

# **Schulinterner Lehrplan Chemie für die gymnasiale Oberstufe**

## **Städtisches Gymnasium Bad Laasphe**

### **Das Fach Chemie am Städtischen Gymnasium Bad Laasphe**

Das Fach Chemie hat traditionell einen hohen Stellenwert am Städtischen Gymnasium Bad Laasphe, so dass gewöhnlich mehr als zwei Drittel eines Schülerjahrgangs sich in ihrer Fächerwahl für dieses Fach entscheiden. In der Regel werden in der Einführungsphase drei Grundkurse eingerichtet, aus denen sich für die Q-Phase meistens ein Leistungs- und zwei Grundkurse entwickeln. Der Unterricht findet im 60-Minuten-Takt statt. Grundkurse werden in drei Quartalen zweistündig und in einem Quartal dreistündig unterrichtet. Leistungskurse werden in drei Quartalen vierstündig und in einem Quartal dreistündig unterrichtet.

Die hohe Akzeptanz des Faches Chemie gründet sich auf der konsequent und kontinuierlich experimentell ausgerichteten Anlage des Faches seit der Mittelstufe. Mit steigendem Alter der Schüler fließen zielgerichtet immer mehr Grundlagen wissenschaftspropädeutischen Arbeitens in den Unterricht ein. So erklärt sich auch die in der Regel vergleichsweise hohe Zahl an (fast immer) experimentell ausgerichteten Facharbeiten im Fach Chemie.

In der Qualifikationsphase wird regelmäßig ein Projektkurs im Referenzfach Chemie zum Thema "Kriminalistik" angeboten. Hier ist wöchentlich eine Unterrichtsstunde im Stundenplan verortet. Die übrige Arbeitszeit (30 Minuten pro Woche) wird auf andere Weise geleistet, z.B. in Form von Exkursionen oder Workshops.

### **Entscheidungen zum Unterricht**

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, Schülerinnen und Schülern Lerngelegenheiten zu ermöglichen, so dass alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans von ihnen erfüllt werden können.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene. Das Übersichtsraaster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann.

# Einführungsphase

## Übersicht:

Quartal	Unterrichtsvorhaben	Umfang	Themenfelder / Inhaltsfelder	Klausuren
<b>EF1-1</b>	Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs	4 U.-Std. *)	Kohlenstoffverbindu ngen	1
<b>EF1-1 und EF 1-2</b>	Vom Alkohol zum Aromastoff	28 U.-Std.	Kohlenstoffverbindu ngen	
<b>EF2-1</b>	Gleichgewichtsreaktionen und Steuerung chemischer Reaktionen	18 U.-Std.	Gleichgewichtsreakti onen	1
<b>EF2-2</b>	Kohlenstoffdioxid und das Klima – Bedeutung der Ozeane	10 U.-Std.	Stoffkreisläufe in der Natur; Gleichgewichtsreakti onen	1

\*) Die Länge der Unterrichtsvorhaben orientieren sich nicht an Quartalsgrenzen. Aus diesem Grund sind auch die Umfänge nicht gleichmäßig verteilt. Anpassungen, auch bedingt durch die ungleichmäßige Verteilung der Stundenzahlen in den Quartalen, sind unbedingt notwendig.

**Unterrichtsvorhaben I: Nicht nur Graphit und Diamant –  
Erscheinungsformen des Kohlenstoffs  
Inhaltlicher Schwerpunkt: Kohlenstoffverbindungen und  
Gleichgewichtsreaktionen  
Basiskonzept(e): Struktur – Eigenschaft: Kohlenstoffchemie**

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p>...nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).</p> <p>...stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).</p> <p>...erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7).</p> <p>... beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a Fullerene) (UF4).</p>	<p>Der Einstieg dient zur Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre mit Schwerpunkt kovalente Bindungen. Erfahrungen mit Alkanen werden herangezogen. Wesentliche Begriffe und Konstrukte sind Atombau, Bindungslehre, Kohlenstoffatom, einfache Kohlenwasserstoffe und das Periodensystem der Elemente. Im Bereich Medien ist unter anderem auf den Molekülbaukasten zurückzugreifen.</p> <p>Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen Bindungsmodelle deutlich. Es ist jedoch deutlich herauszuarbeiten, dass es hier um Besonderheiten geht, welche im weiteren Unterrichtsverlauf keine zentrale Rolle spielen. Methodisch sollte hier auf eine Gruppenarbeit „Graphit, Diamant und Fullerene“ gemäß der unten angeführten Literatur erfolgen.</p>
<p>... recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</p> <p>... stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).</p> <p>... bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).</p>	<p>Unter vorgegebenen Rechercheaufträgen können die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung).</p> <p>Konkrete Rechenschwerpunkte sind neue Materialien aus Kohlenstoff und Probleme der Nanotechnologie (z.B. Kohlenstoff-Nanotubes in Verbundmaterialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit in Kunststoffen), konkret Aufbau, Herstellung, Verwendung, Risiken, Besonderheiten, „Was ist Nano?“.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler entscheiden sich für eine sinnvolle Art der Präsentation der Rechercheergebnisse. Möglich sind hier Poster, Museumsgang, Bildschirmpräsentation, Modelle, etc. Die Präsentation ist nicht auf Materialien aus Kohlenstoff beschränkt.</p>

