**10.4****Versorgung mit elektrischer Energie (14 Ustd.)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fragestellung** | **Inhaltliche Schwerpunkte** | **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung** |
| **Wie erfolgt die Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zum Haushalt?** | **IF 11: Energieversorgung**  Induktion und Elektromagnetismus:   * Elektromotor * Generator * Wechselspannung * Transformator   Bereitstellung und Nutzung von Energie:   * Energieübertragung * Energieentwertung * Wirkungsgrad | Die Schülerinnen und Schüler können:   * **[E4: Untersuchung und Experiment]**   … Untersuchungen und Experimente systematisch unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften planen, dabei zu verändernde bzw. konstant zu haltende Variablen identifizieren sowie die Untersuchungen und Experimente zielorientiert durchführen und protokollieren.   * **[B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen]**   … Bewertungskriterien und Handlungsoptionen benennen. |
| **Hinweise …**  *… zur Schwerpunktsetzung:*  Verantwortlicher Umgang mit Energie  *… zur Vernetzung:*  🡨 Lorentzkraft, Energiewandlung (IF 10)  🡨 mechanische Leistung und Energie (IF 7), elektrische Leistung und Energie (IF 9) | | |

| **Sequenzierung**  **Fragestellungen**  **inhaltliche Aspekte**  **(Zeitumfang)** | **Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**  **Die Schülerinnen und Schüler können …** | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**  Schwerpunkte im Fettdruck |
| --- | --- | --- |
| ***Wie kommt die elektrische Energie ins Haus?***  (1 Ustd.) |  | Erstellung einer Bilderkette, anhand der beteiligte Energieformen und -umwandlungen thematisiert werden: Turbinenhalle im KKW – Hochspannungsmasten – beleuchtetes Haus mit Ventilator |
| ***Wie wird im Kraftwerk elektrische Energie erzeugt?***  Induktion Generator Elektromotor Wechselspannung  (5 Ustd.) | * den Aufbau und die Funktionsweise einfacher Elektromotoren anhand von Skizzen beschreiben (UF1), * den Aufbau und die Funktion von Generator […] beschreiben und die Erzeugung und Wandlung von Wechselspannung mithilfe der elektromagnetischen Induktion erklären (UF1), * Einflussfaktoren für die Entstehung und Größe einer Induktionsspannung erläutern (UF1, UF3), * magnetische Felder stromdurchflossener Leiter mithilfe von Feldlinien darstellen und die Felder von Spulen mit deren Überlagerung erklären (E6). | Zunächst den **Generator** behandeln [1]. Dazu die **elektromagnetische** **Induktion in Schülerversuchen** erarbeiten lassen (Relativbewegung zwischen Magnet und Leiter, Stärke des Magneten, Anzahl der Windungen). Die Lorentzkraft ist aus IF 10 bekannt.  Die **Erzeugung von Wechselspannung** durch Drehung einer Leiterschleife im Magnetfeld wird im Demoexperiment thematisiert (nur qualitative Beschreibung, keine mathematische Formulierung).  Dann Behandlung des **Elektromotors** als Umkehrung des Generators: Aufbau des Elektromotors (nur einfache Darstellungen, Bausätze sind günstig zu erwerben) beschreiben und Funktion erarbeiten, dabei auch Energiewandlungen und **magnetische Felder um stromdurchflossene Leiter** (insb. Spule) betrachten [2]. |
