

# Schulinterner Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums Kerpen

## Chemie

### Der Kernlehrplan Sekundarstufe II

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>I. Einführungsphase</b>	
Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben	2
Unterrichtsvorhaben I („Vom Alkohol zum Aromastoff“)	3 - 7
Unterrichtsvorhaben II („Der Kohlenstoff-Kreislauf, Gleichgewichte, Störungen und ihre Folgen“)	8 - 11
Unterrichtsvorhaben III („Nanochemie des Kohlenstoffs“)	13
<b>II. Qualifikationsphase Q1</b>	
Übersicht <b>IHF Elektrochemie /GK</b>	
Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben „Elektrochemie“ <b>Grundkurs</b> (IHF 3)	14
Unterrichtsvorhaben I („Strom für Taschenlampen und Mobiltelefone“)	15 - 17
Unterrichtsvorhaben II („Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse“)	18 - 20
Unterrichtsvorhaben III („Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen“)	21

<b>Übersicht IHF Elektrochemie / LK</b>	
Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben „Elektrochemie“ <b>Leistungskurs</b>	22
Unterrichtsvorhaben I	
(„Strom für Taschenlampen und Mobiltelefone“)	22 - 26
Unterrichtsvorhaben II	
(„Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse“)	27 - 30
Unterrichtsvorhaben III	
(„Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen“)	31 - 32
<b>Unterrichtsraster IHF Säuren/Basen / GK</b>	
Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben Säuren/Basen <b>Grundkurs</b>	33
Unterrichtsvorhaben IV	
(Säuren und Basen in Alltagsprodukten - Konzentrationsbestimmungen)	34 - 35
Unterrichtsvorhaben V	
(Starke und schwache Säuren/Basen)	36 - 37
<b>Unterrichtsraster IHF Säuren/Basen / LK</b>	
Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben Säuren/Basen <b>Leistungskurs</b>	38
Unterrichtsvorhaben IV	
(Säuren und Basen in Alltagsprodukten - Konzentrationsbestimmungen)	39 - 41
Unterrichtsvorhaben V	
(Starke und schwache Säuren/Basen)	42 - 44
<b>Unterrichtsraster IHF Werkstoffe/Farbstoffe / GK</b>	
Unterrichtsraster der Unterrichtsvorhaben <b>Werkstoffe Grundkurs</b>	45
Unterrichtsvorhaben VI	
(Vom Rohstoff zum Anwendungsprodukt MTBE, Teil 1)	46 - 48
<b>Unterrichtsraster IHF Werkstoffe/Farbstoffe / LK</b>	
Unterrichtsraster der Unterrichtsvorhaben <b>Werkstoffe Leistungskurs</b>	49
Unterrichtsvorhaben VI	
(Vom Rohstoff zum Anwendungsprodukt PMMA, Teil 1)	50 - 52

### III Qualifikationsphase Q2

#### Unterrichtsraster IHF Werkstoffe/Farbstoffe / GK

Fehlt noch-----

<b>Unterrichtsraster IHF Werkstoffe/Farbstoffe / LK</b>	
Unterrichtsraster der Unterrichtsvorhaben <b>Werkstoffe Leistungskurs</b>	55
Unterrichtsvorhaben I	
(Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos)	56 - 59
Unterrichtsvorhaben II	
(„Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff“)	60 - 61
Unterrichtsvorhaben III	
(„Farbstoffe im Alltag“)	62 - 64

## Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben für die EF

Inhaltsfeld Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Vom Alkohol zum Aromastoff</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <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>• E3 Hypothesen bilden</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswerten</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K 2 Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Organische Kohlenstoffverbindungen Struktur-Eigenschafts-Beziehungen</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 50 Std. à 45min</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Der Kohlenstoffkreislauf - Gleichgewichte, Störungen und ihre Folgen</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Stoffkreisläufe in der Natur Gleichgewichtsreaktionen</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 34 Std. à 45min</p>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></b></p> <p><b>Kontext:</b> Modifikationen des Kohlenstoffs</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul>	<p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Nanochemie des Kohlenstoffs</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Std. à 45 min</p>
<b><u>Summe Einführungsphase: ca. 90 Stunden</u></b>	

## Einführungsphase

### Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische und anorganische Kohlenstoffverbindungen</li> <li>Gleichgewichtsreaktionen</li> </ul> <p>Zeitbedarf: ca. 50 Std. à 45 Minuten</p>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF2 Auswahl</li> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>E3 Hypothesen</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>K1 Dokumentation</li> <li>K3 Präsentation</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> <p>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft  Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht  Basiskonzept Donator-Akzeptor</p>	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/Materialien /Methoden <i>einige Anmerkungen</i>	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<b>Rund um das Parfum: Aromastoffe (Vorkommen, Gewinnung, Verwendung) und Lösemittel (Ethanol)</b> <p>- Vorkommen und Isolierung von Aromastoffen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4),</li> </ul>	Exp. zu Vorkommen und Isolierung von Aromastoffen	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trennung von etherischen Ölen durch Gaschromatographie, ihre Wirkung und Verwendung             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Entstehung eines Gaschromatogramms und Informationen zur Identifizierung eines Stoffes</li> <li>o Verwendung und Eigenschaften etherischer Öle, Aromastoffe</li> </ul> </li> <li>- Herstellung eines Parfums</li> <li>- Ethanol als Lösemittel für Aromastoffe             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Wdh. Atom- und Bindungsmodelle mit Anschauungsmodellen</li> <li>o Wechselwirkungen zwischen den Molekülen</li> </ul> </li> <li>- Stoffklasse der Alkohole             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Vorkommen, Verwendung, Eigenschaften wichtiger Vertreter,</li> <li>o Alkoholische Gärung</li> <li>o Vor- und Nachteile bei Einsatz und Anwendung wichtiger Vertreter</li> <li>o Homologe Reihe und Strukturisomerie der Alkohole und Alkane</li> <li>o Benennung nach Regeln der systematischen Nomenklatur</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5),</li> <li>• recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3),</li> <li>• erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3),</li> <li>• nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6),</li> <li>• beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3),</li> <li>• beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole (UF2),</li> <li>• nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2),</li> <li>• 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),</li> <li>• beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3),</li> <li>• benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3),</li> <li>• stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3),</li> <li>• erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den</li> </ul>	<p>Aufnahme eines Gas-Chromatogramms von Feuerzeug-Gas</p> <p>Exp. Herstellung Parfum (alternativ: Farina / 4711)</p> <p>Löseversuche mit Ethanol, Pentan, Wasser (z.B. „Ouzo“)</p> <p>Exp. zu Eigenschaften unterschiedlicher Alkohole,</p> <p>Mögliches Gruppenpuzzle zu verschiedenen Alkoholen mit Recherche zu Vorkommen, Verwendung, Eigenschaften</p>	
---	--	--	--



