Lernhilfen für unterschiedliche Leistungsanforderungen
- unterstützende zusätzliche Maßnahmen für individuelle Lernschwierigkeiten
- herausfordernde zusätzliche Angebote für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler

Schüleruni

Zusätzlich gibt eine Kooperation mit der Universität Köln unter dem Namen „Schüleruni“. Dabei haben Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit im zeitlichen Rahmen von einigen Stunden pro Woche erste Vorlesungen und Seminare in der Universität zu besuchen.

Offene Lernzeit NW

Innerhalb der Schule und der täglichen Unterrichtszeit fügt sich zudem noch die sogenannte „Offene Lernzeit“ ein. Diese Zeit gibt den Schülerinnen und Schülern Stoffwiederholungen im schulischen Rahmen durchzuführen und gleichzeitig eine Lehrperson für individuelle Unterstützung und Begleitung zur Verfügung zu haben.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Die Fachkonferenz hat im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen:

Grundsätzliche Absprachen:

Erbrachte Leistungen werden auf der Grundlage transparenter Ziele und Kriterien in allen Kompetenzbereichen bewertet. Sie werden den Schülerinnen und Schülern mit Bezug auf diese Kriterien rückgemeldet und erläutert. Auf dieser Basis sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Leistungen zunehmend selbstständig einschätzen. Die individuelle Rückmeldung vermeidet eine reine Defizitorientierung und stellt die Stärkung und die Weiterentwicklung vorhandener Fähigkeiten in den Vordergrund. Sie soll realistische Hilfen und Absprachen für die weiteren Lernprozesse enthalten.

Die Bewertung von Leistungen berücksichtigt Lern- und Leistungssituationen. Einerseits soll dabei Schülerinnen und Schülern deutlich gemacht werden, in welchen Bereichen aufgrund des zurückliegenden Unterrichts stabile Kenntnisse erwartet und bewertet werden. Andererseits werden Fehler in neuen Lernsituationen im Sinne einer Fehlerkultur für den Lernprozess genutzt. Die Entwicklung der Kompetenzbereiche wird in der Regel auf der Grundlage einer kriteriengeleiteten, systematischen Beobachtung von Unterrichtshandlungen beurteilt. Die Beobachtungen erfassen die Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge, die die Schüler im Unterricht einbringen.

Kriterien der Leistungsbeurteilung:

Die Gesamtnote beruht auf der 50 % sonstige Leistungen und 50 % schriftliche Leistungen.

Schriftliche Arbeiten werden durch die drei Anforderungsbereiche „Wiedergabe von Kenntnissen“ (AFB I), „Anwenden von Kenntnissen“ (AFB II) und „Problemlösen und Werten“ (AFB III) strukturiert. Für Klausuren gilt, dass der Schwerpunkt der zu erbringenden Leistungen im Anforderungsbereich II liegt, bei angemessener Berücksichtigung der Anforderungsbereiche I und III. Aufgabenstellung und Punkteverteilung orientieren sich an den Vorgaben für das Zentralabitur.

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schüler. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

Anzahl und Dauer von Klausuren

		EF		Q1		Q2	
		1. HJ	**2. HJ**	**1. HJ**	**2. HJ**	**1. HJ**	**2. HJ**
Grundkurs	Anzahl	1*	2	2	2**	2	1
	Dauer in min	**90**	**90**	**135**	**135**	**180**	**225 + 30 *****
Leistungskurs	Anzahl	-	-	2	2**	2	1
	Dauer in min	-	-	**180**	**180**	**225**	**270 + 30 *****

** Zu Beginn der EF wird nach einer Wiederholungsphase ein obligatorischer Test über die Inhalte der Sek I geschrieben.*
*** Die erste Klausur in der Q1.2 kann ggf. durch eine Facharbeit ersetzt werden.*
**** „Vorabitur-Klausur“: Von vier Aufgabenteilen werden drei ausgewählt und vollständig bearbeitet. 30 min Auswahlzeit.*

Aufgabenarten und Anforderungsbereiche

In der Regel besteht eine Klausur aus zwei unterschiedlichen Aufgaben mit je 3 – 5 Teilaufgaben. Die Aufgaben sind Material bezogen und berücksichtigen bei der Formulierung die Operatoren des Faches Chemie. Die Anforderungsbereiche sollen innerhalb der Klausur ungefähr nachfolgendem Schema aufgeteilt sein und erstrecken sich in der Regel über die verschiedenen Teilaufgaben:

	EF	**Q1**	**Q2**
AFB I (Reproduktion)	40 %	30 %	30 %
AFB II (Anwendung)	50 %	50 %	50 %
AFB III (Transfer)	10 %	20 %	20 %

