

# **Gesamtschule am Forstgarten**

**Schulinternen Lehrplan zum Kernlehrplan für  
die gymnasiale Oberstufe**

## **Chemie**

# Inhalt

	Seite
<b>1 Die Fachgruppe Chemie in der Gesamtschule am Forstgarten</b>	<b>3</b>
<b>2 Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>4</b>
2.1 Unterrichtsvorhaben	4
2.1.1 <i>Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben</i>	6
2.1.2 <i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase</i>	13
2.1.3 <i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK</i>	322
2.1.4 <i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK</i>	776
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	1148
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	120
2.4 Lehr- und Lernmittel	123
<b>3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>	<b>124</b>
<b>4 Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>125</b>

# 1 Die Fachgruppe Chemie in der Gesamtschule am Forstgarten

Die **Gesamtschule am Forstgarten** hat z. Z. rund 960 Schülerinnen und Schülern und befindet sich in einem Stadtbezirk einer Mittelstadt, mit guter Verkehrsanbindung zu einer nahe gelegenen Kleinstadt, in der es ein mittelständiges Chemieunternehmen (Oleon) gibt, das Grundchemikalien herstellt. Es besteht eine Kooperation zwischen der Schule und diesem Werk. So können Schülerinnen und Schüler der Schule dort Berufsorientierungspraktika machen, Werksvertreter können Oberstufenkurse besuchen und auch Besichtigungen des Betriebs durch Schülerinnen und Schüler sind fester Bestandteil der Zusammenarbeit..

Im Rahmen der Studien- und Berufswahlorientierung besteht ein differenziertes Beratungsangebot. Die Lehrbesetzung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, ein NW-Angebot und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 8 und 9 Chemie laut Stundentafel erteilt.

Die Schule ist seit ihrer Gründung im Ganztage.

In der Schule sind die Unterrichtseinheiten als Doppelstunden à 90 Minuten organisiert, in der Oberstufe gibt es im Grundkurs üblicher Weise 1 Doppel- und 1 Einzelstunde, im Leistungskurs 2 Doppelstunden und 1 Einzelstunde wöchentlich.

Dem Fach Chemie stehen 2 Fachräume zur Verfügung. In beiden Räumen kann auch in Schülerübungen experimentell gearbeitet werden. Die Ausstattung der Chemiesammlung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist gut, die vom Schulträger darüber hinaus bereitgestellten Mittel reichen für das Erforderliche aus.

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

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen ab zudecken. 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 Mit-

glieder 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

<b>Einführungsphase</b>	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Nanochemie des Kohlenstoffs</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Std. à 45min</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ (Organische und) anorganische Kohlenstoffverbindungen</li> <li>♦ Gleichgewichtsreaktionen</li> <li>♦ Stoffkreislauf in der Natur</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Std. à 45 min</p>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Methoden der Kalkentfernung im Haushalt</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Gleichgewichtsreaktionen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Std. à 45 min</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Vom Alkohol zum Aromastoff</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K 2 Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Organische (und anorg.) Kohlenstoffverbindungen</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 38 Std. à 45 min</p>
<b>Summe Einführungsphase: 86 Stunden</b>	

## Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K2 Recherche</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Std. à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• B1 Kriterien</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 14 Std. à 45 Minuten</p>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> ♦ Mobile Energiequellen</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Vernetzung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> ♦ Mobile Energiequellen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Stunden à 45 Minuten</p>

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Korrosion vernichtet Werte</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Korrosion</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VI:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E 4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><b>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 86 Stunden</b></p>	

## Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Wenn das Erdöl zu Ende geht</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>♦ Organische Werkstoffe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 24 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Bunte Kleidung</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>▲ B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Farbstoffe und Farbigkeit</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Stunden à 45 Minuten</p>	

**Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 54 Stunden**

**Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS**

**Unterrichtsvorhaben I:**

**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

**Unterrichtsvorhaben II:**

**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

**Unterrichtsvorhaben III:**

**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:**

**Unterrichtsvorhaben IV:**

**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

<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Mobile Energiequellen</li> <li>♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> <li>♦ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Stunden à 45 Minuten</p>	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>♦ Reaktionsabläufe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 28 Stunden à 45 Minuten</p>	
<p><b>Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 126 Stunden</b></p>	

## Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>♦ Reaktionsabläufe</li> <li>♦ Organische Werkstoffe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 34 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>♦ Reaktionsabläufe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Farbstoffe im Alltag</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Farbstoffe und Farbigkeit</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Nitratbestimmung im Trinkwasser</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><b>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 84 Stunden</b></p>	

## 2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

### 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



<p><b>Nanomaterialien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanotechnologie</li> <li>- Neue Materialien</li> <li>- Anwendungen</li> <li>- Risiken</li> </ul>	<p>recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</p> <p>stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).</p> <p>bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).</p>	<p><b>1. Recherche</b> zu neuen Materialien aus Kohlenstoff und Problemen der Nanotechnologie (z.B. Kohlenstoff-Nanotubes in Verbundmaterialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit in Kunststoffen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau</li> <li>- Herstellung</li> <li>- Verwendung</li> <li>- Risiken</li> <li>- Besonderheiten</li> </ul> <p><b>2. Präsentation</b> (Poster, Museumsgang) Die Präsentation ist nicht auf Materialien aus Kohlenstoff beschränkt.</p>	<p>Unter vorgegebenen Rechercheaufträgen können die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Lernplakate in Gruppen, beim Museumsgang hält jeder / jede einen Kurzvortrag.</p>
---	--	--	--

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Selbstevaluationsbogen zur Bindungslehre

Leistungsbewertung:

- 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](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>

---

## Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II

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

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

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

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

## Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II

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

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

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

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

## **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, daraus qualitative und quantitative Zusammenhänge ableiten 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

## Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben III

<b>Kontext:</b> Methoden der Kalkentfernung im Haushalt			
<b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gleichgewichtsreaktionen</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 – Wiedergabe</li> <li>UF3 – Systematisierung</li> <li>E3 – Hypothesen</li> <li>E5 – Auswertung</li> <li>K1 – Dokumentation</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> 18 Std. a 45 Minuten		<b>Basiskonzepte:</b> Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Kalkentfernung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktion von Kalk mit Säuren</li> <li>Beobachtungen eines Reaktionsverlaufs</li> <li>Reaktionsgeschwindigkeit berechnen</li> </ul>	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).	<b>Brainstorming:</b> Kalkentfernung im Haushalt  <b>Schülerversuch:</b> Entfernung von Kalk mit Säuren  Ideen zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs  <b>Schülerexperiment:</b> Planung, Durchführung und Auswertung eines entsprechenden Versuchs (z.B. Auffangen des Gases)  <b>(Haus)aufgabe:</b> Ermittlung von Reaktionsgeschwindigkeiten an einem Beispiel	Anbindung an CO <sub>2</sub> -Kreislauf: Sedimentation  Wiederholung Stoffmenge  S. berechnen die Reaktionsgeschwindigkeiten für verschiedene Zeitintervalle im Verlauf der Reaktion

<p><b>Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einflussmöglichkeiten</li> <li>- Parameter (Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad)</li> <li>- Kollisionshypothese</li> <li>- Geschwindigkeitsgesetz für bimolekulare Reaktion</li> <li>- RGT-Regel</li> </ul>	<p>formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3).</p> <p>interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5).</p> <p>erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie nur für Gase) (E6).</p> <p>beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).</p>	<p><b>Geht das auch schneller?</b></p> <p><b>Arbeitsteilige Schülerexperimente:</b> Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration, des Zerteilungsgrades und der Temperatur</p> <p><b>Lerntempoduett:</b> Stoßtheorie, Deutung der Einflussmöglichkeiten</p> <p><b>Erarbeitung:</b> Einfaches Geschwindigkeitsgesetz, Vorhersagen</p> <p><b>Diskussion:</b> RGT-Regel, Ungenauigkeit der Vorhersagen</p>	<p>ggf. Simulation</p>
<p><b>Einfluss der Temperatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergänzung Kollisionshypothese</li> <li>- Aktivierungsenergie</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<p>interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3).</p> <p>beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</p>	<p><b>Wiederholung:</b> Energie bei chemischen Reaktionen</p> <p><b>Unterrichtsgespräch:</b> Einführung der Aktivierungsenergie</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Katalysatoren, z.B. bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid</p>	<p><b>Film:</b> Wilhelm Ostwald und die Katalyse (Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik)</p>
<p><b>Chemisches Gleichgewicht quantitativ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiederholung Gleichgewicht</li> <li>- Hin- und Rückreaktion</li> </ul>	<p>formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3).</p> <p>interpretieren Gleichgewichtskonstan-</p>	<p><b>Arbeitsblatt:</b> Von der Reaktionsgeschwindigkeit zum chemischen Gleichgewicht</p> <p><b>Lehrervortrag:</b> Einführung des Mas-</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Massenwirkungsgesetz</li> <li>- Beispielreaktionen</li> </ul>	<p>ten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4).</p> <p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) ( K1).</p> <p>beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).</p>	<p>senwirkungsgesetzes</p> <p><b>Übungsaufgaben</b></p> <p><b>Trainingsaufgabe:</b> Das Eisen-Thiocyanat-Gleichgewicht (mit S-Experiment)</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protokolle, Auswertung Trainingsaufgabe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Schriftliche Übung, mündliche Beiträge, Versuchsprotokolle</li> </ul>			