<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Oxidationsreihe der Alkohole unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips</li> </ul> <p>- Carbonsäuren in der Natur und ihre Verwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorkommen, Verwendung wichtiger Carbonsäuren</li> <li>Struktur-Eigenschaftsbeziehungen wichtiger Carbonsäuren</li> <li>Analyse von Essigsäure durch Titration</li> </ul> <p>- Schnell mit Säuren Kalk lösen - die Reaktionsgeschwindigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient und Deutung mit einfachem Modell auf molekularer Ebene</li> <li>Vermutungen und Planung von Versuchen zur Abh. der Reaktionsgeschwindigkeit von Oberfläche, Konzentration, Temperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren (UF2),</li> <li>stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3),</li> <li>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4),</li> <li>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1),</li> <li>planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren Beobachtungen und Ergebnisse (E2, E4),</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren Beobachtungen und Ergebnisse (E2, E4),</li> <li>stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1),</li> <li>erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient <math>\Delta c / \Delta t</math> (UF1),</li> <li>erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie für Gase) (E6),</li> <li>formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3),</li> <li>interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen</li> </ul>	<p>Vermutungen zu und exp. Untersuchung von Eigenschaften wichtiger Carbonsäuren</p> <p>Exp. Bestimmung des Gehalts an Essigsäure in Essig durch Titration</p>     <p>Exp. Kalk /Ameisensäure, graph. und tabell. Auswertung, Variation Oberfläche, Konzentration, Temperatur</p>	
---	--	---	--

	Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5),		
<p><b>Am Ziel: Mit Alkoholen und Carbonsäuren zu den Aromastoffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mit Alkohol und Carbonsäure zum Aromastoff: Estersynthese (Kondensationsreaktion)</li> <li>- Und wieder zurück: Esterhydrolyse</li> <li>- Natürliche, natur-identische und künstliche Aromastoffe <ul style="list-style-type: none"> <li>o Vorkommen, Verwendung und Nomenklatur wichtiger Ester</li> <li>o Vor- und Nachteile bei Einsatz und Anwendung wichtiger Vertreter</li> </ul> </li> <li>- Veresterung und Esterhydrolyse – umkehrbare Reaktionen und das chem. Gleichgewicht <ul style="list-style-type: none"> <li>o Merkmale des chemischen Gleichgewichtszustands: Beobachtung Stoffebene, Deutung Teilchenebene</li> <li>o Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit</li> <li>o Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichtskonstante</li> </ul> </li> <li>- Modelle zum chemischen Gleichgewicht – Wasserhebermodell</li> <li>- Nicht nur bei Ester: Untersuchung zum chem. Gleichgewicht bei Eisen- und Thiocyanat-Ionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Ester (UF2),</li> <li>• beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3),</li> <li>• benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3),</li> <li>• ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1),</li> <li>• 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),</li> <li>• dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1),</li> <li>• erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1),</li> <li>• stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1),</li> <li>• formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3),</li> <li>• interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4),</li> <li>• beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6),</li> <li>• erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung) (UF3),</li> </ul>	<p>Exp. Estersynthesen im Reagenzglas</p> <p>Demo-Exp. Esterhydrolyse im Reagenzglas</p> <p>Exp.: gleiche Ansätze Essigsäure/Ethanol und Ethansäure-ethylester/Wasser, Bestimmung des Gehalts an Essigsäure nach drei Tagen durch Titration, Rückschluss auf Stoffmengenkonzentration aller Reaktionsteilnehmer, Entdeckung und Erklärung des chem. Gleichgewichts</p> <p>Wasserheberversuch</p>	



<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nachweis Existenz chem. Gleichgewicht und Merkmale</li> <li>○ Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch Konzentrationsänderung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3),</li> <li>• interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4),</li> </ul>	Exp. mit Eisenchlorid und Kaliumthiocyanat zum chem. Gleichgewicht (Nachweis Existenz, Wiederholung Merkmale des chem. Gleichgewichts, Beeinflussung durch Konzentrationsänderungen)	
---	--	--	--

## Einführungsphase

### Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Der Kohlenstoff-Kreislauf - Gleichgewichte, Störungen und ihre Folgen			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf in der Natur</li> <li>• Organische und anorganische Kohlenstoffverbindungen</li> <li>• Gleichgewichtsreaktionen</li> </ul> <p>Zeitbedarf: ca. 34 Std. à 45 Minuten</p>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweise</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> <p>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft  Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht  Basiskonzept Donator-Akzeptor</p>	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/Materialien /Methoden	Verbindliche Absprachen

	Die Schülerinnen und Schüler ...	<i>einige Anmerkungen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<p><b>Der natürliche/biologische Kohlenstoff-Kreislauf mit nachwachsenden Rohstoffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Photosynthese und Zellatmung, <ul style="list-style-type: none"> <li>o Glucose, Kohlenstoffdioxid</li> </ul> </li> <li>- Von der Kartoffel zur Stärke zur Folie zum Kompost – nachwachsende Rohstoffe im natürlichen Kohlenstoff-Kreislauf <ul style="list-style-type: none"> <li>o Stärkesynthese in Kartoffelknolle aus Glucose, Biokatalysatoren</li> <li>o Isolierung Stärke</li> <li>o Herstellung von Folie aus Stärke</li> <li>o Kompostierung von Folien im Vergleich</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6),</li> <li>• beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6),</li> <li>• interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3),</li> <li>• führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4),</li> <li>• dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1),</li> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3),</li> <li>• beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2),</li> <li>• ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1),</li> <li>• erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3),</li> <li>• beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</li> <li>• formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3),</li> <li>• veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3),</li> <li>• erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2),</li> </ul>	<p>Exp. zu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolierung von Stärke</li> <li>- Folien aus Stärke</li> <li>- Kompostierung von Folien</li> </ul>	

<p><b>Der globale Kohlenstoff-Carbonat-Kreislauf, seine Störungen und Auswirkungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Kalkkreislauf in der Natur <ul style="list-style-type: none"> <li>o Kohlenstoffdioxid und Kohlensäure, Mineralwasser</li> <li>o Carbonate und Hydrogencarbonate, Tropfsteinhöhle</li> <li>o Gleichgewichte <math>\text{CO}_2(\text{g})/\text{CO}_2(\text{aq})</math>, <math>\text{CO}_2 / \text{HCO}_3^-</math>, <math>\text{CaCO}_3/\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2</math></li> <li>o Beeinflussung durch Konz.änderung, Temperaturänderung, Druckänderung</li> </ul> </li> <li>- Der geologische Kohlenstoff-Kreislauf</li> <li>- Der globale Kohlenstoff-Carbonat-Kreislauf</li> <li>- Störungen und Auswirkungen <ul style="list-style-type: none"> <li>o anthropogen und natürlich erzeugter Treibhauseffekt, ausgewählte Ursachen</li> <li>o Einfluss des anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids in der</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1),</li> <li>• 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),</li> <li>• führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4),</li> <li>• beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6),</li> <li>• beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1),</li> <li>• dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1),</li> <li>• veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3),</li> <li>• recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4),</li> <li>• formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3),</li> <li>• unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1),</li> <li>• formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1),</li> <li>• beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).</li> <li>• beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3),</li> </ul>	<p>Exp. zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser, Variation der Bedingungen</p> <p>Beeinflussung des <math>\text{CO}_2</math>-Gleichgewichts mit Spritzentechnik</p>	

