

Stationenzirkel zur elektromagnetischen Induktion – Simulation von Generator und Elektromotor

Methodisch-didaktischer Kommentar zu den Stationen

Die Schüler haben Wahlmöglichkeiten hinsichtlich der Zeiteinteilung und Sozialform (Gruppen-, Partner- oder Einzelarbeit). Es gibt Pflicht- (P) und Wahlstationen (W).

1. Teilen Sie den Physikraum so auf, dass in fünf Arbeitsgruppen die Stationen 1 bis 5 zur Verfügung stehen.
2. Stellen Sie an jeder Station die benötigten Materialien zur Verfügung und bereiten Sie die Stationen so vor, dass die Schülerinnen und Schüler gleich mit den Versuchen beginnen können.
3. Kopieren und laminieren Sie die jeweiligen Stationen- und Infokarten.
4. Legen Sie zunächst nur die Stationenkarten aus. Die Lernenden machen sich erst ihre eigenen Gedanken, wie sie das beobachtete Phänomen physikalisch erklären können.
5. Die Infokarten und Lückentexte zum physikalischen Phänomen halten Sie als (laminierte) Karten bereit, sodass jeder Schüler den Lückentext in sein Heft überträgt und füllt.
6. Lassen Sie sich am Abschluss von jedem Teilnehmer das Heft zeigen. So haben Sie eine Kontrolle über die geleistete Arbeit.

Ziele der Stationen im Überblick

- Station 1: Die Schüler lernen die Herstellung und Funktionsweise eines Elektromotors kennen.
Die Schüler erkennen den Unterschied zwischen einem Elektro- und einem Permanentmagneten.
- Station 2: Die Schüler verstehen die elektromagnetische Induktion.
- Station 3: Die Schüler begreifen den Aufbau und die Funktionsweise eines Generators.
- Stationen 4 & 5: Die Schüler begreifen den Aufbau und die Funktionsweise eines Elektromotors.

Station 1 (W) **Einen selbst gebauten Elektromagneten erproben**

⌚ V: 10 min
⌚ D: 15 min

a) Büroklammern anheben
b) Nord- und Südpol des Elektromagneten bestimmen
c) Umpolen durch Vertauschen der Büroklammern
d) Magnetfeldlinien, sichtbar gemacht durch Eisenfeilspäne

Materialbedarf: Eisenkern Stromquelle (4,5-V-Batterie)
 Eisennagel 2 Büroklammern
 Kupferlackdraht (6 m) Lötkolben, Eisenfeilspäne
 Schmirgelpapier

Station 2 (P) **Spannung bzw. Strom wie von Geisterhand**

⌚ V: 5 min
⌚ D: 5 min

Leuchtende Dioden durch die Bewegung eines Stabmagneten

Materialbedarf: Spule (aus dem Physiklabor) 2 Leuchtdioden (LEDs)
 Stab- oder Hufeisenmagnet

Station 3 (P) **Eine mechanische Drehbewegung verursacht Strom – Generatoren**

⌚ V: 5 min
⌚ D: 15 min

Strom durch einen rotierenden Stabmagneten

Materialbedarf: Spule (aus dem Physiklabor) 2 Leuchtdioden (LEDs)
 Stabmagnet

Station 4 (P) **Eine Drehbewegung – erzeugt durch elektrischen Strom?**

⌚ V: 10 min
⌚ D: 10 min

a) Strom verursacht eine Drehbewegung
b) Mit Schleifkontakt einen Elektromotor simulieren

Materialbedarf: Spule mit Eisenkern Klebeband
 stabiler Kupferdraht Trafo
 dünn gelagerte Magnetnadel Kabel
 Stativ mit Kabelanschlusslöchern Schalter
 Krokodilklemme

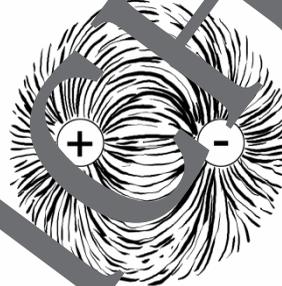
Station 5 (P) **Aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken – der Elektromotor, eine geniale Erfindung!**

Funktionsweise und Bauteile des Elektromotors,
Drei-Finger-Regel

1 Grundphänomene der Elektrizität – wiederhole dein Wissen!

Die elektrische Ladung Q

- a) Beschreibe, was du auf dem Bild rechts siehst. Welche Arten von Ladung gibt es? Welche Ladung tragen Protonen, welche Elektronen?
- b) Erkläre, was passiert, wenn man zwei gleichnamige / ungleichnamige Ladungen zusammenbringt. Wie können sich Ladungen gegenseitig neutralisieren?
- c) Definiere, was du unter **elektrischer Influenz** verstehst.

