



**Schulinterner Lehrplan  
Chemie Sekundarstufe II**  
Beschluss am 17.10.2022

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Chemie am Leibniz-Gymnasium – Voraussetzungen und Rahmenbedingungen</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>5</b>
2.1	Übersicht über die Unterrichtsvorhaben	5
2.1.1	<i>Einführungsphase – Entwurf</i>	7
2.1.2	<i>Qualifikationsphase</i>	12
2.2	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	18
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	21
2.4	Lehr- und Lernmittel	26
<b>3</b>	<b>Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>Anhang: Exemplarische Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben</b>	<b>31</b>
5.1	Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben I	31
5.2	Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II	35
5.3	Grundkurs Qualifikationsphase Q 1 – Unterrichtsvorhaben IV	40
5.4	Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben VI	45
5.5	Grundkurs Qualifikationsphase Q 2 – Unterrichtsvorhaben II	50
5.6	Grundkurs Qualifikationsphase Q 2 – Unterrichtsvorhaben III	55
5.7	Leistungskurs Qualifikationsphase Q 1 – Unterrichtsvorhaben III	59
5.8	Leistungskurs Qualifikationsphase Q 1 – Unterrichtsvorhaben IV	65
5.9	Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben I	68
5.10	Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben III	74

# 1 Chemie am Leibniz-Gymnasium – Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

Das Leibniz-Gymnasium mit 716 Schülerinnen und Schülern (Stand Schuljahr 2013/14) liegt in Remscheid-Lüttringhausen. Unser Gymnasium ist eine **kleine und überschaubare Schule** mit engem Kontakt zwischen Schülerinnen und Schülern mit den Lehrerinnen und Lehrern. Die Schule ist eine Halbtagschule mit ein bis zwei Langtagen pro Jahrgangsstufe. Seit dem Schuljahr 2013/14 wird eine Inklusionsklasse geführt, für die in Chemie aber noch keine Erfahrungen vorliegen, da der Chemie-Unterricht erst in Jahrgang 7 startet.

Die **Chemische Industrie** ist im Bergischen ein bedeutender Wirtschaftszweig. Bekannt ist zum Beispiel das Bayer-Werk in Wuppertal, zu dem Kontakte im Zusammenhang mit dem Schülerpraktikum in der Einführungsphase bestehen. Eine Kooperation oder Partnerschaft mit einem Chemieunternehmen gibt es darüber hinaus zur Zeit nicht.

Im Rahmen der **Studien- und Berufswahlorientierung** besteht neben dem erwähnten Schülerpraktikum ein differenziertes Beratungsangebot. Dazu wurde auch ein Angebot mit Eltern und ehemaligen Schülerinnen und Schülern aufgebaut, die neben weiteren Referenten ihre Berufe einmal im Jahr in der Schule vorstellen (Berufsbörse) und auch darüber hinaus teilweise als Ansprechpartner zur Verfügung stehen. Regelmäßig nehmen Schülerinnen und Schüler an Unitagen teil. Dabei spielen technische Berufe und naturwissenschaftliche Studiengänge eine deutliche Rolle. Bewerbungstraining und Eignungstest runden das Angebot ab.

Zur Zeit unterrichten **zwei Kolleginnen und zwei Kollegen** am Leibniz-Gymnasium Chemie. Durch die Zweitfächer (drei Mal Biologie, einmal Physik) besteht natürlicherweise eine Zusammenarbeit mit den anderen Naturwissenschaften. Die Zusammenarbeit und Arbeitsteilung in der Fachschaft ist gut, so wechselt der Fachkonferenzvorsitz turnusmäßig in jedem Schuljahr. Herr Gamper ist Gefahrstoffbeauftragter der Schule.

In der **Sekundarstufe I** wird in den Jahrgangsstufen 7,8, und 9 Chemie erteilt. Dabei werden in den Jahrgangsstufen 7, 8.1 und 8.2 eine Unterrichtseinheit (67,5 Minuten) und in den Jahrgangsstufen 8.2 und 9.1 zwei Unterrichtseinheiten unterrichtet, insgesamt also umgerechnet 6 Unterrichtsstunden á 45 Minuten. Daneben wird im Wahlpflichtbereich II Unterricht mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt erteilt. Außerdem werden immer wieder AGs im naturwissenschaftlichen Bereich angeboten.

In der **Sekundarstufe II** bietet das Leibniz-Gymnasium regelmäßig einen Grundkurs in Chemie an. Rund 20 der ca. 90 Schülerinnen und Schüler eines Jahrgangs wählen Chemie. Leistungskurse kommen jedoch meist nicht und wenn nur in Kooperation mit allen Remscheider Gymnasien zustande. Der Unterricht im Grundkurs umfasst zwei Unterrichtseinheiten von 67,5 Minuten (dreistündiger Unterricht auf 45 Minuten umgerechnet). Fast in jedem Jahrgang legen Schülerinnen und Schüler die Abiturprüfung im Fach Chemie ab. Neben dem Kernunterricht bietet das Leibniz-Gymnasium auch manchmal Projektkurse mit chemischen Anteilen an. Die Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler aus der Freiarbeit der SI sollen in der SII für die **selbstständige, aktive Erarbeitung** der Unterrichtsinhalte genutzt werden. Dafür sind die kleinen Kurse ein wichtiger Vorteil.

Seit dem Einzug der Grundschule steht nur noch ein **Chemieraum** zur Verfügung, der im Bereich der Grundschule liegt. Ein Neubau eines Fachraums ist geplant. Der Fachraum ver-

fügt über nur einen **Abzug**. Schüler-Experimente im Abzug sind daher im Prinzip nicht möglich. In der SII muss daher insbesondere in den Unterrichtsvorhaben zu Farbstoff- und Kunststoff-Chemie auf Lehrerdemonstrationsexperimente zurückgegriffen werden. Die Ansonsten ist die **Ausstattung der Chemiesammlung** mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ausreichend, zum Beispiel stehen für die Elektrochemie Schülerarbeitsplätze zur Verfügung. Die vom Schulträger bereitgestellten Mittel reichen nur für das unbedingt Erforderliche aus. Ohne den Förderverein wäre die Ausstattung allerdings zu gering. Einen eigenen Etat für das Fach (Chemikalien, Verbrauchsmaterial, Neuanschaffungen) gibt es am Leibniz-Gymnasium nicht. Für Anschaffungen muss ein Antrag an den Förderverein gestellt werden. Die Fachschaft würde hier eine Änderung hin zu einem ständigen Etat begrüßen.

Ein Beamer bietet gute Möglichkeiten für den Medieneinsatz. Leider sind ein Internetzugang oder eine **Ausstattung mit Computern** im Fachraum nicht vorhanden. Hier hofft die Fachschaft auf Verbesserungen im Rahmen des Neubaus. Grundsätzlich sehen die Fachkollegen den Einsatz von Computern im Chemieunterricht als unbedingt nötig an (Messwerterfassung und –auswertung, Simulationen, Präsentationen, Recherche).

Im Rahmen des Erziehungsauftrages fördern wir besonders die Aufrechterhaltung von Sauberkeit und Ordnung im Chemieraum.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.1 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

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

Die Fachschaft lehnt es aber ab, die Unterrichtsplanung durch zu konkrete Vorgaben einzuengen. Das wäre gerade vor dem Hintergrund heterogener Lerngruppen und unterschiedlicher Lerngruppen kontraproduktiv, da der Unterricht grundsätzlich an die Lerngruppe anzupassen ist. Eine Passung oder gar individuelle Förderung durch Vorgaben bis auf die Stundenebene ist nicht möglich. Auch die unterschiedlichen Lehrerpersönlichkeiten sollen weiterhin unter dem Aspekt der Authentizität sichtbar bleiben. Wir entscheiden uns daher, die im vom Ministerium im Lehrplannavigator eingestellten Vorentwurf des schulinternen Lehrplans vorgeschlagenen Konkretisierungen einzelner Unterrichtsvorhaben lediglich als Anhang, nicht jedoch als Bestandteil unseres schulinternen Lehrplans zu führen. Der lediglich empfehlende Charakter wird dadurch betont.

Im Folgenden wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss **verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben** dargestellt. Dabei ist im Hinblick auf die Kooperation mit dem Röntgen-Gymnasium **auch die Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben in der Q1 unbedingt einzuhalten**, um Probleme für Wiederholer auszuschließen. In der EF dagegen kann aus pädagogischen Gründen von der angegebenen Reihenfolge abgewichen werden, sofern alle Unterrichtsvorhaben angemessen berücksichtigt werden. In Q2 kann auch die Farbstoffchemie vor der Makromolekularen Chemie behandelt werden.

Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen. Für die konkrete Unterrichtsplanung ist auf die konkretisierten Kompetenzen zurückzugreifen, wie es im Anhang als Beispiel zu sehen ist. Der ausgewiesene *Zeitbedarf* versteht sich als *grobe Orientierungsgröße*, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant. (Als 75 % wurden für die Einführungsphase 60 Unterrichtseinheiten á 67,5 Minuten, für den Grundkurs in der Q1 ebenfalls 60 und in der Q2 40 Unterrichtseinheiten und für den Leistungskurs in der Q1 100 und für Q2 60 Unterrichtsstunden zugrunde gelegt.)

Die exemplarische Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (s. Anhang) hat nur empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. *Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen*

*bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.*

**Der schulinterne Lehrplan unterliegt hinsichtlich der Einführungsphase noch der Überarbeitung und Konkretisierung, da es sich hier um den ersten Durchgang handelt. Für die Qualifikationsphase ist noch der schulinterne Lehrplan des G8 angegeben, da der neue Lehrplan hier erst im Schuljahr 2023/24 (Q1) bzw. 2024/25 (Q2) startet.**

## 2.1.1 Einführungsphase – Entwurf

**Summe Einführungsphase: 60 Unterrichtseinheiten**  
**Klausuren: +2 UE, Praktikum: + 4UE => 66 UE von ca. 80 UE verplant!**

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b>  <b>Kohlenwasserstoffe als Rohstoffe der Chemischen Industrie</b></p> <p><i>Wie werden Kohlenwasserstoffe aus dem Rohstoff Erdöl gewonnen?</i></p> <p><i>Wie werden aus den wenig reaktiven Kohlenwasserstoffen reaktive Ausgangsstoffe für Synthesen hergestellt?</i></p> <p>ca. 5 UE</p>	<p>Wiederholung von Grundlagen aus der SI:</p> <p>materialgestützte Erarbeitung des Verfahrens der fraktionierten Destillation und Rückschluss auf Van-der-Waals-Kräfte und unterschiedliche Molekülgröße</p> <p>materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Alkane (Elektronenpaarbindung, Molekülstruktur, Isomerie, Nomenklatur)</p> <p>experimentelle Unterscheidung von Alkenen und Alkinen von Alkanen durch Addition von Brom</p> <p>Erläuterung eines Reaktionssterns: Produkte aus Alkanen, Alkenen und Alkinen</p>	<p><b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe</li> <li>– Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie</li> <li>– intermolekulare Wechselwirkungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• <i>Definieren die Begriffe „Isomere“, „Isomerie“ und „Konstitutionsisomerie“ (selbst formuliert nach verbindlichem inhaltlichem Schwerpunkt)</i></li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7)</li> <li>• <i>charakterisieren anhand der funktionellen Gruppen verschiedene Stoffklassen und weisen die funktionellen Gruppen nach (selbst formuliert nach verbindlichem inhaltlichem Schwerpunkt)</i></li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b>  <b>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</b></p> <p><i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Giftstoff und Genussmittel sein?</i></p> <p><i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p>ca. 20 UE</p>	<p>Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanol</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Giftstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes</p>	<p><b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe</li> <li>– Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> </ul>