## **Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben IV**

**Kontext:** *Vom 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

## Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben IV

<b>Kontext:</b> Vom Alkohol zum Aromastoff				
<b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen				
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 – Wiedergabe</li> <li>UF2 – Auswahl</li> <li>UF3 – Systematisierung</li> <li>E2 – Wahrnehmung und Messung</li> <li>E4 – Untersuchungen und Experimente</li> <li>K2 – Recherche</li> <li>K3 – Präsentation</li> <li>B1 – Kriterien</li> <li>B2 – Entscheidungen</li> </ul>		
<b>Zeitbedarf:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>38 Std. a 45 Minuten</li> </ul>		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor		
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Wenn Wein umkippt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oxidation von Ethanol zu Ethansäure</li> <li>Aufstellung des Redoxschemas unter Verwendung von Oxidationszahlen</li> <li>Regeln zum Aufstellen von Redoxschemata</li> </ul>	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).	<b>Test</b> zur Eingangsdiagnose  <b>Mind Map</b>  <b>Demonstration</b> von zwei Flaschen Wein, eine davon ist seit 2 Wochen geöffnet.  <b>S-Exp.:</b> pH Wert-Bestimmung, Geruch, Farbe von Wein und „umgekipptem“ Wein	Anlage einer <b>Mind Map</b> , die im Laufe der Unterrichtssequenz erweitert wird.  <b>Diagnose:</b> Begriffe, die aus der S I bekannt sein müssten: funktionelle Gruppen, Hydroxylgruppe, intermolekulare Wechselwirkungen, Redoxreaktionen, Elektronendonator / -akzeptor, Elektronegativität, Säure, saure Lösung. Nach <b>Auswertung des Tests:</b> Be-	

			reitstellung von <b>individuellem Fördermaterial</b> zur <b>Wiederholung</b> an entsprechenden Stellen in der Unterrichtssequenz.
<p><b>Alkohol im menschlichen Körper</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ethanal als Zwischenprodukt der Oxidation</li> <li>Nachweis der Alkanale</li> <li>Biologische Wirkungen des Alkohols</li> <li>Berechnung des Blutalkoholgehaltes</li> <li>Alkotest mit dem Drägerröhrchen (<b>fakultativ</b>)</li> </ul>	<p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufs). (K1)</p> <p>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).</p>	<p><b>Concept-Map zum Arbeitsblatt:</b> <i>Wirkung von Alkohol</i></p> <p><b>S-Exp.:</b> Fehling- und Tollens-Probe</p> <p><b>fakultativ:</b> Film Historischer Alkotest</p> <p><b>fakultativ:</b> <b>Niveaudifferenzierte Aufgabe</b> zum Redoxschema der <i>Alkotest</i>-Reaktion</p>	<p><b>Wiederholung:</b> Redoxreaktionen</p> <p><b>Vertiefung</b> möglich: Essigsäure- oder Milchsäuregärung.</p>
<p><b>Ordnung schaffen: Einteilung organischer Verbindungen in Stoffklassen</b></p> <p><b>Alkane und Alkohole als Lösemittel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Löslichkeit</li> <li>funktionelle Gruppe</li> <li>intermolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals Ww. und Wasserstoffbrücken</li> <li>homologe Reihe und physikalische Eigenschaften</li> </ul>	<p>nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).</p> <p>benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3).</p> <p>ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3).</p> <p>erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-</p>	<p><b>S-Exp.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Löslichkeit von Alkoholen und Alkanen in verschiedenen Lösemitteln.</li> </ul> <p><b>Arbeitspapiere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nomenklaturregeln und -übungen</li> <li>intermolekulare Wechselwir-</li> </ul>	<p><b>Wiederholung:</b> Elektronegativität, Atombau, Bindungslehre, intermolekulare Wechselwirkungen</p> <p><b>Fächerübergreifender Aspekt Biologie:</b> Intermolekulare Wechselwirkungen sind Gegenstand der EF in Biologie (z.B. Proteinstrukturen).</p>

<p>ten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nomenklatur nach IUPAC</li> <li>• Formelschreibweise: Verhältnis-, Summen-, Strukturformel</li> <li>• Verwendung ausgewählter Alkohole</li> </ul> <p><b>Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren – Oxidationsprodukte der Alkanole</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation von Propanol</li> <li>• Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole durch ihre Oxidierbarkeit</li> <li>• Gerüst- und Positionsisomerie am Bsp. der Propanole</li> <li>• Molekülmodelle</li> <li>• Homologe Reihen der Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren</li> <li>• Nomenklatur der Stoffklassen und funktionellen Gruppen</li> <li>• Eigenschaften und Verwendungen</li> </ul>	<p>Verknüpfungsprinzip (UF2).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3)</p> <p>erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3).</p> <p>wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3)</p>	<p>kungen.</p> <p><b>S-Exp.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation von Propanol mit Kupferoxid</li> <li>• Oxidationsfähigkeit von primären, sekundären und tertiären Alkanolen, z.B. mit <math>\text{KMnO}_4</math>.</li> </ul> <p><b>Gruppenarbeit:</b> Darstellung von Isomeren mit Molekülbaukästen.</p> <p><b>S-Exp.:</b> Lernzirkel Carbonsäuren.</p>	<p><b>Wiederholung:</b> Säuren und saure Lösungen.</p>
<p><b>Künstlicher Wein?</b> <b>a) Aromen des Weins</b></p>	<p>erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizie-</p>	<p><b>Film:</b> Künstlich hergestellter Wein: Quarks und co (10.11.2009) ab</p>	<p>Der <b>Film</b> eignet sich als Einführung ins Thema <i>künstlicher Wein</i> und zur Vorbereitung der Diskussion über</p>

<p><b>Gaschromatographie zum Nachweis der Aromastoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion eines Gaschromatographen</li> <li>• Identifikation der Aromastoffe des Weins durch Auswertung von Gaschromatogrammen</li> </ul> <p><b>Vor- und Nachteile künstlicher Aromastoffe:</b> Beurteilung der Verwendung von Aromastoffen, z.B. von künstlichen Aromen in Joghurt oder Käseersatz</p> <p><b>Stoffklassen der Ester und Alkene:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen</li> <li>• Stoffeigenschaften</li> <li>• Struktur-Eigenschaftsbeziehungen</li> </ul>	<p>nung eines Stoffes (E5).</p> <p>nutzen angeleitet und selbständig chemie-spezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften. (K2).</p> <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p> <p>erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2).</p> <p>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).</p> <p>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).</p>	<p>34. Minute</p> <p><b>Gaschromatographie: Animation</b> Virtueller Gaschromatograph.</p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Grundprinzip eines Gaschromatographen: Aufbau und Arbeitsweise Gaschromatogramme von Weinaromen.</p> <p><b>Diskussion („Fishbowl“):</b> Vor- und Nachteile künstlicher Obstaromen in Joghurt, künstlicher Käseersatz auf Pizza, etc..</p>	<p>Vor- und Nachteile künstlicher Aromen.</p> <p>Eine Alternative zur „Fishbowl“-<b>Diskussion</b> ist die Anwendung der <b>Journalistenmethode</b></p>
<p><b>b) Synthese von Aromastoffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estersynthese</li> </ul>	<p>ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1).</p> <p>führen qualitative Versuche unter vorge-</p>	<p><b>Experiment (L-Demonstration):</b> Synthese von Essigsäureethylester und Analyse der Produkte.</p>	<p><b>Fächerübergreifender Aspekt Biologie:</b> Veresterung von Aminosäuren zu Polypeptiden in der EF.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich der Löslichkeiten der Edukte (Alkanol, Carbonsäure) und Produkte (Ester, Wasser)</li> <li>• Veresterung als unvollständige Reaktion</li> </ul>	<p>gebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p> <p>stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).</p>	<p><b>S-Exp.: (arbeitsteilig)</b> Synthese von Aromastoffen (Fruchtestern).</p> <p><b>Gruppenarbeit:</b> Darstellung der Edukte und Produkte der Estersynthese mit Molekülbaukästen.</p>	
<p><b>Eigenschaften, Strukturen und Verwendungen organischer Stoffe</b></p>	<p>recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen die Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</p> <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p>	<p><b>Recherche und Präsentation (als Wiki, Poster oder Kurzvortrag):</b></p> <p>Eigenschaften und Verwendung organischer Stoffe.</p>	<p>Bei den <b>Ausarbeitungen</b> soll die Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten von organischen Stoffen unter Bezugnahme auf deren <b>funktionelle Gruppen</b> und <b>Stoffeigenschaften</b> dargestellt werden.</p> <p><b>Mögliche Themen:</b>  <b>Ester</b> als Lösemittel für Klebstoffe und Lacke.  <b>Aromastoffe (Aldehyde und Alkohole)</b> und Riechvorgang;  <b>Carbonsäuren:</b> Antioxidantien (Konservierungsstoffe)  <b>Weinaromen:</b> Abhängigkeit von Rebsorte oder Anbaugebiet.  <b>Terpene</b> (Alkene) als sekundäre Pflanzenstoffe</p>
<p><b>Fakultativ: Herstellung eines Parfums</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Duftpyramide</li> <li>• Duftkreis</li> <li>• Extraktionsverfahren</li> </ul>	<p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p>	<p><b>Filmausschnitt:</b> „Das Parfum“</p> <p><b>S-Exp.</b> zur Extraktion von Aromastoffen</p>	<p>Ggf. Exkursion ins Duftlabor</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingangsd Diagnose, Versuchsprotokolle</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p>			

- C-Map, Protokolle, Präsentationen, schriftliche Übungen

**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](http://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](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](http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr_fernsehen_quarks_und_co_20091110.mp4)

Animation zur Handhabung eines Gaschromatographen: Virtueller Gaschromatograph:

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell\\_gc1.vlu.html](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.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](http://www.lwg.bayern.de/analytik/wein_getraenke/32962/linkurl_2.pdf)

Journalistenmethode zur Bewertung der Verwendung von Moschusduftstoffen in Kosmetika:

<http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Journalistenmethode%20Moschusduftstoffe.pdf>

---

## 2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK

### Q 1 Grundkurs – 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 M

## Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben I

<b>Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln</b>			
<b>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen durch Titration</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 Wiedergabe</li> <li>E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>K1 Dokumentation</li> <li>K2 Recherche</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> 16 Std. à 45 Minuten		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ....	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Verwendung von Essigsäure und Bestimmung des Säuregehalts in Lebensmitteln</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Neutralisationsreaktion</li> <li>Titration mit Endpunktbestimmung</li> <li>Berechnung des Säuregehaltes</li> </ul>	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).	<b>Demonstration</b> von essigsäurehaltigen Nahrungsmitteln  <b>Essigessenz – ein Gefahrstoff?</b>	Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten: Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒ Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung von Chemikalien und

	<p>planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3).</p> <p>erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung 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).</p> <p>bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b> Titration mit Endpunktbestimmung (Bestimmung des Essigsäuregehaltes in verschiedenen Essigsorten)</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> oder eingeführtes Fachbuch, Erarbeitung z. B. im <b>Lerntempoduett:</b> Übungsaufgaben zu Konzentrationsberechnungen</p>	<p>Lebensmitteln</p> <p><b>Wiederholung:</b> Stoffmengenkonzentration, Neutralisation als Reaktion zwischen Oxonium- und Hydroxid-Ion, Indikatoren</p> <p><b>Bestimmung der Stoffmengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils</b></p>
<p><b>Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leitfähigkeitstiteration</li> <li>Fehlerdiskussion</li> <li>Vertiefung und Anwendung: Graphen von Leitfähigkeitstiterationen unterschiedlich starker und</li> </ul>	<p>beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstiteration (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).</p> <p>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration mithilfe graphischer Darstellungen (K1).</p> <p>erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b> Leitfähigkeitstiteration von Aceto Balsamico mit Natronlauge. (Vereinfachte konduktometrische Titeration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen)</p> <p><b>Gruppenarbeit (ggf. arbeitsteilig):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Graphische Darstellung der Messergebnisse</li> <li>Interpretation der Ergebnisse der Leitfähigkeitstiteration unter Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen</li> </ul>	<p>Die Leitfähigkeitstiteration als Verfahren zur Konzentrationsbestimmung von Säuren in farbigen Lösungen wird vorgestellt.</p> <p>Messgrößen zur Angabe der Leitfähigkeit</p> <p><b>Fakultativ Vertiefung</b> oder <i>Möglichkeiten der Differenzierung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Betrachtung der Leit-</li> </ul>

