

Unterrichtseinheit 2

Elektromagnetismus

Die Unterrichtseinheit umfasst ca. 2 bis 7 Stunden.

Schritte	Lernziele	Arbeitsmaterialien
1. Gruppenarbeit Elektromagnete	Lz 1 Lz 2	Schülerexperimente zu Experiment 6.1.11a bis d
2. Elektromagnete in der Anwendung	Lz 1 Lz 2 Lz 3 Lz 4	Schülerexperimente zu Experiment 6.1.12a bis d (auf CD)

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- 1) die Wirkung einer stromdurchflossenen Spule als Elektromagnet erkennen und physikalisch beschreiben können;
- 2) die Magnetisierung von Weicheisen im Magnetfeld einer stromführenden Spule beschreiben und die Polung des Eisenkerns vorhersagen können;
- 3) die Anwendungen von Elektromagneten in verschiedenen elektrischen Geräten des Alltags erkennen;
- 4) die Funktion verschiedener Alltagsgeräte physikalisch beschreiben können.

Eine Reihe von technischen Geräten, die Schülerinnen und Schüler kennen, nutzen Elektromagnete. Der Gedanke, diese technischen Anwendungen in den Blick zu nehmen und die Schülerinnen und Schüler diese Geräte bezüglich ihrer elektromagnetischen Eigenschaften untersuchen zu lassen, ist naheliegend.

Die Funktionsbeschreibung technischer Geräte ist vielfach schon deshalb nicht einfach, da diese Geräte auf ihren Anwendungszweck hin optimiert sind und grundlegende physikalische Zusammenhänge mitunter verdeckt werden oder zu vielgestaltig sind. Die Erklärung oder Zurückführung auf elementare Aussagen über Elektromagnete und ihre Felder gelingt deshalb nur dann, wenn Kenntnisse über das Magnetfeld eines Permanentmagneten, eines Elektromagneten und über die Magnetisierung bekannt sind. Um Schülerinnen und Schülern eine fachliche Orientierung zu geben, kann in einem 1. Schritt der Rahmen der fachlichen Zusammenhänge geklärt und dieser vermittelt werden. Auf dieser zu sichernden Basis, die den Schülerinnen und Schülern Sicherheit und Orientierung liefert, gelingt die Beschreibung technischer Geräte in einem 2. Schritt mit geeignetem Schwerpunkt.

Mit dem 2. Schritt wird ein Lernzirkel als Anwendungszirkel konzipiert. Mit diesem Lernzirkel sollen Schülerinnen und Schüler die magnetische Wirkung des elektrischen Stroms erleben, indem sie sich handlungsorientiert mit den technischen Anwendungen auseinandersetzen. Durch die längeren selbsttätigen Arbeitsphasen bleibt die Motivation auch in dieser oft anspruchsvollen Unterrichtszeit hoch.

1. Schritt: Gruppenarbeit Elektromagnetismus

Die **Experimente 6.1.11a bis 6.1.11d** eignen sich für eine zweistündige Gruppenarbeit [19], wobei die Gruppengröße nicht mehr als vier Schülerinnen und Schüler betragen sollte, damit jeder gedrängt ist, sich mit den auftretenden Fragestellungen auseinanderzusetzen.

- Die Schülerinnen und Schüler sollen herausfinden, wie herum die Spule gewickelt ist. Dazu müssen sie die Spule genau untersuchen. (Bei den meisten Spulen kann man den Wicklungssinn von außen erkennen, oft ist er auch durch einen Pfeil angegeben.)
- Die verbale Beschreibung des Wicklungssinns ist relativ schwierig. Er verläuft nicht nur im oder gegen den Uhrzeigersinn, sondern hat auch noch eine räumliche Komponente. Schüler können statt der verbalen Beschreibung den Wicklungssinn mithilfe eines um einen breiten Stift gewickelten Experimentierkabels zeigen.
- Viele Schülerinnen und Schüler meinen, dass der Wicklungssinn keinen Einfluss auf das Magnetfeld hat.
- Mit der Rechte-Faust-Regel können die Schülerinnen und Schüler ermitteln, in welche Richtung die Magnetfeldlinien verlaufen. Hier verläuft der Strom spiralförmig, es muss das resultierende Magnetfeld der Spule ermittelt werden. Die Übertragung auf das reale räumliche Problem erweist sich durchaus als anspruchsvoll.
- Beim stromführenden Leiter verlaufen die Magnetfeldlinien kreisförmig, sie haben also keinen Anfang und kein Ende. Mit einem Eisenkern in der stromführenden Spule treten sowohl magnetische Feldlinien als auch Magnetisierungslinien auf. Die Schüler müssen sich mithilfe erlernter Merksätze (siehe Kasten 3) überlegen, in welche Richtung die Magnetisierungslinien und Magnetfeldlinien verlaufen.