	<p>Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p>	<p>und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Konstitutionsisomerie</li> <li>– intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> <li>– Estersynthese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),</li> <li>• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7),</li> <li>• stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),</li> <li>• deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),</li> <li>• stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4),</li> <li>• beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6), <b>(VB B Z6)</b></li> <li>• beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).</li> </ul>
--	--	--	---

<p><b>Unterrichtsvorhaben III</b> <b>Säuren contra Kalk</b></p> <p><i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i></p> <p>ca. 10 UE</p>	<p>Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren</p> <p>Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),</li> <li>• überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),</li> <li>• 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)</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben IV</b> <b>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b></p> <p><i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i></p> <p><i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i></p> <p>ca. 11 UE</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</p> <p>Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts</p> <p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</p>	<p><b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe</li> <li>- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie</li> <li>- intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),</li> </ul>

	<p>Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>Erstellung eines informierenden Blogeintrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt</p> <p>Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie</p>	<p>- Estersynthese</p> <p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <p>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</p> <p>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>)</p> <p>- natürlicher Stoffkreislauf – technisches Verfahren</p> <p>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</p> <p>- Katalyse</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13), (VB B Z3)</li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17),</li> <li>• simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). (MKR 1.2)</li> </ul>
--	---	---	--

<p><b>Unterrichtsvorhaben V: Kohlenstoffkreislauf und Klima</b></p> <p><i>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</i></p> <p><i>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion synthetischer Kraftstoffe zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</i></p> <p>ca. 14 UE</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes</p> <p>Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen</p> <p>Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlen-säure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt</p> <p>Bewertungsaufgabe zu Chancen und Gefahren des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe.</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichtes nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),</li> <li>• beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),</li> <li>• analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einem natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), <b>(MKR 2.3, 5.2)</b></li> <li>• bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13). <b>(VB D Z3)</b></li> </ul>
---	---	--	--

## 2.1.2 Qualifikationsphase

### Qualifikationsphase (Q1) – GRUNKURS

#### Unterrichtsvorhaben I:

**Kontext:** Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF3 Systematisierung
- UF4 Vernetzung
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E6 Modelle
- K2 Recherche
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Mobile Energiequellen

**Zeitbedarf:** ca. 15 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

#### Unterrichtsvorhaben II:

**Kontext:** Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF2 Auswahl
- E6 Modelle
- E7 Vernetzung
- K1 Dokumentation
- K4 Argumentation
- B1 Kriterien
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Mobile Energiequellen
- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen

**Zeitbedarf:** ca. 10 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

#### Unterrichtsvorhaben III:

**Kontext:** Korrosion vernichtet Werte

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Korrosion

**Zeitbedarf:** ca. 5 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

#### Unterrichtsvorhaben IV:

**Kontext:** Säuren und Basen in Alltagsprodukten:

*Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- K1 Dokumentation
- K2 Recherche

**Inhaltsfeld:** Säuren, Basen und analytische Verfahren

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen

**Zeitbedarf:** ca. 11 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

**Fortsetzung siehe nächste Seite!**

Unterrichtsvorhaben V:

**Kontext:** Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF2 Auswahl
- UF3 Systematisierung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- B1 Kriterien

**Inhaltsfeld:** Säuren, Basen und analytische Verfahren

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen

**Zeitbedarf:** 9 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

Unterrichtsvorhaben VI:

**Kontext:** Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF3 Systematisierung
- UF4 Vernetzung
- E3 Hypothesen
- E 4 Untersuchungen und Experimente
- K3 Präsentation
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Organische Verbindungen und Reaktionswege

**Zeitbedarf:** ca. 10 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

**Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 60 Stunden**

**Klausuren: + 4 UE => 64 UE von ca. 80 UE verplant**

**Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS**

Unterrichtsvorhaben I:

**Kontext:** Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF2 Auswahl
- UF4 Vernetzung
- E3 Hypothesen
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- K3 Präsentation
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf:** ca. 16 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

Unterrichtsvorhaben II:

**Kontext:** Bunte Kleidung

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- K3 Präsentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf:** ca. 14 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

Unterrichtsvorhaben III:

**Kontext:** Wenn das Erdöl zu Ende geht

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF4 Vernetzung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E4 Untersuchungen und Experimente
- K3 Präsentation
- B3 Werte und Normen
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Organische Verbindungen und Reaktionswege

**Zeitbedarf:** ca. 7 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

**Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 47 Stunden**

**Klausuren: + 6 UE; Studienfahrt: + 2 UE => 55 UE von ca. 60 UE verplant**

## Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

**Kontext:** Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- K2 Recherche
- B1 Kriterien

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Mobile Energiequellen

**Zeitbedarf:** ca. 20 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Kontext:** Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF2 Auswahl
- UF4 Vernetzung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E5 Auswertung
- K2 Recherche
- K4 Argumentation
- B1 Kriterien
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfelder:** Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Mobile Energiequellen
- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse

**Zeitbedarf:** ca. 11 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

### Unterrichtsvorhaben III:

**Kontext:** Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- K2 Recherche
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfelder:** Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Korrosion und Korrosionsschutz

**Zeitbedarf:** ca. 8 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Kontext:** Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF4 Vernetzung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- K2 Recherche
- K3 Präsentation
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Reaktionsabläufe

**Zeitbedarf:** ca. 9 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

**Fortsetzung siehe nächste Seite!**

Unterrichtsvorhaben V:

**Kontext:** Säuren und Basen in Alltagsprodukten

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E3 Hypothesen
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- K1 Dokumentation
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfelder:** Säuren, Basen und analytische Verfahren

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen
- Titrationsmethoden im Vergleich

**Zeitbedarf:** ca. 24 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

**Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: ca. 72 Unterrichtseinheiten**

**Klausuren: + 4 UE, Studienfahrt: + 4 UE => 80 UE von ca. 100 UE verplant**

## Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

**Kontext:** Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- K3 Präsentation
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Reaktionsabläufe
- Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf:** ca. 22 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Kontext:** Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF2 Auswahl
- E3 Hypothesen
- E6 Modelle
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Reaktionsabläufe

**Zeitbedarf:** ca. 14 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

### Unterrichtsvorhaben III:

**Kontext:** Farbstoffe im Alltag

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- K3 Präsentation
- K4 Argumentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf:** ca. 14 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Kontext:** Nitratbestimmung im Trinkwasser

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- E2 Wahrnehmung und Messung
- E5 Auswertung
- K1 Dokumentation
- K3 Präsentation
- B1 Kriterien
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption

**Zeitbedarf:** ca. 7 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

**Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: Unterrichtseinheiten**

**Klausuren: + 3 UE => ca. 57 UE von ca. 60 UE**

---

## 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Chemie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang können die Grundsätze 1 bis 11 auch für andere Fächer Relevanz haben, die Grundsätze 15 bis 27 sind stärker fachspezifisch angelegt.

- 1.) Der Unterricht erfolgt möglichst problemorientiert. (s. auch 12.)
- 2.) Inhalt und Anforderungsniveau orientieren sich an dem für die Vorbereitung des Abiturs jahrgangsstufenspezifisch nötigem Niveau, berücksichtigen selbstverständlich auch das Leistungsvermögen und den Lernstand der Schülerinnen und Schüler.
- 3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt. Ziele sind die Befähigung zum Abitur und die Studierfähigkeit.
- 4.) Die Unterrichtsmaterialien und Medien werden so ausgewählt, dass ein möglichst effektiver Lernzuwachs erreicht wird. Um den Aufwand vertretbar zu halten und den Schülerinnen und Schülern eine effektive Nachbereitung zu ermöglichen, wird auch das Lehrbuch eingesetzt. Den Lernenden werden durchaus auch Materialien zugemutet, die eine tiefere Auseinandersetzung erfordern.
- 5.) Ziel des Chemieunterrichts ist ein Lernzuwachs für alle Schülerinnen und Schüler. Damit dieser auch tatsächlich erreicht wird, ist aber ein aktives Einlassen der Schülerinnen und Schüler auf die Angebote des Unterrichts Voraussetzung. Der Unterricht fordert und fördert daher die aktive Teilnahme der Lernenden. In diesem Zusammenhang wird auf die Pflichten der Schülerinnen und Schüler nach § 42, Abs. 3 des SchG verwiesen: *„Schülerinnen und Schüler haben die Pflicht daran mitzuarbeiten, dass die Aufgabe der Schule erfüllt und das Bildungsziel erreicht werden kann. Sie sind insbesondere verpflichtet, sich auf den Unterricht vorzubereiten, sich aktiv daran zu beteiligen, die erforderlichen Arbeiten anzufertigen und die Hausaufgaben zu erledigen. Sie haben die Schulordnung einzuhalten und die Anordnungen der Lehrerinnen und Lehrer, der Schulleitung und anderer dazu befugter Personen zu befolgen.“*
- 6.) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden. Er bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen und berücksichtigt individuelle Lernwege, ohne die Notwendigkeit, am Ende einer zentrale Abiturprüfung mit für allen gleichen Anforderungen ablegen zu können, aus den Augen zu verlieren. Bei aller Individualität wird von allen am Ende in Übungen, Klausuren und Abitur letztlich Gleiches abverlangt.
- 7.) Die Lernenden arbeiten möglichst selbstständig in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit. Dazu gehört auch die materialgestützte Einarbeitung in neue Fachinhalte. Bei Experimenten bietet sich oft eine selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten an. Auch die Moderation in Frontalphasen kann manchmal von den Lernenden selbst übernommen werden.
- 8.) Die Lehrerinnen und Lehrer setzen in Planung und Durchführung auf eine klare Unterrichtsstruktur und Transparenz bei den Zielen und im Vorgehen des Unterrichts.
- 9.) Der Ordnungsrahmen wird eingehalten. Die Lernenden haben die Verantwortung, dass der Fachraum und die Materialien ordentlich behandelt, zurückgegeben bzw. verlassen werden. Beispiele: Lehrbücher werden eingebunden, Müll aufgehoben, Tische nicht mit Kaugummi oder Kritzeleien „verziert“, Geräte gereinigt.
- 10.) Unterrichtszeit ist Lernzeit, die so effektiv wie möglich genutzt werden soll. Pünktlicher Unterrichtsbeginn und –ende sind uns daher wichtig. In der SII kann den Schülerinnen

und Schülern zugemutet werden, dass längere Wartezeiten auf den Bus nach dem Nachmittagsunterricht vorkommen. Gespräche, die nur einzelne Lernende betreffen, z.B. über den Leistungsstand, werden außerhalb der Unterrichtszeit geführt. Von den Lernenden wird Konzentration auf den Unterricht eingefordert.

