Schulinterner Lehrplan des Joseph-König-Gymnasiums für das Fach Chemie

Sek. II

Joseph-König-Gymnasium
Holtwicker Straße 3-5
45721 Haltern am See
Tel.: 02364/933540

Schuljahr 2021/2022

Inhalt

1. Die Fachgruppe Chemie am Joseph-König- Gymnasium 3

2. Entscheidungen zum Unterricht 5

2.1 Unterrichtsvorhaben 5

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben 7
2.1.2 Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben I 13
2.1.3 Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben II 16
2.1.4 Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben III 24
2.1.5 Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben IV 28
2.1.6 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben I 33
2.1.7 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 - Unterrichtsvorhaben II 38
2.1.8 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben III 42
2.1.9 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben IV 48
2.1.10 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben V 53
2.1.11 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben VI 56
2.1.12 Grundkurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben I 60
2.1.13 Grundkurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben II 67
2.1.14 Grundkurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben III 72
2.1.15 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 - Unterrichtsvorhaben I 76
2.1.16 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben II 84
2.1.17 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 –Unterrichtsvorhaben III 91
2.1.18 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 –Unterrichtsvorhaben IV 97
2.1.19 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben V 100
2.1.20 Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben I 108
2.1.21 Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben II 114
2.1.22 Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben III 119
2.1.23 Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben IV 123

3. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit 126

3.1. Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrück- meldung 128

3.2 Lehr- und Lernmittel 133

3.3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen 134

4. Qualitätssicherung und Evaluation 135

1. Die Fachgruppe Chemie am Joseph-König- Gymnasium

Das Joseph-König Gymnasium liegt in Haltern am See, einer Kleinstadt mit ca. 38000 Einwohnern am südlichen Rand des Münsterlands. Das Gymnasium ist in einem Stadtgebiet, das durch das angrenzende Naherholungsgebiet mit seinen Seen geprägt ist. Es ist fünf- bis sechszügig. Im Schuljahr 2019/2020 besuchen ca. 1060 Schülerinnen und Schüler unser Gymnasium. Unterrichtet werden diese derzeit von ca. 80 Kolleginnen und Kollegen.

Die Schule ist bei Maßnahmen zur Standardsicherung (Lernstandserhebung) dem Standorttyp I zugeordnet. Von großer Bedeutung ist die enge Zusammenarbeit mit den Eltern der Schülerinnen und Schüler. Diese sind sehr am schulischen Wohlergehen ihrer Kinder interessiert und engagieren sich aktiv in zahlreichen Gremien der Schule.

Das Joseph-König-Gymnasium ist seit 2010 Europaschule. Im Jahr 2016 erfolgte eine Rezertifizierung. Dies spiegelt wider, dass sich die Schule dem europäischen Gedanken und besonders der Vermittlung interkultureller Handlungsfähigkeit verpflichtet fühlt. Zahlreiche Unterrichtsprojekte in der Sekundarstufe I und II tragen diesem Anspruch Rechnung. Durch die Auseinandersetzung mit fremdkulturellen Werten und Normen und der damit verbundenen Notwendigkeit zum Perspektivwechsel leistet der Unterricht der einzelnen Fächer einen Beitrag zur Erziehung zur Toleranz und fördert Offenheit und Kritikfähigkeit. Auch das Engagement für Partnerschaftsprojekte (beispielsweise die Unterstützung des Straßenkinderprojekts „Arco Iris“ in La Paz in Bolivien) soll hierzu einen Beitrag leisten.

Die individuelle Förderung jeder einzelnen Schülerin und jedes einzelnen Schülers ist allen Fachgruppen nicht zuletzt vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Anforderungen an Studierfähigkeit und Berufsorientierung ein besonderes Anliegen. Der Unterricht aller Fächer zielt darauf ab, vielfältige Lerngelegenheiten zum aktiv kooperativen und selbstständigen Lernen zu eröffnen. Die Ausstattung der Schule mit einem Lernzentrum sowie mit mehreren Informatikräumen sowie eine digitale Grundausstattung in allen Klassen-, Kurs- und Fachräumen erleichtern den Weg zu einer informatischen Grundbildung für alle Schülerinnen und Schüler.

Durch eine verstärkte Zusammenarbeit und Koordinierung der Fachbereiche werden Bezüge zwischen Inhalten der naturwissenschaftlichen Fächer hergestellt.

Weil die Schule bahnhofsnah gelegen und an ein gut ausgebautes Nahverkehrsnetz angebunden ist, lassen sich benachbarte Städte im Münsterland und im Ruhrgebiet für Unterrichtsexkursionen aller Fächer leicht besuchen.

Die Durchführung von Exkursionen, der Besuch von Ausstellungen und Theateraufführungen etc. wird als Bereicherung des Schullebens und als wertvolle Ergänzung des schulischen Unterrichts angesehen.

Da das Joseph-König-Gymnasium das einzige Gymnasium der Stadt Haltern am See ist, fühlt es sich der Gesamtheit aller Schülerinnen und Schüler verpflichtet. Deshalb bietet unsere Schule ein breites Angebot an Fächern an. Auch können dank der Größe der Jahrgangsstufen in fast allen Fächern in der Oberstufe Leistungskurse angewählt werden. Eine Besonderheit ist der bilinguale Zweig: Das Joseph-König-Gymnasium bietet seit 1988 allen Schülerinnen und Schülern zusätzlich zum normalen Fächerangebot die Möglichkeit, einen bilingualen Zweig zu besuchen, somit ein bilinguales Abitur abzulegen und ein CertiLingua Label zu erwerben.

In der benachbarten Stadt Marl befindet sich der Chemiepark Marl in dem mehrere große Chemieunternehmen angesiedelt sind.
Es besteht eine Kooperation zwischen der Schule und dem Betreiber des Chemieparks. So können Schülerinnen und Schüler der Schule dort Berufsorientierungspraktika machen, Werksvertreter besuchen Oberstufenkurse und auch Besichtigungen des Geländes und der dort angesiedelten Betriebe durch Schülerinnen und Schüler sind fester Bestandteil der Zusammenarbeit.

Im Rahmen der Studien- und Berufswahlorientierung besteht 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 und auch darüber hinaus teilweise als Ansprechpartner zur Verfügung stehen. Dabei spielen technische Berufe und naturwissenschaftliche Studiengänge eine deutliche Rolle. Als relevanter Vorteil ist hierbei die deutlich ausgeprägte berufliche Tätigkeit von Eltern im oben genannten Chemiepark.

Die Lehrerbesetzung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt (Biologie und Chemie). In der Sekundarstufe I wird Chemie in den Jahrgangsstufen 7, 8 und 10 jeweils zweistündig sowie einstündig in der Jahrgangsstufe 9 erteilt.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 140 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Chemie ist in der Regel in der Einführungsphase mit 2-3 Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit 1-2 Grundkursen und mit 1 Leistungskurs vertreten.

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

Dem Fach Chemie stehen 3 Fachräume zur Verfügung, von denen in 2 Räumen auch in Schülerübungen (maximal 32 Schüler) experimentell gearbeitet werden kann. Der 3. Raum ist ein Hörsaal, in dem Demonstrationsexperimente durchgeführt werden können. Die Ausstattung der Chemiesammlung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist gut. Die vom Verband der chemischen Industrie darüber hinaus bereitgestellten Mittel reichen für das Erforderliche aus.

Den Schülerinnen und Schüler der Schule wird es ermöglicht regelmäßig an Wettbewerben wie „Chemie entdecken“ und „Jugend forscht/Schüler experimentieren“ teilzunehmen.

Die Fachschaft Chemie hat sich vorgenommen, die Grundelemente des naturwissenschaftlichen Arbeitens in allen Jahrgangsstufen besonders zu fördern. Die im Rahmen des Methodentrainings thematisierten Arbeitsmethoden werden fachbezogen angewendet. Des Weiteren steht die enge Kooperation mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern im Vordergrund (s. fächerübergreifende Unterrichtsvorhaben).

Die Fachschaft umfasst acht unterrichtende Kolleginnen und Kollegen.

Die Mitglieder der Fachschaft nehmen regelmäßig an Fortbildungen teil. Auf Fachkonferenzen und beim gemeinsamen Vorbereiten von Unterrichtsvorhaben findet ein reger Austausch über die vermittelten Inhalte statt.

Die Hauptziele des Chemieunterrichts in der gymnasialen Oberstufe sind neben der Vermittlung grundlegender Kenntnisse und der Qualifikation, die Einsicht in komplexe Naturvorgänge als auch für das Fach typische Herangehensweisen an Aufgaben und Probleme.

Den Fachvorsitz der Fachschaft Chemie führt Frau OStR Maltaner, die gleichzeitig Gefahrstoffbeauftragte ist.

2. Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

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

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

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

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

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

<table>
<tr><th colspan="2">Einführungsphase</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF4 Vernetzung
• E6 Modelle
• E7 Arbeits- und Denkweisen
• K3 Präsentation

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltlicher Schwerpunkt:
◆ Nanochemie des Kohlenstoffs

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45min</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF2 Auswahl
• UF3 Systematisierung
• E2 Wahrnehmung und Messung
• E4 Untersuchungen und Experimente
• K 2 Recherche
• K3 Präsentation
• B1 Kriterien
• B2 Entscheidungen

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltlicher Schwerpunkt:
◆ Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen

Zeitbedarf: ca. 38 Std. à 45 min</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

Kontext: Methoden der Kalkentfernung im Haushalt

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF1 Wiedergabe
• UF3 Systematisierung
• E3 Hypothesen
• E5 Auswertung
• K1 Dokumentation

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltlicher Schwerpunkt:
◆ Gleichgewichtsreaktionen

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 min</td><td><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>

Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• E1 Probleme und Fragestellungen
• E4 Untersuchungen und Experimente
• K4 Argumentation
• B3 Werte und Normen
• B4 Möglichkeiten und Grenzen

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ (Organische und) anorganische Kohlenstoffverbindungen
◆ Gleichgewichtsreaktionen
◆ Stoffkreislauf in der Natur

Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 min</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Summe Einführungsphase: 86 Stunden</u></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

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. 16 Std. à 45 Minuten</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

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: 14 Std. à 45 Minuten</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtvorhaben III</u>

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:</td><td><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>

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:</td></tr>
</table>

◆ Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: ca. 22 Stunden à 45 Minuten	◆ Mobile Energiequellen ◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen **Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben V: **Kontext:** *Korrosion vernichtet Werte* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • B2 Entscheidungen **Inhaltsfeld**: Elektrochemie **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Korrosion **Zeitbedarf**: ca. 6 Stunden à 45 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. 14 Stunden à 45 Minuten
Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 86 Stunden	

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

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. 10 Stunden à 45 Minuten</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II</u>:

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. 24 Stunden à 45 Minuten</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

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. 20 Stunden à 45 Minuten</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 54 Stunden</u></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

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. 36 Std. à 45 Minuten</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

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

Inhaltsfelder: Elektrochemie

Inhaltlicher Schwerpunkt:
◆ Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 30 Stunden à 45 Minuten</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

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</td><td><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>

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. 10 Std. à 45 Minuten</td></tr>
</table>

◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen ◆ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse **Zeitbedarf**: ca. 22 Stunden à 45 Minuten	
Unterrichtsvorhaben V: **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. 28 Stunden à 45 Minuten	
Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 126 Stunden	

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

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. 34 Stunden à 45 Minuten</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

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. 20 Stunden à 45 Minuten</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

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. 20 Stunden à 45 Minuten</td><td><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>

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. 10 Stunden à 45 Minuten
.</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 84 Stunden</u></td></tr>
</table>

2.1.2 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

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- Nanochemie des Kohlenstoffs

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Nanochemie des Kohlenstoffs **Zeitbedarf**: 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Graphit, Diamant und mehr - Modifikation - Elektronenpaarbindung - Strukturformeln	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und 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 neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a.	**1. Aufgaben zur Selbsteinschätzung** Atombau, Bindungslehre, Kohlenstoffatom, Periodensystem **2. Gruppenarbeit** „Graphit, Diamant und Fullerene“	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)

	Fullerene) (UF4).		
Nanomaterialien - Nanotechnologie - Neue Materialien - Anwendungen - Risiken	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).	**1. Recherche** zu neuen Materialien aus Kohlenstoff und Problemen der Nanotechnologie (z.B. Kohlenstoff-Nanotubes in Verbundmaterialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit in Kunststoffen) - Aufbau - Herstellung - Verwendung - Risiken - Besonderheiten **2. Präsentation** (z.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 z.B. Lernplakate in Gruppen, beim Museumsgang hält jeder / jede einen Kurzvortrag.
Diagnose von Schülerkonzepten: • Selbstevaluation zur Bindungslehre Leistungsbewertung: • Evtl. Präsentation zu Nanomaterialien in Gruppen			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Eine Gruppenarbeit zu Diamant, Graphit und Fullerene findet man auf den Internetseiten der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich: **http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant,** 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 **http://www.nanopartikel.info/cms** http://www.wissenschaft-online.de/artikel/855091 http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/nanotechnologie/1191771			

2.1.3 Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: V*om Alkohol zum Aromastoff*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft,
Basiskonzept Donator - Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen chemische Konzepte auswählen und anwenden und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden (UF2).
- die Einordnung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- kriteriengeleitet beobachten und erfassen und gewonnene Ergebnisse frei von eigenen Deutungen beschreiben (E2).
- unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften einfache Experimente zielgerichtet planen und durchführen und dabei mögliche Fehler betrachten (E4).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig chemische und anwendungsbezogene Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten (K 2).
- chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:
- bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben und begründet gewichten (B 1).
- für Bewertungen in chemischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen (B 2).

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen

Zeitbedarf: ca. 38 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen

Zeitbedarf:
• 38 Std. a 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
UF1 – Wiedergabe
UF2 – Auswahl
UF3 – Systematisierung
E2 – Wahrnehmung und Messung
E4 – Untersuchungen und Experimente
K2 – Recherche
K3 – Präsentation
B1 – Kriterien
B2 – Entscheidungen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Donator-Akzeptor</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler...</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Wenn Wein umkippt

• Oxidation von Ethanol zu Ethansäure

• Aufstellung des Redoxschemas unter Verwendung von Oxidationszahlen

• Regeln zum Aufstellen</td><td>erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2).

beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6).</td><td>Eignungsdiagnose

Mind Map

Demonstration von zwei Flaschen Wein, eine davon ist seit 2 Wochen geöffnet.

S-Exp.: pH Wert-Bestimmung, Geruch, Farbe von Wein und „umgekipptem“ Wein</td><td>Anlage einer Mind Map, die im Laufe der Unterrichtssequenz erweitert wird.