Atmosphäre und im Meer unter Einbezug von Gleichgewichten - Prognosen zum Klimawandel, Vorläufigkeit der Aussagen			
<b>Sind nachwachsende Rohstoffe als          Energiepflanzen sinnvolle und          nachhaltige Stoffe zur Reduktion des          Kohlenstoffdioxid-Gehaltes der          Atmosphäre?</b>  - Kraftstoffe der ersten Generation - Kraftstoffe der zweiten Generation - Aktuelle Forschungen - Aktuelle politische Entscheidungen / Leitlinien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2),</li> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3),</li> <li>• ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1),</li> <li>• beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</li> <li>• unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1),</li> <li>• formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3),</li> <li>• analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachgehalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4),</li> <li>• recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4),</li> <li>• 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),</li> <li>• 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),</li> </ul>	Ggfs. Herstellung Biodiesel  Lernstraße zu den Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bioethanol</li> <li>○ Biodiesel</li> <li>○ Kraftstoffe der zweiten Generation</li> <li>○ Hydrothermale Karbonisierung mit Katalys.</li> <li>○ Reflexion und Bewertung der Verwendung hinsichtlich Nachhaltigkeit</li> <li>○ Selbstständige Stellungnahme zum Einsatz der Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation</li> <li>○ Reflexion und Bewertung des Beschlusses des EU-Parlaments 09/13</li> </ul>	

**Einführungsphase**  
**Unterrichtsvorhaben III**

<b>Kontext: Modifikationen des Kohlenstoffs</b>			
<b>Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nanochemie des Kohlenstoffs</li> </ul> Zeitbedarf: 6 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF4 Vernetzung</li> <li>K2 Recherche</li> <li>B3 Werte und Normen</li> <li>B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/Materialien /Methoden</b> <i>einige Anmerkungen</i>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Graphit, Diamant und mehr</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modifikationen</li> <li>- Elektronenpaarbindung</li> <li>- Strukturformeln</li> </ul> <b>Eigenschaften von Graphit, Diamant und Fullerenen</b>  <b>Nanotechnologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- neue Materialien</li> <li>- Anwendung und Risiken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4),</li> <li>nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6),</li> <li>erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7),</li> <li>nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2),</li> <li>stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).</li> <li>bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).</li> </ul>	Material der EDTH Zürich <a href="http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant">www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant</a>  „Nanobox“	Kein Orbitalmodell oder Hybridierungen  Möglichkeit zur Internetrecherche verschiedener Einsatzgebiete

## Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben Q1 - Inhaltsfeld 3: Elektrochemie

Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• UF4 Vernetzen</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Mobile Energiequellen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E7 Vernetzung</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Mobile Energiequellen</li> <li>♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen (Elektrolysen)</li> <li>♦ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p>	<p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Korrosion und Korrosionsschutz</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Std. à 45 Minuten</p>

## Unterrichtssequenzen in der Q1 zum IHF 3: Elektrochemie

### Grundkurs

#### Unterrichtsvorhaben I

<b>Kontext:</b> Strom für Taschenlampen und Mobiltelefone			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• UF4 Vernetzen</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden /Experimente</b>	<b>Didaktisch-methodische Hinweise</b>
Wiederholung Redoxbegriff / Oxidationszahlen  Galvanische Zellen	erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3)  erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),	Fällungsreaktionen zwischen verschiedenen Metall/Metallsalz-Kombinationen  Systematische Aufbau galvanischer Zellen: verpflichtend Daniell-Element	Möglicher Einsatz eines Diagnosebogens Übungsaufgaben  Möglicher Einstieg: „Zitronenbatterie“  Experimente in Petrischalen

	<p>planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),</p> <p>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3),</p> <p>entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3),</p> <p>entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3),</p>	<p>Weitere galvanische Zellen mit Metallhalbzellen (z.B. Silber-HZ)</p> <p>Möglicher Einsatz einer Interaktionsbox</p>	<p>Weitere Aufbauten zu galvanischen Zellen</p>
<p>Standardelektrodenpotentiale</p> <p>Standard-Wasserstoffelektrode</p> <p>Spannungsreihe (evtl. auch Nichtmetalle)</p>	<p>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1),</p> <p>berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3),</p>	<p>Erweiterung der galvanischen Zellen um Halbzellen mit Nichtmetallen (Wasserstoff, evtl. Halogene)</p> <p>Gruppenpuzzle: „Spannungsreihe“</p>	<p><i>Tipp:</i> Als Pt-Elektroden kann man Rasierfolien verwenden</p> <p>Übungen mit PC-Programm „E-Cell“</p>



	planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),	Berechnungen zu Potentialdifferenzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Donator/Akzeptor-HZ</li> <li>• Anode/Kathode</li> <li>• Zellspannung</li> <li>• Zellsymbol</li> <li>• Additivität der Potentiale</li> </ul>	
Batterien und Akkus	<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 Halb-zellen) (UF4),</p> <p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),</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>Möglich: Referate zu verschiedenen Batterie- und Akkumulator-Typen</p> <p>Modellversuch zum Bleiakkumulator</p>	<p><i>Tipp:</i> Als Aufbau den geschlossenen Bleiakkumulator (Modellversuch) verwenden wegen der starken Ozonbildung beim Elektrolysieren.</p>

## Unterrichtssequenzen in der Q1 zum IHF 3: Elektrochemie

### Grundkurs

#### Unterrichtsvorhaben II

<b>Kontext: Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</b>			
<b>Inhaltsfeld: Elektrochemie</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF2 Auswahl</li> <li>E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>E7 Vernetzung</li> <li>K2 Recherche</li> <li>K4 Argumentation</li> <li>B1 Kriterien</li> <li>B3 Werte und Normen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden / Experimente</b>	<b>Didaktisch-methodische Hinweise</b>
Knallgasreaktion Elektrolyse von Wasser	beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3)  deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4)	Wasserzerersetzung mit Hofmann-Apparatur (Low Cost)	<i>Tipp:</i> Wasserzerersetzung mit Low-Cost-Apparatur
Zersetzungsspannung	erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung	Messung der Zersetzungsspannung im Experiment	

	<p>unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),</p>		
Quantitative Elektrolyse Faraday-Gesetze	<p>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),</p> <p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6)</p> <p>erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3)</p> <p>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5)</p>	<p>Abhängigkeit der Elektrolyseprodukte (Wasserstoff und Sauerstoff) von Zeit und Stromstärke</p> <p>1. und 2. Faraday-Gesetz</p> <p>Berechnung der Faraday-Konstante und der Elementarladung</p> <p>Definition des Ladungsbegriffs</p> <p><i>Recherche:</i> Elektrolytische Gewinnung von Stoffen: z.B. Aluminiumherstellung</p>	<i>Tipp:</i> Knallgascoulometer
Die Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle	recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die	Verwendung des Modellversuchs zur Brennstoffzelle Wasserzersetzung durch Solarenergie	