- 11.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.
- 12.) Der Unterricht erfolgt möglichst problemorientiert (s. 1.). Im Fach Chemie handelt es sich – gerade in der SII – häufig um Probleme fachwissenschaftlicher Art.
- 13.) Die Kontexte (im Sinne von Anwendungs- und Alltagsbezügen) werden so berücksichtigt, dass sie Lernen erleichtern. Das kann zum Einstieg in eine Unterrichtsreihe, als „Roter Faden“ aber auch zur Anwendung des Fachwissens sinnvoll sein. Jeder Chemieunterricht hat Kontextbezüge in Alltag, Technik oder Fachwissenschaft.
- 14.) Der Chemieunterricht bietet auch Phasen der selbstständigen Übung, Wiederholung und des Transfers auf neue Aufgaben, Problemstellungen und Kontexte. Dazu bieten sich auch Hausaufgaben an, die dann im Unterricht einfließen.
- 15.) Der Chemieunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd. (s. auch 4. und 7.)
- 16.) Der Chemieunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern. Je nach Ausstattung und Lerngruppe kommen auch Demonstrationsexperimente oder Filme zum Einsatz.
- 17.) Im Chemieunterricht wird durch Einsatz von Schüler- und Lehrerexperimenten sowie die Auswahl entsprechender Kontexte und Inhalte Umwelt- und Verantwortungsbewusstsein gefördert und eine aktive Sicherheits- und Umwelterziehung erreicht.
- 18.) Der Chemieunterricht ist kumulativ, d.h., er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen. Daher muss von den Lernenden ein dauerhaft verfügbares Grundwissen verlangt werden, das auch Inhalt der Leistungsüberprüfungen sein muss. Wo immer es sich anbietet, wird im Unterricht Vorwissen (auch aus der SI) aktiviert, wiederholt und angewendet. Den Lernenden werden Hinweise gegeben, wie sie Lücken eigenverantwortlich zuhause aufarbeiten können, dazu werden bei Bedarf auch SI-Bücher bzw. das Heft „Elemente Chemie kompakt“ sowie die Abiturhilfe Chemie über die Bücherei individuell ausgeliehen (vgl. Kapitel 2.4 Lernmittel).
- 19.) Der Chemieunterricht fördert vernetzendes Denken mithilfe von Basiskonzepten – zum Beispiel dem Donator-Akzeptor-Konzept und den Bezug zu Inhalten anderer Fächer, z.B. Enzymatik, Stoffwechsel.
- 20.) Der Chemieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen. Durch die zum Teil neue Stofffülle des KLP – insbesondere in Q2 – muss zum Teil auf früher gewohnte Vertiefungen in manchen Bereichen verzichtet werden.
- 21.) Der Chemieunterricht bietet nach Erarbeitungsphasen auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden. Dabei muss allerdings die Zeitplanung im Blick bleiben.
- 22.) Im Chemieunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten. (vgl. auch Kapitel 2.3 zur Leistungsbewertung)
- 23.) Der Lernstand der Schülerinnen und Schüler wird im Sinne der Outputorientierung in Kurzübungen, mündlichen und schriftlichen Prüfungen und natürlich Klausuren regelmäßig überprüft (vgl. Kapitel 2.3). Übungen müssen nicht zwingend bewertet werden, sondern

---

können auch der Diagnose dienen, z.B. als Eingangstest zu Beginn einer Unterrichtsreihe. Durch Beobachtung der Lernenden in Phasen selbstständiger Arbeit erhalten die Lehrerinnen und Lehrer zusätzliche Informationen über den Stand der Schüler. Die Auswertung von Hausaufgaben gibt weitere Hinweise.

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

### Ziele

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

### Aufgabentypen (Neusprech: Überprüfungsformen)

In den Bereichen der „sonstigen Mitarbeit“ als auch im Bereich „Klausuren“ können u.a. folgende Aufgabentypen Verwendung finden (vgl. KLP, S. 49f, Liste nicht abschließend). Die Aufzählung bedeutet nicht, dass alle Aufgabentypen auch im Unterricht verwirklicht sein müssen. Vielmehr sind Auswahl und Gewichtung vom Fachlehrer und der Lerngruppe abhängig.

#### 1. *Darstellungsaufgaben*

- Beschreibung und Erläuterung eines chemischen Phänomens
- Darstellung chemischer Sachverhalte, Theorien und Modelle
- Verwendung fachspezifischer Formen (Reaktionsgleichungen, Reaktionsschritte, Formeln, Schemata)
- Erläuterung und Zusammenfassung von Texten und Stellungnahmen

#### 2. *Experimentelle Aufgaben*

- Planung, Durchführung und Auswertung qualitativer und quantitativer Experimente
- Finden und Formulieren von Gesetzmäßigkeiten
- Überprüfung von Vermutungen
- Interpretation, fachspezifische Bewertung und Präsentation experimenteller Ergebnisse

#### 3. *Aufgaben zu Messreihen und Daten*

- Dokumentation und Strukturierung von Daten
- Auswertung und Bewertung von Daten
- Prüfung von Daten auf Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten, Hypothesenbildung

#### 4. *Aufgaben zu Theorien und Modellen*

- Bildung von Hypothesen
- Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage mit einer Theorie oder einem Modell
- Anwendung einer Theorie oder eines Modells auf einen konkreten Sachverhalt
- Übertragung einer Theorie oder eines Modells auf einen anderen Zusammenhang
- Aufzeigen der Grenzen eines Modells

#### 5. *Dokumentationsaufgaben*

- Protokollieren von Experimenten
- Dokumentation von Projekten
- Portfolio

#### 6. *Rechercheaufgaben*

- Erarbeitung von Phänomenen und Sachverhalten aus Texten, Darstellungen und Stellungnahmen
- Analyse, Vergleich und Strukturierung recherchierter Informationen

---

## 7. Präsentationsaufgaben

- Vorführung / Demonstration eines Experimentes
- Schemata mit Reaktionsgleichungen und Reaktionsschritten
- Vortrag, Referat (auch mediengestützt)
- Fachartikel, Text, Plakat, Medienbeitrag (z.B. Film)

## 8. Bewertungsaufgaben

- Analyse und Deutung von Phänomenen und Sachverhalten
- Chemisch fundierte Stellungnahme zu Texten und Medienbeiträgen
- Abwägen zwischen alternativen Lösungswegen
- Argumentation und Entscheidungsfindung in Konflikt- oder Dilemmasituationen

## Beurteilungsbereich sonstige Mitarbeit

Die Kriterien für den Beurteilungsbereich mündliche Mitarbeit müssen überschaubar sein, zum einen für die Kolleginnen und Kollegen, zum anderen aber auch wegen der geforderten Transparenz für die Schülerinnen und Schüler. Die folgenden Ausführungen stellen auch nur den Mindeststandard da und sind daher **nicht abschließend**, sondern vielmehr an die Lerngruppe anzupassen.

Folgende **Aspekte sollen bei der Leistungsbewertung** der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen: Bei allen Unterrichtsbeiträgen kommt es neben der **Quantität** (also Häufigkeit) der Beteiligung auch auf die Regelmäßigkeit (**Kontinuität**) der Mitarbeit und die **Qualität** der Unterrichtsbeiträge an. Unter *Qualität* verstehen wir dabei (je nach Unterrichtsbeitrag in unterschiedlicher Gewichtung):

- fachliche *Richtigkeit*, sichere Verfügbarkeit chemischen *Grundwissens* (vgl. Kapitel 2.2)
- Beachtung der korrekten *Fachsprache* und sprachliche Richtigkeit
- über reine Reproduktion hinausgehende Beiträge und weiterführender Charakter (kreative Idee, Lösungsvorschläge, auch Fragen; *Transfer und Problemlösung*)
- gute *Kommunikationsfähigkeit* (z.B. Bezug auf Beiträge anderer, Klarheit, Verständlichkeit, Präzision, adressatengerechte Kommunikation)
- sachgerechtes *Experimentieren* einschließlich Beachtung der Sicherheits- und Umweltschutzvorschriften und der Entsorgung sowie der Sparsamkeit
- Grad der *Selbstständigkeit* beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- konstruktiver Umgang mit Fehlern und Rückmeldungen zur Leistung (vgl. unten)
- sinnvolle und *zielgerichtete Auswahl und sachgerechte Strukturierung von Informationen* bei Rechercheaufgaben und Zusammenfassungen sowie in Präsentationsaufgaben und Facharbeiten (Beurteilungsbereich Klausuren)
- sachgerechter *Nachweis genutzter Quellen* und Literatur bei Rechercheaufgaben
  
- sinnvolle Mediennutzung bei Präsentationen unter *Beachtung des Primates des Inhalts*

*Kontinuität und Quantität* äußern sich hauptsächlich in *regelmäßigem Engagement und Arbeitseinsatz* sowie *möglichst in Interesse* in allen Sozialformen und Phasen des Unterrichts. Außerdem fließt hier auch die regelmäßige häusliche Nacharbeit und die *Erledigung von Haus- und EVA-Aufgaben* ein.

Unterrichtsbeiträge, die in die Bewertung einfließen können sind (Liste einerseits nicht abschließend, aber auch nicht zwingend vollständig umzusetzen):

- *Beiträge zum Unterrichtsgespräch* (frontal, in Partner- und Gruppenarbeit) im Sinne der Aufgabentypen (s.o.)
- *Experimentelles Arbeiten*
- *schriftliche Beiträge* im Sinne der Aufgabentypen (s.o.) und als eingesammelte Hausaufgabe
- kurze, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkte *schriftliche Überprüfungen und Kurzübungen*
- *Kurzvorträge* und *Referate*
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, *Protokollen* oder Mitschriften; anders als in der SI werden Mitschriften allerdings nicht mehr benotet.

### Kriterien für die Überprüfung der sonstigen Leistungen

Leistungsaspekt	Anforderungen für eine	
	gute Leistung	ausreichende Leistung
	<b>Die Schülerin, der Schüler</b>	
Qualität der Unterrichtsbeiträge	nennt richtige Lösungen und begründet sie nachvollziehbar im Zusammenhang der Aufgabenstellung	nennt teilweise richtige Lösungen, in der Regel jedoch ohne nachvollziehbare Begründungen
	geht selbstständig auf andere Lösungen ein, findet Argumente und Begründungen für seine eigenen Beiträge	geht selten auf andere Lösungen ein, nennt Argumente, kann sie aber nicht begründen
	kann seine Ergebnisse auf unterschiedliche Art und mit unterschiedlichen Medien darstellen	kann seine Ergebnisse nur auf eine Art darstellen
Kontinuität / Quantität	beteiligt sich regelmäßig und häufig am Unterrichtsgespräch	nimmt eher unregelmäßig und selten am Unterrichtsgespräch teil
Selbstständigkeit	bringt sich von sich aus in den Unterricht ein	beteiligt sich gelegentlich eigenständig am Unterricht
	ist selbstständig ausdauernd bei der Sache und erledigt Aufgaben gründlich und zuverlässig	benötigt oft eine Aufforderung, um mit der Arbeit zu beginnen; arbeitet Rückstände nur teilweise auf
	strukturiert und erarbeitet neue Lerninhalte weitgehend selbstständig, stellt selbstständig Nachfragen	erarbeitet neue Lerninhalte mit umfangreicher Hilfestellung, fragt diese aber auch nach
Hausaufgaben	erledigt sorgfältig und vollständig die Hausaufgaben	erledigt die Hausaufgaben weitgehend vollständig, aber teilweise oberflächlich
	trägt Hausaufgaben mit nachvollziehbaren Erläuterungen vor	nennt die Ergebnisse, erläutert erst auf Nachfragen und oft unvollständig
Kooperation	bringt sich ergebnisorientiert in die Gruppen- / Partnerarbeit ein und arbeitet kooperativ	bringt sich nur wenig in die Gruppen- / Partnerarbeit ein

Gebrauch der Fachsprache	wendet Fachbegriffe sachangemessen an und kann ihre Bedeutung erklären	versteht Fachbegriffe nicht immer, kann sie teilweise nicht sachangemessen anwenden
Fachspezifische Methoden/Werkzeuge	setzt fachspezifische Methoden/Werkzeuge im Unterricht sicher bei der Bearbeitung von Aufgaben und zur Visualisierung von Ergebnissen ein	benötigt häufig Hilfe beim Einsatz von fachspezifischen Methoden/Werkzeugen zur Bearbeitung von Aufgaben
Präsentation / Referat	präsentiert vollständig, strukturiert und gut nachvollziehbar und trägt frei vor	präsentiert an mehreren Stellen eher oberflächlich, die Präsentation weist Verständnislücken auf, liest teilweise ab
Schriftliche Übung	ca. 75% der erreichbaren Punkte	ca. 50% der erreichbaren Punkte

### Beurteilungsbereich: Klausuren

Möglichst verbindliche Absprache:

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

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

#### *Einführungsphase:*

1 Klausur im ersten Halbjahr (90 Minuten), ebenso im zweiten Halbjahr

#### *Qualifikationsphase 1:*

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

#### *Qualifikationsphase 2.1:*

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

#### *Qualifikationsphase 2.2:*

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

Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird den Schülerinnen und Schülern in der Klausurbesprechung transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die folgende Übersicht zeigt die Notengrenzen in Prozent (gerundet nach Zentralabitur 2009):

+	1	-	+	2	-	+	3	-	+	4	-	+	5	-	6
95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	33	27	20	0

Auf die Darstellungsleistung entfallen im Zentralabitur etwa 10% der Punkte. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 45 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

### **Bildung der Endnote**

Die Bildung der Endnote erfolgt nicht als rechnerischer Mittelwert, sondern die Notengebung erfolgt unter Berücksichtigung der Entwicklung der Schülerin bzw. des Schülers im Rahmen der Spanne, die die Teilnoten ergeben.