Diagnose: Begriffe, die aus der S I bekannt sein müssten: funktionelle Gruppen, Hydroxylgruppe, intermolekulare Wechselwirkungen, Redoxreaktionen, Elektronendonator / -akzeptor, Elektronegativität, Säure, saure Lösung.
Nach Auswertung der Eingangs-</td></tr>
</table>

von Redoxschemata			**diagnose:** Bereitstellung von **individuellem Fördermaterial** zur **Wiederholung** an entsprechenden Stellen in der Unterrichtssequenz.
Alkohol im menschlichen Körper • Ethanal als Zwischenprodukt der Oxidation • Biologische Wirkungen des Alkohols • Berechnung des Blutalkoholgehaltes • Alkotest mit dem Drägerröhrchen **(fakultativ)**	dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften orga-nischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufs). (K1) zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).	**fakultativ: Film** Historischer Alkotest **fakultativ: Niveaudifferenzierte Aufgabe** zum Redoxschema der *Alkotest*-Reaktion	**Wiederholung:** Redoxreaktionen **Vertiefung** möglich: Essigsäure- oder Milchsäuregärung. Fachübergreifende Kooperation mit dem Fach Biologie
Ordnung schaffen: Einteilung organischer Verbindungen in Stoffklassen **Alkane und Alkohole als Lösemittel** • Löslichkeit • funktionelle Gruppe • intermolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals Ww. und Wasser-	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Molekü e und Kohlenstoffmodifikationen (E6). benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3). ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3). erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-	**S-Exp.:** • Löslichkeit von Alkoholen und Alkanen in verschiedenen Lösemitteln. **Arbeitspapiere**: • Nomenklaturregeln und -	**Wiederholung:** Elektronegativität, Atombau, Bindungslehre, intermolekulare Wechselwirkungen **Fächerübergreifender Aspekt Biologie:** Intermolekulare Wechselwirkungen sind Gegenstand der EF in Biologie (z.B. Proteinstrukturen).

stoffbrücken • homologe Reihe und physikalische Eigenschaften • Nomenklatur nach IUPAC • Formelschreibweise: Verhältnis-, Summen-, Strukturformel • Verwendung ausgewählter Alkohole **Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren – Oxidationsprodukte der Alkanole** • Oxidation von Propanol • Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole durch ihre Oxidierbarkeit • Gerüst- und Positionsisomerie am Bsp. der Propanole	Verknüpfungsprinzip (UF2). beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3) erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3). wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3). beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3)	übungen • intermolekulare Wechselwirkungen. **S-Exp.:** • Oxidation von Propanol mit Kupferoxid **S-Exp.:** Fehling- oder Tollens-Probe • Oxidationsfähigkeit von primären, sekundären und tertiären Alkanolen, z.B. mit $KMnO_4$. **Gruppenarbeit:** Darstellung von Isomeren mit Molekülbaukästen.	**Wiederholung:** Säuren und saure Lösungen.

• Molekülmodelle • Homologe Reihen der Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren • Nomenklatur der Stoffklassen und funktionellen Gruppen • Eigenschaften und Verwendungen		**S-Exp.:** Lernzirkel Carbonsäuren.	
Künstlicher Wein? **a) Aromen des Weins** **Gaschromatographie zum Nachweis der Aromastoffe** • Aufbau und Funktion eines Gaschromatographen • Identifikation der Aromastoffe des Weins durch Auswertung von Gaschromatogrammen **Vor- und Nachteile künstlicher Aromastoffe:** Beurteilung der Verwen-	erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5). nutzen angeleitet und selbständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften. (K2). beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2). erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2).	**Film**: Künstlich hergestellter Wein: Quarks und co (10.11.2009) ab 34. Minute **Gaschromatographie: Animation** Virtueller Gaschromatograph. **Arbeitsbblatt:** Grundprinzip eines Gaschromatopraphen: Aufbau und Arbeitsweise Gaschromatogramme z.B. von Weinaromen. **Diskussion (z.B. „Fishbowl“):** Vor- und Nachteile künstlicher Obstaromen in Joghurt, künstli-	Der **Film** eignet sich als Einführung ins Thema *künstlicher Wein* und zur Vorbereitung der Diskussion über Vor- und Nachteile künstlicher Aromen. Eine Alternative zur „Fishbowl“-**Diskussion** ist die Anwendung der **Journalistenmethode**

dung von Aromastoffen, z.B. von künstlichen Aromen in Joghurt oder Käseersatz **Stoffklassen der Ester und Alkene:** • funktionelle Gruppen • Stoffeigenschaften • Struktur-Eigenschafts-beziehungen	analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4). zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).	cher Käseersatz auf Pizza, etc..	
b) Synthese von Aromastoffen • Estersynthese • Vergleich der Löslichkeiten der Edukte (Alkanol, Carbonsäure) und Produkte (Ester, Wasser) • Veresterung als unvollständige Reaktion	ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1). führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4). stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).	**Experiment (L-Demonstration):** Synthese von Essigsäureethylester und Analyse der Produkte. **S-Exp.: (arbeitsteilig)** Synthese von Aromastoffen (Fruchtestern). **Gruppenarbeit:** Darstellung der Edukte und Produkte der Estersynthese mit Molekülbaukästen.	**Fächerübergreifender Aspekt Biologie:** Veresterung von Aminosäuren zu Polypeptiden in der EF.

Eigenschaften, Strukturen und Verwendungen organischer Stoffe	recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen die Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2,K3). beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).	**Recherche und Präsentation (als Poster oder Kurzvortrag)**: Eigenschaften und Verwendung organischer Stoffe.	Bei den **Ausarbeitungen** soll die Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten von organischen Stoffen unter Bezugnahme auf deren **funktionelle Gruppen** und **Stoffeigenschaften** dargestellt werden. **Mögliche Themen:** **Ester** als Lösemittel für Klebstoffe und Lacke. **Aromastoffe (Aldehyde und Alkohole)** und Riechvorgang; **Carbonsäuren:** Antioxidantien (Konservierungsstoffe) **Weinaromen:** Abhängigkeit von Rebsorte oder Anbaugebiet. **Terpene** (Alkene) als sekundäre Pflanzenstoffe
Fakultativ: **Herstellung eines Parfums** • Duftpyramide • Duftkreis • Extraktionsverfahren	führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).	**Filmausschnitt:** „Das Parfum“ **S-Exp.** zur Extraktion von Aromastoffen	Ggf. Exkursion ins Duftlabor
Diagnose von Schülerkonzepten: • Eingangsdiagnose, Versuchsprotokolle Mögliche Leistungsbewertung: • C-Map, Protokolle, Präsentationen, schriftliche Übungen und Klausur			
Hinweise: Internetquelle zum Download von frei erhältlichen Programmen zur Erstellung von Mind- und Concept Mapps: http://www.lehrer-online.de/mindmanager-smart.php			

http://cmap.ihmc.us/download/
Material zur Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper: www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/.../alkohol_koerper.pdf
Film zum historischen Alkotest der Polizei (Drägerröhrchen):
http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/alkoholtest.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/02_kaliumdichromatoxidation.vscml.html
Film zur künstlichen Herstellung von Wein und zur Verwendung künstlich hergestellter Aromen in Lebensmitteln, z.B. in Fruchtjoghurt:
http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr_fernsehen_quarks_und_co_20091110.mp4
Animation zur Handhabung eines Gaschromotographen: Virtueller Gaschromatograph:
http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell_gc1.vlu.html

Gaschromatogramme von Weinaromen und weitere Informationen zu Aromastoffen in Wein:
http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromaforschung_8-15.pdf
http://www.analytik-news.de/Fachartikel/Volltext/shimadzu12.pdf
http://www.lwg.bayern.de/analytik/wein_getraenke/32962/linkurl_2.pdf

2.1.4 Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben III

Kontext: *Methoden der Kalkentfernung im Haushalt*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- ausgewählte Phänomene und Zusammenhänge erläutern und dabei Bezüge zu übergeordneten Prinzipien, Gesetzen und Basiskonzepten der Chemie herstellen (UF1).

- die Einordnung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- zur Klärung chemischer Fragestellungen begründete Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben (E3).

- Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, da- raus qualitative und quantitative Zusammenhänge ab- leiten und diese in Form einfacher funktionaler Beziehungen beschreiben (E5).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge (K1).

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Gleichgewichtsreaktionen

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Methoden der Kalkentfernung im Haushalt</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Gleichgewichtsreaktionen

Zeitbedarf: 18 Std. a 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
UF1 – Wiedergabe
UF3 – Systematisierung
E3 – Hypothesen
E5 – Auswertung
K1 – Dokumentation

Basiskonzepte:
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Energie</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Kalkentfernung
- Reaktion von Kalk mit Säuren

- Beobachtungen eines Reaktionsverlaufs

- Reaktionsgeschwindigkeit berechnen</td><td>planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Ergebnisse (E2, E4).

stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1).

erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotienten $\Delta c/\Delta t$ (UF1).</td><td>Brainstorming: Kalkentfernung im Haushalt

Schülerversuch: Entfernung von Kalk mit Säuren

Ideen zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs

Schülerexperiment:
Planung, Durchführung und Auswertung eines entsprechenden Versuchs (z.B. Auffangen des Gases)

(Haus)aufgabe: Ermittlung von Reaktionsgeschwindigkeiten an einem Beispiel</td><td>Wiederholung Stoffmenge, Konzentration, molare Masse, Masse, molares Volumen

S. berechnen die Reaktionsgeschwindigkeiten für verschiedene Zeitintervalle im Verlauf der Reaktion</td></tr>
</table>

Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit - Einflussmöglichkeiten - Parameter (Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad) - Kollisionshypothese - Geschwindigkeitsgesetz für bimolekulare Reaktion - RGT-Regel	formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3). interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5). erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie nur für Gase) (E6). beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).	**Geht das auch schneller?** **Arbeitsteilige Schülerexperimente:** Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration, des Zerteilungsgrades und der Temperatur **Lerntempoduett:** Stoßtheorie, Deutung der Einflussmöglichkeiten **Erarbeitung:** Einfaches Geschwindigkeitsgesetz, Vorhersagen **Diskussion:** RGT-Regel, Ungenauigkeit der Vorhersagen	ggf. Simulation
Einfluss der Temperatur - Ergänzung Kollisionshypothese - Aktivierungsenergie - Katalyse	interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3). beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).	**Wiederholung:** Energie bei chemischen Reaktionen **Unterrichtsgespräch:** Einführung der Aktivierungsenergie **Schülerexperiment:** Katalysatoren, z.B. bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid	**Film:** Wilhelm Ostwald und die Katalyse (Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik)
Chemisches Gleichgewicht - Definition - Beschreibung auf Teilchenebene	erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an aus-	**Lehrervortrag:** Chemisches Gleichgewicht als allgemeines Prinzip vieler chemischer Reaktionen, Definition	

- Modellvorstellungen	gewählten Beispielen (UF1). beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6).	**Arbeitsblatt:** Umkehrbare Reaktionen auf Teilchenebene ggf. Simulation **Modellexperiment**: z.B. Stechheber-Versuch, Kugelspiel **Vergleichende Betrachtung:** Chemisches Gleichgewicht auf der Teilchenebene, im Modell und in der Realität	
Chemisches Gleichgewicht quantitativ - Wiederholung Gleichgewicht - Hin- und Rückreaktion - Massenwirkungsgesetz - Beispielreaktionen	formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3). interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4). 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). beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).	**Material:** Von der Reaktionsgeschwindigkeit zum chemischen Gleichgewicht **Lehrervortrag:** Einführung des Massenwirkungsgesetzes **Übungsaufgaben** **Trainingsaufgabe:** Das Eisen-Thiocyanat-Gleichgewicht (mit S-Experiment)	

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Protokolle, Auswertung Trainingsaufgabe

Leistungsbewertung:

- Klausur, Schriftliche Übung, mündliche Beiträge, Versuchsprotokolle

2.1.5 Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben IV

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

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung für die Ozeane</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Stoffkreislauf in der Natur
• Gleichgewichtsreaktionen

Zeitbedarf: 22 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• E1 Probleme und Fragestellungen
• E4 Untersuchungen und Experimente
• K4 Argumentation
• B3 Werte und Normen
• B4 Möglichkeiten und Grenzen

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans

Die Schülerinnen und Schüler ...</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Kohlenstoffdioxid
- Eigenschaften
- Treibhauseffekt
- Anthropogene Emissionen
- Reaktionsgleichungen
- Umgang mit Größengleichungen</td><td>unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).</td><td>z.B. Kartenabfrage Begriffe zum Thema Kohlenstoffdioxid

Information Eigenschaften / Treibhauseffekt
z.B. Zeitungsartikel

Berechnungen zur Bildung von CO_2 aus Kohle und Treibstoffen (Alkane)
- Aufstellen von Reaktionsgleichungen
- Berechnung des gebildeten CO_2s
- Vergleich mit rechtlichen Vorgaben
- weltweite CO_2-Emissionen</td><td>Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern (Biologie und Erdkunde)

Implizite Wiederholung: Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M</td></tr>
</table>

		Information Aufnahme von CO_2 u.a. durch die Ozeane	
Löslichkeit von CO_2 in Wasser - qualitativ - Bildung einer sauren Lösung - quantitativ - Unvollständigkeit der Reaktion - Umkehrbarkeit	führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4). 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). nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).	**Schülerexperiment:** Löslichkeit von CO_2 in Wasser (qualitativ) Aufstellen von Reaktionsgleichungen **Lehrervortrag:** Löslichkeit von CO_2 (quantitativ): - Löslichkeit von CO_2 in g/l - Berechnung der zu erwartenden Oxoniumionen -Konzentration **Ergebnis:** Unvollständigkeit der ablaufenden Reaktion **Lehrer-Experiment:** Löslichkeit von CO_2 bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge **Ergebnis:** Umkehrbarkeit / Reversibilität der Reaktion	Wiederholung der Stoffmengenkonzentration *c* Vorgabe einer Tabelle zum Zusammenhang von pH-Wert und Oxoniumionenkonzentration

Ozean und Gleichgewichte - Aufnahme CO2 - Einfluss der Bedingungen der Ozeane auf die Löslichkeit von CO2 - Prinzip von Le Chatelier - Kreisläufe	formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3). 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). formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1). veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3).	**Wiederholung:** CO_2- Aufnahme in den Meeren **Schülerexperimente:** Einfluss von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit von CO_2 ggf. Einfluss des Salzgehalts auf die Löslichkeit **Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten** (Verallgemeinerung) **Puzzlemethode:** Einfluss von Druck, Temperatur und Konzentration auf Gleichgewichte, Vorhersagen **Erarbeitung:** Wo verbleibt das CO_2 im Ozean? **Partnerarbeit:** Physikalische/Biologische Kohlenstoffpumpe **Arbeitsblatt:** Graphische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs	Hier nur Prinzip von Le Chatelier, Anwendung des MWG **Fakultativ:** **Mögliche Ergänzungen** (auch zur individuellen Förderung): - Tropfsteinhöhlen - Kalkkreislauf - Korallen
Klimawandel Informationen in den Medien - Möglichkeiten zur Lösung des CO2-Problems	recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4). beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7). beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes	**Recherche** - aktuelle Entwicklungen - Versauerung der Meere - Einfluss auf den Golfstrom/Nordatlantikstrom **Podiumsdiskussion** - Prognosen - Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen - Verwendung von CO_2	Fachübergreifende Koordination mit Erdkunde

	(B3). zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethi- sche Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4).	**Zusammenfassung:** z.B. Film **„**Treibhaus Erde“ aus der Reihe „Total Phänomenal“ des SWR **Weitere Recherchen**	
Diagnose von Schülerkonzepten: • Lerndiagnose: Stoffmenge und Molare Masse Leistungsbewertung: • Schriftliche Übung z.B. zum Puzzle „Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten“			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Ausführliche Hintergrundinformationen und experimentelle Vorschläge zur Aufnahme von CO_2 in den Ozeanen findet man z.B. unter: http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien_Sek2_2.html ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/SystemErde/09_Begleittext_oL.pdf Die Max-Planck-Gesellschaft stellt in einigen Heften aktuelle Forschung zum Thema Kohlenstoffdioxid und Klima vor: http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Kohlenstoffkreislauf.html http://www.maxwissen.de//Fachwissen/show/0/Heft/Klimarekonstruktion http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Klimamodelle.html Informationen zum Film „Treibhaus Erde“: http://www.planet-schule.de/wissenspool/total-phaenomenal/inhalt/sendungen/treibhaus-erde.html			

