

EF : Jahrgang 11	
Inhaltsfelder	Inhaltliche Schwerpunkte
<p>Organische Stoffklassen (Inhaltsfeld 1)</p> <p><u>Unterrichtsvorhaben I</u>  <b>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</b>  <i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i>  <i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p><b>ca. 20 Ustd.</b></p> <p><u>Unterrichtsvorhaben II (Teil1)</u>  <b>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b>  <i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i>  <i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i></p> <p><b>ca. 6 UStd. (20+6+5+9 = 40)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe</li> <li>– Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie</li> <li>– intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> <li>– Estersynthese</li> </ul>
Basiskonzepte	
<p><b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b>  Stoffklassen und ihre funktionellen Gruppen: Alkane, Alkene, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester  Homologe Reihen und Isomerie  Bindungen und zwischenmolekulare Wechselwirkungen</p> <p><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b>  Oxidationsreihe der Alkohole</p>	
Kompetenzerwartungen des Lehrplans	Verbindliche Absprache zu Inhalten und Methode
<p><u>Unterrichtsvorhaben I</u>  <b>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</b>  <i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i>  <i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i>  <b>ca. 20 Ustd.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),</li> <li>• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrierte Wiederholung: einfaches Atom- und Bindungsmodell, Stoffmenge, molare Masse, molares Volumen, Stoffmengenkonzentration (ggf. vorgelagert) (Bsp. FWU-Video Zwischenmolekulare Bindungen, 20 Min. VHS 4202528)</li> <li>• Vergleich der Siedetemperaturen von Alkanen, Alkoholen und Carbonsäuren</li> <li>• Unter anderem Löslichkeit von Alkoholen in Wasser und anderen Lösungsmitteln</li> <li>• Allgemeine Eigenschaften gängiger organischer Säuren</li> <li>• Siehe Eigenschaften von Alkoholen</li> <li>• Oxidation von 1-Propanol mit einem heißen, oxidierten Kupferblech</li> <li>• Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanol</li> <li>• Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</li> </ul>

- stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13), (MKR 1.2)
- präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien, (MKR 4.1)
- deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),
- stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4),
- beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6), (VB B Z6)
- beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).
- entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug, (VB B Z3)
- beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese. (VB B Z3)
- berücksichtigen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate (MKR 4.3, 4.4)
- tauschen sich mit anderen über chemische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und reflektieren den eigenen Standpunkt, (MKR 3.1)
- recherchieren angeleitet zu chemischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus, (MKR 2.1, 2.3)
- überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität), (MKR 2.3)

<p><u>Unterrichtsvorhaben II (Teil 1)</u>  <b>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b>  <i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i>  <i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i>  <b>ca. 6 UStd.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),</li> <li>• diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13), (VB B Z3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionen verschiedener Carbonsäuren mit verschiedenen Alkoholen (Arbeitsteilig als Schülerexperiment)</li> <li>• Veresterungsreaktion (qualitativ)</li> </ul>
--	--

<b>EF : Jahrgang 11</b>	
<b>Inhaltsfelder</b>	<b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>
<p>Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht (Inhaltsfeld 2)</p> <p><u>Unterrichtsvorhaben II (Teil 2)</u>  <b>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b>  <i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i>  <i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i>  <b>ca. 5 UStd.</b></p> <p><u>Unterrichtsvorhaben III</u>  <b>Säuren contra Kalk</b>  <i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?</i>  <i>Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>– Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)</li> <li>– natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>– technisches Verfahren</li> <li>– Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>– Katalyse</li> </ul>

