

Elektrizität

GESCHICHTE DER ELEKTRIZITÄT

Die Funktion der Elektrizität in der Gesellschaft ist einmalig. Der Lebensstandard hängt in hohem Mass von der Elektrizität ab. Einen Zusammenbruch der Elektrizitätsversorgung könnte kein Land über längere Zeit ohne katastrophale Folgen aushalten. Nur wenige Arbeitsplätze sind von Elektrizität unabhängig.

DIE SUCHE NACH DEM URSPRUNG

Der Amerikaner Benjamin Franklin beschäftigte sich ab 1745 mit den Ähnlichkeiten von Blitzen und elektrischen Funken. Er tötete durch elektrische Entladung Tiere. Schliesslich liess Franklin einen Kinderdrachen zum Himmel steigen, um zu beweisen, dass in der Atmosphäre tatsächlich Elektrizität vorhanden ist.

Viele der damaligen Forscher waren Ärzte. Sie waren der Überzeugung, dass der Ursprung der Elektrizität in den Muskeln liege. So auch Luigi Galvani. Beim Abendessen beobachtete seine Frau, wie Froschschenkel in der Suppe zuckten. Zeitgleich drehte der Gehilfe an der Elektrisiermaschine. Galvani interpretierte die Entdeckung der Froschschenkelzuckungen seiner Frau 1794 als «tierische Elektrizität». Die Elektrisiermaschinen wurden zur Seite gelegt, und die Forscher begannen, mit Fröschen und menschlichen Körpern zu experimentieren. Da die Gelehrten in jener Zeit ausser dem eigenen Körper und den Sinnesorganen keine Messinstrumente zur Verfügung hatten, kam es zu einer massenhaften Selbstfolterung: «Der Schlag hat den ganzen Körper erschüttert, dass die Zähne geklappert, die Lippen sich verzogen und das Gesicht feuerrot geworden ist», schreibt ein Forscher.

Erst Volta entdeckte, dass die Quelle der Elektrizität in den zwei Metallstücken liegen musste, und entwickelte die voltasche Säule. Die Nachricht über Voltas Erfindung verbreitete sich sehr schnell. Die stetige Stromquelle eröffnete eine neue Welt für die Forschung: Eine solche Säule lieferte kontinuierlich Strom.

Die Anwendung der voltaschen elektrochemischen Stromquelle führte zu einer Kettenreaktion von weiteren Entdeckungen und Theorien. Insbesondere die Entdeckung des Elektromagnetismus veränderte die Welt in ungeahntem Mass.



Abb. 128 | Das Gemälde «Electricity from the Sky» von Benjamin West zeigt Benjamin Franklin bei seinem Drachensexperiment 1752.

Aufgabenstellungen

Alessandro Volta legte den Grundstein für alle Batterien und veränderte damit die Welt:

- Wie viele und welche batteriebetriebenen Geräte habt ihr zu Hause? Legt eine Sammlung an.
- Stellt euch vor, es gäbe keine Batterien. Wie würde euer Tagesablauf aussehen? Was wäre anders?

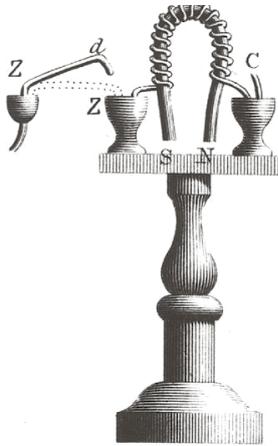


Abb. 129 | Der erste künstliche Elektromagnet, von Sturgeon 1824 erfunden, bestand aus 18 Windungen nackten Kupferdrahts.



Abb. 130 | Einige Fahrradlichter und Taschenlampen funktionieren ohne Batterie. Bei der Taschenlampe wird durch Schütteln die benötigte Elektrizität erzeugt.

Aufgabenstellung

Heutige Gebrauchsgegenstände funktionieren mithilfe der magnetischen Induktion. Versucht zu beschreiben, wie die batterielosen Geräte funktionieren.

GESCHICHTE DES ELEKTROMAGNETISMUS

OERSTEDS ENTDECKUNG

20 Jahre nach Voltas Erfindung der Batterie (1800) wurde eine weitere sensationelle Entdeckung gemacht: Hans Christian Oersted erkannte den Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus. Er stellte fest, dass ein mit Strom durchflossenes Kabel eine Magnethöhle ablenkt. Die Franzosen André-Marie Ampère und François Arago wiederholten die Entdeckung von Oersted.

ERFINDUNG DES ELEKTROMAGNETS

Der Engländer William Sturgeon stellte 1825 einen Elektromagnet her, der bei Stromeinspeisung schwere Eisenstangen tragen konnte. Dem Amerikaner Joseph Henry gelang es kurze Zeit später, einen Hufeisenmagnet für Lasten von 1000 kg zu wickeln.

Man kannte nun den Elektromagnetismus, aber dessen Umkehrung – das Erzeugen von Elektrizität mithilfe eines Magnet – blieb weiterhin ein Wunschtraum.