2.1.6 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten:*
Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Struktur-Eigenschaft
Chemisches Gleichgewicht
Donator-Akzeptor

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).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- 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).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:
- ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- ♦ Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q1)** Grundkurs - ***Unterrichtsvorhaben I***

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln			
Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen • Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen durch Titration **Zeitbedarf**: 16 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • K2 Recherche **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Verwendung von Essigsäure und Bestimmung des Säuregehalts in Lebensmitteln • Neutralisations-reaktion • Titration mit Endpunktbestimmung • Berechnung des Säuregehaltes	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in	**Demonstration** von essigsäurehaltigen Nahrungsmitteln **Essigessenz – ein Gefahrstoff?** **Schüler-Experiment:**	Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten: Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒ Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung von Chemikalien und Lebensmitteln **Wiederholung:** Stoffmengenkonzentration,

	Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3). erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunkt-bestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5). bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1). bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).	Titration mit Endpunktbestimmung (Bestimmung des Essigsäuregehaltes in verschiedenen Essigsorten) **Arbeitsblatt** oder eingeführtes Fachbuch, Erarbeitung z. B. im **Lerntempoduett:** Übungsaufgaben zu Konzentrations-berechnungen	Neutralisation als Reaktion zwischen Oxonium- und Hydroxid-Ion, Indikatoren **Bestimmung der Stoff-mengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils**
Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico • Leitfähigkeitstitration • Fehlerdiskussion • Vertiefung und Anwendung: Graphen von Leitfähigkeitstitrationen unterschiedlich starker und schwacher Säuren und Basen	beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5). dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1). erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).	**Schüler-Experiment:** Leitfähigkeitstitration von Aceto Balsamico mit Natronlauge. (Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen) **Gruppenarbeit (ggf. arbeitsteilig):** • Graphische Darstellung der Messergebnisse • Interpretation der Ergebnisse der Leitfähigkeitstitration unter Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen • Bearbeitung von Materialien zur Diagnose von Schülervorstellungen sowie weitere **Lernaufgaben**	Die Leitfähigkeitstitration als Verfahren zur Konzentra-tionsbestimmung von Säuren in farbigen Lösungen wird vorgestellt. Messgrößen zur Angabe der Leitfähigkeit **Fakultativ** *Vertiefung* oder *Möglichkeiten der Differenzierung*: • Betrachtung der Leit-fähigkeitstitration von mehrprotonigen Säuren • Fällungstitration zwecks Bestimmung der Chlorid-Ionen-Konzentration in Aquariumswasser (s. UV II)

			Einsatz von Materialien zur **Diagnose von Schülervorstellungen** (Hinweise siehe unten)
Säureregulatoren in Lebensmitteln - Der funktionelle Säure-Base-Begriff • saure und basische Salzlösungen • Protolysereaktion • konjugierte Säure-Base-Paare	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3). zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7). stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3).	Acetate und andere Salze als Lebensmittelzusätze zur Regulation des Säuregehaltes - **Sind wässrige Lösungen von Salzen neutral?** **Schüler-Experiment:** Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen, z.B. mit Bromthymolblau **Ergebnis**: Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich. **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:** • Säure-Base-Theorie nach Brønsted • Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren • Regulation des Säuregehaltes, z.B. von Essigsäurelösung durch Acetat (qualitativ) **Kolloquien und ggf. schriftliche Übung**	**Wiederholung** des Prinzips von **Le Chatelier** zur Erklärung der Reaktion von Acetat mit Essigsäure

Diagnose von Schülerkonzepten:
Materialien zur Diagnose von Schülervorstellungen, Lernaufgaben
Leistungsbewertung:
Kolloquien, Protokolle, schriftliche Übungen

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

- **Lernaufgaben** zu Säuren und Basen siehe http://www.bildungsserver.de/elixier/
- **Petermann, Friedrich, Barke, Oetken**: Säure-Base-Reaktionen. Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtseinheit. In: PdNCh 3 (2011) 60, S.10-

15.

- konkrete Unterrichtsmaterialien zur **Diagnose** und dem Umgang von **Schülervorstellungen** in Anlehnung an o.g. Artikel:
  www.aulis.de/files/downloads/.../ChiS_2011_3_OE_**Petermann**.doc) (Philipps-Universität-Marburg)
- Materialien zu verschiedenen **Titrationen** u.a. bei:
  http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/
  http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
  http://www.kappenberg.com/
  http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/leitf-02.htm
  http://www.hamm-chemie.de/
- zu **Essig** u.a.: http://www.chemieunterricht.de/dc2/essig/

2.1.7 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 - Unterrichtsvorhaben II

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

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor

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

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- selbstständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1).

Kompetenzbereich Bewertung:

- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkt:
- ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- ♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen durch Titration

Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q1)** Grundkurs - ***Unterrichtsvorhaben II***

<table>
<tr><th colspan="4">Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten:
Starke und schwache Säuren und Basen</th></tr>
<tr><th colspan="4">Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren</th></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen durch Titration
Zeitbedarf: 14 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
UF2 Auswahl
UF3 Systematisierung
E1 Probleme und Fragestellungen
B1 Kriterien
Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor</td></tr>
<tr><th>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</th><th>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler ….</th><th>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</th><th>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</th></tr>
<tr><td>Der Säuregehalt des Wassers in Aquarien muss kontrolliert werden.
pH-Wert-Bestimmung
Leitfähigkeit</td><td>erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).</td><td>Informationsblatt:
Wasserqualität im Aquarium

Erstellung einer Mind-Map, die im Verlauf des Unterrichts weitergeführt wird.

Schüler-Experimente:
Messung der pH-Werte und Leitfähigkeit verschiedener Wassersorten
Aquarium-Wasser
Leitungswasser
Regenwasser
Teichwasser
stilles Mineralwasser
destilliertes Wasser</td><td>Die Tatsache, dass für Aquarien ein bestimmter pH-Wertbereich empfohlen wird, führt zu der Frage, was genau der pH-Wert aussagt und wieso verschiedene „Arten“ von Wasser einen unterschiedlichen pH-Wert haben können.

Planungsphase: Aus dem vorherigen Unterrichts-vorhaben I ist den Schülerinnen und Schülern bekannt, dass wässrige Salzlösungen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich besitzen können.</td></tr>
</table>

Den Säuregrad kann man messen. • Autoprotolyse des Wassers • pH-Wert • Ionenprodukt des Wassers	interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3). erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1).	**z. B. im Lehrer-Vortrag:** Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenprodukts des Wassers **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:** Übungsaufgaben zum Ionenprodukt	Zur Herleitung des Ionenproduktes eignet sich ein Arbeitsblatt unterstütztes **Lernprogramm** (siehe Hinweis unten). Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen **Übung:** Angabe der Konzentration der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners **Mögliche Vertiefung**: Recherche der Analysen zur **Trinkwasserqualität** der örtlichen Wassserwerke
Verschiedene Säuren (Basen) beeinflussen den pH-Wert ihrer wässrigen Lösungen unterschiedlich: • starke und schwache Säuren • K_s – und pK_S - Werte • Ampholyte	interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3). berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2). berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2). machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand einer Tabelle der K_S- bzw. pK_S-Werte (E3). erklären fachsprachlich angemessen und	**Lehrer-Experiment:** pH-Wertbestimmung gleichmolarer Lösungen von Essigsäure und Salzsäure **Schüler-Experiment:** pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen und einer starken Säure **Erarbeitung:** Ableitung der Säurekonstante K_S aus der Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte **z. B. Lerntheke** zur Einübung der Berechnungen von K_s- und pK_S -Werten sowie pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren. (Übungsaufgaben	**Mögliche Kontexte:** **Rückgriff** auf **Säuren und Basen in Alltagsprodukten**, z.B. Salzsäure in Fliesenreinigern und Essig oder Citronensäure in Lebensmitteln. Wieso sind bestimmte Säuren genießbar, andere dagegen nicht? Warum entfernen verschiedene Säuren bei gleicher Konzentration den Kalk unterschiedlich gut?

	mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3).	ggf. als **Klappaufgaben** zur Selbst-kontrolle oder im **Lerntempoduett** zu bearbeiten). **Schriftliche Übung**	
Welche Säuren oder Basen sind in verschiedenen Produkten aus Haushalt und Umwelt enthalten? • Einteilung von Säuren und Basen in Alltagsprodukten aufgrund ihres K_s – bzw. pK_S-Wertes und Zuordnung zu ihrer Verwendung • Beurteilung der Qualität, der Wirksamkeit und Umweltverträglichkeit verschiedener Reinigungsmittel	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). klassifizieren Säuren mithilfe von K_S- und pK_S -Werten (UF3). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).	**Recherche:** Vorkommen und Verwendung von starken und schwachen Säuren bzw. Basen in Alltagsprodukten **Fakultativ:** Schüler-Experimente mit Reinigungsmitteln im Stationenbetrieb **Aufgabe:** Beurteilung der Wirkung verschiedener Säuren und Basen in Haushaltschemikalien, Nahrungsmitteln oder der Umwelt und ggf. deren Darstellung in der Werbung Präsentation der Arbeitsergebnisse z. B. in Form **populärwissenschaftlicher** Artikel einer Jugendzeitschrift Erstellen einer **Concept-Map** zur Zusammenfassung des Unterrichts-vorhabens (ggf. binnendifferenziert).	Mögliche Untersuchungen: Vorkommen von Frucht-Säuren: Citronensäure, Vitamin C, Weinsäure etc. . Säuren als konservierende Lebensmittelzusatzstoffe **Putz- und Reinigungsmittel:** Verwendung von Säuren in verschiedenen **Entkalkern** (Putzmittel, Kaffeemaschinen, Zementschleierentferner usw.) bzw. Basen in **alkalischen Reinigungsmittel** (Rohrreiniger, Glasreiniger).
Diagnose von Schülerkonzepten: • Protokolle, Übungsaufgaben mit differenzierenden Materialien, Concept-Map **Leistungsbewertung:** • Schriftliche Übung, ggf. Klausuren und Verfassen populärwissenschaftlicher Artikel			
Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen: - Zur Herleitung des Ionenprodukts und entsprechenden Übungen siehe Materialien bei http://www.chemgapedia.de - http://www.chemie1.uni-rostock.de/didaktik/pdf/reinigungsmittel.pdf - http://www.chemiedidaktik.uni-jena.de/chedidmedia/Haushaltsreiniger.pdf - http://www.seilnacht.com/Lexika/Lebensmittelzusatzstoffe - http://www.schule-studium.de/chemie/chemieunterricht (Verwendung bzw. Vorkommen von Säuren im Alltag) - http: //www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-grund/kap_14.htm (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)			

2.1.8 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben III

Kontext: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

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:
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen und deren Durchführung beschreiben. (E4).
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimeten 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).

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- ♦ Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Minute

Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q1)** Grundkurs - ***Unterrichtsvorhaben III***

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Elektrochemie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF3 Systematisierung
• UF4 Vernetzung
• E2 Wahrnehmung und Messung
• E4 Untersuchungen und Experimente
• E6 Modelle
• K2 Recherche

Basiskonzepte:
• Basiskonzept Donator-Akzeptor
• Basiskonzept Energie
• Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte:
- elektrochemische Energiequellen

• Aufbau einer Batterie</td><td>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</td><td>Demonstration:
• Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte

• Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen.

Skizze des Aufbaus
Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile

Eingangsdiagnose: z.B. Klapptest</td><td>Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen Mind-Map, die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird

Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI</td></tr>
<tr><td>Wie kommt der</td><td></td><td>Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):</td><td>Aufgreifen und Vertiefen des</td></tr>
</table>

Elektronenfluss (Stromfluss) in einer Batterie zustande? - • Redoxreihe der Metalle • Prinzip galvanischer Zellen (u.a. Daniell-Element)	stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7). entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3). erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).	Reaktion von verschiedenen Metallen und Salzlösungen Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Ableitung der Redoxreihe **Lernaufgabe:** z.B. Reycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel? **Demonstrationsexperiment:** • Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) • Demonstration der Spannung und des Stromflusses **Lernaufgabe** zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. einer Zink-Silber-Zelle	„erweiterten“ Redoxbegriffs aus der Einführungsphase. **Binnendifferenzierung** durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte **Lernhilfen** für die Auswertung der Experimente. Ggf. **Animationen** zu galvanischen Elementen (vgl. Hinweise unten). Ggf Berücksichtigung von **Fehlvorstellungen** zur Funktion des Elektrolyten (vgl. Hinweise unten).
Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen? • Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle • Standardwasserstoff elektrode	planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5). berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3). beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).	**Hinführendes Experiment:** **Elektronendruck von Metallen** Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die gemeinsam im Wasserbehälter stehen Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe **Schülerexperimente (Gruppenarbeit):** **Spannungsreihe der Metalle** **Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:** Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und	ggf. Thematisierung der **elektrochemischen Doppelschicht**

		Bedeutung als Bezugshalbelement $Pt/H_2/H^+//Cu^{2+}/Cu$ **Übungsaufgaben:** Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale	
Knopfzellen für Hörgeräte: •Die Zink-Luft-Zelle	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).	**Demonstration**: Knopfzelle für Hörgeräte **Schülerexperiment:** **Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle** Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle	Informationen und Hinweise zum Modellexperiment siehe [4]
Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen? •Die Elektrolyse	diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4). 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 eines galvanischen Elements (UF4). erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).	**Informationstext:** Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten **Schülerexperiment:** Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle	Informationen und Modellexperiment siehe [4]
Batterien und Akkumulatoren im Alltag	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole,	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Kurz-Präsentation:** Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.:	Die **Präsentation kann** z..B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen. **Binnendifferenzierung** durch

	elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4) recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3). argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).	• Bleiakkumulator • Alkaline-Batterie • Nickel-Metallhydrid-Akkumulator • Zink-Silberoxid-Knopfzelle • Lithium-Ionen-Akkumulator Erstellung einer **Concept Map** mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens	die Auswahl der Themen

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe
- Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen
- Versuchsprotokolle
- Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie

Leistungsbewertung:

- Präsentationen zu mobilen Energiequellen
- Lernaufgaben
- Klausuren / Facharbeit

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

1. http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf
   Stationenlernen mit Experimenten der Arbeitsgruppe Chemie im Kontext (Kölner Modell): Wie bei Chemie im Kontext üblich, werden Bezüge zwischen dem geplanten fachlichen Inhalt und der Lebenswirklichkeit von Schülerinnen und Schülern hergestellt. Das soll den Zugang zum Fachthema erleichtern und sie ermutigen, Fragen zu formulieren. Vielfältige Tipps und Informationen. Ausgehend von Redoxreaktionen aus der SI werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen dargestellt und vielfältige Informationen zu Batterien und Akkumulatoren geliefert.
2. http://www.chemie-interaktiv.net Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.
3. *http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html Broschüre: „Die Welt der Batterien“*
   Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling

4. Maximilian Klaus, Martin Hasselmann, Isabel Rubner, Bernd Mößner und Marco **Oetken**, in: CHEMKON 2014, 21, Nr. 2, S. 65 - 71
Metall-Luft-Batterien mit einer neuartigen Kohleelektrode - Moderne elektrochemische Speichersysteme im Schulexperiment
5. https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf
A. Marohn, Falschvorstellungen von Schülern in der Elektrochemie - eine empirische Untersuchung, Dissertation , TU Dortmund (1999)
6. http://forschung-energiespeicher.info
Informationen zu aktuellen Projekten von Energiespeichersystemen, u.a. Redox-Flow-Akkumulatoren, Zink-Luft-Batterien, Lithium-Akkumulatoren.
7. http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/
Landesbildungsserver Baden-Würtemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
8. www.aktuelle-wochenschau.de (2010)
9. GdCh (Hrsg.): HighChem hautnah: Aktuelles über Chemie und Energie, 2011, ISBN: 978-3-936028-70-6
10. Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie: (Hrsg.) Von Kohlehalden und Wasserstoff: Energiespeicher – zentrale Elemente der Energieversorgung, 2013, ISBN: 978-3-9809691-5-4

