**Schulinterner Lehrplan**
des Friedrich-Spee-Gymnasiums Geldern
für das Fach

# Chemie

FSG
FRIEDRICH-SPEE-
GYMNASIUM GELDERN

*Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben*

| **Einführungsphase** | |
|---|---|
| *Unterrichtsvorhaben I:*<br>**Thema/Kontext:** Vom Alkohol zum Aromastoff<br><br>**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**:<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF2 Auswahl<br>• UF3 Systematisierung<br>• E3 Hypothesen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• E6 Modelle<br>• K1 Dokumentation<br><br>**Inhaltsfeld**: Kohlenstoff und Gleichgewichtsreaktionen<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>➢ Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 19 Std. à 90 Minuten | *Unterrichtsvorhaben II:*<br>**Thema/Kontext:** *Steuerung chemischer Reaktionen*<br><br>**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E2 Wahrnehmung und Messung<br>• E4 Untersuchung und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• E6 Modelle<br>• K1 Dokumentation<br>• K2 Recherche<br>• K3 Präsentation<br><br>**Inhaltsfeld**: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>➢ Reaktionsgeschwindigkeit<br>➢ Gleichgewichtsreaktionen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 90 Minuten |
| *Unterrichtsvorhaben III:* | *Unterrichtsvorhaben IV:* |

| | |
|---|---|
| **Thema/Kontext:** *Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane*<br><br>**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**<br>• E1 Probleme und Fragestellungen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K4 Argumentation<br>• B3 Werte und Normen<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Inhaltsfeld**: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>➢ Organische und) anorganische Kohlenstoffverbindungen<br>➢ Gleichgewichtsreaktionen<br>➢ Stoffkreislauf in der Natur<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 6 Std. à 90 Minuten | **Thema/Kontext:** *Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs*<br><br>**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**<br>• UF4 Vernetzung<br>• E6 Modelle<br>• E7 Arbeits- und Denkweisen<br>• K3 Präsentation<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Inhaltsfeld**: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>➢ Nanochemie des Kohlenstoffs<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 4 Std. à 90 Minuten |
| **Summe Einführungsphase: 45 Stunden** | |

***Konkretisierte Unterrichtsvorhaben***

**Einführungsphase**

| **Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen | |
|---|---|
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>Die Schülerinnen und Schüler… |
| ***Unterrichtsvorhaben I:***<br>**Vom Alkohol zum Aromastoff**<br><br>Basiskonzepte (Schwerpunkt): Basiskonzept Struktur – Eigenschaft, Basiskonzept Donator – Akzeptor<br>_____<br><br>*Stoffklassen und funktionelle Gruppen*<br>• Kohlenstoffgerüst<br>• Alkane, Alkene, Alkine<br>• Homologe Reihe<br>• funktionelle Gruppen: Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Aldehyde, Ketone<br><br>*Alkanole- eine Klasse für sich*<br>• *Homologe Reihe*<br>• *Nomenklatur*<br>• *Alkoholische Gärung* | ➢ <u>Umgang mit Fachwissen</u><br>- erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2),<br>- beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3),<br>- benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3),<br>- erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasser- stoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3),<br>- beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2),<br>- erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2),<br>- ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3),<br>- ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1),<br><br>➢ <u>Erkenntnisgewinnung</u><br>- führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4),<br>- nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6),<br>- stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen ge- |

| | |
|---|---|
| • Zwischenmolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindung, Dipol-Dipol-Wechselwirkung,<br><br>*Vom Alkohol zum Aldehyd/ Keton- Synthese von Aromastoffen*<br>• *Nomenklatur*<br>• Oxidation/ Reduktion<br>• Oxidationszahlen<br>• Zwischenmolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindung, Dipol-Dipol-Wechselwirkung,<br><br>*Vom Aldehyd zur Carbonsäure*<br>• *Nomenklatur*<br>• Oxidation/ Reduktion<br>• Oxidationszahlen<br>• Zwischenmolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindung, Dipol-Dipol-Wechselwirkung,<br>• *Eigenschaften der Säuren*<br>• *Säurestärke* | eignete Experimente zur Überprüfung vor (E3),<br>- beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6),<br>- erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5)<br>➢ <u>Kommunikation</u><br>- dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen ) (K1),<br>- nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2),<br>- beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3),<br>- wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3),<br>- 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),<br>- recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3),<br>➢ <u>Bewertung</u><br>- 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), |

| | |
|---|---|
| *Ester- Aromastoffe aus dem Labor*<br>• *Veresterung*<br>• *Nomenklatur*<br>• Einwaage, Ausbeute<br>• Gas-Chromatographie | |
| ***Unterrichtsvorhaben II:***<br>**Steuerung chemischer Reaktionen**<br>Basiskonzept - Schwerpunkte:<br><br>Struktur – Eigenschaft Chemisches Gleichgewicht<br><br>*Geschwindigkeit chemischer Reaktionen*<br>• Reaktionsgeschwindigkeit<br>• Methode der Anfangsgeschwindigkeit<br>• Aktivierungsenergie, Energiediagramm<br>• Katalysator<br>• Homogene Katalyse, heterogene Katalyse<br>• Stoßtheorie<br><br>*Esterbildung- das chemische Gleichgewicht*<br>• Chemisches Gleichgewicht | ➢ <u>Umgang mit Fachwissen</u><br>- erläutern die Merkmale eines chem. Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1),<br>- erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage ( c, p, T ) (UF3)<br><br>➢ <u>Erkenntnisgewinnung</u><br>- interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5),<br>- führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Ei-genschaften organischer Verbindungen) (E2, E4),<br>- beschreiben und erläutern das chem. Gleichgewicht mit Hilfe von Modellen (E6)<br><br>➢ <u>Kommunikation</u><br>- dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen ) (K1),<br>- recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3),<br>- nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2), |

| | |
|---|---|
| • Prinzip von Le Chatelier<br>• Massenwirkungsgesetz<br>• Gleichgewichtskonstante<br>• Stoßtheorie | - recherchieren Infos und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4) |
| ***Unterrichtsvorhaben III:*** **Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane**<br><br><u>Basiskonzept - Schwerpunkte</u>:<br>Struktur – Eigenschaft Chemisches Gleichgewicht<br><br>*Kreislauf des Kohlenstoffs und der CO2-Gehalt der Meere*<br>• Chemisches Gleichgewicht<br>• Prinzip von Le Chatelier<br>• Massenwirkungsgesetz<br>• Gleichgewichtskonstante<br>• Treibhauseffekt | ➢ <u>Umgang mit Fachwissen</u><br>- erläutern die Merkmale eines chem. Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1),<br>- erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage ( c, p, T ) (UF3)<br><br>➢ <u>Erkenntnisgewinnung</u><br>- führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (E2 / E4),<br>- beschreiben und erläutern das chem. Gleichgewicht mit Hilfe von Modellen (E6)<br>- formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe ( z.B. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf ) (E3)<br><br>➢ Kommunikation<br>- dokum~~entieren Experim~~ente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines Gleichgewichts zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes ) (K1), |

| | |
|---|---|
| • anthropogene Emissionen | - nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2),<br>- recherchieren Infos und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4)<br><br>➢ <u>Bewertung</u><br>- beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierte Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3),<br>- zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4) |
| **Unterrichtsvorhaben IV: Nicht nur Graphit und Diamant –<br>Erscheinungsformen des Kohlenstoffs**<br><br><u>Basiskonzept - Schwerpunkte</u>:<br>Struktur – Eigenschaft<br><br>*Kohlenstoff- ein Werkstoff der Zukunft*<br>Modifikationen<br>• Graphit,<br>• Diamant<br>• Fullerene<br>• Carbonfasern<br>• Nanotechnologie | ➢ <u>Umgang mit Fachwissen</u><br>- beschreiben die Strukturen von Diamant<br>• und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a.) Fullerene (UF4).<br><br>➢ <u>Erkenntnisgewinnung</u><br>- nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).<br>- stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).<br>- erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7).<br><br>➢ <u>Kommunikation</u><br>- recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse |

| | |
|---|---|
| | adressatengerecht (K2, K3).<br>- stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).<br><br><u>Bewertung</u><br>- bewerten an einem Beispiel Chancen und<br>➢ Risiken der Nanotechnologie (B4). |

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS</th></tr>
<tr><td>

<u>*Unterrichtsvorhaben I:*</u>

**Kontext**: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
- UF1 Wiedergabe
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- K1 Dokumentation
- K2 Recherche

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

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen

**Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 90 Minuten

</td><td>

<u>*Unterrichtvorhaben II*</u>

**Kontext:** *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
- UF3 Systematisierung
- UF4 Vernetzung
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E6 Modelle
- K2 Recherche
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfeld**: Elektrochemie
**Inhaltlicher Schwerpunkt**:
- Mobile Energiequellen

**Zeitbedarf**: ca. 11 Stunden à 90 Minuten

</td></tr>
<tr><td>

<u>*Unterrichtsvorhaben III:*</u>

**Kontext:** *Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
- UF2 Auswahl
- E6 Modelle
- E7 Vernetzung
- K1 Dokumentation
- K4 Argumentation
- B1 Kriterien
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld**: Elektrochemie

</td><td>

<u>*Unterrichtsvorhaben IV:*</u>

**Kontext:** Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfeld**: Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt**:
- Korrosion

</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| **Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>◆ Mobile Energiequellen<br>◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 7 Stunden à 90 Minuten | **Zeitbedarf**: ca. 3 Stunden à 90 Minuten |
| *Unterrichtsvorhaben V:*<br><br>**Kontext:** *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF3 Systematisierung<br>• UF4 Vernetzung<br>• E3 Hypothesen<br>• E 4 Untersuchungen und Experimente<br>• K3 Präsentation<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 7 Stunden à 90 Minuten | |
| **Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 43 Stunden à 90 Minuten** | |
| **Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 30 Stunden** | |

| Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS | |
|---|---|
| *Unterrichtsvorhaben I:*<br><br>**Kontext**: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E3 Hypothesen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• K1 Dokumentation<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Inhaltsfelder**: Säuren, Basen und analytische Verfahren<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>◆ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen<br>◆ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen<br>◆ Titrationsmethoden im Vergleich<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 90 Minuten | *Unterrichtsvorhaben II:*<br><br>**Kontext**: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E1 Probleme und Fragestellungen<br>• E2 Wahrnehmung und Messung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K2 Recherche<br>• B1 Kriterien<br><br>**Inhaltsfelder**: Elektrochemie<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>◆ Mobile Energiequellen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 15 Stunden à 90 Minuten |
| *Unterrichtsvorhaben III:*<br><br>**Kontext**: *Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF2 Auswahl<br>• UF4 Vernetzung<br>• E1 Probleme und Fragestellungen<br>• E5 Auswertung<br>• K2 Recherche<br>• K4 Argumentation<br>• B1 Kriterien<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Inhaltsfelder**: Elektrochemie<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**: | *Unterrichtsvorhaben IV:*<br><br>**Kontext**: *Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF3 Systematisierung<br>• E6 Modelle<br>• K2 Recherche<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Inhaltsfelder**: Elektrochemie<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>◆ Korrosion und Korrosionsschutz<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 5 Std. à 90 Minuten |

| | |
|---|---|
| ◆ Mobile Energiequellen<br>◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen<br>◆ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 11  Stunden à 90 Minuten | |
| <u>*Unterrichtsvorhaben V:*</u><br><br>**Kontext**: *Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF4 Vernetzung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K2 Recherche<br>• K3 Präsentation<br>• B2 Entscheidungen<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>◆ Reaktionsabläufe<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 90 Minuten | |
| **<u>Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 63 Stunden</u>** | |

| Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS | |
|---|---|
| *Unterrichtsvorhaben I:*<br><br>**Kontext**: *Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• E7 Arbeits- und Denkweisen<br>• K3 Präsentation<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>◆ Reaktionsabläufe<br>◆ Organische Werkstoffe<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 17 Stunden à 90 Minuten | *Unterrichtsvorhaben II:*<br><br>**Kontext**: *Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF2 Auswahl<br>• E3 Hypothesen<br>• E6 Modelle<br>• E7 Arbeits- und Denkweisen<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>◆ Reaktionsabläufe<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden à 90 Minuten |
| *Unterrichtsvorhaben III:*<br><br>**Kontext**: *Farbstoffe im Alltag*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E6 Modelle<br>• K3 Präsentation<br>• K4 Argumentation<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>◆ Farbstoffe und Farbigkeit<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden à 90 Minuten | *Unterrichtsvorhaben IV:*<br><br>**Kontext***: Nitratbestimmung im Trinkwasser*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• E2 Wahrnehmung und Messung<br>• E5 Auswertung<br>• K1 Dokumentation<br>• K3 Präsentation<br>• B1 Kriterien<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>◆ Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 5 Stunden à 90 Minuten<br>. |
| **Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 42 Stunden** | |