**Unterrichtsvorhaben II: Vom Alkohol zum Aromastoff**  
**Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische und anorganische**  
**Kohlenstoffverbindungen; Gleichgewichtsreaktionen**  
**Basiskonzepte (Schwerpunkte): Struktur-Eigenschaft, Donator-Akzeptor**

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<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>...erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u. a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).</p>	<p>Auf dieser Ebene findet noch kein Synthesebegriff für die Aromastoffe statt.</p>
<p>...benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3).</p>	<p>Die Darstellung der räumlichen Struktur von Molekülen wird durch den Einsatz von Molekülbaukästen unterstützt.</p>
<p>...ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3).</p>	<p>Die behandelten Stoffklassen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alkohole</li> <li>- Aldehyde</li> <li>- Ketone</li> <li>- Carbonsäuren</li> <li>- Ester</li> </ul>
<p>... beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p> <p>... analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt und korrigieren sachlich fundiert unzutreffende Aussagen (K4).</p> <p>...recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen die Eigenschaften und Verwendung ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</p>	<p>An dieser Stelle wird die experimentelle Gärung und Destillation empfohlen.</p>
<p>...erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u. a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).</p> <p>...stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu den Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).</p>	<p>Es bieten sich Schülereperimente zur Löslichkeit von Naturstoffen in Alkohol(en), Wasser und Alkanen an, z. B. Kümmel, Anis, Petersilie, ...</p>

<p>...dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u. a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (K1).  ...nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).</p>	
<p>...erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2).  ...beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6).  ...führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und ...protokollieren die Beobachtungen (u. a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).  ...wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3).</p>	<p>Als Oxidationsmittel für Alkohole sollte mindestens Kupferoxid verwendet werden. Zum Nachweis der Aldehydgruppe eignen sich Tollensprobe (Silberspiegelprobe) und Fehlingsche Probe.</p>
<p>...ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion zu (UF1).</p>	<p>Hier empfiehlt sich die Thematisierung der unterschiedlichen Löslichkeiten der Edukte und des Produktes (Ester) in Wasser.</p>
<p>...erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5).  ...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>Experimentelle Erstellung eines Gaschromatogramms ist nicht zwingend erforderlich.</p>

**Unterrichtsvorhaben III: Steuerung chemischer Reaktionen**  
**Inhaltlicher Schwerpunkt: Gleichgewichtsreaktionen**  
**Basiskonzepte: Chemisches Gleichgewicht: Reaktionsgeschwindigkeit,**  
**Beeinflussung von Gleichgewichtsreaktionen, Massenwirkungsgesetz. Energie:**  
**Aktivierungsenergie und Reaktionsdiagramm, Katalyse**

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p>...planen quantitative Versuche (u. a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Beobachtungen und die Ergebnisse (E2, E4).</p> <p>...interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u. a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5).</p> <p>...formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3).</p> <p>...erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u. a. Stoßtheorie für Gase) (E6).</p> <p>...beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</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>Die Verknüpfung experimenteller Ergebnisse, graphischer Auswertung und mathematischer Interpretation sind wichtig.</p> <p>In vielen Kontexten empfiehlt sich die Stoßtheorie als einfache Veranschaulichung.</p> <p>Autokatalyse sollte als wichtiges Beispiel einer besonderen Katalyse bearbeitet werden.</p> <p>Bei der mathematischen Behandlung der Reaktionsgeschwindigkeit empfiehlt sich enge Zusammenarbeit mit den Mathematiklehrern.</p>

... erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1).  
... erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3).  
... formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3).  
... interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4).  
... beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6).  
... dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u. a. zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts) (K1).  
... stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1).  
... beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).

Zentrale Beispiele sind  
- Veresterung und Esterspaltung (Anknüpfung an ältere Unterrichtsinhalte)  
- Ammoniaksynthese (praktische und geschichtliche Bedeutung)  
- Kohlensäure-Gleichgewicht (Hinführung auf das Thema Stoffkreisläufe)

Rechnerische Beispiele für das Massenwirkungsgesetz sollen immer wieder in den Unterricht einfließen, sollten aber keinen zu zentralen Stellenwert einnehmen.

**Einführungsphase Unterrichtsvorhaben IV: Kohlenstoffdioxid und  
das Klima – Bedeutung der Ozeane**  
**Inhaltlicher Schwerpunkt: Stoffkreislauf in der Natur**  
**Basiskonzept: Chemisches Gleichgewicht: Stoffkreislauf**

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p>... unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).</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>Als Einstieg bietet sich z. B ein Schülerreferat zum Thema oder die Erarbeitung der Sachinformationen u.a. durch Zeitungsartikel, Lehrtext im Schulbuch oder Internetrecherche an.</p> <p>Bei der Benennung der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Quellen kann eine implizite Wiederholung für die Aufstellung von Reaktionsgleichungen (Verbrennung von Alkanen und Kohle) und für die Größen Stoffmenge <math>n</math>, Masse <math>m</math> und molarer Masse <math>M</math> durchgeführt werden.</p> <p>Durch Berechnungen kann gezeigt werden, dass der CO<sub>2</sub>-Anteil in der Atmosphäre eigentlich größer sein müsste</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>... führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u. a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p> <p>... planen quantitative Versuche (...), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Beobachtungen und die Ergebnisse (E2, E4).</p>	<p>Die Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser wird (mindestens qualitativ) bestimmt. Dabei sollte auch auf die unvollständige und umkehrbare Reaktion von CO<sub>2</sub> mit Wasser zu Kohlensäure eingegangen werden.</p> <p>Analog zur Bestimmung der Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser kann auch die Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in leicht alkalischen Lösungen bestimmt werden.</p>



