**UV 9.2: Energie aus chemischen Reaktionen (ca. 16 Ustd.)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fragestellung** | **Inhaltsfeld****Inhaltliche Schwerpunkte**  | **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung** |
| *Wie lässt sich die Übertragung von Elektronen nutzbar machen?* | **IF7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung*** Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen
* Oxidation, Reduktion
* Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle
* Elektrolyse
 | UF1 Wiedergabe und Erklärung* Erläutern chemischer Reaktionen und Beschreiben der Grundelemente chemischer Verfahren

UF3 Ordnung und Systematisierung* Einordnen chemischer Sachverhalte

UF4 Übertragung und Vernetzung* Vernetzen naturwissen­schaftlicher Konzepte

E3 Vermutung und Hypothese* hypothesengeleitetes Planen von Experimenten

E4 Untersuchung und Experiment* Anlegen und Durchführen einer Versuchsreihe

E6 Modell und Realität* Verwenden von Modellen als Mittel zur Erklärung

B3 Abwägung und Entscheidung * begründetes Auswählen von Maßnahmen
 |
| **weitere Vereinbarungen****… zur Schwerpunktsetzung:*** Die Symbolschreibweise wird mittels Formulierungshilfen zu den Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene sprachsensibel gestaltet.

**… zur Vernetzung:*** Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragung ⭠ UV 9.1 Salze und Ionen
* Übungen zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen ⭠ UV 9.1 Salze und Ionen
* Thematisierung des Aufbaus und der Funktionsweise komplexerer Batterien und anderer Energiequellen 🡪 GK Q1 UV 3

**… zu Synergien** * funktionales Thematisieren der Metallbindung ⭠ Physik UV 9.6
 |

| **Sequenzierung:*****Fragestellungen*** | **Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**Die Schülerinnen und Schüler können | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** |
| --- | --- | --- |
| *Wie funktioniert eine Batterie?*(ca. 8 Ustd.) | die Abgabe von Elektronen als Oxidation einordnen (UF3), die Aufnahme von Elektronen als Reduktion einordnen (UF3),Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1),Experimente planen, die eine Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme erlauben und diese sachgerecht durchführen (E3, E4), die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie und umgekehrt erläutern (UF2, UF4),Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft erklären (E6),den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1). | möglicher Kontext: Chemie macht mobil – die Entwicklung mobiler Energieträger (Einstieg über handelsübliche Batterien)Entwicklung der Fragestellungen: Wie ist eine Batterie aufgebaut und wie funktioniert sie? - Betrachtung des Querschnitts einer Zink-Luft-KnopfzelleDemonstrationsexperiment: Eisennagel in Kupfersulfatlösung Auswertung des Versuchs auf makroskopischer und submikroskopischer und symbolischer Ebene* Deuten des Experiments
* Betrachtung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene, unterstützt durch eine Animation [1]
* Aufstellen der Teilgleichungen und Einführung der Oxidation als Abgabe von Elektronen und Reduktion als Aufnahme von Elektronen

„Wer gibt ab, wer nimmt auf?“ - Durchführung von Experi­menten zur Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme (Oxidationsreihe) [2] * Erklärung der Beobachtungen mithilfe des Donator-Akzeptor-Prinzips als Aufnahme und Abgabe von Elektronen
* Veranschaulichung der Elektronenübergänge mit Hilfe digitaler Animationen, z. B. [3]
* Übung: Aufstellen der entsprechenden Teilgleichungen und der jeweiligen Redoxreaktion

Entwicklung der Fragestellung: Wie lässt sich die Elektronenübertragung nutzbar machen? [4] Hinführung zum Daniell-Element (ggf. historische Betrachtung der ersten einsatzfähigen Batterien) [5]Durchführung als Schülerexperiment * Deutung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene (ggf. Thematisieren der Metallbindung) [6]

mögliche Vertiefung:* Egg-Race: Wer baut das stärkste Galvanische Element?
* Transfer der Erkenntnisse auf das Volta-Element [7]

Energie aus der Luft? - Erarbeitung der Funktionsweise einer Zink-Luft-Knopfzelle hinsichtlich der Elektronen­übergänge |
| *Wie kann elektrische Energie mit chemischen Reaktionen gespeichert werden?*(ca. 8 Ustd.) | die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie und umgekehrt erläutern (UF2, UF4),den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1),Kriterien für den Gebrauch unterschiedlicher elektrochemischer Energiequellen im Alltag reflektieren (B2, B3, K2). | Batterie oder Akkumulator? Entwicklung der Fragestellung: Welche chemischen Vorgänge laufen im Akkumulator ab?Demonstrationsexperiment: Elektrolyse einer Zinkiodidlösung [8,9]* Deutung der Beobachtungen auf makroskopischer Ebene
* Erläuterung der Vorgänge bei der Elektrolyse durch Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragungsreaktion

Umkehrung der Elektrolyse der Zinkiodidlösung* Messung der Stromstärke
* Betreiben eines kleinen Motors

Aufstellen der Teilgleichungen und der gesamten Redoxreaktionen und Erklärung der Funktionsweise eines Akkumulators [10,11]Abgrenzung der Begriffe Batterie und Akkumulator, z. B. „Autobatterie“ unter Rückgriff auf alltagssprachliche Texte oder Werbungmögliche Vertiefung: * Galvanisieren [12]
* „Autobatterie“

„Saubere Autos?“ – Brennstoffzelle* Einstieg mit einer Sachgeschichte der Sendung mit der Maus [13]
* Demonstrationsversuch mit einem Brennstoffzellenmodellauto (Hydrocar)
* Erarbeitung der Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene [14,15]
* Zur Vertiefung: Maxwissen Video zur Brennstoffzelle und Elektrolyse [16]

