

Thema F 04.3 (Realschule)

Fahrraddynamo als Wechselspannungsgenerator

Im Physikunterricht soll als Anwendung des Induktionsgesetzes der Wechselspannungsgenerator behandelt werden.

1. Was spricht dafür, was dagegen, den Fahrraddynamo als zentralen Unterrichtsgegenstand für dieses Thema einzusetzen?
Begründen Sie Ihre Auffassung!

2. Beschreiben Sie einen oder mehrere Versuche mit dem Fahrraddynamo, die die Aussagen des Induktionsgesetzes detailliert verdeutlichen!

3.

1. Geben Sie Lernvoraussetzungen und Lernziele für eine Unterrichtseinheit "Fahrraddynamo als Wechselspannungsgenerator" an!
2. Skizzieren Sie eine Unterrichtseinheit zu diesem Thema!

1. Als zentraler Unterrichtsgegenstand ist der Dynamo, als technisches Gerät ein wichtiger Teil einer jeden Unterrichtsphase. Folgende Gründe sprechen dafür, den Wechselspannungsgenerator anhand des Fahrraddynamos zu behandeln: Beim Fahrraddynamo handelt es sich um einen Alltagsgegenstand, genauer um ein technisches Gerät, mit welchem die praktische Umsetzung von theoretischem physikalischem Wissen direkt aufgezeigt werden kann. Somit hat er die Funktion des Bindeglieds zwischen Theorie und Realität. Aus diesem Grund kann er die Schüler motivieren und deren Interesse wecken. Zudem ist der Dynamo ein Gegenstand aus dem direkten Lebensbereich der Jugendlichen, was es ermöglicht auf Vorwissen und Alltagserfahrungen der Schüler zurückzugreifen, und diese sinnvoll zu nutzen. Weiterhin sind somit Experimente realisierbar, welche die Integration eines Alltagsgegenstandes ermöglichen, und so eine Abwechslung zu den Standardexperimenten des Physikunterrichts bieten, was sich wiederum positiv auf die Lernbereitschaft der Schüler auswirken kann.

Sieht man den Dynamo ganz allgemein als technisches Gerät so sind weiterhin folgende didaktische Vorteile für die Phase des Einstiegs und der Vertiefung zu nennen:

- Physikalische Gesetzmäßigkeiten direkt erfahren.
 - Grunderfahrungen aufbauen bzw. ausschärfen.
 - Schülervorstellungen prüfen.
 - Physikalische Gesetze qualitativ prüfen.
 - Theoretische Aussagen quantitativ überprüfen.
 - Denkanstöße zur Wiederholung geben
 - Nachhaltige Eindrücke vermitteln
-