	<p>Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3)</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1)</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>	Möglichkeit für S-Referate oder Gruppenpuzzle	
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/">http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/</a>.</p> <p>Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html">http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html</a>.</p> <p>Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in <a href="http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/_pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html">http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/_pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html</a>.</p> <p>Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mit einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in <a href="http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf">http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf</a>.</p> <p>Sehr ergiebige Quelle zu vielen Informationen über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffzellen und ihre Eigenschaften <a href="http://www.diebrennstoffzelle.de">http://www.diebrennstoffzelle.de</a>.</p>			

### Unterrichtsvorhaben III

<b>Kontext:</b> Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Korrosion/Korrosionsschutz</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E6 Modelle</li> <li>K2 Recherche</li> <li>B2 Entscheidungen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans <small>Die Schülerinnen und Schüler ...</small>	Lehrmittel/ Methoden /Experimente	Didaktisch-methodische Hinweise
Rosten von Eisen	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3)	Experimente zur Eisenkorrosion unter verschiedenen Bedingungen	
Möglichkeiten des Korrosionsschutzes	recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).	Petrischalenversuche mit Agar	<i>Tipp:</i> Selbsterhitzendes Essen als Beispiel für die Anwendung von Lokalelementen (vgl.: <a href="http://www.Dauerbrot.de">www.Dauerbrot.de</a> )
Lokalelemente	diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2)		

## Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben Q1 - Inhaltsfeld 3: Elektrochemie

Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• B1 Kriterien</li> </ul> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Mobile Energiequellen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 36 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Mobile Energiequellen</li> <li>♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen (Elektrolysen)</li> <li>♦ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p>	<p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Korrosion und Korrosionsschutz</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Std. à 45 Minuten</p>

## Unterrichtssequenzen in der Q1 zum IHF 3: Elektrochemie

### Leistungskurs

#### Unterrichtsvorhaben I

<b>Kontext:</b> Strom für Taschenlampen und Mobiltelefone			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 36 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• B1 Kriterien</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden /Experimente</b>	<b>Didaktisch-methodische Hinweise</b>
Wiederholung Redoxbegriff / Oxidationszahlen  Galvanische Zellen	erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3)  erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidatio-	Fällungsreaktionen zwischen verschiedenen Metall/Metallsalz-Kombinationen	<a href="#">Möglicher Einsatz eines Diagnosebogens Übungsaufgaben</a>  Möglicher Einstieg: „Zitronenbatterie“ <a href="#">Literaturhinweis</a>

	<p>nen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),</p> <p>planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),</p> <p>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3),</p> <p>entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3),</p>	<p>Systematische Aufbau galvanischer Zellen: <a href="#">verpflichtend Daniell-Element</a></p> <p>Weitere galvanische Zellen mit Metallhalbzellen (z.B. Silber-HZ)</p> <p>Möglicher Einsatz einer Interaktionsbox</p>	<p><a href="#">Experimente in Petrischalen</a></p> <p>Weitere Aufbauten zu galvanischen Zellen</p>
<p>Standardelektrodenpotentiale</p> <p>Standard-Wasserstoffelektrode</p> <p>Spannungsreihe</p>	<p>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1),</p> <p>berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die</p>	<p><a href="#">Erweiterung der galvanischen Zellen um Halbzellen mit Nichtmetallen (Wasserstoff, Halogene)</a></p>	<p><i>Tipp:</i> Als Pt-Elektroden kann man Rasierfolien verwenden</p>



(auch Nichtmetalle)  Komplexe Redoxpaare	möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3),  planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),	<a href="#">Gruppenpuzzle: „Spannungsreihe“</a>  Berechnungen zu Potentialdifferenzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Donator/Akzeptor-HZ</li> <li>• Anode/Kathode</li> <li>• Zellspannung</li> <li>• Zellsymbol</li> <li>• Additivität der Potentiale</li> </ul>	Übungen mit PC-Programm „E-Cell“
Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotentials  <a href="#">Nernst-Gleichung</a>  Konzentrationsketten  Konzentrationsberechnungen	berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2),  entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3),  planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4),  werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung aus (E5)	Rechenübungen zur Nernst-Gleichung  <a href="#">Konzentrationsketten mit 3 Silberhalbzellen unterschiedlicher Konzentration</a>	<a href="#">Einführung bzw. Festigung des Logarithmen-Rechnens Übung mit dem Umgang des Taschenrechners</a>
Batterien und Akkus	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter	Referate zu verschiedenen Batterie- und Akkumulator-Typen	

	<p>Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4),</p> <p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),</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><a href="#">Modellversuch</a> <a href="#">zum</a> <a href="#">Bleiakkumulator</a></p>	<p><i>Tipp:</i> Als Aufbau den geschlossenen Bleiakkumulator (Modellversuch) verwenden wegen der starken Ozonbildung beim Elektrolysieren.</p>
--	---	--	--

## Unterrichtssequenzen in der Q1 zum IHF 3: Elektrochemie

### Leistungskurs

#### Unterrichtsvorhaben II

<b>Kontext: Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</b>			
<b>Inhaltsfeld: Elektrochemie</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF2 Auswahl</li> <li>UF4 Vernetzung</li> <li>E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>K2 Recherche</li> <li>K4 Argumentation</li> <li>B1 Kriterien</li> <li>B3 Werte und Normen</li> <li>B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden / Experimente</b>	<b>Didaktisch-methodische Hinweise</b>
Knallgasreaktion Elektrolyse von Wasser	beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3)  deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4)	<a href="#"><u>Wasserzersetzung mit Hofmann-Apparatur</u></a>	<i>Tipp:</i> Wasserzersetzung mit Low-Cost-Apparatur

Zersetzungsspannung	<p>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),</p>	Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve	
Quantitative Elektrolyse Faraday-Gesetze	<p>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),</p> <p>schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6)</p> <p>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Faraday-Gesetze aus (E5),</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),</p> <p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6)</p>	<p>Abhängigkeit der Elektrolyseprodukte (Wasserstoff und Sauerstoff) von Zeit und Stromstärke</p> <p>1. und 2. Faraday-Gesetz</p> <p>Berechnung der Faraday-Konstante und der Elementarladung</p> <p>Definition des Ladungsbegriffs</p> <p><i>Recherche:</i> Elektrolytische Gewinnung von Stoffen: z.B. Aluminiumherstellung</p>	<i>Tipp:</i> Knallgas-Coulometer

