

## UNTERRICHTSINHALTE Chemie FBG Sekundarstufe II: Schulinternes Curriculum

Der Unterricht folgt einer Gesamtplanung, die Schüler-, Gegenstands- und Methodenorientiert ist. Da die Richtlinien von 1999 stammen und noch keine Richtlinien für die Sekundarstufe II für die G8 Schüler veröffentlicht wurden, haben wir uns entschlossen, weitgehend die sich aus den noch gültigen Richtlinien ergebende Struktur zu übernehmen. Wegen der Kooperation mit dem benachbarten Ruhrtal-Gymnasium sind die Themenfelder und Unterrichtsreihen in den Jahrgangsstufen 11 und 12 abgesprochen.

### Jahrgangsstufe 10

#### Leitthema: Ablauf und Steuerung chemischer Reaktionen in Natur und Technik

<i>Ca. 1 Halbjahr</i>	<i>Ca. 12 Wochen (bis Mitte Mai)</i>	<i>Ca. 5 Wochen</i>	<i>Ca. 3 Wochen</i>
Themenfeld A	Themenfeld B	Themenfeld C	Themenfeld D
<b>Organische und Anorganische Kohlenstoffverbindungen</b>	<b>Gleichgewichtsreaktionen</b>	<b><i>Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung für die Ozeane</i></b>	<b>Nanochemie des Kohlenstoffes</b>
<i>Unterrichtsreihe</i>	<i>Unterrichtsreihe</i>	<i>Unterrichtsreihe</i>	<i>Unterrichtsreihe</i>
<b><i>Vom Alkohol zum Aromastoff</i></b>	<b><i>Darstellung und Anwendung von Kunstdünger</i></b>	<b><i>Kohlenstoffdioxidkreislauf</i></b>	<b><i>Neue Materialien aus Kohlenstoff</i></b>

<b>Kontext:</b> Vom Alkohol zum Aromastoff			
<b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>38 Std. a 45 Minuten</li> </ul>		<b>Schwerpunkteübergereordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 – Wiedergabe</li> <li>UF2 – Auswahl</li> <li>UF3 – Systematisierung</li> <li>E2 – Wahrnehmung und Messung</li> <li>E4 – Untersuchungen und Experimente</li> <li>K2 – Recherche</li> <li>K3 – Präsentation</li> <li>B1 – Kriterien</li> <li>B2 – Entscheidungen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b> <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Wenn Wein umkippt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oxidation von Ethanol zu Ethansäure</li> <li>Aufstellung des Redoxschemas</li> </ul>	... erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2). ... beschreiben Beobachtungen von	<b>Fakultativ: Test</b> zur Eingangsdiagnose <b>Demonstration</b> von zwei Flaschen Wein, eine davon ist	<b>Diagnose:</b> Begriffe, die aus der S I bekannt sein müssten: funktionelle Gruppen, Hydroxylgruppe, intermolekulare Wechselwirkungen, Redoxreaktionen, Elektronendonator / -akzeptor,

<p>unter Verwendung von Oxidationszahlen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regeln zum Aufstellen von Redoxschemata</li> </ul>	<p>Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6).</p>	<p>seit 2 Wochen geöffnet.</p> <p><b>S-Exp.:</b> pH Wert-Bestimmung, Geruch, Farbe von Wein und „umgekipptem“ Wein</p>	<p>Elektronegativität, Säure, saure Lösung.</p> <p>Nach <b>der Diagnose:</b> Bereitstellung von <b>individuellem Fördermaterial</b> zur <b>Wiederholung</b> an entsprechenden Stellen in der Unterrichtssequenz.</p>
<p><b>Alkohol im menschlichen Körper</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ethanal als Zwischenprodukt der Oxidation</li> <li>Nachweis der Alkanale</li> <li>Biologische Wirkungen des Alkohols</li> <li>Berechnung des Blutalkoholgehaltes</li> <li>Alkotest mit dem Drägerröhrchen(<b>fakultativ</b>)</li> </ul>	<p>... dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufs). (K1)</p> <p>... zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).</p>	<p><b>Concept-Map zum Arbeitsblatt:</b> <i>Wirkung von Alkohol</i></p> <p><b>S-Exp.:</b> Fehling- und Tollens-Probe</p> <p><b>fakultativ: Film</b> Alkotest <b>fakultativ: Niveaudifferenzierte Aufgabe</b></p> <p>zum Redoxschema der <i>Alkotest</i>-Reaktion</p>	<p><b>Wiederholung:</b> Redoxreaktionen</p> <p><b>Vertiefung</b> möglich: Essigsäure- oder Milchsäuregärung.</p>
<p><b>Ordnung schaffen: Einteilung organischer Verbindungen in Stoffklassen</b></p> <p><b>Alkane und Alkohole als Lösemittel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Löslichkeit</li> <li>funktionelle Gruppe</li> <li>intermolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals Ww. und</li> </ul>	<p>... nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).</p> <p>... benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3).</p> <p>... ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3).</p> <p>... erklären an Verbindungen aus den</p>	<p><b>S-Exp.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Löslichkeit von Alkoholen und Alkanen in</li> </ul>	<p><b>Wiederholung:</b> Elektronegativität, Atombau, Bindungslehre, intermolekulare Wechselwirkungen</p> <p><b>Fächerübergreifender Aspekt Biologie:</b> Intermolekulare Wechselwirkungen sind</p>