## Q1– Unterrichtsvorhaben I

| **Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren:** | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen<br>• Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen<br>• Titrationsmethoden im Vergleich<br><br>**Zeitbedarf**: 15 Std. à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E3 Hypothesen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• K1 Dokumentation<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft<br>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht<br>Basiskonzept Donator-Akzeptor<br>Basiskonzept Energie | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br><br>Die Schülerinnen und Schüler …. | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Säuren in Alltagsprodukten** | identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).<br><br>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). | **Demonstration** von säurehaltigen Haushaltschemikalien und Nahrungsmitteln (z.B. Essigessenz, Sauerkraut, Milch, Aceto Balsamico, Wein, Fliesenreiniger (Salzsäure), Lachsschinken (Ascorbat)) | Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten: Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒ Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt selbstständig und angeleitet (E1, E3). | **Fragen und Vorschläge** zu Untersuchungen durch die Schülerinnen und Schüler<br><br>**Test zur Eingangsdiagnose** | von Chemikalien und Lebensmitteln |
| **Säuregehalt verschiedener Lebensmittel**<br><br>• Indikatoren<br>• Neutralisations-reaktion<br>• Titration<br>• Berechnung des Säuregehaltes | erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5).<br><br>nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2). | Wiederholung bekannter Inhalte in **Gruppenarbeit**<br><br>**Schüler-Experiment:**<br>Titration mit Endpunktbestimmung<br><br>**Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch, Erarbeitung z. B. im Lerntempoduett:**<br>Übungsaufgaben zu Konzentrations-berechnungen | Ggf. Rückgriff auf Vorwissen (Stoffmengenkonzentration, Neutralisation, Säure-Base-Indikatoren …) durch **Lernaufgaben** verschiedener Bildungsserver (Hinweise siehe unten)<br><br>Bestimmung der Stoffmengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils |
| **Acetate als Säureregulatoren in Lebensmitteln:**<br>**Der funktionelle Säure-Base-Begriff**<br><br>• saure und alkalische Salzlösungen<br>• konjugierte Säure-Base-Paare<br>• Protolysereaktion<br>• Neutralisationswärme | identifizieren Säuren und Basen in Pro-dukten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).<br><br>zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7).<br><br>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3). | **Schüler-Experiment:**<br>Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen z. B. mit Bromthymolblau<br><br>**Ergebnis**:<br>Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich.<br><br>**Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:**<br>• Säure-Base-Theorie nach Brønsted<br>• Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren<br><br>**Fakultativ:**<br>**Lehrer-Demonstrationsexperiment** oder entsprechende **Computeranimation** | Vorstellung der Acetate oder anderer Salze als Lebens-mittelzusätze zur Ver-ringerung des Säuregehalte<br><br>Vorgehensweise z.B. in Anlehnung an *Barke* zum Umgang mit evtl. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6). | (Hinweise siehe unten) zwecks Vertiefung des Säure-Base-Konzeptes nach Brønsted:<br>Schwefelsäure auf Kochsalz geben, entstehendes Chlorwasserstoffgas in Wasser leiten und entsprechend die Änderung der Leitfähigkeit messen<br><br>**Demonstrationsexperiment:**<br>Neutralisationen von Essigsäurelösung mit Acetaten (qualitativ) mit Messung der Neutralisationswärme | **Fehlvorstellungen** zu Säuren und Basen (Hinweise siehe unten) |
| **Anwendung des Säure-Base-Begriffs auf Wasser:**<br>**Der pH-Wert**<br><br>• Autoprotolyse des Wassers<br>• Ionenprodukt des Wassers<br>• pH- und pOH Wert | erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).<br><br>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des $K_S$-Wertes (UF2, UF3).<br><br>erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1). | **Schüler-Experiment:**<br>Messung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes von Wasserproben<br><br>**z. B. im Lehrer-Vortrag:**<br>Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenproduktes des Wassers<br><br>**Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:**<br>Übungsaufgaben zum Ionenprodukt | Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen<br><br>**Übung:** Angabe der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners<br><br>Zur Herleitung des Ionenproduktes eignet sich ein **Arbeitsblatt unter-stütztes Lernprogramm** (siehe Hinweis unten). |
| **Warum ist 100 %ige Citronensäure genießbar, 37%ige Salzsäure aber nicht? - Die Stärken von Säuren und Basen**<br><br>• $K_s$ und $pK_s$ Werte zur Beschreibung der Säurestärke<br>• $K_B$- und $pK_B$-Werte | berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2).<br><br>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des $K_S$-Wertes (UF2, UF3).<br><br>klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von $K_S$-, $K_B$- und $pK_S$-, $pK_B$-Werten (UF3). | **Schüler-Experiment:** pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen und einer starken Säure (z.B. Essigsäure- und Salzsäurelösungen)<br><br>**Erarbeitung:**<br>Ableitung der Säurekonstante $K_S$ aus der Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte | Wiederholung des MWG, z.B. als **vorbereitende Hausaufgabe**<br><br>Rückgriff auf Haushaltschemikalien, z.B. Fliesenreiniger und Essigsorten |

| | | | |
|---|---|---|---|
| zur Beschreibung der Basenstärke | berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).<br><br>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von $K_S$- und $K_B$-Werten und von $pK_S$- und $pK_B$-Werten (E3).<br><br>erklären fachsprachlich angemessen und mit Hilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3). | **Partnerarbeit**, ggf. mit Klappaufgaben zur Selbstkontrolle:<br>pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren<br><br>**z. B. Lerntempoduett als arbeitsteilige Partnerarbeit** (differenziert über Transfer auf starke und schwache Basen):<br>Selbstständige Herleitung der Basenkonstante $K_B$ und Anfertigen von Voraussagen zu pH-Werten von Salzlösungen unter Nutzung entsprechen-der Tabellen zu $K_s$- und $K_B$-Werten.<br><br>**Bestätigungsexperiment** entsprechend der dargebotenen Schülerlösungsansätze<br><br>**z. B. Lerntheke** mit binnendifferenzierten Aufgaben zum Üben und Anwenden | |
| **Wie ändert sich der pH-Wert bei Titrationen?**<br><br>• pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren<br>• Auswertung von Titrationskurven verschiedener Säuren aus Haushalt und Umwelt | dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1).<br><br>beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenz-punkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5).<br><br>beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3). | **Schüler-Experiment:**<br>pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren (z. B.: Salzsäure- und Essigsäurelösung)<br><br>**z. B. Unterrichtsgespräch:**<br>Interpretation der Titrationskurven verschiedener Säuren<br>(auch anhand von **Simulationen,** vgl. Hinweise unten)<br><br>Ggf. Erweiterung und Vertiefung mit anschließendem **Gruppenpuzzle** | Ausgehend von den unterschiedlichen pH-Werten der gleichkonzentrierten Lösungen starker und schwacher Säuren wird der pH-Verlauf der Titration untersucht.<br><br>Ggf. **computergestütztes Experimentieren** oder Vergleich der experimentellen Kurve mit vorgegebenen Modellrechnungen (Hinweise siehe unten)<br><br>Der Begriff des „**Puffers**“ kann hier unterstützend zur Erläuterung der |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Titrationskurven eingeführt werden, ausdrücklich ***nicht*** gefordert ist aber die mathematische Herleitung und damit zusammenhängend die Henderson-Hasselbalch-Gleichung. |
| **Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico - Die Leitfähigkeits-titration**<br><br>• Leitfähigkeitstitra-tionen verschiedener starker und schwacher Säuren und Basen<br>• Leitfähigkeits- und pH-metrische Titration im Vergleich | erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6).<br><br>beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Inhaltsstoffen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5).<br><br>vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstitration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4).<br><br>bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5). | **Schüler-Experiment:**<br>Leitfähigkeitsmessungen verschiedener wässriger Lösungen<br>(Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen)<br><br>**Gruppenarbeit:**<br>Graphische Darstellung und Auswertung der Leitfähigkeitstitration unter Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen (Ionenbeweglichkeit)<br><br>**Lernaufgabe:**<br>Vergleich zwischen pH-metrischer Titration und Leitfähigkeitstitration | Die Leitfähigkeitstitration als weiteres mögliches Verfahren zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen wird vorgestellt.<br><br>Einsatz von Materialien zur **Diagnose** von **Schülervorstellungen** in Anlehnung an entsprechende Ausführungen von *Barke* u.a. (Hinweise siehe unten). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Wie viel Säure oder Basen enthalten verschiedene Produkte aus Haushalt und Umwelt?** | recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).<br><br>beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).<br><br>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).<br><br>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).<br><br>bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4). | **Experimentelle arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Analyse einer ausgewählten Haushaltschemikalie, eines Nahrungsmittels oder einer Säure oder Base in der Umwelt unter den Kriterien Säure-/Basegehalt, Verwendungsbereich und Wirksamkeit, Gefahrenpotenzial beim Gebrauch, Umweltverträglichkeit und Produktqualität etc.<br><br>**S-Vorträge:** Präsentation der Arbeitsergebnisse z.B. als Poster mit **Kurzvorträgen oder ggf. Science Slam.**<br><br>**Concept-Map** zur vorliegenden Unterrichtsreihe (ggf. binnendifferenziert) | Möglichkeiten der **Differenzierung:**<br>• Betrachtung mehrprotoniger Säuren, z.B. Phosphorsäure in Cola<br>• Konzentrationsbestimmung des Gesamtgehaltes an Säuren, z.B. Milchsäure und Ascorbinsäure in Sauerkraut<br>• Erweiterung auf die Untersuchung anderer Säuren, z.B. Säuren in der Umwelt<br><br>**Fakultativ:** Ergänzend zur arbeitsteiligen Experimental-arbeit können verschiedene Werbetexte zu säure- oder basehaltigen Alltagspro-dukten untersucht und entsprechende **Leserbriefe** verfasst werden. |

**Diagnose von Schülerkonzepten:**

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe, Kolloquien während der Experimentalphase, Zwischendiagnose zu Schülerkonzepten, Concept-Map

**Leistungsbewertung:**

- Kolloquien, Protokolle, Vorträge, ggf. Science Slam, Klausur

**Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:**

- **Lernaufgaben** zu Säuren und Basen siehe http://www.bildungsserver.de/elixier/
- Zur **Herleitung des Ionenprodukts** und entsprechenden Übungen siehe Materialien bei http://www.chemgapedia.de
- **Animation zur Reaktion von Natriumchlorid mit Schwefelsäure** siehe http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
- **Petermann**, **Friedrich, Barke, Oetken**: Säure-Base-Reaktionen. Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtseinheit. In: PdNCh 3 (2011) 60, S.10-15.

konkrete Unterrichtsmaterialien zur **Diagnose** und dem Umgang **von Schülervorstellungen** in Anlehnung an o.g. Artikel: http: www.aulis.de/files/downloads/.../ChiS_2011_3_OE_**Petermann**.doc) (Philipps-Universität-Marburg)

- **Materialien zu verschiedenen Titrationen** u.a. bei
  http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/
  http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
  http://www.kappenberg.com/
  http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/leitf-02.htm (**Thermometrischen Titration**)
  http://www.hamm-chemie.de/
  http://www.chemiedidaktik.uni-jena.de/chedidmedia/Titration.pdf (**Experimentiermappe** zu Titrationen der Friedrich-Schiller-Universität-Jena)
  http://www.chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0053Bestimmung_der_Gesamtsaeure_von_Most.pdf

Säuren und Basen im Alltag:
- http://www.seilnacht.com/Lexika/Lebensmittelzusatzstoffe
- http://www.schule-studium.de/chemie/chemieunterricht (Verwendung bzw. Vorkommen von Säuren im Alltag)
- http: //www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-grund/kap_14.htm (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)

**Q 1 – Unterrichtsvorhaben II**

**Kontext**: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

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

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*
- selbständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1).
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen und deren Durchführung beschreiben. (E4).

*Kompetenzbereich Kommunikation:*
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

*Kompetenzbereich Bewertung:*
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei der Bewertung von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).