<p>... formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u. a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3)</p> <p>... veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3).</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>... dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u. a. zur Untersuchung zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1).</p>	<p>Anknüpfung an Unterrichtsvorhaben III: Carbonat-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht und dessen Beeinflussung</p> <p>Die wechselseitige Beeinflussung der unterschiedlichen Gleichgewichte an denen Kohlenstoffdioxid, Kohlensäure, Hydrogencarbonat und Carbonat beteiligt sind, kann hier vertiefend behandelt werden.</p>
<p>... beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Modellen am Beispiel der Prognosen zum Klimawandel (E7).</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>... recherchieren Informationen (...) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4).</p> <p>... beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz der prognostizierten Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3).</p>	<p>Hier können z.B. ältere Prognosen mit heutigen Klimadaten verglichen werden. Möglichkeit der Vergabe von Referaten, Internetrecherche oder Erarbeitung aus Sachtexten (Zeitschriften, Schulbuch o.ä.).</p>

## Qualifikationsphase

### Übersicht:

Halbjahr	Unterrichtsvorhaben	Umfang	Themenfelder / Inhaltsfelder	Klausuren
Q1-1	I, II, IIIa)	I + II: 28 [56] U.-Std. IIIa): 8[16] U.-Std.	Mobile Energiequellen, Elektrochemische Gewinnung von Stoffen, Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse, Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen, Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen, Titrationsmethoden im Vergleich	2
Q1-2	IIIb), IV	IIIb) : 17 [34] U.-Std. IV: 22 [40] U.-Std.	Organische Verbindungen und Reaktionswege, Organische Werkstoffe	2 **)
Q2-1	V und VI	34 [68] U.-Std.	Organische Werkstoffe, Farbstoffe und Farbigkeit	2
Q2-2	I – VI (Wiederholung/Vertiefung)	20 [40] U.-Std.	Wiederholungen und Vertiefungen	1+Abitur

\*) Die Länge der Unterrichtsvorhaben orientieren sich nicht an Quartalsgrenzen. Aus diesem Grund sind auch die Umfänge nicht gleichmäßig verteilt. Anpassungen, auch bedingt durch die ungleichmäßige Verteilung der Stundenzahlen in den Quartalen, sind unbedingt notwendig.

\*\*) Alternativ kann statt der ersten Klausur im 2. Halbjahr eine Facharbeit im Fach Chemie geschrieben werden.

*Im Folgenden bezieht sich alles in [eckigen Klammern] geschriebene nur auf Leistungskurse.*

# Unterrichtsvorhaben I: Mobile elektrische Energiequellen

**Inhaltlicher Schwerpunkt:** Mobile Energiequellen

**Basiskonzepte:** Donator-Akzeptor, chemisches Gleichgewicht, Energie

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p>... erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).                      ... beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1).                      ... berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3).                      ... erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).                      ... entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen [und Nichtmetallen/Nichtmetallionen] (E3).                      ... planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5).                      ... [entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3)]                      ... dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).                      ... stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p>	<p><b>Fachinhalte: Redox-Reaktionen, Galvanische Zellen, Spannungsreihe</b></p> <p>Verpflichtend: Daniell-Element, auch im Schülerversuch</p> <p>Systematische Schreibweise mit Teilreaktionen und Gesamtreaktion</p> <p>Wichtige Begriffe: Oxidation, Reduktion, Anode, Kathode</p> <p>Systematische Verwendung umfangreicher Tabelle mit Standardelektrodenpotentialen (auch in Klausur). SuS können auch ohne Tabellen mindestens die Elemente Zn, Fe, Cu und Ag anordnen</p> <p>Verschiedene praktische Typen von Halbzellenkombinationen werden besprochen, darunter mindestens solche mit Diaphragma und mit Salzbrücke.</p> <p>Verknüpfung zum Thema Säuren ("Welche Metalle reagieren mit Säuren?")</p> <p>Behandlung der Standardwasserstoffelektrode</p>
<p>... [berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2).]                      ... [planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4).]</p>	<p><b>Fachinhalte: Nernst'sche Gleichung</b>                      nur für Leistungskurs verpflichtend.</p> <p>Herleitung erfolgt i. d. R. an Konzentrationsketten.</p> <p>Keine Beschränkung auf reine Metall/Metallionen-Systeme.</p> <p>[Verpflichtend für den Leistungskurs: Silberchloridhalbzelle.]</p>
<p>... erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).                      ... erläutern die Umwandlung von chemischer Energie</p>	<p><b>Fachinhalte: Batterietypen, Akkus</b></p> <p>Verpflichtend:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zink-Kohle (Zink-Luft)-Batterie</li> <li>[- Lithium-Mangandioxid-Batterie]</li> <li>- Lithium-Ionen-Akku</li> </ul> <p>(Die Behandlung ist auch in Klausuraufgaben möglich)</p>

