

Thema/Kontext: Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Mobile Energiequellen
- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- UF2 Auswahl

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- E6 Modelle
- E7 Vernetzung

Kompetenzbereich Kommunikation:

- K1 Dokumentation
- K4 Argumentation

Kompetenzbereich Bewertung:

- B1 Kriterien
- B3 Werte und Normen

Basiskonzept (Schwerpunkt):

Donator – Akzeptor:

- Elektrolyse

Energie:

- Elektrochemische Energieumwandlung

Zeitbedarf:

ca. 5 Std. à 45 Minuten

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p><i>Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrolyse • Zersetzungsspannung • Überspannung 	<p>... beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>... deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen einer galvanischen Zelle (UF4).</p> <p>... erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</p> <p>... erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</p>	<p>Bild eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos oder Einsatz einer Filmsequenz zum Betrieb eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos</p> <p>Aufriss der Unterrichtsreihe:</p> <p>Sammlung von Möglichkeiten zum Betrieb eines Automobils: Verbrennungsmotoren (Benzin, Diesel, Erdgas), Alternativen: Akkumulator, Brennstoffzelle</p> <p>Demonstrationsexperiment zur Elektrolyse von angesäuertem Wasser</p> <p>Beschreibung und Deutung der Versuchsbeobachtungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktion - endotherme Reaktion - Einsatz von elektrischer Energie: $W = U \cdot I \cdot t$ <p>Schülerexperiment:</p> <p>Elektrolyse von Wasser mit Hilfe der Spritzensets</p> <p>Schüler- oder Lehrerexperiment zur Zersetzungsspannung</p> <p>Die Zersetzungsspannung ergibt sich aus der Differenz der Abscheidungspotentiale. Das Abscheidungspotential an einer Elektrode ergibt sich aus der Summe des Redoxpotentials und dem Überpotential.</p>	<p>Beschreibung und Auswertung des Experimentes mit der intensiven Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion.</p> <p>Fokussierung auf den energetischen Aspekt der Elektrolyse</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Wie viel elektrische Energie benötigt man zur Gewinnung einer Wasserstoffportion?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitative Elektrolyse • Faraday-Gesetze 	<p>... erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).</p> <p>... dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p> <p>... erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).</p>	<p>Schülerexperimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit.</p> <p>Formulierung der Gesetzmäßigkeit: $n \propto I \cdot t$</p> <p>Vorgabe des molaren Volumens $V_m = 24 \text{ L/mol}$ bei Zimmertemperatur und 1013 hPa</p> <p>Differenzierende Formulierungen: Zur Oxidation bzw. Reduktion von 1 mol z-fach negativ bzw. positiv geladener Ionen ist eine Ladungsmenge $Q = z \cdot 96485 \text{ A} \cdot \text{s}$ notwendig. Für Lernende, die sich mit Größen leichter tun: $Q = n \cdot z \cdot F$; $F = 96485 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}$</p> <p>Lehrervortrag</p> <p>Formulierung der Faraday-Gesetze / des Faraday-Gesetzes</p> <p>Beispiele zur Verdeutlichung der Berücksichtigung der Ionenladung</p> <p>Einführung der Faraday-Konstante, Formulierung des 2. Faraday'schen Gesetzes</p> <p>Anwendung des Faraday'schen Gesetzes und Umgang mit $W = U \cdot I \cdot t$</p> <p>Aufgabenstellung zur Gewinnung von Wasserstoff und Umgang mit Größengleichungen zur Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m³ Wasserstoff notwendig ist.</p> <p>Zunächst eine Grundaufgabe; Vertiefung und Differenzierung mithilfe weiterer Aufgaben</p> <p>Diskussion: Wasserstoffgewinnung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten.</p>	

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p><i>Wie funktioniert eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle?</i></p> <p>Aufbau einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p> <ul style="list-style-type: none"> Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator 	<p>... erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).</p> <p>... stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p>	<p>Beschreibung und Erläuterung einer schematischen Darstellung einer Polymermembran-Brennstoffzelle Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks) Herausarbeitung der Redoxreaktionen Einsatz der schuleigenen PEM-Zelle und schematische Darstellung des Aufbaus der Zelle;</p>	
<p><i>Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft</i></p> <p>Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator</p> <ul style="list-style-type: none"> Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff 	<p>... argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p> <p>... vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1).</p>	<p>Expertendiskussion zur vergleichenden Betrachtung von verschiedenen Brennstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) und Energiespeichersystemen (Akkumulatoren, Brennstoffzellen) eines Kraftfahrzeuges mögliche Aspekte: Gewinnung der Brennstoffe, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung</p>	

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:			
<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="174 363 1825 432">1. Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/.<li data-bbox="174 456 2033 485">2. Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B.<li data-bbox="174 509 938 537">3. http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html.<li data-bbox="174 561 2067 630">4. 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.<li data-bbox="174 654 1727 722">5. Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mit einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf.<li data-bbox="174 746 1848 815">6. Sehr ergiebige Quelle zu vielen Informationen über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffzellen und ihre Eigenschaften http://www.diebrennstoffzelle.de.			