2.1.9 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – 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

Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q1)** Grundkurs - ***Unterrichtsvorhaben IV***

Kontext: Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Elektrochemische Gewinnung von Stoffen • Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 Auswahl • E6 Modelle • E7 Vernetzung • K1 Dokumentation • K4 Argumentation • B1 Kriterien • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff? Elektrolyse Zersetzungsspannung Überspannung	beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse	**Bild** eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos oder Einsatz einer **Filmsequenz** zum Betrieb eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos **Demonstrationsexperiment** zur Elektrolyse von angesäuertem Was-	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 Fach-

	als Umkehr der Reaktionen einer galvanischen Zelle (UF4). erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).	ser **Beschreibung und Deutung der Versuchsbeobachtungen** - Redoxreaktion - endotherme Reaktion - Einsatz von elektrischer Energie: $W = U*I*t$ **Schüler- oder Lehrerexperiment** 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.	begriffe: Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion Fokussierung auf den energetischen Aspekt der Elektrolyse Ermittlung der Zersetzungsspannung durch Ablesen der Spannung, bei der die Elektrolyse deutlich abläuft (Keine Stromstärke-Spannungs-Kurve)
Wie viel elektrische Energie benötigt man zur Gewinnung einer Wasserstoffportion? Quantitative Elektrolyse Faraday-Gesetze	erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2). dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	**Schülerexperimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente** zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. Formulierung der Gesetzmäßigkeit: $n \sim I*t$ **Lehrervortrag** Formulierung der Faraday-Gesetze / des Faraday-Gesetzes Beispiele zur Verdeutlichung der Berücksichtigung der Ionenladung Einführung der Faraday-Konstante, Formulierung des 2. Faraday`schen Gesetzes	Schwerpunkte: Planung (bei leistungsstärkeren Gruppen Hypothesenbildung), tabellarische und grafische Auswertung mit einem *Tabellenkalkulationsprogramm* Vorgabe des molaren Volumens V_m = 24 L/mol bei Zimmertemperatur und 1013 hPa Differenzierende Formulierungen: Zur Oxidation bzw. Reduktion von 1 mol z-fach negativ bzw. positiv geladener Ionen ist eine Ladungsmenge $Q = z * 96485$ A*s notwendig. Für Lernende, die sich mit Größen leichter tun: $Q = n*z*F$; $F =$

	erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).	**Aufgabenstellung zur Gewinnung von Wasserstoff und Umgang mit Größengleichungen** zur Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m^3 Wasserstoff notwendig ist. Zunächst eine Grundaufgabe; Vertiefung und Differenzierung mithilfe weiterer Aufgaben **Diskussion:** Wasserstoffgewinnung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten	96485 $A*s*mol^{-1}$ Zunächst Einzelarbeit, dann Partner- oder Gruppenarbeit; Hilfekarten mit Angaben auf unterschiedlichem Niveau, Lehrkraft wirkt als Lernhelfer. Anwendung des Faraday`schen Gesetzes und Umgang mit $W = U*I*t$ Kritische Auseinandersetzung mit der Gewinnung der elektrischen Energie (Kohlekraftwerk, durch eine Windkraft- oder Solarzellenanlage)
Wie funktioniert eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle? Aufbau einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator	erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6). stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).	**Beschreibung und Erläuterung einer schematischen Darstellung** einer Polymermembran-Brennstoffzelle Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks) Herausarbeitung der Redoxreaktionen	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
Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). vergleichen und bewerten innovative und	**Expertendiskussion** zur vergleichenden Betrachtung von verschiedenen Brennstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) und Energiespeichersystemen (Akkumulatoren, Brennstoffzellen) eines Kraftfahrzeuges <u>mögliche Aspekte:</u> Gewinnung der	Die Expertendiskussion wird durch Rechercheaufgaben in Form von Hausaufgaben vorbereitet. Fakultativ: Es kann auch darauf eingegan-

Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff	herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1).	Brennstoffe, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung	gen werden, dass der Wasserstoff z.B. aus Erdgas gewonnen werden kann.

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Selbstüberprüfung zum Umgang mit Begriffen und Größen zur Energie und Elektrizitätslehre und zu den Grundlagen der vorangegangenen Unterrichtsreihe (galvanische Zelle, Spannungsreihe, Redoxreaktionen)

Leistungsbewertung:

- Schriftliche Übung zu den Faraday-Gesetzen / zum Faraday-Gesetz, Auswertung von Experimenten, Diskussionsbeiträge
- Klausuren/ Facharbeit …

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:
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.
Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mir einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf.
Sehr ergiebige Quelle zu vielen Informationen über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffzellen und ihre Eigenschaften http://www.diebrennstoffzelle.de.

2.1.10 Grundkurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben V

Q 1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben V

Kontext: *Korrosion vernichtet Werte - Wie entsteht elektrochemische Korrosion?*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

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, Gedankenexperimeten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).

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

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- ♦ Korrosion

Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 45 Minute

Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q1)** Grundkurs - ***Unterrichtsvorhaben V***

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Korrosion vernichtet Werte – Wie entsteht elektrochemische Korrosion?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Elektrochemie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Korrosion

Zeitbedarf: 6 Stunden à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF1 Wiedergabe
• UF3 Systematisierung
• E6 Modelle
• B2 Entscheidungen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
• Basiskonzept Donator-Akzeptor
• Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen
Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Korrosion vernichtet Werte</td><td>diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).</td><td>Abbildungen zu Korrosionsschäden [1]
der Materialproben mit Korrosionsmerkmalen
Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion
Kosten durch Korrosionsschäden</td><td>Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt.</td></tr>
<tr><td>Wie kommt es zur Korrosion?
• Lokalelement
• Rosten von Eisen: Sauerstoffkorrosion und Säurekorrosion</td><td>erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3).

erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).

stellen Oxidation und Reduktion als</td><td>Experimente:
Säurekorrosion von Zink mit und ohne Berührung durch Kupfer

Schülerexperimente:
Nachweis von Eisen(II)-Ionen und Hydroxid-Ionen bei der Sauerstoffkorrosion von Eisen</td><td>Visualisierung der Korrosionsvorgänge z.B. anhand von Trickfilmen [3]</td></tr>
</table>

	Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).		
Wirtschaftliche und ökologische Folgen von Korrosion	diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	**Schülervortrag:** Aktuelles Beispiel von Korrosionsschäden mit einem lokalen Bezug **Diskussion**: Ursachen und Folgen von Korrosionsvorgängen **ggf. Multiple-Choice-Test**	**Fakultativ**: Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben IV durch Thematisierung der elektrolytischen Herstellung von Schutzüberzügen
Leistungsbewertung: • Auswertung der Experimente • Schülervortrag • Multiple-Choice-Test			
Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen: 1. www.korrosion-online.de Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema Korrosion und Korrosionsschutz mit vielen und interessanten Abbildungen. 2. http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm Beschreibung von Erscheinungsformen der Korrosion, Experimente und Maßnahmen zum Korrosionsschutz. **3. Film: *Korrosion und Korrosionsschutz*** (FWU: 420 2018): Tricksequenzen zu den Vorgängen bei der Korrosion und Rostschutzverfahren.			

2.1.11 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

Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q1)** Grundkurs **- *Unterrichtvorhaben VI***

• **Kontext:** Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe • Stoffklassen und Reaktionstypen • zwischenmolekulare Wechselwirkungen • Stoffklassen • homologe Reihe • Destillation • Cracken	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). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweili-	**Demonstration** von Erdöl und Erdölprodukten: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel **Film:** Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl Die fraktionierende Destillation **Arbeitsblatt** mit Destillationsturm **Arbeitsblätter** zur Vielfalt der	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,

	gen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1). erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).	Kohlenwasserstoffe (Einzelarbeit, Korrektur in Partnerarbeit) **Film:** Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Otto- und Dieselmotor **Arbeitsblatt** mit Darstellung der Takte **Grafik** zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte **Demonstrationsexperiment** zum Cracken Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren)	Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der Mesomerie), Nutzung des eingeführten Schulbuchs 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 Benzin aus der Erdöldestillation genügt dem Anspruch der heutigen Motoren nicht Einführung der Octanzahl, Wiederaufgreifen der Stoffklassen Versuchsskizze, Beschreibung und weitgehend selbstständige Auswertung
Wege zum gewünschten Produkt • elektrophile Addition • Substitution	formulieren Reaktionsschritte einer elektrophile Addition und erläutern diese (UF1). verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen	**Aufgabe zur Synthese des Antiklopfmittels MTBE:** Erhöhen der Klopffestigkeit durch MTBE (ETBE) Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen) **Übungsaufgabe** zur Reaktion von	Übungsbeispiel um Sicherheit im Umgang mit komplexen Aufgabenstellungen zu gewinnen, Einzelarbeit betonen Einfluss des I-Effektes herausstellen, Lösen der Aufgabe in Partnerarbeit

	und Kondensationen (UF3). schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).	Propen mit Wasser mithilfe einer Säure **Abfassen eines Textes** zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte	

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“

Leistungsbewertung:

- Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten
- schriftliche Übung
- Klausuren/Facharbeit ...

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

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): http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901.

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.

In der Video-DVD „Der Viertakt-Ottomotor“ (4605559) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip des Motors veranschaulicht.

In der Video-DVD „Der Viertakt-Dieselmotor (4605560) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip dieses Motors veranschaulicht.

Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiärbutylether (MTBE) unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes finden sich Informationen des Umwelt Bundesamtes in: http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm. Die Seite einthält auch eine Tabelle zum MTBE-Anteil in verschiedenen Benzinsorten.

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.

2.1.12 Grundkurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: *Wenn das Erdöl zu Ende geht*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- 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).
- 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).
- 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

Inhaltlicher Schwerpunkt:
♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q2)** Grundkurs **- *Unterrichtsvorhaben I***

Kontext: Wenn das Erdöl zu Ende geht			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** • Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Kein Fahrspaß ohne Erdöl? - Biodiesel und E10 als mögliche Alternativen? • Struktur und Eigenschaften von Molekülen verschiedener organischer Stoffklassen	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u. a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u. a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).	**ırzreferat,** z. B. auf Basis eines **Zeitungsartikels** [1][2], zum vermuteten Ende des Ölzeitalters satz von Kohlenwasserstoffen durch z. B. Ethanol, Methanol, Rapsölmethylester (Biodiesel)	Anknüpfung an den vorherigen Kontext *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt* Die Recherche kann auch als Webquest durchgeführt werden [3].
• Umesterung (Additions-	erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der	**Information:** Bioethanol als Bestandteil von Kraftstoffen, z. B. E10, E85 [4]	Wiederholung aller Stoffklassen aus dem IF 1 (ggf. Reaktionsstern)

Kontext: Wenn das Erdöl zu Ende geht			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** • Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Eliminierungs-reaktion) • technische Gewinnung von Biodiesel	jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1). erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindungen) (UF3, UF4). klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3). verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).	Ausblick auf Biokraftstoffe erster und zweiter Generation [5] Erhöhte Aldehydemission bei der Nutzung von Alkoholkraftstoffen: Analyse der unvollständigen Verbrennungsprozesse von Ethanol im Verbrennungsmotor unter dem Aspekt „Oxidationsreihe der Alkohole“, ggf. Rolle des Katalysators im Hinblick auf eine vollständige Oxidation **Arbeitsblatt oder Recherche** zu Inhaltsstoffen von Diesel und Biodiesel [7][8][9], deren molekularem Aufbau und Eigenschaften **Experiment**: Herstellung von Rapsöl-	Die Tatsache, dass Fahrzeuge, die mit Alkoholkraftstoff betrieben werden, eine höhere Emission an Aldehyden aufweisen [6], kann genutzt werden, um die Kompetenzerwartungen zur *Oxidationsreihe der Alkohole* zu festigen (siehe die entsprechende Kompetenzerwartung im IF1). Vertiefung der elektrophilen Addition

Kontext: Wenn das Erdöl zu Ende geht			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** • Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
	erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).	methylester (Biodiesel) [7][8][9] - Umesterung als Additions-Eliminierungs-reaktion - Eigenschaften des Esters im Vergleich zu den Ausgangsstoffen **Präsentation (z. B. als Poster):** Aufbau und Funktion einer Produktionsanlage für Biodiesel [10]	
Ökologische und ökonomische Beurteilung von Biokraftstoffen	diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). beurteilen Nutzen und Risiken	**Filmausschnitt** zum Einstieg in die Diskussion, z. B. *Die Biosprit-Lüge* [11] **Podiumsdiskussion:** Bewertung der konventionellen und alternativen Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation anhand verschiedener	Pro- und Contra-Diskussion unter Einbeziehung der rechtlichen Grundlagen [12][13] **Ggf. Ausblick:** Zukünftige Bedeutung von Biokraftstoffen im Vergleich zu

Kontext: Wenn das Erdöl zu Ende geht			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** • Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
	ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	Kriterien (z. B. ökonomische, ökologische, technische und gesellschaftliche Kriterien [14])	Antriebskonzepten mit Elektrizität oder Wasserstoff

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Stoffklassen der organischen Chemie
- Ester und chemisches Gleichgewicht
- Oxidationsreihe der Alkohole

Leistungsbewertung:

- Kurzreferate
- Auswertung des Experimentes
- Präsentation (Poster)

- ggf. Schriftliche Übung

Weiterführendes Material:

1.	http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article148323100/Laut-BP-gibt-es-noch-im-Jahr-2050-Oel-im-Ueberfluss.html	Bericht über die These der Fa. BP, dass die Erdölvorräte noch lange nicht erschöpft sind
2.	http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/studie-ueber-fossile-ressourcen-das-oel-geht-zur-neige-trotz-fracking-1.1632680	Bericht über eine Studie zu fossilen Ressourcen, in der eine Prognose zur Erdölförderung in der Zukunft gestellt wird
3.	http://www.lehrer-online.de/biosprit-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790	Webquest zur Zukunft des Biosprits
4.	http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027	Zeitungsartikel zum Thema „Bioethanol als Treibstoff der Zukunft“
5.	http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraft-betriebsstoffe/alternative-kraftstoffe	Informationen zu alternativen Kraftstoffen
6.	Dreyhaupt, Franz-Joseph [Hrsg.]: VDI-Taschenlexikon Immissionsschutz. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, S. 26ff (Stichwort Alkoholkraftstoff)	Darstellung der Zusammenhänge zwischen Alkoholkraftstoff, unvollständiger Verbrennung, Aldehydemission und Oxidationskatalysator
7.	http://sinus-sh.lernnetz.de/sinus/materialien/chemie/index.php?we_objectID=302	Verschiedene Materialien zu Biodiesel, u. a. Filme, eine Versuchsvorschrift zur Umesterung von Rapsöl etc.
8.	http://www.schulbiologiezentrum.info/Arbeitsbl%E4tter%20Raps%20Raps%F6l%20Biodiesel%20Me210212.pdf	Umfangreiche Material- und Arbeitsblattsammlung zum Thema „Biodiesel“, die auch Experimente beinhaltet
9.	Eilks, Ingo: Biodiesel: Kontextbezogenes Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: PdN- Chemie in der Schule, Jg. 2001 (50), H. 1, S. 8-10	Beschreibung einer Unterrichtseinheit zum Thema Biodiesel"
10	https://www.hielscher.com/de/biodiesel_transesterification_01.htm	Informationen zu einer Produktionsanlage für Biodiesel
11	Film: Die Biosprit-Lüge	Der Film thematisiert die Konkurrenz von Nahrungsmittelproduktion und Biospritherstellung anhand von Palmenplantagen in Idonesien