<p>in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6) analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5)</p> <p>... [recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).]</p> <p>... argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p> <p>... diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4).</p>	<p>Intensiver Einsatz von Referaten geeignet.</p> <p>Gute Recherchemöglichkeiten via Internet.</p>
<p>... argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p> <p>... erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).</p> <p>... vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle[, Alkaline-Zelle]) (B1).</p> <p>... diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4).</p> <p>... [diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4).]</p> <p>... [erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3).]</p> <p>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</p> <p>... [recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).]</p>	<p><b>Fachinhalte: Brennstoffzelle</b></p> <p>Experimentelle Umsetzung als Umkehrung der Wasserelektrolyse nach Hofmann möglich.</p> <p>Einsatz möglichst aktueller Presseartikel sinnvoll.</p> <p>Verbildliche Behandlung saurer und alkalischer Brennstoffzell-Typen. Konkretisierter Einsatz einer Brennstoffzelle im Automobil und Eigenheim.</p> <p>Gute Recherchemöglichkeit im Blick auf Fragen zu Umwelt- und Ressourcenschonung.</p>

## Unterrichtsvorhaben II: Elektrische Energie für chemische Reaktionen

**Inhaltlicher Schwerpunkt:** Elektrochemische Gewinnung von Stoffen, Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse, Mobile Energiequellen

**Basiskonzepte:** Donator-Akzeptor, chemisches Gleichgewicht, Energie

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p>... beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>... deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4).</p> <p>... erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6)</p> <p>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5)</p> <p>... dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p> <p>... erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</p>	<p><b>Fachinhalte: Elektrolysen, Zersetzungsspannung</b></p> <p>Verbildlich: Zink-Iod-System als Akku mit Laden und Entladen. Vergleich mit direkter chemischer Reaktion von Zink und Iod - auch unter energetischen Gesichtspunkten.</p> <p>Das Thema Zersetzungsspannung wird auch im Grundkurs behandelt. Tiefere mathematische Zusammenhänge sind (auch im Leistungskurs) nicht notwendig.</p>
<p>... erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).</p> <p>... [werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5)]</p> <p>... [schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6).]</p>	<p><b>Fachinhalte: Die Faradayschen Gesetze</b></p> <p>Experimentelle Herleitung am Hofmannschen Wasserzersetzungsgesetz bei gleichzeitiger Wiederholung des Gesetzes von Avogadro. Keine temperaturabhängige Formulierung des Faradayschen Gesetzes mit allgemeiner Gaskonstante notwendig. Allgemeinste Formulierung <math>n \cdot z \cdot F = t \cdot I</math></p>
<p>... beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>... deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4).</p> <p>... [werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5)]</p> <p>... dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p>	<p><b>Fachinhalte: technisch wichtige Elektrolysen</b></p> <p>Verbindliche Behandlung von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chloralkali-Elektrolyse in Grund- und Leistungskurs</li> <li>- [Aluminiumherstellung im Leistungskurs]</li> </ul> <p>Die Behandlung ist auch in Klausuraufgaben möglich.</p>
<p>... erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge [und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode)] (UF1, UF3).</p> <p>... diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2).</p>	<p><b>Fachinhalte: Korrosion und Korrosionsschutz, Galvanotechnik</b></p> <p>Verbildliche Behandlung von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Säurekorrosion und</li> <li>- Sauerstoffkorrosion</li> </ul>

<p>... [bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).]</p>	<p>an jeweils mindestens einem Beispiel im Schülerversuch.</p> <p>Zum Thema Galvanotechnik ist ein Besuch bei Firma EJOT möglich.</p>
--	---

## Unterrichtsvorhaben III: Säuren und Basen in Natur und Alltag

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

**Basiskonzepte: Struktur-Eigenschaft:** Merkmale von Säuren bzw. Basen, Leitfähigkeit;  
**Chemisches Gleichgewicht:** Autoprotolyse des Wassers, pH-Wert, Stärke von Säuren und Basen;  
**Donator-Akzeptor:** Säure-Base-Konzept von Brønsted, Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen, pH-metrische Titration; **Energie:** Neutralisationswärme

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p>...stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),                      ...identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),                      ...zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7).</p>	<p>Zur Einführung in den Themenbereich eignet sich die Betrachtung eines Alltags- oder Naturphänomens. Z.B. Reinigungsmittel oder „Saurer Regen“. An einem Beispiel sollte dann die Säure-Base-Theorie nach Brønsted erarbeitet werden. Dabei sollte herausgearbeitet werden, dass eine grobe Einteilung in sauer, neutral und alkalisch bei einigen Anwendungen häufig nicht ausreicht. In Experimenten sollen die SuS Produkte aus Alltag und Natur untersuchen und die erarbeitete Theorie bei deren Auswertung anwenden. Die Schreibweise HAc wird eingeführt. Als Versuch bietet sich die Untersuchung der Leitfähigkeit beim Verdünnen konzentrierter Essigsäure an.</p>
<p>...erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1).                      ...erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6),                      [...erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6),]</p>	<p>Um den Begriff pH-Wert genau zu definieren, sollte die Autoprotolyse des Wassers besprochen werden. An dieser Stelle bietet es sich an, die Leitfähigkeit von Ionenlösungen zu wiederholen.</p>
<p>...erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3),                      ...interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des <math>K_S</math>-Wertes (UF2, UF3),                      ...klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von <math>K_S</math>-, <math>K_B</math>- und <math>pK_S</math>-, <math>pK_B</math>-Werten (UF3),                      ...machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von <math>K_S</math>- und <math>K_B</math>-Werten und von <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-</p>	<p>Nachdem der pH-Wert definiert ist, soll nun der Unterschied in den Säurestärken (Basestärken analog) genauer untersucht werden. Als Beispiel kann dafür der Vergleich der pH-Werte von Salzsäure und Essigsäure gleicher Konzentration dienen. Dies kann mit Hilfe eines pH-Meters geschehen. Das Massenwirkungsgesetz dient zur Herleitung der <math>pK_S</math>-Wert Berechnung.</p>

