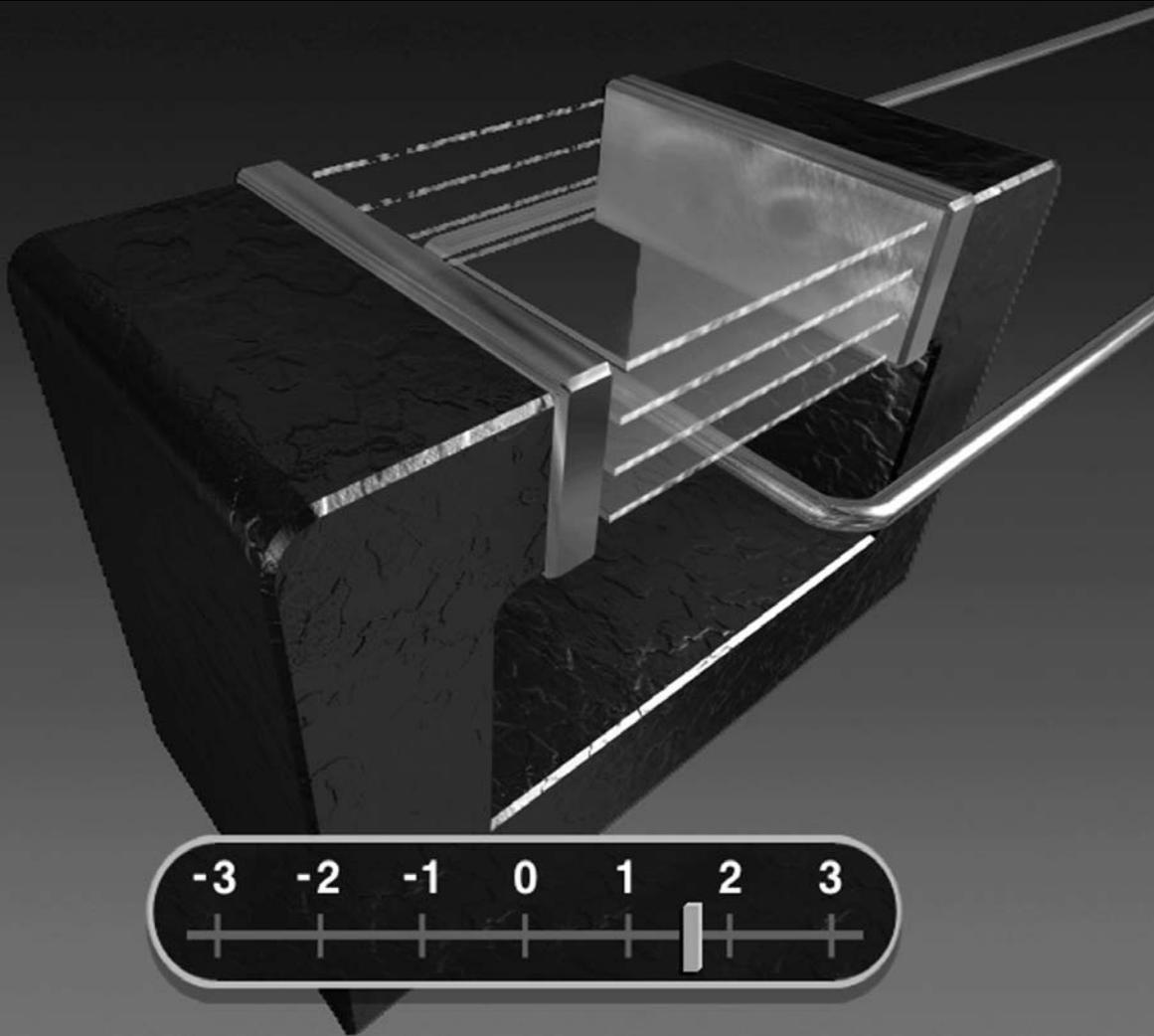


VHS 42 10441 / DVD 46 10441 14 min, Farbe



Elektrizität und Magnetismus

Lernziele

Die Schüler wissen, dass elektromagnetische Anziehung auf der entgegengesetzten Ladung von Stoffen beruht und sie begreifen den elektrischen Strom als Fluss von Elektronen. Sie können das Funktionsprinzip eines Bandgenerators erklären und beschreiben Magnetismus mit Hilfe von magnetischen Feldern, die sich als Feldlinien darstellen lassen. Sie lernen, dass elektrische Ströme Magnetfelder und sich ändernde Magnetfelder elektrische Ströme erzeugen. Sie begreifen, dass das Prinzip der elektromagnetischen Induktion in Kraftwerken zur Stromgewinnung Anwendung findet.

