

**Muster eines  
schulinterner Lehrplans  
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

**Alexander-von-Humboldt Gymnasium  
53332 Bornheim, NRW**

**Chemie  
Einführungsphase und  
Qualifikationsphase Q1/Q2**

**Stand: 01.08.2017**

## Inhalt

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Die Fachgruppe Chemie am AvH</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Entscheidungen zum Unterricht</b>                                  | <b>4</b>  |
| 2.1      | Unterrichtsvorhaben   | 4         |
| 2.1.1    | Übersichtsraster aller Unterrichtsvorhaben (UV) von der EF bis zur Q2 | 5         |
| 2.1.2    | Konkretisierung Einführungsphase                                      | 8         |
|          | EF (GK) Unterrichtsvorhaben I - Kurzübersicht                         | 8         |
|          | EF (GK) Unterrichtsvorhaben I - Details                               | 9         |
|          | EF (GK) Unterrichtsvorhaben II - Kurzübersicht                        | 13        |
|          | EF (GK) Unterrichtsvorhaben II - Details                              | 14        |
|          | EF (GK) Unterrichtsvorhaben III - Kurzübersicht                       | 17        |
|          | EF (GK) Unterrichtsvorhaben III - Details                             | 18        |
| 2.1.3    | Konkretisierung Qualifikationsphase                                   | 19        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben I - Kurzübersicht           | 19        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben I - Details                 | 20        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben II - Kurzübersicht          | 23        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) - Unterrichtsvorhaben II - Details              | 24        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben III - Kurzübersicht         | 27        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) - Unterrichtsvorhaben III - Details             | 28        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben IV - Kurzübersicht          | 30        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) - Unterrichtsvorhaben IV - Details              | 31        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben V - Kurzübersicht           | 32        |
|          | Q1 GK/LK (zusätzlich) - Unterrichtsvorhaben V - Details               | 33        |
|          | Q2 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben I - Kurzübersicht           | 36        |
|          | Q2 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben I - Details                 | 37        |
|          | Q2 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben II - Kurzübersicht          | 39        |
|          | Q2 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben II - Kurzübersicht          | 40        |
| 2.2      | Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit           | 41        |
| 2.3      | Grundsätze der Leistungsbewertung und -rückmeldung                    | 42        |
| 2.4      | Lehr- und Lernmittel  | 44        |
| <b>3</b> | <b>Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>   | <b>44</b> |
| <b>4</b> | <b>Qualitätssicherung und Evaluation</b>                              | <b>45</b> |

# 1 Die Fachgruppe Chemie am AvH

In der Oberstufe des Alexander-von-Humboldt Gymnasiums (AvH) befinden sich pro Stufe durchschnittlich ca. 110 Schülerinnen und Schüler. Das Fach Chemie ist in der Regel in der Einführungsphase mit 3 Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit 2 Grundkursen und mit 1 Leistungskurs – mitunter in Kooperation mit dem Tannenbusch-Gymnasium Bonn - vertreten.

In der Schule sind die Unterrichtseinheiten als Doppelstunden oder als Einzelstunden à 45 Minuten organisiert, in der Oberstufe umfasst der Grundkurs eine Doppel- und eine Einzelstunde, der Leistungskurs in der Regel zwei Doppelstunden und eine Einzelstunde wöchentlich.

Dem Fach Chemie stehen 2 Fachräume zur Verfügung, die für experimentelle Schülerübungen ausgerüstet sind. Die Ausstattung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und Schülerexperimente ist hervorragend und auf dem aktuellen Stand der Technik. So verfügt die Sammlung beispielsweise neben der Standardausstattung über zahlreiche Schülerexperimentiersets aus der Halbmikrotechnik und diverse Messwert-Erfassungssysteme mit entsprechender Hard- und Software.

Die besondere experimentelle Ausstattung der Chemieräume gestattet den Oberstufenschülerinnen und -schülern ein weitgehend selbständiges Forschen und ermöglicht auch die Teilnahme an Wettbewerben wie z. B. der „Chemieolympiade“.

Für die Oberstufe besonders hervorzuheben ist das Modul „Wir experimentieren gemeinsam“. Bereits seit 2008 bereiten Lehrende und Lernende der Sekundarstufe II im Rahmen dieses Projektes jedes Halbjahr kreative Experimente zum Selbstentdecken für Grundschüler vor und führen diese dann gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern der örtlichen Grundschulen durch. Die Grundschülerinnen und -schüler bauen Berührungspunkte ab und können als kleine Forscher agieren. Unsere Oberstufenschülerinnen und -schüler fördern den Entdeckergeist junger Kinder in einem Maße, wie es der Fachunterricht alleine nicht leisten könnte und dürfen sich selbst dabei als Lehrende erfahren, ihre Kompetenzen erproben und ausbauen.

Die zahlreichen Aktivitäten und besonderen Konzepte im experimentellen Bereich haben in den vergangenen Jahren mehrfach zur Höchstförderung des AvH durch den Fonds im VCI geführt. Diese Mittel wurden allesamt wiederum genutzt, die Ausstattung weiter auszubauen.

Im Kontext der Kooperation mit den anderen Naturwissenschaften hat sich eine fest eingerichtete Naturwissenschaftskonferenz etabliert, die sich mit der Entwicklung, Erprobung und Evaluation fächerübergreifender und -verbindender Konzepte im Bereich der Naturwissenschaften beschäftigt und verbindliche Absprachen trifft. Zur Zeit wird an gemeinsamen Diagnoseformaten gearbeitet. Auch wurde das oben beschriebene Modul „Wir experimentieren gemeinsam“ zusammen entwickelt und im SJ 2016/17 erstmalig von allen MINT-Fachschaften für die örtlichen Grundschulen angeboten.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

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

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

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen.

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden die ausformulierten Kompetenzerwartungen den entsprechenden Unterrichtsvorhaben erst in der konkretisierten Ebene (2.1.2.) zugewiesen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Daneben soll Raum für Vertiefungen, Exkurse, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse sein.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2 – 2.1.4) empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese zur standardbezogenen Orientierung, 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 aller Unterrichtsvorhaben (UV) von der EF bis zur Q2

| <b>Einführungsphase</b>   |   |
|---|---|
| <b>UV I</b>   | <b>Kontext „Vom Alkohol zum Aro-“</b>   |
| <b>Zeitbedarf:</b> ca. 40 Std.  |   |
| <b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen<br><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b><br>UF1, 2, 3 / E1, 2, 4, 5 / K3 / B1, 2  | <b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b><br>▶ Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen<br>▶ Gleichgewichtsreaktionen (Einstieg)  |
| <b>UV</b>   | <b>Kontext „Der Kohlenstoffkreislauf im Kleinen und im Großen“</b>  |
| <b>Zeitbedarf:</b> ca. 40 Std.  |   |
| <b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen<br>▶ <i>Vom Mineralwasser zum Kohlenstoffdioxid in den Ozeanen – Gleichgewichtsreaktionen und das Klima</i><br>▶ <i>Kalk in Natur, Technik und Haushalt</i><br><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b><br>UF1, 3, 4 / E1, 3, 4, 5 / K1, 2, 3, 4 / B3, 4 | <b>inhaltliche Schwerpunkte:</b><br>▶ Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen<br>▶ Gleichgewichtsreaktionen (Einstieg, Vertiefung und Anwendung)<br>▶ Stoffkreislauf in der Natur |
| <b>UV</b>   | <b>Kontext „Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlen-“</b>   |
| <b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Std.   |   |
| <b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen<br><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b><br>UF4 / E6, 7 / K3 / B4   | <b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b><br>▶ Nanochemie des Kohlenstoffs   |
| <b>Summe Einführungsphase: 88 Stunden (à 45min)</b>   |   |