Argumente gegen den Dynamo als zentralen Unterrichtsgegenstand sehe ich vor allem in der Phase der Erarbeitung. Der Dynamo ist für die Schüler zunächst eine „Black Box“, deren Innenleben unbekannt ist. Will man die Funktionsweise eines Wechselspannungsgenerators an dieser veranschaulichen, muss man das Innenleben beispielsweise mittels eines längs aufgeschnittenen Dynamos in der Klasse diskutieren. Hier sehe ich nun die Problematik, dass, wenn man ihn korrekt betrachtet, der Aufbau eines herkömmlichen Dynamos zu kompliziert ist, um hier an einer Erarbeitung der Funktionsweise eines Wechselspannungsgenerators anzusetzen. Viele Bauteile (komplizierter Permanentmagnet, Weicheisenkern, Weicheisenkäfig), die für das grundlegende Prinzip eines Generators nicht notwendig sind, können die Schüler demotivieren oder überfordern und nach schnellem Konzentrationsverlust ein „Abschalten“ bewirken. Versucht man hier das Problem mittels eines Modells zu übergehen, läuft man jedoch Gefahr den oben beschriebenen Vorteil bezüglich der Motivation nicht nutzen zu können. Denn wie es die Unterrichtsforschung zeigt, erfüllen reale Gegenstände diesen Vorteil besser als vereinfachte Modelle. Ein weiterer Punkt ist, dass bei der Erarbeitung der Funktionsweise des Generators anhand des Dynamos bei den Schülern ein sicherer Umgang mit den physikalischen Begriffen und eine solide Vorstellung der wichtigsten Bauteile vorausgesetzt werden muss. Denn eine Erarbeitung am technischen Gerät fordert die Schüler weitaus mehr als eine Erarbeitung an einem Standardexperiment, welches die Vorgänge im Generator stark vereinfacht darstellt. (Bsp. Bewegte Leiterschleife in homogenem Magnetfeld zweier Polschuhe). Hier zeigt sich meiner Meinung nach ein weiterer Nachteil des Dynamos als zentraler Unterrichtsgegenstand. Denn eine detaillierte Erklärung einer sich periodisch ändernden Spannung, lässt sich hier nicht so gut erklären, wie beispielsweise bei einer sich drehenden Leiterschleife zwischen zwei Polschuhen. (Magnetfeld zu kompliziert, Bewegungen im Magnetfeld schwer nachzuvollziehen). Ein weiterer Nachteil: Beim Motor wurde in der Regel nur der Außenpolmotor (Magnetfeld als Stator außen, Spule als Rotor/Läufer innen) betrachtet. Dann ist es einfachsten, auch beim Generator eine Außenpolmaschine zu verwenden. Der Dynamo ist aber als Innenpolmaschine völlig anders aufgebaut

Zusammenfassend bin ich somit der Ansicht, dass bei einer starken Physikklassse mit positiven Lernvoraussetzungen ein Dynamo als zentraler Unterrichtsgegenstand durchaus sinnvoll eingesetzt werden kann. Bei weniger starken Schülern überwiegen meiner Meinung nach die Nachteile in der Erarbeitungsphase und man sollte sich in der Anwendung des Dynamos auf den Einstieg oder die Vertiefung beschränken.

2. Es folgen kurze Beschreibungen dreier Versuche, die sich jeweils auf unterschiedliche Phänomene der Induktion beziehen. Da die Induktion und der Generator in der 10. Jahrgangsstufe qualitativ behandelt werden, sind die Experimente qualitativer Art.

A: Das Induktionsgesetz (allgemein):

Versuchsaufbau: Stromkreis mit Dynamo als Spannungsquelle, an welchem eine Kurbel zum Drehen befestigt ist. Als Verbraucher dient entweder eine Glühlampe, oder ein Ohmscher Widerstand, wobei bei letzterem noch ein Amperemeter dazugeschaltet werden sollte, welches den Effektivstrom misst. (Zur periodischen Änderung des Stroms bzw. der Spannung vgl. C)

Durchführung: Schnelles Drehen, langsames Drehen der Kurbel, Versuchswiederholung mit unterschiedlichen Dynamoarten.

Der Versuch soll folgendes veranschaulichen:

- In einer Spule tritt eine Induktionsspannung auf, welche im geschlossenen Stromkreis der Induktionsspule einen Induktionsstrom bewirkt, wenn sich das die Spule durchsetzte Magnetfeld zeitlich ändert.
- Der Induktionsstrom ist umso größer, je größer die Windungszahl der Induktionsspule ist, oder je größer der Betrag ist, um den sich das Magnetfeld in einer bestimmten Zeit ändert, bzw. je schneller sich das Magnetfeld ändert.
- wichtig: keine Drehung → keine Spannung; je schneller die Bewegung, desto größer die Spannung

B: Versuch zur Lenz'schen Regel:

Versuchsaufbau: Wie bei A. mit Glühlampe als Verbraucher

Durchführung: Die Kurbel wird (von Schüler) einmal bei geschlossenem Stromkreis betätigt und ein anderes mal bei unterbrochenem Stromkreis.