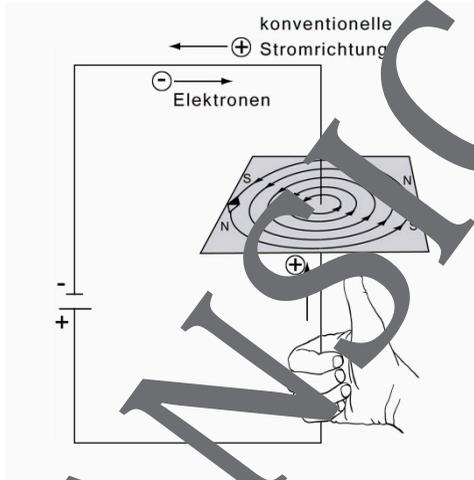


Spannung U und Strom I

- d) Beschreibe, was eine Spannungsquelle mit den Ladungen macht. Welche Konsequenz hat das?
- e) Erläutere das Prinzip der elektrischen Energieversorgung. Kann man positive oder negative Ladungen für sich alleine erzeugen oder vernichten?
- f) Strom ist:
- _____.
- g) Wie ist die (konventionelle) Stromrichtung definiert? In welche Richtung fließen die Elektronen? Wie berechnest du die Stromstärke I eines konstanten Gleichstroms?
- h) Erkläre, was du unter der elektrischen Leistung P und dem elektrischen Widerstand R verstehst. Gib die Formel zur Berechnung beider Größen an.

Magnetfeld \vec{B} und Rechte- Daumen-Regel

- i) Wozu dienen Eisenfeilspäne?
- j) Was besagt die *Rechte- Daumen-Regel*?

**Andere Wirkungen des Stroms**

- k) Beschreibe, was du beobachtest, wenn bewegte Ladungen auf ein Hindernis treffen. Nenne Beispiele hierfür.
- l) Erläutere die Elektrolyse.

Einheit

- m) Physikalische Größen werden in Einheiten gemessen. Wie heißt die Einheit
- der elektrischen Ladung,
 - der elektrischen Stromstärke,
 - der elektrischen Spannung und
 - des elektrischen Widerstands?

Station 1

Einen selbst gebauten Elektromagneten erproben

🕒 Vorbereitung: 10 min Durchführung: 15 min

Materialbedarf

- ein Eisenkern (langer Eisennagel, z.B. 6 cm)
- Kupferlackdraht (6 m) und Schmirgelpapier
- eine Stromquelle (4,5-V-Batterie)
- 2 Büroklammern
- LötKolben und Eisenfeilspäne

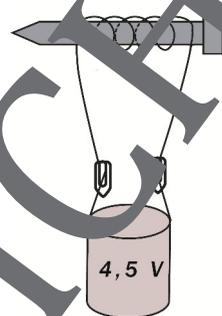


Abb. 1: Versuchsaufbau

Bauanleitung

Wickelt möglichst viele Windungen Kupferlackdraht gleichmäßig um den Nagel. Lasst an jeder Seite circa 10 cm Draht nach unten hängen. Schmirgelt die Enden des Drahtes mit Schmirgelpapier blank. Befestigt an jedem Ende eine blanke Büroklammer und löte diese fest. Verbindet nun den selbstgebauten Elektromagneten mit den Polen der Batterie über die Büroklammern.

Aufgaben

Schreibt zu den folgenden Versuchen eure Beobachtungen und eine kurze Erklärung des Phänomens in euer Heft.