Bewertung und Korrektur

In Anlehnung an das Notenschema im Zentralabitur wird folgende prozentuale Verteilung festgelegt, an der sich die Notenfestlegung bei schriftlichen Übungen und Klausuren in der Sekundarstufe II in der Regel orientieren soll („Notenschlüssel“):

Note	**Punkte**	**Prozent**
sehr gut (plus)	15	95 %
sehr gut	14	90 %
sehr gut (minus)	13	85 %
gut (plus)	12	80 %
gut	11	75 %
gut (minus)	10	70 %
befriedigend (plus)	9	65 %
befriedigend	8	60 %
befriedigend (minus)	7	55 %
ausreichend (plus)	6	50 %
ausreichend	5	45 %
ausreichend (minus)	4	40 %
mangelhaft (plus)	3	33%
mangelhaft	2	27 %
mangelhaft (minus)	1	20 %
ungenügend	0	0 %

Operatoren

Die in Klausuren gestellten Aufgaben sind operationalisiert. Die angewandten Operatoren entsprechen den aktuellen Abiturvorgaben NRW:

Operator	**Erläuterung**
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenwerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten oder einen Sachverhalt experimentell prüfen
aufstellen, formulieren	chemische Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen (Wort- oder Formelgleichungen) oder Reaktionsmechanismen entwickeln
Hypothesen aufstellen	eine Vermutung über einen unbekannten Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird
angeben, nennen	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben
auswerten	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder Informationen in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen
berechnen	Die Berechnung ist ausgehend von einem Ansatz darzustellen.
beschreiben	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren
beurteilen	Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.
bewerten	Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich machen, indem man ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführt
erläutern	einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen

ermitteln	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen
herleiten	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen
interpretieren, deuten	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen
ordnen	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
planen	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren
skizzieren	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen
untersuchen	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten
zeichnen	Objekte grafisch exakt darstellen

Quelle: https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/get-file.php?file=5594

Facharbeit

Wird die Facharbeit im Fach Chemie geschrieben, ersetzt sie die erste Klausur im 2. Halbjahre der Q1. Sie dient dazu, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und Formen selbstständigen, wissenschaftspropädeutischen Lernens und Arbeitens vertraut zu machen.

Die Facharbeit ist eine umfangreichere schriftliche Hausarbeit, die eine eigenständige experimentelle Leistung beinhaltet und ist selbstständig zu verfassen.

Die verpflichtenden Beratungstermine fordern von jedem Schüler Zwischenergebnisse (z.B. Inhaltsverzeichnis, grobes Versuchsprotokoll usw.). Die Beratungsgespräche sind Teil der Bewertung.

2.4 Verteilung der Unterrichtsvorhaben in den Jahrgängen

Jahrgang / Kurs	EF (dreistündig)	Q1 GK (dreistündig)	Q1 LK (fünfstündig)	Q2 GK (dreistündig)	Q2 LK (fünfstündig)
Unterrichts-vorhaben	**Einführung:** Sicherheit im Chemieunterricht, Selbstdiagnose (ca. 6 Stunden)	**Einführung**: Sicherheit im Chemieunterricht, Selbstdiagnose (ca. 3 Stunden)	**Einführung**: Sicherheit im Chemieunterricht, Selbstdiagnose (ca. 3 Stunden)	**UV VI:** Vom Erdöl zur Plastiktüte (ca. 30 Stunden)	**UV VII**: Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung (ca. 44 Stunden)
	UV I: Anwendungsvielfalt der Alkohole (ca. 30 Stunden)	**UV I:** Saure und basische Reiniger im Haushalt (ca. 32 Stunden)	**UV I:** Saure und basische Reiniger (ca. 40 Stunden)	**UV VII:** Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte (ca. 20 Stunden)	**UV VIII:** „InnoProducts“ – Werksstoffe nach Maß (ca. 34 Stunden)
	UV II: Säuren contra Kalk (ca. 14 Stunden)	**UV II:** Salze – hilfreich und lebensnotwendig! (ca. 14 Stunden)	**UV II**: Salze – hilfreich und lebensnotwendig! (ca. 26 Stunden)	**UV VIII:** Ester in Lebensmitteln und Kosmetik (ca. 20 Stunden)	**UV IX:** Ester in Lebensmitteln und Kosmetik (ca. 20 Stunden)
	UV III: Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln (ca. 20 Stunden)	**UV III:** Mobile Energieträger im Vergleich (ca. 18 Stunden)	**UV III:** Mobile Energieträger im Vergleich (ca. 24 Stunden)		**UV X:** Die Welt ist bunt (ca. 16 Stunden)
	UV IV: Kohlenstoffkreislauf und Klima (ca. 16 Stunden)	**UV IV:** Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft? (ca. 19 Stunden)	**UV IV:** Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft? (ca. 30 Stunden)		
		UV V: Korrosion von Metallen (ca. 8 Stunden)	**UV V:** Korrosion von Metallen (ca. 12 Stunden)		
			UV VI: Quantitative Analyse von Produkten des Alltags (ca. 18 Stunden)		
∑	**86**	**94**	**153**	**70**	**114**