<p>schwacher Säuren und Basen</p>	<p>dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bearbeitung von Materialien zur Diagnose von Schülervorstellungen sowie weitere <b>Lernaufgaben</b></li> </ul>	<p>fähigkeitstitration von mehrprotonigen Säuren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fällungstitration zwecks Bestimmung der Chlorid-Ionen-Konzentration in Aquariumswasser (s. UV II)</li> </ul> <p>Einsatz von Materialien zur <b>Diagnose von Schülervorstellungen</b> (Hinweise siehe unten)</p>
<p><b>Säureregulatoren in Lebensmitteln - Der funktionelle Säure-Base-Begriff</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saure und basische Salzlösungen</li> <li>• Protolysereaktion</li> <li>• konjugierte Säure-Base-Paare</li> </ul>	<p>identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).</p> <p>zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7).</p> <p>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3).</p>	<p>Acetate und andere Salze als Lebensmittelzusätze zur Regulation des Säuregehaltes - <b>Sind wässrige Lösungen von Salzen neutral?</b></p> <p><b>Schüler-Experiment:</b> Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen, z.B. mit Bromthymolblau</p> <p><b>Ergebnis:</b> Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich.</p> <p><b>Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Theorie nach Brønsted</li> <li>• Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren</li> <li>• Regulation des Säuregehaltes, z.B. von Essigsäurelösung durch Acetat</li> </ul>	<p><b>Wiederholung</b> des Prinzips von <b>Le Chatelier</b> zur Erklärung der Reaktion von Acetat mit Essigsäure</p>

---

(qualitativ)

**Kolloquien und ggf. schriftliche Übung**

**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](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>  
<http://www.hamm-chemie.de/>
- zu **Essig** u.a.: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/essig/>

---

2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK  
**Q 1 Grundkurs – 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

## Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

<b>Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen</b>			
<b>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen durch Titration</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF2 Auswahl</li> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>B1 Kriterien</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> 14 Std. à 45 Minuten		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ....	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Der Säuregehalt des Wassers in Aquarien muss kontrolliert werden.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>pH-Wert-Bestimmung</li> <li>Leitfähigkeit</li> </ul>	erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).	<b>Informationsblatt:</b> Wasserqualität im Aquarium  Erstellung einer <b>Mind-Map</b> , die im Verlauf des Unterrichts weitergeführt wird.  <b>Schüler-Experimente:</b> Messung der pH-Werte und Leitfähigkeit verschiedener Wassersorten <ul style="list-style-type: none"> <li>Aquarium-Wasser</li> <li>Leitungswasser</li> <li>Regenwasser</li> <li>Teichwasser</li> <li>stilles Mineralwasser</li> <li>destilliertes Wasser</li> </ul>	Die Tatsache, dass für Aquarien ein bestimmter pH-Wertbereich empfohlen wird, führt zu der Frage, was genau der <b>pH-Wert</b> aussagt und wieso verschiedene „Arten“ von Wasser einen unterschiedlichen pH-Wert haben können.  <b>Planungsphase:</b> Aus dem vorherigen Unterrichtsvorhaben I ist den Schülerinnen und Schülern bekannt, dass wässrige Salzlösungen pH-Werte im

			neutralen, sauren und alkalischen Bereich besitzen können.
<p><b>Den Säuregrad kann man messen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoprotolyse des Wassers</li> <li>• pH-Wert</li> <li>• Ionenprodukt des Wassers</li> </ul>	<p>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des <math>K_S</math>-Wertes (UF2, UF3).</p> <p>erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1).</p>	<p><b>z. B. im Lehrer-Vortrag:</b> Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenproduktes des Wassers</p> <p><b>Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:</b> Übungsaufgaben zum Ionenprodukt</p>	<p>Zur Herleitung des Ionenproduktes eignet sich ein Arbeitsblatt unterstütztes <b>Lernprogramm</b> (siehe Hinweis unten).</p> <p>Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen</p> <p><b>Übung:</b> Angabe der Konzentration der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners</p> <p><b>Mögliche Vertiefung:</b> Recherche der Analysen zur <b>Trinkwasserqualität</b> der örtlichen Wasserwerke</p>
<p><b>Verschiedene Säuren (Basen) beeinflussen den pH-Wert ihrer wässrigen Lösungen unterschiedlich:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• starke und schwache Säuren</li> <li>• <math>K_s</math> – und <math>pK_s</math> -Werte</li> <li>• Ampholyte</li> </ul>	<p>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des <math>K_S</math>-Wertes (UF2, UF3).</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2).</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe</p>	<p><b>Lehrer-Experiment:</b> pH-Wertbestimmung gleichmolarer Lösungen von Essigsäure und Salzsäure</p> <p><b>Schüler-Experiment:</b> pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen und einer starken Säure</p> <p><b>Erarbeitung:</b> Ableitung der Säurekonstante <math>K_S</math> aus der</p>	<p><b>Mögliche Kontexte:</b></p> <p><b>Rückgriff auf Säuren und Basen in Alltagsprodukten</b>, z.B. Salzsäure in Fliesenreinigern und Essig oder Citronensäure in Lebensmitteln. Wieso sind bestimmte Säuren genießbar, andere dagegen nicht? Warum</p>

	<p>des Massenwirkungsgesetzes (UF2).</p> <p>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand einer Tabelle der <math>K_S</math>- bzw. <math>pK_S</math>-Werte (E3).</p> <p>erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3).</p>	<p>Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte</p> <p><b>z. B. Lerntheke</b> zur Einübung der Berechnungen von <math>K_S</math>- und <math>pK_S</math>-Werten sowie pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren. (Übungsaufgaben ggf. als <b>Klappaufgaben</b> zur Selbstkontrolle oder im <b>Lerntempoduett</b> zu bearbeiten).</p> <p><b>Schriftliche Übung</b></p>	<p>entfernen verschiedene Säuren bei gleicher Konzentration den Kalk unterschiedlich gut?</p>
<p><b>Welche Säuren oder Basen sind in verschiedenen Produkten aus Haushalt und Umwelt enthalten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einteilung von Säuren und Basen in Alltagsprodukten aufgrund ihres <math>K_S</math> – bzw. <math>pK_S</math>-Wertes und Zuordnung zu ihrer Verwendung</li> <li>Beurteilung der Qualität, der Wirksamkeit und Umweltverträglichkeit verschiedener Reinigungsmittel</li> </ul>	<p>recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).</p> <p>klassifizieren Säuren mithilfe von <math>K_S</math>- und <math>pK_S</math>-Werten (UF3).</p> <p>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).</p> <p>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).</p>	<p><b>Recherche:</b> Vorkommen und Verwendung von starken und schwachen Säuren bzw. Basen in Alltagsprodukten</p> <p><b>Fakultativ:</b> Schüler-Experimente mit Reinigungsmitteln im Stationenbetrieb</p> <p><b>Aufgabe:</b> Beurteilung der Wirkung verschiedener Säuren und Basen in Haushaltschemikalien, Nahrungsmitteln oder der Umwelt und ggf. deren Darstellung in der Werbung</p> <p>Präsentation der Arbeitsergebnisse z. B. in Form <b>populärwissenschaftlicher</b> Artikel einer Jugendzeitschrift</p> <p>Erstellen einer <b>Concept-Map</b> zur Zusammenfassung des Unterrichtsvorhabens (ggf. binnendifferenziert).</p>	<p>Mögliche Untersuchungen:</p> <p>Vorkommen von Fruchtsäuren: Citronensäure, Vitamin C, Weinsäure etc.</p> <p>Säuren als konservierende Lebensmittelzusatzstoffe</p> <p><b>Putz- und Reinigungsmittel:</b> Verwendung von Säuren in verschiedenen <b>Entkalkern</b> (Putzmittel, Kaffeemaschinen, Zementschleierentferner usw.) bzw. Basen in <b>alkalischen Reinigungsmittel</b> (Rohrreiniger, Glasreiniger).</p>
<p><b>Diagnose von Schülerkonzepten:</b></p>			

- 
- 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](http://www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-grund/kap_14.htm) (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)

---

## 2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK

### Q1 Grundkurs – 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, 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).

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ◆ Mobile Energiequellen

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

## Q 1 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben III

<b>Kontext:</b> Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K2 Recherche</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Stunden à 45 Minuten		<b>Basiskonzepte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Donator-Akzeptor</li> <li>• Basiskonzept Energie</li> <li>• Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</li> </ul>	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>elektrochemische Energiequellen</b></li> <li>• Aufbau einer Batterie</li> </ul>	dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	<b>Demonstration:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte</li> <li>• Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen.</li> </ul> <b>Skizze des Aufbaus</b> Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile	Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen <b>Mind-Map</b> , die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird  Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI
<b>Wie kommt der Elektronenfluss (Strom-</b>	stellen Oxidation und Reduktion als Teilre-	<b>Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):</b> Reaktion von verschiedenen Metallen und	Aufgreifen und Vertiefen des „erweiterten“ Redoxbegriffs

<p><b>fluss) in einer Batterie zustande? -</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreihe der Metalle</li> <li>• Prinzip galvanischer Zellen (u.a. Daniell-Element)</li> </ul>	<p>aktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</p> <p>entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3).</p> <p>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).</p>	<p>Salzlösungen</p> <p>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Ableitung der Redoxreihe</p> <p><b>Lernaufgabe:</b> z.B. Recycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel?</p> <p><b>Demonstrationsexperiment:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element)</li> <li>• Demonstration der Spannung und des Stromflusses</li> </ul> <p><b>Lernaufgabe</b> zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. einer Zink-Silber-Zelle</p>	<p>aus der Einführungsphase.</p> <p><b>Binnendifferenzierung</b> durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte <b>Lernhilfen</b> für die Auswertung der Experimente.</p> <p>Ggf. <b>Animationen</b> zu galvanischen Elementen (vgl. Hinweise unten).</p> <p>Ggf Berücksichtigung von <b>Fehlvorstellungen</b> zur Funktion des Elektrolyten (vgl. Hinweise unten).</p>
<p><b>Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle</li> <li>• Standardwasserstoffelektrode</li> </ul>	<p>planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5).</p> <p>berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).</p>	<p><b>Hinführendes Experiment: Elektronendruck von Metallen</b> Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die gemeinsam im Wasserbehälter stehen</p> <p>Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe</p> <p><b>Schülerexperimente (Gruppenarbeit): Spannungsreihe der Metalle</b></p> <p><b>Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:</b> Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement</p>	<p>ggf. Thematisierung der <b>elektrochemischen Doppelschicht</b></p>