		(Ausführliche Beschreibung s. *Details* unter der Adresse http://programm.ard.de/TV/Programm/Alle-Sender/?sendung=287246052059380).
12	http://www.lehrer-online.de/biodiesel.php	WebQuest zum Thema Biodiesel
13	http://www.lehrer-online.de/tankstelle-der-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790	Webquest Tankstelle der Zukunft: Vergleich und Bewertung verschiedener Kraftstoffarten:
14	Brysch, Stephanie: Biogene Kraftstoffe in Deutschland. Hamburg: Diplomica, 2008.	Studie zur Bewertung von Biokraftstoffen, die kriteriengeleitet Vor- und Nachteile ermittelt
15	Martin Schmied, Philipp Wüthrich, Rainer Zah, Hans-Jörg Althaus, Christa Friedl: Postfossile Energieversorgungsoptionen für einen treibhausgasneutralen Verkehr im Jahr 2050: Eine verkehrsträgerübergreifende Bewertung, Umweltbundesamt (2015): http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/postfossile-energieversorgungsoptionen-fuer-einen	Grundlagenliteratur zur Frage zukünftiger Energieversorgung
16	Ruth Blanck et al. (Öko-Institut): Treibhausgasneutraler Verkehr 2050: Ein Szenario zur zunehmenden Elektrifizierung und dem Einsatz stromerzeugter Kraftstoffe im Verkehr, Berlin (2013) http://www.oeko.de/oekodoc/1829/2013-499-de.pdf	
17	http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie	
18	http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/start.html u.a. aktuelle Informationen, z.B. Absatzzahlen für Biodiesel und Bioethanol	Informationen zu Biokraftstoffen vom **Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.**
19	http://www.ufop.de/biodiesel-und-co/biodiesel/biodiesel-tanken/	Informationen zu Biodiesel von der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.

letzter Zugriff auf die URL am 16.03.2016

2.1.13 Grundkurs Qualifikationsphase Q2 – 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

Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q2)** Grundkurs **-** ***Unterrichtsvorhaben II***

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Organische Verbindungen und Reaktionswege
• Organische Werkstoffe

Zeitbedarf: 24 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF2 Auswahl
• UF4 Vernetzung
• E3 Hypothesen
• E4 Untersuchungen und Experimente
• E5 Auswertung
• K3 Präsentation
• B3 Werte und Normen

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplansä
Die Schülerinnen und Schüler ….</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Die Vielfalt der Kunst- stoffe im Alltag: Eigenschaften und Verwendung

• Eigenschaften von makromolekulare n Verbindungen
• Thermoplaste
• Duromere
• Elastomere</td><td>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).

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).</td><td>Demonstration:
Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duromer)

S-Exp.: thermische u. a. Eigenschaften von Kunststoffproben

Eingangstest:
intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung</td><td>Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Ver- wendungen erläutert.
Thermoplaste (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Berei- che),</td></tr>
</table>

zwischenmolekulare Wechselwirkungen	ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).	**Materialien:** Kunststoffe aus dem Alltag	**Duromere** und **Elastomere** (Vernetzungsgrad)
Vom Monomer zum Polymer: Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen • Reaktionsschritte der **radikalischen Polymerisation** • **Polykondensation** Polyester • Polyamide: Nylonfasern	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3) schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3). erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3). erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).	**Schülerexperimente:** • Polymerisation von Styrol • Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure. • „Nylonseiltrick“ **Schriftliche Überprüfung**	Während der Unterrichtsreihe kann an vielen Stellen der Bezug zum Kontext Plastikgeschirr hergestellt werden. Polystyrol ist Werkstoff für Plastikgeschirr. Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.
Kunststoffverarbeitung Verfahren, z.B.: • Spritzgießen • Extrusionsblasformen • Fasern spinnen Geschichte der Kunst-	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen.	Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich. Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von

stoffe			Referaten erarbeitet werden.
Maßgeschneiderte Kunststoffe: Struktur-Eigenschafts-beziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.: • SAN: Styrol- Acrylnitril-Coplymerisate • Cyclodextrine • Superabsorber	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).	**Recherche:** Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien. Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril. **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung von Reaktionswegen **Arbeitsteilige Projektarbeit** zu weiteren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine. **S-Präsentationen** z.B. in Form von **Postern** mit **Museumsgang.**	Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polystyrols, z.B. SAN. Die Schülergruppen informieren sich über die Synthesewege, die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und die Verwendung weiterer Kunststoffe und präsentieren ihre Ergebnisse. Zur arbeitsteiligen Gruppenarbeit können auch kleine S-Experimente durchgeführt werden.
Kunststoffmüll ist wertvoll: **Kunststoffverwertung** • stoffliche Verwertung • rohstoffliche V. • energetische V. Ökonomische und ökologische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material.	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Schüler-Experiment:** Herstellung von Stärkefolien **Podiumsdiskussion**: z.B. zum Thema „Einsatz von Plastikgeschirr Einweggeschirr auf öffentlichen Veranstaltungen!“	**Fächerübergreifender Aspekt:** Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie). Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.
Diagnose von Schülerkonzepten: • Schriftliche Überprüfung zum Eingang, Präsentationen Leistungsbewertung:			

- 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/

Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol:
http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index

Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger 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 Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum Belland-Material:
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*

2.1.14 Grundkurs Qualifikationsphase Q2 – 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 anwendungsbezoge- ner Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftli- chen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Kontexte für die **Qualifikationsphase (Q2)** Grundkurs **- *Unterichtsvorhaben III***

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Bunte Kleidung</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Organische Verbindungen und Reaktionswege
• Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf: 20 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF1 Wiedergabe
• UF3 Systematisierung
• E6 Modelle
• E7 Arbeits- und Denkweisen
• K3 Präsentation
• B4 Möglichkeiten und Grenzen

Basiskonzept (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft,
Basisikonzept Energie</td></tr>
<tr><td>Sequenzierun inhaltli-g cher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartun-gen des Kernlehrplans

Die Schülerinnen und Schüler ….</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Farbige Textilien
- Farbigkeit und Licht
- Absorptionsspe k- trum
- Farbe und Struktur</td><td>erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fach-sprachlich angemessen (K3).

werten Absorptionsspektren fotometri-scher Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)</td><td>Bilder: Textilfarben – gestern und heute im Vergleich

Erarbeitung: Licht und Farbe, Fach-begriffe

Experiment: Fotometrie und Absorpti-onsspektren

Arbeitsblatt: Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Ver-</td><td></td></tr>
</table>

		gleich	
Der Benzolring - Struktur des Ben- zols - Benzol als aromatisches System - Reaktionen des Benzols - Elektrophile Substi- tution	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellungen (E6, E7). erklären die elektrophile Erstsubstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).	**Film:** Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring (FWU) **Molekülbaukasten:** Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol Info: Röntgenstruktur **Erarbeitung:** elektrophile Substitution am Benzol **Arbeitsblatt:** Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition **Trainingsblatt:** Reaktionsschritte	Gelegenheit zur Wiederholung der Reaktionsschritte aus Q1
Vom Benzol zum Azofarbstoff - Farbige Derivate des Benzols - Konjugierte Doppel- bindungen - Donator-/ Akzep- torgruppen - Mesomerie - Azogruppe	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). erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6).	**Lehrerinfo:** Farbigkeit durch Substituenten Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen **Erarbeitung:** Struktur der Azofarbstoffe **Arbeitsblatt**: Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe	
Welche Farbe für welchen Stoff? - ausgewählte Textil- fasern - bedeutsame Textil-	erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).	**Lehrerinfo:** Textilfasern **Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Färben von Textilien, u.a. mit Indigo, einem Azofarbstoff	Rückgriff auf die Kunststoffchemie (z.B. Polyester) Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung:

farbstoffe - Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff - Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Erstellung von Plakaten	- pH-Wert und der Einfluss auf die Farbe - zwischenmolekulare Wechselwirkungen - Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen
Diagnose von Schülerkonzepten: • Trainingsblatt zu Reaktionsschritten Leistungsbewertung: • Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt: http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material: http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html			

2.1.15 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 - Unterrichtsvorhaben I

Kontext: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten*

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor
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:

- 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 und 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).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).

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: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen
- Titrationsmethoden im Vergleich

Zeitbedarf: ca. 36 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q1)** Leistungskurs **- *Unterrichtsvorhaben I***

<table>
<tr><th colspan="4">Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten</th></tr>
<tr><th colspan="4">Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren:</th></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
• Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen
• Titrationsmethoden im Vergleich

Zeitbedarf: 36 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF1 Wiedergabe
• UF3 Systematisierung
• E3 Hypothesen
• E4 Untersuchungen und Experimente
• E5 Auswertung
• K1 Dokumentation
• B2 Entscheidungen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie</td></tr>
<tr><th>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</th><th>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans

Die Schülerinnen und Schüler ….</th><th>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</th><th>Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen</th></tr>
<tr><td>Säuren in Alltagsprodukten</td><td>identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).

beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).</td><td>Demonstration von säurehaltigen Haushaltschemikalien und Nahrungsmitteln (z.B. Essigessenz, Sauerkraut, Milch, Aceto Balsamico, Wein, Fliesenreiniger (Salzsäure), Lachsschinken (Ascorbat))</td><td>Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten:
Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒ Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung von</td></tr>
</table>

	planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt selbstständig und angeleitet (E1, E3).	**Fragen und Vorschläge** zu Untersuchungen durch die Schülerinnen und Schüler **Test zur Eingangsdiagnose**	Chemikalien und Lebensmitteln
Säuregehalt verschiedener Lebensmittel • Indikatoren • Neutralisations-reaktion • Titration • Berechnung des Säuregehaltes	erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5). nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2).	Wiederholung bekannter Inhalte in **Gruppenarbeit** **Schüler-Experiment:** Titration mit Endpunktbestimmung **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch, Erarbeitung z. B. im Lerntempoduett:** Übungsaufgaben zu Konzentrations-berechnungen	Ggf. Rückgriff auf Vorwissen (Stoffmengenkonzentration, Neutralisation, Säure-Base-Indikatoren …) durch **Lernaufgaben** verschiedener Bildungsserver (Hinweise siehe unten) Bestimmung der Stoffmengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils
Acetate als Säureregulatoren in Lebensmitteln: Der funktionelle Säure-Base-Begriff • saure und alkalische Salzlösungen • konjugierte Säure-Base-Paare • Protolysereaktion	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3). zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7). stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3).	**Schüler-Experiment:** Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen z. B. mit Bromthymolblau **Ergebnis**: Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich. **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:** • Säure-Base-Theorie nach Brønsted • Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren	Vorstellung der Acetate oder anderer Salze als Lebensmittelzusätze zur Verringerung des Säuregehalte

• Neutralisationswärme	erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).	**Fakultativ:** **Lehrer-Demonstrationsexperiment** oder entsprechende **Computeranimation** (Hinweise siehe unten) zwecks Vertiefung des Säure-Base-Konzeptes nach Brønsted: Schwefelsäure auf Kochsalz geben, entstehendes Chlorwasserstoffgas in Wasser leiten und entsprechend die Änderung der Leitfähigkeit messen **Demonstrationsexperiment:** Neutralisationen von Essigsäurelösung mit Acetaten (qualitativ) mit Messung der Neutralisationswärme	Vorgehensweise z.B. in Anlehnung an *Barke* zum Umgang mit evtl. **Fehlvorstellungen** zu Säuren und Basen (Hinweise siehe unten)
Anwendung des Säure-Base-Begriffs auf Wasser: **Der pH-Wert** • Autoprotolyse des Wassers • Ionenprodukt des Wassers • pH- und pOH Wert	erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6). interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3). erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1).	**Schüler-Experiment:** Messung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes von Wasserproben **z. B. im Lehrer-Vortrag:** Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenproduktes des Wassers **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:** Übungsaufgaben zum Ionenprodukt	Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen **Übung:** Angabe der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners Zur Herleitung des Ionenproduktes eignet sich ein **Arbeitsblatt unterstütztes Lernprogramm** (siehe Hinweis unten).
Warum ist 100 %ige Citronensäure genießbar, 37%ige Salzsäure aber nicht? - **Die Stärken von Säuren und Basen**	berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2). interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-	**Schüler-Experiment:** pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen und einer starken Säure (z.B. Essigsäure- und Salzsäurelösungen) **Erarbeitung:**	Wiederholung des MWG, z.B. als **vorbereitende Hausaufgabe** Rückgriff auf Haushaltschemikalien, z.B. Fliesenreiniger und Essigsorten

• K_s und pK_s Werte zur Beschreibung der Säurestärke • K_B- und pK_B-Werte zur Beschreibung der Basenstärke	Wertes (UF2, UF3). klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von K_S-, K_B- und pK_S-, pK_B-Werten (UF3). berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2). machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und K_B-Werten und von pK_S- und pK_B-Werten (E3). erklären fachsprachlich angemessen und mit Hilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3).	Ableitung der Säurekonstante K_S aus der Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte **Partnerarbeit**, ggf. mit Klappaufgaben zur Selbstkontrolle: pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren **z. B. Lerntempoduett als arbeitsteilige Partnerarbeit** (differenziert über Transfer auf starke und schwache Basen): Selbstständige Herleitung der Basenkonstante K_B und Anfertigen von Voraussagen zu pH-Werten von Salzlösungen unter Nutzung entsprechender Tabellen zu K_s- und K_B-Werten. **Bestätigungsexperiment** entsprechend der dargebotenen Schülerlösungsansätze **z. B. Lerntheke** mit binnendifferenzierten Aufgaben zum Üben und Anwenden	
Wie ändert sich der pH-Wert bei Titrationen? • pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren • Auswertung von Titrationskurven verschiedener Säuren aus	dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1). beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenz-punkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5). beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3).	**Schüler-Experiment:** pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren (z. B.: Salzsäure- und Essigsäurelösung) **z. B. Unterrichtsgespräch:** Interpretation der Titrationskurven verschiedener Säuren (auch anhand von **Simulationen,** vgl. Hinweise unten) Ggf. Erweiterung und Vertiefung mit anschließendem **Gruppenpuzzle**	Ausgehend von den unterschiedlichen pH-Werten der gleichkonzentrierten Lösungen starker und schwacher Säuren wird der pH-Verlauf der Titration untersucht. Ggf. **computergestütztes Experimentieren** oder Vergleich der experimentellen Kurve mit vorgegebenen Modellrechnungen (Hinweise siehe unten)

Haushalt und Umwelt			Der Begriff des „**Puffers**“ kann hier unterstützend zur Erläuterung der Titrationskurven eingeführt werden, ausdrücklich ***nicht*** gefordert ist aber die mathematische Herleitung und damit zusammenhängend die Henderson-Hasselbalch-Gleichung.
Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico - Die Leitfähigkeits-titration • Leitfähigkeitstitrationen verschiedener starker und schwacher Säuren und Basen • Leitfähigkeits- und pH-metrische Titration im Vergleich	erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6). beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Inhaltsstoffen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5). vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstitration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4). bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).	**Schüler-Experiment:** Leitfähigkeitsmessungen verschiedener wässriger Lösungen (Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen) **Gruppenarbeit:** Graphische Darstellung und Auswertung der Leitfähigkeitstitration unter Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen (Ionenbeweglichkeit) **Lernaufgabe:** Vergleich zwischen pH-metrischer Titration und Leitfähigkeitstitration	Die Leitfähigkeitstitration als weiteres mögliches Verfahren zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen wird vorgestellt. Einsatz von Materialien zur **Diagnose** von **Schülervorstellungen** in Anlehnung an entsprechende Ausführungen von *Barke* u.a. (Hinweise siehe unten).