**Inhaltsfeld**: Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt**:

- Mobile Energiequellen

**Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 90 Minuten

## Q 1 - *Unterrichtsvorhaben II*

| **Kontext:** Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Elektrochemie | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Mobile Energiequellen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 15 Stunden à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E1 Probleme und Fragestellungen<br>• E2 Wahrnehmung und Messung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K2 Recherche<br>• B1 Kriterien<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>• Basiskonzept Donator-Akzeptor<br>• Basiskonzept Energie<br>• Basiskonzept chemisches Gleichgewicht | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>**Die Schülerinnen und Schüler …** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte:**<br>**- elektrochemische Energiequellen**<br><br>•Aufbau einer Batterie | dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1). | **Demonstration:**<br>• Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte<br>• Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen<br><br>**Skizze des Aufbaus**<br>Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile.<br><br>**Eingangsdiagnose: z. B. Klapptest** | Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen **Mind-Map**, die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird.<br><br>Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI |
| **Wie kommt der Elektronenfluss (Strom-** | stellen Oxidation und Reduktion als Teilre- | **Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):**<br>Reaktion von verschiedenen Metallen und | Aufgreifen und Vertiefen des „erweiterten“ Redoxbegriffs |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **fluss) in einer Batterie zustande?**<br><br>• Redoxreihe der Metalle<br>• Prinzip galvanischer Zellen<br>(u.a. Daniell-Element) | aktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).<br><br>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).<br><br>entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3).<br><br>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3). | Salzlösungen sowie von Metallen<br><br>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen<br>Ableitung der Redoxreihe.<br><br>**Lernaufgabe:**<br>z.B. Recycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel?<br><br>**Demonstrationsexperiment:**<br>• Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element)<br>• Demonstration der Spannung und des Stromflusses<br><br>**Lernaufgabe** zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. Zink-Silber-Zelle | aus der Einführungsphase<br><br>**Binnendifferenzierung** durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte **Lernhilfen** für die Auswertung der Experimente<br><br>Ggf. **Animationen** zu galvanischen Elementen [2]<br><br>Ggf. Berücksichtigung von **Fehlvorstellungen** zur Funktion des Elektrolyten [5] |
| **Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen?**<br><br>• Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle<br>• Standardwasserstoffelektrode | planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5).<br><br>entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3).<br><br>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).<br><br>berechnen Potentialdifferenzen unter Nut- | **Hinführendes Experiment:**<br>**Elektronendruck von Metallen**<br>Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die gemeinsam im Wasserbehälter stehen<br><br>Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe<br><br>**Schülerexperimente (Gruppenarbeit):**<br>**Spannungsreihe der Metalle**<br><br>**Experiment:**<br>galvanische Zellen aus „Metallhalbzellen“ und „Nichtmetallhalbzellen“, z.B.: $Zn/Zn^{2+}$ // | Ggf. Thematisierung der **elektrochemischen Doppelschicht** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | zung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3). | $I^-$ /$I_2$/Graphit.<br>Einordnung der Nichtmetalle in die elektrochemische Spannungsreihe<br><br>**Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:**<br>Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement, z.B.: Pt/$H_2$/$H^+$//$Cu^{2+}$/Cu<br><br>**Übungsaufgaben**<br>Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale | |
| **Welchen Einfluss haben die Konzentrationen der Elektrolytlösungen auf die Spannung einer galvanischen Zelle?**<br><br>• Konzentrationszellen<br>• Nernst Gleichung | planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4).<br><br>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5).<br><br>berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2). | **Experiment: Silber/ Silberionen-Konzentrationszelle**<br><br>Ableitung der Nernstgleichung, z.B. im **gelenkten Unterrichtsgespräch**<br><br>**Übungsaufgaben zur Nernst-Gleichung**<br>Berechnung von Zellspannungen und Konzentrationen | Ggf. hinführendes **Experiment** zur Konzentrationsabhängigkeit, z.B.:<br>Zink/gesättigte Zinksulfatlösung<br><br>**Fakultativ**: Messprinzip einer pH-Wert Bestimmung als Anwendung der Nernst-Gleichung. Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben I möglich |
| **Knopfzellen für Hörgeräte:**<br><br>• Die Zink-Luft-Zelle | erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4). | **Demonstration**:<br>Knopfzelle für Hörgeräte<br><br>**Schülerexperiment: Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle** (Hinweise s.u.)<br>Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle | Informationen und Modellexperiment siehe [4] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen?**<br><br>• Die Elektrolyse | beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).<br><br>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4).<br><br>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).<br><br>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5). | **Informationstext:**<br>Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten<br><br>**Schülerexperiment:** Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators<br><br>Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle | Informationen und Modellexperiment siehe [4] |
| **Batterien und Akkumulatoren im Alltag** | erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).<br><br>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).<br><br>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und | **Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Präsentation:** Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.:<br><br>• **Alkaline-Batterie (verpflichtend!)**<br>• Lithium-Ionen-Akkumulator<br>• Nickel-Metallhydrid-Akkumulator<br>• Zink-Silberoxid-Knopfzelle<br>• Redox-Flow-Akkumulatoren<br><br>Erstellung einer **Concept Map** mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens | Gruppenarbeit ggf. mit Schülerexperimenten, die **Präsentation kann** z. B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen<br><br>**Binnendifferenzierung** durch die Auswahl der Themen |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).<br><br>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1). | | |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe
- Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen
- Versuchsprotokolle
- Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie

Leistungsbewertung:

- Präsentationen zu mobilen Energiequellen
- Lernaufgaben
- Klausuren / Facharbeit

**Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:**

1. http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf
   Stationenlernen mit Experimenten der Arbeitsgruppe Chemie im Kontext (Kölner Modell): Wie bei Chemie im Kontext üblich, werden Bezüge zwischen dem geplanten fachlichen Inhalt und der Lebenswirklichkeit von Schülerinnen und Schülern hergestellt. Das soll den Zugang zum Fachthema erleichtern und sie ermutigen, Fragen zu formulieren. Vielfältige Tipps und Informationen. Ausgehend von Redoxreaktionen aus der SI werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen dargestellt und vielfältige Informationen zu Batterien und Akkumulatoren geliefert.
2. http://www.chemie-interaktiv.net Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.
3. *http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html Broschüre: „Die Welt der Batterien“*
   Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling
4. Maximilian Klaus, Martin Hasselmann, Isabel Rubner, Bernd Mößner und Marco **Oetken**, in: CHEMKON 2014, 21, Nr. 2, S. 65 - 71
   Metall-Luft-Batterien mit einer neuartigen Kohleelektrode - Moderne elektrochemische Speichersysteme im Schulexperiment
5. https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf
   A. Marohn, Falschvorstellungen von Schülern in der Elektrochemie - eine empirische Untersuchung, Dissertation , TU Dortmund (1999)

6. http://forschung-energiespeicher.info
   Informationen zu aktuellen Projekten von Energiespeichersystemen, u.a. Redox-Flow-Akkumulatoren, Zink-Luft-Batterien, Lithium-Akkumulatoren.
7. http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/
   Landesbildungsserver Baden-Würtemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
8. www.aktuelle-wochenschau.de (2010)
9. GdCh (Hrsg.): HighChem hautnah: Aktuelles über Chemie und Energie, 2011, ISBN: 978-3-936028-70-6
10. Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie: (Hrsg.) Von Kohlehalden und Wasserstoff: Energiespeicher – zentrale Elemente der Energieversorgung, 2013, ISBN: 978-3-9809691-5-4

### 2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK

**Q1 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben III**
**Kontext**: *Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

*Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:*
- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).

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

*Kompetenzbereich Kommunikation:*
- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).

*Kompetenzbereich Bewertung:*

- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

**Inhaltsfeld**: Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte**:

- ♦ Mobile Energiequellen
- ♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen

**Zeitbedarf**: ca. 7 Std. à 90 Minuten

**Q1 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben III**

| **Kontext:** Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Elektrochemie | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen<br>• Mobile Energiequellen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 7 Stunden à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF2 Auswahl<br>• E6 Modelle<br>• E7 Vernetzung<br>• K1 Dokumentation<br>• K4 Argumentation<br>• B1 Kriterien<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Donator-Akzeptor<br>Basiskonzept Energie | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>Die Schülerinnen und Schüler … | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?**<br><br>Elektrolyse<br>Zersetzungsspannung<br>Überspannung | beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).<br><br>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen einer galvanischen Zelle (UF4).<br><br>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Be- | **Bild** eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos oder Einsatz einer **Filmsequenz** zum Betrieb eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos<br><br>**Demonstrationsexperiment** zur Elektrolyse von angesäuertem Wasser<br>**Beschreibung und Deutung der Versuchsbeobachtungen**<br>- Redoxreaktion<br>- endotherme Reaktion | Aufriss der Unterrichtsreihe: Sammlung von Möglichkeiten zum Betrieb eines Automobils: Verbrennungsmotoren (Benzin, Diesel, Erdgas), Alternativen: Akkumulator, Brennstoffzelle<br><br>Beschreibung und Auswertung des Experimentes mit der intensiven Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion<br>Fokussierung auf den energetischen Aspekt der Elektrolyse |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | rücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).<br><br>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7). | - Einsatz von elektrischer Energie: $W = U*I*t$<br><br>**Schüler- oder Lehrerexperiment** zur Zersetzungsspannung<br>Die Zersetzungsspannung ergibt sich aus der Differenz der Abscheidungspotentiale. Das Abscheidungspotential an einer Elektrode ergibt sich aus der Summe des Redoxpotentials und dem Überpotential. | Ermittlung der Zersetzungsspannung durch Ablesen der Spannung, bei der die Elektrolyse deutlich abläuft (Keine Stromstärke-Spannungs-Kurve) |
| **Wie viel elektrische Energie benötigt man zur Gewinnung einer Wasserstoffportion?**<br><br>Quantitative Elektrolyse<br>Faraday-Gesetze | erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).<br><br>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1). | **Schülerexperimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente** zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit.<br>Formulierung der Gesetzmäßigkeit: $n \sim I*t$<br><br>**Lehrervortrag**<br>Formulierung der Faraday-Gesetze / des Faraday-Gesetzes<br>Beispiele zur Verdeutlichung der Berücksichtigung der Ionenladung<br>Einführung der Faraday-Konstante, Formulierung des 2. Faraday`schen Gesetzes | Schwerpunkte: Planung (bei leistungsstärkeren Gruppen Hypothesenbildung), tabellarische und grafische Auswertung mit einem *Tabellenkalkulationsprogramm*<br><br>Vorgabe des molaren Volumens $V_m$ = 24 L/mol bei Zimmertemperatur und 1013 hPa<br>Differenzierende Formulierungen: Zur Oxidation bzw. Reduktion von 1 mol z-fach negativ bzw. positiv geladener Ionen ist eine Ladungsmenge $Q = z *$ 96485 A*s notwendig. Für Lernende, die sich mit Größen leichter tun: $Q = n*z*F$; $F =$ 96485 $A*s*mol^{-1}$<br><br>Zunächst Einzelarbeit, dann Partner- oder Gruppenarbeit; Hilfekarten mit Angaben auf |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3). | **Aufgabenstellung zur Gewinnung von Wasserstoff und Umgang mit Größengleichungen** zur Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 $m^3$ Wasserstoff notwendig ist.<br>Zunächst eine Grundaufgabe; Vertiefung und Differenzierung mithilfe weiterer Aufgaben<br><br>**Diskussion:** Wasserstoffgewinnung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten | unterschiedlichem Niveau, Lehrkraft wirkt als Lernhelfer.<br>Anwendung des Faraday`schen Gesetzes und Umgang mit $W = U*I*t$<br><br>Kritische Auseinandersetzung mit der Gewinnung der elektrischen Energie (Kohlekraftwerk, durch eine Windkraft- oder Solarzellenanlage) |
| **Wie funktioniert eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle?**<br>Aufbau einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle<br><br>Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator | erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).<br><br>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3). | **Beschreibung und Erläuterung einer schematischen Darstellung** einer Polymermembran-Brennstoffzelle<br>Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks)<br>Herausarbeitung der Redoxreaktionen | Einsatz der schuleigenen PEM-Zelle und schematische Darstellung des Aufbaus der Zelle; sichere Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion<br>Vergleich der theoretischen Spannung mit der in der Praxis erreichten Spannung |
| **Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft**<br>Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator<br><br>Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff | argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).<br><br>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1). | **Expertendiskussion** zur vergleichenden Betrachtung von verschiedenen Brennstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) und Energiespeichersystemen (Akkumulatoren, Brennstoffzellen) eines Kraftfahrzeuges<br><u>mögliche Aspekte:</u> Gewinnung der Brennstoffe, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung | Die Expertendiskussion wird durch Rechercheaufgaben in Form von Hausaufgaben vorbereitet.<br>Fakultativ:<br>Es kann auch darauf eingegangen werden, dass der Wasserstoff z.B. aus Erdgas gewonnen werden kann. |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Selbstüberprüfung zum Umgang mit Begriffen und Größen zur Energie und Elektrizitätslehre und zu den Grundlagen der vorangegangenen Unterrichtsreihe (galvanische Zelle, Spannungsreihe, Redoxreaktionen)

Leistungsbewertung:

- Schriftliche Übung zu den Faraday-Gesetzen / zum Faraday-Gesetz, Auswertung von Experimenten, Diskussionsbeiträge
- Klausuren/ Facharbeit …

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

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

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

Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/_pof-spring-2012/_html_de/elektrolyse.html.

Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mir einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf.

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

**Q1 – Unterrichtsvorhaben IV**

| **Kontext:** Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Elektrochemie | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Korrosion und Korrosionsschutz<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 5 Stunden à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF3 Systematisierung<br>• E6 Modelle<br>• K2 Recherche<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Donator-Akzeptor<br>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>Die Schülerinnen und Schüler … | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Korrosion vernichtet Werte**<br>• Merkmale der Korrosion<br>• Kosten von Korrosionsschäden | recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und referieren über Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).<br><br>diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2). | **Abbildungen** zu Korrosionsschäden oder **Materialproben** mit Korrosionsmerkmalen<br>Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion<br><br>**Recherche** zu Kosten durch Korrosionsschäden | Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt<br><br>Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft |
| **Ursachen von Korrosion**<br>• Lokalelement<br>• Rosten von Eisen<br>- Sauerstoffkorrosion<br>- Säurekorrosion | erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode)) (UF1, UF3).<br><br>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/ | **Schüler- oder Lehrerexperiment**<br>Experimentelle Erschließung der elektrochemischen Korrosion<br><br>**Schülerexperimente**<br>Bedingungen, die das Rosten fördern | Selbstständige Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch die Lehrkraft<br><br>Aufgreifen und Vertiefen der |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7). | | Inhalte und Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion |
| **Schutzmaßnahmen**<br>• Galvanisieren<br>• kathodischer Korrosionsschutz | erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3).<br><br>bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2). | **Lehrer- oder Schülerexperiment**<br>Verkupfern oder Verzinken eines Gegenstandes<br><br>**Bilder oder Filmsequenz**<br>zum Verzinken einer Autokarosserie durch Galvanisieren und Feuerverzinken<br><br>**Welcher Korrosionsschutz ist der beste?**<br>Bewertung des Korrosionsschutzes nach Darstellung einiger Korrosionsschutzmaßnahmen durch Kurzreferate | Anode aus Kupfer bzw. Zink zur Verdeutlichung der Teilnahme der Anode an einer Elektrolyse; selbstständige Auswertung des Experimentes mithilfe des Schulbuches<br><br>Sammeln und Bewerten von Argumenten |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Alltagsvorstellungen zur Korrosion

Leistungsbewertung:

- Durchführung von Experimenten, Auswertung der Experimente, Kurzreferate
- Klausuren/Facharbeiten

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

www.korrosion-online.de Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema Korrosion und Korrosionsschutz.
Weist auch viele interessante und vielfältige Abbildungen zur Korrosion auf.
daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm
20.09.2010 - Beschreibung von Erscheinungsformen für Korrosion und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Korrosionsschutz Element
In dem VHS-Video „Korrosion und Korrosionsschutz“ (4202818) werden mit Hilfe von Tricksequenzen - die Vorgänge bei der Entstehung von Rost und die gängigsten Verfahren (Aufbringen eines Schutzüberzugs aus einem unedleren Metall durch Schmelztauchen, Einsatz einer Opferanode, Galvanisieren) gezeigt, um Metalle vor Korrosion zu schützen.

**Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben V**

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

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

*Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:*
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*
- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).

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

*Kompetenzbereich Bewertung:*
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

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

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- Organische Verbindungen und Reaktionswege

**Zeitbedarf**: ca. 7 Std. à 90 Minuten

**Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben V**

| • **Kontext:** Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Organische Verbindungen und Reaktionswege<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 7 Stunden à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF3 Systematisierung<br>• UF4 Vernetzung<br>• E3 Hypothesen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K3 Präsentation<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft,<br>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht,<br>Basiskonzept Energie | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>Die Schülerinnen und Schüler … | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe**<br>• Stoffklassen und Reaktionstypen<br>• zwischenmolekulare Wechselwirkungen<br>• Stoffklassen<br>• homologe Reihe<br>• Destillation<br>• Cracken | erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).<br><br>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).<br><br>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1). | **Demonstration** von Erdöl und Erdölprodukten: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel<br><br>**Film:** Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl<br>Die fraktionierende Destillation<br><br>**Arbeitsblatt** mit Destillationsturm<br><br>**Arbeitsblätter** zur Vielfalt der Kohlenwasserstoffe (Einzelarbeit, Korrektur in Partnerarbeit) | Thema: Vom Erdöl zum Superbenzin – Kartenabfrage vor Themenformulierung<br><br>Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion<br>Wdhg.: Summenformel, Strukturformel, Nomenklatur; Stoffklassen: Alkane, Cycloalkane, Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der Mesomerie), Nutzung des ein- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).<br><br>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).<br><br>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). | **Film:** Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Otto- und Dieselmotor<br>**Arbeitsblatt** mit Darstellung der Takte<br><br>**Grafik** zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte<br>**Demonstrationsexperiment** zum Cracken Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren) | geführten Schulbuchs<br><br>Die Karten zu den Arbeitstakten müssen ausgeschnitten und in die Chemiemappe eingeklebt werden, die Takte sind zutreffend zu beschriften, intensives Einüben der Beschreibung und Erläuterung der Grafik<br><br>Benzin aus der Erdöldestillation genügt dem Anspruch der heutigen Motoren nicht Einführung der Octanzahl, Wiederaufgreifen der Stoffklassen<br><br>Versuchsskizze, Beschreibung und weitgehend selbstständige Auswertung |
| **Wege zum gewünschten Produkt**<br>• elektrophile Addition<br>• Substitution | formulieren Reaktionsschritte einer elektrophile Addition und erläutern diese (UF1).<br><br>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).<br><br>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).<br><br>schätzen das Reaktionsverhalten organi- | **Aufgabe zur Synthese des Antiklopfmittels MTBE:**<br>Erhöhen der Klopffestigkeit durch MTBE (ETBE)<br>Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen)<br><br>**Übungsaufgabe** zur Reaktion von Propen mit Wasser mithilfe einer Säure | Übungsbeispiel um Sicherheit im Umgang mit komplexen Aufgabenstellungen zu gewinnen, Einzelarbeit betonen<br><br>Einfluss des I-Effektes herausstellen, Lösen der Aufgabe in Partnerarbeit |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | scher Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).<br><br>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). | **Abfassen eines Textes** zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte | |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“

Leistungsbewertung:

- Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten
- schriftliche Übung
- Klausuren/Facharbeit ...

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

Eine leicht verständliche Darstellung in 15 Minuten zu Aspekten der Entstehung des Erdöls, Suche nach Erdöl, Verarbeitung des Erdöls, Arbeit auf einer Erdölplattform und einer Havarie eines Erdöltankers findet man im Film „Multitalent Erdöl“ des Schulfernsehens (Planet Schule): http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901.

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

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

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

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

Zum Einsatz von ETBE findet man Informationen auf: http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&contentId=7022567.

Eine kurze Simulation der Bromierung von Ethen mit Untertexten ist dargestellt in: http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm.

| Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS | |
|---|---|
| *Unterrichtsvorhaben I:*<br><br>**Kontext:** *Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF2 Auswahl<br>• UF4 Vernetzung<br>• E3 Hypothesen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• K3 Präsentation<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>◆ Organische Werkstoffe<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 15 Stunden à 90 Minuten | *Unterrichtsvorhaben II:*<br><br>**Kontext:** *Bunte Kleidung*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E6 Modelle<br>• E7 Arbeits- und Denkweisen<br>• K3 Präsentation<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>◆ Farbstoffe und Farbigkeit<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 15 Stunden à 90 Minuten |

**Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben I**

**Kontext**: *Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

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

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*
- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E5).

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

*Kompetenzbereich Bewertung:*

- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).
-

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

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege
- ♦ Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 90 Minuten

**Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben I**

| **Kontext:** Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe** | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>• Organische Werkstoffe<br><br>**Zeitbedarf**: 15 Std. à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF2 Auswahl<br>• UF4 Vernetzung<br>• E3 Hypothesen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• K3 Präsentation<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**<br>Basiskonzept Struktur – Eigenschaft | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplansä**<br>Die Schülerinnen und Schüler …. | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Die Vielfalt der Kunststoffe im Alltag: Eigenschaften und Verwendung**<br><br>• Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen<br>• Thermoplaste<br>• Duromere<br>• Elastomere<br><br>zwischenmolekulare | erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).<br><br>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).<br><br>ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der | **Demonstration:**<br>Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duromer)<br><br>**S-Exp.:** thermische u. a. Eigenschaften von Kunststoffproben<br><br>**Eingangstest**:<br>intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung<br><br>**Materialien:** | Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Verwendungen erläutert.<br>**Thermoplaste** (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche),<br>**Duromere** und **Elastomere** (Vernetzungsgrad) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Wechselwirkungen | Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5). | Kunststoffe aus dem Alltag | |
| **Vom Monomer zum Polymer:**<br>**Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen**<br><br>• Reaktionsschritte der **radikalischen Polymerisation**<br><br>• **Polykondensation** Polyester<br><br>• Polyamide: Nylonfasern | beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).<br><br>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)<br><br>schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).<br><br>erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3).<br><br>erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4). | **Schülerexperimente:**<br><br>• Polymerisation von Styrol<br><br>• Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure.<br><br>• „Nylonseiltrick“<br><br>**Schriftliche Überprüfung** | Während der Unterrichtsreihe kann an vielen Stellen der Bezug zum Kontext Plastikgeschirr hergestellt werden. Polystyrol ist Werkstoff für Plastikgeschirr.<br><br>Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden. |
| **Kunststoffverarbeitung**<br>**Verfahren**, z.B.:<br>• Spritzgießen<br>• Extrusionsblasformen<br>• Fasern spinnen<br><br>Geschichte der Kunststoffe | recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). | Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen. | Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich.<br><br>Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von Referaten erarbeitet werden. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Maßgeschneiderte Kunststoffe:**<br>Struktur-Eigenschafts-beziehungen von Kunst-stoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.:<br><br>• SAN:<br>Styrol- Acrylnitril- Co-plymerisate<br><br>• Cyclodextrine<br><br>• Superabsorber | verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstel-lung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).<br><br>verwenden geeignete graphische Darstellun-gen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).<br><br>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3). | **Recherche:**<br>Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien.<br>Modifikation der Werkstoffeigenschaf-ten von Polystyrol durch Copolymeri-sation mit Acrylnitril.<br><br>**Flussdiagramme** zur Veranschaulichung von Reaktionswegen<br><br>**Arbeitsteilige Projektarbeit** zu wei-teren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine.<br><br>**S-Präsentationen** z.B. in Form von **Postern** mit **Museumsgang.** | Als Beispiel für maßgeschnei-derte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polysty-rols, z.B. SAN.<br><br>Die Schülergruppen informie-ren sich über die Synthesewe-ge, die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und die Verwen-dung weiterer Kunststoffe und präsentieren ihre Ergebnisse.<br><br>Zur arbeitsteiligen Gruppenar-beit können auch kleine S-Experimente durchgeführt werden. |
| **Kunststoffmüll ist wert-voll:**<br>**Kunststoffverwertung**<br>• stoffliche Verwertung<br>• rohstoffliche V.<br>• energetische V.<br><br>Ökonomische und ökolo-gische Aspekte zum Ein-satz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Po-lystyrol oder Belland-Material. | erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Her-stellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).<br><br>diskutieren Wege zur Herstellung ausgewähl-ter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomi-scher und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).<br><br>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vor-gegebenen Fragestellungen (B4). | **Schüler-Experiment:**<br>Herstellung von Stärkefolien<br><br>**Podiumsdiskussion**: z.B. zum The-ma „Einsatz von Plastikgeschirr Ein-weggeschirr auf öffentlichen Veran-staltungen!“ | **Fächerübergreifender As-pekt:**<br>Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).<br><br>Einsatz von **Filmen** zur Visua-lisierung der Verwertungspro-zesse. |
| Diagnose von Schülerkonzepten:<br>• Schriftliche Überprüfung zum Eingang, Präsentationen<br>Leistungsbewertung:<br>• Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), schriftliche Übung, Anteil an Gruppenarbeiten | | | |

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**
Allgemeine Informationen und Schulexperimente:http://www.seilnacht.com
www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/
Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol:
http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index
Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger 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 Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum Belland-Material:
http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B__Organik/Belland.pdf
Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:
http://www.gruener-punkt.de/corporate*/presse/videothek.html*

**Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II**

**Kontext**: *Bunte Kleidung*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- ♦ Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 90 Minuten

**Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III**

| **Kontext:** Bunte Kleidung | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>• Farbstoffe und Farbigkeit<br><br>**Zeitbedarf**: 15 Std. à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E6 Modelle<br>• E7 Arbeits- und Denkweisen<br>• K3 Präsentation<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Basiskonzept (Schwerpunkt):**<br>Basiskonzept Struktur – Eigenschaft,<br>Basisikonzept Energie | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br><br>Die Schülerinnen und Schüler …. | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Farbige Textilien**<br>- Farbigkeit und Licht<br>- Absorptionsspektrum<br>- Farbe und Struktur | erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).<br><br>werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5) | **Bilder:** Textilfarben – gestern und heute im Vergleich<br><br>**Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe<br><br>**Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren<br><br>**Arbeitsblatt:** Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Vergleich | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Der Benzolring**<br>- Struktur des Benzols<br>- Benzol als aromatisches System<br>- Reaktionen des Benzols<br>- Elektrophile Substitution | beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellungen (E6, E7).<br><br>erklären die elektrophile Erstsubstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3). | **Film:** Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring (FWU)<br><br>**Molekülbaukasten:** Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol<br><br>Info: Röntgenstruktur<br><br>**Erarbeitung:** elektrophile Substitution am Benzol<br><br>**Arbeitsblatt:** Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition<br><br>**Trainingsblatt:** Reaktionsschritte | Gelegenheit zur Wiederholung der Reaktionsschritte aus Q1 |
| **Vom Benzol zum Azofarbstoff**<br>- Farbige Derivate des Benzols<br>- Konjugierte Doppelbindungen<br>- Donator-/ Akzeptorgruppen<br>- Mesomerie<br>- Azogruppe | erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6).<br><br>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6). | **Lehrerinfo:** Farbigkeit durch Substituenten<br><br>Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen<br><br>**Erarbeitung:** Struktur der Azofarbstoffe<br><br>**Arbeitsblatt**: Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe | |
| **Welche Farbe für welchen Stoff?**<br>- ausgewählte Textilfasern<br>- bedeutsame Textilfarbstoffe | erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4). | **Lehrerinfo:** Textilfasern<br><br>**Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Färben von Textilien, u.a. mit Indigo, einem Azofarbstoff | Rückgriff auf die Kunststoffchemie (z.B. Polyester)<br><br>Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung:<br>- pH-Wert und der Ein- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| - Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff<br>- Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung | beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).<br><br>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). | Erstellung von Plakaten | fluss auf die Farbe<br>- zwischenmolekulare Wechselwirkungen<br>- Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen |

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Trainingsblatt zu Reaktionsschritten

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

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

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

Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:

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

## Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK

### Q 1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

**Kontext:** *Säuren und Basen in Alltagsprodukten*

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

*Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:*

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

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*

- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen und deren Durchführung beschreiben (E4).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).