Der Versuch soll folgendes veranschaulichen:

- Der Induktionsstrom ist stets so gerichtet, dass sein Magnetfeld der Ursache seiner Entstehung, d.h. einer zeitlichen Änderung des induzierten Magnetfeldes, entgegenwirkt.

C: Versuch zur Sinusform der induzierten Wechselspannung des Dynamos

Versuchsaufbau: wie bei A. Jetzt mit Glühlampe und Spannungsmessgerät (erster Versuchsteil mit analogem Spannungsmessgerät, zweiter Versuchsteil mit Oszilloskop).

Durchführung: Betätigen der Kurbel (mal schneller mal langsamer). Im ersten Teil wird der Ausschlag des Zeigers beobachtet. Der Zeiger sollte sich hierbei bei einer Spannung von 0 V in der

Mitte befinden. Im zweiten Teil wird der genaue Verlauf der periodischen Wechselspannung dargestellt.

Der Versuch soll folgendes veranschaulichen:

- Die Spannung ändert Richtung und Betrag periodisch im Rhythmus der Rotationsfrequenz.
- Es handelt sich also um eine Wechselspannung.
- Der Graph solch einer Spannung in Abhängigkeit von der Zeit ist nicht konstant sondern unregelmäßig.

3.1.

Lernvoraussetzungen: Die Vorgänge, die sich in einem Wechselspannungsgenerator abspielen, sind ein recht anspruchsvolles Thema der 10. Klasse. Aus diesem Grund ist für eine Erarbeitung dieser Prozesse anhand des Dynamos ein sicherer Umgang mit bestimmten Begriffen aus den vorausgegangenen Unterrichtseinheiten notwendig. Diese sind Teil der elektromagnetischen Induktion. U.a. sind Begriffe, wie

- Strom (Induktionsstrom und)
- Spannung (Induktionsspannung)
- Magnetfelder (und deren Verlauf)
- Induktionsspule
- Induktion (allgemein)
- Lenz'sche Regel

von großer Bedeutung. Will man die Vorgänge des Wechselspannungsgenerators zentral am Dynamo einführen sind weiterhin die Punkte aus Aufgabe 1 (Ende) zu beachten, d.h. es sind hier weiterhin lernpsychologische Lernvoraussetzungen wie allgemeine Motivation, Interesse und Fähigkeiten (z.B. Wissenstransfer) der Klasse im Fach Physik zu berücksichtigen.

Lernziele: Das Grobziel der Stunde lautet: „Die Schüler sollen die Wirkungsweise eines Wechselstromgenerators am Beispiel des Dynamos kennen lernen.“ Feinziele sind:

- Die Schüler sollen erkennen, dass beim Dynamo mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird.
- Die Schüler sollen die wichtigsten Bauteile eines Fahrraddynamos kennen lernen.
- Die Schüler sollen die Vorgänge in einem Fahrraddynamo begreifen.
- Die Schüler sollen den erhöhten Kraftaufwand beim Fahrradfahren mit Hilfe der Lenz'schen Regel deuten können.

- Zudem sollen die Schüler ihr Vorwissen über die Induktion auf die Vorgänge im Dynamo anwenden. (Transfer)

3.2.

Unterrichtsskizze einer Schulstunde zur Einführung des Wechselstromgenerators am zentralen Unterrichtsgegenstand Dynamo.

Lernvoraussetzungen: (s.o.)

Lernziele: (s.o)

Einstiegsphase:

Den Schülern soll hier anhand eines kurzen Einstiegsexperimentes eine für sie neue Form der Energieumwandlung gezeigt werden. Das Experiment gleicht in Aufbau und Durchführung dem Experiment A (s.o) mit nur einem Dynamo und einer Glühbirne als Verbraucher. Motivierend wirkt hier vor allem, dass beim Versuch der Dynamo als Alltagsgegenstand zentraler Bestandteil ist. Nachdem die Schüler erkannt haben, dass hier mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird, sollen sie nun erste Vermutungen über das Innere des Dynamos aufstellen. Dies geschieht durch eine kurze Diskussion, in der der Lehrer evtl. Impulse gibt, welche die Schüler auf die Thematik der vorhergehenden Stunden hinweisen. Auch Vorwissen der Schüler und Alltagserfahrungen sollen hier mit einfließen.