<p>Werten (E3).</p> <p>...berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2),  ...berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren [und entsprechender schwacher Basen] mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2),  ...beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).</p>	<p>pH-Wertberechnungen werden an mehreren Beispielen geübt. Die Berechnung von mittelstarken Säuren und Basen ist nicht obligatorisch. Mit Hilfe der berechneten Ergebnisse sollen die SuS Produkte aus Natur und Umwelt beurteilen können.</p>
<p>...recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4),  [...erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse(E3, E6),]  ...planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),  ...erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),  ...beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3),  [...nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktbestimmung (K2).]  [...bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5), ]  ...bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1),  ...bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4),  [...beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).]</p>	<p>In diesem und den nächsten Themenbereichen liegt der Schwerpunkt auf dem experimentellen Erarbeiten der Sachverhalte rund um Natur und Alltag. Neutralisationswärme, Endpunkttitration mit verschiedenen Indikatoren, Leitfähigkeitstitrationsen, sowie die exemplarische pH-metrische Titration sollten in Schülerversuchen erfahrbar gemacht werden.  Als Indikatoren sollten mindestens Phenolphthalein, [Bromthymolblau,] Methylrot und Universalindikator bekannt sein.</p>
<p>...beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstittation (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4,E5),  ...dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstittation und einer pH-metrischen</p>	<p>Die Leitfähigkeitstittation sollte mindestens am Beispiel Salzsäure mit Natronlauge durchgeführt werden.  Als Anwendung kann man den Härtegrad von Wasser untersuchen.</p>



Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1).	
<p>[...beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts(E5),]  ...dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),  [...beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3),]  [...vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstiteration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4).]</p>	<p>Die Fehleranalysen bei den jeweiligen Titrationsmethoden soll den SuS helfen Vor- und Nachteile der Methoden einzuschätzen.  Bei der Auswertung der Titrationskurven sollte der GTR zum Einsatz kommen.</p>

## Unterrichtsvorhaben IV: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt

**Inhaltlicher Schwerpunkt:** Organische Verbindungen und Reaktionswege

**Basiskonzepte:** Struktur-Eigenschaft, chemisches Gleichgewicht, Energie

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p>... erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).</p> <p>... verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>... erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1).</p> <p>... erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p> <p>... verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>... erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p>	<p><b>Fachinhalte: Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe</b></p> <p>Die Einführung in den Themenbereich erfolgt über eine Abfrage des Alltagswissens bezüglich Erdöl, hier schwerpunktmäßig zu Verwendungen und Eigenschaften, der Aspekt „begrenzter Rohstoff“ soll an späterer Stelle vertiefend behandelt werden. Methodisch kann eine Mind-Map in Verbindung mit einer Kartenabfrage erfolgen.</p> <p>Die fraktionierte Destillation von Erdöl wird anhand von Arbeitsblättern, Folien und kleinen Filmchen z. B. (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Mfh11CMr4cU">https://www.youtube.com/watch?v=Mfh11CMr4cU</a>) oder Ähnliches behandelt.</p> <p>Es erfolgt eine Wiederholung/Einführung, der Nomenklatur wesentlicher Kohlenwasserstoffe, konkret Alkane, Cycloalkane, Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der Mesomerie), Alkohole. Der Einsatz des Molekülbaukastens ist verpflichtend. Hier werden die Begriffe Dipol, Atombindung, v.d.Waals-Kräfte, Isomerie und Wasserstoffbrücken wiederholt bzw. neu erarbeitet. Der Einsatz einer Software zur dreidimensionalen Moleküldarstellung (z. B. Programm Avogadro) ist im Leistungskurs verpflichtend.</p> <p>Als Anwendungsschwerpunkt der Erdölfractionen ist die Verbrennung von Benzin im Ottomotor verbindlich. Hier ist sowohl die technische Seite (Takte) als auch die chemische Seite (vereinfachte Reaktionsgleichungen) zu behandeln. Methodisch bieten sich hier Filmchen an, z.B. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=C0unbau0yXc">https://www.youtube.com/watch?v=C0unbau0yXc</a></p> <p>Im Leistungskurs kann auch eine Erarbeitung in Gruppenarbeit in Verbindung mit einer Internetrecherche erfolgen. Hier wäre bei genügend zur Verfügung stehender Zeit auch eine Ausweitung auf Diesel – und Zweitaktmotoren denkbar.</p>