<p>Wasserstoffbrücken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• homologe Reihe und physikalische Eigenschaften</li> <li>• Nomenklatur nach IUPAC</li> <li>• Formelschreibweise: Verhältnis-, Summen-, Strukturformel</li> <li>• Verwendung ausgewählter Alkohole</li> </ul> <p><b>Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren – Oxidationsprodukte der Alkanole</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation von Propanol</li> <li>• Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole durch ihre Oxidierbarkeit</li> <li>• Gerüst- und Positionsisomerie am Bsp. der Propanole</li> <li>• Molekülmodelle</li> <li>• Homologe Reihen der Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren</li> <li>• Nomenklatur der Stoffklassen und funktionellen Gruppen</li> <li>• Eigenschaften und Verwendungen</li> </ul>	<p>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>... erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).</p> <p>... beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3).</p> <p>... wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3).</p> <p>... beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3)</p>	<p>verschiedenen Lösemitteln.</p> <p><b>Arbeitspapiere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nomenklaturregeln und -übungen</li> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen.</li> </ul> <p><b>S-Exp.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation von Propanol mit Kupferoxid</li> <li>• Oxidationsfähigkeit von primären, sekundären und tertiären Alkanolen, z.B. mit <math>\text{KMnO}_4</math>.</li> </ul> <p><b>Gruppenarbeit:</b></p> <p>Darstellung von Isomeren mit Molekülbaukästen.</p> <p><b>S-Exp.:</b></p> <p>Lernzirkel Carbonsäuren.</p>	<p>Gegenstand der EF in Biologie ( z.B. Proteinstrukturen).</p> <p><b>Wiederholung:</b> Säuren und saure Lösungen.</p>
---	--	--	--

<p><b>Künstlicher Wein?</b></p> <p><b>a) Aromen des Weins</b></p> <p><b>Gaschromatographie zum Nachweis der Aromastoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion eines Gaschromatographen</li> <li>• Identifikation der Aromastoffe des Weins durch Auswertung von Gaschromatogrammen</li> </ul> <p><b>Vor- und Nachteile künstlicher Aromastoffe:</b></p> <p>Beurteilung der Verwendung von Aromastoffen, z.B. von künstlichen Aromen in Joghurt oder Käseersatz</p> <p><b>Stoffklassen der Ester und Alkene:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen</li> <li>• Stoffeigenschaften</li> <li>• Struktur-Eigenschaftsbeziehungen</li> </ul>	<p>... erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5).</p> <p>... nutzen angeleitet und selbständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften. (K2).</p> <p>... beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p> <p>... erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2).</p> <p>... analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4).</p> <p>... zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).</p>	<p><b>Film:</b> Künstlich hergestellter Wein: Quarks und co (10.11.2009) ab 34. Minute</p> <p><b>Fakultativ: Animation</b></p> <p>Virtueller Gaschromatograph.</p> <p><b>Fakultativ: Arbeitsblatt</b></p> <p>Grundprinzip eines Gaschromatographen: Aufbau und Arbeitsweise</p> <p><b>Fakultativ: Modellversuch</b></p> <p>Gaschromatogramme von Weinaromen.</p> <p><b>Diskussion:</b></p> <p>Vor- und Nachteile künstlicher Obstaromen in Joghurt, künstlicher Käseersatz auf Pizza, etc..</p>	<p>Der <b>Film</b> eignet sich als Einführung ins Thema <i>künstlicher Wein</i> und zur Vorbereitung der Diskussion über Vor- und Nachteile künstlicher Aromen.</p>
---	---	---	---

<p><b>b) Synthese von Aromastoffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estersynthese</li> <li>• Vergleich der Löslichkeiten der Edukte (Alkanol, Carbonsäure) und Produkte (Ester, Wasser)</li> <li>• Veresterung als unvollständige Reaktion</li> </ul>	<p>... ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1).</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>... stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).</p>	<p><b>Experiment:</b></p> <p>Synthese eines Carbonsäureesters und Analyse der Produkte.</p> <p><b>S-Exp.: (arbeitsteilig)</b></p> <p>Vergleiche der Löslichkeit der Stoffklassen.</p> <p><b>Gruppenarbeit:</b></p> <p>Darstellung der Edukte und Produkte der Estersynthese mit Molekülbaukästen.</p>	<p><b>Fächerübergreifender Aspekt Biologie:</b></p> <p>Veresterung von Aminosäuren zu Polypeptiden in der EF.</p>
<p><b>Eigenschaften, Strukturen und Verwendungen organischer Stoffe</b></p>	<p>... recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen die Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</p> <p>... beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p>	<p><b>Recherche und Präsentation (als Powerpoint, Poster oder Kurzvortrag):</b></p> <p>Eigenschaften und Verwendung organischer Stoffe.</p>	<p>Bei den <b>Ausarbeitungen</b> soll die Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten von organischen Stoffen unter Bezugnahme auf deren <b>funktionelle Gruppen</b> und <b>Stoffeigenschaften</b> dargestellt werden.</p> <p><b>Mögliche Themen:</b></p> <p><b>Ester</b> als Lösemittel für Klebstoffe und Lacke.</p> <p><b>Aromastoffe (Aldehyde und Alkohole)</b> und Riechvorgang;</p> <p><b>Carbonsäuren:</b> Antioxidantien (Konservierungsstoffe)</p> <p><b>Weinaromen:</b> Abhängigkeit von Rebsorte oder Anbaugesbiet.</p> <p><b>Terpene</b> (Alkene) als sekundäre Pflanzenstoffe</p>
<p><b>Fakultativ:</b></p>	<p>... führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und</p>	<p><b>Filmausschnitt:</b> „Das Parfum“</p>	<p>Ggf. Exkursion ins Duftlabor</p>