*Kompetenzbereich Kommunikation:*

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

*Kompetenzbereich Bewertung:*

- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).

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

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

**Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 90 Minuten

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

| **Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren:** | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen<br>• Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen<br>  • Titrationsmethoden im Vergleich<br><br>**Zeitbedarf**: 18 Std. à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E3 Hypothesen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• K1 Dokumentation<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft<br>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht<br>Basiskonzept Donator-Akzeptor<br>Basiskonzept Energie | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br><br>Die Schülerinnen und Schüler …. | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Säuren in Alltagsprodukten** | identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).<br><br>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). | **Demonstration** von säurehaltigen Haushaltschemikalien und Nahrungsmitteln (z.B. Essigessenz, Sauerkraut, Milch, Aceto Balsamico, Wein, Fliesenreiniger (Salzsäure), Lachsschinken (Ascorbat)) | Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten: Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒ Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung von Chemikalien und |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt selbstständig und angeleitet (E1, E3). | **Fragen und Vorschläge** zu Untersuchungen durch die Schülerinnen und Schüler<br><br>**Test zur Eingangsdiagnose** | Lebensmitteln |
| **Säuregehalt verschiedener Lebensmittel**<br><br>• Indikatoren<br>• Neutralisations-reaktion<br>• Titration<br>• Berechnung des Säuregehaltes | erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5).<br><br>nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2). | Wiederholung bekannter Inhalte in **Gruppenarbeit**<br><br>**Schüler-Experiment:**<br>Titration mit Endpunktbestimmung<br><br>**Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch, Erarbeitung z. B. im Lerntempoduett:**<br>Übungsaufgaben zu Konzentrations-berechnungen | Ggf. Rückgriff auf Vorwissen (Stoffmengenkonzentration, Neutralisation, Säure-Base-Indikatoren …) durch **Lernaufgaben** verschiedener Bildungsserver (Hinweise siehe unten)<br><br>Bestimmung der Stoffmengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils |
| **Acetate als Säureregulatoren in Lebensmitteln:**<br>**Der funktionelle Säure-Base-Begriff**<br><br>• saure und alkalische Salzlösungen<br>• konjugierte Säure-Base-Paare<br>• Protolysereaktion<br>• Neutralisationswärme | identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).<br><br>zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7).<br><br>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3). | **Schüler-Experiment:**<br>Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen z. B. mit Bromthymolblau<br><br>**Ergebnis**:<br>Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich.<br><br>**Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:**<br>• Säure-Base-Theorie nach Brønsted<br>• Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren<br><br>**Fakultativ:**<br>**Lehrer-Demonstrationsexperiment** oder entsprechende **Computeranimation** | Vorstellung der Acetate oder anderer Salze als Lebens-mittelzusätze zur Ver-ringerung des Säuregehalte<br><br>Vorgehensweise z.B. in Anlehnung an *Barke* zum Umgang mit evtl. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6). | (Hinweise siehe unten) zwecks Vertiefung des Säure-Base-Konzeptes nach Brønsted:<br>Schwefelsäure auf Kochsalz geben, entstehendes Chlorwasserstoffgas in Wasser leiten und entsprechend die Änderung der Leitfähigkeit messen<br><br>**Demonstrationsexperiment:**<br>Neutralisationen von Essigsäurelösung mit Acetaten (qualitativ) mit Messung der Neutralisationswärme | **Fehlvorstellungen** zu Säuren und Basen (Hinweise siehe unten) |
| **Anwendung des Säure-Base-Begriffs auf Wasser:**<br>**Der pH-Wert**<br><br>• Autoprotolyse des Wassers<br>• Ionenprodukt des Wassers<br>• pH- und pOH Wert | erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).<br><br>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des $K_S$-Wertes (UF2, UF3).<br><br>erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1). | **Schüler-Experiment:**<br>Messung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes von Wasserproben<br><br>**z. B. im Lehrer-Vortrag:**<br>Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenproduktes des Wassers<br><br>**Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:**<br>Übungsaufgaben zum Ionenprodukt | Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen<br><br>**Übung:** Angabe der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners<br><br>Zur Herleitung des Ionenproduktes eignet sich ein **Arbeitsblatt unter-stütztes Lernprogramm** (siehe Hinweis unten). |
| **Warum ist 100 %ige Citronensäure genießbar, 37%ige Salzsäure aber nicht? - Die Stärken von Säuren und Basen**<br><br>• $K_s$ und $pK_s$ Werte zur Beschreibung der Säurestärke<br>• $K_B$- und $pK_B$-Werte | berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2).<br><br>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des $K_S$-Wertes (UF2, UF3).<br><br>klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von $K_S$-, $K_B$- und $pK_S$-, $pK_B$-Werten (UF3). | **Schüler-Experiment:** pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen und einer starken Säure (z.B. Essigsäure- und Salzsäurelösungen)<br><br>**Erarbeitung:**<br>Ableitung der Säurekonstante $K_S$ aus der Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte | Wiederholung des MWG, z.B. als **vorbereitende Hausaufgabe**<br><br>Rückgriff auf Haushaltschemikalien, z.B. Fliesenreiniger und Essigsorten |

| | | | |
|---|---|---|---|
| zur Beschreibung der Basenstärke | berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).<br><br>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von $K_S$- und $K_B$-Werten und von $pK_S$- und $pK_B$-Werten (E3).<br><br>erklären fachsprachlich angemessen und mit Hilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3). | **Partnerarbeit**, ggf. mit Klappaufgaben zur Selbstkontrolle:<br>pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren<br><br>**z. B. Lerntempoduett als arbeitsteilige Partnerarbeit** (differenziert über Transfer auf starke und schwache Basen):<br>Selbstständige Herleitung der Basenkonstante $K_B$ und Anfertigen von Voraussagen zu pH-Werten von Salzlösungen unter Nutzung entsprechen-der Tabellen zu $K_s$- und $K_B$-Werten.<br><br>**Bestätigungsexperiment** entsprechend der dargebotenen Schülerlösungsansätze<br><br>**z. B. Lerntheke** mit binnendifferenzierten Aufgaben zum Üben und Anwenden | |
| **Wie ändert sich der pH-Wert bei Titrationen?**<br><br>• pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren<br>• Auswertung von Titrationskurven verschiedener Säuren aus Haushalt und Umwelt | dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1).<br><br>beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenz-punkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5).<br><br>beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3). | **Schüler-Experiment:**<br>pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren (z. B.: Salzsäure- und Essigsäurelösung)<br><br>**z. B. Unterrichtsgespräch:**<br>Interpretation der Titrationskurven verschiedener Säuren<br>(auch anhand von **Simulationen,** vgl. Hinweise unten)<br><br>Ggf. Erweiterung und Vertiefung mit anschließendem **Gruppenpuzzle** | Ausgehend von den unterschiedlichen pH-Werten der gleichkonzentrierten Lösungen starker und schwacher Säuren wird der pH-Verlauf der Titration untersucht.<br><br>Ggf. **computergestütztes Experimentieren** oder Vergleich der experimentellen Kurve mit vorgegebenen Modellrechnungen (Hinweise siehe unten)<br><br>Der Begriff des „**Puffers**“ kann hier unterstützend zur Erläuterung der |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Titrationskurven eingeführt werden, ausdrücklich ***nicht*** gefordert ist aber die mathematische Herleitung und damit zusammenhängend die Henderson-Hasselbalch-Gleichung. |
| **Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico - Die Leitfähigkeits-titration**<br><br>• Leitfähigkeitstitra-tionen verschiedener starker und schwacher Säuren und Basen<br>• Leitfähigkeits- und pH-metrische Titration im Vergleich | erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6).<br><br>beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Inhaltsstoffen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5).<br><br>vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstitration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4).<br><br>bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5). | **Schüler-Experiment:**<br>Leitfähigkeitsmessungen verschiedener wässriger Lösungen<br>(Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen)<br><br>**Gruppenarbeit:**<br>Graphische Darstellung und Auswertung der Leitfähigkeitstitration unter Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen (Ionenbeweglichkeit)<br><br>**Lernaufgabe:**<br>Vergleich zwischen pH-metrischer Titration und Leitfähigkeitstitration | Die Leitfähigkeitstitration als weiteres mögliches Verfahren zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen wird vorgestellt.<br><br>Einsatz von Materialien zur **Diagnose** von **Schülervorstellungen** in Anlehnung an entsprechende Ausführungen von *Barke* u.a. (Hinweise siehe unten). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Wie viel Säure oder Basen enthalten verschiedene Produkte aus Haushalt und Umwelt?** | recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).<br><br>beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).<br><br>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).<br><br>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).<br><br>bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4). | **Experimentelle arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Analyse einer ausgewählten Haushaltschemikalie, eines Nahrungsmittels oder einer Säure oder Base in der Umwelt unter den Kriterien Säure-/Basegehalt, Verwendungsbereich und Wirksamkeit, Gefahrenpotenzial beim Gebrauch, Umweltverträglichkeit und Produktqualität etc.<br><br>**S-Vorträge:** Präsentation der Arbeitsergebnisse z.B. als Poster mit **Kurzvorträgen oder ggf. Science Slam.**<br><br>**Concept-Map** zur vorliegenden Unterrichtsreihe (ggf. binnendifferenziert) | Möglichkeiten der **Differenzierung:**<br>• Betrachtung mehrprotoniger Säuren, z.B. Phosphorsäure in Cola<br>• Konzentrationsbestimmung des Gesamtgehaltes an Säuren, z.B. Milchsäure und Ascorbinsäure in Sauerkraut<br>• Erweiterung auf die Untersuchung anderer Säuren, z.B. Säuren in der Umwelt<br><br>**Fakultativ:** Ergänzend zur arbeitsteiligen Experimental-arbeit können verschiedene Werbetexte zu säure- oder basehaltigen Alltagspro-dukten untersucht und entsprechende **Leserbriefe** verfasst werden. |

**Diagnose von Schülerkonzepten:**

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe, Kolloquien während der Experimentalphase, Zwischendiagnose zu Schülerkonzepten, Concept-Map

**Leistungsbewertung:**

- Kolloquien, Protokolle, Vorträge, ggf. Science Slam, Klausur

**Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:**

- **Lernaufgaben** zu Säuren und Basen siehe http://www.bildungsserver.de/elixier/
- Zur **Herleitung des Ionenprodukts** und entsprechenden Übungen siehe Materialien bei http://www.chemgapedia.de
- **Animation zur Reaktion von Natriumchlorid mit Schwefelsäure** siehe http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
- **Petermann**, **Friedrich, Barke, Oetken**: Säure-Base-Reaktionen. Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtseinheit. In: PdNCh 3 (2011) 60, S.10-15.

konkrete Unterrichtsmaterialien zur **Diagnose** und dem Umgang **von Schülervorstellungen** in Anlehnung an o.g. Artikel: http: www.aulis.de/files/downloads/.../ChiS_2011_3_OE_**Petermann**.doc) (Philipps-Universität-Marburg)

- **Materialien zu verschiedenen Titrationen** u.a. bei
  http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/
  http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
  http://www.kappenberg.com/
  http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/leitf-02.htm (**Thermometrischen Titration**)
  http://www.hamm-chemie.de/
  http://www.chemiedidaktik.uni-jena.de/chedidmedia/Titration.pdf (**Experimentiermappe** zu Titrationen der Friedrich-Schiller-Universität-Jena)
  http://www.chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0053Bestimmung_der_Gesamtsaeure_von_Most.pdf

Säuren und Basen im Alltag:
- http://www.seilnacht.com/Lexika/Lebensmittelzusatzstoffe
- http://www.schule-studium.de/chemie/chemieunterricht (Verwendung bzw. Vorkommen von Säuren im Alltag)
- http: //www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-grund/kap_14.htm (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)

**Q 1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II**

**Kontext**: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*
**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
Die Schülerinnen und Schüler können

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

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*
- selbständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1).
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen und deren Durchführung beschreiben. (E4).

*Kompetenzbereich Kommunikation:*
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

*Kompetenzbereich Bewertung:*
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei der Bewertung von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).