Organisation der Arbeiten

Im Idealfall wird jeder Versuch zusammen mit den Ergebnissen von jeweils einer Gruppe präsentiert. Es bietet sich an, Folien mit den Abbildungen für die präsentierenden Gruppen bereitzuhalten. Da die Experimente 2 bis 4 (auf **Experiment 6.1.11b bis 6.1.11d**) einander sehr ähnlich sind, genügt es auch, nur die Experimente 1 und 2 von Schülern oder Schülergruppen (z. B. als freiwillige Referate) präsentieren zu lassen und die anderen Experimente gemeinsam zu besprechen.

Experiment 6.1.11a (siehe Abb. 2.1) ist sicherlich das anspruchsvollste Experiment, weil begründet werden soll, warum der Wagen mit dem Magneten sich beim Hineinschieben des Weicheisens in die Spule weiter von ihr entfernt. Dafür sind Hilfen gegeben. Die Schüler stellen mithilfe der Magnetnadelplatte fest, dass das Weicheisen magnetisiert wird. Sie wissen, dass in einem Stück Eisen keine Feldlinien sind, dafür aber Magnetisierungslinien,

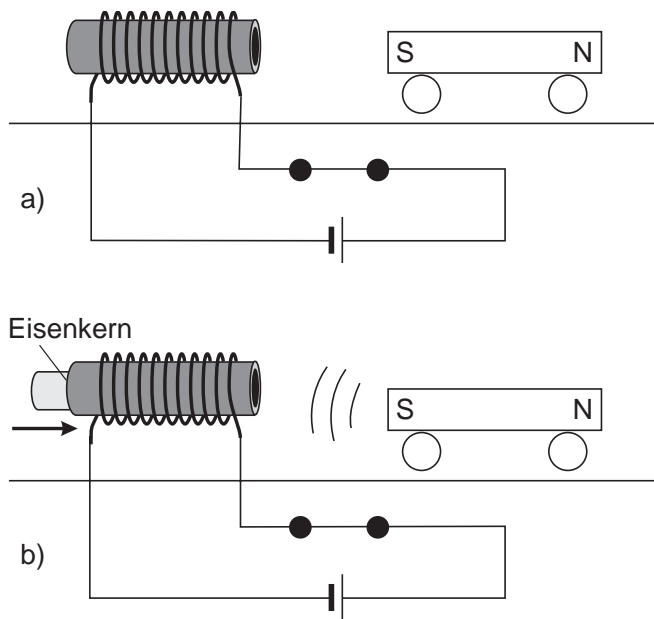


Abb. 2.1: Versuchsaufbau 2: Stelle den Wagen nun in eine solche Entfernung von der Spule, dass er gerade nicht mehr weggedrückt wird. Schiebe dann von links ein Stück Weicheisen, einen sogenannten Eisenkern, in die Spule hinein.

d. h., das magnetische Feld befindet sich nicht mehr innerhalb der Spule. Die Formulierung „Das Feld wird vom Eisenkern verdrängt“ kann die Lehrkraft gegebenenfalls als Erklärung anbieten. Bei den anderen Experimenten sollen die Schüler nur die Abbildungen richtig vervollständigen, dies sollte jedoch auch erklärt werden können. Eine andere Möglichkeit wäre, alle Schüler das erste Experiment und dann eventuell wahlweise eines der anderen drei Experimenten durchführen zu lassen.