- a) Wie viele Büroklammern könnt ihr mit eurem Elektromagneten anheben?
- b) Stellt fest, auf welcher Seite des Nagels der Nord- bzw. der Südpol liegen. Halbiert dazu einen Permanentmagneten gegen die Spitze des Nagels.
- c) Vertauscht die Büroklammern an den Polen und wiederholt Versuch b).
- d) Legt den Elektromagneten unter ein dünnes Blatt Papier und streut Eisenfeilspäne darauf. Zeichnet die entstandenen Magnetfeldlinien auf.
- e) Nennt Beispiele, wo in eurem Alltag Elektromagnete vorkommen.

Arbeitsanweisung zu Station 2: Füllt den Lückentext.

Durch die _____ Vorwärts- und Rückwärts- _____ wird ein Strom in der Spule _____, der die LEDs zum _____ klang.
Den entstandenen Strom nennt man _____. Die _____ der Bewegung des _____ ist für die Richtung des entstandenen _____ verantwortlich. Deshalb leuchtet _____ mal die _____, mal die _____ Leuchtdiode auf (Abb. 1).

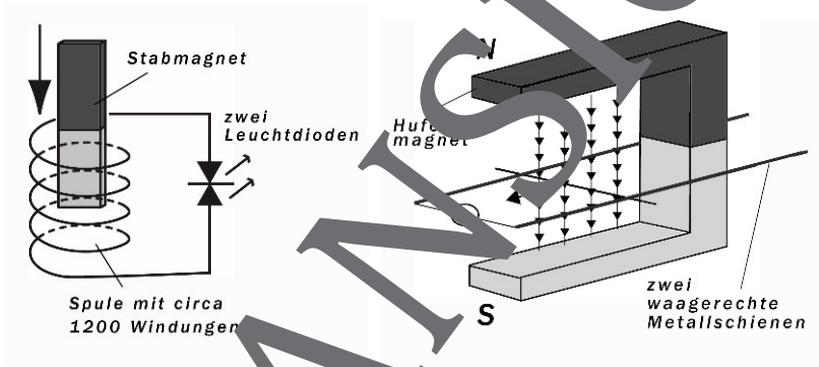


Abb. 1: Stabmagnet

Abb. 2: Hufeisenmagnet

Infokarte zu Station 2**Elektromagnetische Induktion**

Wenn sich die Stärke des Magnetfeldes, das eine Spule durchsetzt, ändert, wird in diesem Stromkreis eine Spannung induziert. Dieses Phänomen nennt man elektromagnetische Induktion.

Auch die folgende Erscheinung klärt sich durch elektromagnetische Induktion:

Bewegt sich ein Leiter in einem zeitlich konstanten Magnetfeld, dann werden auf ihm die Ladungen (wie in einer Spannungsquelle) getrennt und man misst zwischen seinen Enden eine Induktionsspannung (Abb. 2), es sei denn, er bewegt sich parallel zu den Feldlinien des Magnetfeldes.

Station 3

Eine mechanische Drehbewegung verursacht Strom – Generatoren verstehen

🕒 Vorbereitung: 5 min Durchführung: 15 min

Materialbedarf

- Spule (ca. 1200 Windungen) mit Kern
- ein drehbarer Stabmagnet
- 2 Leuchtdioden (LEDs)

Versuchsdurchführung

a) Versetzt den Permanentmagneten vor der Spule mit dem Eisenkern in eine Drehbewegung. Was beobachtet ihr? Beschreibt eure Beobachtung in eurem Heft.

b) Ersetzt die Leuchtdioden durch einen Spannungsmesser, bei dem der Zeiger in der Mitte angebracht ist. Wiederholt den Versuch. Habt ihr eine Erklärung für das beobachtete Phänomen?

c) Maschinen, die mit einer Drehbewegung Strom erzeugen, heißen Generatoren. Überlegt euch, wo es im Alltag Generatoren gibt.

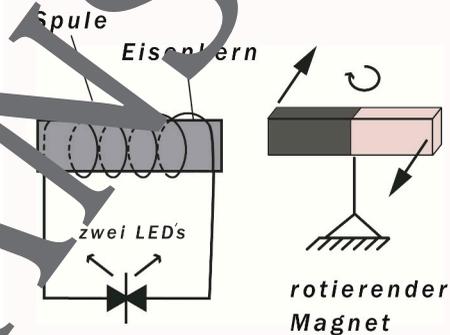


Abb. 1: Versuchsaufbau

Station 4

Eine Drehbewegung – erzeugt durch elektrischen Strom?