		Pt/H <sub>2</sub> /H <sup>+</sup> //Cu <sup>2+</sup> /Cu	
		<b>Übungsaufgaben:</b> Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale	
<b>Knopfzellen für Hörgeräte:</b>  • 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).	<b>Demonstration:</b> Knopfzelle für Hörgeräte  <b>Schülerexperiment:</b> <b>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle</b> Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle	Informationen und Hinweise zum Modellexperiment siehe [4]
<b>Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen?</b>  • 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).	<b>Informationstext:</b> Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten  <b>Schülerexperiment:</b> Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators  Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle	Informationen und Modellexperiment siehe [4]
<b>Batterien und Akkumulatoren im Alltag</b>	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 Redox-	<b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Kurzpräsentation:</b> Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.:	Die <b>Präsentation kann</b> z..B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen.  <b>Binnendifferenzierung</b>

	<p>reaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4)</p> <p>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).</p> <p>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bleiakкумуляtor</li> <li>• Alkaline-Batterie</li> <li>• Nickel-Metallhydrid-Akkumulatör</li> <li>• Zink-Silberoxid-Knopfzelle</li> <li>• Lithium-Ionen-Akkumulatör</li> </ul> <p>Erstellung einer <b>Concept Map</b> mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens</p>	<p>durch die Auswahl der Themen</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe</li> <li>• Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen</li> <li>• Versuchsprotokolle</li> <li>• Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentationen zu mobilen Energiequellen</li> <li>• Lernaufgaben</li> <li>• Klausuren / Facharbeit</li> </ul>			
<p><b>Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf">http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf</a> 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.</li> <li>2. <a href="http://www.chemie-interaktiv.net">http://www.chemie-interaktiv.net</a> Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.</li> <li>3. <a href="http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html">http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html</a> Broschüre: „Die Welt der Batterien“</li> </ol>			

- 
- 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-Württemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
  8. [www.aktuelle-wochenschau.de](http://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

---

## Q1 Grundkurs - 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

Minute

## Q1 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben IV

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

	<p>rücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</p>	<p>- Einsatz von elektrischer Energie: <math>W = U \cdot I \cdot t</math></p> <p><b>Schüler- oder Lehrerexperiment</b> zur Zersetzungsspannung Die Zersetzungsspannung ergibt sich aus der Differenz der Abscheidungspotentiale. Das Abscheidungspotential an einer Elektrode ergibt sich aus der Summe des Redoxpotentials und dem Überpotential.</p>	<p>Ermittlung der Zersetzungsspannung durch Ablesen der Spannung, bei der die Elektrolyse deutlich abläuft (Keine Stromstärke-Spannungs-Kurve)</p>
<p><b>Wie viel elektrische Energie benötigt man zur Gewinnung einer Wasserstoffportion?</b></p> <p>Quantitative Elektrolyse Faraday-Gesetze</p>	<p>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p>	<p><b>Schülerexperimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente</b> zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. Formulierung der Gesetzmäßigkeit: <math>n \sim I \cdot t</math></p> <p><b>Lehrervortrag</b> Formulierung der Faraday-Gesetze / des Faraday-Gesetzes Beispiele zur Verdeutlichung der Berücksichtigung der Ionenladung Einführung der Faraday-Konstante, Formulierung des 2. Faraday'schen Gesetzes</p>	<p>Schwerpunkte: Planung (bei leistungsstärkeren Gruppen Hypothesenbildung), tabellarische und grafische Auswertung mit einem <i>Tabellenkalkulationsprogramm</i></p> <p>Vorgabe des molaren Volumens <math>V_m = 24 \text{ L/mol}</math> bei Zimmertemperatur und 1013 hPa Differenzierende Formulierungen: Zur Oxidation bzw. Reduktion von 1 mol z-fach negativ bzw. positiv geladener Ionen ist eine Ladungsmenge <math>Q = z \cdot 96485 \text{ A} \cdot \text{s}</math> notwendig. Für Lernende, die sich mit Größen leichter tun: <math>Q = n \cdot z \cdot F</math>; <math>F = 96485 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}</math></p> <p>Zunächst Einzelarbeit, dann Partner- oder Gruppenarbeit; Hilfekarten mit Angaben auf</p>

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

---

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](http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html).

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

[http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007\\_07.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf).

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

<http://www.diebrennstoffzelle.de>.

---

## 2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK

### 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, Gedankenexperimenten 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 Minuten

## Q 1 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben V

<b>Kontext:</b> Korrosion vernichtet Werte – Wie entsteht elektrochemische Korrosion?			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> 6 Stunden à 45 Minuten		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Donator-Akzeptor</li> <li>• Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</li> </ul>	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Korrosion vernichtet Werte</b>	diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	<b>Abbildungen</b> zu Korrosionsschäden [1] der <b>Materialproben</b> mit Korrosionsmerkmalen Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion Kosten durch Korrosionsschäden	<b>Mind-Map</b> zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt.
<b>Wie kommt es zur Korrosion?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokalelement</li> <li>• Rosten von Eisen: Sauerstoffkorrosion und Säurekorrosion</li> </ul>	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 Teilre-	<b>Experimente:</b> Säurekorrosion von Zink mit und ohne Berührung durch Kupfer  <b>Schülerexperimente:</b> Nachweis von Eisen(II)-Ionen und Hydroxid-Ionen bei der Sauerstoffkorrosion von Eisen	Visualisierung der Korrosionsvorgänge z.B. anhand von <b>Trickfilmen</b> [3]

	aktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).		
<b>Wirtschaftliche und ökologische Folgen von Korrosion</b>	diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	<b>Schülervortrag:</b> Aktuelles Beispiel von Korrosionsschäden mit einem lokalen Bezug  <b>Diskussion:</b> Ursachen und Folgen von Korrosionsvorgängen  <b>ggf. Multiple-Choice-Test</b>	<b>Fakultativ:</b> Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben IV durch Thematisierung der elektrolytischen Herstellung von Schutzüberzügen
<u>Leistungsbewertung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung der Experimente</li> <li>• Schülervortrag</li> <li>• Multiple-Choice-Test</li> </ul>			
<b>Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://www.korrosion-online.de">www.korrosion-online.de</a> Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema Korrosion und Korrosionsschutz mit vielen und interessanten Abbildungen.</li> <li>2. <a href="http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm">http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm</a> Beschreibung von Erscheinungsformen der Korrosion, Experimente und Maßnahmen zum Korrosionsschutz.</li> <li>3. <b>Film: <i>Korrosion und Korrosionsschutz</i></b> (FWU: 420 2018): Tricksequenzen zu den Vorgängen bei der Korrosion und Rostschutzverfahren.</li> </ol>			

---

## Q1 Grundkurs – 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

## Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben VI

<p><b>• Kontext:</b> Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt</p>			
<p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p>			
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Stunden à 45 Minuten</p>		<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>UF4 Vernetzung</li> <li>E3 Hypothesen</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b>            Basiskonzept Struktur-Eigenschaft,            Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht,            Basiskonzept Energie</p>	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffklassen und Reaktionstypen</li> <li>zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> <li>Stoffklassen</li> <li>homologe Reihe</li> <li>Destillation</li> <li>Cracken</li> </ul>	<p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1).</p>	<p><b>Demonstration</b> von Erdöl und Erdölprodukten: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel</p> <p><b>Film:</b> Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl Die fraktionierende Destillation</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit Destillationsturm</p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zur Vielfalt der Kohlenwasserstoffe (Einzelarbeit, Korrektur in Partnerarbeit)</p>	<p>Thema: Vom Erdöl zum Superbenzin – Kartenabfrage vor Themenformulierung</p> <p>Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion            Wdhg.: Summenformel, Strukturformel, Nomenklatur; Stoffklassen: Alkane, Cycloalkane, Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der Mesomerie), Nutzung des ein-</p>

	<p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p>	<p><b>Film:</b> Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Otto- und Dieselmotor  <b>Arbeitsblatt</b> mit Darstellung der Takte</p> <p><b>Grafik</b> zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte  <b>Demonstrationsexperiment</b> zum Cracken Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren)</p>	<p>geführten Schulbuchs</p> <p>Die Karten zu den Arbeitstakten müssen ausgeschnitten und in die Chemiemappe eingeklebt werden, die Takte sind zutreffend zu beschriften, intensives Einüben der Beschreibung und Erläuterung der Grafik</p> <p>Benzin aus der Erdöldestillation genügt dem Anspruch der heutigen Motoren nicht Einführung der Octanzahl, Wiederaufgreifen der Stoffklassen</p> <p>Versuchsskizze, Beschreibung und weitgehend selbstständige Auswertung</p>
<p><b>Wege zum gewünschten Produkt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrophile Addition</li> <li>• Substitution</li> </ul>	<p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1).</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</p> <p>schätzen das Reaktionsverhalten organi-</p>	<p><b>Aufgabe zur Synthese des Antiklopfmittels MTBE:</b>  Erhöhen der Klopfestigkeit durch MTBE (ETBE)  Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen)</p> <p><b>Übungsaufgabe</b> zur Reaktion von Propen mit Wasser mithilfe einer Säure</p>	<p>Übungsbeispiel um Sicherheit im Umgang mit komplexen Aufgabenstellungen zu gewinnen, Einzelarbeit betonen</p> <p>Einfluss des I-Effektes herausstellen, Lösen der Aufgabe in Partnerarbeit</p>

	<p>scher Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p>	<p><b>Abfassen eines Textes</b> zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten</li> <li>• schriftliche Übung</li> <li>• Klausuren/Facharbeit ...</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Eine leicht verständliche Darstellung in 15 Minuten zu Aspekten der Entstehung des Erdöls, Suche nach Erdöl, Verarbeitung des Erdöls, Arbeit auf einer Erdölplattform und einer Havarie eines Erdöltankers findet man im Film „Multitalent Erdöl“ des Schulfernsehens (Planet Schule): <a href="http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901">http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901</a>.</p> <p>In 6 Kurzfilmen werden auf der Video-DVD (4602475) „Erdölverarbeitung“ die Aspekte: 1. Atmosphärische Destillation (6:30 Min.), 2. Vakuumdestillation (2:10 Min.), 3. Cracken (5:20 Min.), 4. Entschwefelung (6:30 Min.), 5. Benzinveredlung (6:30 Min.), 6. Schmierölverarbeitung (3:50 Min.) behandelt.</p> <p>In der Video-DVD „Der Viertakt-Ottomotor“ (4605559) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip des Motors veranschaulicht.</p> <p>In der Video-DVD „Der Viertakt-Dieselmotor (4605560) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip dieses Motors veranschaulicht.</p> <p>Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiärbutylether (MTBE) unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes finden sich Informationen des Umwelt Bundesamtes in: <a href="http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm">http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm</a>. Die Seite enthält auch eine Tabelle zum MTBE-Anteil in verschiedenen Benzinsorten.</p> <p>Zum Einsatz von ETBE findet man Informationen auf: <a href="http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&amp;contentId=7022567">http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&amp;contentId=7022567</a>.</p> <p>Eine kurze Simulation der Bromierung von Ethen mit Untertexten ist dargestellt in: <a href="http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm">http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm</a>.</p>			