Der Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit wird bei Schülern, die Klausur schreiben, gleichgewichtig mit dem Bereich Klausuren berücksichtigt, auch wenn in der Eingangsphase nur eine Klausur-Note, aber zwei SoMi-Noten pro Halbjahr vorliegen.

### **Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:**

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

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

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

---

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II sind am Leibniz-Gymnasium derzeit folgende Schulbücher eingeführt, die von den Fachlehrerinnen und Fachlehrern je nach Lerngruppe eingesetzt werden können: Chemie 2000+ (Ef – Q2), Fokus Chemie (Ef), Chemie Oberstufe (Q-Phase) Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist ggf. nach Vorliegen entsprechender Verlagsprodukte zu beraten und zu entscheiden.

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

- a) die Möglichkeit, in der Schülerbücherei eine Abiturhilfe Chemie auszuleihen (hauptsächlich Abiturienten).
- b) die Möglichkeit, in der Schülerbücherei zur Nacharbeit individueller Lücken das Heft „Elemente Chemie kompakt“ und auch SI-Schulbücher individuell auszuleihen.

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

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

### **3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen**

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

#### **Zusammenarbeit mit anderen Fächern**

Die Möglichkeiten der Schülerinnen und Schüler, Aspekte aus anderen, insbesondere naturwissenschaftlichen, Kursen mit in den Chemieunterricht einfließen lassen (z.B. Enzymatik aus Biologie in EF) und den Unterricht dadurch zu bereichern, wird möglichst häufig genutzt. Umgekehrt stellt der Chemie-Unterricht insbesondere im Hinblick auf das Thema Stoffwechsel in Biologie eine fachliche Grundlage bereit. In EF werden deshalb in Chemie organische Verbindungen und ihre Strukturformeln und Reaktionen betont. Weitere Überschneidungen mit der Biologie gibt es in Bereichen wie Stoffkreisläufe und Umweltschutz. Nicht übersehen werden darf aber, dass nur eine Minderheit in der SII Chemie belegt.

#### **Facharbeiten in Chemie**

Am Leibniz-Gymnasium wurden schulinterne Kriterien für die Erstellung einer Facharbeit festgelegt. Sie sind die Grundlage auch für die Facharbeiten in Chemie. Im Vorfeld der Wahl der Facharbeitsfächer informieren die Chemie-Fachlehrerinnen und Fachlehrer darüber hinaus ihren Kurs über die Möglichkeiten und Anforderungen der Facharbeit in Chemie. Dabei wird auch darauf hingewiesen, dass experimentelle Facharbeiten besonderer Absprache bedürfen und nicht grundsätzlich möglich sind. Die Obergrenze von höchstens fünf Facharbeiten pro Kollege (nicht pro Kurs!) muss aus Sicht der Fachschaft eingehalten werden, um eine hochwertige Betreuung mit vertretbarem Aufwand zu gewährleisten. Insbesondere sind experimentelle Arbeiten bei einer zu hohen Anzahl von Facharbeiten nicht von den Lehrkräften leistbar.

#### **Exkursionen**

In der Gymnasialen Oberstufe können nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden. Über die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet.

Zu bedenken ist aber der am Leibniz-Gymnasium ohnehin sehr hohe Takt an Fahrten und Exkursionen der immer wieder zu Unterrichtsausfällen einzelner Fächer führt. Die Fachkonferenz hält daher verpflichtende Exkursionen – gar in jedem Schuljahr – nicht für sinnvoll.

Grundsätzlich möglich sind Exkursionen zu einem Industrieunternehmen (z.B. Bayerwerke Wuppertal, Unternehmen der Farbstoffchemie), zum Schülerlabor (z.B. Bayer in Leverkusen) oder der Besuch einer Chemieveranstaltung der Universität in der Q2 (z.B. Uni Wuppertal). Eine Institutionalisierung einer Exkursion zum Schülerlabor mit einem festen Termin pro Jahr wäre zukünftig denkbar. Die Fachschaft lotet in diesem Jahr (2014) die Möglichkeiten dazu aus.

## 4 Qualitätssicherung und Evaluation

### Evaluation des schulinternen Curriculums

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

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

Stand: März 2014

Kriterien		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
<b>Funktionen</b>		turnusmäßiger Wechsel	ist bewährt, soll beibehalten werden, aber eine dauerhafte Liste soll geführt werden	je aktueller FK-Vorsitz	jeweils FK Herbst
Fachvorsitz					
Stellvertreter					
Sammlungsleitung		Ulrike Bott	bewährt	-	-
Sonstige Funktionen <small>(im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)</small>		Gefahrstoffbeauftragter: Michael Gamper	bewährt	-	-
<b>Ressourcen</b>					
räumlich	Fachraum	nur ein Fachraum, entspricht zur Zeit nicht den einschlägigen Vorschriften	Wir hoffen auf Verbesserung nach dem Neubau.	Stadt	voraussichtlich Schuljahresbeginn 2015/16
	Bibliothek	Schulbuchausstattung gut, Lehrerbibliothek kaum vorhanden	Herr Weber bessert den Buchbestand kontinuierlich auf, so es der Buchetat zulässt. Anschaffungswünsche können unbürokratisch eingereicht werden.	Georg Weber	jedes Jahr kontinuierlich

	Computerraum	Internet und Computer funktionieren oft nicht, kein Internetzugang im Fachraum, s. Einleitung	Internetzugang und 15 Schüler-PC (oder Laptops) im Fachraum sind dringend erforderlich, wir hoffen auf den Neubau, s. Einleitung Die Fachschaft	Stadt	hoffentlich 2015?
	Raum für Fachteamarbeit	kein spezieller Raum vorhanden	Im neuen Vorbereitungsraum müssen mind. 4 Lehrerarbeitsplätze vorhanden sein.		
materiell/ sachlich	Lehrwerke	s. oben	Über neues Lehrwerk für die SII aufgrund des KLP ist zu beraten.	Georg Weber	zum Schuljahr 2015/16
	Fachzeitschriften	Anschaffung über Buchetat verboten, über Förderverein nicht möglich, daher nicht vorhanden	Die Fachschaft würde das gerne ändern, verfügt aber nicht über die Geldmittel.	-	-
	...				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit	nach Bedarf und FKs	bewährt	-	-
	Dauer Fachteamarbeit	nach Bedarf und FKs	bewährt	-	-
	...				

Fortsetzung s. nächste Seite!

<b>Unterrichtsvorhaben</b>				
Ef	Mit den neuen Vorhaben liegen noch keine Erfahrungen vor.	Nach dem jeweils ersten Jahr des neuen Lehrplans muss über die Vorhaben der einzelnen Stufen gesprochen werden	FL der EF	zum Schuljahresbeginn 2015/16
Q1				
Q2				
<b>Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente</b>				
Klausuren	s. oben	bewährt	-	-
SoMi	s. oben	bewährt	-	-
Einzelaspekte SoMi		s. 2.4.	aktueller FK-Vorsitz	jeweils zu Schuljahresbeginn
<b>Grundsätze der Leistungsbewertung</b>	s.o.	s. 2.4.	aktueller FK-Vorsitz	jeweils zu Schuljahresbeginn

## 5 Anhang: Exemplarische Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben

### 5.1 Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben I

**Kontext:** *Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- bestehendes Wissen aufgrund neuer chemischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Modelle begründet auswählen und zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage chemischer Vorgänge verwenden, auch in einfacher formalisierter oder mathematischer Form (E6).
- an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Regeln, Gesetze und Theorien beschreiben (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Nanochemie des Kohlenstoffs
- Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen; Alkane als Kohlenwasserstoffe
- Wiederholung von SI-Inhalten: Atombau, Bindigkeit, Elektronenpaarbindung, Nomenklatur der Alkane

**Zeitbedarf:** ca. 8 Unterrichtseinheiten à 67,5 Minuten

5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

**Einführungsphase**

**Unterrichtsvorhaben I**

<b>Kontext:</b> Kohlenstoff und seine Verbindungen			
<b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanochemie des Kohlenstoffs</li> <li>• Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen; Alkane als Kohlenwasserstoffe</li> <li>• Wdhlg.: Atombau, Bindigkeit und Elektronenpaarbindung, Nomenklatur</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> 8 Std. à 67,5 Minuten		<b>Basiskonzept (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
<b>Graphit, Diamant und mehr</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modifikation</li> <li>- Elektronenpaarbindung</li> <li>- Strukturformeln</li> </ul>	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung ... Kohlenstoffmodifikationen (E6).  stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).  erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7).  beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit	<b>1. Test zur Selbsteinschätzung</b> Atombau, Bindungslehre, Kohlenstoffatom, Periodensystem   <b>2. Gruppenarbeit</b> „Graphit, Diamant und Fullere“	Der Einstieg dient zur Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre, ggf. muss Zusatzmaterial zur Verfügung gestellt werden.  Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen Bindungsmodelle deutlich. (Achtung: ohne Hybridisierung)

	neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4).		
<b>Nanomaterialien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanotechnologie</li> <li>- Neue Materialien</li> <li>- Anwendungen</li> <li>- Risiken</li> </ul>	recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).  stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).  bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).	<b>1. Recherche</b> zu neuen Materialien aus Kohlenstoff und Problemen der Nanotechnologie (z.B. Kohlenstoff-Nanotubes in Verbundmaterialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit in Kunststoffen) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau</li> <li>- Herstellung</li> <li>- Verwendung</li> <li>- Risiken</li> <li>- Besonderheiten</li> </ul> <b>2. Präsentation</b> (Poster, Museumsgang) Die Präsentation ist nicht auf Materialien aus Kohlenstoff beschränkt.	Unter vorgegebenen Rechercheaufträgen können die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung)  Die Schülerinnen und Schüler erstellen Lernplakate in Gruppen, beim Museumsgang hält jeder / jede einen Kurzvortrag.
<b>Kohlenwasserstoffe als typische Kohlenstoffverbindungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften</li> <li>- Elektronenpaarbindung</li> <li>- Strukturformeln</li> <li>- Nomenklatur</li> <li>- Van-der-Waals-Kräfte</li> <li>- Gaschromatographie</li> <li>- Nomenklatur</li> </ul>	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle ... (E6).  stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).	<b>1. Arbeit mit Modellen:</b> Erarbeitung der Strukturen von einfachen Kohlenwasserstoffen anhand von Molekülmodellen und Einübung der Nomenklatur von Isomeren  <b>2. Experimente:</b> Ableitung von Eigenschaften und Experimente zur Überprüfung bzw. Auswertung experimenteller Daten  <b>3. Gruppenarbeit</b> zur Methodik der Gaschromatographie und Modellexperiment mit dem virtuellen Gaschromatographen und Auswertung von Gaschromatogrammen von Kohlenwasserstoff-Gemischen	Die Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre wird hier fortgesetzt und um Grundkenntnisse zu Alkanen als Stammverbindungen zentraler organischer Stoffklassen erweitert.  Die Gaschromatographie kann zur Charakterisierung

			von Alkangemischen dienen.
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen zur Bindungslehre</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation zu Nanomaterialien in Gruppen</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Eine Gruppenarbeit zu Diamant, Graphit und Fullerene findet man auf den Internetseiten der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich:  <a href="http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant">http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant</a>,          Zum Thema Nanotechnologie sind zahlreiche Materialien und Informationen veröffentlicht worden, z.B.:          FCI, Informationsserie Wunderwelt der Nanomaterialien (inkl. DVD und Experimente)          Klaus Müllen, Graphen aus dem Chemielabor, in: Spektrum der Wissenschaft 8/12          Sebastian Witte, Die magische Substanz, GEO kompakt Nr. 31  <a href="http://www.nanopartikel.info/cms">http://www.nanopartikel.info/cms</a>  <a href="http://www.wissenschaft-online.de/artikel/855091">http://www.wissenschaft-online.de/artikel/855091</a>  <a href="http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/nanotechnologie/1191771">http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/nanotechnologie/1191771</a></p>			

## 5.2 Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II

**Kontext:** Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- in vorgegebenen Situationen chemische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu Fragestellungen angeben (E1).
- unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften einfache Experimente zielgerichtet planen und durchführen und dabei mögliche Fehler betrachten (E4).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren (K4).