| Qualifikationsphase (Q1)   | GRUNDKURS   | LEISTUNGSKURS  |
|--|---|--|
| <b>UV</b> Kontext „Säuren und Basen in Alltagsprodukten“   |   | Zeitbedarf: GK ca. 28 Std. - LK ca. 36 Std.                    |
| Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren<br>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:<br>UF1, 2 / E3, 6 / K1 / B1            | Inhaltliche Schwerpunkte:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>▶ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul> |  |
| <b>UV</b> Kontext „Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon“  |   | Zeitbedarf: GK ca. 22 Std. - LK ca. 28 Std.                    |
| Inhaltsfeld: Elektrochemie<br>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:<br>UF1, 2, 3 / E3, 4, 5, 6 / K1, 3                               | Inhaltlicher Schwerpunkt:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mobile Energiequellen (Batterien und Akkumulatoren)</li> </ul>  |  |
| <b>UV</b> Kontext „Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle. E- Autos u. m.“  |   | Zeitbedarf: GK ca. 10 Std. - LK ca. 16 Std.                    |
| Inhaltsfeld: Elektrochemie<br>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:<br>UF2, 4 / E1, 5, 6 / B1, 3, 4                                  | Inhaltliche Schwerpunkte:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mobile Energiequellen (Brennstoffzellen)</li> <li>▶ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> </ul>                 |  |
| <b>UV</b> Kontext „Korrosion vernichtet Werte“   |   | Zeitbedarf: GK ca. 12 Std. - LK ca. 16 Std.                    |
| Inhaltsfeld: Elektrochemie<br>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:<br>UF1, 3 / K2, 3 / B2, 3  | Inhaltlicher Schwerpunkt:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Korrosion</li> </ul>  |  |
| <b>UV</b> Kontext „Erdöl zum Verbrennen?“ Kontext „Vom Erdöl zum Kunststoff“<br>Kontext „Maßgeschneiderte Produkte“                              |   | Zeitbedarf: GK ca. 14 + 12 Std. <sup>1</sup><br>LK ca. 30 Std. |
| Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:<br>UF1, 3, 4 / E2, 7 / K4 / B4 | Inhaltliche Schwerpunkte:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Organische Verbindungen, Reaktionswege und Reaktionsabläufe</li> <li>▶ Organische Werkstoffe</li> </ul>               |  |
| <b>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 86* (s. Fußnote) Stunden - LEISTUNGSKURS: 126 Stunden (à 45min)</b>                               |   |  |

<sup>1</sup> Die Aufteilung des Kontextes im GK begründet sich in der Tatsache, dass das UV bei Bedarf auf Q1/Q2 verteilt wird. Dies erklärt auch die Summe der Stunden.

| Qualifikationsphase (Q2)   | GRUNDKURS | LEISTUNGSKURS  |
|--|-----------|--|
| <b>UV</b> Kontext „Farbstoffe im Alltag“<br>Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b><br>UF1, 3 / E6, 7 / K3 / B4 |           | <b>Zeitbedarf:</b> GK ca. 32 Std. - LK ca. 54 Std.<br><br><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b><br>▶▶ Farbstoffe und Farbigkeit                             |
| <b>UV</b> Kontext „Bunte Kleidung“<br>Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b><br>K4/ B4                                      |           | <b>Zeitbedarf:</b> GK ca. 22 Std. - LK ca. 30 Std.<br><br><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b><br>▶▶ Farbstoffe und Farbigkeit<br>▶▶ Organische Werkstoffe |
| <b>Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 66* Stunden (s. auch Fußnote Q1) LEISTUNGSKURS: 84 Stunden (à 45min)</b>  |           |  |

## 2.1.2 Konkretisierung Einführungsphase

### EF (GK) Unterrichtsvorhaben I - Kurzübersicht

**Kontext:** Vom Alkohol zum Aromastoff

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen
- Gleichgewichtsreaktionen (Einstieg)

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

|  |  |
|--|--|
| <b>Donator-Akzeptor:</b><br>▶▶ Oxidationsreihe der Alkohole  | <b>Chemisches Gleichgewicht:</b><br>▶▶ Reaktionsgeschwindigkeit                |
| <b>Struktur-Eigenschaft:</b><br>▶▶ Stoffklassen und ihre funktionellen Gruppen: Alkane, Alkene, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester<br>▶▶ Homologe Reihen und Isomerie<br>▶▶ Bindungen und zwischenmolekulare Wechselwirkungen | <b>Energie:</b><br>▶▶ Aktivierungsenergie und Reaktionsdiagramm<br>▶▶ Katalyse |

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

#### im Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen

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

#### im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

- in vorgegebenen Situationen chemische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu Fragestellungen angeben (E1)
- 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)
- Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und quantitative Zusammenhänge ableiten und diese in Form einfacher funktionaler Beziehungen beschreiben (E5)

#### im Kompetenzbereich Kommunikation

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

#### im Kompetenzbereich Bewertung

- bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben und begründet gewichten (B1)
- für Bewertungen in chemischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen (B2)

**Zeitbedarf:** ca. 40 Std. à 45 Minuten



## EF (GK) Unterrichtsvorhaben I - Details

| Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff  |   | Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen  |  |
|--|---|--|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Did. – meth. Anmerkungen   |
| <b>Von Gärprozess zur Destillation</b><br>Gewinnung bzw. Herstellung, Untersuchung und Benennung von Alkoholen | <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole (UF2)</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-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>benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3)</p> <p>erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3)</p> <p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4)</p> <p>erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5)</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>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>nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2)</p> | <p>Gärversuche – auch mit ChemZ möglich</p> <p>Siedetemperaturen div. Alkohole und Destillation mit Cassy verfolgen</p> <p>Gaschromatographie mit Cassy zur Identifizierung der Produkte der Gärung im Destillat.</p> <p>Simulationen zur Gaschromatographie mit E-Learning Chemie (DVD s. Chemiesammlung bzw. Server)</p> <p>Selbstlertutorial und Gruppenpuzzle zur Nomenklatur homologer Reihen und funktioneller Gruppen (Übersicht)</p> | <p>Ethanol und seine gesellschaftliche Bedeutung bilden Ausgangspunkt und roten Faden der Sequenz. Anknüpfung an SI: Homologe Reihen Nomenklatur, Redox-Begriff als Elektronenübertragung, Oxidationszahlen, Struktur-Eigenschaftsbeziehung z. B. Polarität, Mischbarkeit, Siedetemperaturen. Homologe Reihe z. B. über Ethanol / Methanol Entstehung und Vergiftungen einführen</p> |
| <b>Aromastoffe entstehen</b><br>Oxidation von Alkoholen zu Alkanalen   | <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der [...] Aldehyde, Ketone, ...] (UF2)</p> <p>benennen ausgewählte organische Verbindungen [...] (UF3)</p>   | <p>Nachweisreaktionen im SV (Fehling, Tollens etc.)</p>  | <p>Abbau in Labor und Körper: Vergleich mit Abbau von Ethanol</p>  |

| Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff   |  | Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen   |   |
|---|--|---|---|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.  | Did. – meth. Anmerkungen  |
|   | <p>erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2)</p> <p>beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6)</p> <p>entnehmen [einem Gaschromatogramm] Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5)</p>   | Auswertung von Gaschromatogrammen (Aromastoffe im Parfum)   | im Körper ist hier sinnvoll   |
| <p><b>Essig, der saure Bruder des Ethanols</b><br/>Oxidationsvorgänge führen zu Alkansäuren</p>   | <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der [...] Carbonsäuren [...] (UF2)</p> <p>benennen ausgewählte organische Verbindungen [...] (UF3)</p> <p>erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3)</p> <p>erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2)</p> <p>stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3)</p> <p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4)</p> | Untersuchung eines Badreinigers – Wiederholung von Nachweisreaktionen für Gase, Vertiefung der Experimentierkenntnisse mit ChemZ möglich (-> für Kinetik Versuche, z. B. Magnesium mit Salzsäure)   | Abbau in Labor und Körper: Anknüpfung an Abbau von Ethanol im Körper, Produkte der Oxidation primärer, sekundärer und tert. Alkohole  |
| <p><b>Fruchtig – aber nicht echt: Estersynthese</b><br/>Was ist eigentlich die Reaktionsgeschwindigkeit und von welchen Faktoren hängt sie ab?<br/>Die Veresterung als Gleichgewichtsreaktion</p> | <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der [...] Ester (UF2)</p> <p>benennen ausgewählte organische Verbindungen [...] (UF3)</p> <p>erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3)</p> <p>ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1)</p> <p>planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren Beobachtungen und Ergebnisse (E2, E4)</p> <p>formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3)</p>                             | Entstehung von Balsamico und Laborversuch zu Darstellung von Ethansäureethylester (SV) können als Aufhänger für den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit, deren Untersuchung (Versuche zu Katalysatoren, Kinetik Versuche mit ChemZ) und das chemische Gleichgewicht dienen. Hier werden auch Experimente unabhängig von der Veresterung durchgeführt (z. | Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht können eingeführt werden. Bei der Einführung des chemischen Gleichgewichts ist der Wechsel auf die Teilchenebene und die Darstellung als dynamisches Gleichgewicht unerlässlich |

| Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff  |   | Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen  |  |
|--|---|--|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Did. – meth. Anmerkungen                                       |
|  | <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 für Gase) (E6)</p> <p>interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3)</p> <p>beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6)</p> <p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts) (K1)</p> <p>stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1)</p> <p>erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient <math>\Delta c/\Delta t</math> (UF1)</p> <p>erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1)</p> <p>formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3)</p> <p>interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4),</p> <p>beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</p> | <p>B. Reaktion von Kalk oder Magnesium mit Säure)<br/>Der Stechheber-Versuch und/oder Modelldarstellungen wie die „Holzapfelschlacht“ unterstützen den Wechsel ins Diskontinuum.</p> | <p>Alternativ erfolgt dies mit dem 2. Unterrichtsvorhaben.</p> |
| <p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> Lerndiagnose zu homologen Reihen, Schülerdiagnosebogen „polar - unpolar“</p>  |   |  |  |
| <p><u>Leistungsbewertung:</u> Klausur</p>  |   |  |  |
| <p><u>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶▶ Folgen des Alkoholkonsums – wie entsteht ein Rausch? <a href="http://www.quarks.de/dyn/15126.phtml">http://www.quarks.de/dyn/15126.phtml</a>, <a href="http://www.kenn-dein-limit.de/">http://www.kenn-dein-limit.de/</a> oder <a href="http://www.kenn-dein-limit.info">http://www.kenn-dein-limit.info</a>,</li> <li>▶▶ Experimentieranleitungen und Hintergründe (Mischbarkeit, Nachweisreaktionen etc.): s. auch noch <a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/03_06.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/03_06.htm</a> und ALP Publikation 475 (Lose-Blatt-Sammlung, Standort Chemie Vorbereitung), Chemie? - Aber sicher! Experimente kennen und können,</li> <li>▶▶ Arbeitsblätter und Versuchsbeschreibungen etc. unter <a href="http://www.lncu.de">www.lncu.de</a></li> </ul> |   |  |  |



## EF (GK) Unterrichtsvorhaben II - Kurzübersicht

**Kontext:** *Der Kohlenstoffkreislauf im Kleinen und Großen*

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <i>Donator-Akzeptor:</i>     | <i>Chemisches Gleichgewicht:</i><br>▶ Reaktionsgeschwindigkeit<br>▶ Beeinflussung von Gleichgewichtsreaktionen<br>▶ Massenwirkungsgesetz<br>▶ Stoffkreislauf |
| <i>Struktur-Eigenschaft:</i> | <i>Energie:</i><br>▶ Aktivierungsenergie und Reaktionsdiagramm<br>▶ Katalyse   |

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

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

*im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung*

- in vorgegebenen Situationen chemische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu Fragestellungen angeben (E1)
- zur Klärung chemischer Fragestellungen begründete Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben (E3)
- unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften einfache Experimente zielgerichtet planen und durchführen und dabei mögliche Fehler betrachten (E4)
- Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und quantitative Zusammenhänge ableiten und diese in Form einfacher funktionaler Beziehungen beschreiben (E5)

*im Kompetenzbereich Kommunikation*

- Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge (K1)
- in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig chemische und anwendungsbezogene Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten (K2)
- chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3)
- chemische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren (K4)

*im 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)

**Zeitbedarf:** ca. 40 Std. à 45 Minuten

## EF (GK) Unterrichtsvorhaben II - Details

| Kontext: Der Kohlenstoffkreislauf im Großen und Kleinen  |   | Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen  |   |
|--|---|--|---|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Did. – meth. Anmerkungen  |
| <p><b>Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser</b></p> <p>qualitativ<br/>Bildung einer sauren Lösung</p> <p>quantitativ<br/>Unvollständigkeit der Reaktion</p> <p>Umkehrbarkeit</p>        | <p>analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachgehalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4)</p> <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>erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1)</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><b>Vorab möglich (fakultativ)</b><br/>Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser – Active O<sub>2</sub>; Experimentelle Lernaufgabe zur Untersuchung eines Modegetränktes samt Werbung, s. <a href="http://www.lncu.de">www.lncu.de</a></p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser (quantitativ) unter Veränderung der Parameter Druck, Temperatur, Konzentration mit ChemZ zur Umkehrbarkeit / Reversibilität der Reaktion, Vertiefung Le Chatelier mit Hilfe weiterer Experimente oder Gruppenpuzzle</p> | <p>Hier kann man sinnvoll Werbeaussagen bzgl. Powerstoff mit Sauerstoff untersuchen, um Arbeitstechniken einzuführen und Blick auf die Verschiebung von Gleichgewichten zu richten</p> <p>Zusammenhang von pH-Wert und Oxonium-Ionenkonzentration</p> <p>Diverse Mineralwasser (still, Medium, stark sprudelnd) als Aufhänger – wird sowohl beim Kalkkreislauf als auch bei der Versauerung der Ozeane wieder relevant.</p> |
| <p><b>Der globale Kohlenstoffkreislauf</b><br/>Verbindungen des Kohlenstoffs<br/>Treibhauseffekt<br/>Anthropogene Emissionen<br/>Reaktionsgleichungen<br/>Umgang mit Größengleichungen</p> | <p>veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3)</p> <p>recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4)</p>   | <p>Advance Organizer (Was erwartet die SuS)</p> <p>IPCC Bericht (Stand 2016) kann eingesetzt werden.</p> <p>Schaubilder und Simulationen nutzen<br/>Akt. Klimakonferenzen und Zeitungsartikel dazu</p>   | <p>Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern</p> <p>Implizite Wiederholung: Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M</p>  |

| Kontext: Der Kohlenstoffkreislauf im Großen und Kleinen   |  | Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen  |   |
|---|--|--|---|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Did. – meth. Anmerkungen  |
| <p><b>Kalkkreislauf als Teil des globalen Kohlenstoffkreislaufs</b></p> <p>fakultativ: Natron und Soda</p> <p>Kalklösen und Kalkbildung in Gesteinen, bei der Entstehung von Mineralwässern und/oder Tropfsteinhöhlen</p> | <p>veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3)</p> <p>recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4)</p> <p>erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1)</p> <p>interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4),</p> <p>interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5)</p>  | <p>Fokussierung zunächst auf Carbonate/Hydrogencarbonate mit Hilfe Experimenten (z. B. Untersuchung der Eigenschaften von Natron und Soda, Lernaufgabe zu Kalklösen und Kalkbildung).</p> <p>Diverse Lernaufgaben (s. <a href="http://www.lncu.de">www.lncu.de</a>)</p>  | <p>Anwendung erworbener Kenntnisse bzgl. Gleichgewichten, Le Chatelier am Beispiel der Dolinenbildung (Auflösen von Kalkgestein), dem Umgang mit Kalkablagerung im Haushalt</p> <p><b>Fakultativ</b> (auch zur individuellen Förderung) sind hier</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tropfsteinhöhlen</li> <li>- Solvay Verfahren und <math>K_L</math></li> </ul> <p><b>Mögliche Ergänzungen:</b></p> <p>Technischer Kalkkreislauf, Wasserhärte</p> |
| <p><b>Ozean und Gleichgewichte</b></p> <p>Aufnahme <math>CO_2</math></p> <p>Einfluss der Bedingungen der Ozeane auf die Löslichkeit von <math>CO_2</math></p> <p>Prinzip von Le Chatelier Kreisläufe</p>                  | <p>formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3)</p> <p>erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3)</p> <p>formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1)</p> <p>veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3)</p> <p>beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1)</p> | <p>Untersuchung, Erklärung und Bewertung von Berichten aus der Wissenschaft (z. B. IPCC) u. a. bzgl.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meere als <math>CO_2</math> Senke</li> <li>- Auswirkungen: „Den Korallen stößt er Klimawandel sauer auf“, Lösen von Kalkgehäusen</li> <li>- <math>CO_2</math>-Speicherung/ Abscheidung in der Tiefe</li> </ul> | <p>Anwendung des Gelernten auf <math>CO_2</math>- Aufnahme in den Meeren und Prinzip von Le Chatelier am Beispiel von Carbonat/Hydrogencarbonat</p>   |
| <p><b>Klimawandel weitergefasst</b></p> <p>Informationen in den Medien</p>  | <p>recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4)</p>  | <p>Recherche zu aktuellen Entwicklungen, Antworten auf die Argumente der Skeptiker, Medienberichte zu den alljährlichen COP/Klimagipfeln, s.</p>   | <p>Zusammenfassung des bisher Gelernten, Zusammenhang von wissenschaftlichen Er-</p>  |

| Kontext: Der Kohlenstoffkreislauf im Großen und Kleinen  |  | Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen   |  |
|--|--|---|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.  | Did. – meth. Anmerkungen   |
| Möglichkeiten zur Lösung des CO <sub>2</sub> -Problems   | unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1)<br>beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7)<br>beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3)<br>zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4). | auch Übersicht <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/UN-Klimakonferenz">http://de.wikipedia.org/wiki/UN-Klimakonferenz</a><br><br>Ggf. Podiumsdiskussion<br>- Prognosen<br>- Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen<br>- Verwendung von CO <sub>2</sub> | Kenntnissen und gesellschaftlichen politischen Entscheidungen verdeutlichen. |
| <u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> Lerndiagnose zu Le Chatelier<br><u>Leistungsbewertung:</u> Klausur, Lernaufgaben (teils experimentell, Gruppenarbeiten mit Einzelanteilen)   |  |   |  |
| <b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b><br>▶▶ Experimente mit Sprizentechnik unter <a href="http://www.lncu.de">www.lncu.de</a> und <a href="http://www.lehrer-online.de/le-chatelier.php">http://www.lehrer-online.de/le-chatelier.php</a><br>▶▶ Ausführliche Hintergrundinformationen und experimentelle Vorschläge zur Aufnahme von CO <sub>2</sub> in den Ozeanen findet man z.B. unter: <a href="http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien_Sek2_2.html">http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien_Sek2_2.html</a><br>▶▶ Die Max-Planck-Gesellschaft stellt in einigen Heften aktuelle Forschung zum Thema Kohlenstoffdioxid und Klima vor, z. B. <a href="http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Kohlenstoffkreislauf.html">http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Kohlenstoffkreislauf.html</a><br>▶▶ Übersicht über Argumente s.: <a href="http://www.br.de/themen/wissen/klimawandel-skeptiker100.html">http://www.br.de/themen/wissen/klimawandel-skeptiker100.html</a> |  |   |  |