Vergleich der Verwendung von Batterien und Akkumulatoren unter Aspekten der nachhaltigen Nutzung mobiler Energieträger |

**weiterführendes Material:**

| **Nr.** | **URL / Quellenangabe** | **Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle** |
| --- | --- | --- |
| 1 | <https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/fileadmin/Chemie/chemiedidaktik/files/html5_animations/rp-schmitz/reaktion_eisennagel-kupfersulfat/eisennagel-kupfersulfat-loesung.html>  | Animation, die die Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene anschaulich darstellt.  |
| 2 | Wißner, Oliver: Die Spannungsreihe der Metalle. Abgestufte Lernhilfen bei der Planung, Durchführung und Auswertung einer Experimentierreihe. In: NiUC 142 (2014) 25, S.32-37. | Der Artikel stellt ein problemorientiertes Arbeitsblatt inklusive gestufte Hilfen zur Verfügung. |
| 3 | <https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm>  | Auf dieser Seite finden sich mehrere Flash-Animationen, die das Daniell-Element und den Aufbau und die Funktionsweise weiterer Galvanischer Elemente darstellen sowie eine Messanordnung interaktiv vornehmen lassen. Ebenso ist eine interaktive Übung zum Galvanischen Element gegeben.  |
| 4 | Brand, B.-H.: Von der Redox-Reaktion zum galvanischen Element. Das Daniellelement – Grundlage für ein tieferes Verständnis elektrochemischer Stromerzeugung. In: PdNChidS 2 (2015) 64, S.36-41. | Dieser Artikel schildert einen Versuchsgang, der die Schülerinnen und Schüler das Daniell-Element ausgehend von der Redoxreaktion zwischen elementarem Zink und einer Kupfersulfatlösung selbstständig entwickeln lässt. Der Artikel enthält darüber hinaus viele anschauliche Darstellungen antizipierter Schülerlösungsansätze.  |
| 5 | <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/daniell_element/daniel_element.htm> | Aufbau, Entstehung der Spannung und des Stromflusses werden auf einfachem Niveau erklärt. |
| 6 | <https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm> | Mit Hilfe ausgewählter Animationen auf dieser Seite kann die aus dem Physikunterricht ggf. bekannte metallische Bindung bei Bedarf nochmals wiederholt werden. |
| 7 | [https://www.planet-schule.de/wissenspool/meilensteine-der-naturwissenschaft-und-technik/inhalt/unterricht/elektrizitaet/alessandro-volta-und-die-batterie.html#1](https://www.planet-schule.de/wissenspool/meilensteine-der-naturwissenschaft-und-technik/inhalt/unterricht/elektrizitaet/alessandro-volta-und-die-batterie.html%231) | Hintergrundinformationen zum Leben Alessandro Voltas und der Erfindung der Batterie sowie Arbeitsmaterialien zur Funktionsweise einer Zink-Kohle-Batterie und dem Aufbau einer Volta-Säule  |
| 8 | <https://www.chemie.schule/k10/k10ab/elektrolyse_zni.htm> | Versuchsanleitung inklusive Arbeitsblatt zur Elektrolyse einer Zink-Iodid-Lösung mit Lückentext, Hypothesenbewertung und Thematisierung weiterführender Fragestellungen. |
| 9 | <http://dozenten.alp.dillingen.de/2.2/images/Errata/07_MeS_Synthese_und_Elektrolyse_von_Zinkiodid_Han-korr.pdf> | Experimentieranleitung im Kleinmaßstab zur Schülerübung geeignet. |
| 10 | <http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-587.pdf> | Versuchsanleitung zum Zink-Iod-Akkumulator |
| 11 | <http://www.kappenberg.com/experiments/pot/pdf-aka11/e03a.pdf> | Im Anschluss an die Versuchsbeschreibung findet sich ein Arbeitsblatt, auf dem die Vorgänge auf submikroskopischer Ebene eingezeichnet werden können. |
| 12 | <https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm> | Animation zum Galvanisieren |
| 13 | <https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/brennstoffzelle.php5>  | Auf sehr einfachem Niveau geht es hier um eine erste Annäherung an das Thema alternative Treibstoffe. |
| 14 | Nickel, Heike: Die Brennstoffzelle als Modell. Veranschaulichung der Vorgänge in einer Brennstoffzelle. In: NiUCh 146 (2015) 26, S.45-47. | Der Artikel liefert eine Anleitung für den Selbstbau eines Demonstrationsmodells, das gegenüber der filmischen Darstellung eine behutsamere Einführung in die komplexen Vorgänge der Brennstoffzelle erlaubt. Hilfreich ist zudem die tabellarische Gegenüberstellung von Modell und Realität, die auch von den Lernenden selbst vorgenommen, also als Arbeitsblatt eingereicht werden kann. |
| 15 | <https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/3936?print=yes> | Aus der 16. Ausgabe des *Techmax* mit dem Titel „Knallgas unter Kontrolle – Brennstoffzellen für den breiten Einsatz fit gemacht“ lassen sich durch Kürzung Informationen zusammenstellen, die auf die Sekundarstufe I zugeschnitten werden können. |
| 16 | <https://www.max-wissen.de/164804/Brennstoffzelle_2> | Das Video erklärt zu Beginn nochmals die Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion am Beispiel der Bildung von Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff. Im Anschluss werden die Vorgänge in einer Brennstoffzelle modellhalft und adressatengerecht erklärt. Die abschließende Erklärung der Gewinnung von Wasserstoff aus Wasser durch Elektrolyse mittels erneuerbarer Energien, hier Windkraft, gibt einen Hinweis darauf, wie eine nachhaltige Energieversorgung aussehen könnte, ohne hier schon damit verbundene Schwierigkeiten aufzuzeigen.  |

Letzter Zugriff auf die URL: 03.01.2020