<b>Herstellung eines Parfums</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Duftpyramide</li> <li>• Duftkreis</li> <li>• Extraktionsverfahren</li> </ul>	protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).	<b>S-Exp.</b> zur Extraktion von Aromastoffen	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingangsdiagnose, Versuchsprotokolle</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C-Map, Protokolle, Präsentationen, schriftliche Übungen</li> </ul>			
<p><b>Hinweise:</b></p> <p>Internetquelle zum Download von frei erhältlichen Programmen zur Erstellung von Mind- und ConceptMaps:</p> <p><a href="http://www.lehrer-online.de/mindmanager-smart.php">http://www.lehrer-online.de/mindmanager-smart.php</a></p> <p><a href="http://cmap.ihmc.us/download/">http://cmap.ihmc.us/download/</a></p> <p>Material zur Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper: <a href="http://www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/.../alkohol_koerper.pdf">www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/.../alkohol_koerper.pdf</a></p> <p>Film zum historischen Alkotest der Polizei (Drägerröhrchen):</p> <p><a href="http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/alkoholtest.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/02_kaliumdichromatoxidation.vscml.html">http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/alkoholtest.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/02_kaliumdichromatoxidation.vscml.html</a></p> <p>Film zur künstlichen Herstellung von Wein und zur Verwendung künstlich hergestellter Aromen in Lebensmitteln, z.B. in Fruchtjoghurt:</p> <p><a href="http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr_fernsehen_quarks_und_co_20091110.mp4">http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr_fernsehen_quarks_und_co_20091110.mp4</a></p> <p>Animation zur Handhabung eines Gaschromatographen: Virtueller Gaschromatograph:</p> <p><a href="http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell_gc1.vlu.html">http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell_gc1.vlu.html</a></p> <p>Gaschromatogramme von Weinaromen und weitere Informationen zu Aromastoffen in Wein:</p> <p><a href="http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromaforschung_8-15.pdf">http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromaforschung_8-15.pdf</a></p> <p><a href="http://www.analytik-news.de/Fachartikel/Volltext/shimadzu12.pdf">http://www.analytik-news.de/Fachartikel/Volltext/shimadzu12.pdf</a></p>			

[http://www.lwg.bayern.de/analytik/wein\\_getraenke/32962/linkurl\\_2.pdf](http://www.lwg.bayern.de/analytik/wein_getraenke/32962/linkurl_2.pdf)

Journalistenmethode zur Bewertung der Verwendung von Moschusduftstoffen in Kosmetika:

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

**Kontext:** Darstellung und Anwendung von Kunstdünger

**Inhaltsfeld:** Gleichgewichtsreaktionen bei Stickstoffverbindungen

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Gleichgewichtsreaktionen

**Zeitbedarf:** 30 Std. a 45 Minuten

**Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 – Wiedergabe
- UF3 – Systematisierung
- E3 – Hypothesen
- E5 – Auswertung
- K1 – Dokumentation

**Basiskonzepte:**

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Basiskonzept Energie

**Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen de Kernlehrplans**

**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**

**Verbindliche Absprachen  
Didaktisch-methodische Anmerkungen**

**Reaktionen von Stickstoffverbindungen:**

- Reaktion von Stickstoffoxiden  
Beobachtungen eines Reaktionsverlaufs

... planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Ergebnisse (E2, E4).

**Fakultativ Brainstorming:** Stickstoffoxide in der Natur

**Fakultativ: Schüler- oder Lehrerversuch:**NO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Gleichgewicht

Anbindung an N<sub>2</sub>-Kreislauf

**Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit**

- Einflussmöglichkeiten

... formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln

**Geht das auch schneller?**

**Arbeitsteilige Schülerexperimente:** Abhängigkeit der

Prinzip von Le Chatelier

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parameter (Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad)</li> <li>- Kollisionshypothese</li> <li>- Geschwindigkeitsgesetz für bimolekulare Reaktion</li> <li>- RGT-Regel</li> <li>- Beschreibung auf Teilchenebene</li> <li>- Modellvorstellungen</li> </ul>	<p>Versuche zu deren Überprüfung (E3). ... interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5). ... erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie nur für Gase) (E6). beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6). ... beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).</p>	<p>Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration, des Zerteilungsgrades und der Temperatur <b>Lerntempoduett:</b> Stoßtheorie, Deutung der Einflussmöglichkeiten <b>Modellexperiment:</b> z.B. Stechheber-Versuch, Kugelspiel <b>Vergleichende Betrachtung:</b> Chemisches Gleichgewicht auf der Teilchenebene, im Modell und der Realität <b>Erarbeitung:</b> Einfaches Geschwindigkeitsgesetz, Vorhersagen <b>Diskussion:</b> RGT-Regel, Ungenauigkeit der Vorhersagen</p>	<p>ggf. Simulation</p>
<p><b>Einfluss der Temperatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergänzung Kollisionshypothese</li> <li>- Aktivierungsenergie</li> </ul>	<p>... interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3). ... beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</p>	<p><b>Wiederholung:</b> Energie bei chemischen Reaktionen <b>Unterrichtsgespräch:</b> Einführung der Aktivierungsenergie <b>Arbeitsblatt:</b> Chemisches Gleichgewicht - Das Haber-Bosch Verfahren</p>	<p><b>Fakultativ: Film:</b> Dokumentation über Fritz Haber</p>
<p><b>Chemisches Gleichgewicht quantitativ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiederholung Gleichgewicht</li> <li>- Hin- und Rückreaktion</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<p>... formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3). ... interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4). ... dokumentieren Experimente in</p>	<p><b>Fakultativ: Experiment:</b> Ammoniaksynthese aus dem Luftstickstoff über Magnesiumnitrid <b>Arbeitsblatt:</b> Von der Reaktionsgeschwindigkeit zum chemischen Gleichgewicht</p>	

<p>- Massenwirkungsgesetz</p>	<p>angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) ( K1).</p> <p>... beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).</p>	<p><b>Arbeitsblatt:</b> Katalyse von Reaktionen</p> <p><b>Lehrervortrag:</b> Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p><b>Übungsaufgaben:</b> Rückkehr auf die Estersynthese</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protokolle, Auswertung Übungsaufgaben</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Schriftliche Übung, mündliche Beiträge, Versuchsprotokolle</li> </ul>			

**Kontext:** Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung für die Ozeane

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Stoffkreislauf in der Natur
- Gleichgewichtsreaktionen

**Zeitbedarf:** 12 Std. à 45 Minuten

**Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- E1 Probleme und Fragestellungen
- E4 Untersuchungen und Experimente
- K4 Argumentation
- B3 Werte und Normen
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

**Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**

Die Schülerinnen und Schüler ...

**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**

**Verbindliche Absprachen**  
**Didaktisch-methodische Anmerkungen**

**Kohlenstoffdioxid**

- Eigenschaften
- Treibhauseffekt
- Anthropogene Emissionen
- Reaktionsgleichungen

... unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).