Bei der Besprechung der Experimente sollte der Unterschied zwischen den Experimenten 2 und 3 (**Experiment 6.1.11b** und **c**) sorgfältig herausgearbeitet werden. Für die Schülerinnen und Schüler sehen die Arbeitsblätter zunächst gleichartig aus. Bei Experiment 3 wundern sich manchmal einige Schülerinnen und Schüler, dass das Weicheisen immer und auch von beiden Seiten vom Elektromagneten angezogen wird. Dieses Problem sollte gegebenenfalls mit allen Schülern diskutiert werden. Bei der Auswertung dieser Experimente können ferner auch die Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Elektromagneten und Dauermagneten herausgearbeitet werden.

Versuchsergebnisse

Experiment 6.1.11a: Der Wagen mit dem darauf befestigten Magneten wird in eine Entfernung vom Magnetfeld gestellt, dass er gerade nicht mehr weiter vom Magnetfeld weggedrückt wird. Von der dem Wagen abgewandten Seite wird ein Stück Weicheisen in die Spule geschoben. Daraufhin setzt sich der Wagen wieder in Bewegung und entfernt sich noch weiter von der Spule. Wie kommt das? Wir erinnern uns daran, was passiert, wenn man ein Stück Weicheisen in ein magnetisches Feld schiebt:

- Das Magnetfeld wird aus der Spule herausgedrängt.
- Das Weicheisen wird magnetisiert.

- An den Endflächen des Eisenkerns entstehen magnetische Pole.
- Weicheisen und (stromführende) Spule zusammen sind ein Elektromagnet.

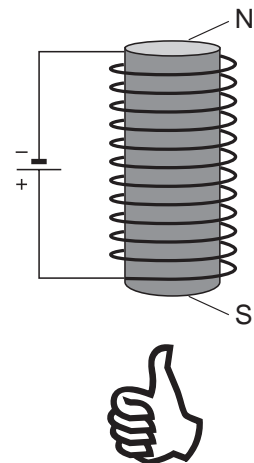
Experiment 2, 3, 4: Diese Experimente zeigen in verschiedenen Kombinationen, wie man mithilfe von Elektromagneten Anziehung oder Abstoßung erreichen kann:

- Elektromagnet und Dauermagnet (**Experiment 6.1.11b**, Versuch 2),
- Elektromagnet und Weicheisen (**Experiment 6.1.11c**, Versuch 3),
- zwei Elektromagnete (**Experiment 6.1.11d**, Versuch 4).

Dabei stellen die Schüler fest, dass ein Elektromagnet wie ein Dauermagnet einen Nord- und einen Südpol hat und mittels seines Feldes Gegenstände anzieht, die Eisen, Nickel oder Kobalt enthalten. Die Polung des Elektromagneten hängt davon ab, wie er an das Netzgerät angeschlossen ist.

Merksätze werden erarbeitet:

- Magnetisierungslinien beschreiben den Magnetisierungszustand von Materie. Sie beginnen an negativen magnetischen Ladungen (Südpolladungen) und enden an positiven magnetischen Ladungen (Nordpolladungen).
- Magnetisierungslinien verlaufen im Magneten bzw. der magnetisierten Materie.
- Gleichnamige Magnetpole werden von ihrem Feld voneinander weggedrückt, ungleichnamige werden zueinander hingezogen.
- Die magnetischen Feldlinien beginnen an positiven magnetischen Ladungen (Nordpol) und enden an negativen magnetischen Ladungen (Südpol).
- Dort, wo die Magnetisierungslinien enden, beginnen die magnetischen Feldlinien, und umgekehrt.
- Der Elektrizitätsstrom fließt im Kreis vom positiven Anschluss einer Batterie bzw. eines Netzgeräts zum negativen Anschluss der Batterie bzw. des Netzgeräts.
- Rechte-Faust-Regel: Umfasse den Leiter des Elektromagneten so mit der rechten Hand, dass die Finger in Stromrichtung zeigen. Dann gibt der Daumen die Richtung zum Nordpol an. Im Eisenkern weist der Daumen in Richtung der Magnetisierungslinien.



Kasten 3: Merksätze zum Elektromagnetismus