2.5 Übersicht der Unterrichtsvorhaben – Tabellarische Übersicht (SiLP)

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 86 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schülerinnen und Schüler…
<u>Einführung</u> **ca. 6 UStd.**	Sicherheit im Chemieunterricht Einstiegsdiagnose zu Sek I-Inhalten: - Aggregatzustände, Stoffgemische, Element, Verbindung, Formelschreibweise, Chemische Reaktion - Modelle des Atombaus, Atombau, Eigenschaften, Periodensystem, Ionen und Ionenverbindungen - Moleküle und intermolekulare Anziehungskräfte, Säuren und Basen, saure und alkalische Lösungen - Eigenschaften und Nomenklatur der Alkane		
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Die Anwendungsvielfalt der Alkohole** *Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?* *Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?* **ca. 30 UStd.**	Kulturprodukt Alkohol: Historische Bedeutung und Versuche zur Gärung sowie zur Destillation Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes; Bewertung von Folgeschäden durch erhöhten Alkoholkonsum	**Inhaltsfeld Organische Stoffklassen** – Wirkung von Alkohol im Körper, Suchtprävention (z.B. Einsatz des Methodenkoffers Alkohol der Präventionsstelle in Hürth) – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe – intermolekulare Wechselwirkungen (z.B. Versuch zur Löschbarkeit von brennendem Ethanol und	• beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6), (VB B Z6) • beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11). • ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11), • erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7), • erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),

	Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung	brennendem Benzin mit Wasser) – Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Konstitutionsisomerie – Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen – Optional: Nachweise von Aldehyden und Ketonen, Exkurs: Zucker	• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7), • stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13), • deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14), • stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4),
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Säuren contra Kalk** *Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?* *Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?* **ca. 14 UStd.**	Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Technik und Alltag	**Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht** – Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit – Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck (z.B. durch Schülerversuche in arbeitsteiliger Gruppenarbeit) – Katalyse (z.B. Methan durch Power-to-Gas)	• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), • definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9), • überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9), • stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11). (MKR 1.2)

<u>Unterrichtsvorhaben III</u> **Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln** *Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?* *Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann* **ca. 20 UStd.**	Bewertung des Einsatzes von Carbonsäuren als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes Erstellung eines informierenden Blogeintrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie	**Inhaltsfeld Organische Stoffklassen** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Estergruppe – intermolekulare Wechselwirkungen – Estersynthese **Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht** – Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von LE CHATELIER; – Massenwirkungsgesetz (K_c), Rückbezug zur Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit – technisches Verfahren (z.B. Salpetersäure im OSTWALD-Verfahren, Bezug zu Farbstoffen in Lebensmitteln)	• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11), • erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7), • führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5), • diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13), (VB B Z3) • beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10), • bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17), • simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). (MKR 1.2)

<u>Unterrichtsvorhaben IV:</u> **Kohlenstoffkreislauf und Klima** *Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?* *Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion synthetischer Kraftstoffe zur Bewältigung der Klimakrise leisten?* **ca. 16 UStd.**	Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Wiederholung des Prinzips von LE CHATELIER Bewertungsaufgabe zu Chancen und Gefahren des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe.	**Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht** – Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von LE CHATELIER (z.B. Beeinflussung der CO_2-Gleichgewichtslage durch Nachweis mit Tashiro-Mischindikator mit Spritzentechnik) – natürlicher Stoffkreislauf (z.B. Kalkkreislauf, Botonherstellung, Bewertungskompetenz: globale Sandknappheit) – Podiumsdiskussion zu möglichen Einsparmaßnahmen zur globalen CO_2-Emission – Rückbezug zu Methan durch Power-to-Gas	• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von LE CHATELIER auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10), • beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12), • analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einem natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), (MKR 2.3, 5.2) • bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13). (VB D Z3)

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Grundkurs (ca. 94 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** **Die Schülerinnen und Schüler**
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Saure und basische Reiniger im Haushalt** *Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?* *Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?* *Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?* *Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?* ca. 32 UStd.	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen von starken Säuren und Basen Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pKs-Werts von schwachen Säuren Praktikum zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** – Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pK_S, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen – analytische Verfahren: Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt) – energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie	• klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6) • erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17), • definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3), • erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10), • erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1,

	ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen		E2, E3, E4), • führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10), • bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2) • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Salze – hilfreich und lebensnotwendig!** *Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?* *Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?*	Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** – analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, – Ionengitter, Ionenbindung	• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8), • weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5), • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)

ca. 14 UStd.	Materialgestützte Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen „Ionenlotterie“ (qualitative Analytik) zur Vertiefung und Leistungsüberprüfung		• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> *Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?* *Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?* *Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?* ca. 18 UStd.	Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung) Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht) virtuelles Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe) Hypothesenentwicklung zum Ablauf	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** – Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen – Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung – Elektrolyse	• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2) • erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9), • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als

	von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse) Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen		Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11), • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), • diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8), (VB D Z1, Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?** *Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?* *Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?*	Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel) Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** – Elektrolyse – alternative Energieträger – energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse	• erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9), • erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), (MKR 1.2) • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), • interpretieren energetische Erscheinungen

Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger? ca. 19 UStd.	Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung) Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im 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)		bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11), • ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2), • bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)

<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Korrosion von Metallen** *Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?* ca. 8 UStd.	Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** – Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz	• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene (S7, S12, K8), • erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1), • entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), (VB D Z3) • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Grundkurs (ca. 70 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** **Die Schülerinnen und Schüler**
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> **Vom Erdöl zur Plastiktüte** *Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?* *Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?* ca. 30 UStd.	Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden, Fokussierung auf Herstellung von Plastiktüten (PE-Verpackungen) Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“ Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere Materialgestützte Erarbeitung der Synthese des Polyethylens durch die radikalische Polymerisation	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – Alkene, Alkine, Halogenalkane – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen – Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** – Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation – Rohstoffgewinnung und -verarbeitung – Recycling: Kunststoffverwertung	• stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11), • erklären Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11), • schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), • recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), • erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe

	Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit anschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung 7) Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)		von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16), • beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> **Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte** *Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?* *Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?* ca. 20 UStd.	Anknüpfen an das vorangegangene Unterrichtsvorhaben anhand einer Recherche zu weiteren Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere) Praktikum zur Untersuchung der Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) anhand von verschiedenen Kunststoffproben (z. B. PE, PP, PS, PVC, PET) Klassifizierung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe – Oxidationszahlen – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** – Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste,	• stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13), • klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer

	durch materialgestützte Auswertung der Experimente Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus Polyamid, zu chirurgischem Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber) Bewertungsaufgabe von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI)	Duroplaste, Elastomere) – Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation – Rohstoffgewinnung und -verarbeitung – Recycling: Kunststoffverwertung	Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2), • führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5), • planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), • erklären ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2), • bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13), • vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13).

<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> **Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln** *Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?* *Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?* ca. 20 UStd.	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln: • Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten • Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl) • Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachsesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren) Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen – Naturstoffe: Fette – Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition – Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier	• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), • erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16), • erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), • schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), • erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13), • unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11), • beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Leistungskurs (ca. 153 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** **Die Schülerinnen und Schüler**
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Saure und basische Reiniger** *Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?* *Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?* *Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?* *Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?* ca. 40 UStd.	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und zur Ableitung des pK_S-Werts von schwachen Säuren Ableitung des pK_B-Werts von schwachen Basen pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger) zur Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** – Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pK_S, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, – analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt – energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie	• klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6) • erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • leiten die Säure-/Base-Konstante und den pK_S/pK_B-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17), • interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17), • definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3), • erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),

	Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen		• erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), • führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10), • bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2) • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8).
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Salze – hilfreich und lebensnotwendig!** *Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?*	Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** - Puffersysteme - Löslichkeitsgleichgewichte - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise	• erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16), • berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17), • erklären endotherme und exotherme Lö-

Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen? *Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?* ca. 26 UStd.	Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen Materialgestützte Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion Recherche zur Bedeutung von Salzen für den menschlichen Körper (Regulation des Wasserhaushalts, Funktion der Nerven und Muskeln, Regulation des Säure-Base-Haushalts etc.) Materialgestützte Erarbeitung der Funktion und Zusammensetzung von Puffersystemen im Kontext des menschlichen Körpers (z. B. Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer im Blut, Dihydrogenphosphat-Hydrogenphosphatpuffer im Speichel, Ammoniak-Ammoniumpuffer in der Niere) einschließlich der gesundheitlichen	von Ionen - energetische Aspekte: Lösungsenthalpie - Entropie - Ionengitter, Ionenbindung	sungsvorgänge bei Salzen unter Einbeziehung der Gitter- und Solvatationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8), • erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7), • weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5), • interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8), • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)