<p><b>ca. 9 UStd.</b></p> <p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>  <b>Kohlenstoffkreislauf und Klima</b>  <i>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</i>  <i>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</i></p> <p><b>ca. 14 UStd. (5+9+14=28)</b></p>	
<p><b>Basiskonzepte</b></p>	
<p><b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b>  Modifikationen des Kohlenstoffs</p> <p><b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b>  Reaktionsgeschwindigkeit  Beeinflussung von Gleichgewichtsreaktionen  Massenwirkungsgesetz  Stoffkreislauf</p> <p><b>Basiskonzept Energie</b>  Aktivierungsenergie und Reaktionsdiagramm , Katalyse</p>	
<p><b>Kompetenzerwartungen des Lehrplans</b></p>	<p><b>Verbindliche Absprache zu Inhalten und Methode</b></p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben II (Teil 2)</u>  <b>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b>  <i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i>  <i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i></p> <p><b>ca. 5 UStd.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17),</li> <li>• simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). (MKR 1.2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am Beispiel ausgewählter Reaktionen z.B. Veresterungen, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> und NO<sub>2</sub>, Ammoniaksynthese</li> <li>• Energiediagramme Endothermer und Exothermer Reaktionen</li> </ul>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III</u>  <b>Säuren contra Kalk</b>  <i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?</i>  <i>Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i></p> <p><b>ca. 9 UStd.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bsp. Temperatur :</i>  N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> und NO<sub>2</sub> – Gleichgewicht mit Hilfe der „Glasampullen“.</li> <li>• <i>Bsp. Konzentration :</i>  Magnesium lösen in Methansäure verschiedener Konzentration</li> <li>• <i>Bsp. Druck :</i>  Ammoniaksynthese, Prinzip von Le Chatelier  Computersimulation siehe Chemie 2000+ Online</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),</li> <li>•definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),</li> <li>•stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11). (MKR 1.2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Am Beispiel ausgewählter Reaktionen z.B. Veresterungen, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> und NO<sub>2</sub>, Ammoniaksynthese</li> </ul>
<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>  <b>Kohlenstoffkreislauf und Klima</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</li> <li>• Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</li> </ul> <p><b>ca. 14 UStd.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),</li> <li>• beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),</li> <li>• analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einem natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), (MKR 2.3, 5.2)</li> <li>• bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13). (VB D Z3)</li> <li>• entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug, (VB B Z3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes</li> <li>• Technischer und natürlicher Kohlenstoffkreislauf <ul style="list-style-type: none"> <li>a. (Kalk brennen und löschen, Chemie 2000+ S.86 V1 - V3)</li> <li>b. <a href="http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de">www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de</a> Animation zu Tropfsteinhöhle Chemie 2000+ S.93 B6+7</li> <li>c. Internetrecherche zum Thema Möglichkeit für Schülerpräsentation</li> <li>d. Internetrecherche und Schülerpräsentation Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier</li> </ul> </li> <li>• Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen</li> <li>• Beurteilen die Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe</li> </ul>

- beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese. (VB B Z3)
- recherchieren angeleitet zu chemischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus, (MKR 2.1, 2.3)
- überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität), (MKR 2.3)
- präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien, (MKR 4.1)
- berücksichtigen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate (MKR 4.3, 4.4)
- tauschen sich mit anderen über chemische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und reflektieren den eigenen Standpunkt, (MKR 3.1)

Q 1 : Jahrgang 12 - Grundkurs	
Inhaltsfelder	Inhaltliche Schwerpunkte
<p>Säuren, Basen und analytische Verfahren (Inhaltsfeld 3)</p> <p><u>Unterrichtsvorhaben I</u>  <b>Saure und basische Reiniger im Haushalt</b>  <i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i>  <i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i>  <i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i>  <i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p><b>ca. 21 UStd.</b></p> <p><u>Unterrichtsvorhaben II</u>  <b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b>  <i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i>  <i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p><b>ca. 9 UStd. (21+9 = 30. Vorher 20 UStd.)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen</li> <li>– analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>– energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>– Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>
<b>Basiskonzepte</b>	
<p><b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b>  Merkmale von Säuren bzw. Basen</p> <p><b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b>  Autoprotolyse des Wassers  pH-Wert  Stärke von Säuren</p> <p><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b>  Säure-Base-Konzept von Brønsted  Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen</p>	
Kompetenzerwartungen des Lehrplans	Verbindliche Absprache zu Inhalten und Methode
<p><b>Sachkompetenz</b>  Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6) (VB B Z6)</li> <li>– erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),</li> <li>– interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Untersuchung von Säuren und Laugen aus ausgewählten Lebens- und Reinigungsmitteln, pH-Wert Messungen mit Indikatorpapier, Neutralisationsvorgang.</li> <li>– Erarbeitung der Gemeinsamkeiten von Säuren bzw. Laugen an Hand der Summenformeln</li> <li>– Anwendung des MWG am Beispiel der Protolyse schwacher einprotoniger Säuren und Basen.</li> <li>– Quantitative Neutralisationstitrationen</li> <li>– Aufnahme und Interpretation einer Titrationskurve</li> <li>– <math>pK_S</math>-Wert Bestimmung durch Halbtitration/grafische Auswertung</li> <li>– Leitfähigkeitstitration von HCl und NaOH</li> </ul>