Wie viel Säure oder Basen enthalten verschiedene Produkte aus Haushalt und Umwelt?	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1). bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4).	**Experimentelle arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Analyse einer ausgewählten Haushaltschemikalie, eines Nahrungsmittels oder einer Säure oder Base in der Umwelt unter den Kriterien Säure-/Basegehalt, Verwendungsbereich und Wirksamkeit, Gefahrenpotenzial beim Gebrauch, Umweltverträglichkeit und Produktqualität etc. **S-Vorträge:** Präsentation der Arbeitsergebnisse z.B. als Poster mit **Kurzvorträgen oder ggf. Science Slam.** **Concept-Map** zur vorliegenden Unterrichtsreihe (ggf. binnendifferenziert)	Möglichkeiten der **Differenzierung:** • Betrachtung mehrprotoniger Säuren, z.B. Phosphorsäure in Cola • Konzentrationsbestimmung des Gesamtgehaltes an Säuren, z.B. Milchsäure und Ascorbinsäure in Sauerkraut • Erweiterung auf die Untersuchung anderer Säuren, z.B. Säuren in der Umwelt **Fakultativ:** Ergänzend zur arbeitsteiligen Experimental-arbeit können verschiedene Werbetexte zu säure- oder basehaltigen Alltagsprodukten untersucht und entsprechende **Leserbriefe** verfasst werden.

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe, Kolloquien während der Experimentalphase, Zwischendiagnose zu Schülerkonzepten, Concept-Map

Leistungsbewertung:

- Kolloquien, Protokolle, Vorträge, ggf. Science Slam, Klausur

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

- **Lernaufgaben** zu Säuren und Basen siehe http://www.bildungsserver.de/elixier/
- Zur **Herleitung des Ionenprodukts** und entsprechenden Übungen siehe Materialien bei http://www.chemgapedia.de
- **Animation zur Reaktion von Natriumchlorid mit Schwefelsäure** siehe http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
- **Petermann**, **Friedrich, Barke, Oetken**: Säure-Base-Reaktionen. Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtseinheit. In: PdNCh 3 (2011) 60, S.10-15.

konkrete Unterrichtsmaterialien zur **Diagnose** und dem Umgang **von Schülervorstellungen** in Anlehnung an o.g. Artikel:

http: www.aulis.de/files/downloads/.../ChiS_2011_3_OE_**Petermann**.doc) (Philipps-Universität-Marburg)

- **Materialien zu verschiedenen Titrationen** u.a. bei
  http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/
  http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
  http://www.kappenberg.com/
  http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/leitf-02.htm (**Thermometrischen Titration**)
  http://www.hamm-chemie.de/
  http://www.chemiedidaktik.uni-jena.de/chedidmedia/Titration.pdf (**Experimentiermappe** zu Titrationen der Friedrich-Schiller-Universität-Jena)
  http://www.chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0053Bestimmung_der_Gesamtsaeure_von_Most.pdf

Säuren und Basen im Alltag:
- http://www.seilnacht.com/Lexika/Lebensmittelzusatzstoffe
- http://www.schule-studium.de/chemie/chemieunterricht (Verwendung bzw. Vorkommen von Säuren im Alltag)
- http: //www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-grund/kap_14.htm (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)

2.1.16 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

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:
- selbständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1).
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen und deren Durchführung beschreiben. (E4).

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:
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei der Bewertung von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- ♦ Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q1)** Leistungskurs **- *Unterrichtsvorhaben II***

Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: ca. 30 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E1 Probleme und Fragestellungen • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • K2 Recherche • B1 Kriterien **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** • Basiskonzept Donator-Akzeptor • Basiskonzept Energie • Basiskonzept chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …**	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte: - elektrochemische Energiequellen •Aufbau einer Batterie	dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	**Demonstration:** • Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte • Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen **Skizze des Aufbaus** Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile. **Eingangsdiagnose: z. B. Klapptest**	Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen **Mind-Map**, die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird. Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI
Wie kommt der Elektronenfluss	stellen Oxidation und Reduktion als	**Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):** Reaktion von verschiedenen Metallen und	Aufgreifen und Vertiefen des „erweiterten“ Redoxbegriffs aus

(Stromfluss) in einer Batterie zustande? • Redoxreihe der Metalle • Prinzip galvanischer Zellen (u.a. Daniell-Element)	Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7). entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3). erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).	Salzlösungen sowie von Metallen Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Ableitung der Redoxreihe. **Lernaufgabe:** z.B. Recycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel? **Demonstrationsexperiment:** • Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) • Demonstration der Spannung und des Stromflusses **Lernaufgabe** zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. Zink-Silber-Zelle	der Einführungsphase **Binnendifferenzierung** durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte **Lernhilfen** für die Auswertung der Experimente Ggf. **Animationen** zu galvanischen Elementen [2] Ggf. Berücksichtigung von **Fehlvorstellungen** zur Funktion des Elektrolyten [5]
Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen? • Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle • Standardwasserstoffelektrode	planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5). entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3). beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).	**Hinführendes Experiment:** **Elektronendruck von Metallen** Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die gemeinsam im Wasserbehälter stehen Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe **Schülerexperimente (Gruppenarbeit):** **Spannungsreihe der Metalle** **Experiment:** galvanische Zellen aus „Metallhalbzellen“ und „Nichtmetallhalbzellen“, z.B.: Zn/Zn^{2+} //	Ggf. Thematisierung der **elektrochemischen Doppelschicht**

	berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3).	I^-/I_2/Graphit. Einordnung der Nichtmetalle in die elektrochemische Spannungsreihe **Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:** Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement, z.B.: $Pt/H_2/H^+//Cu^{2+}/Cu$ **Übungsaufgaben** Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale	
Welchen Einfluss haben die Konzentrationen der Elektrolytlösungen auf die Spannung einer galvanischen Zelle? • Konzentrationszellen • Nernst Gleichung	planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4). werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5). berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2).	**Experiment: Silber/ Silberionen-Konzentrationszelle** Ableitung der Nernstgleichung, z.B. im **gelenkten Unterrichtsgespräch** **Übungsaufgaben zur Nernst-Gleichung** Berechnung von Zellspannungen und Konzentrationen	Ggf. hinführendes **Experiment** zur Konzentrationsabhängigkeit, z.B.: Zink/gesättigte Zinksulfatlösung **Fakultativ**: Messprinzip einer pH-Wert Bestimmung als Anwendung der Nernst-Gleichung. Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben I möglich
Knopfzellen für Hörgeräte: • Die Zink-Luft-Zelle	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer	**Demonstration**: Knopfzelle für Hörgeräte **Schülerexperiment: Modellexperiment**	Informationen und Modellexperiment siehe [4]

	Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).	**einer Zink-Luft-Zelle** (Hinweise s.u.) Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle	
Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen? • Die Elektrolyse	beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4). erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6). analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).	**Informationstext:** Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten **Schülerexperiment:** Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle	Informationen und Modellexperiment siehe [4]
Batterien und Akkumulatoren im Alltag	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4). recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Präsentation:** Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.: • **Alkaline-Batterie (verpflichtend!)** • Lithium-Ionen-Akkumulator • Nickel-Metallhydrid-Akkumulator • Zink-Silberoxid-Knopfzelle • Redox-Flow-Akkumulatoren	Gruppenarbeit ggf. mit Schülerexperimenten, die **Präsentation kann** z. B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen **Binnendifferenzierung** durch die Auswahl der Themen

	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1).	Erstellung einer **Concept Map** mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens	

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe
- Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen
- Versuchsprotokolle
- Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Präsentationen zu mobilen Energiequellen
- Lernaufgaben
- Klausuren / Facharbeit

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

1. http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf
   Stationenlernen mit Experimenten der Arbeitsgruppe Chemie im Kontext (Kölner Modell): Wie bei Chemie im Kontext üblich, werden Bezüge zwischen dem geplanten fachlichen Inhalt und der Lebenswirklichkeit von Schülerinnen und Schülern hergestellt. Das soll den Zugang zum Fachthema erleichtern und sie ermutigen, Fragen zu formulieren. Vielfältige Tipps und Informationen. Ausgehend von Redoxreaktionen aus der SI werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen dargestellt und vielfältige Informationen zu Batterien und Akkumulatoren geliefert.
2. http://www.chemie-interaktiv.net Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.
3. *http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html Broschüre: „Die Welt der Batterien“*
   Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling
4. Maximilian Klaus, Martin Hasselmann, Isabel Rubner, Bernd Mößner und Marco **Oetken**, in: CHEMKON 2014, 21, Nr. 2, S. 65 - 71
   Metall-Luft-Batterien mit einer neuartigen Kohleelektrode - Moderne elektrochemische Speichersysteme im Schulexperiment
5. https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf
   A. Marohn, Falschvorstellungen von Schülern in der Elektrochemie - eine empirische Untersuchung, Dissertation , TU Dortmund (1999)
6. http://forschung-energiespeicher.info
   Informationen zu aktuellen Projekten von Energiespeichersystemen, u.a. Redox-Flow-Akkumulatoren, Zink-Luft-Batterien, Lithium-Akkumulatoren.
7. http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/
   Landesbildungsserver Baden-Würtemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
8. www.aktuelle-wochenschau.de (2010)
9. GdCh (Hrsg.): HighChem hautnah: Aktuelles über Chemie und Energie, 2011, ISBN: 978-3-936028-70-6
10. Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie: (Hrsg.) Von Kohlehalden und Wasserstoff: Energiespeicher – zentrale Elemente der Energieversorgung, 2013, ISBN: 978-3-9809691-5-4

2.1.17 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 –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:
- selbstsrändig 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 anwendungsbezoge- ner Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftli- chen 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

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q1)** Leistungskurs **- *Unterrichtsvorhaben III***

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Elektrochemie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Mobile Energiequellen
• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
• Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse

Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF2 Auswahl
• UF4 Vernetzung
• E1 Probleme und Fragestellungen
• E5 Auswertung
• K2 Recherche
• K4 Argumentation
• B1 Kriterien
• B4 Möglichkeiten und Grenzen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Donator-Akzeptor,
Basiskonzept Energie</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Autos, die nicht mit Benzin fahren
Akkumulatoren</td><td>erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegenden Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).

analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energeti-</td><td>Bilder und Texte zu Elektromobilen
- Stromversorgung mit Akkumulatoren
- Stromversorgung mit Brennstoffzellen

Beschreibung und Auswertung einer schematischen Darstellung zum Aufbau eines Bleiakkumulators

Lehrerdemonstrationsexperiment</td><td>Aufriss der Unterrichtsreihe
Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft

Beschreibung der Teile und des Aufbaus eines Bleiakkumulators; Vermutungen über die Funktion der Teile</td></tr>
</table>

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

	Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).		
Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff? Quantitative Elektrolyse Zersetzungsspannung Faraday-Gesetze Wasserstoff als Energieträ- ger	beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF 4). erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2). schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6). erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2). werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5). dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	**Demonstrationsexperiment:** Elektrolyse von angesäuertem Wasser Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve, Grafische Ermittlung der Zersetzungsspannung **Hypothesenbildung, selbstständige Versuchsplanung, Schülerexperiment** zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. $n \sim I*t$ **Lehrerdemonstrationsexperiment:** Quantitative Kupferabscheidung aus einer Kupfer(II)-sulfat-Lösung zur Bestimmung der Faraday-Konstante **Lehrervortrag** Formulierung der Faraday-Gesetze **Übungsaufgaben in Einzel- und Partnerarbeit:** Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m^3 Wasserstoff notwendig ist, hier auch Aufgaben zur abgeschiedenen Masse	Reflexion des Experiments: Redoxreaktion, exotherme Reaktion, Einsatz von elektrischer Energie: $W = U*I*t$, Zersetzungsspannung Vergleich mit der errechneten Spannung aus den Redoxpotentialen Anlage einer übersichtlichen Wertetabelle, grafische Auswertung, Schüler- oder Lehrerexperiment Selbstständiger Umgang mit Größen der Chemie und der Elektrochemie in Einzelarbeit; Korrektur in Partnerarbeit
Antrieb eines Kraftfahr-	argumentieren fachlich korrekt und folge-		Sammeln und Bewerten von

zeugs heute und in der Zukunft Energiegewinnung und Energiespeicherung im Vergleich	richtig 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).	**Expertendiskussion** 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	Argumenten
Diagnose von Schülerkonzepten: • Umgang mit Größengleichungen analysieren und korrigieren Leistungsbewertung: • Mitwirkung bei der Versuchsplanung, sorgfältige Auswertung quantitativer Experimente, Schülervortrag, Anteil an Gruppenarbeit			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: 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.			

Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mir einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in 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.

2.1.18 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 –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

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

Kontext: Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Korrosion und Korrosionsschutz **Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Korrosion vernichtet Werte • Merkmale der Korrosion • Kosten von Korrosions- schäden	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).	**Abbildungen** zu Korrosionsschäden oder **Materialproben** mit Korrosionsmerkmalen Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion **Recherche** 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
Ursachen von Korrosion • Lokalelement • Rosten von Eisen - Sauerstoffkorrosion	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode)) (UF1, UF3).	**Schüler- oder Lehrerexperiment** Experimentelle Erschließung der elektrochemischen Korrosion	Selbstständige Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch

- Säurekorrosion	erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/ Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).	**Schülerexperimente** Bedingungen, die das Rosten fördern	die Lehrkraft Aufgreifen und Vertiefen der Inhalte und Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion
Schutzmaßnahmen • Galvanisieren • kathodischer Korrosions- schutz	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3). bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).	**Lehrer- oder Schülerexperiment** Verkupfern oder Verzinken eines Gegenstandes **Bilder oder Filmsequenz** zum Verzinken einer Autokarosserie durch Galvanisieren und Feuerverzinken **Welcher Korrosionsschutz ist der beste?** Bewertung des Korrosionsschutzes nach Darstellung einiger Korrosionsschutzmaßnahmen durch Kurzreferate	Anode aus Kupfer bzw. Zink zur Verdeutlichung der Teilnahme der Anode an einer Elektrolyse; selbstständige Auswertung des Experimentes mithilfe des Schulbuches Sammeln und Bewerten von Argumenten
Diagnose von Schülerkonzepten: • Alltagsvorstellungen zur Korrosion Leistungsbewertung: • Durchführung von Experimenten, Auswertung der Experimente, Kurzreferate • Klausuren/Facharbeiten			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: www.korrosion-online.de Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema Korrosion und Korrosionsschutz. Weist auch viele interessante und vielfältige Abbildungen zur Korrosion auf. daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm 20.09.2010 - Beschreibung von Erscheinungsformen für Korrosion und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Korrosionsschutz Element 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.			

2.1.19 Leistungskurs Qualifikationsphase Q1 – Unterrichtsvorhaben V

Kontext: *Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl*

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

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

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).
- 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
- Reaktionsabläufe

Zeitbedarf: ca. 28 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q1)** Leistungskurs **- *Unterrichtsvorhaben V***

Kontext: Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl	
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Reaktionsabläufe **Zeitbedarf**: ca. 28 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • K2 Recherche • K3 Präsentation • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Kein Fahrspaß ohne Erdöl? Konventionelle Kraftstoffe aus Erdöl Alternative Kraftstoffe, u. a. Biokraftstoffe	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Informationen/Medienberichte zum Themenkomplex "Endlichkeit des Erdöls, Notwendigkeit der Nutzung alternativer Kraftstoffe" [1] **Erstellen eines Überblicks** über konventionelle und alternative Kraftstoffe [2], z. B. in Form eines Clusters	Recherche im Computerraum oder als Hausaufgabe. Ausgehend vom Cluster zu den Kraftstoffen kann das Unterrichtsvorhaben strukturiert werden.