	Folgen bei Veränderungen der pH-Werte in den entsprechenden Körperflüssigkeiten Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit (z. B. Bildung von Zahnstein oder Nierensteine, Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum)		
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> **Mobile Energieträger im Vergleich** *Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?* *Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?* *Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?* ca. 24 USt.	Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht) Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)	• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und berechnen auch unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2) • erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9), • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als

	Messen der Zellspannung verschiedener Konzentrationszellen und Ableiten der Nernst-Gleichung zur Überprüfung der Messergebnisse Berechnung der Leistung verschiedener galvanischer Zellen auch unter Nicht-Standardbedingungen Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse) Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen Lernaufgabe Bewertung: Vergleich der Leistung, Ladezyklen, Energiedichte verschiedener Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete; Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterienentwicklung)		Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10), • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), • diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auch unter Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8). (VB D Z1, Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?** *Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?* *Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?*	Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel) Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energe-	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - alternative Energieträger - Energiespeicherung - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	• erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9), • erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), • erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8),

Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus? ca. 30 UStd.	tik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie Wasserstoff als Autoantrieb: Vergleich der Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle mit der Verbrennung von Wasserstoff (Vergleich der Enthalpie: Unterscheidung von Wärme und elektrischer Arbeit; Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle, Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung, Herleitung der Faraday-Gesetze) Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle 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		• interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10), • berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8), • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), • ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17), • ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S 17, K2), • bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12). (VB D Z1, Z3)

	Lernaufgabe: Wasserstoff – Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial).		
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Korrosion von Metallen** *Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?* ca. 12 UStd.	Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge) Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz	• berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17), • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), • entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15), • entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13), (VB D Z3) • diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), (VB D Z 3) • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> **Quantitative Analyse von Produkten des Alltags**	Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** - analytische Verfahren: Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische	• sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17), • planen hypothesengeleitet Experimente zur

Wie hoch ist die Säure-Konzentration in verschiedenen Lebensmitteln? ca. 18 UStd.	Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven Aufbau und Funktionsweise einer pH-Elektrode (Nernst-Gleichung) Anwendungsmöglichkeit der Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration Projektunterricht zur Bestimmung des Säure-Gehalts in Lebensmitteln z. B.: - Zitronensäure in Orangen - Milchsäure in Joghurt - Oxalsäure in Rhabarber - Weinsäure in Weißwein - Phosphorsäure in Cola Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redoxtitration Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten	pH-Wert-Messung **Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Redoxtitration	Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), • werten pH-metrische Titrationen von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7), • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), (VB B/D Z3) • beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9), • wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10). • ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Leistungskurs (ca. 114 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** **Die Schülerinnen und Schüler …**
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> **Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung** *Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?* *Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?* *Wie werden Verpackungsabfälle aus Kunststoff entsorgt?* ca. 44 UStd.	Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) Recherche zu verschiedenen Kunststoffen (z. B. Name des Kunststoffs, Monomere) für Verpackungsmaterialien anhand der Recyclingzeichen Praktikum zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften anhand von Verpackungsmaterialien (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) Materialgestützte Auswertung der Experimente zur Klassifizierung der Kunststoffe Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe – Alkene, Alkine, Halogenalkane – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Chiralität – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen – Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** – Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) – Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation) – Rohstoffgewinnung und -verarbeitung	• 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, auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11), • schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), • entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2), • recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),

	Vertiefende Betrachtung des Mechanismus der elektrophilen Addition zur Erarbeitung des Einflusses der Substituenten im Kontext der Herstellung wichtiger organischer Rohstoffe aus Alkenen (u. a. Alkohole, Halogenalkane) Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere Vertiefende Betrachtung der Halogenalkane als Ausgangsstoffe für wichtige organische Produkte (u. a. Alkohole, Ether) zur Erarbeitung der Mechanismen der nucleophilen Substitution erster und zweiter Ordnung Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung) Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE einschließlich der Unterscheidung der beiden Polyethylen-Arten anhand ihrer Stoffeigenschaften Lernaufgabe zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling)	– Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe – technisches Syntheseverfahren	• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13), • klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2), • erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16), • erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16), • beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren (S8, S9), • planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), • bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8),

	mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung Recherche zu weiteren Kunststoff-Verpackungen (z. B. PS, PP, PVC) zur Erarbeitung von Stoffsteckbriefen und Experimenten zur Trennung von Verpackungsabfällen Materialgestützte Bewertung der verschiedenen Verpackungskunststoffe z. B. nach der Warentest-Methode		
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> **„InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß** *Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?* *Welche besonderen Eigenschaften haben Werkstoffe aus Kunststoffen und Nanomaterialien und wie lassen sich diese Materialien herstellen?*	Einführung in die Lernfirma „InnoProducts“ durch die Vorstellung der hergestellten Produktpalette (Regenbekleidung aus Polyester mit wasserabweisender Beschichtung aus Nanomaterialien) Grundausbildung – Teil 1: Materialgestützte Erarbeitung der Herstellung von Polyestern und Recycling-Polyester einschließlich der Untersuchung der Stoffeigenschaften der Polyester Grundausbildung – Teil 2: Stationenbetrieb zur Erarbeitung der Eigenschaften von Nanopartikeln (Größenordnung von Nanopartikeln,	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** – Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, – Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation – Rohstoff und	• stellen den Aufbau der Moleküle von Vertretern der Stoffklassen der Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren (S8, S9), • beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten

Welche Vor- und Nachteile haben Kunststoffe und Nanoprodukte mit spezifischen Eigenschaften? ca. 34 UStd.	Reaktivität von Nanopartikeln, Eigenschaften von Oberflächenbeschichtungen auf Nanobasis) Grundausbildung – Teil 3: Materialgestützte Erarbeitung des Aufbaus und der Eigenschaften eines Laminats für Regenbekleidung mit DWR (durable water repellent) -Imprägnierung auf Nanobasis Verteilung der Auszubildenden auf die verschiedenen Forschungsabteilungen der Lernfirma Arbeitsteilige Erarbeitung der Struktur, Herstellung, Eigenschaften, Entsorgungsmöglichkeiten, Besonderheiten ausgewählter Kunststoffe 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 Reflexion der Methode und des eigenen Lernfortschrittes Dekontextualisierung: Prinzipien der Steuerung der Stoffeigenschaften für Kunststoffe und Nanoprodukte einschließlich einer Bewertung der verschiedenen Werkstoffe	-verarbeitung – Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe – Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften	(S1, S9), • führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5), • erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13), • veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8), • erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11), • bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13), • vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13), • beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10), • recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomate-

	Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen		rialien am Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4),
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u> **Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln** *Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?* *Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?* Ca. 20 Std.	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln: • Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten • Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl) • Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen, Oxidationszahlen Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Mechanismus der Estersynthese, Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Estergruppe, Elektronenpaarbindung: Oxidationszahlen - Reaktionsmechanismen: Kondensationsreaktion (Estersynthese) – Prinzip von Le Chatelier – Naturstoffe: Fette	• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), • erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16), • erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), • schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), • erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13), • unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11), • beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),

	Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren) 8) Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen		9)
<u>Unterrichtsvorhaben X</u> **Die Welt ist bunt** *Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?* ca. 16 UStd**.**	Materialgestützte und experimentelle Erarbeitung von Farbstoffen im Alltag • Farbigkeit und Licht • Farbe und Struktur (konjugierte Doppelbindungen, Donator-Akzeptorgruppen, Mesomerie) • Klassifikation von Farbstoffen nach ihrer Verwendung und strukturellen Merkmalen • Schülerversuch: Identifizierung von Farbstoffen in Alltagsprodukten durch Dünnschichtchromatographie Synthese eines Farbstoffs mithilfe einer Lewis-Säure an ein aromatisches System: • Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution am Aromaten • Beschreiben der koordinativen Bindung der Lewis-Säure als Katalysator der Reaktion	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems – Mesomerie – Reaktionsmechanismen: elektrophile Erstsubstitution – Koordinative Bindung: Katalyse – Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung – Analytische Verfahren: Chromatografie	• beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15), • erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12), • klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8), • erläutern die Farbigkeit ausgewählter Stoffe durch Lichtabsorption auch unter Berücksichtigung der Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10), • trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5),

	Bewertung recherchierter Einsatzmöglichkeiten verschiedene Farbstoffe in Alltagsprodukten Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen		• interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2), • beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10), • bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).

3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen

Die drei naturwissenschaftlichen Fächer weisen viele inhaltliche und methodische Gemeinsamkeiten, aber auch einige Unterschiede auf, die für ein tieferes fachliches Verständnis genutzt werden können. Synergien beim Aufgreifen von Konzepten, die schon in einem anderen Fach angelegt wurden, nützen dem Lehren, weil nicht alles von Grund auf neu unterrichtet werden muss und unnötige Redundanzen vermieden werden. Das Nutzen dieser Synergien unterstützt aber auch nachhaltiges Lernen, indem es Gelerntes immer wieder aufgreift und in anderen Kontexten vertieft und weiter ausdifferenziert. Dies verdeutlicht, dass Gelerntes in ganz verschiedenen Zusammenhängen anwendbar ist und Bedeutung besitzt. Verständnis wird aber auch dadurch gefördert, dass man Unterschiede in den Sichtweisen der Fächer herausarbeitet und dadurch die Eigenheiten eines Konzepts deutlich werden lässt.