	<p>erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3)</p> <p>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5)</p>		
<p>Die Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p> <p>Methanol-Brennstoffzelle</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>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1)</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>Verwendung des Modellversuchs zur Brennstoffzelle Wasserzersetzung durch Solarenergie</p> <p>Möglichkeit für S-Referate oder Gruppenpuzzle</p>	

	diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4),		
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/">http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/</a>.</p> <p>Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html">http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html</a>.</p> <p>Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in <a href="http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html">http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html</a>.</p> <p>Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mit einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in <a href="http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf">http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf</a>.</p> <p>Sehr ergiebige Quelle zu vielen Informationen über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffzellen und ihre Eigenschaften <a href="http://www.diebrennstoffzelle.de">http://www.diebrennstoffzelle.de</a>.</p>			

## Unterrichtssequenzen in der Q1 zum IHF 3: Elektrochemie

### Leistungskurs

#### Unterrichtsvorhaben III

<b>Kontext:</b> Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Korrosion/Korrosionsschutz</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E6 Modelle</li> <li>K2 Recherche</li> <li>B2 Entscheidungen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden /Experimente</b>	<b>Didaktisch-methodische Hinweise</b>
Rosten von Eisen	Erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3)	Experimente zur Eisenkorrosion unter verschiedenen Bedingungen	
Möglichkeiten des Korrosionsschutzes          Lokalelemente	recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).   diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2)	Petrischalenversuche mit Agar	<b>Tipp:</b> Selbsterhitzendes Essen als Beispiel für die Anwendung von Lokalelementen (vgl.: <a href="http://www.Dauerbrot.de">www.Dauerbrot.de</a> )

	bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosi- onsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).		
--	--	--	--



## Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben Q1 - Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Unterrichtsvorhaben VI und V der Q1:

Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS	
<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K2 Recherche</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• B1 Kriterien</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 14 Std. à 45 Minuten</p>

## Unterrichtssequenzen in der Q1 zum IHF 3: Säuren, Basen und analytische Verfahren

### Grundkurs

#### Unterrichtsvorhaben IV:

<b>Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten - Konzentrationsbestimmungen</b>			
<b>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 Wiedergabe</li> <li>E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>K1 Dokumentation</li> <li>K2 Recherche</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Stunden à 45 Minuten		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</li> <li>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</li> </ul>	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden /Experimente</b>	<b>Didaktisch-methodische Hinweise</b>
Säuren und Basen in Alltagsprodukten	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags ...		Anknüpfung an Inhalte der Sek. I
Erweiterung des Säure-Base-Begriffs nach Brønsted	...und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),	Herstellung und Löslichkeit von Chlorwasserstoff und anschl. mit Leitfähigkeitsmessung.	Wiederholung: Teilchen in sauren bzw. alkalischen Lösungen (nach Arrhenius)
Konjugierte Säure-Base-Paare	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und	Vergleich der Leitfähigkeit von konz. und verd. Essigsäure  Titration von Salz- und Essigsäure mit Natronlauge	Wasser als Voraussetzung für saure und basische Eigenschaften

<p>Titrationen mit der Indikatormethode</p>	<p>Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),</p> <p>erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),</p> <p>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),</p>	<p><i>Essigsäure in Speiseessig</i></p> <p>Massengehalt von Essigsäure in Speiseessig</p>	<p>Stöchiometrische Berechnungen „<i>c V - Formel</i>“</p>
<p>Leitfähigkeitstitation</p>	<p>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitation mithilfe graphischer Darstellungen (K1),</p> <p>erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6)</p>	<p>Versuch: Aufnahme eines Leitfähigkeitstitation</p> <p>Versuch: Ionenleitfähigkeit Messung der Leitfähigkeit gleichkonzentrier Lösungen von HCl, NaCl, KCl bzw. NaOH und Na-Acetat</p>	<p>Auch mit computer-gesteuerter Messwert-erfassung möglich</p> <p>Kontext: Neutralisationsanlage im Keller der Schule.</p>

## Unterrichtssequenzen in der Q1 zum IHF 3: Säuren, Basen und analytische Verfahren

### Grundkurs

#### Unterrichtsvorhaben V:

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten - Starke und schwache Säuren/Basen			
Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protolysegleichgewichte</li> <li>• Ionenprodukt des Wassers</li> <li>• <math>K_s/K_b</math>-Werte bzw. <math>pK_s/pK_b</math>-Werte</li> <li>• pH-Wert und pH-Wertberechnungen</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>•</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</li> <li>• Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</li> <li>• Basiskonzept Donor-Akzeptor-Prinzip</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Stunden à 45 Minuten			
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Methoden /Experimente	Didaktisch-methodische Hinweise
Starke und schwache Säuren und Basen	interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des $K_s$ -Wertes (UF2, UF3),	Versuch: Salzsäure und Propansäure: gleiche Konzentration (Titration), aber unterschiedlicher pH-Wert	pH-Wert zunächst noch phänomenologisch pH-Wert-Berechnungen erst s.u.
$K_s$ -/ $K_b$ - bzw. $pK_s$ -/ $pK_b$ -Werte	erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts  klassifizieren Säuren mithilfe von $K_s$ - und $pK_s$ -Werten (UF3),		Definition des pH-Werts: Plausibilität durch Verdünnung in 10-er-Potenz-Schritten  Üben des logarithmischen Rechnens!

<p>Ionenprodukt des Wassers</p> <p>pH-Wert, pH-Wert-Berechnungen</p>	<p>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von <math>K_s</math>- und <math>pK_s</math>-Werten.(E3),</p> <p>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).</p> <p>erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1),</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2),</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),</p>		<p>Möglichkeit zur Recherche: Säuren in Lebensmitteln und Produkten: z.B. Entkalker: „Welche Säure ist die beste?“</p>
--	--	--	--

## Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben Q1 - Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Unterrichtsvorhaben IV und V der Q1

Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS	
<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K2 Recherche</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• B1 Kriterien</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 20 Std. à 45 Minuten</p>

# Unterrichtssequenzen in der Q1 zum IHF 3: Säuren, Basen und analytische Verfahren

## Leistungskurs

### Unterrichtsvorhaben IV

<b>Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten - Konzentrationsbestimmungen</b>			
<b>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 Wiedergabe</li> <li>E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>K1 Dokumentation</li> <li>K2 Recherche</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</li> <li>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</li> <li>Basiskonzept Energie</li> </ul>	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden /Experimente</b>	<b>Didaktisch-methodische Hinweise</b>
Säuren und Basen in Alltagsprodukten  Erweiterung des Säure-Base-Begriffs nach Brønsted  Konjugierte Säure-Base-Paare	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags ...  ...und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),  zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),	Herstellung und Löslichkeit von Chlorwasserstoff und anschl. mit Leitfähigkeitsmessung.  Vergleich der Leitfähigkeit von konz. und verd. Essigsäure	Anknüpfung an Inhalte der Sek. I Wiederholung: Teilchen in sauren bzw. alkalischen Lösungen (nach Arrhenius)  Wasser als Voraussetzung für saure und basische Eigenschaften