**Inhaltsfeld**: Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt**:
- ♦ Mobile Energiequellen

**Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 90 Minuten

## Q 1 Leistungskurs - *Unterrichtsvorhaben II*

| **Kontext:** Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Elektrochemie | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Mobile Energiequellen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 15 Stunden à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E1 Probleme und Fragestellungen<br>• E2 Wahrnehmung und Messung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K2 Recherche<br>• B1 Kriterien<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>• Basiskonzept Donator-Akzeptor<br>• Basiskonzept Energie<br>• Basiskonzept chemisches Gleichgewicht | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler …** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte:<br>- elektrochemische Energiequellen**<br><br>•Aufbau einer Batterie | dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1). | **Demonstration:**<br>• Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte<br>• Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen<br><br>**Skizze des Aufbaus**<br>Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile.<br><br>**Eingangsdiagnose: z. B. Klapptest** | Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen **Mind-Map**, die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird.<br><br>Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI |
| **Wie kommt der Elektronenfluss (Strom-** | stellen Oxidation und Reduktion als Teilre- | **Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):**<br>Reaktion von verschiedenen Metallen und | Aufgreifen und Vertiefen des „erweiterten“ Redoxbegriffs |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **fluss) in einer Batterie zustande?**<br><br>• Redoxreihe der Metalle<br>• Prinzip galvanischer Zellen<br>(u.a. Daniell-Element) | aktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).<br><br>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).<br><br>entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3).<br><br>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3). | Salzlösungen sowie von Metallen<br><br>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen<br>Ableitung der Redoxreihe.<br><br>**Lernaufgabe:**<br>z.B. Recycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel?<br><br>**Demonstrationsexperiment:**<br>• Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element)<br>• Demonstration der Spannung und des Stromflusses<br><br>**Lernaufgabe** zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. Zink-Silber-Zelle | aus der Einführungsphase<br><br>**Binnendifferenzierung** durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte **Lernhilfen** für die Auswertung der Experimente<br><br>Ggf. **Animationen** zu galvanischen Elementen [2]<br><br>Ggf. Berücksichtigung von **Fehlvorstellungen** zur Funktion des Elektrolyten [5] |
| **Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen?**<br><br>• Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle<br>• Standardwasserstoffelektrode | planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5).<br><br>entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3).<br><br>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).<br><br>berechnen Potentialdifferenzen unter Nut- | **Hinführendes Experiment:**<br>**Elektronendruck von Metallen**<br>Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die gemeinsam im Wasserbehälter stehen<br><br>Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe<br><br>**Schülerexperimente (Gruppenarbeit):**<br>**Spannungsreihe der Metalle**<br><br>**Experiment:**<br>galvanische Zellen aus „Metallhalbzellen“ und „Nichtmetallhalbzellen“, z.B.: $Zn/Zn^{2+}$ // | Ggf. Thematisierung der **elektrochemischen Doppelschicht** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | zung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3). | $I^-/I_2$/Graphit.<br>Einordnung der Nichtmetalle in die elektrochemische Spannungsreihe<br><br>**Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:**<br>Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement, z.B.: $Pt/H_2/H^+//Cu^{2+}/Cu$<br><br>**Übungsaufgaben**<br>Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale | |
| **Welchen Einfluss haben die Konzentrationen der Elektrolytlösungen auf die Spannung einer galvanischen Zelle?**<br><br>• Konzentrationszellen<br>• Nernst Gleichung | planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4).<br><br>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5).<br><br>berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2). | **Experiment: Silber/ Silberionen-Konzentrationszelle**<br><br>Ableitung der Nernstgleichung, z.B. im **gelenkten Unterrichtsgespräch**<br><br>**Übungsaufgaben zur Nernst-Gleichung**<br>Berechnung von Zellspannungen und Konzentrationen | Ggf. hinführendes **Experiment** zur Konzentrationsabhängigkeit, z.B.:<br>Zink/gesättigte Zinksulfatlösung<br><br>**Fakultativ**: Messprinzip einer pH-Wert Bestimmung als Anwendung der Nernst-Gleichung. Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben I möglich |
| **Knopfzellen für Hörgeräte:**<br><br>• Die Zink-Luft-Zelle | erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4). | **Demonstration**:<br>Knopfzelle für Hörgeräte<br><br>**Schülerexperiment: Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle** (Hinweise s.u.)<br>Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle | Informationen und Modellexperiment siehe [4] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen?**<br><br>• Die Elektrolyse | beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).<br><br>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4).<br><br>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).<br><br>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5). | **Informationstext:**<br>Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten<br><br>**Schülerexperiment:** Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators<br><br>Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle | Informationen und Modellexperiment siehe [4] |
| **Batterien und Akkumulatoren im Alltag** | erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).<br><br>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).<br><br>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und | **Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Präsentation:** Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.:<br><br>• **Alkaline-Batterie (verpflichtend!)**<br>• Lithium-Ionen-Akkumulator<br>• Nickel-Metallhydrid-Akkumulator<br>• Zink-Silberoxid-Knopfzelle<br>• Redox-Flow-Akkumulatoren<br><br>Erstellung einer **Concept Map** mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens | Gruppenarbeit ggf. mit Schülerexperimenten, die **Präsentation kann** z. B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen<br><br>**Binnendifferenzierung** durch die Auswahl der Themen |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).<br><br>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energie-quellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1). | | |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe
- Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen
- Versuchsprotokolle
- Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie

Leistungsbewertung:

- Präsentationen zu mobilen Energiequellen
- Lernaufgaben
- Klausuren / Facharbeit

**Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:**

11. http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf
    Stationenlernen mit Experimenten der Arbeitsgruppe Chemie im Kontext (Kölner Modell): Wie bei Chemie im Kontext üblich, werden Bezüge zwischen dem geplanten fachlichen Inhalt und der Lebenswirklichkeit von Schülerinnen und Schülern hergestellt. Das soll den Zugang zum Fachthema erleichtern und sie ermutigen, Fragen zu formulieren. Vielfältige Tipps und Informationen. Ausgehend von Redoxreaktionen aus der SI werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen dargestellt und vielfältige Informationen zu Batterien und Akkumulatoren geliefert.
12. http://www.chemie-interaktiv.net Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.
13. *http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html Broschüre: „Die Welt der Batterien“*
    Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling
14. Maximilian Klaus, Martin Hasselmann, Isabel Rubner, Bernd Mößner und Marco **Oetken**, in: CHEMKON 2014, 21, Nr. 2, S. 65 - 71
    Metall-Luft-Batterien mit einer neuartigen Kohleelektrode - Moderne elektrochemische Speichersysteme im Schulexperiment
15. https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf
    A. Marohn, Falschvorstellungen von Schülern in der Elektrochemie - eine empirische Untersuchung, Dissertation , TU Dortmund (1999)
16. http://forschung-energiespeicher.info

Informationen zu aktuellen Projekten von Energiespeichersystemen, u.a. Redox-Flow-Akkumulatoren, Zink-Luft-Batterien, Lithium-Akkumulatoren.

17. http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/
    Landesbildungsserver Baden-Würtemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
18. www.aktuelle-wochenschau.de (2010)
19. GdCh (Hrsg.): HighChem hautnah: Aktuelles über Chemie und Energie, 2011, ISBN: 978-3-936028-70-6
20. Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie: (Hrsg.) Von Kohlehalden und Wasserstoff: Energiespeicher – zentrale Elemente der Energieversorgung, 2013, ISBN: 978-3-9809691-5-4

**Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III**
**Kontext**: *Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

*Kompetenzbereich Bewertung:*
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).

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

**Inhaltsfeld**: Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- ♦ Mobile Energiequellen
- ♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- ♦ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse

**Zeitbedarf**: ca. 11 Std. à 90 Minuten

**Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III**

| **Kontext:** Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Elektrochemie | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Mobile Energiequellen<br>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen<br>• Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 11 Stunden à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF2 Auswahl<br>• UF4 Vernetzung<br>• E1 Probleme und Fragestellungen<br>• E5 Auswertung<br>• K2 Recherche<br>• K4 Argumentation<br>• B1 Kriterien<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Donator-Akzeptor,<br>Basiskonzept Energie | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>Die Schülerinnen und Schüler … | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Autos, die nicht mit Benzin fahren**<br>Akkumulatoren | erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegenden Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).<br><br>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).<br><br>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Ge- | **Bilder und Texte zu Elektromobilen**<br>- Stromversorgung mit Akkumulatoren<br>- Stromversorgung mit Brennstoffzellen<br><br>**Beschreibung und Auswertung einer schematischen Darstellung** zum Aufbau eines Bleiakkumulators<br><br>**Lehrerdemonstrationsexperiment**<br>Entladen und Laden eines Bleiakkumulators<br><br>**Beschreibung und Deutung der Be-** | Aufriss der Unterrichtsreihe<br>Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft<br><br>Beschreibung der Teile und des Aufbaus eines Bleiakkumulators; Vermutungen über die Funktion der Teile<br><br>Aufgreifen und Vertiefen der Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion; Elektrolyse |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?**<br>Quantitative Elektrolyse<br>Zersetzungsspannung<br>Faraday-Gesetze<br>Wasserstoff als Energieträger | einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).<br><br>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF 4).<br><br>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).<br><br>schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6).<br><br>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).<br><br>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5).<br><br>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1). | Elektrolyse von angesäuertem Wasser<br><br>Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve, Grafische Ermittlung der Zersetzungsspannung<br><br>**Hypothesenbildung, selbstständige Versuchsplanung, Schülerexperiment** zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. $n \sim I*t$<br><br>**Lehrerdemonstrationsexperiment:**<br>Quantitative Kupferabscheidung aus einer Kupfer(II)-sulfat-Lösung zur Bestimmung der Faraday-Konstante<br><br>**Lehrervortrag**<br>Formulierung der Faraday-Gesetze<br><br>**Übungsaufgaben in Einzel- und Partnerarbeit:**<br>Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 $m^3$ Wasserstoff notwendig ist, hier auch Aufgaben zur abgeschiedenen Masse | Redoxreaktion, exotherme Reaktion, Einsatz von elektrischer Energie: $W = U*I*t$, Zersetzungsspannung<br><br>Vergleich mit der errechneten Spannung aus den Redoxpotentialen<br><br>Anlage einer übersichtlichen Wertetabelle, grafische Auswertung, Schüler- oder Lehrerexperiment<br><br>Selbstständiger Umgang mit Größen der Chemie und der Elektrochemie in Einzelarbeit; Korrektur in Partnerarbeit |
| **Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft**<br><br>Energiegewinnung und | argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). | **Expertendiskussion**<br>Woher sollte der elektrische Strom zum Laden eines Akkumulators und zur Gewinnung des Wasserstoffs | Sammeln und Bewerten von Argumenten |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Energiespeicherung im Vergleich | erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).<br><br>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1).<br><br>diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4).<br>diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4). | kommen?<br><br>Vergleichende Betrachtung von Benzin, Diesel, Erdgas, Akkumulatoren und Brennstoffzellen zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges<br>- ökologische und ökonomische Aspekte<br>- Energiewirkungsgrad | |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Umgang mit Größengleichungen analysieren und korrigieren

Leistungsbewertung:

- Mitwirkung bei der Versuchsplanung, sorgfältige Auswertung quantitativer Experimente, Schülervortrag, Anteil an Gruppenarbeit

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

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

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

Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/_pof-spring-2012/_html_de/elektrolyse.html.

Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mir einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf.

http://www.diebrennstoffzelle.de

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

**Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV**

**Kontext**: *Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

*Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:*
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

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

*Kompetenzbereich Kommunikation:*
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

*Kompetenzbereich Bewertung:*
- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).

**Inhaltsfeld**: Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- ♦ Korrosion und Korrosionsschutz

**Zeitbedarf**: ca. 5 Std. à 90 Minuten

**Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV**

| **Kontext:** Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Elektrochemie | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Korrosion und Korrosionsschutz<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 5 Stunden à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF3 Systematisierung<br>• E6 Modelle<br>• K2 Recherche<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Donator-Akzeptor<br>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>Die Schülerinnen und Schüler … | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Korrosion vernichtet Werte**<br>• Merkmale der Korrosion<br>• Kosten von Korrosionsschäden | recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und referieren über Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).<br><br>diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2). | **Abbildungen** zu Korrosionsschäden oder **Materialproben** mit Korrosionsmerkmalen<br>Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion<br><br>**Recherche** zu Kosten durch Korrosionsschäden | Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt<br><br>Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft |
| **Ursachen von Korrosion**<br>• Lokalelement<br>• Rosten von Eisen<br>- Sauerstoffkorrosion<br>- Säurekorrosion | erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode)) (UF1, UF3).<br><br>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/ | **Schüler- oder Lehrerexperiment**<br>Experimentelle Erschließung der elektrochemischen Korrosion<br><br>**Schülerexperimente**<br>Bedingungen, die das Rosten fördern | Selbstständige Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch die Lehrkraft<br><br>Aufgreifen und Vertiefen der |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7). | | Inhalte und Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion |
| **Schutzmaßnahmen**<br>• Galvanisieren<br>• kathodischer Korrosionsschutz | erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3).<br><br>bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2). | **Lehrer- oder Schülerexperiment**<br>Verkupfern oder Verzinken eines Gegenstandes<br><br>**Bilder oder Filmsequenz**<br>zum Verzinken einer Autokarosserie durch Galvanisieren und Feuerverzinken<br><br>**Welcher Korrosionsschutz ist der beste?**<br>Bewertung des Korrosionsschutzes nach Darstellung einiger Korrosionsschutzmaßnahmen durch Kurzreferate | Anode aus Kupfer bzw. Zink zur Verdeutlichung der Teilnahme der Anode an einer Elektrolyse; selbstständige Auswertung des Experimentes mithilfe des Schulbuches<br><br>Sammeln und Bewerten von Argumenten |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Alltagsvorstellungen zur Korrosion

Leistungsbewertung:

- Durchführung von Experimenten, Auswertung der Experimente, Kurzreferate
- Klausuren/Facharbeiten

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

www.korrosion-online.de Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema Korrosion und Korrosionsschutz.
Weist auch viele interessante und vielfältige Abbildungen zur Korrosion auf.
daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm
20.09.2010 - Beschreibung von Erscheinungsformen für Korrosion und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Korrosionsschutz Element
In dem VHS-Video „Korrosion und Korrosionsschutz“ (4202818) werden mit Hilfe von Tricksequenzen - die Vorgänge bei der Entstehung von Rost und die gängigsten Verfahren (Aufbringen eines Schutzüberzugs aus einem unedleren Metall durch Schmelztauchen, Einsatz einer Opferanode, Galvanisieren) gezeigt, um Metalle vor Korrosion zu schützen.

## Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK

### Q 1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben V

**Kontext:** *Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl*

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

*Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:*

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

*Kompetenzbereich Kommunikation:*

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

*Kompetenzbereich Bewertung:*

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Reaktionsabläufe

**Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 90 Minuten

- Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben V

| **Kontext: Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl** | |
|---|---|
| **Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe** | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>• Reaktionsabläufe<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 90 Minuten | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF4 Vernetzung<br>• K2 Recherche<br>• K3 Präsentation<br>• B2 Entscheidungen<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft<br>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht<br>Basiskonzept Donator-Akzeptor |

| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br><br>Die Schülerinnen und Schüler … | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
|---|---|---|---|
| **Kein Fahrspaß ohne Erdöl?**<br><br>Konventionelle Kraftstoffe aus Erdöl<br><br>Alternative Kraftstoffe, u. a. Biokraftstoffe | recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). | Informationen/Medienberichte zum Themenkomplex "Endlichkeit des Erdöls, Notwendigkeit der Nutzung alternativer Kraftstoffe" [1]<br><br>**Erstellen eines Überblicks** über konventionelle und alternative Kraftstoffe [2], z. B. in Form eines Clusters | Recherche im Computerraum oder als Hausaufgabe<br><br>Ausgehend vom Cluster zu den Kraftstoffen kann das Unterrichtsvorhaben strukturiert werden. |

| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br><br>Die Schülerinnen und Schüler … | Lehrmittel/ Materialien/ Methoden | Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen |
|---|---|---|---|
| **Herstellung von Biodiesel**<br><br>Veresterung | beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).<br><br>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).<br><br>erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4). | **Information:** Aufbau von Rapsöl als pflanzliches Fett und Umesterung mit Methanol<br><br>**Experiment:** Umesterung von Rapsöl zu Rapsölmethylester (Biodiesel) [3] | Wiederholung der Inhalte *Ester* und *chemisches Gleichgewicht* aus dem Inhaltsfeld 1 |
| **Wie ist der Einsatz von Biodiesel zu bewerten?** | erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).<br><br>diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte<br>(u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). | **Recherche** in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen: Beurteilung der Vor- und Nachteile des Einsatzes von Biodiesel im Wandel der Zeit.<br><br>**Verfassen eines Artikels, z. B. für die Schülerzeitung**: Ist der Einsatz von Biodiesel aus ökologischer und ökonomischer Sicht heute noch sinnvoll? | |

| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br><br>Die Schülerinnen und Schüler … | Lehrmittel/ Materialien/ Methoden | Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen |
|---|---|---|---|
| **Gewinnung von konventionellen Kraftstoffen aus Erdöl**<br><br>Fraktionierte Destillation, Alkane, Isomerie<br><br>Cracken, Alkene | erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindungen) (UF 3, UF4).<br><br>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).<br><br>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1).<br><br>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3). | **Film:** Fraktionierte Destillation<br><br>**Problem/Überleitung:** Anteil der Benzinfraktion geringer als der Bedarf<br><br>**Demonstrations-Experiment/Film:** Das Crack-Verfahren<br><br>**Expertenmethode:** Alkane, Alkene und Isomerie<br><br>**Exkurs:** Nachweis von Doppelbindungen<br><br>**Experiment/Film:** Addition von Brom an die Doppelbindung von Alkenen<br><br>**Erarbeitung mit anschließender Darstellung des Reaktionsmechanismus,** z. B. als Stopmotion-Film | Der Weg vom Erdöl zum Kraftstoff Benzin soll mit den Verfahren *fraktionierte Destillation von Erdöl*, *Cracken* und *Zusatz von Klopfschutzmitteln* dargestellt werden. Zugleich findet eine Wiederholung der Stoffklassen Alkane und Alkene statt (Aufbau der Moleküle; Isomerie; Eigenschaften, z. B. Siedetemperatur). |
| **Was soll ich tanken: Super oder Super plus?**<br><br>Verbrennung von Kohlenwasserstoffen | | **Animation:** Die Funktionsweise eines Ottomotors – Verbrennung von Kohlenwasserstoffen | Internet-Recherche mit dem Stichwort „Viertakt-Ottomotor“<br><br>Methodische Anregung: Kommentierung der Animation durch die Lernenden<br><br>Wiederholung: Aufstellen von Reaktionsgleichungen |

| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br><br>Die Schülerinnen und Schüler … | Lehrmittel/ Materialien/ Methoden | Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen |
|---|---|---|---|
| Klopffestigkeit, Octanzahl, Klopfschutzmittel<br><br>Ketone | beschreiben den Aufbau der Moleküle (u. a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3). | Überblick über Kraftstoffbestandteile und ihre Octanzahlen [7], **Zuordnung der Stoffe zu Stoffklassen**, u. a. das Aceton, als Bestandteil von Formel-1-Treibstoffen [8] | zur Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Berechnung des $CO_2$-Ausstoßes, etc.<br><br>Möglicher Zugang zur Octanzahl: Tanken im Ausland,<br>z. B. Dänemark mit den Kraftstoffen *Blyfri 95* und *Blyfri 98*<br><br>Alternativ besteht bereits hier die Möglichkeit der Vertiefung der elektrophilen Addition bei nicht symmetrischen Alkenen (Markownikow Regel) am Bsp. der Synthese von ETBE |
| **Alkohole als alternative Kraftstoffe**<br><br>Bioethanol<br><br>Stoffklasse der Alkohole | beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3). | **Information:** Bioethanol als Bestandteil von Kraftstoffen, z. B. E 10, E 85<br><br>Herstellung von Ethanol durch Gärung (Wiederholung)<br><br>Ausblick auf Biokraftstoffe erster und zweiter Generation | Der alternative Treibstoff *Bioethanol* wird als ein Vertreter der Alkohole klassifiziert.<br><br>Hinweis: z. B. Lignocellulose-Ethanol aus Pflanzenabfällen [2] |

| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br><br>Die Schülerinnen und Schüler … | Lehrmittel/ Materialien/ Methoden | Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen |
|---|---|---|---|
| **Wie können Ethanol und andere Alkohole aus Erdöl hergestellt werden?**<br><br>Elektrophile Addition: Hydratisierung<br><br>Markownikow-Regel, Stabilität von Carbeniumionen<br><br>Nucleophile Substitution | klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).<br><br>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1).<br><br>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).<br><br>vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u. a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3).<br><br>analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6). | **Elektrophile Addition, z. B. als Filmleiste:** Hydratisierung von Ethen<br><br>**Übung:** Addition von Wasser an diverse Alkene (Regioselektivität bei nicht symmetrischen Alkenen)<br><br>**Erarbeitung der nucleophilen Substitution mit binnendifferenzierenden Materialien (Modelle, Strukturlegetechnik mit Kärtchen):** Bromethan und Kalilauge reagieren u. a. zu Ethanol<br><br>**Selbstständige Erarbeitung der Eliminierung** als Umkehrung der elektrophilen Addition: Dehydratisierung von Alkoholen<br><br>**Aufstellen eines Reaktionssterns** zu den Möglichkeiten der Ethanolherstellung | Anhand der verschiedenen Möglichkeiten Ethanol zu synthetisieren, werden die unterschiedlichen Reaktionstypen eingeführt.<br><br>Erarbeitung der Markownikow-Regel durch die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe einer Lernumgebung möglich [9]<br><br>Hydratisierung von Ethen als technisches Herstellungsverfahren von Ethanol |

| Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br><br>Die Schülerinnen und Schüler … | Lehrmittel/ Materialien/ Methoden | Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen |
|---|---|---|---|
| **Welche Probleme treten bei der Nutzung von Biokraftstoffen auf?**<br>Oxidationsreihe der Alkohole | beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3). | **Erhöhte Aldehydemission bei der Nutzung von Alkoholkraftstoffen:** Analyse der unvollständigen Verbrennungsprozesse von Ethanol im Verbrennungsmotor unter dem Aspekt „Oxidationsreihe der Alkohole“, Rolle des Katalysators im Hinblick auf eine vollständige Oxidation | **Rückbezug zum vorangegangenen Unterricht**<br>Die Tatsache, dass Fahrzeuge, die mit Alkoholkraftstoff betrieben werden, eine höhere Emission an Aldehyden aufweisen [4], kann genutzt werden, um die Kompetenzerwartungen zur *Oxidationsreihe der Alkohole* zu festigen (siehe die entsprechende Kompetenzerwartung im IF1). |
| **Womit fahren wir morgen? - Bedeutung unterschiedlicher Kraftstoffe bei der zukünftigen Mobilität** | erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). | **Podiumsdiskussion:** Bewertung der konventionellen und alternativen Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation anhand verschiedener Kriterien (z. B. ökonomische, ökologische, technische und gesellschaftliche Kriterien [5]) | **Ggf. Ausblick**<br>Zukünftige Bedeutung von Biokraftstoffen im Vergleich zu Antriebskonzepten mit Elektrizität oder Wasserstoff |

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Ester und chemisches Gleichgewicht
- Oxidationsreihe der Alkohole

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Handlungsprodukte: Cluster, Artikel, Stop-Motion-Filme, Versuchsprotokolle, Reaktionsstern
- Präsentationen, u. a. zu Reaktionsmechanismen, Stoffklassen, Lernumgebung zur Markownikow-Regel
- schriftliche Übung, u. a. zur Regioselektivität

**Weiterführendes Material:**

| | | |
|---|---|---|
| • | http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027 | Zeitungsartikel zum Thema „Bioethanol als Treibstoff der Zukunft“ |
| • | http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraft-betriebsstoffe/alternative-kraftstoffe | Informationen zu alternativen Kraftstoffen |
| • | Eilks, Ingo: Biodiesel: Kontextbezogenes Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: PdN- Chemie in der Schule, Jg. 2001 (50), H. 1, S. 8-10 | Beschreibung einer Unterrichtseinheit zum Thema Biodiesel" |
| • | Dreyhaupt, Franz-Joseph [Hrsg.]: VDI-Taschenlexikon Immissionsschutz. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, S. 26ff (Stichwort Alkoholkraftstoff) | Darstellung der Zusammenhänge zwischen Alkoholkraftstoff, unvollständiger Verbrennung, Aldehydemission und Oxidationskatalysator |
| • | Brysch, Stephanie: Biogene Kraftstoffe in Deutschland. Hamburg: Diplomica, 2008. | Studie zur Bewertung von Biokraftstoffen, die kriteriengeleitet Vor- und Nachteile ermittelt |
| • | https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch_biokraftstoffe_web.pdf | Informationsbroschüre der Fachagentur Nach-wachsende Rohstoffe zum Thema Biokraftstoffe |
| • | https://de.wikipedia.org/wiki/Oktanzahl | u. a. Angabe von Stoffen und deren Octan-zahlen |
| • | http://www.motorsport-total.com/f1/news/2002/10/Das_Lebenselixier_der_Formel_1_02100401.html | Informationen zu Aceton als Bestandteil von Formel-1-Treibstoff |
| • | http://www.cup.uni-muenchen.de/dept/ch/engel/lonet/markownikow/start.htm | Lernumgebung zur Markownikow-Regel |

letzter Zugriff auf die URL am 13.11.2015

**Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I**

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

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Donator-Akzeptor

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

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

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

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

*Kompetenzbereich Bewertung:*
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

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

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- Organische Verbindungen
- Reaktionsabläufe
- Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf**: ca. 17 Std. à 90 Minuten

**Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I**

| **Kontext:** Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe** | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>• Reaktionsabläufe<br>• Organische Werkstoffe<br><br>**Zeitbedarf**: 17 Std. à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• E7 Arbeits- und Denkweisen<br>• K3 Präsentation<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Struktur – Eigenschaft<br>Basiskonzept Donator-Akzeptor | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>Die Schülerinnen und Schüler …. | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Die Vielfalt der Kunststoffe im Auto:**<br><br>• Definition der Begriffe „Kunststoff“ „Makromolekül“ „Polymer“ „Monomer“<br><br>• Bsp. für Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verwendung | | **Demonstration von Kunststoffteilen eines Autos:**<br>• Blinkerabdeckung<br>• Sicherheitsgurt<br>• Keilriemenrolle<br>• Sitzbezug<br><br>**Mind Map:** Kunststoffe im Auto - Eigenschaften und Verwendung<br><br>**Eingangstest**: | Ausgehend von der Verwendung von Kunststoffen im Auto werden Fragestellungen entwickelt und eine **Mind Map** erstellt und im Laufe der Unterrichtssequenz ergänzt.<br><br>In der **Eingangsdiagnose** wird das für den folgenden Unterricht bedeutsame Vorwissen der SuS abgefragt.<br>**Materialien zur individuel-** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen. | **len Wiederholung der Lerninhalte** werden im Verlauf des Unterrichts bereitgestellt. |
| **Eigenschaften, Synthesereaktionen, Stoffklassen und Verarbeitung von Kunststoffen**<br>**1. Transparentes Plexiglas (PMMA):**<br>• Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation<br>• Faserstruktur und Transparenz<br>**2. Reißfeste Fasern aus PET:**<br>• Aufbau von Polyestern<br>• Polykondensation (ohne Mechanismus)<br>• Faserstruktur und Reißfestigkeit<br>• Schmelzspinnverfahren<br>**3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum:**<br>Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste<br>**4. Nylonfasern für Sitzbezüge**<br>• Aufbau von Nylon<br>• Polyamide | beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).<br><br>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E3).<br><br>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3).<br><br>Vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3).<br><br>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).<br><br>ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5).<br><br>erklären den Aufbau von Makromolekülen | **Die folgenden Schüler Experimente werden als Lernzirkel durchgeführt.**<br><br>• Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten<br><br>• „Nylonseiltrick“<br><br>**Protokolle**<br><br>**Arbeitsblätter** zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen. | Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.<br><br>**Materialien zur individuellen Wiederholung:**<br>**zu 1.:**<br>Alkene, elektrophile Addition<br><br>**zu 2.:**<br>Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung,<br>Intermolekulare Wechselwirkungen<br><br>**zu 4.:**<br>Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Systematisierung der kennen gelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.** | aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3).<br><br>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4). | | |
| **Kunststoff werden in Form gebracht: Kunststoffverarbeitung**<br>Verfahren, z.B.:<br>• Extrudieren<br>• Spritzgießen<br>• Extrusionsblasformen<br>• Fasern spinnen<br><br>Geschichte der Kunststoffe | recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). | Mögliche Formen der Präsentationen durch die SuS:<br>**Referat, Posterpräsentation, Museumsgang oder WIKI.**<br><br>Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen. | In diesem und den folgenden Unterrichtseinheiten können S-**Präsentationen (Referate, Poster, WIKI)** erstellt werden. MöglicheThemen:<br><br>• Verarbeitungsverfahren<br>• Historische Kunststoffe |
| **Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer**<br><br>• Bau der Polycarbonate<br>• Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit)<br>• Syntheseweg zum Polycarbonat | präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)<br><br>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).<br><br>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). | **Recherche:**<br>Aufbau der Polycarbonate<br>Reaktionweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien<br>Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer<br>Vorteile gegenüber PMMA<br><br>**Flussdiagramme** zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses | **Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:**<br>Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-Bildschirmen, als Fassungen für LEDs) und von PMMA. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Maßgeschneiderte Kunststoffe**<br><br>z.B.:<br>• Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten<br>• Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz<br>• Superabsorber<br>• Cyclodextrine<br>• Silikone | stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).<br><br>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).<br><br>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3)<br><br>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4). | **Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten** zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.:<br><br>• Plexiglas mit UV-Schutz<br><br>• Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit<br><br>• Cyclodextrine als "Geruchskiller"<br><br>**Präsentation der Ergebnisse als WIKI oder als Poster (Museumsgang)** | 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.<br><br>Cokondensation und "Blending" dienen der Modifikation von Kunststoffeigenschaften.<br><br>Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen.<br>Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farbstoffe. |
| **Kunststoffmüll ist wertvoll: Kunststoffverwertung**<br><br>• **Umweltverschmutzung durch Plastikmüll**<br>• **Verwertung von Kunststoffen:**<br>- energetisch<br>- rohstofflich<br>- stofflich<br><br>• **Ökobilanz** von Kunststoffen | diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).<br><br>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).<br><br>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). | **Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten**<br>• Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen)<br>• Herstellung von Stärkefolien<br>• Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor"<br><br>Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.<br><br>**Podiumsdiskussion**:<br>z.B. zum Thema<br>„Einsatz von kompostierbarem Verpackungsmaterial“ | **Fächerübergreifender Aspekt:**<br>Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie). |

| |
|---|
| Diagnose von Schülerkonzepten:<br>• Eingangstest, Präsentationen, Protokolle<br>Leistungsbewertung:<br>• Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), Schriftliche Übungen<br>Werksbesichtigung im Kunststoffwerk |
| **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**<br>Die meisten Experimente finden sich in der Unterrichtsreihe "Kunststoffe im Auto": http://www.chik.de<br>Informationen zur Weiterentwicklung von Polycarbonaten (Blends und Cokondensate) zur Verwendung in der Automobilindustrie und in Bildschirmen: http://www.energiespektrum.de/_misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098<br>http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx<br>Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen (z. zur Kunststoffverarbeitung) finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:<br>http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx<br>Experimentiervorschrift zur Herstellung einer UV-absorbierenden Acrylglasscheibe:<br>http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf<br>Umfangreiche Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum recyclingfähigen Belland-Material:<br>http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B__Organik/Belland.pdf<br>Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:<br>http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html |

**Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II**

**Kontext:** *Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen*

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können …

*Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:*

- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*

- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

*Kompetenzbereich Bewertung:*begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).**Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe
**Inhaltliche Schwerpunkte**:

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Reaktionsabläufe
- **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 90 Minuten

| **Kontext:** Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen | |
|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>• Reaktionsabläufe<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 10 Std. a 90 Minuten | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF2 – Auswahl<br>• E3 – Hypothesen<br>• E6 – Modelle<br>• E7 – Arbeits- und Denkweisen<br>• B4 – Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Struktur – Eigenschaft<br>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht |

| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br><br>Die Schülerinnen und Schüler … | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen**<br>**Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
|---|---|---|---|
| **Was ist das Besondere an Benzol?**<br>Verwendung<br>Mesomerie<br>Aromatizität | beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7).<br><br>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u. a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7). | **Recherche:** Krebsgefahr durch Benzin: Benzol als Antiklopfmittel im Benzin [1]<br><br>**Film**: Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring [2]<br><br>**Mindmap:** Benzol als Grundchemikalie für Synthesen von z. B. Farbstoffen, Kunststoffen, Arzneimitteln | Anknüpfung an das Thema Treibstoffe |

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

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

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Aufstellen von Valenzstrich-Strukturformeln
- ~~Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition~~
- Anwendung der Säure-Base-Theorie auf neue Verbindungen, u. a. Phenol

Leistungsbewertung:

- Bewertung von schriftlichen Handlungsprodukten: Mindmap „Benzol als Grundchemikalie“, Reaktionsstern „Benzol“, Trainingsaufgaben zum Einfluss der Substituenten auf die Zweitsubstitution
- Vorträge/Beiträge zu den Themen „Mesomerie“, „Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution“, „Herstellen von Trinitrotoluol“
- Darstellung und Kommentierung von Molekülstrukturen, die ggf. auch mit Molekülbaukästen modelliert wurden

**Weiterführendes Material:**

| | | |
|---|---|---|
| • | http://www.uniklinikum-saar-land.de/fileadmin/UKS/Aktuelles/Zeitschrift_UKS_Report/Medizinlexikon/Meizinlexikon_ab_2005/Benzol-Erkrankungen.pdf | Informationen zu den Gefahren des Benzols |
| • | http://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-traummolekuel-kekule100.html | Inhalt des Films über Kekulé |
| • | http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/12/oc/vlu_organik/aromaten/reaktionen/reaktionen_aromaten.vlu.html | Umfangreiche Darstellung der Reaktionen an Aromaten samt Übungsaufgaben |
| • | http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu.html | Material Sprengstoffe |
| • | http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/05_nitroaromaten.vscml.html | kurzer Film zur Explosion von Bariumpikrat |

letzter Zugriff auf die URL am 17.11.2015

**Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III**

**Kontext**: *Farbstoffe im Alltag*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- ♦ Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 90 Minuten

**Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III**

| **Kontext:** Farbstoffe im Alltag | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | | | |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**<br>• Farbstoffe und Farbigkeit<br><br>**Zeitbedarf**: 10 Std. à 90 Minuten | | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E6 Modelle<br>• K3 Präsentation<br>• K4 Argumentation<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br><br>Die Schülerinnen und Schüler …. | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Farben im Alltag**<br>- Farbigkeit und Licht<br>- Absorptionsspektrum | erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).<br><br>werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5) | **Mindmap:** Farbe<br><br>**Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe<br><br>**Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren | . |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Organische Farbstoffe**<br>- Farbe und Struktur<br>- Konjugierte Doppelbindungen<br>- Donator-/ Akzeptorgruppen<br>- Mesomerie<br>- Azofarbstoffe<br>- Triphenylmethanfarbstoffe | 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).<br><br>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)<br><br>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6). | **Arbeitsblatt:** Kriterien für Farbigkeit<br><br>Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen<br><br>**Lernaufgabe:** Azofarbstoffe<br><br>**Demonstrationsexperiment:** Farbwechsel von Phenolphthalein<br><br>Erarbeitung der Strukturen<br><br>**Schülerexperiment:** Synthese von Fluorescein | Wiederholung: elektrophile Substitution |
| **Verwendung von Farbstoffen**<br>- bedeutsame Textilfarbstoffe<br>- Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff | recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).<br><br>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).<br><br>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4). | **Recherche:** Farbige Kleidung im Wandel der Zeit<br><br>**Schülerexperiment:** Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff<br>**Diskussion und Vergleich**<br><br>**Arbeitsblatt:** Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung)<br><br>**Moderne Kleidung:** Erwartungen<br>**Recherche:** Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme | Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich<br><br>ggf. weitere Färbemethoden<br><br>Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen<br><br>z.B. Azofarbstoffe und reduktive Azospaltung |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken (UF3, UF4).<br><br>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). | **Erstellung von Postern und Museumsgang** | |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Lernaufgabe

Leistungsbewertung:

- Klausur, Präsentation, Protokolle

**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

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

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

Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:

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

**Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV**

**Kontext:** *Nitratbestimmung im Trinkwasser*

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**
Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
Die Schülerinnen und Schüler können …

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*

- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).

*Kompetenzbereich Kommunikation:*

- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

*Kompetenzbereich Bewertung:*

- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).
- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).

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

**Inhaltliche Schwerpunkte**:
- ♦ Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption

**Zeitbedarf**: ca. 5 Std. à 90 Minuten

Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV

| **Kontext:** Nitratbestimmung im Trinkwasser | |
|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | |
| **Inhaltlicher Schwerpunkt:**<br>Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 5 Stunden a 90 Minuten | **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• E2 Wahrnehmung und Messung<br>• E5 Auswertung<br>• K1 Dokumentation<br>• K3 Präsentation<br>• B1 Kriterien<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Basiskonzept (Schwerpunkte):**<br>Basiskonzept Energie |

| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>Die Schülerinnen und Schüler ... | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
|---|---|---|---|
| **Nitrat im Trinkwasser – ein Problem?** | | Zeitungsartikel zum Thema „Nitrat im Trinkwasser“ oder „Mineralwasser zur Zubereitung von Babynahrung“<br><br>**Recherche:** Gefahren durch Nitrat | Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft<br><br>Erstellung eines Handouts |
| **Bestimmung des Nitratgehaltes**<br>Transmission, Absorption, Extinktion<br>Lambert-Beer-Gesetz | erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). | **Schülerexperiment:** Bestimmung des Nitrats im Trinkwasser mit Teststäbchen<br><br>**Information:** Identifizieren der Nachweisreaktion als Azokupplung | Methodenreflexion<br><br>Nachvollzug der Reaktionsschritte, ggf. Wiederholung Farbstoffe, Redoxreaktion |

| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**<br>Die Schülerinnen und Schüler ... | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
|---|---|---|---|
| Erstellen einer Kalibriergeraden<br><br>Bestimmung des Nitratgehalts im Wasser | werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).<br><br>berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5). | **Arbeitsblatt:** Konzentrationsabhängigkeit der Extinktion (Lambert-Beer-Gesetz)<br><br>**Projekt / Schülerexperiment** (unter Einsatz eines Testbestecks zur kolorimetrischen Bestimmung von Nitrat-Ionen)**:** Herstellung von Kalibrierlösungen, Bestimmung der Extinktionen der Lösungen, Grafische Auswertung der Messwerte, Bestimmung der Nitratkonzentration mehrerer Wasserproben | Alternativ: Ableitung des Lambert-Beer-Gesetzes im Schülerexperiment |
| **Wie ist der Nitratgehalt von Wasserproben einzuordnen?** | gewichten Analyseergebnisse (u. a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2). | **Diskussion**: Vorgehensweise, Messergebnisse und Methoden<br><br>**Recherche:** Messwerte Wasserwerk, Grenzwerte, Bedeutung des Nitrats, Problematik bei der Düngung<br><br>**Bewertung:** Landwirtschaft und Nitratbelastung in den Wasserproben | Möglichkeit zur Wiederholung der analytischen Verfahren und zum Vergleich |

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Vortrag zum Aufbau eines Fotometers und des Lambert-Beer-Gesetzes
- Wiederholung „Herstellen eines Azofarbstoffes“: Nachweisreaktion auf Nitrationen

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Experimentell ermittelte Werte: Kalibiergerade, Nitratgehalt im Wasser
- Recherche-Ergebnisse: Handout zu den Gefahren durch Nitrat, Problematik durch die Düngung
- Nitratbelastung: multiperspektivische Darstellung des Problems samt Bestimmung eines eigenen Standpunkts

**Weiterführendes Material:**

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

letzter Zugriff auf die URL am 17.11.2015

## Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

*Überfachliche Grundsätze:*

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

*Fachliche Grundsätze:*

15.) Der Chemieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.

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

## Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

### Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

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

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben chemischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit chemischen Grundwissens
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der chemischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmaterialien
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen, Kleingruppenarbeiten und Diskussionen
- Einbringen kreativer Ideen

- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

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

**Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:**

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

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die **mündliche Mitarbeit** erfolgen in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

## Qualitätssicherung und Evaluation

**Evaluation des schulinternen Curriculums**

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Chemie bei.