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Die schulinternen Lehrpläne und der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sollen den Schülerinnen und Schülern aufzeigen, dass bestimmte Konzepte und Begriffe in den verschiedenen Fächern aus unterschiedlicher Perspektive beleuchtet, in ihrer Gesamtheit aber gerade durch diese ergänzende Betrachtungsweise präziser verstanden werden können.

Eine jährlich stattfindende gemeinsame Konferenz aller Kolleginnen und Kollegen der naturwissenschaftlichen Fächer ermöglicht Absprachen für eine Zusammenarbeit der Fächer und eine Klärung dabei auftretender Probleme.

Öffnung für Grundschüler

Am Tag der offenen Tür präsentieren sich die Fächer Biologie, Chemie und Physik mit einem gemeinsamen Programm. Grundschülerinnen und Grundschüler können in den naturwissenschaftlichen Fächern einfache Experimente in verkürzten Schulstunden durchführen und so einen Einblick in unterrichtliche, naturwissenschaftliche Arbeitsweisen am GBG gewinnen. Auch werden offene, fachspezifische experimentelle Aktivitäten angeboten, in denen vieles ausprobiert werden kann und darf. Andere Fächergruppen verfahren ebenso.

Des Weiteren wird interessierten Viertklässlern benachbarter Grundschulen zu Beginn jeden neuen Kalenderjahres zusätzlich die Möglichkeit geboten, an einem Nachmittag am Schnupperunterricht in Biologie, Chemie oder Physik teilzunehmen. In Kleingruppen werden in Workshops kreative Experimente durchgeführt, deren Themen aber nicht unbedingt auf den Inhalten der naturwissenschaftlichen SII-Curricula basieren.

Methodenlernen

Die naturwissenschaftlichen Fächer greifen vorhandene Kompetenzen auf und entwickeln sie weiter, wobei fachliche Spezifika und besondere Anforderungen herausgearbeitet werden (z. B. bei Fachtexten, Protokollen, Erklärungen, Präsentationen, Argumentationen usw.).

Chemie-AG SII

Für interessierte Schülerinnen und Schüler der Oberstufe steht die Chemie_AG SII offen, in deren Rahmen u. a. experimentelle und theoretische Aufgaben der Internationalen JuniorScienceOlympiade sowie der ChemieOlympiade bearbeitet werden.

Nutzung außerschulischer Lernorte und Zusammenarbeit mit außerschulischen Kooperationspartnern

Baylab Schülerlabor

Im Baylab Schülerlabor des Bayer-Konzerns in Leverkusen können die Nachwuchschemikerinnen und -chemiker an Schulprojekten teilnehmen, die den Spaß am Entdecken fördern und so das naturwissenschaftliche Verständnis mit ihrem unmittelbaren Erleben verknüpfen. Die Schülerlabore bieten Experimentier-Angebote, fördern den ganzheitlichen Blick und vermitteln neue Technologie und ihre Anwendung.

Schnupperuni Chemie

Bei der Schnupperuni Chemie der Universität zu Köln können Schülerinnen und Schüler an zwei Tagen Uniluft schnuppern! Es gibt Vorlesungen aus den verschiedenen Bereichen der Chemie und dazu viele Experimente zum Zuschauen und Selbermachen. Studierende und Dozierende beantworten alle Fragen und geben viele Informationen rund um das Studium und die Arbeitsmöglichkeiten in der Chemie.

Ebenso kann das Angebot des Schülerlabors der Universität zu Köln mit fächerübergreifenden Projekten das Unterrichtsangebot ergänzen.

Schülerlabor Elke

Das Schülerlabor ELKE des Instituts für Chemiedidaktik bietet Schulklassen die Möglichkeit, für einen Vor- oder Nachmittag die Hochschule zu besuchen und experimentelle Einheiten zu einem ausgewählten interessanten Themenbereich der Chemie durchzuführen. Der Schwerpunkt des Schülerlabors liegt auf dem selbstständigen Experimentieren zu alltagsorientierten Themen. Als Lehr-/Lernlabor bietet es den Studierenden die Möglichkeit, sich in ihrer Lehrerrolle mit Schülerinnen und Schülern auszuprobieren.
Für die Oberstufe bietet Elke die Anbindungsmöglichkeiten an die Inhaltsfelder des Kernlehrplans 1) Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen, sowie organische Produkte, 2) Säuren, Basen und analytische Verfahren und 3) Elektrochemie.