---

### 2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK

#### Q 2 Grundkurs – 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**

**Q 2 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben I**

<b>Kontext: Wenn das Erdöl zu Ende geht</b>			
<b>Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b>			
<b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Organische Verbindungen und Reaktionswege  Zeitbedarf: ca. 10 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Donator-Akzeptor</li> <li>• Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</li> </ul>	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b> <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Kein Fahrspaß ohne Erdöl? - Biodiesel und E10 als mögliche Alternativen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur und Eigenschaften von Molekülen verschiedener organischer Stoffklassen</li> </ul>	<p>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).</p>	<p>Kurzreferat, z. B. auf Basis eines Zeitungsartikels [1][2], zum vermuteten Ende des Ölzeitalters</p> <p>Ersatz von Kohlenwasserstoffen durch z. B. Ethanol, Methanol, Rapsölmethylester (Biodiesel)</p>	<p>Anknüpfung an den vorherigen Kontext <i>Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt</i></p> <p>Die Recherche kann auch als Webquest durchgeführt werden [3].</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umesterung (Additions-Eliminierungsreaktion)</li> <li>• technische Gewinnung von Biodiesel</li> </ul>	<p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindungen) (UF3, UF4).</p> <p>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p>	<p>Information: Bioethanol als Bestandteil von Kraftstoffen, z. B. E10, E85 [4]</p> <p>Ausblick auf Biokraftstoffe erster und zweiter Generation [5]</p> <p>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</p> <p>Arbeitsblatt oder Recherche zu Inhaltsstoffen von Diesel und Biodiesel [7][8][9], deren molekularem</p>	<p>Wiederholung aller Stoffklassen aus dem IF 1 (ggf. Reaktionsstern)</p> <p>Die Tatsache, dass Fahrzeuge, die mit Alkoholkraftstoff betrieben werden, eine höhere Emission an Aldehyden aufweisen [6], kann genutzt werden, um die Kompetenzerwartungen zur <i>Oxidationsreihe der Alkohole</i> zu festigen (siehe die entsprechende Kompetenzerwartung im IF1).</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
	<p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).</p>	<p><b>Aufbau und Eigenschaften</b></p> <p>Experiment: Herstellung von Rapsölmethylester (Biodiesel) [7][8][9]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umesterung als Additions-Eliminierungsreaktion</li> <li>- Eigenschaften des Esters im Vergleich zu den Ausgangsstoffen</li> </ul> <p>Präsentation (z. B. als Poster): Aufbau und Funktion einer Produktionsanlage für Biodiesel [10]</p>	<p>Vertiefung der elektrophilen Addition</p>
<p>Ökologische und ökonomische Beurteilung von Biokraftstoffen</p>	<p>diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>	<p>Filmausschnitt zum Einstieg in die Diskussion, z. B. <i>Die Biosprit-Lüge</i> [11]</p> <p>Podiumsdiskussion: Bewertung der konventionellen und alternativen Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation anhand verschiedener Kriterien (z. B. ökonomische, ökologische, technische und gesellschaftliche Kriterien [14])</p>	<p>Pro- und Contra-Diskussion unter Einbeziehung der rechtlichen Grundlagen [12][13]</p> <p>Ggf. Ausblick: Zukünftige Bedeutung von Biokraftstoffen im Vergleich zu Antriebskonzepten mit Elektrizität oder Wasserstoff</p>

**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:**

• <a href="http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article148323100/Laut-BP-gibt-es-noch-im-Jahr-2050-Oel-im-Ueberfluss.html">http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article148323100/Laut-BP-gibt-es-noch-im-Jahr-2050-Oel-im-Ueberfluss.html</a>	Bericht über die These der Fa. BP, dass die Erdölvorräte noch lange nicht erschöpft sind
• <a href="http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/studie-ueber-fossile-ressourcen-das-oel-geht-zur-neige-trotz-fracking-1.1632680">http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/studie-ueber-fossile-ressourcen-das-oel-geht-zur-neige-trotz-fracking-1.1632680</a>	Bericht über eine Studie zu fossilen Ressourcen, in der eine Prognose zur Erdölförderung in der Zukunft gestellt wird
• <a href="http://www.lehrer-online.de/biosprit-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790">http://www.lehrer-online.de/biosprit-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790</a>	Webquest zur Zukunft des Biosprits
• <a href="http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027">http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027</a>	Zeitungsartikel zum Thema „Bioethanol als Treibstoff der Zukunft“
• <a href="http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraftbetriebsstoffe/alternative-kraftstoffe">http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraftbetriebsstoffe/alternative-kraftstoffe</a>	Informationen zu alternativen Kraftstoffen
• 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
• <a href="http://sinus.sh.lernnetz.de/sinus/materialien/chemie/index.php?we_objectID=302">http://sinus.sh.lernnetz.de/sinus/materialien/chemie/index.php?we_objectID=302</a>	Verschiedene Materialien zu Biodiesel, u. a. Filme, eine Versuchsvorschrift zur

		<b>Umesterung von Rapsöl etc.</b>
•	<a href="http://www.schulbiologiezentrum.info/Arbeitsbl%E4tter%20Raps%20Raps%F6I%20Biodiesel%20Me210212.pdf">http://www.schulbiologiezentrum.info/Arbeitsbl%E4tter%20Raps%20Raps%F6I%20Biodiesel%20Me210212.pdf</a>	Umfangreiche Material- und Arbeitsblattsammlung zum Thema „Biodiesel“, die auch Experimente beinhaltet
•	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"
•	<a href="https://www.hielscher.com/de/biodiesel_transesterification_01.htm">https://www.hielscher.com/de/biodiesel_transesterification_01.htm</a>	Informationen zu einer Produktionsanlage für Biodiesel
•	Film: Die Biosprit-Lüge	Der Film thematisiert die Konkurrenz von Nahrungsmittelproduktion und Biospritherstellung anhand von Palmenplantagen in Indonesien (Ausführliche Beschreibung s. <i>Details</i> unter der Adresse <a href="http://programm.ard.de/TV/Programm/Alle-Sender/?sendung=287246052059380">http://programm.ard.de/TV/Programm/Alle-Sender/?sendung=287246052059380</a> ).
•	<a href="http://www.lehrer-online.de/biodiesel.php">http://www.lehrer-online.de/biodiesel.php</a>	WebQuest zum Thema Biodiesel
•	<a href="http://www.lehrer-online.de/tankstelle-der-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790">http://www.lehrer-online.de/tankstelle-der-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790</a>	Webquest Tankstelle der Zukunft: Vergleich und Bewertung verschiedener Kraftstoffarten:
•	Brysch, Stephanie: Biogene Kraftstoffe in Deutschland. Hamburg: Diplomica, 2008.	Studie zur Bewertung von Biokraftstoffen, die kriteriengeleitet Vor- und Nachteile ermittelt
•	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): <a href="http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/postfossile-energieversorgungsoptionen-fuer-einen">http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/postfossile-energieversorgungsoptionen-fuer-einen</a>	Grundlagenliteratur zur Frage zukünftiger Energieversorgung
•	Ruth Blanck et al. (Öko-Institut): Treibhausgasneutraler Verkehr 2050: Ein	

	Szenario zur zunehmenden Elektrifizierung und dem Einsatz stromerzeugter Kraftstoffe im Verkehr, Berlin (2013) <a href="http://www.oeko.de/oekodoc/1829/2013-499-de.pdf">http://www.oeko.de/oekodoc/1829/2013-499-de.pdf</a>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie">http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie</a></li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/start.html">http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/start.html</a> u.a. aktuelle Informationen, z.B. Absatzzahlen für Biodiesel und Bioethanol</li> </ul>	Informationen zu Biokraftstoffen vom Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.ufop.de/biodiesel-und-co/biodiesel/biodiesel-tanken/">http://www.ufop.de/biodiesel-und-co/biodiesel/biodiesel-tanken/</a></li> </ul>	Informationen zu Biodiesel von der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.

---

## Q2 Grundkurs – 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

## Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

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

<p><b>Vom Monomer zum Polymer: Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsschritte der <b>radikalischen Polymerisation</b></li> <li>• <b>Polykondensation</b> Polyester</li> <li>• Polyamide: Nylonfasern</li> </ul>	<p>beschreiben und erläutern die Reaktions-schritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)</p> <p>schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p>	<p><b>Schülerexperimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymerisation von Styrol</li> <li>• Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushalt-schemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure.</li> <li>• „Nylonseiltrick“</li> </ul> <p><b>Schriftliche Überprüfung</b></p>	<p>Während der Unterrichtsreihe kann an vielen Stellen der Bezug zum Kontext Plastikgeschirr hergestellt werden. Polystyrol ist Werkstoff für Plastikgeschirr.</p> <p>Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.</p>
<p><b>Kunststoffverarbeitung Verfahren</b>, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spritzgießen</li> <li>• Extrusionsblasformen</li> <li>• Fasern spinnen</li> </ul> <p>Geschichte der Kunststoffe</p>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Einsatz von <b>Filmen</b> und <b>Animationen</b> zu den Verarbeitungsprozessen.</p>	<p>Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich.</p> <p>Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von Referaten erarbeitet werden.</p>
<p><b>Maßgeschneiderte Kunststoffe:</b> Struktur-Eigenschafts-</p>	<p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2,</p>	<p><b>Recherche:</b> Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien.</p>	<p>Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polysty-</p>

<p>beziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SAN: Styrol- Acrylnitril-Copolymerisate</li> <li>• Cyclodextrine</li> <li>• Superabsorber</li> </ul>	<p>UF4).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p>	<p>Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril.</p> <p><b>Flussdiagramme</b> zur Veranschaulichung von Reaktionswegen</p> <p><b>Arbeitsteilige Projektarbeit</b> zu weiteren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine.</p> <p><b>S-Präsentationen</b> z.B. in Form von <b>Postern</b> mit <b>Museumsgang</b>.</p>	<p>rols, z.B. SAN.</p> <p>Die Schülergruppen informieren sich über die Synthesewege, die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und die Verwendung weiterer Kunststoffe und präsentieren ihre Ergebnisse.</p> <p>Zur arbeitsteiligen Gruppenarbeit können auch kleine S-Experimente durchgeführt werden.</p>
<p><b>Kunststoffmüll ist wertvoll:</b> <b>Kunststoffverwertung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stoffliche Verwertung</li> <li>• rohstoffliche V.</li> <li>• energetische V.</li> </ul> <p>Ökonomische und ökologische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material.</p>	<p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p> <p>diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b> Herstellung von Stärkefolien</p> <p><b>Podiumsdiskussion:</b> z.B. zum Thema „Einsatz von Plastikgeschirr Einweggeschirr auf öffentlichen Veranstaltungen!“</p>	<p><b>Fächerübergreifender Aspekt:</b> Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).</p> <p>Einsatz von <b>Filmen</b> zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.</p>
<p>Diagnose von Schülerkonzepten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Überprüfung zum Eingang, Präsentationen</li> </ul> <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), schriftliche Übung, Anteil an Gruppenarbeiten</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b> Allgemeine Informationen und Schulexperimente: <a href="http://www.seilnacht.com">http://www.seilnacht.com</a> <a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/">www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/</a></p>			