<p>Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17),</li> <li>– definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),</li> <li>– erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),</li> <li>– erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),</li> <li>– deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8).</li> </ul> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz</b> Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>– planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</li> <li>– führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),</li> <li>– bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1) (MKR 2.1, 2.2)</li> </ul> <p><b>Bewertungskompetenz</b> Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8) (VB B Z3, Z6)</li> <li>– bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8) (VB B Z3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ökologische Bedeutung des pH-Wertes an Hand von Schülervorträgen zu ausgewählten Themen wie z.B.: Puffersysteme im Boden und Gewässern im menschlichen Körper, saurer Regen, CO<sub>2</sub> – Kreislauf in Ozeanen</li> <li>– Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</li> </ul>
--	---

<b>Q 1 : Jahrgang 12 - Grundkurs</b>	
<b>Inhaltsfelder</b>	<b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>
<p>Elektrochemische Prozesse und Energetik (Inhaltsfeld 4) <u>Unterrichtsvorhaben III</u> <b>Mobile Energieträger im Vergleich</b> <i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>– Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> </ul>



<p>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut? Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</p> <p><b>ca. 12 UStd.</b></p> <p><u>Unterrichtsvorhaben IV</u> <b>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b> Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt? Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</p> <p>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</p> <p><b>ca. 13 UStd.</b></p> <p><u>Unterrichtsvorhaben V</u> <b>Korrosion von Metallen</b> Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</p> <p><b>ca. 5 UStd. (12+13+5=30, vorher 28 UStd.)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektrolyse</li> <li>– alternative Energieträger</li> <li>– Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>– energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul>
<p><b>Basiskonzepte</b></p>	
<p><b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b> Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen</p> <p><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b> Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle Galvanische Zellen Elektrolyse Elektrochemische Korrosion</p> <p><b>Basiskonzept Energie</b> Faraday-Gesetze elektrochemische Energieumwandlungen Standardelektrodenpotentiale</p>	
<p><b>Kompetenzerwartungen des Lehrplans</b></p>	<p><b>Verbindliche Absprache zu Inhalten und Methode</b></p>
<p><b>Sachkompetenz</b> Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),</li> <li>– nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),</li> <li>– erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11) <b>(MKR 1.2)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verhalten von Metallen in Salzlösungen</li> <li>– Abscheidung von elementarem Metall</li> <li>– experimentelle Ermittlung der Spannungsreihe der Metalle. z.B. durch Simulation unter <a href="http://www.chemie-interaktiv.net/flashfilme.htm#redox">http://www.chemie-interaktiv.net/flashfilme.htm#redox</a> und ein konkretes Beispielexperiment.</li> <li>– wenn möglich experimenteller Aufbau der Wasserstoffhalbzelle, obligatorisch Aufbau und Sinn als willkürlich gesetzter Bezugspunkt.</li> <li>– Brennstoffzelle mit Experimentierset</li> </ul>

- erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11) (MKR 1.2)
- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),
- erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1),
- interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11).

#### Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Schülerinnen und Schüler ...

- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),
- entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5) (VB D Z3)
- ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),
- ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2).

#### Bewertungskompetenz

Die Schülerinnen und Schüler ...

- bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12) (VB D Z1, Z3)
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8) (VB D Z1, Z3)
- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter

- <http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/>.
- [http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007\\_07.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf)
- Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)
- Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)
- virtuelles Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe) (Uni-Wuppertal)
- Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung
- Bleiakkumulator in Fahrzeugen
- Akkumulatoren in Elektroautos
- mind. eine weitere Batterie nach Wahl
- Lufterlektrode mit Alltagsanwendung (z.B. Bojen)
- Elektrolyse einer Zinkjodid-Lösung
- Aluminiumherstellung als industrieller Prozess, Energie- und Umweltbilanz, Vorgänge an den Elektroden incl. Überspannung
- Wasserelektrolyse quantitativ, Faraday'sche Gesetze
- aktiver und passiver Korrosionsschutz, Buch S. 188/189
- Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)
- Vergleich Rohstoffe und Wirkungsgrade von Verbrennerautos, Elektroautos und Wasserstoffautos
- Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle
- Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung)
- Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode
- Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen

ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1) (VB D Z3)	
--	--