Kompetenzbereich Bewertung:

- in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit chemischen Fragestellungen darstellen sowie mögliche Konfliktlösungen aufzeigen (B3).
- Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen (B4).

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ (Organische und) anorganische Kohlenstoffverbindungen
- ◆ Gleichgewichtsreaktionen
- ◆ Stoffkreislauf in der Natur

**Zeitbedarf:** ca. 22 Std. à 45 Minuten

5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

**Einführungsphase**

**Unterrichtsvorhaben II**

<b>Kontext:</b> Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung für die Ozeane			
<b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf in der Natur</li> <li>• Gleichgewichtsreaktionen</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 22 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
<b>Kohlenstoffdioxid</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften</li> <li>- Treibhauseffekt</li> <li>- Anthropogene Emissionen</li> <li>- Reaktionsgleichungen</li> <li>- Umgang mit Größengleichungen</li> </ul>	unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).	<b>Kartenabfrage</b> Begriffe zum Thema Kohlenstoffdioxid  <b>Information</b> Eigenschaften / Treibhauseffekt z.B. Zeitungsartikel  <b>Berechnungen</b> zur Bildung von CO <sub>2</sub> aus Kohle und Treibstoffen (Alkane) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen von Reaktionsgleichungen</li> <li>- Berechnung des gebildeten CO<sub>2</sub>s</li> <li>- Vergleich mit rechtlichen Vorgaben</li> <li>- weltweite CO<sub>2</sub>-Emissionen</li> </ul> <b>Information</b> Aufnahme von CO <sub>2</sub> u.a. durch die Ozeane	Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern  Implizite Wiederholung: Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M

<p><b>Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- qualitativ</li> <li>- Bildung einer sauren Lösung</li> <li>- quantitativ</li> <li>- Unvollständigkeit der Reaktion</li> <li>- Umkehrbarkeit</li> </ul>	<p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p> <p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1).</p> <p>nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).</p>	<p><b>Schülerexperiment:</b> Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser (qualitativ)</p> <p>Aufstellen von Reaktionsgleichungen</p> <p><b>Lehrervortrag:</b> Löslichkeit von CO<sub>2</sub> (quantitativ):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in g/l</li> <li>- Berechnung der zu erwartenden Oxoniumionen-Konzentration</li> <li>- Nutzung einer Tabelle zum erwarteten pH-Wert</li> <li>- Vergleich mit dem tatsächlichen pH-Wert</li> </ul> <p><b>Ergebnis:</b> Unvollständigkeit der ablaufenden Reaktion</p> <p><b>Lehrer-Experiment:</b> Löslichkeit von CO<sub>2</sub> bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge</p> <p><b>Ergebnis:</b> Umkehrbarkeit / Reversibilität der Reaktion</p>	<p>Wiederholung der Stoffmengenkonzentration <math>c</math></p> <p>Wiederholung: Kriterien für Versuchsprotokolle</p> <p>Vorgabe einer Tabelle zum Zusammenhang von pH-Wert und Oxoniumionenkonzentration</p>
<p><b>Chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition</li> <li>- Beschreibung auf Teilchenebene</li> <li>- Modellvorstellungen</li> </ul>	<p>erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1).</p> <p>beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6).</p>	<p><b>Lehrervortrag:</b> Chemisches Gleichgewicht als allgemeines Prinzip vieler chemischer Reaktionen, Definition</p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Umkehrbare Reaktionen auf Teilchenebene ggf. Simulation</p> <p><b>Modellexperiment:</b> z.B. Stechheber-Versuch, Kugelspiel</p> <p><b>Vergleichende Betrachtung:</b> Chemisches Gleichgewicht auf der Teilchenebene, im Modell und in der Realität</p>	

<p><b>Ozean und Gleichgewichte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufnahme CO<sub>2</sub></li> <li>- Einfluss der Bedingungen der Ozeane auf die Löslichkeit von CO<sub>2</sub></li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Kreisläufe</li> </ul>	<p>formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3).</p> <p>erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3).</p> <p>formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1).</p> <p>veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3).</p>	<p><b>Wiederholung:</b> CO<sub>2</sub>- Aufnahme in den Meeren</p> <p><b>Schülerexperimente:</b> Einfluss von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit von CO<sub>2</sub> ggf. Einfluss des Salzgehalts auf die Löslichkeit</p> <p><b>Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten</b> (Verallgemeinerung)</p> <p><b>Puzzlemethode:</b> Einfluss von Druck, Temperatur und Konzentration auf Gleichgewichte, Vorhersagen</p> <p><b>Erarbeitung:</b> Wo verbleibt das CO<sub>2</sub> im Ozean?</p> <p><b>Partnerarbeit:</b> Physikalische/Biologische Kohlenstoffpumpe</p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Graphische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs</p>	<p>Hier nur Prinzip von Le Chatelier, kein MWG</p> <p><b>Fakultativ: Mögliche Ergänzungen</b> (auch zur individuellen Förderung):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tropfsteinhöhlen</li> <li>- Kalkkreislauf</li> <li>- Korallen</li> </ul>
<p><b>Klimawandel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informationen in den Medien</li> <li>- Möglichkeiten zur Lösung des CO<sub>2</sub>-Problems</li> </ul>	<p>recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4).</p> <p>beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).</p> <p>beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3).</p>	<p><b>Recherche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aktuelle Entwicklungen</li> <li>- Versauerung der Meere</li> <li>- Einfluss auf den Golfstrom/Nordatlantikstrom</li> </ul> <p><b>Podiumsdiskussion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prognosen</li> <li>- Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen</li> <li>- Verwendung von CO<sub>2</sub></li> </ul>	

	<p>zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4).</p>	<p><b>Zusammenfassung:</b> z.B. Film „Treibhaus Erde“ aus der Reihe „Total Phänomenal“ des SWR</p> <p><b>Weitere Recherchen</b></p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lerndiagnose: Stoffmenge und Molare Masse</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Schriftliche Übung zum Puzzle Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Ausführliche Hintergrundinformationen und experimentelle Vorschläge zur Aufnahme von CO<sub>2</sub> in den Ozeanen findet man z.B. unter:  <a href="http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien_Sek2_2.html">http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien_Sek2_2.html</a>  <a href="ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/SystemErde/09_Begleittext_oL.pdf">ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/SystemErde/09_Begleittext_oL.pdf</a></p> <p>Die Max-Planck-Gesellschaft stellt in einigen Heften aktuelle Forschung zum Thema Kohlenstoffdioxid und Klima vor:  <a href="http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Kohlenstoffkreislauf.html">http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Kohlenstoffkreislauf.html</a>  <a href="http://www.maxwissen.de//Fachwissen/show/0/Heft/Klimarekonstruktion">http://www.maxwissen.de//Fachwissen/show/0/Heft/Klimarekonstruktion</a>  <a href="http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Klimamodelle.html">http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Klimamodelle.html</a></p> <p>Informationen zum Film „Treibhaus Erde“:  <a href="http://www.planet-schule.de/wissenspool/total-phaenomenal/inhalt/sendungen/treibhaus-erde.html">http://www.planet-schule.de/wissenspool/total-phaenomenal/inhalt/sendungen/treibhaus-erde.html</a></p>			

---

## 5.3 Grundkurs Qualifikationsphase Q 1 – Unterrichtsvorhaben IV

**Kontext:** *Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Donator-Akzeptor

Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).

Kompetenzbereich Bewertung:

- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Mobile Energiequellen
- ◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen

**Zeitbedarf:** ca. 14 Std. à 45 Minuten

## 5. Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q1)**

### Grundkurs

#### **Unterrichtsvorhaben IV**

<b>Kontext:</b> Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> <li>• Mobile Energiequellen</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Vernetzung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?</b>  Elektrolyse Zersetzungsspannung Überspannung	beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).  deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen einer galvanischen Zelle (UF4).	<b>Bild</b> eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos oder Einsatz einer <b>Filmsequenz</b> zum Betrieb eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos  <b>Demonstrationsexperiment</b> zur Elektrolyse von angesäuertem Wasser	Aufriss der Unterrichtsreihe: Sammlung von Möglichkeiten zum Betrieb eines Automobils: Verbrennungsmotoren (Benzin, Diesel, Erdgas), Alternativen: Akkumulator, Brennstoffzelle  Beschreibung und Auswertung des Experimentes mit der intensiven Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol,

	<p>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</p>	<p><b>Beschreibung und Deutung der Versuchsbeobachtungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktion</li> <li>- endotherme Reaktion</li> <li>- Einsatz von elektrischer Energie: <math>W = U \cdot I \cdot t</math></li> </ul> <p><b>Schüler- oder Lehrereperiment</b> zur Zersetzungsspannung Die Zersetzungsspannung ergibt sich aus der Differenz der Abscheidungspotentiale. Das Abscheidungspotential an einer Elektrode ergibt sich aus der Summe des Redoxpotentials und dem Überpotential.</p>	<p>Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion Fokussierung auf den energetischen Aspekt der Elektrolyse</p> <p>Ermittlung der Zersetzungsspannung durch Ablesen der Spannung, bei der die Elektrolyse deutlich abläuft (Keine Stromstärke-Spannungskurve)</p>
<p><b>Wie viel elektrische Energie benötigt man zur Gewinnung einer Wasserstoffportion?</b></p> <p>Quantitative Elektrolyse Faraday-Gesetze</p>	<p>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p>	<p><b>Schülerexperimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente</b> zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. Formulierung der Gesetzmäßigkeit: <math>n \sim I \cdot t</math></p> <p><b>Lehrervortrag</b> Formulierung der Faraday-Gesetze / des Faraday-Gesetzes Beispiele zur Verdeutlichung der Berücksichtigung der Ionenladung Einführung der Faraday-Konstante, Formulierung des 2. Faraday'schen Gesetzes</p>	<p>Schwerpunkte: Planung (bei leistungsstärkeren Gruppen Hypothesenbildung), tabellarische und grafische Auswertung mit einem <i>Tabellenkalkulationsprogramm</i></p> <p>Vorgabe des molaren Volumens <math>V_m = 24 \text{ L/mol}</math> bei Zimmertemperatur und 1013 hPa Differenzierende Formulierungen: Zur Oxidation bzw. Reduktion von 1 mol z-fach negativ bzw. positiv geladener Ionen ist eine Ladungsmenge <math>Q = z \cdot 96485 \text{ A} \cdot \text{s}</math> notwendig. Für Lernende, die sich mit Größen leichter tun: <math>Q = n \cdot z \cdot F</math>; <math>F = 96485 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}</math></p>