---

Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol:

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

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

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

Informationen zur Herstellung von PET-Flaschen:

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

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

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

Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:

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

---

## Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III

**Kontext:** *Bunte Kleidung*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

Kompetenzbereich Kommunikation:

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

Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Farbstoffe und Farbigkeit

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

## Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III

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

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

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

---

## 2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK

### Q 1 Leistungskurs – 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

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

<b>Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten</b>			
<b>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren:</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen</li> <li>Titrationmethoden im Vergleich</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 36 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 Wiedergabe</li> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E3 Hypothesen</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>K1 Dokumentation</li> <li>B2 Entscheidungen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Säuren in Alltagsprodukten</b>	Die Schülerinnen und Schüler ....  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).	<b>Demonstration</b> von säurehaltigen Haushaltschemikalien und Nahrungsmitteln (z.B. Essigessenz, Sauerkraut, Milch, Aceto Balsamico, Wein, Fliesenreiniger (Salzsäure), Lachsschinken (Ascorbat))	Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten: Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒ Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung von Chemikalien und

	planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt selbstständig und angeleitet (E1, E3).	<b>Fragen und Vorschläge</b> zu Untersuchungen durch die Schülerinnen und Schüler  <b>Test zur Eingangsdiagnose</b>	Lebensmitteln
<b>Säuregehalt verschiedener Lebensmittel</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indikatoren</li> <li>• Neutralisationsreaktion</li> <li>• Titration</li> <li>• Berechnung des Säuregehaltes</li> </ul>	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 <b>Gruppenarbeit</b>  <b>Schüler-Experiment:</b> Titration mit Endpunktbestimmung  <b>Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch, Erarbeitung z. B. im Lerntempoduett:</b> Übungsaufgaben zu Konzentrationsberechnungen	Ggf. Rückgriff auf Vorwissen (Stoffmengenkonzentration, Neutralisation, Säure-Base-Indikatoren ...) durch <b>Lernaufgaben</b> verschiedener Bildungsserver (Hinweise siehe unten)  Bestimmung der Stoffmengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils
<b>Acetate als Säureregulatoren in Lebensmitteln: Der funktionelle Säure-Base-Begriff</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• saure und alkalische Salzlösungen</li> <li>• konjugierte Säure-Base-Paare</li> <li>• Protolysereaktion</li> <li>• Neutralisationswärme</li> </ul>	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).	<b>Schüler-Experiment:</b> Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen z. B. mit Bromthymolblau  <b>Ergebnis:</b> Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich.  <b>Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Theorie nach Brønsted</li> <li>• Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren</li> </ul> <b>Fakultativ:</b> <b>Lehrer-Demonstrationsexperiment</b> oder entsprechende <b>Computeranimation</b>	Vorstellung der Acetate oder anderer Salze als Lebensmittelzusätze zur Verringerung des Säuregehaltes          Vorgehensweise z.B. in Anlehnung an <i>Barke</i> zum Umgang mit evtl.

	erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).	(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  <b>Demonstrationsexperiment:</b> Neutralisationen von Essigsäurelösung mit Acetaten (qualitativ) mit Messung der Neutralisationswärme	<b>Fehlvorstellungen zu Säuren und Basen</b> (Hinweise siehe unten)
<b>Anwendung des Säure-Base-Begriffs auf Wasser: Der pH-Wert</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Autoprotolyse des Wassers</li> <li>Ionenprodukt des Wassers</li> <li>pH- und pOH Wert</li> </ul>	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).	<b>Schüler-Experiment:</b> Messung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes von Wasserproben  <b>z. B. im Lehrer-Vortrag:</b> Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenproduktes des Wassers  <b>Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:</b> Übungsaufgaben zum Ionenprodukt	Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen  <b>Übung:</b> Angabe der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners  Zur Herleitung des Ionenproduktes eignet sich ein <b>Arbeitsblatt unterstütztes Lernprogramm</b> (siehe Hinweis unten).
<b>Warum ist 100 %ige Citronensäure genießbar, 37%ige Salzsäure aber nicht? - Die Stärken von Säuren und Basen</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li><math>K_S</math> und <math>pK_S</math> Werte zur Beschreibung der Säurestärke</li> <li><math>K_B</math>- und <math>pK_B</math>-Werte</li> </ul>	berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2).  interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des $K_S$ -Wertes (UF2, UF3).  klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von $K_S$ -, $K_B$ - und $pK_S$ -, $pK_B$ -Werten (UF3).	<b>Schüler-Experiment:</b> pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen und einer starken Säure (z.B. Essigsäure- und Salzsäurelösungen)  <b>Erarbeitung:</b> Ableitung der Säurekonstante $K_S$ aus der Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte	Wiederholung des MWG, z.B. als <b>vorbereitende Hausaufgabe</b>  Rückgriff auf Haushaltschemikalien, z.B. Fliesenreiniger und Essigsorten

<p>zur Beschreibung der Basenstärke</p>	<p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).</p> <p>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von <math>K_S</math>- und <math>K_B</math>-Werten und von <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-Werten (E3).</p> <p>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).</p>	<p><b>Partnerarbeit</b>, ggf. mit Klappaufgaben zur Selbstkontrolle: pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren</p> <p><b>z. B. Lerntempoduett als arbeitsteilige Partnerarbeit</b> (differenziert über Transfer auf starke und schwache Basen): Selbstständige Herleitung der Basenkonstante <math>K_B</math> und Anfertigen von Voraussagen zu pH-Werten von Salzlösungen unter Nutzung entsprechender Tabellen zu <math>K_S</math>- und <math>K_B</math>-Werten.</p> <p><b>Bestätigungsexperiment</b> entsprechend der dargebotenen Schülerlösungsansätze</p> <p><b>z. B. Lerntheke</b> mit binnendifferenzierten Aufgaben zum Üben und Anwenden</p>	
<p><b>Wie ändert sich der pH-Wert bei Titrations?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH-metrische Titrations von starken und schwachen Säuren</li> <li>• Auswertung von Titrationskurven verschiedener Säuren aus Haushalt und Umwelt</li> </ul>	<p>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstirration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1).</p> <p>beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5).</p> <p>beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3).</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b> pH-metrische Titrations von starken und schwachen Säuren (z. B.: Salzsäure- und Essigsäurelösung)</p> <p><b>z. B. Unterrichtsgespräch:</b> Interpretation der Titrationskurven verschiedener Säuren (auch anhand von <b>Simulationen</b>, vgl. Hinweise unten)</p> <p>Ggf. Erweiterung und Vertiefung mit anschließendem <b>Gruppenpuzzle</b></p>	<p>Ausgehend von den unterschiedlichen pH-Werten der gleichkonzentrierten Lösungen starker und schwacher Säuren wird der pH-Verlauf der Titration untersucht.</p> <p>Ggf. <b>computergestütztes Experimentieren</b> oder Vergleich der experimentellen Kurve mit vorgegebenen Modellrechnungen (Hinweise siehe unten)</p> <p>Der Begriff des „<b>Puffers</b>“ kann hier unterstützend zur Erläuterung der</p>

			<p>Titrationen eingeführt werden, ausdrücklich <b>nicht</b> gefordert ist aber die mathematische Herleitung und damit zusammenhängend die Henderson-Hasselbalch-Gleichung.</p>
<p><b>Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico - Die Leitfähigkeits-titration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leitfähigkeitstirationen verschiedener starker und schwacher Säuren und Basen</li> <li>Leitfähigkeits- und pH-metrische Titration im Vergleich</li> </ul>	<p>erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6).</p> <p>beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstiration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Inhaltsstoffen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5).</p> <p>vergleichen unterschiedliche Titrationen (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstiration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4).</p> <p>bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b> Leitfähigkeitsmessungen verschiedener wässriger Lösungen (Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen)</p> <p><b>Gruppenarbeit:</b> Graphische Darstellung und Auswertung der Leitfähigkeitstiration unter Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen (Ionenbeweglichkeit)</p> <p><b>Lernaufgabe:</b> Vergleich zwischen pH-metrischer Titration und Leitfähigkeitstiration</p>	<p>Die Leitfähigkeitstiration als weiteres mögliches Verfahren zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen wird vorgestellt.</p> <p>Einsatz von Materialien zur <b>Diagnose</b> von <b>Schülervorstellungen</b> in Anlehnung an entsprechende Ausführungen von <i>Barke</i> u.a. (Hinweise siehe unten).</p>

<p><b>Wie viel Säure oder Basen enthalten verschiedene Produkte aus Haushalt und Umwelt?</b></p>	<p>recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).</p> <p>beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).</p> <p>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).</p> <p>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).</p> <p>bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4).</p>	<p><b>Experimentelle arbeitsteilige Gruppenarbeit:</b> 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.</p> <p><b>S-Vorträge:</b> Präsentation der Arbeitsergebnisse z.B. als Poster mit <b>Kurzvorträgen oder ggf. Science Slam.</b></p> <p><b>Concept-Map</b> zur vorliegenden Unterrichtsreihe (ggf. binnendifferenziert)</p>	<p>Möglichkeiten der <b>Differenzierung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachtung mehrprotoniger Säuren, z.B. Phosphorsäure in Cola</li> <li>• Konzentrationsbestimmung des Gesamtgehaltes an Säuren, z.B. Milchsäure und Ascorbinsäure in Sauerkraut</li> <li>• Erweiterung auf die Untersuchung anderer Säuren, z.B. Säuren in der Umwelt</li> </ul> <p><b>Fakultativ:</b> Ergänzend zur arbeitsteiligen Experimentalarbeit können verschiedene Werbetexte zu säure- oder basehaltigen Alltagsprodukten untersucht und entsprechende <b>Leserbriefe</b> verfasst werden.</p>
<p><b>Diagnose von Schülerkonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe, Kolloquien während der Experimentalphase, Zwischendiagnose zu Schülerkonzepten, Concept-Map</li> </ul> <p><b>Leistungsbewertung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolloquien, Protokolle, Vorträge, ggf. Science Slam, Klausur</li> </ul>			
<p><b>Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Lernaufgaben</b> zu Säuren und Basen siehe <a href="http://www.bildungsserver.de/elixier/">http://www.bildungsserver.de/elixier/</a></li> <li>- Zur <b>Herleitung des Ionenprodukts</b> und entsprechenden Übungen siehe Materialien bei <a href="http://www.chemgapedia.de">http://www.chemgapedia.de</a></li> <li>- <b>Animation zur Reaktion von Natriumchlorid mit Schwefelsäure</b> siehe <a href="http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/">http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/</a></li> <li>- <b>Petermann, Friedrich, Barke, Oetken:</b> Säure-Base-Reaktionen. Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtseinheit. In: PdNCh 3 (2011) 60, S.10-15.</li> </ul> <p>konkrete Unterrichtsmaterialien zur <b>Diagnose</b> und dem Umgang <b>von Schülervorstellungen</b> in Anlehnung an o.g. Artikel: <a href="http://www.aulis.de/files/downloads/.../ChiS_2011_3_OE_Petermann.doc">http://www.aulis.de/files/downloads/.../ChiS_2011_3_OE_Petermann.doc</a> (Philipps-Universität-Marburg)</p>			