🕒 Vorbereitung: 10 min Durchführung: 10 min

Materialbedarf

- Spule (ca. 1200 Windungen) mit Kern
- drehbar gelagerte Magnetnadel
- Kabel, die die Elemente zu einem Stromkreis verbinden, und ein Schalter
- Stativ mit Kabelanschlusslöchern
- stabiler Kupferdraht
- Krokodilklemmen
- Klebeband
- Transformator

Versuchsdurchführung

- a) Schaltet den Schalter so geschickt ein und aus, dass sich die Magnetnadel dreht. Vielleicht müsst ihr sie vorher leicht anstoßen (Abb. 1). Erklärt das beobachtete Phänomen in eigenen Worten und haltet es im Heft fest. Woher kennt ihr diesen Prinzip?
- b) Ersetzt den Schalter durch einen Schleifenkontakt (Klebeband, vgl. Abb. 2), der den Strom in der Spule automatisch ein- bzw. ausschaltet. Schaltet den Strom ein und versetzt die Magnetnadel einen kleinen Anstoß. Schreibt eure Beobachtungen in euer Heft.

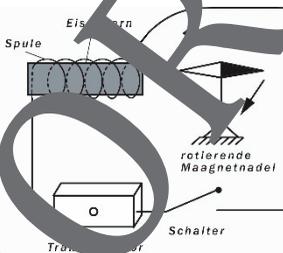


Abb. 1: Versuchsaufbau zu a)

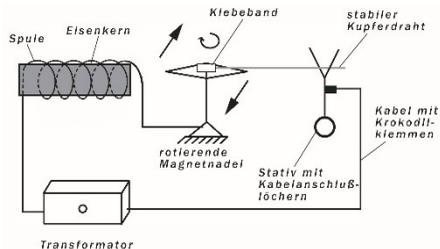
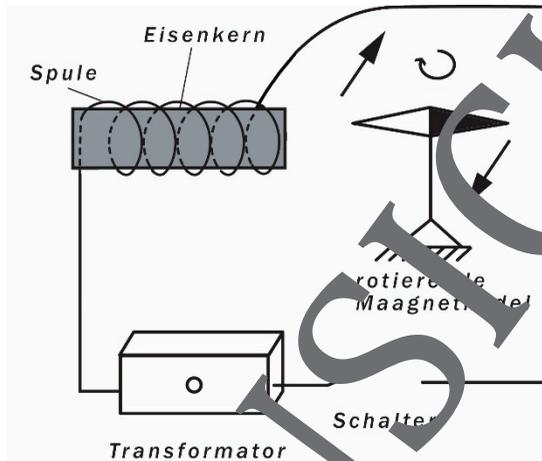


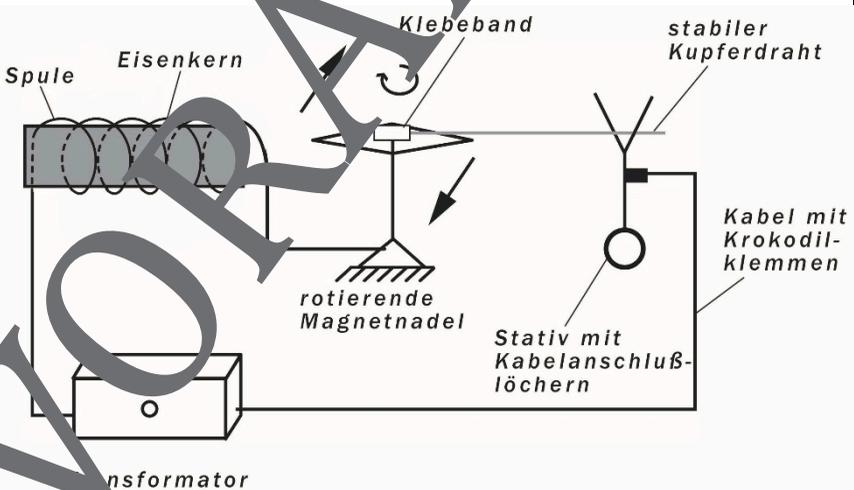
Abb. 2: Versuchsaufbau zu b)

Beide Abbildungen liegen separat vergrößert vor.