	<p>erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).</p>	<p><b>Aufgabenstellung zur Gewinnung von Wasserstoff und Umgang mit Größengleichungen</b> zur Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m<sup>3</sup> Wasserstoff notwendig ist. Zunächst eine Grundaufgabe; Vertiefung und Differenzierung mithilfe weiterer Aufgaben</p> <p><b>Diskussion:</b> Wasserstoffgewinnung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten</p>	<p>Zunächst Einzelarbeit, dann Partner- oder Gruppenarbeit; Hilfekarten mit Angaben auf unterschiedlichem Niveau, Lehrkraft wirkt als Lernhelfer. Anwendung des Faraday'schen Gesetzes und Umgang mit <math>W = U \cdot I \cdot t</math></p> <p>Kritische Auseinandersetzung mit der Gewinnung der elektrischen Energie (Kohlekraftwerk, durch eine Windkraft- oder Solarzellenanlage)</p>
<p><b>Wie funktioniert eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle?</b> Aufbau einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p> <p>Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator</p>	<p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).</p> <p>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p>	<p><b>Beschreibung und Erläuterung einer schematischen Darstellung</b> einer Polymermembran-Brennstoffzelle Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks) Herausarbeitung der Redoxreaktionen</p>	<p>Einsatz der schuleigenen PEM-Zelle und schematische Darstellung des Aufbaus der Zelle; sichere Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion Vergleich der theoretischen Spannung mit der in der Praxis erreichten Spannung</p>
<p><b>Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft</b> Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator</p>	<p>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p> <p>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische</p>	<p><b>Expertendiskussion</b> zur vergleichenden Betrachtung von verschiedenen Brennstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) und Energiespeichersystemen (Akkumulatoren, Brennstoffzellen) eines Kraftfahrzeuges <u>mögliche Aspekte:</u> Gewinnung der Brennstoffe, Akkumulatoren,</p>	<p>Die Expertendiskussion wird durch Rechercheaufgaben in Form von Hausaufgaben vorbereitet. Fakultativ:</p>

Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff	Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1).	Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung	Es kann auch darauf eingegangen werden, dass der Wasserstoff z.B. aus Erdgas gewonnen werden kann.
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstüberprüfung zum Umgang mit Begriffen und Größen zur Energie und Elektrizitätslehre und zu den Grundlagen der vorangegangenen Unterrichtsreihe (galvanische Zelle, Spannungsreihe, Redoxreaktionen)</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Übung zu den Faraday-Gesetzen / zum Faraday-Gesetz, Auswertung von Experimenten, Diskussionsbeiträge</li> <li>• Klausuren/ Facharbeit ...</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/">http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/</a>.</p> <p>Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html">http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html</a>.</p> <p>Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in <a href="http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html">http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html</a>.</p> <p>Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mit einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in <a href="http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf">http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf</a>.</p> <p>Sehr ergiebige Quelle zu vielen Informationen über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffzellen und ihre Eigenschaften <a href="http://www.diebrennstoffzelle.de">http://www.diebrennstoffzelle.de</a>.</p>			

## 5.4 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben VI

**Kontext:** *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft  
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht  
Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege

**Zeitbedarf:** ca. 14 Std. à 45 Minuten

5 Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q1)**  
 Grundkurs

**Unterrichtsvorhaben VI**

<b>• Kontext:</b> Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt			
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>UF4 Vernetzung</li> <li>E3 Hypothesen</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>B3 Werte und Normen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffklassen und Reaktionstypen</li> <li>zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> <li>Stoffklassen</li> <li>homologe Reihe</li> <li>Destillation</li> <li>Cracken</li> </ul>	erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).  verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).	<b>Demonstration</b> von Erdöl und Erdölprodukten: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel  <b>Film:</b> Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl Die fraktionierende Destillation  <b>Arbeitsblatt</b> mit Destillationsturm	Thema: Vom Erdöl zum Superbenzin – Kartenabfrage vor Themenformulierung  Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion Wdhg.: Summenformel, Strukturformel, Nomenklatur; Stoffklassen: Alkane, Cycloalkane,

	<p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1).</p> <p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p>	<p><b>Arbeitsblätter</b> zur Vielfalt der Kohlenwasserstoffe (Einzelarbeit, Korrektur in Partnerarbeit)</p> <p><b>Film:</b> Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Otto- und Dieselmotor</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit Darstellung der Takte</p> <p><b>Grafik</b> zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte</p> <p><b>Demonstrationsexperiment</b> zum Cracken Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren)</p>	<p>Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der Mesomerie), Nutzung des eingeführten Schulbuchs</p> <p>Die Karten zu den Arbeitstakten müssen ausgeschnitten und in die Chemiemappe eingeklebt werden, die Takte sind zutreffend zu beschriften, intensives Einüben der Beschreibung und Erläuterung der Grafik</p> <p>Benzin aus der Erdöldestillation genügt dem Anspruch der heutigen Motoren nicht Einführung der Octanzahl, Wiederaufgreifen der Stoffklassen</p> <p>Versuchsskizze, Beschreibung und weitgehend selbstständige Auswertung</p>
<p><b>Wege zum gewünschten Produkt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrophile Addition</li> <li>• Substitution</li> </ul>	<p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1).</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p>	<p><b>Aufgabe zur Synthese des Antiklopfmittels MTBE:</b></p> <p>Erhöhen der Klopfestigkeit durch MTBE (ETBE)</p> <p>Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen)</p>	<p>Übungsbeispiel um Sicherheit im Umgang mit komplexen Aufgabenstellungen zu gewinnen, Einzelarbeit betonen</p> <p>Einfluss des I-Effektes herausstellen, Lösen der Aufgabe in Partnerarbeit</p>

	<p>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</p> <p>schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p>	<p><b>Übungsaufgabe</b> zur Reaktion von Propen mit Wasser mithilfe einer Säure</p> <p><b>Abfassen eines Textes</b> zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten</li> <li>• schriftliche Übung</li> <li>• Klausuren/Facharbeit ...</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Eine leicht verständliche Darstellung in 15 Minuten zu Aspekten der Entstehung des Erdöls, Suche nach Erdöl, Verarbeitung des Erdöls, Arbeit auf einer Erdölplattform und einer Havarie eines Erdöltankers findet man im Film „Multitalent Erdöl“ des Schulfernsehens (Planet Schule): <a href="http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901">http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901</a>.</p> <p>In 6 Kurzfilmen werden auf der Video-DVD (4602475) „Erdölverarbeitung“ die Aspekte: 1. Atmosphärische Destillation (6:30 Min.), 2. Vakuumdestillation (2:10 Min.), 3. Cracken (5:20 Min.), 4. Entschwefelung (6:30 Min.), 5. Benzinveredlung (6:30 Min.), 6. Schmierölverarbeitung (3:50 Min.) behandelt.</p> <p>In der Video-DVD „Der Viertakt-Ottomotor“ (4605559) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip des Motors veranschaulicht.</p> <p>In der Video-DVD „Der Viertakt-Dieselmotor (4605560) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip dieses Motors veranschaulicht.</p> <p>Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiäbutylether (MTBE) unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes finden sich Informationen des Umwelt Bundesamtes in: <a href="http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm">http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm</a>. Die Seite enthält auch eine Tabelle zum MTBE-Anteil in verschiedenen Benzinsorten.</p>			

Zum Einsatz von ETBE findet man Informationen auf: <http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&contentId=7022567>.  
Eine kurze Simulation der Bromierung von Ethen mit Untertexten ist dargestellt in: <http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm>.

---

## 5.5 Grundkurs Qualifikationsphase Q 2 – Unterrichtsvorhaben II

**Kontext:** Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E5).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).
- 

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege
- ◆ Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf:** ca. 24 Std. à 45 Minuten

5 Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q2)**  
Grundkurs

**Unterrichtsvorhaben II**

<b>Kontext:</b> Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen			
<b>Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b>			
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>Organische Werkstoffe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 24 Std. à 45 Minuten</p>		<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF2 Auswahl</li> <li>UF4 Vernetzung</li> <li>E3 Hypothesen</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft</p>	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ....	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Die Vielfalt der Kunststoffe im Alltag: Eigenschaften und Verwendung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen</li> <li>Thermoplaste</li> <li>Duromere</li> <li>Elastomere</li> </ul>	<p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).</p> <p>untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5).</p> <p>ermitteln Eigenschaften von organischen</p>	<p><b>Demonstration:</b> Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duromer)</p> <p><b>S-Exp.:</b> thermische u. a. Eigenschaften von Kunststoffproben</p> <p><b>Eingangstest:</b> intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung</p>	<p>Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Verwendungen erläutert.</p> <p><b>Thermoplaste</b> (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche),</p>

<p>zwischenmolekulare Wechselwirkungen</p>	<p>Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).</p>	<p><b>Materialien:</b> Kunststoffe aus dem Alltag</p>	<p><b>Duromere und Elastomere</b> (Vernetzungsgrad)</p>
<p><b>Vom Monomer zum Polymer: Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsschritte der <b>radikalischen Polymerisation</b></li> <li>• <b>Polykondensation</b> Polyester</li> <li>• Polyamide: Nylonfasern</li> </ul>	<p>beschreiben und erläutern die Reaktions-schritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)</p> <p>schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p>	<p><b>Schülerexperimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymerisation von Styrol</li> <li>• Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushalt-schemikalien, z.B. Polymilch-säure oder Polycitronensäure.</li> <li>• „Nylonseiltrick“</li> </ul> <p><b>Schriftliche Überprüfung</b></p>	<p>Während der Unterrichtsreihe kann an vielen Stellen der Bezug zum Kontext Plastikgeschirr hergestellt werden. Polystyrol ist Werkstoff für Plastikgeschirr.</p> <p>Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.</p>
<p><b>Kunststoffverarbeitung Verfahren</b>, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spritzgießen</li> <li>• Extrusionsblasformen</li> <li>• Fasern spinnen</li> </ul> <p>Geschichte der Kunststoffe</p>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Einsatz von <b>Filmen</b> und <b>Animationen</b> zu den Verarbeitungsprozessen.</p>	<p>Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich.</p> <p>Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von Referaten erarbeitet werden.</p>

<p><b>Maßgeschneiderte Kunststoffe:</b> Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SAN: Styrol- Acrylnitril-Copolymerisate</li> <li>• Cyclodextrine</li> <li>• Superabsorber</li> </ul>	<p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p>	<p><b>Recherche:</b> Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien. Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril.</p> <p><b>Flussdiagramme</b> zur Veranschaulichung von Reaktionswegen</p> <p><b>Arbeitsteilige Projektarbeit</b> zu weiteren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine.</p> <p><b>S-Präsentationen</b> z.B. in Form von <b>Postern</b> mit <b>Museumsgang</b>.</p>	<p>Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polystyrols, z.B. SAN.</p> <p>Die Schülergruppen informieren sich über die Synthesewege, die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und die Verwendung weiterer Kunststoffe und präsentieren ihre Ergebnisse.</p> <p>Zur arbeitsteiligen Gruppenarbeit können auch kleine S-Experimente durchgeführt werden.</p>
<p><b>Kunststoffmüll ist wertvoll:</b> <b>Kunststoffverwertung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stoffliche Verwertung</li> <li>• rohstoffliche V.</li> <li>• energetische V.</li> </ul> <p>Ökonomische und ökologische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material.</p>	<p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p> <p>diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b> Herstellung von Stärkefolien</p> <p><b>Podiumsdiskussion:</b> z.B. zum Thema „Einsatz von Plastikgeschirr Einweggeschirr auf öffentlichen Veranstaltungen!“</p>	<p><b>Fächerübergreifender Aspekt:</b> Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).</p> <p>Einsatz von <b>Filmen</b> zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.</p>
<p>Diagnose von Schülerkonzepten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Überprüfung zum Eingang, Präsentationen</li> </ul> <p>Leistungsbewertung:</p>			