**EF (GK) Unterrichtsvorhaben III - Kurzübersicht****Kontext:** Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Nanochemie des Kohlenstoffs

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <i>Donator-Akzeptor:</i>   | <i>Chemisches Gleichgewicht:</i> |
| <i>Struktur-Eigenschaft:</i><br>▶▶ Modifikationen des Kohlenstoffs | <i>Energie:</i>                  |

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

*im Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*

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

*im 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).

*im Kompetenzbereich Kommunikation:*

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

*im Kompetenzbereich Bewertung*

- Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen (B4)

**Zeitbedarf:** ca. 8 Std. à 45 Minuten

## EF (GK) Unterrichtsvorhaben III - Details

| Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs  |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen   |  |   |   |
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.  | Didaktisch-methodische Anmerkungen  |
| <b>Graphit, Diamant und mehr</b><br>Modifikation<br><br>Elektronenpaarbindung<br><br>Strukturformeln  | nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).<br><br>stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).<br><br>erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7).<br><br>beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4). | Gruppenarbeit „Graphit, Diamant und Fullerene“  | Der Einstieg dient zur Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre.<br><br>Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen Bindungsmodelle deutlich. (ohne Hybridisierung)   |
| <b>Nanomaterialien</b><br>Nanotechnologie<br><br>Neue Materialien<br><br>Anwendungen und Risiken  | recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).<br><br>stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).<br><br>bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).  | Basis ggf. auch Nanobox des VCI (neu angeschafft 2015)<br><br>1. Recherche neue Materialien aus Kohlenstoff/ Problemen der Nanotechnologie<br><br>2. Präsentation (Poster, Museumsgang oder Wissenschaftskonferenz) | Fakultativ im Nachgang noch möglich:<br>Methode der Wissenschaftskonferenz am Beispiel Haber und Immerwahr (Webquest) – Zusammenfassung des Gelernten bzgl. Le Chatelier und Übertragung auf des Stickstoffkreislauf (Redoxreaktionen, Beeinflussung von Gleichgewichten in der Technik, Bewertung auch aus gesellschaftlicher Sicht) |
| <u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Selbstevaluationsbogen zur Bindungslehre</li> </ul>  |  |   |   |
| <u>Leistungsbewertung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Präsentation zu Nanomaterialien in Gruppen</li> </ul>   |  |   |   |
| <b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b><br>Eine Gruppenarbeit zu Diamant, Graphit und Fullerene findet man auf den Internetseiten der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich:<br><a href="http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant">http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant</a> |  |   |   |

## 2.1.3 Konkretisierung Qualifikationsphase

### Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben I - Kurzübersicht

**Kontext:** Säuren und Basen in Alltagsprodukten

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen
- **Titrationmethoden im Vergleich [LK]**

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

|   |  |
|---|--|
| <b>Donator-Akzeptor:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Säure-Base-Konzept von Brønsted</li> <li>▶ Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen</li> <li>▶ <b>pH-metrische Titration [LK]</b></li> </ul> | <b>Chemisches Gleichgewicht:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Autoprotolyse des Wassers</li> <li>▶ pH-Wert</li> <li>▶ Stärke von Säuren <b>und Basen [LK]</b></li> </ul> |
| <b>Struktur-Eigenschaft:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Merkmale von Säuren bzw. Basen</li> <li>▶ Leitfähigkeit</li> </ul>  | <b>Energie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Neutralisationswärme [LK]</b></li> </ul>   |

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

im Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1)
- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2)

im 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)

im Kompetenzbereich Kommunikation:

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

im Kompetenzbereich Bewertung

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

**Zeitbedarf: GK ca. 28 Stunden / LK ca. 36 Stunden à 45 Minuten**

## Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben I - Details

| Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten  |  | Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren   |  |  |
|--|--|--|--|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Didaktisch-methodische Anmerkungen   |  |
| <b>Säuren und Laugen - nützliche Helfer im Alltag!</b><br><br><b>Was ist eine Säure?</b><br>Das Brønsted-Konzept als neue Definition                           | identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),<br>zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),<br>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),<br>recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).<br>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),<br><i>beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3) [LK]</i> | Advance Organizer kann für Transparenz sorgen und sukzessive gefüllt werden<br><br>Experimenteller Lernzirkel zur Wirkung von Säuren und Basen | Mit <b>[LK]</b> Gekennzeichnetes kann teilweise auch als Vertiefung im GK unterrichtet werden, ist aber nicht Teil der Obligatorik.<br>Hier erfolgt eine Erweiterung des Säurebegriffs der SI.<br>Das Begriffsfeld kann man zunächst phänomenologisch erfassen, z. B. durch Farbwechsel von Indikatoren etc. |  |
| <b>Was bedeutet pH-neutral?</b><br>Zusammenhang von Konzentration und pH-Wert<br>Autoprotolyse und pH-Wert   | erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1)   | Experiment zur Verdünnungsreihe  | Erfolgt zunächst nur am Beispiel einprotoniger Säuren und Basen  |  |
| <b>Wie viel Essigsäure ist in Speiseessig?</b><br>Titration mit Endpunktsbestimmung als Verfahren zur Konzentrationsbestimmung mit Säure- und Basenindikatoren | planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1,E3),<br>bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u. a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5)<br>erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),<br>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1)<br><i>erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6) [LK]</i>  | Experiment zur Bestimmung der Säurekonzentration in Lebensmitteln (z.B. Essig oder Gurkenlake) mit Endpunktsbestimmung über Indikator          | Begriffe klären und festigen: z. B. Konzentration (diverse Angaben), Neutralisation, Titration, Äquivalenzpunkt, Stoffmenge<br><br>Mesomere Grenzstrukturen zur Erklärung des Farbumschlags (z.B. Methylorange) erfolgen noch in der Q2  |  |

| Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten   |   | Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren  |   |  |
|---|---|---|---|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.  | Didaktisch-methodische Anmerkungen  |  |
| <p><b>Gleiche Konzentration - unterschiedlicher pH-Wert?!</b></p> <p>Säuren- und Basenstärke [LK]</p> <p>Berechnung von pH-Werten verschieden starker Säure</p>             | <p>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des <math>K_S</math>-Wertes (UF2, UF3)</p> <p>klassifizieren Säuren <i>und Basen</i> [LK] mithilfe von <math>K_S</math>- und <math>K_B</math>, <math>pK_S</math>-Werten <i><math>pK_B</math>-Werten</i> (UF3)</p> <p>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von <math>K_S</math>- und <math>K_B</math>-Werten [LK] und <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-Werten (E3)</p> <p>erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure <i>bzw. einer schwachen und einer starken Base</i> [LK] unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3)</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2)</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren <i>und entsprechender schwacher Basen</i> [LK] mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2)</p>  | <p>Experiment: Vergleich von starken und schwachen Säuren in der Reaktion mit Metallen (z.B. Mg), halbquantitative Auswertung über die Gasentwicklung</p> <p>Puzzle zur Wdh. von pH, <math>pK_S</math> etc.</p>   |   |  |
| <p><b>Und wenn man keinen Farbwechsel sehen kann?</b></p> <p>Säure-Base-Titrationen mit Hilfsmitteln</p> <p>Leitfähigkeitstiteration <i>pH-metrische Titration</i> [LK]</p> | <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>erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6) (GK) und <i>erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration</i> (E6) [LK]</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>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration <i>und einer pH-metrischen Titration</i> [LK] mithilfe graphischer Darstellungen (K1)</p> <p><i>beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts</i> (E5) [LK]</p> | <p>Experiment zur Leitfähigkeitstiteration ggf. mit Cassy</p> <p>Experiment zur <i>pH-metrische Titration von Natronlauge mit Salzsäure</i>, Erstellung und Auswertung einer Titrationskurve [LK]</p> <p>Experiment zur <i>Aufnahme und Auswertung unterschiedlicher Titrationskurven</i> (stark/schwach) und/oder <i>mehrprotoniger Säuren</i> (Cola, Brause mit Zitronensäure o. ä.) [LK]</p> | <p>Titrationen, bei denen Indikatoren nicht einsetzbar wären (z. B. bei Cola, trüber Apfelsaft ...) dienen als Aufhänger für Säure-Base-Titrationen mit Hilfsmitteln.</p> |  |

| Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten  |   | Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren   |  |  |
|--|---|--|--|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Didaktisch-methodische Anmerkungen   |  |
|  | <p>beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3) [LK]</p> <p>vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstirration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4) [LK]</p>  |  |  |  |
| <p><b>Puffersysteme weisen den pH-Wert in seine Schranken [LK]</b></p> <p><i>Puffer, was ist das?</i></p> <p><i>Puffersysteme im Menschen</i></p> <p><i>Indikatoren als Puffer</i></p>   | <p>beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5) [LK]</p> <p>nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2) [LK]</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) [LK]</p> | <p>Experiment zum <i>Modell-Ver-such zum Blutpuffer</i> [LK]</p> <p>Flash-Animationen auf Teilchenebene <i>zu Puffer</i></p> <p>Experimente zur Untersuchung <i>von Antazida, z. B. Rennie räumt den Magen auf?</i> s. <a href="http://www.lncu.de">www.lncu.de</a> oder . A. Flint, Chemie für's Leben (s. u.) [LK]</p> | <p><i>Henderson-Hasselbalch-Gleichung</i> auch noch mal in Rückgriff auf <i>HÄP</i> und zur <i>Erläuterung des Farbwechsels bei Indikatoren</i> nutzen.</p> <p>Freie Experimente (z. B. Gehaltsbestimmungen von Alltagsstoffen) zum Schluss erfordern das Verknüpfen des Erlernten</p> |  |
| <p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schriftliche Beschreibung der Vorgänge bei einer Titration auf Teilchenebene</li> <li>Ankreuztest zur Selbstdiagnose</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fach- und sicherheitsgerechte Durchführung und Auswertung der Titration einer unbekanntes Säure</li> <li>Schriftliche Übung zur pH- und Puffer-Berechnung</li> <li>Klausuren/ Facharbeit ...</li> </ul> |   |  |  |  |
| <p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Einige Experimentalideen findet man unter Alfred Flint, Chemie für's Leben, <a href="http://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/forschung/">http://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/forschung/</a></p>  |   |  |  |  |

**Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben II - Kurzübersicht****Kontext:** Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon**Inhaltsfeld:** Elektrochemie**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Mobile Energiequellen

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

|   |   |
|---|---|
| <b>Donator-Akzeptor:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle</li> <li>▶ Elektrolyse</li> <li>▶ Galvanische Zellen</li> </ul> | <b>Chemisches Gleichgewicht:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen</li> </ul>  |
| <b>Struktur-Eigenschaft:</b>  | <b>Energie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ elektrochemische Energieumwandlungen</li> <li>▶ Standardelektrodenpotentiale</li> <li>▶ <b>Nernst-Gleichung [LK]</b></li> <li>▶ <b>Kenndaten von Batterien und Akkumulatoren [LK]</b></li> </ul> |

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

im Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1)
- 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)

im 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)
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5)
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6)

im 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)

**Zeitbedarf: GK ca. 22 Stunden / LK ca. 28 Stunden à 45 Minuten**

## Q1 GK/LK (zusätzlich) - Unterrichtsvorhaben II - Details

| Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon  |   | Inhaltsfeld: Elektrochemie   |   |
|---|---|--|---|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Didaktisch-methodische Anmerkungen  |
| <p><b>Wer oxidiert wen? Die Redox-Reihe</b><br/>(Wiederholung zu Redoxreaktionen, Elektronenübergänge und Oxidationszahlen)<br/>Einstieg z. B. Wie sichert man archäologische Grabungsfunde? Metallsalze und ihre Lösungen, ggf. auch mit HCl</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 <i>und Nichtmetallen/Nichtmetallionen [LK]</i> (E3)</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>Oxidation am Silberbecher und Hilfsmittel gegen die Oxidation von archäol. Grabungsfunden führen zu:<br/><i>Elektronenübertragung</i> (Teilgleichungen!); <i>experimentellem Vergleich</i> (z. B. Tüpfelplatte) der Reaktionsfreudigkeit unterschiedlicher Metalle in Metallsalzlösungen (ggf. auch schon mit verd. Säure (Anbahnung Wasserstoffnormalhalbzelle))</p> | <p>Mit <i>[LK]</i> Gekennzeichnetes kann teilweise auch als Vertiefung im GK unterrichtet werden, ist aber nicht Teil der Obligatorik.</p> <p>Advance Organizer kann für Transparenz sorgen und sukzessive gefüllt werden</p> <p>Zur Wdh. von Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen ist die „Korrosion“ als mögliche Klammer für die gesamte Unterrichtsreihe sinnvoll einsetzbar.</p> |
| <p><b>Vom Eisennagel in der Kupfersulfat-Lösung zur Spannungsquelle</b><br/>(räumliche Trennung!)</p>   |   | <p>Realversuch und Animationen (Metalle in Metallsalzlösung auf Teilchenebene)</p>   | <p>Die Frage, was eigentlich bei der Oxidation von Metallen geschieht und die vereinfachte Betrachtung (noch ohne die komplexen Vorgänge des Rostens von Eisen) verknüpfen die Elektronenübertragung und die Edelheit.</p>  |
| <p><b>Galvanische Zellen am Beispiel des Daniell Elements</b></p>   | <p>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3)</p>  | <p>Animationen (Daniell-Element auf Teilchenebene)<br/>E-Chemie Kästen</p>   |   |
| <p><b>Quantifizierung: Die elektrochemische Spannungsreihe</b><br/>... der Metalle, Wasserstoffnormalhalbzelle als Bezugspunkt, Nichtmetalle in der Spannungsreihe unter Standardbedingungen</p>  | <p>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1)</p> <p>berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3)</p> <p>planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5)</p> <p><i>entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3) [LK]</i></p> | <p>Animationen (virtuelle Kombinationen von Halbzellen)<br/>Petrischalen-Experimente zur Spannungsreihe, z. B. Publikation der ALP Dillingen Nr. 475 „Experimentieren, aber sicher?!“<br/>E-Chemie Kästen</p>  |   |



| Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon  |  | Inhaltsfeld: Elektrochemie   |  |
|---|--|--|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Didaktisch-methodische Anmerkungen   |
| Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotentials<br><br><i>Nernstsche Gleichung [LK]</i> | <i>berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2) [LK]</i><br><br><i>planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4) [LK]</i><br><br><i>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung aus (E5) [LK]</i>   |  | Im GK wird Konzentrationsabhängigkeit der Elektrodenpotential im Gegensatz zum LK nur halbquantitativ erfasst (Prinzip von Le Chatelier)   |
| Ausgewählte Batterien ...<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>... und Akkumulatoren      | erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4),<br><br>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),<br><br>analysieren und vergleichen galvanische Zellen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).<br><br><i>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung (E5) [LK]</i><br><br>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),<br><br>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),<br><br>beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (UF1, UF3),<br><br>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3),<br><br>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). | Lernaufgabe [Webquest, arbeitsteilig] oder Erstellung von Referaten in Gruppen<br><br><br>Grundlegend:<br>Zink-Kohle vs. Alkaline-Batterie<br>Einstieg über Analyse von Werbungsvideos zu den Batterietypen<br><br>Erweiterung durch Betrachtung anderer Batterien: z. B. Volta-Säule, Lithium-Batterie, Zink-Luft-Batterie, Aluminium-Luft etc.<br><br>z. B. Bleiakku (Autobatterie), Nickel-Metall-Hydrid-Akkumulator, Lithium-Ionen-Akkumulator | Die Frage nach der Bedeutung von „Die Batterie ist leer“ greift die Konzentrationsabhängigkeit der Potentiale auch im GK erneut auf.<br><br><br>Einführung der Elektrolyse (Was würde beim Laden von Batterien passieren? Erklärung des Ladevorgangs bei Akkumulatoren).<br><br><br>Vergleich von Akkumulatoren und Batterien unter div., im LK vertieften, Gesichtspunkten. |

| <b>Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</b>   |  | <b>Inhaltsfeld: Elektrochemie</b>                               |   |
|---|--|---|---|
| <b>Sequenzierung in-<br/>haltlicher Aspekte</b>   | <b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern-<br/>lehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...</b> | <b>Anregungen für besondere<br/>Materialien/ Methoden/ Exp.</b> | <b>Didaktisch-methodische<br/>Anmerkungen</b> |
| <u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>   |  |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Selbstüberprüfung zum Umgang mit Begriffen und Größen zur Energie und Elektrizitätslehre und zu den Grundlagen der vorangegangenen Unterrichtsreihe (galvanische Zelle, Spannungsreihe, Redoxreaktionen), Vertonung von Flash-Animationen</li> </ul> |  |   |   |
| <u>Leistungsbewertung:</u>  |  |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Klausuren/ Facharbeit ...</li> </ul>   |  |   |   |
| <u>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</u>   |  |   |   |
| Zahlreiche Animationen findet man unter R.-P. Schmitz <a href="http://www.chemie-interaktiv.net/">http://www.chemie-interaktiv.net/</a>   |  |   |   |

**Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben III - Kurzübersicht****Kontext:** Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle – Elektroautos und mehr**Inhaltsfeld:** Elektrochemie**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Mobile Energiequellen (Brennstoffzellen)
- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

|   |   |
|---|---|
| <b>Donator-Akzeptor:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle</li> <li>» Elektrolyse</li> <li>» Galvanische Zellen</li> </ul> | <b>Chemisches Gleichgewicht:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen</li> </ul>  |
| <b>Struktur-Eigenschaft:</b>  | <b>Energie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Faraday-Gesetze</li> <li>» Standardelektrodenpotentiale</li> <li>» <b>Nernst-Gleichung [LK]</b></li> </ul> |

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

im 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).

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

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

**Zeitbedarf: GK ca. 10 Stunden / LK ca. 16 Stunden à 45 Minuten**

## Q1 GK/LK (zusätzlich) - Unterrichtsvorhaben III - Details

| Kontext: Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle – Elektroautos und mehr                                  |  |  | Inhaltsfeld: Elektrochemie   |
|---|--|--|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Didaktisch-methodische Anmerkungen   |
| <p>Was passiert eigentlich beim Aufladen?</p> <p>Elektrolysen wässriger Lösungen und Abscheidungspotentiale</p> | <p>beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3),<br/>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),<br/>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),<br/>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),</p>   | <p>Exp.: Wasser-Elektrolyse, Elektrolyse einer Zink-Iodid-Lsg.</p> <p>Bildergeschichte zur Elektrochemischen Doppelschicht selbst erstellen</p> <p>Graphischer Vergleich von (Stromstärke-)Spannungs-Diagrammen</p>  | <p>Mit <b>[LK]</b> Gekennzeichnetes kann teilweise auch als Vertiefung im GK unterrichtet werden, ist aber nicht Teil der Obligatorik.</p>   |
| <p>Die Brennstoffzelle</p>  | <p>erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4),<br/><i>erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3) [LK]</i><br/>erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3),<br/>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, <i>Alkaline-Zelle [LK]</i>) (B1),<br/>diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4),<br/><i>diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4) [LK]</i></p> | <p>Experiment zur Brennstoffzelle sowie Internetrecherchen sind einfach durchführbar und stets aktuell</p> <p>Einführung über Autowerbung oder Apollo 13 möglich</p> <p><b>Expertendiskussion</b><br/>Woher sollte der elektrische Strom zum Laden eines Akkumulators und zur Gewinnung des Wasserstoffs kommen?<br/><i>Speicherung von Energie [LK]</i></p> | <p>Am Beispiel zweier neuer Automobile (Stand 2015) kann man die dahintersteckenden Ideen kritisch durchleuchten: (Scharlatanerie?)<br/><a href="http://www.n-tv.de/auto/Quant-verspricht-1000-Kilometer-elektrisch-article14641166.html">http://www.n-tv.de/auto/Quant-verspricht-1000-Kilometer-elektrisch-article14641166.html</a>) (vs. eine realistische Lösung)<br/><a href="http://www.auto-motor-und-sport.de/news/toyota-fcv-brennstoffzellenauto-serien-version-mirai-startet-2015-8428208.html">http://www.auto-motor-und-sport.de/news/toyota-fcv-brennstoffzellenauto-serien-version-mirai-startet-2015-8428208.html</a>)</p> |

| Kontext: Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle – Elektroautos und mehr  |   |  | Inhaltsfeld: Elektrochemie         |
|---|---|--|------------------------------------|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Didaktisch-methodische Anmerkungen |
| FARADAYsche Gesetze: Elektrolysen quantitativ betrachtet.   | <p>beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3),<br/>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),<br/>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),<br/>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),<br/>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),<br/><i>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Faraday-Gesetze aus (E5) [LK]</i><br/><i>schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6) [LK]</i><br/>dokumentieren Versuche zum Aufbau von Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),</p> | <p>Herleitung der Faraday-Gesetze über die Auswertung quantitativ bestimmter Abscheidungsmengen</p> <p><b>Lehrerdemonstrationsexperiment:</b><br/>Quantitative Kupferabscheidung aus einer Kupfer(II)-sulfat-Lösung zur Bestimmung der Faraday-Konstante</p> |                                    |
| Ausgewählte Elektrolyseverfahren in der Industrie   | <p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),<br/>analysieren und vergleichen galvanische Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</p>   | <p>Wissenschaftskonferenz oder Erstellen von Gruppen-Referaten (z.B. Gewinnung von Zink, Raffination von Kupfer, Chloralkali-Elektrolyse, Gewinnung von Aluminium)</p>   |                                    |
| <p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu entwickeln</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Übung zu den Faraday-Gesetzen / zum Faraday-Gesetz</li> <li>• Klausuren/ Facharbeit</li> </ul> |   |  |                                    |
| <p><u>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</u><br/>Schülergerechte Informationen zur Brennstoffzelle (2003 und 2011) findet man unter <a href="https://www.max-wissen.de/">https://www.max-wissen.de/</a></p>   |   |  |                                    |

**Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben IV - Kurzübersicht****Kontext:** Korrosion vernichtet Werte**Inhaltsfeld:** Elektrochemie**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Korrosion

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

|  |  |
|--|--|
| <i>Donator-Akzeptor:</i><br>▶▶ Elektrochemische Korrosion<br>▶▶ <b>Korrosionsschutz [LK]</b> | <i>Chemisches Gleichgewicht:</i><br>▶▶ Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen |
| <i>Struktur-Eigenschaft:</i>   | <i>Energie:</i>  |

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

im 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).

im Kompetenzbereich Kommunikation:

- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3)

im Kompetenzbereich Bewertung

- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2)
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3)

**Zeitbedarf: GK ca. 12 Stunden / LK ca. 16 Stunden à 45 Minuten**

## Q1 GK/LK (zusätzlich) - Unterrichtsvorhaben IV - Details

| Kontext: Korrosion vernichtet Werte   |   | Inhaltsfeld: Elektrochemie  |  |
|---|---|---|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.  | Didaktisch-methodische Anmerkungen   |
| <p>Korrosion – Redoxreaktion auf Abwegen?</p> <p><i>Korrosionsschutz z. B. Opferanoden [LK]</i></p> <p><i>Elektrolyseverfahren in der Industrie [LK]</i></p>  | <p>erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge <i>und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3) [LK]</i></p> <p>diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).</p> <p><i>recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3) [LK]</i></p> <p>erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge <i>und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3) [LK]</i></p> <p><i>bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2) [LK].</i></p> | <p>Versuche zur Säurekorrosion und zur Kontaktkorrosion (Lokalelement)</p> <p>Zur Sauerstoffkorrosion z. B. Untersuchung von Bodyheatern mit ChemZ möglich</p> <p>Petrischalen-Experimente zur Korrosion, z. B. Publikation der ALP Dillingen Nr. 475 „Experimentieren, aber sicher?!“</p> <p>Korrosion an nickelhaltigem Modeschmuck: Expertenbrief zu Verbraucheranfrage erstellen</p> <p>Lernaufgaben zu Heatermeals – Wärme aus der Redox-Reaktion</p> <p>Internet-Recherche zum Rostschutz , z. B. Elo-xal-Verfahren</p> | <p>Mit <i>[LK]</i> Gekennzeichnetes kann teilweise auch als Vertiefung im GK unterrichtet werden, ist aber nicht Teil der Obligatorik.</p> <p>Rückgriff auf den Einstieg in die Reihe durch nun genauere Betrachtung von Säure- und Sauerstoffkorrosion z. B. am Beispiel der Untersuchung von Bodyheatern</p> <p>Heatermeals/Meal ready to eat sind insofern interessant, als dass sie die Begriffe Sauerstoffkorrosion, Säurekorrosion, Lokalelement <i>und Opferanode</i> in einem Kontext zusammenführen</p> |
| <p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung einer Mindmap zur Thema „Korrosion und Korrosionsschutz“</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Klausuren/ Facharbeit ...</li> <li>Mitwirkung bei der Versuchsplanung, sorgfältige Auswertung quantitativer Experimente, Schülervortrag, Anteil an Gruppenarbeit</li> </ul> <p><u>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</u></p> <p>Arbeitsmaterialien zu Lernaufgaben rund um Bodyheater und Heatermeals findet man unter <a href="http://www.lncu.de">www.lncu.de</a></p> |   |   |  |

## Q1 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben V - Kurzübersicht

Ggf. kann das UV im GK aus Zeitgründen nicht immer in Gänze in der Q1 durchzuführen werden. Daher ist es für den GK in zwei UV geteilt. Der zweite Teil kann zu Beginn der Q2 unterrichtet werden.