- **Materialien zu verschiedenen Titrationsen** u.a. bei

<http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/>

<http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/>

<http://www.kapfenberg.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 Titrationsen der Friedrich-Schiller-Universität-Jena)

[http://www.chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0053Bestimmung\\_der\\_Gesamtsaeure\\_von\\_Most.pdf](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](http://www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-grund/kap_14.htm) (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)

---

## Q 1 Leistungskurs – 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

## Q 1 Leistungskurs - Unterrichtsvorhaben II

<b>Kontext:</b> Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B1 Kriterien</li> </ul>	
Zeitbedarf: ca. 30 Stunden à 45 Minuten		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Donator-Akzeptor</li> <li>• Basiskonzept Energie</li> <li>• Basiskonzept chemisches Gleichgewicht</li> </ul>	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte:</b> <b>- elektrochemische Energiequellen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer Batterie</li> </ul>	dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	<b>Demonstration:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte</li> <li>• Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen</li> </ul> <b>Skizze des Aufbaus</b> Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile.	Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen <b>Mind-Map</b> , die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird.  Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI
<b>Wie kommt der Elektronenfluss (Strom-</b>	stellen Oxidation und Reduktion als Teilre-	<b>Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):</b> Reaktion von verschiedenen Metallen und	Aufgreifen und Vertiefen des „erweiterten“ Redoxbegriffs

<p><b>fluss) in einer Batterie zustande?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreihe der Metalle</li> <li>• Prinzip galvanischer Zellen (u.a. Daniell-Element)</li> </ul>	<p>aktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</p> <p>entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3).</p> <p>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).</p>	<p>Salzlösungen sowie von Metallen</p> <p>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Ableitung der Redoxreihe.</p> <p><b>Lernaufgabe:</b> z.B. Recycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel?</p> <p><b>Demonstrationsexperiment:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element)</li> <li>• Demonstration der Spannung und des Stromflusses</li> </ul> <p><b>Lernaufgabe</b> zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. Zink-Silber-Zelle</p>	<p>aus der Einführungsphase</p> <p><b>Binnendifferenzierung</b> durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte <b>Lernhilfen</b> für die Auswertung der Experimente</p> <p>Ggf. <b>Animationen</b> zu galvanischen Elementen [2]</p> <p>Ggf. Berücksichtigung von <b>Fehlvorstellungen</b> zur Funktion des Elektrolyten [5]</p>
<p><b>Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle</li> <li>• Standardwasserstoffelektrode</li> </ul>	<p>planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5).</p> <p>entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).</p> <p>berechnen Potentialdifferenzen unter Nut-</p>	<p><b>Hinführendes Experiment: Elektronendruck von Metallen</b> Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die gemeinsam im Wasserbehälter stehen</p> <p>Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe</p> <p><b>Schülerexperimente (Gruppenarbeit): Spannungsreihe der Metalle</b></p> <p><b>Experiment:</b> galvanische Zellen aus „Metallhalbzellen“ und „Nichtmetallhalbzellen“, z.B.: <math>Zn/Zn^{2+}</math> //</p>	<p>Ggf. Thematisierung der <b>elektrochemischen Doppelschicht</b></p>

	zung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3).	<p><math>I^-/I_2</math>/Graphit. Einordnung der Nichtmetalle in die elektrochemische Spannungsreihe</p> <p><b>Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:</b> Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement, z.B.: <math>Pt/H_2/H^+//Cu^{2+}/Cu</math></p> <p><b>Übungsaufgaben</b> Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale</p>	
<p><b>Welchen Einfluss haben die Konzentrationen der Elektrolytlösungen auf die Spannung einer galvanischen Zelle?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzentrationszellen</li> <li>• Nernst Gleichung</li> </ul>	<p>planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4).</p> <p>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5).</p> <p>berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2).</p>	<p><b>Experiment: Silber/ Silberionen-Konzentrationszelle</b></p> <p>Ableitung der Nernstgleichung, z.B. im <b>gelenkten Unterrichtsgespräch</b></p> <p><b>Übungsaufgaben zur Nernst-Gleichung</b> Berechnung von Zellspannungen und Konzentrationen</p>	<p>Ggf. hinführendes <b>Experiment</b> zur Konzentrationsabhängigkeit, z.B.: Zink/gesättigte Zinksulfatlösung</p> <p><b>Fakultativ:</b> Messprinzip einer pH-Wert Bestimmung als Anwendung der Nernst-Gleichung. Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben I möglich</p>
<p><b>Knopfzellen für Hörgeräte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Zink-Luft-Zelle</li> </ul>	<p>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).</p>	<p><b>Demonstration:</b> Knopfzelle für Hörgeräte</p> <p><b>Schülerexperiment: Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle</b> (Hinweise s.u.) Vergrößerung der Oberfläche der Graphit-elektrode durch Aktivkohle</p>	<p>Informationen und Modellexperiment siehe [4]</p>

<p><b>Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Elektrolyse</li> </ul>	<p>beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4).</p> <p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).</p> <p>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</p>	<p><b>Informationstext:</b> Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators</p> <p>Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle</p>	<p>Informationen und Modellexperiment siehe [4]</p>
<p><b>Batterien und Akkumulatoren im Alltag</b></p>	<p>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).</p> <p>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).</p> <p>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und</p>	<p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Präsentation:</b> Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alkaline-Batterie (verpflichtend!)</b></li> <li>• Lithium-Ionen-Akkumulator</li> <li>• Nickel-Metallhydrid-Akkumulator</li> <li>• Zink-Silberoxid-Knopfzelle</li> <li>• Redox-Flow-Akkumulatoren</li> </ul> <p>Erstellung einer <b>Concept Map</b> mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens</p>	<p>Gruppenarbeit ggf. mit Schülerexperimenten, die <b>Präsentation kann</b> z. B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen</p> <p><b>Binnendifferenzierung</b> durch die Auswahl der Themen</p>

	<p>wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p> <p>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1).</p>		
<p><b>Diagnose von Schülerkonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe</li> <li>• Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen</li> <li>• Versuchsprotokolle</li> <li>• Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie</li> </ul> <p><b>Leistungsbewertung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentationen zu mobilen Energiequellen</li> <li>• Lernaufgaben</li> <li>• Klausuren / Facharbeit</li> </ul>			
<p><b>Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf">http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf</a> 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.</li> <li>2. <a href="http://www.chemie-interaktiv.net">http://www.chemie-interaktiv.net</a> Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.</li> <li>3. <a href="http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html">http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html</a> Broschüre: „Die Welt der Batterien“ Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling</li> <li>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 Kohlelektrode - Moderne elektrochemische Speichersysteme im Schulexperiment</li> <li>5. <a href="https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf">https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf</a> A. Marohn, Falschvorstellungen von Schülern in der Elektrochemie - eine empirische Untersuchung, Dissertation , TU Dortmund (1999)</li> </ol>			

- 
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-Württemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
  8. [www.aktuelle-wochenschau.de](http://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

---

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

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

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

Basiskonzept Donator-Akzeptor

Basiskonzept Energie

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

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

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

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

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

<p><b>Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?</b>          Quantitative Elektrolyse          Zersetzungsspannung          Faraday-Gesetze          Wasserstoff als Energieträger</p>	<p>beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF 4).</p> <p>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</p> <p>schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6).</p> <p>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).</p> <p>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5).</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p>	<p><b>Demonstrationsexperiment:</b>          Elektrolyse von angesäuertem Wasser</p> <p>Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve, Grafische Ermittlung der Zersetzungsspannung</p> <p><b>Hypothesenbildung, selbstständige Versuchsplanung, Schülerexperiment</b> zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. <math>n \sim I \cdot t</math></p> <p><b>Lehrerdemonstrationsexperiment:</b>          Quantitative Kupferabscheidung aus einer Kupfer(II)-sulfat-Lösung zur Bestimmung der Faraday-Konstante</p> <p><b>Lehrervortrag</b>          Formulierung der Faraday-Gesetze</p> <p><b>Übungsaufgaben in Einzel- und Partnerarbeit:</b>          Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m<sup>3</sup> Wasserstoff notwendig ist, hier auch Aufgaben zur abgeschiedenen Masse</p>	<p>Reflexion des Experiments:          Redoxreaktion, exotherme Reaktion, Einsatz von elektrischer Energie: <math>W = U \cdot I \cdot t</math>, Zersetzungsspannung</p> <p>Vergleich mit der errechneten Spannung aus den Redoxpotentialen</p> <p>Anlage einer übersichtlichen Wertetabelle, grafische Auswertung, Schüler- oder Lehrereperiment</p> <p>Selbstständiger Umgang mit Größen der Chemie und der Elektrochemie in Einzelarbeit; Korrektur in Partnerarbeit</p>
<p><b>Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft</b></p>	<p>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus</p>	<p><b>Expertendiskussion</b>          Woher sollte der elektrische Strom zum Laden eines Akkumulators und</p>	<p>Sammeln und Bewerten von Argumenten</p>

<p>Energiegewinnung und Energiespeicherung im Vergleich</p>	<p>(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).</p>	<p>zur Gewinnung des Wasserstoffs kommen?  Vergleichende Betrachtung von Benzin, Diesel, Erdgas, Akkumulatoren und Brennstoffzellen zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges - ökologische und ökonomische Aspekte - Energiewirkungsgrad</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit Größengleichungen analysieren und korrigieren</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitwirkung bei der Versuchsplanung, sorgfältige Auswertung quantitativer Experimente, Schülervortrag, Anteil an Gruppenarbeit</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b> Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/">http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/</a>. Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html">http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html</a>. Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in <a href="http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html">http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html</a>. Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mit einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in <a href="http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf">http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf</a>. <a href="http://www.diebrennstoffzelle.de">http://www.diebrennstoffzelle.de</a> Sehr ergiebige Quelle zu vielen Infos über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffz. und ihre Eigenschaften.</p>			