	<p>Zum Thema Cracken ist im Leistungskurs ein Versuch verbindlich, möglichst als Schülerexperiment.</p>
<p>... formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1).</p> <p>... verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>... klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</p> <p>... schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>... verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p>	<p>Anknüpfend an den Themenkomplex „Funktionsweise“ eines Otto-Motors ist die Synthese des Antiklopffmittels MTBE als säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol (experimentell alternativ Ethanol) an 2-Methylpropen verbindlich zu thematisieren. Die didaktische Umsetzung und die Entscheidung zu Stellung dieser Reaktion im Unterrichtsgang obliegen jedoch der Lehrkraft.</p> <p>Bei der Auswahl weiterer Reaktionen und Mechanismen soll sich an den Angeboten des Lehrbuches und an dem persönlichen experimentellen Erfahrungsschatz der Lehrkraft orientiert werden. Eine Schwerpunktsetzung erfolgt immer auch hinsichtlich der noch anstehenden Vertiefung von Inhalten bei den folgenden Unterrichtsvorhaben zu Kunststoffen und Farbstoffen.</p> <p>Die Reaktion von Propen mit Wasser mithilfe einer Säure ist als verbindliche Übungsaufgabe anzusehen.</p> <p>Bei der Formulierung von Reaktionsschritten soll auf das Einüben einer geeigneten Verschriftlichung besonderen Wert gelegt werden. Hierbei ist die Verwendung der Fachtermini elektrophil, nucleophil, Elektronegativität, Ionen, Ladungen, Teilladungen, I-Effekt, sterische Hinderung, Elektronendichte sowie Pi- und Sigma-Bindungen verbindlich. Eine rein alltagssprachliche Umschreibung dieser Begriffe ist zu vermeiden.</p> <p>Im Bereich Reaktionsmechanismen bietet sich methodisch der Einsatz von Puzzeln an. Moleküle und Molekülfragmente müssen dabei in eine passende Struktur gebracht werden.</p>

# Unterrichtsvorhaben V: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoff

**Inhaltlicher Schwerpunkt:** Organische Verbindungen und Reaktionswege, Organische Werkstoffe

**Basiskonzepte:** Struktur-Eigenschaft

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p>... erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).</p> <p>... untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5).</p> <p>... ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).</p>	<p>Es erfolgt ein Einstieg über Kunststoffe im Alltag. In Plastikbechern sind beispielsweise Typenbezeichnungen wie PP oder PE eingeprägt. Daran anschließend werden ausgewählte Kunststoffe aus dem Kunststoffprobenkoffer im Schülerversuch auf grundlegende Eigenschaften wie Biegsamkeit, Verhalten beim Erwärmen, Ritz- und Schwimmprobe.</p> <p>Eine Kompetenzdiagnose bezüglich der Aspekte intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen und der Veresterung sollte zu Beginn des Unterrichtsvorhabens durchgeführt werden.</p> <p>Die Unterscheidung Thermoplast, Duroplast, Elastomer sollte bereits vor der Betrachtung von konkreten Makromolekülen vom Prinzip her geklärt werden (Skizzen von verzweigten und unverzweigten Polymersträngen). Im weiteren Unterrichtsgang wird der Schwerpunkt aus fachlichen Gründen und aufgrund der Zahl von tragfähigen Beispielen auf Thermoplasten und Duroplasten liegen. Die Verwendbarkeit als Werkstoff dient stets als lebensweltlicher Bezugsüberbau.</p>
<p>... beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).</p> <p>... präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)</p> <p>... schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>... erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, im</p>	<p>Die Herstellung von Polystyrol im Versuch ist verbindlich. Im Grundkurs sollte, im Leistungskurs muss dieses Experiment im Schülerversuch durchgeführt werden.</p> <p>Im Bereich Polykondensation existieren einige sehr gut durchführbare Schülerversuche auf Grundlage von einfachen Haushaltschemikalien wie Milchsäure oder Glycerin. Im Handbuch der experimentellen Schulchemie Band 12 finden sich in Kapitel 1.4.3 viele entsprechende Versuchsanleitungen.</p> <p>Im Bereich Polyamide ist entweder die Herstellung von Nylon oder Perlon im Schülerversuch durchzuführen. Auch hier finden sich gut ausgearbeitete Versuchsvorschriften im oben</p>