**Kartenabfrage** Begriffe zum Thema Kohlenstoffdioxid

**Information** Eigenschaften / Treibhauseffekt  
z.B. Zeitungsartikel oder Modellversuch

**Berechnungen** zur Bildung von Kohlenstoffdioxid aus Kohle und Treibstoffen (Alkane)

- Aufstellen von Reaktionsgleichungen

Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern

Implizite Wiederholung:

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umgang mit Größen-gleichungen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnung des gebildeten Kohlenstoffdioxids</li> <li>- Vergleich mit rechtlichen Vorgaben</li> <li>- weltweite Kohlenstoffdioxid-Emissionen</li> </ul>	<p>Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M</p>
<p><b>Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- qualitativ</li> <li>- Bildung einer sauren Lösung</li> <li>- quantitativ</li> <li>- Unvollständigkeit der Reaktion</li> </ul> <p>Umkehrbarkeit</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><b>Schülerexperiment:</b> Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser (qualitativ)</p> <p>Aufstellen von Reaktionsgleichungen</p> <p><b>Lehrer-Experiment:</b> Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge</p> <p><b>Ergebnis:</b></p> <p>Umkehrbarkeit / Reversibilität der Reaktion</p>	<p>Wiederholung der Stoffmengenkonzentrationc</p> <p>Wiederholung: Kriterien für Versuchsprotokolle</p>
<p><b>Ozean und Gleichgewichte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition</li> <li>- Aufnahme Kohlenstoffdioxid</li> <li>- Einfluss der Bedingungen der Ozeane auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Kreisläufe</li> </ul>	<p>... erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1).</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 Konzentrations- bzw. Stoffmengenänderung, Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druck- bzw. Volumenänderung (UF3).</p> <p>... formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen</p>	<p><b>Kurzwiederholung:</b></p> <p>Chemisches Gleichgewicht als allgemeines Prinzip vieler chemischer Reaktionen, Definition</p> <p><b>Wiederholung:</b> Kohlenstoffdioxid-Aufnahme in den Meeren</p> <p><b>Schülerexperimente:</b> Einfluss von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid ggf. Einfluss des Salzgehalts auf die Löslichkeit</p> <p><b>Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten</b> (Verallgemeinerung)</p> <p><b>Puzzlemethode:</b> Einfluss von Druck, Temperatur und Konzentration auf Gleichgewichte, Vorhersagen</p>	<p><b>Fakultativ:</b></p> <p><b>Mögliche Ergänzungen</b></p>

	<p>erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1).</p> <p>... veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3).</p>	<p><b>Erarbeitung:</b> Wo verbleibt das Kohlenstoffdioxid im Ozean?</p> <p><b>Partnerarbeit:</b> Physikalische/Biologische Kohlenstoffpumpe</p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Graphische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs</p>	<p>(auch zur individuellen Förderung):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tropfsteinhöhlen</li> <li>- Kalkkreislauf</li> <li>- Korallen</li> </ul>
<p><b>Klimawandel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informationen in den Medien</li> <li>- Möglichkeiten zur Lösung des Kohlenstoffdioxid-Problems</li> </ul>	<p>... recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4).</p> <p>... beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).</p> <p>... beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3).</p> <p>... zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4).</p>	<p><b>Recherche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aktuelle Entwicklungen</li> <li>- Versauerung der Meere</li> <li>- Einfluss auf den Golfstrom/Nordatlantik-strom</li> </ul> <p><b>Fakultativ: Podiumsdiskussion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prognosen</li> <li>- Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen</li> <li>- Verwendung von Kohlenstoffdioxid</li> </ul> <p><b>Zusammenfassung:</b> z.B. Film „Treibhaus Erde“ aus der Reihe „Total Phänomenal“ des SWR</p> <p><b>Weitere Recherchen</b></p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lerndiagnose: Stoffmenge und Molare Masse</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Schriftliche Übung zum Puzzle Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten</li> </ul>			

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

[Ausführliche Hintergrundinformationen und experimentelle Vorschläge zur Aufnahme von CO2 in den Ozeanen findet man z.B. unter:](#)

[http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien\\_Sek2\\_2.html](http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien_Sek2_2.html)

[ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/SystemErde/09\\_Begleittext\\_oL.pdf](ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/SystemErde/09_Begleittext_oL.pdf)

Die Max-Planck-Gesellschaft stellt in einigen Heften aktuelle Forschung zum Thema Kohlenstoffdioxid und Klima vor:

<http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Kohlenstoffkreislauf.html>

<http://www.maxwissen.de//Fachwissen/show/0/Heft/Klimarekonstruktion>

<http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Klimamodelle.html>

Informationen zum Film „Treibhaus Erde“:

<http://www.planet-schule.de/wissenspool/total-phaenomenal/inhalt/sendungen/treibhaus-erde.html>

<b>Kontext:</b> Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs			
<b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nanochemie des Kohlenstoffs</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 8 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF4 Vernetzung</li> <li>E6 Modelle</li> <li>E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>K3 Präsentation</li> </ul> <b>Basiskonzept (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
<b>Graphit, Diamant und mehr</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modifikation</li> <li>Elektronenpaarbindung</li> <li>Strukturformeln</li> </ul>	... nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6). ... stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3). ... erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7).	<b>Fakultativ: Test zur Selbsteinschätzung</b> Atombau, Bindungslehre, Kohlenstoffatom, Periodensystem	Der Einstieg dient zur Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre, ggf. muss Zusatzmaterial zur Verfügung gestellt werden. Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen

	... beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4).	<b>Gruppenarbeit</b> „Graphit, Diamant, Fullerene und Graphen“	Bindungsmodelle deutlich. (Achtung: ohne Hybridisierung)
<b>Nanomaterialien</b> - Nanotechnologie - Neue Materialien - Anwendungen - Risiken	... recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).  ... stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).  ... bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).	<b>Recherche</b> zu neuen Materialien aus Kohlenstoff und Problemen der Nanotechnologie (z.B. Kohlenstoff-Nanotubes in Verbundmaterialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit in Kunststoffen) - Aufbau - Herstellung - Verwendung - Risiken - Besonderheiten  <b>Präsentation</b> (Poster, Museumsgang)  Die Präsentation ist nicht auf Materialien aus Kohlenstoff beschränkt.	Unter vorgegebenen Rechercheaufträgen können die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung)  Die Schülerinnen und Schüler erstellen Lernplakate in Gruppen, beim Museumsgang hält jeder / jede einen Kurzvortrag.
<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>  Eine Gruppenarbeit zu Diamant, Graphit und Fullerene findet man auf den Internetseiten der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich: <a href="http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant">http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant</a> ,			

Zum Thema Nanotechnologie sind zahlreiche Materialien und Informationen veröffentlicht worden, z.B.:

FCI, Informationsserie Wunderwelt der Nanomaterialien (inkl. DVD und Experimente)

Klaus Müllen, Graphen aus dem Chemielabor, in: Spektrum der Wissenschaft 8/12

Sebastian Witte, Die magische Substanz, GEO kompakt Nr. 31

<http://www.nanopartikel.info/cms>

<http://www.wissenschaft-online.de/artikel/855091>

<http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/nanotechnologie/1191771>

<b>Jahrgangsstufe 11</b>		
<b>Leitthema: Chemie in Anwendung und Gesellschaft</b>		
<b>Knapp 1 Halbjahr</b>	<b>12 Wochen (bis Mitte Mai)</b>	<b>8 Wochen</b>
<i>Themenfeld A</i>	<i>Themenfeld C</i>	<i>Themenfeld B</i>
<b>Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie</b>	<b>Analytische Verfahren zur Konzentrationsbestimmung</b>	<b>Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie</b>
<i>Unterrichtsreihe</i>	<i>Unterrichtsreihe</i>	<i>Unterrichtsreihe</i>
<b>Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle und von der galvanischen Zelle zur Batterie</b>	<b>Quantitative Bestimmungen von Säuren oder Laugen in Technik und Lebensmitteln durch Titration</b>	<b>Vom fossilen Rohstoff über Ethen zu Anwendungsprodukten</b>
Unterrichtsgegenstände	Unterrichtsgegenstände	Unterrichtsgegenstände
Elektrolyse Redox-Reaktionen Galvanische Elemente Spannungsreihe der Metalle Standardelektrodenpotential, Additivität der Spannung Nernstsche Gleichung Batterien	Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen: Säure-Base-Begriff nach Brönsted, Autoprotolyse des Wassers, pH-, (pOH-)Wert, pK <sub>s</sub> - (pK <sub>B</sub> <sup>-</sup> ) Wert Einfache Endpunkttitration Titrationskurven (LK) Anwendung der Nernstschen Gleichung (LK) Löslichkeitsprodukt mit	Verknüpfung von Reaktionen zu Reaktionswegen Reaktionstypen: Substitution, <b>Addition</b> , <b>Eliminierung</b> , Polymerisation, Kondensation Aufklärung eines Reaktionsmechanismus (verbindlich nur für LK) Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenalkane, Ester

<p>Brennstoffzelle (Korrosion) Verweis auf Biologie: Nervenpotentiale</p>	<p>Leitfähigkeitstitrations (LK) Verweis auf Biologie: Auswirkung des sauren Regens</p>	
<p>Fachliche Qualifikationen</p>	<p>Fachliche Qualifikationen</p>	<p>Fachliche Qualifikationen</p>
<p>Aufstellen und Interpretieren von Redoxgleichungen und Teilgleichungen Herstellen von Beziehungen zwischen elektrochemischen Reaktionen und energetischen Aspekten Übertragen des Prinzips der Umkehrbarkeit auf elektrochemische Reaktionen quantitatives Arbeiten Mathematisierung quantitativer Versuchsergebnisse Umgang mit Messgeräten Arbeiten mit Tabellen Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten beim Umgang mit Gefahrstoffen und Elektrizität</p>	<p>Erkennen und Anwenden des Donator-Akzeptor-Prinzips Umgang mit Tabellen Umgang mit Messgeräten Beherrschung maßanalytischer Untersuchungsmethoden Fehlerbetrachtung und Bewertung von Messergebnissen Erfassung, Darstellung und Auswertung von Messwerten mit dem Computer Reflektion der Problematik von Grenzwertfestlegungen</p>	<p>Denken in molekularen Strukturen Umgang mit Strukturformeln und anderen Formeltypen Sicherer und sachgerechter Umgang mit Glasgeräten und Apparaturen in der organischen Chemie Aufstellen und Interpretieren von Diagrammen, Schemata etc. Verbalisieren von Reaktionsabläufen in der organischen Chemie</p>

<b>Jahrgangsstufe 12</b>	
<b>Leitthema : Chemische Forschung – Erkenntnisse, Entwicklungen und Produkte</b>	
<b>Theoriekonzept: Makromoleküle, Bausteine vieler Natur- und Kunststoffe</b>	
Natürliche Makromoleküle	Synthetische Makromoleküle
<p>Aufbau von Makromolekülen</p> <p>Monomere als Bausteine von Polymeren am Beispiel der Proteine</p> <p>Größe, Gestalt und Anordnung der Makromoleküle: fadenförmige Moleküle, Helix- und <math>\beta</math>-Faltblattstruktur, räumliche Faltung</p> <p>Molare Masse</p>	<p>Aufbau von Makromolekülen</p> <p>Größe, Gestalt und Anordnung der Makromoleküle: fadenförmige, verzweigte und vernetzte Moleküle</p>
<p>Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Polymeren</p> <p>Polykondensation</p>	<p>Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Polymeren</p> <p>Polymerisation</p> <p>Polykondensation</p> <p>Polyaddition</p>
<p>Struktur/Eigenschaftsbeziehungen</p> <p>Temperaturverhalten: Zersetzen, Denaturieren</p> <p>Verhalten gegenüber Säuren und Laugen</p> <p>Funktionen: Enzyme, Strukturproteine</p>	<p>Struktur/Eigenschaftsbeziehungen</p> <p>Temperaturverhalten: Schmelzen, Zersetzen</p> <p>Verarbeitung: Thermoplaste, Duroplaste Elastomere</p>
<p>Prozessorientierte Kompetenzen</p> <p>Schülerinnen und Schüler ...</p>	
<p>... vollziehen die Entwicklung von Theorien und die Übertragung theoretischer Kenntnisse in den Anwendungsbereich nach.</p> <p>... erkennen die Bedeutung theoretischen Wissens für Entwicklungen stellen sie Betrachtungen zum Verhältnis von Wertfreiheit und Anwendungsorientierung theoretischen Wissens an.</p>	

... entdecken, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Chemie Grundlage für die Ausübung vieler Disziplinen, Berufe und Tätigkeiten sind.