<p>Titrationen mit der Indikatormethode</p>	<p>recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).</p> <p>planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),</p> <p>erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),</p> <p>bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4).</p> <p>bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5),</p> <p>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),</p>	<p>Titration von Salz- und Essigsäure mit Natronlauge  <i>Essigsäure in Speiseessig</i>          Massengehalt von Essigsäure in Speiseessig</p>	<p>Stöchiometrische Berechnungen  <i>„c V - Formel“</i></p> <p>Auch mit computer-gesteuerter Messwert-erfassung möglich</p> <p>Kontext:          Neutralisationsanlage im Keller der Schule.</p>
---	---	---	--



Leitfähigkeitstiteration	<p>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigskeitstiteration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),</p> <p>erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6)</p> <p>beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und wer-ten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5),</p> <p>erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).</p> <p>erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6)</p> <p>vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titeration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstiteration, pH-metrische Titeration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft</p>	<p>Versuch: Aufnahme eines Leitfähigkeitstiteration</p> <p>Versuch: Ionenleitfähigkeit Messung der Leitfähigkeit gleichkonzentrier Lösungen von HCl, NaCl, KCl bzw. NaOH und Na-Acetat</p> <p><a href="#">Übungen zur Leitfähigkeitstiteration</a></p> <p>Versuch: Reaktionswärme bei der Titeration messen</p>	
--------------------------	--	---	--

	für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4).		
--	---	--	--

## Unterrichtssequenzen in der Q1 zum IHF 3: Säuren, Basen und analytische Verfahren

### Leistungskurs

#### Unterrichtsvorhaben V:

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten - Starke und schwache Säuren/Basen			
Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protolysegleichgewichte</li> <li>• Ionenprodukt des Wassers</li> <li>• <math>K_s/K_b</math>-Werte bzw. <math>pK_s/pK_b</math>-Werte</li> <li>• pH-Wert und pH-Wertberechnungen</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>•</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</li> <li>• Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</li> <li>• Basiskonzept Donor-Akzeptor-Prinzip</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Stunden à 45 Minuten			
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden /Experimente	Didaktisch-methodische Hinweise
Starke und schwache Säuren und Basen	interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des $K_s$ -Wertes (UF2, UF3),	Versuch: Salzsäure und Propansäure: gleiche Konzentration (Titration), aber unterschiedlicher pH-Wert	pH-Wert zunächst noch phänomenologisch pH-Wert-Berechnungen erst s.u.
$K_s$ -/ $K_b$ - bzw. $pK_s$ -/ $pK_b$ -Werte	erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3)	<a href="http://www.kappenberg.com/pages/start/start.htm">http://www.kappenberg.com/pages/start/start.htm</a>	Definition des pH-Werts: Plausibilität durch Verdünnung in 10-er-Potenz-Schritten  Üben des logarithmischen Rechnens! (Labor und Analytik)

Indikatoren Säuren/Basen	als	<p>klassifizieren Säuren mithilfe von <math>K_s</math>- und <math>pK_s</math>-Werten (UF3),</p> <p>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von <math>K_s</math>- und <math>pK_s</math>-Werten.(E3),</p> <p>nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2).</p>		<p>11 von AK-Kappenberg bietet Übungsanimation, s. Link)</p>
<p>Ionenprodukt Wassers</p> <p>pH-Wert, pH-Wert- Berechnungen</p>	des	<p>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).</p> <p>erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1),</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2),</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2)</p>	(Computergestützte) Messwerterfassung	<p>Möglichkeit zur Recherche: Säuren in Lebensmitteln und Produkten: z.B. Entkalker: „Welche Säure ist die beste?“</p>

<p>Titrationenverläufe starker und schwacher Säuren/Basen</p>	<p>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),</p> <p>beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).</p> <p>beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3)</p> <p>beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5).</p> <p>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeits- und pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),</p>		
---	---	--	--

**Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben Q1 - Inhaltsfeld 4: Organische Produkte - Werkstoffe und Farbstoffe**  
**Unterrichtsvorhaben VI der Q1**  
**Grundkurs**  
(IHF 4 wird in Q2 fortgeführt)

Unterrichtsvorhaben VI:

**Kontext:** *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt (MTBE)*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF3 Systematisierung
- UF4 Vernetzung
- E3 Hypothesen
- E 4 Untersuchungen und Experimente
- K3 Präsentation
- B3 Werte und Normen

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

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege

**Zeitbedarf:** ca. 14 Stunden à 45 Minuten

**Unterrichtsvorhaben VI**  
**Grundkurs (Q1,2.Hj.)**

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

	<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>Grafik</b> zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte</p> <p><b>Demonstrationsexperiment</b> zum Cracken</p> <p>Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren)</p>	des eingeführten Schulbuchs
<p><b>Wege zum gewünschten Produkt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•elektrophile Addition</li> <li>•Substitution (radikalische, nucleophile)</li> </ul>	<p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophile 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><b>Aufgabe zur Synthese des Antiklopfmittels MTBE:</b></p> <p>Erhöhen der Klopffestigkeit durch MTBE</p> <p>Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen)</p> <p><b>Abfassen eines Textes</b> zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte</p>	<p>Übungsbeispiel um Sicherheit im Umgang mit komplexen Aufgabenstellungen zu gewinnen, Einzelarbeit betonen</p> <p>Einfluss des I-Effektes herausstellen, Lösen der Aufgabe in Partnerarbeit</p>

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



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

## Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben Q1 - Inhaltsfeld 4: Organische Produkte - Werkstoffe und Farbstoffe

### Unterrichtsvorhaben VI der Q1

#### Leistungskurs

(IHF 4 wird in Q2 fortgeführt)

#### Unterrichtsvorhaben VI:

**Kontext:** *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt PMMA*

#### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF3 Systematisierung
- UF4 Vernetzung
- E3 Hypothesen
- E 4 Untersuchungen und Experimente
- K3 Präsentation
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld 4:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

#### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege

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

## Unterrichtsvorhaben VI

### Leistungskurs (Q1,2.Hj.)

<b>• Kontext:</b> Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt (PMMA)			
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 30 Stunden à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>UF4 Vernetzung</li> <li>E3 Hypothesen</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>B3 Werte und Normen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Kernlehrplans des Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<b>Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffklassen und Reaktionstypen</li> <li>zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> <li>Stoffklassen</li> <li>homologe Reihen</li> <li>Destillation</li> <li>Cracken</li> </ul>	erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).  erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1).	<b>Film:</b> Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl Die fraktionierende Destillation  <b>Mind-map:</b> Vielfalt organischer C-Verbindungen	Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion Wdhg.: Summenformel, Strukturformel, Nomenklatur; Stoffklassen: Alkane, Cycloalkane, Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der Mesomerie), Nutzung