<p>Leistungskurs auch Polycarbonate) (UF1, UF3).</p> <p>... erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p>	<p>erwähnten Buch.</p>
<p>... recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p> <p>... verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>... verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>... demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p>	<p>Entstehende Makromoleküle sollten regelmäßig vor Durchführung des Versuches gemäß den zu erwartenden Eigenschaften eingruppiert werden. An dieser Stelle erfolgt ein erneutes Aufgreifen der Kunststoffgruppen Thermoplast, Duroplast und Elastomer, hier ausgehend von den tatsächlichen Molekülen.</p> <p>Es bietet sich die Besichtigung von ortsansässigen, kunststoffverarbeiteten Betrieben an. In Leistungskursen ist eine solche Exkursion verbindlich. Die Firma AST in Erndtebrück stellt eine von mehreren Möglichkeiten dar.</p> <p>Die Modifikation von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril zur Veränderung der Werkstoffeigenschaften ist ein verbindlicher Unterrichtsinhalt.</p> <p>Andere ausgewählte Kunststoffe werden in Form von Schülervorträgen (möglichst unter Einbezug von Experimenten) vorgestellt. Mögliche Beispiele sind Superabsorber oder Cyclodextrine</p>
<p>... erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p> <p>... diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <p>... beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>	<p>Der Einstieg kann durch eine Herstellung einer Stärkefolie im Schülerexperiment erfolgen. Eine passende Versuchsanleitung befindet sich im Handbuch der experimentellen Chemie Band 12 (V 1.4.3.12).</p> <p>Als spezielles Beispiel für den nachhaltigen Umgang mit Kunststoffen ist der sogenannte BELLAND-Kunststoff. Hierzu gab es in der Vergangenheit eine Abituraufgabe im Zentralabitur. Das Besondere an diesem Stoff ist eine mögliche Selektion mittels verschiedener pH-Werte.</p> <p>Als fächerübergreifender Aspekt bieten sich ökologische Betrachtungen an. Die enorme Verschmutzung der Meere durch Plastikmüll ist hier ein bedeutender Aspekt. In diesem Zusammenhang bietet sich auch ein Blick auf ökologische Kreislaufprozesse an, speziell die Aufnahme von Kunststoff mit der Nahrung durch</p>

Tiere und in letzter Konsequenz auch durch den Menschen. Bei genügend zur Verfügung stehender Zeit könnte auch die Problematik von Weichmachern in Plastikflaschen aufgegriffen werden. Zu allen Bereichen existieren brauchbare Filme im Internet, etwa in der WDR Mediathek der Sendung Quarks und Co.

Eine Podiumsdiskussion könnte in diesem Themenbereich einen zweckdienlichen methodischen Ansatz darstellen.

## Unterrichtsvorhaben VI: Farbstoffe im Alltag

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Farbstoffe und Farbigkeit

Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p>erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).</p> <p>werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)</p>	<p>Farben im Alltag</p> <p>Der Zusammenhang zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit wird mit Hilfe des Lehrbuchs erarbeitet.</p> <p>Absorptionsspektren werden vorgestellt und die Auswertung und Interpretation erarbeitet. Ein Absorptionsspektrum wird experimentell erstellt.</p>
<p>beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellungen (E6, E7).</p> <p>erklären die elektrophile Erstsitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3). (nur GK)</p> <p>[erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2),]</p> <p>[machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsutituenten (E3, E6)]</p>	<p>Der Benzolring</p> <p>Verschiedene Molekülformeln für die Verbindung <math>C_6H_6</math> werden erarbeitet und anschließend die charakteristische Struktur von Benzol als Aromat vorgestellt. Mit Hilfe des Molekülbaukastens werden mögliche Strukturen von Dibrombenzol ermittelt.</p> <p>Die elektrophile Erstsitution an Benzol wird mit Hilfe des Lehrbuches und eines Arbeitsblattes erarbeitet. Dabei werden Reaktionsschritte aus der Q1 wiederholt und die elektrophile Addition mit der elektrophilen Substitution verglichen.</p>
<p>erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, [Triphenylmethanfarbstoffe]) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6).</p> <p>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, [Triphenylmethanfarbstoffe]) (E6).</p> <p>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)</p>	<p>Vom Benzol zum Azofarbstoff [und zum Triphenylmethanfarbstoff]</p> <p>Die Grundstruktur von Azofarbstoffen [und Triphenylmethanfarbstoffen] wird von der Lehrkraft vorgegeben</p> <p>Im Schülerexperiment werden Orange II [und Fluorescein] hergestellt</p>
	<p>Welche Farbe für welchen Stoff?</p>





## **Anhang zur Einführungsphase: Materialsammlung für die Unterrichtsvorhaben**

### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben I:**

Eine Gruppenarbeit zu Diamant, Graphit und Fullerene findet man auf den Internetseiten der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich:

[http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit\\_diamant](http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant),

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

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

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

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

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

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

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

### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben II:**

Internetquelle zum Download von frei erhältlichen Programmen zur Erstellung von Mind- und Concept Mapps:

<http://www.lehrer-online.de/mindmanager-smart.php>

<http://cmap.ihmc.us/download/>

Material zur Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper:

[www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user\\_upload/.../alkohol\\_koerper.pdf](http://www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/.../alkohol_koerper.pdf)

Film zum historischen Alkotest der Polizei (Drägerröhrchen):

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/alkoholtest.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/02\\_kaliumdichromatoxidation.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/alkoholtest.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/02_kaliumdichromatoxidation.vscml.html)

Film zur künstlichen Herstellung von Wein und zur Verwendung künstlich hergestellter Aromen in Lebensmitteln, z.B. in Fruchtjoghurt:

[http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr\\_fernsehen\\_quarks\\_und\\_co\\_20091110.mp4](http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr_fernsehen_quarks_und_co_20091110.mp4)

Animation zur Handhabung eines Gaschromatographen: Virtueller Gaschromatograph:

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell\\_gc1.vlu.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell_gc1.vlu.html)

Gaschromatogramme von Weinaromen und weitere Informationen zu Aromastoffen in Wein:

[http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromaforschung\\_8-15.pdf](http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromaforschung_8-15.pdf)