... lernen, dass die Wissenschaft Chemie einen Beitrag zur Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit unter dem Leitsatz „Nachhaltigkeit“ leistet.

... erkennen, dass Problemlösungen auf interdisziplinärer Basis gefunden werden müssen, um die ökologischen und ökonomischen Fragen globaler Dimension (Begrenztheit natürlicher Ressourcen und der ökologischen Belastbarkeit) zu bewältigen.

... erfahren, dass andere wissenschaftliche Disziplinen, die in der Wissenschaft Chemie hervorgebrachten Ergebnisse in vielfältiger Weise anwenden.

... werden befähigt, Nutzen und Missbrauch naturwissenschaftlich-technischer Entwicklungen begründet abzuschätzen und sachgerecht zu beurteilen.

## **Die Kriterien der Leistungsbewertung werden im Folgenden für die Sekundarstufe II differenziert beschrieben.**

In der Sekundarstufe II sind folgende Grundsätze der Leistungsbewertung (geltend für Grund- und Leistungskurse) festzuhalten:

- Leistungsbewertungen sind ein kontinuierlicher Prozess und umschließen alle im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten Leistungen
- Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten (vgl. Richtlinien und Lehrpläne)

### **Sonstige Mitarbeit**

Die in der Sekundarstufe I erwähnten Bewertungskriterien (mündliche, schriftliche und praktische Beiträge) bilden auch in der Sekundarstufe II die Grundlage für die sonstige Mitarbeit. Dabei nehmen die Hausaufgaben in der Oberstufe für die Vor- und Nachbereitung von Unterrichtsinhalten einen wesentlich höheren Stellenwert ein als in der Unter- und Mittelstufe und werden ebenfalls zur Bewertung der „Sonstigen Mitarbeit“ herangezogen.

### **Klausuren**

Die Richtlinien und Lehrpläne sehen vor, dass in den Klausuren inhalts-, methoden- und ggf. anwendungsbezogene Kenntnisse und Fähigkeiten nachgewiesen werden. Dabei zeichnen sich die Aufgabenarten immer durch eine Materialgebundenheit aus. „Die Aufgabenstellung sollte nach steigender Komplexität in Teilaufgaben gegliedert sein. Die Untergliederung darf jedoch nicht zu kleinschrittig erfolgen. In der Regel sind im Grundkurs 3 Teilaufgaben, im Leistungskurs je nach Komplexitätsgrad 3 bis 5 Teilaufgaben angemessen“ (siehe Richtlinien und Lehrpläne).

Folgende Anforderungsbereiche finden sich in den Klausuraufgaben wieder:

- Anforderungsbereich I (z.B. Wiedergabe von Kenntnissen / Reproduktion)
- Anforderungsbereich II (z.B. Anwenden von Kenntnissen / Reorganisation)
- Anforderungsbereich III (z.B. Problemlösen und Werten / Transfer)

Anzahl und Dauer der Klausuren in den Jahrgangsstufen (G8):

- Jahrgangsstufe 10: 1 Klausur pro Halbjahr, 2 Stunden
- Jahrgangsstufe 11: 2 Klausuren pro Halbjahr, GK 2 Stunden / LK 3 Stunden; eine Klausur kann durch eine Facharbeit ersetzt werden, die Note wird wie eine Klausurnote gewertet
- Jahrgangsstufe 12: 2 Klausuren pro Halbjahr, GK 3 Stunden / LK 4 Stunden

### **Zeugnisnote**

Die Zeugnisnote setzt sich in den Jahrgangsstufen 11 und 12 jeweils zu gleichen Teilen aus der „Sonstigen Mitarbeit“ und den Klausurnoten zusammen. Da in der Jahrgangsstufe 10 nur eine Klausur vorgesehen ist, wird die „Sonstige Mitarbeit“ stärker gewichtet (z.B. 2/3 SoMi, 1/3 Klausur).

## Nachhilfe und Förderung

Natürlich besteht das Bewusstsein, dass Chemie kein Unterrichtsfach ist, das jedem leicht fällt. Uns liegen aber nicht nur die Schülerinnen und Schüler am Herzen, denen es leicht fällt chemische Problemstellungen nachzuvollziehen und Lösungsstrategien zu entwickeln.

Erfahrungsgemäß lässt sich relativ schnell bemerken, dass Schülerinnen Lücken in konzeptbezogenen Kompetenzen aufweisen. Glücklicherweise haben Joachim Nentwig, Manfred Kreuder und Karl Morgenstern uns mit ihren „Lehrprogramm Chemie I und II“ eine Arbeitshilfe an die Hand gegeben, die es uns ermöglicht schnell gezielt und individuell diese Lücken zu bearbeiten. Diese beiden Bücher verwenden die Methoden des programmierten Unterrichtes. Sie sind nicht dogmatisch linear (nach Skinner) oder verzweigt (nach Crowder) programmiert, sondern die Methoden wurden dem Lernstoff optimal angepasst. Die Programme sind thematisch in sich geschlossen und können unabhängig voneinander bearbeitet und auch in der Mitte, wenn im Unterricht nicht behandelte Begriffe auftauchen, beendet werden. Die Programme arbeiten mit Lob. Den Schülerinnen und Schülern macht die Bearbeitung so viel Spaß, dass schon die Frage gestellt wurde, ob noch weitere Programme bearbeitet werden dürften. Die beiden Bände sind sowohl für die Sek. I als auch die Sek. II geeignet. Da nach der Bearbeitung die fehlenden konzeptbezogenen Kompetenzen erworben wurden, empfehlen wir das Buch nicht zur Anschaffung, sondern haben es in der Mediothek unter Lernhilfen zur Verfügung gestellt. Im Folgenden sind die Programme benannt, die die Obligatorik der Lernpläne beinhalten.