Vorkenntnisse

Die wichtigsten Begriffe des Elektromagnetismus (Elektron, Ladung, Magnetfeld, Strom, Spannung) sollten bekannt sein.

Zum Inhalt

1 Elektrostatik

Der Film beginnt mit dem Phänomen der Blitze und zeigt, dass Blitze Funkenüberschläge sind, die - in wesentlich kleinerem Maßstab - auch im Labor erzeugt werden können, nämlich mit Hilfe eines Bandgenerators. Es wird erklärt, wie ein solcher Bandgenerator elektrische Ladungen erzeugt: eigentlich genauso, wie man mit einem Plastikstab und einem Tuch Ladungen erzeugen kann. Man muss mit Hilfe von Reibung auf Atome so einwirken, dass die in den äußersten atomaren Schalen befindlichen Elektronen von den positiv geladenen Atomrümpfen getrennt werden. Wenn die so erzeugten freien Elektronen nicht abfließen können, sondern ruhen, spricht man von statischer Ladung. Weil sich gleichartige Ladungen abstoßen, kann man mit statischer Ladung nette Effekte erzielen. Der Film zeigt zum Beispiel ein Mädchen, das sich elektrisch aufgeladen hat: ihm stehen die Haare zu Berge.

2 Magnetismus

Wenn statische Ladungen abfließen können, entsteht ein elektrischer Strom. Solch ein Strom erzeugt ein Magnetfeld. Im Versuch wird gezeigt, dass ein elektrischer Strom Kompassnadeln ausschlagen läßt. Auch hier erläutert der Film eine Anwendung: in Elektromagneten fließen so starke Ströme durch Eisenspulen, dass man solche Magneten auf Schrottplätzen einsetzt, um Autos hochzuheben.

3 Induktion

Dieser Teil des Films veranschaulicht das Prinzip der elektromagnetischen Induktion. Er beginnt mit einem missglückten Experiment an Bord des amerikanischen Space Shuttles, bei dem ein 20 Kilometer langes Eisenkabel im Erdmagnetfeld eine elektrische Spannung erzeugen sollte, aber leider vorzeitig gerissen ist. Im kleinen Maßstab wird dieser Versuch dann im Labor mit Hilfe einer kleinen Eisenspule wiederholt: eine in einem Magnetfeld bewegte Eisenspule erzeugt eine elektrische Spannung. Der Versuch macht deutlich, dass die Bewegung senkrecht zu den Feldlinien des Magnetfeldes erfolgen muss. In Kraftwerken kommt dieses physikalische Prinzip bei der Stromerzeugung durch Generatoren zur Geltung.

Nachdem veranschaulicht wird, wie durch rotierende Magnetfelder Wechselströme entstehen, behandelt der Film abschließend das Problem des Wärmeverlustes. Gezeigt wird ein Experiment mit einem Eisenstab, der durch einen Starkstrom weißglühend und weich gemacht wird. In Umspannwerken werden die Ströme daher transformiert, bevor sie zum Verbraucher geschickt werden: bei hoher Spannung und geringen Stromstärken sind die Energieverluste am

geringsten (siehe auch unter ergänzende Informationen).

Ergänzende Informationen

Zur Ladung

Ein geläufiger Nachweis von Elektrizität ist die abstoßende oder anziehende Kraft zwischen zwei ruhenden Ladungsträgern. Sie üben gegenseitig gleich große elektrische Kräfte aufeinander aus. Die elektrische Ladung auf beiden Teilchen kann in Coulomb gemessen werden. Die Kraft zwischen Teilchen, die die Ladungen q_1 und q_2 tragen, läßt sich mit dem Coulombschen Gesetz berechnen:

$$F_{elec} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon n^2}$$

Nach diesem Gesetz verhält sich die wirkende Kraft proportional zum Produkt der Ladungen, geteilt durch das Quadrat der sie trennenden Entfernung. Die Proportionalitätskonstante ϵ wird als Dielektrizitätskonstante bezeichnet und ist abhängig von dem Medium, das die Ladungen umgibt (z.B. Luft). Das Gesetz entwickelte der französische Physiker Charles Augustin de Coulomb.

Elektrischer Strom: Einheiten

Der Ladungsfluss, also der Strom in einem Draht, wird als die Anzahl der Coulomb pro Sekunde gemessen, die durch eine bestimmte Stelle des Drahtes fließen. Ein Coulomb pro Sekunde entspricht einem Ampere - das ist die nach dem französischen Physiker André Marie Ampère benannte Einheit des elektrischen Stromes. Eine weit verbreitete Energieeinheit in der Atomphysik ist das Elektronenvolt (eV). Sie entspricht der Energiemenge, die ein Elektron aufnimmt, das mit einer Potentialdifferenz

von einem Volt beschleunigt wird. Es ist eine kleine Einheit, die häufig mit einer Million oder einer Milliarde multipliziert wird. Die resultierenden Einheiten lauten Megaelektronenvolt (MeV) bzw. Gigaelektronenvolt (GeV).