- 
- Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), schriftliche Übung, Anteil an Gruppenarbeiten

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

Allgemeine Informationen und Schulexperimente: <http://www.seilnacht.com>

[www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/](http://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/)

Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol:

<http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index>

Internetauftritt des Verbands der Kunststoffherzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:

<http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx>

Informationen zur Herstellung von PET-Flaschen:

<http://www.forum-pet.de>

Umfangreiche Unterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum Belland-Material:

[http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen\\_12/B\\_Organik/Belland.pdf](http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_Organik/Belland.pdf)

Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:

<http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html>

## 5.6 Grundkurs Qualifikationsphase Q 2 – Unterrichtsvorhaben III

**Kontext:** *Bunte Kleidung*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf:** ca. 20 Std. à 45 Minuten

5 Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q2)**  
 Grundkurs

**Unterrichtsvorhaben III**

<b>Kontext:</b> Bunte Kleidung				
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe				
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>Farbstoffe und Farbigkeit</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 Wiedergabe</li> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E6 Modelle</li> <li>E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul>		
Zeitbedarf: 20 Std. à 45 Minuten		<b>Basiskonzept (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft, Basiskonzept Energie		
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>	
	Die Schülerinnen und Schüler ....			
<b>Farbige Textilien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Farbigkeit und Licht</li> <li>Absorptionsspektrum</li> <li>Farbe und Struktur</li> </ul>	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).  werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)	<b>Bilder:</b> Textilfarben – gestern und heute im Vergleich  <b>Erarbeitung:</b> Licht und Farbe, Fachbegriffe  <b>Experiment:</b> Fotometrie und Absorptionsspektren  <b>Arbeitsblatt:</b> Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Vergleich		

<p><b>Der Benzolring</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur des Benzols</li> <li>- Benzol als aromatisches System</li> <li>- Reaktionen des Benzols</li> <li>- Elektrophile Substitution</li> </ul>	<p>beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellungen (E6, E7).</p> <p>erklären die elektrophile Erstsabstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).</p>	<p><b>Film:</b> Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring (FWU)</p> <p><b>Molekülbaukasten:</b> Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol</p> <p>Info: Röntgenstruktur</p> <p><b>Erarbeitung:</b> elektrophile Substitution am Benzol</p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition</p> <p><b>Trainingsblatt:</b> Reaktionsschritte</p>	<p>Gelegenheit zur Wiederholung der Reaktionsschritte aus Q1</p>
<p><b>Vom Benzol zum Azofarbstoff</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbige Derivate des Benzols</li> <li>- Konjugierte Doppelbindungen</li> <li>- Donator-/ Akzeptorgruppen</li> <li>- Mesomerie</li> <li>- Azogruppe</li> </ul>	<p>erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6).</p> <p>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6).</p>	<p><b>Lehrerinfo:</b> Farbigkeit durch Substituenten</p> <p>Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen</p> <p><b>Erarbeitung:</b> Struktur der Azofarbstoffe</p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe</p>	
<p><b>Welche Farbe für welchen Stoff?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ausgewählte Textilfasern</li> <li>- bedeutsame Textilfarbstoffe</li> </ul>	<p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).</p>	<p><b>Lehrerinfo:</b> Textilfasern</p> <p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit:</b> Färben von Textilien, u.a. mit Indigo, einem Azofarbstoff</p>	<p>Rückgriff auf die Kunststoffchemie (z.B. Polyester)</p> <p>Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung:</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff</li> <li>- Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung</li> </ul>	<p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p> <p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Erstellung von Plakaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-Wert und der Einfluss auf die Farbe</li> <li>- zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen</li> </ul>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trainingsblatt zu Reaktionsschritten</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt:  <a href="http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm">http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm</a>  Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:  <a href="http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html">http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html</a></p>			

## 5.7 Leistungskurs Qualifikationsphase Q 1 – Unterrichtsvorhaben III

**Kontext:** Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse

### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Donator-Akzeptor

Basiskonzept Energie

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2)
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- selbstständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1)
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2)
- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).

#### Kompetenzbereich Bewertung:

- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).
- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Mobile Energiequellen
- ◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- ◆ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse

**Zeitbedarf:** ca. 22 Std. à 45 Minuten

5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q1)**  
Leistungskurs

**Unterrichtsvorhaben III**

<b>Kontext:</b> Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse				
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie				
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> <li>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> <li>• Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul>		
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Stunden à 45 Minuten		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor, Basiskonzept Energie		
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>	
<b>Autos, die nicht mit Benzin fahren</b> Akkumulatoren	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, <u>Akkumulator</u> , Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegenden Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).	<b>Bilder und Texte zu Elektromobilen</b> - Stromversorgung mit Akkumulatoren - Stromversorgung mit Brennstoffzellen  <b>Beschreibung und Auswertung einer schematischen Darstellung</b> zum Aufbau eines Bleiakkumulators  <b>Lehrerdemonstrationsexperiment</b>	Aufriss der Unterrichtsreihe Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft  Beschreibung der Teile und des Aufbaus eines Bleiakkumulators; Vermutungen über die Funktion der Teile	

	<p>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</p> <p>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p> <p>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).</p>	<p>Entladen und Laden eines Bleiakкумуляtors</p> <p><b>Beschreibung und Deutung der Beobachtungen in Einzelarbeit unter Nutzung des Schulbuches</b>  <b>Schüler-Kurzvortrag</b> zum Laden und Entladen des Bleiakкумуляtors</p> <p><b>Recherche</b> zum Lithium-Ionen-Akkumulator: schematischer Aufbau und Prinzip der Reaktionsabläufe beim Laden und Entladen in <b>Partnerarbeit</b> im Internet oder mithilfe von der Lehrkraft bereitgestellten Materialien</p> <p><b>Diskussion</b> der Vorzüge und Nachteile des Bleiakкумуляtors und des Lithium-Ionen-Akkumulators im Vergleich für den Betrieb von Elektroautos</p>	<p>Aufgreifen und Vertiefen der Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion; Elektrolyse</p> <p>Selbstständige Partnerarbeit oder Gruppenarbeit, Vorstellen der Ergebnisse in Kurzvorträgen</p> <p>Die Rechercheergebnisse müssen gesichert werden, z.B. durch eine Skizze zum Aufbau des Akкумуляtors, Reaktionsgleichungen und einen eigenständig verfassten Kurztext</p>
<p><b>Brennstoffzelle</b></p>	<p>erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).</p> <p>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</p>	<p><b>Schülervortrag mit Demonstrationsexperiment und Handout</b>  Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle  Aufbau und Reaktionsabläufe</p> <p><b>Lehrerinformationen</b> zum Unterschied Energiespeicher / Energiewandler</p>	<p>Sachaspekte, die zu berücksichtigen sind:  Reihen- und Parallelschaltung,  Anforderung eines Elektromobils, elektrische Energie, elektrische Leistung, Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks)</p>

	recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).	Vergleich Akkumulator und Brennstoffzelle	
<p><b>Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?</b></p> <p>Quantitative Elektrolyse Zersetzungsspannung Faraday-Gesetze Wasserstoff als Energieträger</p>	<p>beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF 4).</p> <p>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</p> <p>schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6).</p> <p>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).</p> <p>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5).</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p>	<p><b>Demonstrationsexperiment:</b> Elektrolyse von angesäuertem Wasser</p> <p>Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve, Grafische Ermittlung der Zersetzungsspannung</p> <p><b>Hypothesenbildung, selbstständige Versuchsplanung, Schülerexperiment</b> zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. <math>n \sim I \cdot t</math></p> <p><b>Lehrerdemonstrationsexperiment:</b> Quantitative Kupferabscheidung aus einer Kupfer(II)-sulfat-Lösung zur Bestimmung der Faraday-Konstante</p> <p><b>Lehrervortrag</b> Formulierung der Faraday-Gesetze</p> <p><b>Übungsaufgaben in Einzel- und Partnerarbeit:</b></p>	<p>Reflexion des Experiments: Redoxreaktion, exotherme Reaktion, Einsatz von elektrischer Energie: <math>W = U \cdot I \cdot t</math>, Zersetzungsspannung</p> <p>Vergleich mit der errechneten Spannung aus den Redoxpotentialen</p> <p>Anlage einer übersichtlichen Wertetabelle, grafische Auswertung, Schüler- oder Lehrerexperiment</p> <p>Selbstständiger Umgang mit Größen der Chemie und der Elektrochemie in Einzelarbeit; Korrektur in Partnerarbeit</p>

		Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m <sup>3</sup> Wasserstoff notwendig ist, hier auch Aufgaben zur abgeschiedenen Masse	
<b>Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft</b>  Energiegewinnung und Energiespeicherung im Vergleich	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).  erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).  vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1).  diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4). diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4).	<b>Expertendiskussion</b> Woher sollte der elektrische Strom zum Laden eines Akkumulators und zur Gewinnung des Wasserstoffs kommen?   Vergleichende Betrachtung von Benzin, Diesel, Erdgas, Akkumulatoren und Brennstoffzellen zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges - ökologische und ökonomische Aspekte - Energiewirkungsgrad	Sammeln und Bewerten von Argumenten
<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umgang mit Größengleichungen analysieren und korrigieren</li> </ul>			
<u>Leistungsbewertung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mitwirkung bei der Versuchsplanung, sorgfältige Auswertung quantitativer Experimente, Schülervortrag, Anteil an Gruppenarbeit</li> </ul>			
<b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b>			

---

Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. <http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/>.

Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B. <http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html>.

Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in [http://www.siemens.com/innovation/apps/pof\\_microsite/pof-spring-2012/html\\_de/elektrolyse.html](http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html).

Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mit einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in [http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007\\_07.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf).

<http://www.diebrennstoffzelle.de>

Sehr ergiebige Quelle zu vielen Informationen über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffzellen und ihre Eigenschaften.