**Kontext:** Vom Erdöl zum Kunststoff (Erdöl zum Verbrennen / Maßgeschneiderte Produkte)

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische Verbindungen, Reaktionswege und *Reaktionsabläufe [LK]*
- Organische Werkstoffe

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

|  |  |
|--|--|
| <i>Donator-Akzeptor:</i>   | <i>Chemisches Gleichgewicht:</i><br>Reaktionssteuerung <i>und Produktausbeute [LK]</i> |
| <i>Struktur-Eigenschaft:</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>▶▶ Stoffklassen und Reaktionstypen</li> <li>▶▶ elektrophile Addition</li> <li>▶▶ <i>nucleophile Substitution [LK]</i></li> <li>▶▶ Eigenschaften makromolekularer Verbindungen</li> <li>▶▶ Polykondensation und radikalische Polymerisation</li> <li>▶▶ zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> </ul> | <i>Energie</i>   |

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

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

im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (E2)
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7)

im Kompetenzbereich Kommunikation:

- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4)

im Kompetenzbereich Bewertung

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

**Zeitbedarf: GK ca. 14 + 12 Stunden / LK ca. 30 Stunden à 45 Minuten**



## Q1 GK/LK (zusätzlich) - Unterrichtsvorhaben V - Details

| Kontext: Vom Erdöl zum Kunststoff  |   | Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe  |  |  |
|--|---|---|--|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.  | Did. –meth. Anmerkungen  |  |
| <p><b>Erdöl, zum Verbrennen zu schade?</b><br/>Erdölprodukte umgeben uns im Alltag<br/>Was macht man eigentlich bei Basell?<br/>Fraktionierte Destillation und Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl</p>   | <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1)<br/>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4)</p>   | <p>Zeitungsartikel über erdölverarbeitende Industrie im Einzugsgebiet der Schule (Weseling, z. B. Basell)<br/><br/>Filme/Animationen zur Verarbeitung und Weiterverwendung von Rohöl</p>  | <p>Mit <b>[LK]</b> Gekennzeichnetes kann teilweise auch als Vertiefung im GK unterrichtet werden, ist aber nicht Teil der Obligatorik.</p> |  |
| <p>Wege zum gewünschten Produkt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radikalische Substitution: Halogenierung von Alkanen</li> <li>• Aus Halogenalkanen entstehen Alkohole ... (<i>nucleophile</i>) Substitutions-Reaktionen</li> <li>• Kraftfahrzeugbenzin, Esterbildung und Biodiesel (MTBE, oder ETBE)</li> <li>• Vom Alkohol zum Alken: Eliminierung</li> <li>• Reaktionen der Alkene: elektrophile Addition, Markownikow</li> </ul> | <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1)<br/>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3)<br/>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4)<br/>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition <i>und einer nucleophilen Substitution</i> und erläutern diese (UF1)<br/>schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3)<br/>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)<br/><i>vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3) [LK]</i><br/><i>analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6) [LK]</i></p> | <p>Petrischalendemonstrationsexperimente zur Addition/Substitution mit Halogenen<br/><br/>„Quo vadis Alken“, interaktive Selbstlernplattform zur Elektrophilen Addition unter <a href="http://www.lehrer-online.de/markownikow.php">http://www.lehrer-online.de/markownikow.php</a></p> |  |  |

| Kontext: Vom Erdöl zum Kunststoff   |              | Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe   |  |   |
|---|--------------|--|--|---|
| Sequenzierung Aspekte   | inhaltlicher | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Did. –meth. Anmerkungen   |
| <p><b>Maßgeschneiderte Produkte</b></p> <p>Die Vielfalt der Kunststoffe im Alltag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen</li> <li>Thermoplaste</li> <li>Duromere</li> <li>Elastomere</li> </ul> <p>Vom Monomer zum Polymer.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktionsschritte der <b>radikalischen Polymerisation</b></li> <li><b>Polykondensation</b> Polyester / Polyamide: Nylonfasern</li> <li><b>Polycarbonate</b></li> </ul> <p>Kunststoffe für besondere Zwecke:<br/>Struktur-Eigenschafts-beziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften Copoly-mere</p> |              | <p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4)</p> <p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, 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>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3)</p> <p>erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide <i>Polycarbonate</i>) (UF1, UF3)</p> <p>beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3)</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p><i>erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4) [LK]</i></p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3)</p> <p><i>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3) [LK]</i></p> <p><i>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (Makromoleküle) dar (E7) [LK]</i></p> <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>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3)</p> <p><i>bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4) [LK]</i></p> | <p>Erstellung einer Mindmap</p> <p>Ausgehend von „Kunststoff in einem „Auto Stationenlernen zur exp. Untersuchung von Brandverhalten, Löslichkeit, Schmelzverhalten, Reißfestigkeit, Dichte ...</p> <p>Exp. zur Herstellung von Nylonfasern und Vergleich mit industriell hergestellten und verarbeiteten Fasern mit der Frage, worin besteht der Unterschied und das Ergebnis beider Herstellungsprozesse.</p> <p>Modellarbeit zur Polymerisation</p> <p>Exp. Zitronensäure mit Glycerin, 1,3-Propandiol (Frostschutzmittel) oder Rizinusöl (Copolymeren)</p> | <p>Leitlinie hier:<br/>Struktur – Eigenschaft – Verwendung</p> <p>Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Verwendungen erläutert.</p> <p><b>Thermoplaste</b> (Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche),<br/><b>Duromere</b> und <b>Elastomere</b> (Vernetzungsgrad)</p> <p>Reaktionen lassen sich für die Edukte voraussagen bzw. nachvollziehen.<br/>Exemplarisch wird ein Kunststoff mit besonderen Eigenschaften vorgestellt.</p> |

| Kontext: Vom Erdöl zum Kunststoff  |              | Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe  |  |  |
|--|--------------|---|--|--|
| Sequenzierung Aspekte  | inhaltlicher | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.   | Did. –meth. Anmerkungen  |
| <p><b>Erdölvorkommen sind endlich</b></p> <p>Kunststoffmüll ist wertvoll: Kunststoffverwertung (stoffliche, rohstoffliche oder energetische)</p> <p>Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen an einem Beispiel.</p> <p>Können wir auf Kunststoffe verzichten?</p> |              | <p><i>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4) [LK]</i></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><b>Schüler-Experimente:</b><br/>Herstellung von Stärkefolien, Erhitzen von Zitronensäure,</p> <p><b>Podiumsdiskussion:</b> z.B. zum Thema „Einsatz von Plastikgeschirr Einweggeschirr auf öffentlichen Veranstaltungen!“<br/>Abschließend z. B. ökonomische und ökologische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Beland-Material.</p> | <p><b>Fächerübergreifender Aspekt:</b><br/>Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).</p> <p>Diskussion der biologischen Abbaubarkeit vs. Nutzbarkeit (Wasserkontakt zersetzt auf Dauer das Polymer)</p> <p>Polymere als Klebstoffe sind als abschließende Vertiefung denkbar</p> |
| <p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zur entwickeln</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>Klausuren/Facharbeit ...</li> </ul>             |              |   |  |  |
| <p><u>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zu ergänzen</li> </ul>   |              |   |  |  |

**Q2 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben I - Kurzübersicht****Kontext:** Farbstoffe im Alltag**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische Verbindungen, Reaktionswege und *Reaktionsabläufe [LK]*
- Farbstoffe und Farbigkeit
- *Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption [LK]*

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

|   |   |
|---|---|
| <i>Donator-Akzeptor:</i>  | <i>Chemisches Gleichgewicht:</i><br>▶ Reaktionssteuerung <i>und Produktausbeute [LK]</i>  |
| <i>Struktur-Eigenschaft:</i><br>▶ Benzol, <i>Phenol [LK]</i> als aromatisches System<br>▶ elektrophile <i>Erst- und Zweit</i> substitution am Aromaten <i>[LK]</i><br>▶ <i>Vergleich von elektrophiler Addition und elektrophiler Substitution [LK]</i><br>▶ Molekülstruktur und Farbigkeit | <i>Energie:</i><br>▶ Spektrum und Lichtabsorption<br>▶ Energiestufenmodell zur Lichtabsorption<br>▶ <i>Lambert-Beer-Gesetz [LK]</i> |