	<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>Grafik</b> zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte</p> <p><b>Demonstrationsexperiment</b> zum Cracken</p> <p>Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren)</p>	des eingeführten Schulbuchs
<p><b>Wege zum gewünschten Produkt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•elektrophile Addition</li> <li>•radikalische Substitution</li> <li>•nucleophile Substitution</li> </ul> <p>Unterscheidung <math>S_N1</math> und <math>S_N2</math></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>Advance Organizer: B4 S. 105 Chemie 2000+</p> <p>Versuche:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Radikalische Substitution</li> <li>2. Elektrophile Addition</li> <li>3. Nucleophile Substitution</li> <li>4. Eliminierung (Kondensation)</li> </ol>	<p>Als Vorbereitung für die PMMA-Synthese (s. nächstes Unterrichtsvorhaben)</p> <p>Hinweis: Schritte 4,5,6 in Chemie 2000+ S. 105 nicht intensiv (Wiederholung Oxidationsvorgänge)</p> <p>Energetische Betrachtung: Lichtenergie zur Bromspaltung (blaues/rotes Licht) bei der rad. Subst.</p>

Stabilität der Carbenium-Ionen Markownikow-Regel	schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).  verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).	Polymerisation MMA zu PMMA (s. Hinweis unten)	
---	---	---	--

Hinweis: Polymerisation von MMA zu PMMA wird als Überleitung zum Unterrichtsvorhaben I der Q2 gewählt

## Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

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

<p><b>Vom Monomer zum Polymer: Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsschritte der <b>radikalischen Polymerisation</b></li> <li>• <b>Polykondensation</b> Polyester</li> <li>• Polyamide fakultativ: Nylonfasern</li> </ul>	<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) (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p>	<p><b>Schülerexperimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymerisation von Styrol = Phenylethen (Styrol als Ausgangsstoff vieler Kunststoffe)</li> <li>• Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure.</li> <li>• „Nylonseiltrick“</li> </ul>	<p>Während der Unterrichtsreihe kann an vielen Stellen der Bezug zum Kontext Plastikgeschirr hergestellt werden.</p> <p>Polystyrol ist Werkstoff für Plastikgeschirr.</p>
<p><b>Kunststoffverarbeitung Verfahren, z.B.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spritzgießen</li> <li>• Extrusionsblasformen</li> <li>• Fasern spinnen</li> </ul> <p>Geschichte der Kunst-stoffe</p>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Einsatz von <b>Filmen</b> und <b>Animationen</b> zu den Verarbeitungsprozessen.</p>	<p>Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich.</p> <p>Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von Referaten erarbeitet werden.</p>
<p><b>Maßgeschneiderte Kunststoffe:</b></p>	<p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p>	<p><b>Recherche:</b> Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien.</p>	<p>Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich</p>

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

Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol:

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

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

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

Informationen zur Herstellung von PET-Flaschen:

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

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

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

Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:

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





## Unterrichtsraster Q2 – Inhaltfeld 4 (Fortsetzung): Organische Produkte - Werkstoffe und Farbstoffe

Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>  <b>Kontext:</b> Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>♦ Reaktionsabläufe</li> <li>♦ Organische Werkstoffe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 30 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>  <b>Kontext:</b> Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>♦ Reaktionsabläufe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>  <b>Kontext:</b> Farbstoffe im Alltag</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul>	<p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <p>Farbstoffe und Farbigkeit  Lichtabsorption und Lambert-Beer'sches Gesetz</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 30 Stunden à 45 Minuten</p>

## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

**Kontext:** Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos

### Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>Reaktionsabläufe</li> <li>Organische Werkstoffe</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 30 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 Wiedergabe</li> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>B3 Werte und Normen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ....	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden/Experimente	Didaktisch-methodische Hinweise
<b>Die Vielfalt der Kunststoffe im Auto:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definition der Begriffe „Kunststoff“ „Makromolekül“ „Polymer“ „Monomer“</li> <li>Bsp. für Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verwendung</li> </ul>		<b>Demonstration von Kunststoffteilen eines Autos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blinkerabdeckung</li> <li>Sicherheitsgurt</li> <li>Keilriemenrolle</li> <li>Sitzbezug</li> </ul> <b>Mind Map:</b> Kunststoffe im Auto - Eigenschaften und Verwendung	Ausgehend von der Verwendung von Kunststoffen im Auto werden Fragestellungen entwickelt und eine <b>Mind Map</b> erstellt und im Laufe der Unterrichtssequenz ergänzt.  In der <b>Eingangsd Diagnose</b> wird das für den folgenden Unterricht bedeutsame Vorwissen der SuS abgefragt.
<b>Eigenschaften, Synthesereaktionen, Stoffklassen und Verarbeitung von Kunststoffen</b>	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).  erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl	Mögliche Versuche: <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Herstellung einer PMMA</a> Scheibe durch radikalische Polymerisation</li> <li>Herstellung einer Polyesterfaser mit einer Heißklebepistole</li> </ul>	Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.

<p><b>1. Transparentes Plexiglas (PMMA):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation</li> <li>• Faserstruktur und Transparenz</li> </ul> <p><b>2. Reißfeste Fasern aus PET:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Polyestern</li> <li>• Polykondensation (ohne Mechanismus)</li> <li>• Faserstruktur und Reißfestigkeit</li> <li>• Schmelzspinnverfahren</li> </ul> <p><b>3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum:</b> Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste</p> <p><b>4. Nylonfasern für Sitzbezüge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Nylon</li> <li>• Polyamide</li> </ul>	<p>im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E3).</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3).</p> <p>Vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5).</p> <p>ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5).</p> <p>erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten</li> <li>• „Nylonseiltrick“</li> <li>• Depolymerisation von PS</li> </ul> <p><b>Protokolle</b></p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen.</p>	<p><b>Materialien zur individuellen Wiederholung:</b></p> <p><b>zu 1.:</b> Alkene, elektrophile Addition</p> <p><b>zu 2.:</b> Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, Intermolekulare Wechselwirkungen</p> <p><b>zu 4.:</b> Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung,</p> <p>Systematisierung der kennengelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.</p>
<p><b>Kunststoff werden in Form gebracht:</b> <b>Kunststoffverarbeitung</b> Verfahren, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrudieren</li> <li>• Spritzgießen</li> <li>• Extrusionsblasformen</li> </ul>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Versuch: <a href="#">Modellversuch zum Unterdrucktiefzieh-Verfahren</a></p>	

<b>Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau der Polycarbonate</li> <li>• Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit)</li> <li>• Syntheseweg zum Polycarbonat</li> </ul>	<p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p>	<b>Recherche:</b> Aufbau der Polycarbonate Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer Vorteile gegenüber PMMA <b>Flussdiagramme</b> zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses	<b>Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:</b> Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-Bildschirmen, als Fassungen für LEDs) und von PMMA.
<b>Maßgeschneiderte Kunststoffe</b>  z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten</li> <li>• Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz</li> <li>• Superabsorber</li> <li>• Cyclodextrine</li> <li>• Silikone</li> </ul>	<p>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3)</p> <p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p>	<b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten</b> zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plexiglas mit UV-Schutz</li> <li>• Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit</li> <li>• Cyclodextrine als "Geruchskiller"</li> </ul>	<p>Die SuS suchen sich die Themen nach ihrem Interesse aus. Bei den Vorträgen soll auch auf die Synthesewege eingegangen werden und deren Darstellung eingeübt werden.</p> <p>Cokondensation und "Blending" dienen der Modifikation von Kunststoffeigenschaften.</p> <p>Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen.</p> <p>Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farbstoffe.</p>
<b>Kunststoffmüll ist wertvoll: Kunststoffverwertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Umweltverschmutzung durch Plastikmüll</b></li> <li>• <b>Verwertung von Kunststoffen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- energetisch</li> <li>- rohstofflich</li> </ul> </li> </ul>	<p>diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die</p>	<b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen)</li> <li>• Herstellung von Stärkefolien</li> <li>• Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor"</li> </ul>	<b>Fächerübergreifender Aspekt:</b> Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).