Versuchsaufbau zu Station 4 a)



Versuchsaufbau zu Station 4 b)



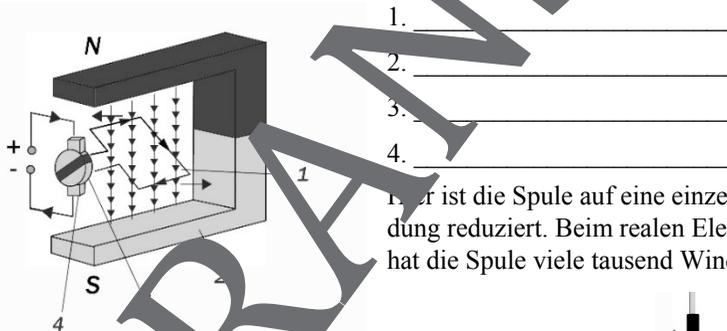
Station 5

**Aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken –
der Elektromotor, eine geniale Erfindung!****Zur Funktionsweise des Elektromotors:**

In einem Elektromotor dreht sich eine stromführende Spule (Rotor) zwischen den Polen eines Magneten (Stator). Man erreicht die fortwauernde Drehbewegung, indem man die Stromrichtung der Spule im richtigen Moment durch einen Stromwender (Kommutator) umdreht und den Strom zum nächsten Schleifkontakt (Bürsten) steuert. Der Kommutator besteht aus zwei gegeneinander isolierten Halbringen, die mit der Spule verbunden sind und sich auf derselben Achse mitdrehen.

Die Bauteile des Elektromotors

Tragt die Begriffe zu Abb. 1 ein:



1. Hier ist die Spule auf eine einzelne Windung reduziert. Beim realen Elektromotor hat die Spule viele tausend Windungen.

Abb. 1

5. In der Abb. 2 rechts seht ihr eine Leiterschleife, die beweglich im Feld eines Hufeisenmagneten aufgehängt ist. Wendet die Drei-Finger-Regel an und zeichnet die Richtung der Kraft ein.

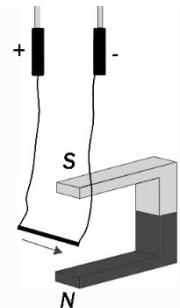


Abb. 2

Infokarte zu Station 5

Merke: Drei-Finger-Regel der rechten Hand

Ein Strom I erfährt in einem äußeren Magnetfeld eine Kraft, die senkrecht zu dessen Feldlinien und senkrecht zum Strom steht. Die Richtung dieser Kraft ermittelt ihr anhand der Drei-Finger-Regel:

Weist der Daumen der rechten Hand von + nach – und der Zeigefinger in Richtung des äußeren Magnetfeldes, so gibt der ausgestreckte Mittelfinger die Richtung der magnetischen Kraft an. Fließt der Strom parallel zu den magnetischen Feldlinien, so erfährt er keine Kraft.

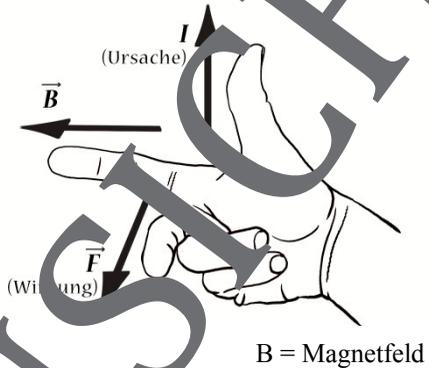


Abb. 3: Drei-Finger-Regel

Kreuz und quer – Gitternetz

A crossword puzzle grid with 10 numbered starting points. The grid consists of empty squares with some squares highlighted with thick borders. The numbers are: 1 (horizontal, 10 squares), 2 (vertical, 3 squares), 3 (vertical, 5 squares), 4 (vertical, 5 squares), 5 (vertical, 8 squares), 6 (vertical, 8 squares), 7 (vertical, 5 squares), 8 (horizontal, 4 squares), 9 (vertical, 5 squares), 10 (horizontal, 10 squares).

Die Buchstaben in den dick umrandeten Kästchen ergänzen in der richtigen Reihenfolge das Lösungswort F _____ L _____.