## 5.8 Leistungskurs Qualifikationsphase Q 1 – Unterrichtsvorhaben IV

**Kontext:** *Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Donator-Akzeptor

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

Kompetenzbereich Bewertung:

- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Korrosion und Korrosionsschutz

**Zeitbedarf:** ca. 10 Std. à 45 Minuten

5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q1)**  
Leistungskurs

**Unterrichtsvorhaben IV**

<b>Kontext:</b> Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Korrosion und Korrosionsschutz</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E6 Modelle</li> <li>K2 Recherche</li> <li>B2 Entscheidungen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Korrosion vernichtet Werte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Merkmale der Korrosion</li> <li>Kosten von Korrosionsschäden</li> </ul>	recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und referieren über Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).  diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2).	<b>Abbildungen</b> zu Korrosionsschäden oder <b>Materialproben</b> mit Korrosionsmerkmalen Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion  <b>Recherche</b> zu Kosten durch Korrosionsschäden	Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt  Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft
<b>Ursachen von Korrosion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lokalelement</li> <li>Rosten von Eisen               <ul style="list-style-type: none"> <li>Sauerstoffkorrosion</li> <li>Säurekorrosion</li> </ul> </li> </ul>	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode)) (UF1, UF3).	<b>Schüler- oder Lehrerexperiment</b> Experimentelle Erschließung der elektrochemischen Korrosion  <b>Schülerexperimente</b>	Selbstständige Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch die Lehrkraft

	erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).	Bedingungen, die das Rosten fördern	Aufgreifen und Vertiefen der Inhalte und Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion
<b>Schutzmaßnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Galvanisieren</li> <li>• kathodischer Korrosionsschutz</li> </ul>	<p>erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3).</p> <p>bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).</p>	<p><b>Lehrer- oder Schülerexperiment</b> Verkupfern oder Verzinken eines Gegenstandes</p> <p><b>Bilder oder Filmsequenz</b> zum Verzinken einer Autokarosserie durch Galvanisieren und Feuerverzinken</p> <p><b>Welcher Korrosionsschutz ist der beste?</b> Bewertung des Korrosionsschutzes nach Darstellung einiger Korrosionsschutzmaßnahmen durch Kurzreferate</p>	<p>Anode aus Kupfer bzw. Zink zur Verdeutlichung der Teilnahme der Anode an einer Elektrolyse; selbstständige Auswertung des Experimentes mithilfe des Schulbuches</p> <p>Sammeln und Bewerten von Argumenten</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alltagsvorstellungen zur Korrosion</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von Experimenten, Auswertung der Experimente, Kurzreferate</li> <li>• Klausuren/Facharbeiten</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p><a href="http://www.korrosion-online.de">www.korrosion-online.de</a> Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema Korrosion und Korrosionsschutz. Weist auch viele interessante und vielfältige Abbildungen zur Korrosion auf.</p> <p><a href="http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm">daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm</a></p> <p>20.09.2010 - Beschreibung von Erscheinungsformen für Korrosion und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Korrosionsschutz Element</p> <p>In dem VHS-Video „Korrosion und Korrosionsschutz“ (4202818) werden mit Hilfe von Tricksequenzen - die Vorgänge bei der Entstehung von Rost und die gängigsten Verfahren (Aufbringen eines Schutzüberzugs aus einem unedleren Metall durch Schmelztauchen, Einsatz einer Opferanode, Galvanisieren) gezeigt, um Metalle vor Korrosion zu schützen.</p>			

---

## 5.9 Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben I

**Kontext:** Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Donator-Akzeptor

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Organische Verbindungen
- ◆ Reaktionsabläufe
- ◆ Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf:** ca. 34 Std. à 45 Minuten

5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q2)**  
Leistungskurs

**Unterrichtsvorhaben I**

<b>Kontext:</b> Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos			
<b>Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b>			
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>Reaktionsabläufe</li> <li>Organische Werkstoffe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 34 Std. à 45 Minuten</p>		<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 Wiedergabe</li> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor</p>	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ....	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<p><b>Die Vielfalt der Kunststoffe im Auto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definition der Begriffe „Kunststoff“ „Makromolekül“ „Polymer“ „Monomer“</li> </ul>		<p><b>Demonstration von Kunststoffteilen eines Autos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blinkerabdeckung</li> <li>Sicherheitsgurt</li> <li>Keilriemenrolle</li> <li>Sitzbezug</li> </ul> <p><b>Mind Map:</b> Kunststoffe im Auto - Eigenschaften und Verwendung</p>	<p>Ausgehend von der Verwendung von Kunststoffen im Auto werden Fragestellungen entwickelt und eine <b>Mind Map</b> erstellt und im Laufe der Unterrichtssequenz ergänzt.</p> <p>In der <b>Eingangsd Diagnose</b> wird das für den folgenden</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Bsp. für Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verwendung</li> </ul>		<b>Eingangstest:</b> intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen.	Unterricht bedeutsame Vorwissen der SuS abgefragt. <b>Materialien zur individuellen Wiederholung der Lerninhalte</b> werden im Verlauf des Unterrichts bereitgestellt.
<b>Eigenschaften, Synthesereaktionen, Stoffklassen und Verarbeitung von Kunststoffen</b> <b>1. Transparentes Plexiglas (PMMA):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation</li> <li>Faserstruktur und Transparenz</li> </ul> <b>2. Reißfeste Fasern aus PET:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau von Polyestern</li> <li>Polykondensation (ohne Mechanismus)</li> <li>Faserstruktur und Reißfestigkeit</li> <li>Schmelzspinnverfahren</li> </ul> <b>3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum:</b> Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste <b>4. Nylonfasern für Sitzbezüge</b>	<p>beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E3).</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3).</p> <p>Vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5).</p> <p>ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der</p>	<b>Die folgenden Schüler Experimente werden als Lernzirkel durchgeführt.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herstellung einer PMMA Scheibe durch radikalische Polymerisation</li> <li>Herstellung einer Polyesterfaser mit einer Heißklebepistole</li> <li>Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten</li> <li>„Nylonseiltrick“</li> </ul>	Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.  <b>Materialien zur individuellen Wiederholung:</b> <b>zu 1.:</b> Alkene, elektrophile Addition  <b>zu 2.:</b> Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, Intermolekulare Wechselwirkungen  <b>zu 4.:</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Nylon</li> <li>• Polyamide</li> </ul> <p><b>Systematisierung der kennen gelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.</b></p>	<p>Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5).</p> <p>erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).</p>	<p><b>Protokolle</b></p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen.</p>	<p>Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung,</p>
<p><b>Kunststoff werden in Form gebracht: Kunststoffverarbeitung</b> Verfahren, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrudieren</li> <li>• Spritzgießen</li> <li>• Extrusionsblasformen</li> <li>• Fasern spinnen</li> </ul> <p>Geschichte der Kunststoffe</p>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Mögliche Formen der Präsentationen durch die SuS: <b>Referat, Posterpräsentation, Museumsgang oder WIKI.</b></p> <p>Einsatz von <b>Filmen</b> und <b>Animationen</b> zu den Verarbeitungsprozessen.</p>	<p>In diesem und den folgenden Unterrichtseinheiten können <b>S-Präsentationen (Referate, Poster, WIKI)</b> erstellt werden. Mögliche Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren</li> <li>• Historische Kunststoffe</li> </ul>
<p><b>Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau der Polycarbonate</li> <li>• Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit)</li> </ul>	<p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p>	<p><b>Recherche:</b> Aufbau der Polycarbonate Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer Vorteile gegenüber PMMA</p>	<p><b>Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:</b> Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-Bildschirmen, als Fassungen für LEDs) und von PMMA.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Syntheseweg zum Polycarbonat</li> </ul>	<p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p>	<p><b>Flussdiagramme</b> zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses</p>	
<p><b>Maßgeschneiderte Kunststoffe</b></p> <p>z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten</li> <li>Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz</li> <li>Superabsorber</li> <li>Cyclodextrine</li> <li>Silikone</li> </ul>	<p>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3)</p> <p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p>	<p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten</b> zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plexiglas mit UV-Schutz</li> <li>Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit</li> <li>Cyclodextrine als "Geruchskiller"</li> </ul> <p><b>Präsentation der Ergebnisse als WIKI oder als Poster (Museums-gang)</b></p>	<p>Die SuS suchen sich die Themen nach ihrem Interesse aus. Bei den Vorträgen soll auch auf die Synthesewege eingegangen werden und deren Darstellung eingeübt werden.</p> <p>Cokondensation und "Blending" dienen der Modifikation von Kunststoffeigenschaften.</p> <p>Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen.</p> <p>Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farbstoffe.</p>
<p><b>Kunststoffmüll ist wertvoll: Kunststoffverwertung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Umweltverschmutzung durch Plastikmüll</b></li> <li><b>Verwertung von Kunststoffen:</b> - energetisch</li> </ul>	<p>diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für</p>	<p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen)</li> <li>Herstellung von Stärkefolien</li> <li>Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor"</li> </ul> <p>Einsatz von <b>Filmen</b> zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.</p>	<p><b>Fächerübergreifender Aspekt:</b> Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- rohstofflich</li> <li>- stofflich</li> </ul> <p>• <b>Ökobilanz</b> von Kunststoffen</p>	<p>die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>	<p><b>Podiumsdiskussion:</b> z.B. zum Thema „Einsatz von kompostierbarem Verpackungsmaterial“</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingangstest, Präsentationen, Protokolle</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), Schriftliche Übungen</li> </ul> <p><u>Werksbesichtigung im Kunststoffwerk</u></p>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Die meisten Experimente finden sich in der Unterrichtsreihe "Kunststoffe im Auto": <a href="http://www.chik.de">http://www.chik.de</a></p> <p>Informationen zur Weiterentwicklung von Polycarbonaten (Blends und Cokondensate) zur Verwendung in der Automobilindustrie und in Bildschirmen: <a href="http://www.energiespektrum.de/misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098">http://www.energiespektrum.de/misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098</a>  <a href="http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx">http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx</a></p> <p>Internetauftritt des Verbands der Kunststoffhersteller mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen (z. zur Kunststoffverarbeitung) finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:  <a href="http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx">http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx</a></p> <p>Experimentiervorschrift zur Herstellung einer UV-absorbierenden Acrylglasplatte:  <a href="http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf">http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf</a></p> <p>Umfangreiche Unterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum recyclingfähigen Belland-Material:  <a href="http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_Organik/Belland.pdf">http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_Organik/Belland.pdf</a></p> <p>Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:  <a href="http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html">http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html</a></p>			

---

## 5.10 Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben III

**Kontext:** *Farbstoffe im Alltag*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

*Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:*

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*

- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).

*Kompetenzbereich Kommunikation:*

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).
- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).

*Kompetenzbereich Bewertung:*

- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf:** ca. 20 Std. à 45 Minuten

5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q2)**  
Leistungskurs

**Unterrichtsvorhaben III**

<b>Kontext:</b> Farbstoffe im Alltag			
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbstoffe und Farbigkeit</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 20 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Farben im Alltag</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbigkeit und Licht</li> <li>- Absorptionsspektrum</li> </ul>	Die Schülerinnen und Schüler ....  erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).  werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)	<b>Mindmap:</b> Farbe  <b>Erarbeitung:</b> Licht und Farbe, Fachbegriffe  <b>Experiment:</b> Fotometrie und Absorptionsspektren	.

<p><b>Organische Farbstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbe und Struktur</li> <li>- Konjugierte Doppelbindungen</li> <li>- Donator-/ Akzeptorgruppen</li> <li>- Mesomerie</li> <li>- Azofarbstoffe</li> <li>- Triphenylmethanfarbstoffe</li> </ul>	<p>erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mit Hilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen (UF1, E6).</p> <p>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)</p> <p>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6).</p>	<p><b>Arbeitsblatt:</b> Kriterien für Farbigkeit</p> <p>Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen</p> <p><b>Lernaufgabe:</b> Azofarbstoffe</p> <p><b>Demonstrationsexperiment:</b> Farbwechsel von Phenolphthalein</p> <p>Erarbeitung der Strukturen</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Synthese von Fluorescein</p>	<p>Wiederholung: elektrophile Substitution</p>
<p><b>Verwendung von Farbstoffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bedeutsame Textilfarbstoffe</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff</li> </ul>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p>	<p><b>Recherche:</b> Farbige Kleidung im Wandel der Zeit</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff</p> <p><b>Diskussion und Vergleich</b></p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung)</p> <p><b>Moderne Kleidung:</b> Erwartungen</p>	<p>Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich</p> <p>ggf. weitere Färbemethoden</p> <p>Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen</p> <p>z.B. Azofarbstoffe und reduktive Azospaltung</p>

	<p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoff-Brücken (UF3, UF4).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>	<p><b>Recherche:</b> Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme</p> <p><b>Erstellung von Postern und Museumsgang</b></p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernaufgabe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Präsentation, Protokolle</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt:  <a href="http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm">http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm</a>  Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:  <a href="http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html">http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html</a></p>			