Erarbeitungsphase:

Nun werden die Inhalte der Diskussion an einem längs aufgeschnittenen Dynamo nochmals reflektiert. Dieser wird mit Hilfe einer Kamera auf dem Fernseher dargestellt. Auf Grund ihres Vorwissens sind den Schülern die wichtigsten Bauteile bekannt. Diese sollen sie nun benennen und mit dem Thema der Induktion der vorhergehenden Stunden in Verbindung bringen. Wurden die wichtigsten Aussagen des Induktionsgesetzes wiederholt, können nun die Vorgänge in einem Dynamo an einem dynamischen Modell besprochen werden. Wichtig bei dieser Erarbeitung in Form des Schüler-Schüler-Gesprächs ist hierbei, dass die Schüler untereinander diskutieren sollen und der Lehrer nur an problematischen Stellen Impulse gibt. Da es sich hier um eine "starke" 10. Klasse handelt (vgl. Lernvoraussetzungen), kann man hier auch auf Grund des Alters der Schüler von einer selbstständigen Erarbeitung ausgehen. Zentrales Prozessziel dieser Phase ist eine Schulung der Anwendung von Vorwissen auf eine neue Situation.

Sicherung:

Anhand eines Arbeitsblattes und einer Folie werden nun die Ergebnisse festgehalten. Das AB besteht hierbei aus zwei Teilen. Zum einen aus einer Skizze eines Dynamos, an dem nun die wichtigsten Teile beschriftet werden, und zum anderen aus einem Lückentext, welcher den Vorgang

im Dynamo beschreibt. Das gemeinsame Ausfüllen dieses Blattes bietet den Schülern zudem eine kognitive Pause, nachdem in den Phasen zuvor konzentrierte Mitarbeit und Wissenstransfer gefordert wurde.

Vertiefung:

Zuletzt sollen die Schüler eine weitere Anwendung der Lenz'schen Regel kennen lernen. Hierzu führt ein Schüler vor der Klasse das Experiment aus 2.B. durch und gibt seine gemachte Erfahrung an die Klasse weiter. Auch hier sollen die Schüler nochmals zur Anwendung ihres Vorwissens angeregt werden, und bei den nun bekannten Vorgängen den erhöhten Kraftaufwand mit der ihnen vertrauten Lenz'schen Regel in Verbindung bringen.

Sozialformen:

1. Schüler-Schüler-Diskussion

Diese Sozialform soll dazu beitragen, dass sich die Schüler Sachverhalte gemeinsam erarbeiten. Hier wird die Kommunikation untereinander geschult, und vor allem lernen die Schüler die physikalischen Begriffe sinnvoll zu verwenden. Außerdem sollen die Schüler erkennen wie wichtig eine Fachsprache für eine sinnvolle Diskussion ist.

2. Frontalunterricht

Der Frontalunterricht in der Phase der Sicherung ist nötig, da der Lehrer das AB auf einer Folie parallel mit den Schülern ausfüllt.

Medien:

- Demonstrationsexperiment
- Realer Dynamo und dynamisches Modell (evtl. Animation)
- (Spion-)Kamera
- Fernseher, (PC)
- Folie und Arbeitsblatt

Ausblick:

Thema einer anschließenden Unterrichtseinheit könnte dann die Erarbeitung der Sinusform der Wechselspannung an einer Leiterschleife in einem homogenen Magnetfeld sein. Die Schüler sollen erkennen, dass sich Spannung und Strom periodisch im Rhythmus der Rotationsfrequenz in Richtung und Betrag ändern. Zudem können weitere Arten von Wechselstromgeneratoren diskutiert und miteinander verglichen werden.