---

## Q1 Leistungskurs – 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

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV

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

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

---

## Q2 Leistungskurs – 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

## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

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

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

<p><b>Systematisierung der kennen gelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.</b></p>	<p>aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).</p>	<p><b>Arbeitsblätter</b> zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen.</p>	
<p><b>Kunststoff werden in Form gebracht: Kunststoffverarbeitung</b> Verfahren, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrudieren</li> <li>• Spritzgießen</li> <li>• Extrusionsblasformen</li> <li>• Fasern spinnen</li> </ul> <p>Geschichte der Kunststoffe</p>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Mögliche Formen der Präsentationen durch die SuS: <b>Referat, Posterpräsentation, Museumsgang oder WIKI.</b></p> <p>Einsatz von <b>Filmen</b> und <b>Animationen</b> zu den Verarbeitungsprozessen.</p>	<p>In diesem und den folgenden Unterrichtseinheiten können <b>S-Präsentationen (Referate, Poster, WIKI)</b> erstellt werden. Mögliche Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren</li> <li>• Historische Kunststoffe</li> </ul>
<p><b>Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau der Polycarbonate</li> <li>• Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit)</li> <li>• Syntheseweg zum Polycarbonat</li> </ul>	<p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p>	<p><b>Recherche:</b> Aufbau der Polycarbonate Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer Vorteile gegenüber PMMA</p> <p><b>Flussdiagramme</b> zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses</p>	<p><b>Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:</b> Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-Bildschirmen, als Fassungen für LEDs) und von PMMA.</p>

<p><b>Maßgeschneiderte Kunststoffe</b></p> <p>z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten</li> <li>• Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz</li> <li>• Superabsorber</li> <li>• Cyclodextrine</li> <li>• Silikone</li> </ul>	<p>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3)</p> <p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p>	<p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plexiglas mit UV-Schutz</li> <li>• Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit</li> <li>• Cyclodextrine als "Geruchskiller"</li> </ul> <p><b>Präsentation der Ergebnisse als WIKI oder als Poster (Museums-gang)</b></p>	<p>Die SuS suchen sich die Themen nach ihrem Interesse aus. Bei den Vorträgen soll auch auf die Synthesewege eingegangen werden und deren Darstellung eingeübt werden.</p> <p>Cokondensation und "Blending" dienen der Modifikation von Kunststoffeigenschaften.</p> <p>Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen. Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farbstoffe.</p>
<p><b>Kunststoffmüll ist wertvoll: Kunststoffverwertung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Umweltverschmutzung durch Plastikmüll</b></li> <li>• <b>Verwertung von Kunststoffen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- energetisch</li> <li>- rohstofflich</li> <li>- stofflich</li> </ul> </li> <li>• <b>Ökobilanz von Kunststoffen</b></li> </ul>	<p>diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>	<p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen)</li> <li>• Herstellung von Stärkefolien</li> <li>• Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor"</li> </ul> <p>Einsatz von <b>Filmen</b> zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.</p> <p><b>Podiumsdiskussion:</b> z.B. zum Thema „Einsatz von kompostierbarem Verpackungsmaterial“</p>	<p><b>Fächerübergreifender Aspekt:</b> Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).</p>

---

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](http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx)

Internetauftritt des Verbands der Kunststoffherzeuger 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 Acrylglasplatte:

[http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte\\_seite\\_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf](http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf)

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

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

Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:

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

---

## 2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK

### Q 2 Leistungskurs – 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 Minuten

• Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

<b>Kontext:</b> Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen	
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>Reaktionsabläufe</li> </ul>	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF2 – Auswahl</li> <li>E3 – Hypothesen</li> <li>E6 – Modelle</li> <li>E7 – Arbeits- und Denkweisen</li> <li>B4 – Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul>
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Std. a 45 Minuten	<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
<b>Was ist das Besondere an Benzol?</b> 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).	<b>Recherche:</b> Krebsgefahr durch Benzin: Benzol als Antiklopfmittel im Benzin [1]  <b>Film:</b> Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring [2]  <b>Mindmap:</b> Benzol als Grundchemikalie für Synthesen von z. B. Farbstoffen, Kunststoffen, Arzneimitteln	Anknüpfung an das Thema Treibstoffe

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

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

---

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:**

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

---

## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

**Kontext:** *Farbstoffe im Alltag*

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

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Farbstoffe und Farbigkeit

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

## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

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

<p><b>Organische Farbstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbe und Struktur</li> <li>- Konjugierte Doppelbindungen</li> <li>- Donator-/ Akzeptorgruppen</li> <li>- Mesomerie</li> <li>- Azofarbstoffe</li> <li>- Triphenylmethanfarbstoffe</li> </ul>	<p>erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mit Hilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen (UF1, E6).</p> <p>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)</p> <p>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6).</p>	<p><b>Arbeitsblatt:</b> Kriterien für Farbigkeit</p> <p>Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen</p> <p><b>Lernaufgabe:</b> Azofarbstoffe</p> <p><b>Demonstrationsexperiment:</b> Farbwechsel von Phenolphthalein</p> <p>Erarbeitung der Strukturen</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Synthese von Fluorescein</p>	<p>Wiederholung: elektrophile Substitution</p>
<p><b>Verwendung von Farbstoffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bedeutsame Textilfarbstoffe</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff</li> </ul>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p> <p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p>	<p><b>Recherche:</b> Farbige Kleidung im Wandel der Zeit</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff</p> <p><b>Diskussion und Vergleich</b></p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung)</p> <p><b>Moderne Kleidung:</b> Erwartungen</p> <p><b>Recherche:</b> Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme</p>	<p>Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich</p> <p>ggf. weitere Färbemethoden</p> <p>Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen</p> <p>z.B. Azofarbstoffe und reduktive Azospaltung</p>

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

---

## 2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK

### Q 2 Leistungskurs – 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

Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV

<b>Kontext:</b> Nitratbestimmung im Trinkwasser	
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe	
<b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption  <b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Stunden a 45 Minuten	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <b>Basiskonzept (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Energie

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<b>Nitrat im Trinkwasser – ein Problem?</b>		Zeitungsartikel zum Thema „Nitrat im Trinkwasser“ oder „Mineralwasser zur Zubereitung von Babynahrung“  <b>Recherche:</b> Gefahren durch Nitrat	Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft  Erstellung eines Handouts
<b>Bestimmung des Nitratgehaltes</b>  Transmission, Absorption, Extinktion  Lambert-Beer-Gesetz	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigekeit fachsprachlich angemessen (K3).	<b>Schülerexperiment:</b> Bestimmung des Nitrats im Trinkwasser mit Teststäbchen  <b>Information:</b> Identifizieren der Nachweisreaktion als Azokupplung	Methodenreflexion  Nachvollzug der Reaktions-schritte, 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).	<b>Arbeitsblatt:</b> Konzentrationsabhängigkeit der Extinktion (Lambert-Beer-Gesetz)  <b>Projekt / Schülerexperiment</b> (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
<b>Wie ist der Nitratgehalt von Wasserproben einzuordnen?</b>	gewichteten Analyseergebnisse (u. a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2).	<b>Diskussion:</b> Vorgehensweise, Messergebnisse und Methoden  <b>Recherche:</b> Messwerte Wasserwerk, Grenzwerte, Bedeutung des Nitrats, Problematik bei der Düngung  <b>Bewertung:</b> Landwirtschaft und Nitratbelastung in den Wasserproben	Möglichkeit zur Wiederholung der analytischen Verfahren und zum Vergleich
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag zum Aufbau eines Fotometers und des Lambert-Beer-Gesetzes</li> <li>• Wiederholung „Herstellen eines Azofarbstoffes“: Nachweisreaktion auf Nitrationen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentell ermittelte Werte: Kalibriergerade, Nitratgehalt im Wasser</li> <li>• Recherche-Ergebnisse: Handout zu den Gefahren durch Nitrat, Problematik durch die Düngung</li> <li>• Nitratbelastung: multiperspektivische Darstellung des Problems samt Bestimmung eines eigenen Standpunkts</li> </ul>			

---

**Weiterführendes Material:**

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

---

## 2.2

### **Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit**

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

#### Fächerübergreifende Grundsätze:

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

#### Fachliche Grundsätze:

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

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

---

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

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

### Überprüfungsformen

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

### Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

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

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

- 
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
  - Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
  - sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen, Kleingruppenarbeiten und Diskussionen
  - Einbringen kreativer Ideen
  - fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

### **Beurteilungsbereich: Klausuren**

Verbindliche Absprache:

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

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

Einführungsphase:

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

Qualifikationsphase 1:

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

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren (je 180 Minuten im GK und je 225 Minuten im LK)

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur ( 210 Minuten im GK und j270 Minuten im LK)

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Die Abiturvorklausur wird nur in den Leistungskursen und im 3. Abiturfach (GK) geschrieben. Ansonsten entfallen die Klausuren im 2. Hj. der Q2. Zu den genannten Klausurzeiten kommen ggf. 30 min Auswahlzeit hinzu.

---

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

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

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

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

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

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

---

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II ist an der **Gesamtschule am Forstgarten** derzeit das Schulbuch „Elemente chemie“ aus dem Klett Verlag eingeführt. Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist ggf. nach Vorliegen entsprechender Verlagsprodukte zu beraten und zu entscheiden.

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

- a) eine Link-Liste „guter“ Adressen, die auf der ersten Fachkonferenz im Schuljahr von der Fachkonferenz aktualisiert und zur Verfügung gestellt wird,
- b) ein Unterrichtsprotokoll, das für jede Stunde von jeweils einer Mitschülerin bzw. einem Mitschüler angefertigt und dem Kurs zur Verfügung gestellt wird.

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

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

---

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

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

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

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

#### **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. Die AG Facharbeit hat schulinterne Kriterien für die Erstellung einer Facharbeit angefertigt, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den Fachbereichen berücksichtigen. Im Verlauf des Projekttages werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Kriterien vermittelt.

#### **Exkursionen**

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

EF : Besuch eines Science Centers oder des Nanotracks

Q 1: Besuch eines Schülerlabors

Besuch eines Industrieunternehmens

Q 2 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 durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Chemie bei.

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

Kriterien		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitrahmen)
<b>Funktionen</b>					
	Fachvorsitz				
	Stellvertreter				
	Sonstige Funktionen <small>(im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)</small>				
<b>Ressourcen</b>					
personell	Fachlehrer/in				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				

räumlich	Fachraum				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarb.				
	...				
materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	...				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
	...				
<b>Unterrichtsvorhaben</b>					
<b>Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente</b>					
<b>Leistungsbewertung/Grundsätze</b>					