| ***Wie erfolgt der Transport der elektrischen Energie vom Kraftwerk zum Verbraucher?***  TransformatorEnergieübertragungEnergieentwertung  (4 Ustd.) | * Energieumwandlungen vom Kraftwerk bis zum Haushalt unter Berücksichtigung von Energieentwertungen beschreiben und dabei die Verwendung von Hochspannung zur Übertragung elektrischer Energie in Grundzügen begründen (UF1), * an Beispielen aus dem Alltag die technische Anwendung der elektromagnetischen Induktion beschreiben (UF1, UF4). | Erarbeitung der **Trafogesetze (Spannungstransformation)** nach Möglichkeit im SV (Hinweis auf besondere Vorsicht beim Experimentieren). Der belastete Trafo kann über Energieerhaltung (fakultativ) angesprochen werden. Die Leistungsgleichheit führt zur zweiten Trafogleichung.  Hier kann die physikalische Bedeutung von mathematischen Verhältnissen/Brüchen thematisiert werden.  Zur Erklärung der **Funktion des Transformators wird die elektromagnetische Induktion** verwendet (Notwendigkeit von Wechselspannung).  Die Übertragung von elektrischer Energie kann anhand eines Demoexperiment (Modellexperiment Freileitungen) verdeutlicht werden (siehe SII), allerdings ohne konkrete Rechnungen zur Verlustleistung etc. Der Grund für die Verwendung von Hochspannung steht im Vordergrund. Berechnungen dazu erfolgen in der SII.  Auf das Verteilungsnetz in Deutschland und Europa kann ergänzend eingegangen werden.  Beim gesamten Energieübertragungsprozess steht auch die **Betrachtung von Energiewandlungen und -entwertungen** von elektrischer Energie (z.B. Flussdiagramm) im Fokus.  Weiterhin werden **weitere technische Anwendungen der elektromagnetischen Induktion** betrachtet, außerhalb des eigentlichen Kontextes:  elektrische Zahnbürste, kontaktloses Aufladen von Smartphones / E-Autos, Induktionskochfeld, Wirbelstrombremse, … |
| ***Wie kann elektrische Energie gespeichert werden?***  (1 Ustd.) | * Probleme der schwankenden Verfügbarkeit von Energie und aktuelle Möglichkeiten zur Energiespeicherung erläutern (UF2, UF3, UF4, E1, K4). | Einstieg: Halbzeitpause Fussball-WM 2014 [4]  Notwendigkeit von Speichermöglichkeiten von elektrischer Energie, um Spitzenlasten schnell zu bedienen.  Dazu Bearbeitung **typischer Speichereinheiten** (Pumpspeicherkraftwerk, **elektrostatische Speicherung**, **elektromagnetische Speicherung,** …)sowie Betrachtung deren Wirtschaftlichkeit. |
| ***Wie kann die Effizienz eines Gerätes / einer Anlage beurteilt werden?***  Wirkungsgrad  Energieentwertung  (3 Ustd.) | * den Wirkungsgrad eines Energiewandlers berechnen und damit die Qualität des Energiewandlers beurteilen (E4, E5, B1, B2, B4, UF1), * Daten zur eigenen Nutzung von Elektrogeräten (u.a. Stromrechnungen, Produktinformationen,   Angaben zur Energieeffizienz) auswerten (E1, E4, E5, K2), VB Ü, VB D, Z3, Z6 | Einstieg über Bilder von Energielabel (C, A+, A++, …).  **Betrachtung der Stromrechnung** und Berechnung von Kosten für z.B. Standby-Betrieb von elektrischen Geräten (**Umrechnung von kWh in Joule**).  **Wirkungsgrad als Maß für die Effektivität / Qualität eines elektrischen Geräts** einführen und konkrete Bestimmung des Wirkungsgrads eines Elektromotors/Elektrogeräts durch­führen. Dabei auch Wirkungsgrade von konventionellen Kraftwerken thematisieren.  Anschließend Verknüpfung der Ergebnisse mit dem Energielabel von oben und Diskussion über Auswirkungen auf Kaufentscheidungen und Nachhaltigkeit. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nr.** | **URL / Quellenangabe** | **Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle** |
| 1 | <https://phet.colorado.edu/de/simulation/faradays-law> | Simulation zur elektromagnetischen Induktion mit Feldliniendarstellung |
| 2 | <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/kraft-auf-stromleiter-e-motor/versuche/gleichstrom-elektromotor-simulation> | Simulation Elektromotor |
| 3 | <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/transformator-fernuebertragung/downloads/idealer-transformator-simulation> | Simulation zum Transformatorgesetz |
| 4 | <https://www.wdr.de/tv/applications/fernsehen/wissen/quarks/pdf/Q_Strom.pdf> | Schwankung von Energiebedarf, Fußballspiel - Halbzeit |