<http://www.analytik-news.de/Fachartikel/Volltext/shimadzu12.pdf>

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

Journalistenmethode zur Bewertung der Verwendung von Moschusduftstoffen in Kosmetika:

<http://www.idn.uni->

[bremen.de/chemiedidaktik/material/Journalistenmethode%20Moschusduftstoffe.pdf](http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Journalistenmethode%20Moschusduftstoffe.pdf)

### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben III:**

[http://www.cornelsen.de/bgd/97/83/06/01/11/75/6/9783060111756\\_x1KA\\_129\\_139.pdf](http://www.cornelsen.de/bgd/97/83/06/01/11/75/6/9783060111756_x1KA_129_139.pdf)

<http://hw.grehoen-design.de/pages/chemie/chemie-12/aufgaben-massenwirkungsgesetz.php>  
[http://www.peraugym.at/chemie/lh/ue12\\_mwgue1.pdf](http://www.peraugym.at/chemie/lh/ue12_mwgue1.pdf)  
[http://wikipeter.info/Klassen/Q12/Download%20und%20Aufgaben/Uebungen\\_zu\\_Kc.pdf](http://wikipeter.info/Klassen/Q12/Download%20und%20Aufgaben/Uebungen_zu_Kc.pdf)  
<http://www.poenitz-net.de/Chemie/3.Physikalische%20Chemie/3.1.A.Das%20chemische%20Gleichgewicht.pdf>

#### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben IV:**

[Ausführliche Hintergrundinformationen und experimentelle Vorschläge zur Aufnahme von CO<sub>2</sub> 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>

## **Anhang zur Qualifikationsphase: Materialsammlung für die Unterrichtsvorhaben**

### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben I:**

<http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/inhalt1.htm>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Daniell-Element>

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

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

Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in

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

### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben II:**

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

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

<http://www.diebrennstoffzelle.de> Sehr ergiebige Quelle zu vielen Informationen über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffzellen und ihre Eigenschaften.

[www.korrosion-online.de](http://www.korrosion-online.de) Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema Korrosion und Korrosionsschutz.

Weist auch viele interessante und vielfältige Abbildungen zur Korrosion auf.

[daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm](http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm)

### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben III:**

<http://ak-powell.chemie.uni-karlsruhe.de/teaching/Chap07.pdf>

Grundlagen:

[https://de.wikibooks.org/wiki/Anorganische\\_Chemie\\_f%C3%BCr\\_Sch%C3%BCler/\\_S%C3%A4uren\\_-\\_Basen\\_-\\_Reaktionen](https://de.wikibooks.org/wiki/Anorganische_Chemie_f%C3%BCr_Sch%C3%BCler/_S%C3%A4uren_-_Basen_-_Reaktionen)

[www.gym1.at/chemie/skripten/anorg\\_4.pdf](http://www.gym1.at/chemie/skripten/anorg_4.pdf)

### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben IV:**

Eine leicht verständliche Darstellung in 15 Minuten zu Aspekten der Entstehung des Erdöls, Suche nach Erdöl, Verarbeitung des Erdöls, Arbeit auf einer Erdölplattform und einer Havarie eines Erdöltankers findet man im Film „Multitalent Erdöl“ des Schulfernsehens (Planet Schule):

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

In 6 Kurzfilmen werden auf der Video-DVD (4602475) „Erdölverarbeitung“ die Aspekte: 1. Atmosphärische Destillation (6:30 Min.), 2. Vakuumdestillation (2:10 Min.), 3. Cracken (5:20 Min.), 4. Entschwefelung (6:30 Min.), 5. Benzinveredlung (6:30 Min.), 6. Schmierölverarbeitung (3:50 Min.) behandelt.

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

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

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

Zum Einsatz von ETBE findet man Informationen auf:

<http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&contentId=7022567>.

Eine kurze Simulation der Bromierung von Ethen mit Untertexten ist dargestellt in:

<http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm>.

#### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben V:**

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

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

Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol:

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

Internetauftritt des Verbands der Kunststoffherzeuger mit umfangreichem Material für Schulen.

Neben Filmen und Animationen finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:

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

Informationen zur Herstellung von PET-Flaschen:

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

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

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

Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:

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

#### **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen zum Unterrichtsvorhaben VI:**

Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt:

<http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm>

Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:

<http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html>

## **Abschlussbemerkung zur Qualitätssicherung**

Die Qualitätssicherung bezüglich des Oberstufenunterrichts erfolgt u. a. durch folgende Maßnahmen:

- Dem Schulleiter werden Stichproben der korrigierten Klausuren zur Einsichtnahme vorgelegt (Aufgabenstellung, Erwartungshorizont, Notenspiegel und drei Schülerarbeiten.) Die Fachlehrer/innen erhalten gegebenenfalls eine Rückmeldung.
- Der Koordinator für den Aufgabenbereich III überprüft zweimal im Schuljahr die Eintragungen im Kursheft auf Vollständigkeit und gegebenenfalls auf didaktisch-methodische Nachvollziehbarkeit. Er berät die Fachlehrer/innen bei Unstimmigkeiten ausführlich.

Mindestens einmal pro Schuljahr wird der Lehrplan evaluiert und Auffälligkeiten und Optimierungsbedarf besprochen.