- stofflich  • <b>Ökobilanz</b> von Kunststoffen	Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).  beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	Einsatz von <b>Filmen</b> zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.	
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Die meisten Experimente finden sich in der Unterrichtsreihe "Kunststoffe im Auto": <a href="http://www.chik.de">http://www.chik.de</a></p> <p>Informationen zur Weiterentwicklung von Polycarbonaten (Blends und Cokondensate) zur Verwendung in der Automobilindustrie und in Bildschirmen:  <a href="http://www.energiespektrum.de/misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098">http://www.energiespektrum.de/misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098</a>  <a href="http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx">http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx</a></p> <p>Internetauftritt des Verbands der Kunststoffherzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen (z. zur Kunststoffverarbeitung) finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:  <a href="http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx">http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx</a></p> <p>Experimentiervorschrift zur Herstellung einer UV-absorbierenden Acrylglasscheibe:  <a href="http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf">http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf</a></p> <p>Umfangreiche Unterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum recyclingfähigen Belland-Material:  <a href="http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_Organik/Belland.pdf">http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_Organik/Belland.pdf</a></p> <p>Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:  <a href="http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html">http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html</a></p>			

## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen			
Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>♦ Reaktionsabläufe</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 18 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ....	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden/Experimente	Didaktisch-methodische Hinweise
<b>Das aromatische System</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesomerie und Aromatizität</li> <li>• Grenzstrukturen</li> <li>• Delokalisation von Elektronen</li> </ul>	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7)  erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2)	<b>Experimente mit Benzol sind verboten!</b>  Lehrerversuch: <a href="#">Bromierung von Phenol</a>	Historische „Entdeckung“ der Benzolformel (Kekulé) Hückel-Regel <i>kann</i> formuliert werden  Bindungsabstände im Benzol  Energieschema: Hydrierungsenergien verschiedener Cyclohexene
<b>Elektrophile Substitution</b>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivate des Benzols (Anilin, Phenol)</li> <li>• Mechanismus der elektrophilen Substitution</li> <li>• Energiediagramm (Bromierung)</li> <li>• Dirigierende Einflüsse</li> <li>• Erst- und Zweit-substituent</li> <li>• M-/I-Effekte</li> </ul>	<p>analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6)</p> <p>machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsубstituenten (E3, E6),</p>	<p>Experimente: Säure-/Basenwirkung von Phenol/Anilin</p> <p>Möglichkeit für Referatsthemen: „Aromaten im Alltag“, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Aspirin-Synthese</a> (Säurefunktionen der Salicylsäure)</li> <li>• Polycyclische Kohlenwasserstoffe</li> <li>• Coffein und Nikotin</li> </ul>	<p>Übungen im Aufstellen mesomerer Grenzstrukturen</p> <p>Einführung des Begriffs der <i>Lewis-Säure</i> (z.B. FeCl<sub>3</sub>) bietet Möglichkeit zur Erweiterung des Säure-Base-Konzepts (s. IHF2)</p>
--	---	---	---



## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Farbstoffe im Alltag			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Farbstoffe und Farbigkeit</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 30 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 Wiedergabe</li> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>E6 Modelle</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>K4 Argumentation</li> <li>B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ....	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden/ Experimente	Didaktisch-methodische Hinweise
<b>Farben im Alltag</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Farbigkeit und Licht</li> <li>Absorptionsspektrum</li> <li>Energiestufen-Modell</li> </ul>	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).  werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)	<b>Erarbeitung:</b> Licht und Farbe, Fachbegriffe  <b>Experiment:</b> Fotometrie und Absorptionsspektren  <b>Experiment:</b> Verschieden farbige Laserpointer durch Farbfilter einstrahlen - Lichtabsorption vergleichen	<a href="#">Ein vereinfachtes Spektrometer lässt sich selber aus eine CD basteln</a>  Computergesteuertes Absorptionsspektrum

<b>Organische Farbstoffe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbe und Struktur</li> <li>- Konjugierte Doppelbindungen</li> <li>- Donator-/ Akzeptorgruppen</li> <li>- Mesomerie</li> <li>- Azofarbstoffe</li> <li>- Triphenylmethanfarbstoffe</li> </ul>	<p>erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mit Hilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen (UF1, E6).</p> <p>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)</p> <p>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6).</p>	<p><b>Arbeitsblatt:</b> Kriterien für Farbigkeit Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen</p> <p><b>Demonstrationsexperiment:</b> Farbwechsel von Phenolphthalein Erarbeitung der Strukturen</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> <a href="#">Synthese von Fluorescein</a></p> <p><b>Lehrerversuch:</b> Synthese von Phenolphthalein</p> <p><b>Schülerversuch:</b> <a href="#">Synthese von beta-Naphtholorange</a></p> <p><b>Lehrerversuch:</b> <a href="#">Bromierung von Lycopin</a></p>	<p>Wiederholung: elektrophile Substitution</p>
<b>Verwendung von Farbstoffen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bedeutsame Textilfarbstoffe</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff</li> <li>- Verwendung als Indikatoren</li> </ul>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p> <p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken (UF3, UF4).</p>	<p><b>Recherche:</b> Farbige Kleidung im Wandel der Zeit</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff</p> <p><b>Diskussion und Vergleich</b></p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung)</p> <p><b>Moderne Kleidung</b></p> <p><b>Recherche:</b> Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme</p>	<p>Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich</p> <p>ggf. weitere Färbemethoden</p> <p>Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen</p> <p><a href="#">Absorptionsspektrum von Bromthymolblau bei verschiedenen pH-Werten</a></p> <p><b>Wiederholung von Inhalten des IHF 2 möglich</b></p>

	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).		z.B. Azofarbstoffe und reduktive Azospaltung
<b>Konzentrationsbestimmung durch Photometrie</b>  Aufbau eines Photometers  Lambert-Beer'sches Gesetz	werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5) berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5) gewichten Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2)	<b>Experimente:</b>  <a href="#">Colorimetrische und / oder photometrische Bestimmungen</a> , z.B.: Kaliumpermanganat, Patentblau in Curacao-Blue, Nitrat/Nitrit-Gehalt	Extinktionsmessungen mit dem NOVOSPEC: Aufnehmen einer Eichkurve durch Referenzsubstanzen
<b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b>  Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt: <a href="http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm">http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm</a>  Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material: <a href="http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html">http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html</a>			