Wechselströme, Transformator

Im Vergleich zu Gleichstrom hat Wechselstrom mehrere nützliche Eigenschaften. Der in der Praxis wichtigste Vorteil des Wechselstromes liegt darin, dass Spannung und Stromstärke durch einen Transformator auf fast jeden gewünschten Wert gebracht werden können. Damit können die im Film angesprochenen Wärmeverluste gering gehalten werden. Der Transformator ermöglicht die Übertragung elektrischer Energie über weite Strecken. Wenn 200 000 Watt Leistung an eine Stromleitung abgegeben werden, können diese ebenso gut mit einer Spannung von 200 000 Volt und einer Stromstärke von einem Ampere wie auch mit einer Spannung von 2 000 Volt und einer Stromstärke von 100 Ampere abgegeben werden, da die Leistung gleich dem Produkt aus Spannung und Stromstärke ist. Der Leistungsverlust in der Leitung durch Erwärmung ist gleich dem Quadrat der Stromstärke multipliziert mit dem Widerstand. Wenn der Leitungswiderstand zehn Ohm beträgt, verliert die 200 000 Volt-Leitung zehn Watt Leistung, die 2 000 Volt-Leitung jedoch 100 000 Watt, was der halben Leistung entspricht.

Blitze

Gewitter entstehen bei uns vor allem im Sommer. Wenn eine Kaltfront aufzieht, schiebt sich die kalte Luft unter die warme, so dass die feuchtwarme Luft in die Höhe steigt. Dabei kondensiert der Wasserdampf und es bilden sich Quellwolken, in denen

starke Aufwinde herrschen. Durch die Aufwinde in der Wolke und die ungleiche Verteilung von Eis und Wasser entstehen Räume mit unterschiedlichen Ladungen. Der obere Teil der Wolke ist normalerweise positiv geladen und der untere negativ. Wenn die Spannung zwischen den verschiedenen Ladungen sehr groß wird, kommt es zu einem Blitz. Entweder erfolgt ein Spannungsausgleich innerhalb der Wolke oder zwischen dem Erdboden und dem unteren Teil der Wolke. In seltenen Fällen kann es auch zu einem positiv geladenen Blitz zwischen dem oberen Teil der Wolke und dem Erdboden kommen. Für Blitze zwischen Wolke und Erde muß der Spannungsunterschied mehr als 100 Millionen Volt betragen.

Fragen:

1. Warum zieht der elektrisch aufgeladene Plastikstab den Wasserstrahl an und stößt ihn nicht ab?
2. Linda steht mit ihren elektrisch aufgeladenen und daher abstehenden Haaren auf zwei Styroporblöcken. Was würde geschehen, wenn sie davon herunter springt?
3. Wie sollten die Geräte zur Messung der Stromstärke sowie der Spannung beschaffen sein, um selbst so wenig Energie wie möglich zu verbrauchen?
4. Woher stammt die Energie, die sich in Blitzen entlädt?
5. Warum besitzt die Erde ein Magnetfeld?
6. Warum kann man in Überlandleitungen die Energieverluste gering halten, wenn man den Strom mit geringer Stromstärke und hoher Spannung leitet?

Antworten:

1. Der Wasserstrahl streift beim Fließen durch die Wasserleitung Elektronen von

der Innenwand der Leitung. Daher ist der Wasserstrahl ein wenig negativ geladen. Der Plastikstab ist dagegen positiv geladen, da er beim Reiben mit einem Tuch Elektronen eingebüßt hat.

2. Lindas Haare stehen nur ab, weil die elektrische Ladung in ihnen nicht abfließen kann. Würde Linda von den Styroporblöcken herunter springen, so wäre ihr Körper nicht mehr isoliert und die überschüssigen Elektronen könnten in den Boden abfließen. Lindas Haare würden dann nicht mehr abstehen.
3. Der Einbau von Messgeräten in einen Schaltkreis sollte jeweils die zu messenden Größen möglichst wenig beeinflussen. Für ein Amperemeter trifft das zu, wenn sein eigener Widerstand sehr klein ist im Vergleich zum Gesamtwiderstand der Schaltung: Amperemeter müssen niederohmig sein. Ein Voltmeter hingegen darf den Gesamtstrom aus der Spannungsquelle möglichst wenig beeinflussen, denn sonst würde sich wegen des Innenwiderstandes der Spannungsquelle auch deren Klemmenspannung ändern. Der Innenwiderstand muss also möglichst groß sein: Voltmeter müssen hochohmig sein.
4. Blitze entstehen, wenn durch starke Aufwinde innerhalb der Wolken Räume mit unterschiedlicher Ladung entstehen (siehe oben). Die Winde sind ein Wetterphänomen. Und das Wetter wird von der Sonne gemacht. Blitze sind also Sonnenenergie!
5. Der Erdmagnetismus gibt den Wissenschaftlern noch manches Rätsel auf. Man nimmt jedoch allgemein an, dass das Feld durch elektrische Ströme im Innern des Erdkerns zustande kommt. Diese Ströme entstehen, wenn Mineralien von verschiedener Temperatur und mit ver-