**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)

**Zeitbedarf: GK ca. 32 Stunden / LK ca. 54 Stunden à 45 Minuten**

## Q2 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben I - Details

| Kontext: Farbstoffe im Alltag   |  | Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe  |   |
|---|--|---|---|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.  | Didaktisch-methodische Anmerkungen  |
| <b>Organische Sonnenschutzmittel als UV-Lichtabsorber</b><br>Wirkung, Aufbau und Synthese<br>Licht, was ist das?<br>Absorptionsspektrum, Struktur und Lichtabsorption im UV-Bereich<br>Struktur des Benzols<br>Benzol als aromatisches System<br>Push-Pull-Systeme<br>Reaktionen des Benzols<br>Einführung der elektrophilen Substitution | erklären die elektrophile Erstsabstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3)<br><i>erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2) [LK]</i><br>erklären die Farbigekeit von vorgegebenen Stoffen durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigekeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6)<br>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigekeit ausgewählter organischer Farbstoffe (E6)<br>werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5) | Lichtabsorption in Sonnenschutzmitteln – FB-Materialien der Bez. Reg K/D´dorf<br><br>PABA als einfaches Molekül<br>Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen | Mit <b>[LK]</b> Gekennzeichnetes kann teilweise auch als Vertiefung im GK unterrichtet werden, ist aber nicht Teil der Obligatorik.<br><br>Die erprobte Verknüpfung von Lichtabsorption organischer Moleküle am Beispiel der Sonnenschutzmittel ermöglicht die Einführung aller notwendigen inhaltlichen wie methodischen Grundlagen der Reihe an einfachen Verbindungen noch ohne den Begriff der Komplementärfarbe. |
| <b>Farben umgeben uns</b><br>Farbigekeit und Licht<br>Absorptionsspektrum im VIS<br>Farbe und Struktur  | beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7)<br><i>vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3) [LK]</i><br>erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigekeit fachsprachlich angemessen (K3)<br>erklären die Farbigekeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, <i>Triphenylmethanfarbstoffe</i> ) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigekeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (s. o.) (UF1, E6)  |   | Hier erfolgt eine Übertragung und Erweiterung des Gelernten in den VIS Bereich u. a. mit der Einführung der Komplementärfarbe   |

| Kontext: Farbstoffe im Alltag  |   | Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe  |   |  |
|--|---|---|---|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...   | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.  | Didaktisch-methodische Anmerkungen  |  |
| <i>Absorptionsspektren in der Analytik [LK]</i>  | <p><i>berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5) [LK]</i></p> <p><i>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7) [LK]</i></p> <p><i>gewichten Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2) [LK]</i></p>   |   |   |  |
| <p><b>Aufbau, Synthese, Verwendung ausgewählter Farbstoffe</b></p> <p>Azofarbstoffe<br/>Synthese (Kupplung) und Verwendung u. a. als Färbemittel, in Lebensmittelfarbstoffe oder Indikatoren</p> <p><i>Triphenylmethanfarbstoffe [LK]</i></p> <p>Synthese und Verwendung u. a. als Lebensmittelfarbstoffe, Indikatoren</p> | <p>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, <i>Triphenylmethanfarbstoffe</i>) (E6)</p> <p><i>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)</i></p> <p><i>machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Ersts substituents (E3, E6)</i></p> <p><i>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7)</i></p> <p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl) im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich (E4)</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)</p> | <p>Herstellung eines Azofarbstoffe im S.-Exp</p> <p>pH-Wert und der Einfluss auf die Farbe – Absorptionsspektren und Aufbau von Indikatoren</p> <p>Untersuchung und Vergleich von Haarfärbemitteln oder Lebensmittelfarbstoffen in Lernaufgaben/ arbeitsteiliger Gruppenarbeit</p> <p><i>Exp. Untersuchung von Tintenkillern, Farben in Knickstäben oder Textmarkern [LK]</i></p> | <p>Der Bereich der Lebensmittelfarbstoffe tangiert insbesondere die Bewertungskompetenz B4 und hat sich bewährt</p> |  |
| <p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trainingsblatt zu Reaktionsschritten bei der Synthese von Farbstoffen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse</li> </ul>                   |   |   |   |  |

**Q2 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben II - Kurzübersicht****Kontext:** Bunte Kleidung**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische Verbindungen, Reaktionswege und *Reaktionsabläufe [LK]*
- Organische Werkstoffe
- Farbstoffe und Farbigkeit

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

|   |  |
|---|--|
| <i>Donator-Akzeptor:</i>  | <i>Chemisches Gleichgewicht:</i>   |
| <i>Struktur-Eigenschaft:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Eigenschaften makromolekularer Verbindungen</li> <li>▶ Molekülstruktur und Farbigkeit</li> <li>▶ zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> </ul> | <i>Energie:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Spektrum und Lichtabsorption</li> </ul> |

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

*Kompetenzbereich Kommunikation:*

- 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).

**Zeitbedarf: GK ca. 22 Stunden / LK ca. 30 Stunden à 45 Minuten**

## Q2 GK/LK (zusätzlich) Unterrichtsvorhaben II - Kurzübersicht

| Kontext: Bunte Kleidung  |  | Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe  |  |  |
|--|--|---|--|--|
| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans: Die Schülerinnen und Schüler ...  | Anregungen für besondere Materialien/ Methoden/ Exp.  | Didaktisch-methodische Anmerkungen   |  |
| <p><b>Welche Farbe für welchen Stoff?</b><br/>ausgewählte Textilfasern</p> <p>bedeutsame Textilfarbstoffe</p> <p>Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff</p> <p>Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung</p>   | <p><i>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4) [LK]</i></p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)</p> | <p>Fasern und Färbemethoden, z. B. Indigofärben von Baumwolle auch im S-Exp., oder Entwicklerfarbstoffe für Jeans</p> <p>Ggf. arbeitsteilige Erarbeitung und Vorstellung verschiedener Textilfasern</p> | <p>Mit <b>[LK]</b> Gekennzeichnertes kann teilweise auch als Vertiefung im GK unterrichtet werden, ist aber nicht Teil der Obligatorik.</p> <p>Möglichkeiten zur Wiederholung und Verknüpfung des Gelernten:<br/>Aufbau der Faser (Makromolekül)<br/>Aufbringen und Anhaften der Farbstoffe<br/>(zwischenmolekulare Wechselwirkungen bzw. Bindungen)</p> |  |
| <p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindmap „Alles klar ... Faser und Farbstoff“</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse, Mitarbeit</li> </ul> |  |   |  |  |



## 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Chemie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen.

### Überfachliche Grundsätze:

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

### Fachliche Grundsätze:

- 12.) Der Chemieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- 13.) Der Chemieunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 14.) Der Chemieunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- 15.) Der Chemieunterricht ist kumulativ, d.h., er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen.
- 16.) Der Chemieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von chemischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
- 17.) Der Chemieunterricht folgt dem Prinzip des Lernens am Exemplarischen und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich am Beispiel geeigneter Experimente in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
- 18.) Der Chemieunterricht bietet nach Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
- 19.) Im Chemieunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.

- 20.) Der Chemieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- 21.) Im Chemieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lernenden selbst eingesetzt.
- 22.) Der Chemieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und -rückmeldung

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

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

Einführungsphase:

Es wird je 1 Klausur (90 Minuten) in beiden Halbjahren 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 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK)

Qualifikationsphase 2.2:

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

Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches spätestens ab der Q-Phase neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist, **solange dies im Abitur Bewertungsgrundlage ist**. 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.

### 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 spätestens in Form von mündlichem Quartalsfeedback. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II wird in der Einführungsphase das Schulbuch Chemie heute (Schroedel Verlag) eingeführt, für die Qualifikationsphase das Lehrwerk Klett Elemente Oberstufe.

## 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.

### Grundschulmodul

Mind. einmal pro Schuljahr wird das Grundschulmodul „Wir experimentieren gemeinsam“ durchgeführt, im Rahmen dessen Schülerinnen und Schüler möglichst vieler Chemiekurse prinzipiell das Angebot zur Mitarbeit erhalten.

### Projektkurse

In der Q1 wird ein Projektkurs in Anknüpfung an das Referenzfach Chemie angeboten.

### Exkursionen

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

EF: Besuch einer Chemieveranstaltung der Universität Bonn oder Köln

Q1: *Besuch eines regionalen Industrieunternehmens (Shell)*

Q2: *Besuch einer Chemieveranstaltung der Universität Bonn oder Köln*

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.