Herstellung von Biodiesel Veresterung	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1). erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4).	**Information:** Aufbau von Rapsöl als pflanzliches Fett und Umesterung mit Methanol **Experiment:** Umesterung von Rapsöl zu Rapsölmethylester (Biodiesel) [3]	Wiederholung der Inhalte *Ester* und *chemisches Gleichgewicht* aus dem Inhaltsfeld 1
Wie ist der Einsatz von Biodiesel zu bewerten?	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).	**Recherche** in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen: Beurteilung der Vor- und Nachteile des Einsatzes von Biodiesel im Wandel der Zeit. **Verfassen eines Artikels, z. B. für die Schülerzeitung**: Ist der Einsatz von Biodiesel aus ökologischer und ökonomischer Sicht heute noch sinnvoll?	

Gewinnung von konventionellen Kraftstoffen aus Erdöl Fraktionierte Destillation, Alkane, Isomerie Cracken, Alkene	erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindungen) (UF 3, UF4). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1). formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3).	**Film:** Fraktionierte Destillation **Problem/Überleitung:** Anteil der Benzinfraktion geringer als der Bedarf **Demonstrations-Experiment/Film:** Das Crack-Verfahren **Expertenmethode:** Alkane, Alkene und Isomerie **Exkurs:** Nachweis von Doppelbindungen **Experiment/Film:** Addition von Brom an die Doppelbindung von Alkenen **Erarbeitung mit anschließender Darstellung des Reaktionsmechanismus,** z. B. als Stop-motion-Film	Der Weg vom Erdöl zum Kraftstoff Benzin soll mit den Verfahren *fraktionierte Destillation von Erdöl*, *Cracken* und *Zusatz von Klopfschutzmitteln* dargestellt werden. Zugleich findet eine Wiederholung der Stoffklassen Alkane und Alkene statt (Aufbau der Moleküle; Isomerie; Eigenschaften, z. B. Siedetemperatur).
Was soll ich tanken: Super oder Super plus? Verbrennung von Kohlenwasserstoffen		**Animation:** Die Funktionsweise eines Ottomotors – Verbrennung von Kohlenwasserstoffen	Internet-Recherche mit dem Stichwort „Viertakt-Ottomotor“ Methodische Anregung: Kommentierung der Animation durch die Lernenden Wiederholung: Aufstellen von Reaktionsgleichungen zur Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Berechnung des CO_2-Ausstoßes, etc.

Klopffestigkeit, Octanzahl, Klopfschutzmittel Ketone	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u. a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).	Überblick über Kraftstoffbestandteile und ihre Octanzahlen [7], **Zuordnung der Stoffe zu Stoffklassen**, u. a. das Aceton, als Bestandteil von Formel-1-Treibstoffen [8]	Möglicher Zugang zur Octanzahl: Tanken im Ausland, z. B. Dänemark mit den Kraftstoffen *Blyfri 95* und *Blyfri 98* Alternativ besteht bereits hier die Möglichkeit der Vertiefung der elektrophilen Addition bei nicht symmetrischen Alkenen (Markownikow Regel) am Bsp. der Synthese von ETBE
Alkohole als alternative Kraftstoffe Bioethanol Stoffklasse der Alkohole	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).	**Information:** Bioethanol als Bestandteil von Kraftstoffen, z. B. E 10, E 85 Herstellung von Ethanol durch Gärung (Wiederholung) Ausblick auf Biokraftstoffe erster und zweiter Generation	Der alternative Treibstoff *Bioethanol* wird als ein Vertreter der Alkohole klassifiziert. Hinweis: z. B. Lignocellulose-Ethanol aus Pflanzenabfällen [2]
Wie können Ethanol und andere Alkohole aus Erdöl hergestellt werden? Elektrophile Addition: Hydratisierung Markownikow-Regel, Stabilität von Carbeniumionen	klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3). formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1). vergleichen ausgewählte organische	**Elektrophile Addition, z. B. als Filmleiste:** Hydratisierung von Ethen **Übung:** Addition von Wasser an diverse Alkene (Regioselektivität bei nicht symmetrischen Alkenen)	Anhand der verschiedenen Möglichkeiten Ethanol zu synthetisieren, werden die unterschiedlichen Reaktionstypen eingeführt. Erarbeitung der Markownikow-Regel durch die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe einer Lernumgebung möglich [9] Hydratisierung von Ethen als technisches Herstellungsverfahren von Ethanol

	Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u. a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3).		
Nucleophile Substitution		**Erarbeitung der nucleophilen Substitution mit binnendifferenzierenden Materialien (Modelle, Strukturlegetechnik mit Kärtchen):** Bromethan und Kalilauge reagieren u. a. zu Ethanol **Selbstständige Erarbeitung der Eliminierung** als Umkehrung der elektrophilen Addition: Dehydratisierung von Alkoholen	
	analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6).	**Aufstellen eines Reaktionssterns** zu den Möglichkeiten der Ethanolherstellung	

Welche Probleme treten bei der Nutzung von Biokraftstoffen auf? Oxidationsreihe der Alkohole	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).	**Erhöhte Aldehydemission bei der Nutzung von Alkoholkraftstoffen:** Analyse der unvollständigen Verbrennungsprozesse von Ethanol im Verbrennungsmotor unter dem Aspekt „Oxidationsreihe der Alkohole“, Rolle des Katalysators im Hinblick auf eine vollständige Oxidation	**Rückbezug zum vorangegangenen Unterricht** Die Tatsache, dass Fahrzeuge, die mit Alkoholkraftstoff betrieben werden, eine höhere Emission an Aldehyden aufweisen [4], kann genutzt werden, um die Kompetenzerwartungen zur *Oxidationsreihe der Alkohole* zu festigen (siehe die entsprechende Kompetenzerwartung im IF1).
Womit fahren wir morgen? - Bedeutung unterschiedlicher Kraftstoffe bei der zukünftigen Mobilität	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).	**Podiumsdiskussion:** Bewertung der konventionellen und alternativen Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation anhand verschiedener Kriterien (z. B. ökonomische, ökologische, technische und gesellschaftliche Kriterien [5])	**Ggf. Ausblick** Zukünftige Bedeutung von Biokraftstoffen im Vergleich zu Antriebskonzepten mit Elektrizität oder Wasserstoff

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Ester und chemisches Gleichgewicht
- Oxidationsreihe der Alkohole

Leistungsbewertung:

- Handlungsprodukte: Cluster, Artikel, Stop-Motion-Filme, Versuchsprotokolle, Reaktionsstern
- Präsentationen, u. a. zu Reaktionsmechanismen, Stoffklassen, Lernumgebung zur Markownikow-Regel
- schriftliche Übung, u. a. zur Regioselektivität

Weiterführendes Material:

1.	http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027	Zeitungsartikel zum Thema „Bioethanol als Treibstoff der Zukunft“
2.	http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraft-betriebsstoffe/alternative-kraftstoffe	Informationen zu alternativen Kraftstoffen
3.	Eilks, Ingo: Biodiesel: Kontextbezogenes Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: PdN- Chemie in der Schule, Jg. 2001 (50), H. 1, S. 8-10	Beschreibung einer Unterrichtseinheit zum Thema Biodiesel"
4.	Dreyhaupt, Franz-Joseph [Hrsg.]: VDI-Taschenlexikon Immissionsschutz. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, S. 26ff (Stichwort Alkoholkraftstoff)	Darstellung der Zusammenhänge zwischen Alkoholkraftstoff, unvollständiger Verbrennung, Aldehydemission und Oxidationskatalysator
5.	Brysch, Stephanie: Biogene Kraftstoffe in Deutschland. Hamburg: Diplomica, 2008.	Studie zur Bewertung von Biokraftstoffen, die kriteriengeleitet Vor- und Nachteile ermittelt
6.	https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch_biokraftstoffe_web.pdf	Informationsbroschüre der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe zum Thema Biokraftstoffe
7.	https://de.wikipedia.org/wiki/Oktanzahl	u. a. Angabe von Stoffen und deren Octan-zahlen
8.	http://www.motorsport-total.com/f1/news/2002/10/Das_Lebenselixier_der_Formel_1_02100401.html	Informationen zu Aceton als Bestandteil von Formel-1-Treibstoff
9.	http://www.cup.uni-muenchen.de/dept/ch/engel/lonet/markownikow/start.htm	Lernumgebung zur Markownikow-Regel

2.1.20 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

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q2)** Leistungskurs **- *Unterrichtsvorhaben I***

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Organische Verbindungen und Reaktionswege
• Reaktionsabläufe
• Organische Werkstoffe

Zeitbedarf: 34 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF1 Wiedergabe
• UF3 Systematisierung
• E4 Untersuchungen und Experimente
• E5 Auswertung
• E7 Arbeits- und Denkweisen
• K3 Präsentation
• B3 Werte und Normen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Donator-Akzeptor</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler ….</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Die Vielfalt der Kunststoffe im Auto:

• Definition der Begriffe „Kunststoff“ „Makromolekül“ „Polymer“ „Monomer“</td><td></td><td>Demonstration von Kunststoffteilen eines Autos:
• Blinkerabdeckung
• Sicherheitsgurt
• Keilriemenrolle
• Sitzbezug

Mind Map: Kunststoffe im Auto - Eigenschaften und Verwendung</td><td>Ausgehend von der Verwendung von Kunststoffen im Auto werden Fragestellungen entwickelt und eine Mind Map erstellt und im Laufe der Unterrichtssequenz ergänzt.

In der Eingangsdiagnose wird das für den folgenden</td></tr>
</table>

• Bsp. für Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verwendung		**Eingangstest**: intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen.	Unterricht bedeutsame Vorwissen der SuS abgefragt. **Materialien zur individuellen Wiederholung der Lerninhalte** werden im Verlauf des Unterrichts bereitgestellt.
Eigenschaften, Synthesereaktionen, Stoffklassen und Verarbeitung von Kunststoffen **1. Transparentes Plexiglas (PMMA):** • Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation • Faserstruktur und Transparenz **2. Reißfeste Fasern aus PET:** • Aufbau von Polyestern • Polykondensation (ohne Mechanismus) • Faserstruktur und Reißfestigkeit • Schmelzspinnverfahren **3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum:** Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste **4. Nylonfasern für Sitzbezüge**	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3). erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3). Vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3). 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). ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere,	**Die folgenden Schüler Experimente werden als Lernzirkel durchgeführt.** • Herstellung einer PMMA Scheibe durch radikalische Polymerisation • Herstellung einer Polyesterfaser mit einer Heißklebepistole • Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten • „Nylonseiltrick“	Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden. **Materialien zur individuellen Wiederholung:** **zu 1.:** Alkene, elektrophile Addition **zu 2.:** Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, Intermolekulare Wechselwirkungen **zu 4.:** Alkanole, Carbonsäuren,

• Aufbau von Nylon • Polyamide **Systematisierung der kennen gelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.**	Duromere) (E5). 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). erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).	**Protokolle** **Arbeitsblätter** zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen.	Ester, Veresterung und Verseifung,
Kunststoff werden in Form gebracht: Kunststoffverarbeitung Verfahren, z.B.: • Extrudieren • Spritzgießen • Extrusionsblasformen • Fasern spinnen Geschichte der Kunststoffe	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Mögliche Formen der Präsentationen durch die SuS: **Referat, Posterpräsentation, Museumsgang oder WIKI.** Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen.	In diesem und den folgenden Unterrichtseinheiten können S-**Präsentationen (Referate, Poster, WIKI)** erstellt werden. MöglicheThemen: • Verarbeitungsverfahren • Historische Kunststoffe
Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer • Bau der Polycarbonate • Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit) • Syntheseweg zum Polycarbonat	präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3) verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). verwenden geeignete graphische Darstel-	**Recherche:** Aufbau der Polycarbonate Reaktionweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer Vorteile gegenüber PMMA **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses	**Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:** Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-Bildschirmen, als Fassungen für LEDs) und von PMMA.

	lungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).		
Maßgeschneiderte Kunststoffe z.B.: • Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten • Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz • Superabsorber • Cyclodextrine • Silikone	stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3) beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten** zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.: • Plexiglas mit UV-Schutz • Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit • Cyclodextrine als "Geruchskiller" **Präsentation der Ergebnisse als WIKI oder als Poster (Museumsgang)**	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. Cokondensation und "Blending" dienen der Modifikation von Kunststoffeigenschaften. Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen. Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farbstoffe.
Kunststoffmüll ist wertvoll: Kunststoffverwertung • **Umweltverschmutzung durch Plastikmüll** • **Verwertung von Kunststoffen:** - energetisch - rohstofflich - stofflich	diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten** • Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen) • Herstellung von Stärkefolien • Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor" Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse. **Podiumsdiskussion**:	**Fächerübergreifender Aspekt:** Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).

• **Ökobilanz** von Kunststoffen	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	z.B. zum Thema „Einsatz von kompostierbarem Verpackungsmaterial“	

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangstest, Präsentationen, Protokolle

Leistungsbewertung:

- Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), Schriftliche Übungen

Werksbesichtigung im Kunststoffwerk

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Die meisten Experimente finden sich in der Unterrichtsreihe "Kunststoffe im Auto": http://www.chik.de

Informationen zur Weiterentwicklung von Polycarbonaten (Blends und Cokondensate) zur Verwendung in der Automobilindustrie und in Bildschirmen: http://www.energiespektrum.de/_misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098
http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx

Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen (z. zur Kunststoffverarbeitung) finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:
http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx

Experimentiervorschrift zur Herstellung einer UV-absorbierenden Acrylglasscheibe:
http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf

Umfangreiche Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum recyclingfähigen Belland-Material:
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

2.1.21 Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen*

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

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:

- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- 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 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:
- ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege
- ♦ Reaktionsabläufe

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minut

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q2)** Leistungskurs **- *Unterrichtsvorhaben II***

Kontext: Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen	
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Reaktionsabläufe **Zeitbedarf**: ca. 20 Std. a 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 – Auswahl • E3 – Hypothesen • E6 – Modelle • E7 – Arbeits- und Denkweisen • B4 – Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Was ist das Besondere an Benzol? Verwendung Mesomerie Aromatizität	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7). stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u. a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).	**Recherche:** Krebsgefahr durch Benzin: Benzol als Antiklopfmittel im Benzin [1] **Film**: Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring [2] **Mindmap:** Benzol als Grundchemikalie für Synthesen von z. B. Farbstoffen, Kunststoffen, Arzneimitteln	Anknüpfung an das Thema Treibstoffe

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
	bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).	**Hypothesenbildung:** Ringstruktur des Benzols, Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol (Arbeit mit dem Molekülbaukasten) **Info:** Ergebnisse der Röntgenstrukturanalyse, Existenz von 3 Isomeren des Dibrombenzols statt denkbarer vier Isomere eines (hypothetischen) 1,3,5-Cyclohexatriens **Diskussion:** Grenzen der Strukturchemie **Arbeitsblatt oder eingeführtes Schulbuch:** Mesomerie und Grenzstrukturen, ggf. Hydrierungsenthalpie	Hinweis auf die Weiterentwicklung der Strukturchemie im Orbitalmodell (ohne weitere Vertiefung)
Wie reagiert Benzol? Mechanismus der elektrophilen Substitution Elektrophile Zweitsubstitution Dirigierende Effekte Reaktivität	erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u. a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2). analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u. a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).	**Hypothesenbildung:** Bromierung von Benzol **AB oder Filmsequenz:** Bromierung von Benzol und Cyclohexen **Mechanismenpuzzle:** Elektrophile Substitution, Vergleich zur elektrophilen Addition **Stationenarbeit: „**Verwandte“ des Benzols, z. B. Toluol, Phenol, Anilin, Nitrobenzol, Benzoesäure, Benzaldehyd	**Implizite Wiederholung:** elektrophile Addition an Doppelbindungen Kognitiver Konflikt: Es findet keine elektrophile Addition, sondern eine Substitution statt. Möglichkeit zur Binnendifferenzierung: umfangreiche Informationen zu den Reaktionen der Aromaten samt Übungen [3]