schiedenen elektrischen Eigenschaften zusammenkommen. Man kann das Erdinnere als einen riesigen natürlichen Generator betrachten, der fortwährend mechanische Energie (Erddrehung und Bewegung des plastischen Kerns) in elektrische Energie umwandelt.

6. Der Wärmeverlust wird durch eine hohe Stromstärke herbeigeführt. Der Verlust ist also dann niedrig, wenn die Stromstärke so gering wie möglich ist. Dies erreicht man, indem man den Strom transformiert: geringere Stromstärke bedeutet höhere Spannung bei gleicher elektrischer Leistung (da die Leistung das Produkt von Stromstärke und Spannung ist). In den Überlandleitungen wird der Strom mit bis zu 380.000 Volt Spannung übertragen.

Herausgabe

FWU Institut für Film und Bild, 2004

Produktion

YITM

im Auftrag der European Broadcasting Union

Regie

Richard Maude

Grafik

Jacqueline Hilton

Neil Robinson

Bearbeitung

Christian Friedl

Begleitkarte

Christian Friedl

Pädagogische Referentin im FWU

Karin Lohwasser

Verleih durch Landes-, Kreis- und Stadtbildstellen, Medienzentren und konfessionelle Medienzentren

Verkauf durch FWU Institut für Film und Bild, Grünwald

Nur Bildstellen/Medienzentren: öV zulässig

© 2004

FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht

gemeinnützige GmbH

Geiseltalsteig

Bavariafilmplatz 3

D-82031 Grünwald

Telefon (0 89) 64 97-1

Telefax (0 89) 64 97-300

E-Mail info@fwu.de

vertrieb@fwu.de

Internet <http://www.fwu.de>



FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltasteig
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-300
E-Mail info@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>

**zentrale Sammelnummern für
unseren Vertrieb:**

Telefon (0 89) 64 97-4 44

Telefax (0 89) 64 97-2 40

E-Mail vertrieb@fwu.de

FWU - Schule und Unterricht

- VHS 42 10441
- DVD-VIDEO 46 10441
- ■ **Paket 50 10441** (VHS 42 10441+ DVD 46 10441)

14 min, Farbe

Elektrizität und Magnetismus

Der Film greift die Themenbereiche statische Ladung und elektrisches Feld sowie Stromfluss und Magnetismus auf. Anhand von Phänomenen aus der Natur und einfacher Experimente werden die einzelnen Themen vorgestellt. Weiter reichende Experimente, Trickdarstellungen und Anwendungen in der Technik vertiefen das Verständnis der Schüler.

Schlagwörter

elektrische Ladung, Atom, Elektron, Bandgenerator, Van de Graaf Generator, statische Ladung, elektrischer Strom, Entladung, Blitz, Magnet, Südpol, Nordpol, Stabmagnet, Elektromagnet, Magnetfeld, Feldlinie, elektrische Spannung, elektromagnetische Induktion, Elektrizität, Wechselstrom, Transformator

Physik

Magnetismus

Elektrik

Elektrostatik • Elektrodynamik • technische Anwendungen

Allgemeinbildende Schulen (7-10)

Weitere Medien

42 02846 Wasserstoff und Brennstoffzelle - Energieversorgung für die Zukunft, VHS, 20 min f

42 01551 Elektrische Antriebe: Gleichstrom- und Universalmotoren, VHS, 14 min f

42 01015 Gleich- und Wechselstrom, Schwingkreis, VHS 18 min f

42 01014 Elektromagnet und Sicherungen, VHS 22 min f

66 00580 Die Stadt der Physik - Energie CD-ROM

GEMA

Alle Urheber- und
Leistungsschutzrechte
vorbehalten.
Nicht erlaubte/ genehmigte
Nutzungen werden zivil- und/oder
strafrechtlich verfolgt.

**LEHR-
Programm
gemäß
§ 14 JuSchG**