Besuch bei Farina und 4711

In Anbindung an das Unterrichtsvorhaben 1 ‚Die Anwendungsvielfalt der Alkohol' lässt sich im Farina Duftmuseum oder im Dufthaus 4711 eine Exkursion durchführen, die den Schülerinnen und Schülern einen Einblick in die historische Entwicklung und technisch-moderne Synthese von Duftstoffen und deren Anwendungsgebiete ermöglicht.

Wettbewerbe

Regelmäßig können Schülerinnen und Schüler im Rahmen der unterrichtlichen Angebote an verschiedenen naturwissenschaftlichen Wettbewerben wie „Chemie – die stimmt!", „Junior-Science-Olympiade", „Dechemax" und „Internationale Chemie Olympiade" teilnehmen.

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Maßnahmen der fachlichen Qualitätssicherung

Das Fachkollegium überprüft kontinuierlich, inwieweit die im schulinternen Lehrplan vereinbarten Maßnahmen zum Erreichen der im Kernlehrplan vorgegebenen Ziele geeignet sind. Dazu dienen beispielsweise auch der regelmäßige Austausch sowie die gemeinsame Konzeption von Unterrichtsmaterialien, welche hierdurch mehrfach erprobt und bezüglich ihrer Wirksamkeit beurteilt werden. Im Sinne eines Entwicklungsprozesses werden die Unterrichtsmaterialien kontinuierlich überarbeitet und auch im Sinne einer Differenzierung weiterentwickelt. In diesem Zusammenhang werden Diagnosewerkzeuge erstellt, um den Kompetenzerwerb gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern zu überprüfen.

Kolleginnen und Kollegen der Fachschaft (ggf. auch die gesamte Fachschaft) nehmen regelmäßig an Fortbildungen teil, um fachliches Wissen zu aktualisieren und pädagogische sowie didaktische Handlungsalternativen zu entwickeln. Zudem werden die Erkenntnisse und Materialien aus fachdidaktischen Fortbildungen und Implementationen zeitnah in der Fachgruppe vorgestellt und für alle verfügbar gemacht.

Feedback von Schülerinnen und Schülern wird als wichtige Informationsquelle zur Qualitätsentwicklung des Unterrichts angesehen. Sie sollen deshalb Gelegenheit bekommen, die Qualität des Unterrichts zu evaluieren. Dafür kann das Online-Angebot SEFU (Schüler als Experten für Unterricht) genutzt werden (www.sefu-online.de, Datum des letzten Zugriffs: 17.01.2020).

Überarbeitungs- und Planungsprozess

Eine Evaluation erfolgt jährlich. In den Dienstbesprechungen der Fachgruppe zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vorangehenden Schuljahres ausgewertet und diskutiert sowie eventuell notwendige Konsequenzen formuliert. Die vorliegende Checkliste kann als Instrument einer solchen Bilanzierung genutzt werden. Nach der jährlichen Evaluation (s. u.) arbeiten die Lehrkräfte die Änderungsvorschläge in den schulinternen Lehrplan und in die entsprechenden Dokumente ein. Die Ergebnisse dienen der/dem Fachvorsitzenden zur Rückmeldung an die Schulleitung und u. a. an den/die Fortbildungsbeauftragte, außerdem sollen wesentliche Tagesordnungspunkte und Beschlussvorlagen der Fachkonferenz daraus abgeleitet werden.

Checkliste zur Evaluation

Der schulinterne Lehrplan ist als „dynamisches Dokument“ zu sehen. Dementsprechend werden die dort getroffenen Absprachen stetig überprüft, und ggf. modifiziert. Die Fachschaft trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

Die Überprüfung erfolgt in regelmäßigen Abständen. I.d.R. zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachkonferenz ausgetauscht, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen formuliert.

Die Checkliste dient dazu, mögliche Probleme und einen entsprechenden Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren. Die Liste wird als externe Datei regelmäßig überabeitet und angepasst. Sie dient auch dazu, Handlungsschwerpunkte für die Fachgruppe zu identifizieren und abzusprechen.

Handlungsfelder		***Handlungsbedarf***	***verantwortlich***	***zu erledigen bis***
Ressourcen				
räumlich	Unterrichts-räume / Fachräume			
	Räume zur Unterrichts-vorbereitung			
	Bibliothek			
	Computer-raum			
	Raum für Fachteam-arbeit			
	…			
materiell/ sachlich	Lehrwerke			
	Fachzeit-schriften			
	Geräte/ Me-dien			
	Chemikalien			
	…			
Kooperation bei Unterrichtsvorhaben				
Leistungsbewertung/ Leistungsdiagnose				
Fortbildung				
fachspezifischer Bedarf				
fachübergreifender Bedarf				