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
	beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3). machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsubstituenten (E3, E6).	Einbezug der Acidität von Phenol bzw. der Basizität von Anilin **Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Elektrophile Substitution an Phenol, o-, m- oder p-Position Vergleich der möglichen Grenzstrukturen **Arbeit mit dem Schulbuch:** Tabelle zum Einfluss des Substituenten auf die Zweitsubstitution, Trainingsaufgaben	Implizite Wiederholung Säure-Base-Theorie, funktionelle Gruppen
Vom Benzol zum Anwendungsprodukt	vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u. a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3). machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsubstituenten (E3, E6).	**Lernaufgabe:** Herstellung von Trinitrotoluol oder Pikrinsäure Ausgewählte weitere Beispiele für Aromaten: z. B. Acetylsalicylsäure, Styrol, Napthalin **Reaktionsstern:** Benzol	Der Einstieg kann über das Thema „Sprengstoffe“ erfolgen [4] [5]. Mögliche Überleitung zu Farbstoffen, ggf. Arzneimittel

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Aufstellen von Valenzstrich-Strukturformeln
- Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition
- Anwendung der Säure-Base-Theorie auf neue Verbindungen, u. a. Phenol

Leistungsbewertung:

- Bewertung von schriftlichen Handlungsprodukten: Mindmap „Benzol als Grundchemikalie“, Reaktionsstern „Benzol“, Trainingsaufgaben zum Einfluss der Substituenten auf die Zweitsubstitution
- Vorträge/Beiträge zu den Themen „Mesomerie“, „Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution“, „Herstellen von Trinitrotoluol“
- Darstellung und Kommentierung von Molekülstrukturen, die ggf. auch mit Molekülbaukästen modelliert wurden

Weiterführendes Material:

•	http://www.uniklinikum-saarland.de/fileadmin/UKS/Aktuelles/Zeitschrift_UKS_Report/Medizinlexikon/Meizinlexikon_ab_2005/Benzol-Erkrankungen.pdf	Informationen zu den Gefahren des Benzols
•	http://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-traummolekuel-kekule100.html	Inhalt des Films über Kekulé
•	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/12/oc/vlu_organik/aromaten/reaktionen/reaktionen_aromaten.vlu.html	Umfangreiche Darstellung der Reaktionen an Aromaten samt Übungsaufgaben
•	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu.html	Material Sprengstoffe
•	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/05_nitroaromaten.vscml.html	kurzer Film zur Explosion von Bariumpikrat

2.1.22 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 anwendungsbezoge- ner Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftli- chen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q2)** Leistungskurs **- *Unterrichtsvorhaben III***

Kontext: Farbstoffe im Alltag			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Farbstoffe und Farbigkeit **Zeitbedarf**: 20 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K3 Präsentation • K4 Argumentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Farben im Alltag - Farbigkeit und Licht - Absorptionsspektrum	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)	**Mindmap:** Farbe **Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe **Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren	.

Organische Farbstoffe - Farbe und Struktur - Konjugierte Doppelbindungen - Donator-/ Akzeptorgruppen - Mesomerie - Azofarbstoffe - Triphenylmethanfarbstoffe	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). geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3) erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6).	**Arbeitsblatt:** Kriterien für Farbigkeit Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen **Lernaufgabe:** Azofarbstoffe **Demonstrationsexperiment:** Farbwechsel von Phenolphthalein Erarbeitung der Strukturen **Schülerexperiment:** Synthese von Fluorescein	Wiederholung: elektrophile Substitution
Verwendung von Farbstoffen - bedeutsame Textilfarbstoffe - Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3). beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).	**Recherche:** Farbige Kleidung im Wandel der Zeit **Schülerexperiment:** Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff **Diskussion und Vergleich** **Arbeitsblatt:** Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung) **Moderne Kleidung:** Erwartungen **Recherche:** Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme	Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich ggf. weitere Färbemethoden Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen z.B. Azofarbstoffe und reduktive Azospaltung

	erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken (UF3, UF4). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Erstellung von Postern und Museumsgang**	
Diagnose von Schülerkonzepten: • Lernaufgabe Leistungsbewertung: • Klausur, Präsentation, Protokolle			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt: http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material: http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html			

2.1.23 Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: *Nitratbestimmung im Trinkwasser*

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können …

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).
- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
- ♦ Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben **Qualifikationsphase (Q2)** Leistungskurs **- *Unterrichtsvorhaben IV***

Kontext: Nitratbestimmung im Trinkwasser	
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe	
Inhaltlicher Schwerpunkt: Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption **Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden a 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • E2 Wahrnehmung und Messung • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • K3 Präsentation • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen **Basiskonzept (Schwerpunkte):** Basiskonzept Energie

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Nitrat im Trinkwasser – ein Problem?		Zeitungsartikel zum Thema „Nitrat im Trinkwasser“ oder „Mineralwasser zur Zubereitung von Babynahrung“ **Recherche:** Gefahren durch Nitrat	Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft Erstellung eines Handouts
Bestimmung des Nitratgehaltes Transmission, Absorption, Extinktion Lambert-Beer-Gesetz	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).	**Schülerexperiment:** Bestimmung des Nitrats im Trinkwasser mit Teststäbchen **Information:** Identifizieren der Nachweisreaktion als Azokupplung	Methodenreflexion Nachvollzug der Reaktionsschritte, ggf. Wiederholung Farbstoffe, Redoxreaktion

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Erstellen einer Kalibriergeraden Bestimmung des Nitratgehalts im Wasser	werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5). berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5).	**Arbeitsblatt:** Konzentrationsabhängigkeit der Extinktion (Lambert-Beer-Gesetz) **Projekt / Schülerexperiment** (unter Einsatz eines Testbestecks zur kolorimetrischen Bestimmung von Nitrat-Ionen)**:** Herstellung von Kalibrierlösungen, Bestimmung der Extinktionen der Lösungen, Grafische Auswertung der Messwerte, Bestimmung der Nitratkonzentration mehrerer Wasserproben	Alternativ: Ableitung des Lambert-Beer-Gesetzes im Schülerexperiment
Wie ist der Nitratgehalt von Wasserproben einzuordnen?	gewichten Analyseergebnisse (u. a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2).	**Diskussion**: Vorgehensweise, Messergebnisse und Methoden **Recherche:** Messwerte Wasserwerk, Grenzwerte, Bedeutung des Nitrats, Problematik bei der Düngung **Bewertung:** Landwirtschaft und Nitratbelastung in den Wasserproben	Möglichkeit zur Wiederholung der analytischen Verfahren und zum Vergleich

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Vortrag zum Aufbau eines Fotometers und des Lambert-Beer-Gesetzes
- Wiederholung „Herstellen eines Azofarbstoffes“: Nachweisreaktion auf Nitrationen

Leistungsbewertung:

- Experimentell ermittelte Werte: Kalibiergerade, Nitratgehalt im Wasser

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
• Recherche-Ergebnisse: Handout zu den Gefahren durch Nitrat, Problematik durch die Düngung • Nitratbelastung: multiperspektivische Darstellung des Problems samt Bestimmung eines eigenen Standpunkts			

Weiterführendes Material:

•	http://www.chemieunterricht.de/dc2/rk/rk-lbg.htm	Material und Versuchsbeschreibung zum Lambert-Beer-Gesetz
•	http://www.zdf.de/planet-e/nitratbelastung-im-grundwasser-durch-guelle-duengung-aus-massentierhaltung-39250414.html	Die Reportage thematisiert das Überschreiten des Grenzwertes für Nitrat im Trinkwasser.
•	http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/naehr-schadstoffe	Information des Umweltbundesamtes zur Belastung des Trinkwassers mit Nährstoffen

3. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

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

Überfachliche Grundsätze:

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

Fachliche Grundsätze:

15.) Der Chemieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
16.) Der Chemieunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
17.) Der Chemieunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.

18.) Im Chemieunterricht wird durch Einsatz von Schülerexperimenten Umwelt- und Verantwortungsbewusstsein gefördert und eine aktive Sicherheits- und Umwelterziehung erreicht.
19.) Der Chemieunterricht ist kumulativ, d.h., er knüpft an die Vorerfahrungen, das Vorwissen und die Interessen der Lernenden an und ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen, die eine deutliche Anbin- dung an die vorgegebenen Fachinhalte haben.
20.) Der Chemieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von chemischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
21.) Der Chemieunterricht folgt dem Prinzip der exemplarischen Arbeitsweise und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
22.) Im Chemieunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.
23.) Der Chemieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
24.) Im Chemieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lernenden selbst einge- setzt.
25.) Der Chemieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
26.) Der Chemieunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.

3.1. Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

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

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

Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

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

3.1.1. Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen

3.1.2. Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit

3.1.3. Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben chemischer Sachverhaltesichere Verfügbarkeit chemischen Grundwissens

3.1.4. situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten

3.1.5. angemessenes Verwenden der chemischen Fachsprache

3.1.6. konstruktives Umgehen mit Fehlern

3.1.7. fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmaterialienzielgerichtetes Beschaffen von Informationen

3.1.8. Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen

3.1.9. Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt

3.1.10. sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen, Kleingruppenarbeiten und Diskussionen

3.1.11. Einbringen kreativer Ideen

3.1.12. fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

3.1.13. Mitführen der benötigten Unterrichtsmaterialien

Beurteilungsbereich: Klausuren

Verbindliche Absprache:

Die Aufgaben orientieren sich sowohl strukturell als auch inhaltlich an den Vorgaben für das Zentralabitur. Entsprechend dem Lernniveau der SchülerInnen werden Aufgaben der Anforderungsbereiche I bis III bei der Erstellung der Arbeitsaufträge berücksichtigt.

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

Einführungsphase:

1 Klausur im ersten Halbjahr (90 Minuten), im zweiten Halbjahr wird 1 Klausur (90 Minuten) geschrieben.

Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 90 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden muss. Hierfür liegt ein Bewertungsbogen mit vereinbarten Kriterien vor.

Qualifikationsphase 2.1:

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

Qualifikationsphase 2.2:

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

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

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

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

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

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

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

Beurteilungsbereich: Facharbeiten

Für die Leistungsrückmeldung zu der angefertigten Facharbeit im Fach Chemie werden folgende Bewertungsbögen verwendet:

Bewertung der theoretischen Facharbeit

Fach: Chemie Thema der Arbeit:

Name: (Schuljahr 20XX/YY)

Formales	Kommentar	Punkte maximal	Punkte erreicht
Seitenvorgabe	Umfang entspricht den Vorgaben	3	
Layout	Schrift, Schriftgröße, Zeilenabstand, Ränder	3	
Gliederung	Formale Richtigkeit der Gliederung	3	
Zitate	korrektes, den Vorgaben entsprechendes Zitieren	3	
Literaturverzeichnis	gemäß Vorgaben angefertigt	3	
Summe		15	0
Sprachliches			
Darstellung	Ausdruck, Fachbegriffe, Wortwahl, Sachlichkeit	10	
Korrektheit	Rechtschreibung, Grammatik, Zeichensetzung	10	
Summe		20	0
Inhaltliches			
Themenbearbeitung	Korrekte, sachangemessene und vollständige Analyse und Darstellung des Themas	15	
Erarbeitung wissen-schaftlicher Grundlagen	Verwendung der angegebenen Literatur und Darstellung des wissenschaftlichen Hintergrundes	10	
wissenschaftliche Darstellung	Darstellung der Sachinhalte vollständig, logisch und richtig; Einführung und Verwendung der Fachbegriffe;	15	
systematische Gliederung	Sinnvolle Gliederung des Themas in Einleitung, Hauptteil und Zusammenfassung, Strukturierung des Hauptteils	10	
sinnvolle Verwendung der Literatur	Angabe der Quellen vollständig und an richtigen und geeigneten Stellen	5	
Summe		55	0
Organisation der Arbeit	Grad der Selbstständigkeit	10	
Abschließende Bewertung:		100	0

Punkte	100 - 85	84 - 70	69 - 55	54 - 40	39 - 20	19 - 0
Note	1	2	3	4	5	6

Bewertung der praktischen Facharbeit

Fach: Chemie Thema der Arbeit:

Name: (Schuljahr 20XX/YY)

Formales	Kommentar	Punkte maximal	Punkte erreicht
Layout	Umfang entspricht den Vorgaben	3	
Anhang	Schrift, Schriftgröße, Zeilenabstand, Ränder	3	
Gliederung	Formale Richtigkeit der Gliederung	3	
Zitate	korrektes, den Vorgaben entsprechendes Zitieren	3	
Literaturverzeichnis	gemäß Vorgaben angefertigt	3	
Summe		15	0
Sprachliches			
Darstellung	Ausdruck, Fachbegriffe, Wortwahl, Sachlichkeit	10	
Korrektheit	Rechtschreibung, Grammatik, Zeichensetzung	10	
Summe		20	0
Inhaltliches			
Themenbearbeitung	Korrekte, sachangemessene und vollständige Analyse und Darstellung des Themas	10	
Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen	Verwendung der angegebenen Literatur und Darstellung des wissenschaftlichen Hintergrundes	10	
wissenschaftliche Darstellung	Darstellung der Sachinhalte vollständig, logisch und richtig; Einführung und Verwendung der Fachbegriffe;	15	
Durchführung der praktischen Anteile	Eigenständigkeit der Arbeit, Sorgfalt, Dokumentation der Ergebnisse, Kontrollversuche	15	
sinnvolle Verwendung der Literatur	Angabe der Quellen vollständig und an richtigen und geeigneten Stellen	5	
Summe		55	0
Organisation der Arbeit	Grad der Selbstständigkeit	10	
Abschließende Bewertung:		100	0

Punkte	100 - 85	84 - 70	69 - 55	54 - 40	39 - 20	19 - 0
Note	1	2	3	4	5	6

3.2 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II ist am Joseph-König-Gymnasium werden folgende Lehrwerke verwendet:

EF: elemente chemie – Oberstufe Einführungsphase; Klett-Verlag

als optionales Zusatzwerk: Chemie 2000+ - Einführungsphase; C.C.Buchner-Verlag

Q1/Q2: elemente chemie – Oberstufe; Klett-Verlag

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

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/

3.3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

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

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag statt, gefolgt von einem Besuch einer Universitäts- und/oder Landesbibliothek. Im Verlauf des Projekttages werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen relevante Kriterien zur Anfertigung einer Facharbeit vermittelt.

Exkursionen als Unterstützung zur Studien- und Berufsorientierung

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

EF: Besuch eines Industrieunternehmens oder einer Ausstellung

Q1: Besuch eines Schülerlabors

Besuch eines Industrieunternehmens

Q2: Besuch einer Chemieveranstaltung der Universität Über

die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet.

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 gemeinsam durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Chemie bei.

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

Kriterien		**Ist-Zustand Auffälligkeiten**	**Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung**	**Wer** (Verantwortlich)	**Bis wann** (Zeitrahmen)
Funktionen					
Fachvorsitz					
Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)					
Ressourcen					
personell	Fachlehrer/in				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	…				

räumlich	Fachraum				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarb.				
	…				
materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	…				
zeitlich	Abstände Fachteamar-beit				
	Dauer Fachteamarbeit				
	…				
Unterrichtsvorhaben					
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente					
Leistungsbewertung/Grundsätze					