### Band 1

1. Programm : Einführung. Die Chemie als Naturwissenschaft - chemische und physikalische Vorgänge - die chemische Verbindung
2. Programm: Die Luft. Zusammensetzung der Luft - Sauerstoff und Stickstoff - Reaktionen mit Sauerstoff - Luftverflüssigung - Gewinnung von Stickstoff und Sauerstoff
3. Programm: Sauerstoff. Elektrolyse des Wassers - chemische Elemente - der Verbrennungsvorgang - Katalyse und Katalysatoren - Atmung - Gesetz von der Erhaltung des Stoffs
4. Programm: Das Wasser. Kreislauf des Wassers - Dichte des Wassers - Temperaturskala nach Celsius - hartes und weiches Wasser - Destillation - Elektrolyse des Wassers
5. Programm: Wasserstoff. Eigenschaften - Darstellung im Laboratorium und in der Technik - Anwendung - Vorsichtsmaßnahmen - Oxidation und Reduktion
6. Programm: Theoretische Grundlagen (I). Chemische Vorgänge - Synthese - Analyse - Elemente und Verbindungen - Metalle und Nichtmetalle - chemische Symbole von Elementen - Reaktionsgleichungen - Atome und Atombau
7. Programm: Theoretische Grundlagen (II). Atom und Molekül - Reaktionsgleichungen - zweiatomige Gase - Wertigkeit - Strukturformeln - Summenformeln - Ionen - Ionenbindung - Atombindung

8. Programm: Natrium und Kalium. Schwermetalle und Leichtmetalle - Eigenschaften von Natrium und Kalium - Reaktion mit Wasser - Hydroxide - Laugen - Indikatoren - Elektrolyse von Natriumchlorid - Schmelzelektrolyse von Natriumchlorid
9. Programm: Theoretische Grundlagen (III). Stöchiometrische Berechnungen - Stoffmenge - Mol - molare Masse
10. Programm: Theoretische Grundlagen (IV). Verhalten von Gasen - Beziehungen zwischen Druck und Volumen - Verhalten bei Temperaturänderungen - Normzustand - molares Volumen - Lehrsatz von Avogadro
11. Programm: Theoretische Grundlagen (V). Säuren, Basen, Salze - Dissoziation - Indikatoren - Säurereste - Neutralisation - ein- und mehrbasige Säuren - Hydrogensealze - exotherme und endotherme Reaktionen
12. Programm: Der Schwefel und seine Verbindungen (I). Eigenschaften - Modifikationen - Oxide - Schwefelwasserstoff - Sulfide - Gewinnung von Schwefeldioxid - Oxidation von Schwefelwasserstoff - Nachweis von Sulfiden - Säureanhydride - Schwefelsäure und Schweflige Säure - Sulfite und Sulfate
14. Programm: Theoretische Grundlagen (VI). Äquivalent - Äquivalentzahl - Äquivalent-Stoffmenge - Massenkonzentration - Stoffmengenkonzentration - Äquivalentkonzentration - Maßlösung - Titration - Massenanteil - Maßanalyse - Alkalimetrie - Acidimetrie - quantitative und qualitative Analysen
15. Programm: Kohlenstoff (I). Eigenschaften - Modifikationen - Aktivkohle und Adsorption - Kohlenmonoxid - Kohlendioxid - Kohlensäure - Carbonate - technische Gewinnung von Kohlendioxid
16. Programm: Kohlenstoff (II). Kohlensäure und Carbonate, - Sodaherstellung nach dem Leblanc-Verfahren - saure Salze - Natriumhydrogencarbonat, Kaliumcarbonat, Calciumcarbonat
17. Programm: Kohlenstoff (III). Brennen von Kalk - gelöschter Kalk - hartes und weiches Wasser - Mörtel - Nachweis von Carbonaten
18. Programm: Organische Chemie (I). Definition - Kohlenwasserstoffe - ungesättigte Verbindungen - aliphatische und aromatische Verbindungen - Benzol - Alkohole - Phenol - Ether - Tetrachlorkohlenstoff
19. Programm: Organische Chemie (II). Amine - Anilin - Essigsäure - Veresterung - Erdöl und Kohle - alkoholische Gärung - Kohlearten - Koksherstellung und Gasgewinnung - Nahrungsmittel
20. Programm: Stickstoff (I). Vorkommen - Ammoniak - Ammoniumsalze - thermische Dissoziation - chemischer Vorgang beim Löten - Nachweis von Ammoniumverbindungen
21. Programm: Stickstoff (II). Haber-Bosch-Verfahren - Generatorgas und Wassergas -- Solvay-Verfahren zur Sodaherstellung - Ammoniumsalze als Düngemittel - Salpetersäure - Oxidation des Ammoniaks
- (22. Programm: Stickstoff (III). Stickoxide - Nitrate - Gewinnung von Salpetersäure - Salpetrige Säure - Nitrite – Nachweisreaktionen)
23. Programm: Chlor und seine Verbindungen. Eigenschaften - Gewinnung - Chlorwasserstoff - Nachweis von Chloriden

(25. Programm: Eisen (I). Oxidische und sulfidische Eisenerze - Rösten von Pyrit - der Hochofen - chemische Vorgänge im Hochofen – Zuschläge)

## **Band 2**

1. Programm: Der Aufbau der Atome. Protonen, Neutronen, Elektronen - Atomkern, Elektronenhülle - Elektronenschalen - Kernladungszahl - Masse der Atome - Isotope - Isotopengemisch - radioaktiver Zerfall - radioaktive Strahlung - Halbwertszeit.
2. Programm: Die chemische Bindung (I). Edelgaskonfiguration - Ionenbindung - Kationen, Anionen - Ionengitter - Ionenwertigkeit - Atombindung - Atomwertigkeit - Metallbindung - Komplexverbindungen.
3. Programm: Das chemische Gleichgewicht. Elektrolyte, Nichtelektrolyte - elektrolytische Dissoziation - Dissoziationsgrad - Dissoziationsgleichgewicht - Dissoziationskonstante - Massenwirkungsgesetz - Ionenprodukt des Wassers -pH-Wert - Pufferlösung - Hydrolyse - Löslichkeitsprodukt.
4. Programm: Das Periodensystem der Elemente. Perioden und Gruppen im Zusammen-hang mit dem Atombau - Hauptgruppen - Nebengruppen - Kurzperiodensystem - Langperiodensystem - Lanthanoide - Actinoide - Chemische Ei-genschaften der Hauptgruppenelemente, ihrer Hydroxide, Sauerstoff- und Wasserstoffverbindungen im Zusammenhang mit der Stellung des Elements im Periodensystem.
6. Programm: Elektrochemische Spannungsreihe. Oxidation, Reduktion im Zusammenhang mit Elektronenübertragung - Reduktions- und Oxidationsmittel - Oxidationskraft - Normalpotential - Spannungsreihe - Redoxreaktionen unter Anwendung der Spannungsreihe.
7. Programm: Oxidationszahl, Redoxreaktionen. Regeln zur Ermittlung der Oxidationszahlen - Anwendung der Oxidationszahländerung bei der Aufstellung schwieriger Redoxreaktionen.
8. Programm: Kohlenwasserstoffe (I). Kettenförmige Kohlenwasserstoffe - homologe Reihe - Isomerie - cyclische Kohlenwasserstoffe - ungesättigte Kohlenwasserstoffe - Hydrierung - Dehydrierung - Polymerisation - Acetylen.
10. Programm: Halogenverbindungen (I). Einfache Chlorverbindungen - Nomenklatur -Substitution - Halogenierung - Kern- und Seitenkettenchlorierung bei Aromaten.
11. Programm: Halogenverbindungen (II). Addition von Halogenen und Halogenwasserstoffen an Mehrfachbindungen - Fluorkohlenwasserstoffe - Eigenschaften und Verwendung von Halogenkohlenwasserstoffen - funktionelle Gruppe -Reaktionen mit Halogenkohlenwasserstoffen - Grignard-Verbindungen -Nachweis von organischen Halogenverbindungen.
12. Programm: Die Hydroxygruppe. Primäres, sekundäres, tertiäres und quartäres Kohlenstoffatom - primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole - Nomenklatur -Synthese und Eigenschaften einfacher Alkohole - Benzylalkohol - mehr-wertige Alkohole
14. Programm: Die Carbonylgruppe (I). Ketone und Aldehyde, Nomenklatur - Synthese aus Alkoholen - Acetonsynthesen - Oxosynthese - Eigenschaften von Aldehyden
15. Programm: Die Carbonylgruppe (II). Reduktion und Oxidation von Carbonylverbindungen - Additionsreaktionen - Bisulfit-Addukte

16. Programm: Die Carbonylgruppe (III). Polymerisation von Formaldehyd und Acetaldehyd - Aldolkondensation - Cannizzaro-Reaktion - Aldol- und Cannizzaro-

17. Programm: Die Carboxygruppe. Wichtige Carbonsäuren - Fettsäuren - Darstellung von Carbonsäuren - Essig - Dicarbonsäuren - ungesättigte Carbonsäuren - cis-trans-Isomerie - Halogencarbonsäuren - Hydroxycarbonsäuren - asymmetrisches Kohlenstoffatom - optische Isomerie.

18. Programm: Carbonsäurederivate (I). Ester - Darstellung von Estern - Veresterung -Verseifung - Veresterungsgleichgewicht - Vorkommen und Verwendung von Estern - Säurechloride - Darstellung und Reaktionen von Säurechloriden.

23. Programm: Synthetische Polymere. Begriff des Makromoleküls - Polymerisation -Mischpolymerisate - Verarbeitung von Thermoplasten - synthetische Fasern - Polyamide - Polyester - Polycarbonate - Vernetzung von Polymeren-ungesättigte Polyesterharze - Polyaddition, Isocyanate - Polymere mit Kautschukeigenschaften.

24. Programm: Naturstoffe Eiweiß - Fette - Kohlenhydrate

Neben der Aufarbeitung von Schwächen bei den konzeptionellen Kompetenzen sollen natürlich auch die Begabtenförderung nicht vernachlässigt werden. Dazu bietet das Institut für Didaktik der Chemie an der Uni Dortmund den Schülerinnen und Schülern vielfältige Möglichkeiten, sich frühzeitig vor dem Ende Ihrer Schulzeit über die Inhalte der dazu gehörenden Studiengänge und den sich daraus ergebenden Berufsfeldern zu informieren. Unsere Schülerinnen und Schüler haben schon mehrfach erfolgreich an Schülerpraktika im Bereich der Chemie an der Uni Dortmund teilgenommen. In Kooperation mit der Uni Dortmund besteht die Möglichkeit, Facharbeiten zuschreiben. Von dieser Möglichkeit ist in der Vergangenheit schon Gebrauch gemacht worden. Dabei ging die Kooperation sogar bis zur Uni Potsdam.

Jedes Jahr werden Vorbereitungsseminare für die bevorstehende Chemieolympiade durchgeführt. Auf dieses Vorbereitungsseminar werden unsere Schüler hingewiesen. Einige Schülerinnen und Schüler haben daran auch schon teilgenommen.

Eine offizielle Schulpatenschaft besteht zwischen der Chemie des FBGs und Herrn Professor Dr. Ralle, Direktor des Instituts der Didaktik der Chemie der Universität Dortmund.