FARADAYS ENTDECKUNG

Am 24. November 1831 gab Michael Faraday in London bekannt, er habe entdeckt, wie man durch Magnetismus Elektrizität erzeugen könne. Er bewegte einen Magnet in einer Drahtspule hin und her. Er nannte dieses Phänomen elektromagnetische Induktion.

Faradays Entdeckung hat die Welt verändert. Nach dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion funktioniert ein Großteil der modernen elektrotechnischen Maschinen und Geräte, von den Staubsaugern über die Zündspulen der Automobile bis hin zu den grössten Kraftwerken.

ERSTE ANWENDUNGEN

Die Konstruktion des ersten Elektromotors geht auf Moritz Hermann von Jacobi zurück. Er baute 1834 einen Motor mit 300 U/min, der die Kraft «von einem halben Mann» lieferte.

In der Telegrafie wurde 1838 der Schreibtelegraf von Samuel Morse in den USA zum Patent angemeldet.

Das grösste Problem stellt die damals verfügbaren Energiequellen dar. Die Batterien waren zu schwach, um grössere Leistungen liefern zu können. Vor demselben Problem stehen die Elektroautos noch heute.

ELEKTROMOTOREN

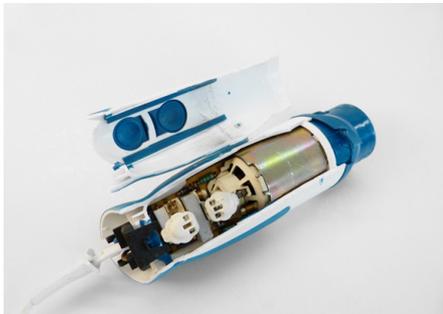


Abb. 131 | Elektromotor eines Küchenmixers

Aufgabenstellung

Sucht im Schulhaus und zu Hause elektrische Geräte oder Maschinen mit eingebauten Elektromotoren. Welche Aufgabe hat der Elektromotor jeweils?

VORAUSSETZUNG

Die Entdeckung des Elektromagnetismus durch Michael Faraday 1831 war Voraussetzung für die Entwicklung von Elektromotoren. Vier Jahre später konstruierte Jacobi den ersten funktionstüchtigen Elektromotor. 1879 wurde die erste elektrische Lokomotive der Welt, 1881 das erste Elektrofahrzeug vorgestellt. Elektromotoren sind bis heute wichtige Bestandteile des technischen Alltags. Sie sind praktisch überall dort eingebaut, wo mit Strom etwas bewegt werden soll.

ELEKTROMOTOREN UND IHRE AUFGABEN

Handwerk: Bohrmaschine, Stichsäge oder Schleifmaschine sind wichtige Arbeitserleichterungen für jeden Handwerker. Für jeden Beruf gibt es zahlreiche elektrisch betriebene Maschinen, um die Arbeit zu erleichtern.

Haushalt: Vom Mixer bis zum Staubsauger, ohne Elektromotoren wäre die Koch- und Haushaltsarbeit nur mühsam zu bewältigen. Viele Menschen brauchen täglich einen Haarföhn, aus dem erwärmte Luft herausgeblasen wird.

Büro: In jedem Drucker surrt ein Lüftungsmotor zum Kühlen, der Scanner und auch die Harddisk sind mit ultrakleinen Motoren ausgerüstet. Wer hat zu Hause eine elektrische Bleistiftspitzmaschine oder einen Aktenvernichter?

Unterhaltung: In CD- und DVD-Playern treibt ein Elektromotor die Silberscheibe an, damit der Laser die Musik herauslesen kann. Um in Digitalkameras Bilder scharf werden zu lassen, wird das Objektiv mit Kleinstmotoren elektrisch eingestellt.

Verkehr: Früher war es ausschliesslich die Eisenbahn, heute sind auch Fahrräder und Scooter elektrisch angetrieben. Aber auch Barrieren und Garagentore werden wie von Geisterhand mit Elektromotoren bewegt.

Haustechnik: Nicht bloss die Wasserpumpen im Aquapark, auch jede Zentralheizung in unseren Häusern, Lüftungen und elektrische Fenster machen uns das Leben angenehmer. Alle benutzen auch gern einmal den Personenlift im Hochhaus.

Industrie: Mit elektrischen Kränen werden schwere Lasten gehoben und verladen. Sogar das gelbe Drehlicht auf dem Laster wird mit einem kleinen Elektromotor bewegt.

GENERATOREN

VORAUSSETZUNG

Die Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch Michael Faraday 1831, also der Umwandlung mechanischer Energie in Elektrizität, war eine Voraussetzung für die Entwicklung von Generatoren. Die wirtschaftliche Erzeugung von elektrischer Energie gelang allerdings erst 1866, dank der Entwicklung eines leistungsfähigen Generators durch Werner von Siemens. Generatoren sind bis heute die wichtigsten Stromerzeuger und die Grundlage unserer Stromversorgung.

GENERATOREN UND IHRE AUFGABEN

Energie: In Kern-, Kohle- oder Gaskraftwerken wird Wasser zu Dampf erhitzt. Damit werden riesige Generatorturbinen angetrieben, die unsere Gesellschaft mit Strom versorgen.

Unterwegs: Mobile Generatoren werden mit Benzin angetrieben und liefern Strom in Gebieten, wo kein elektrisches Netz vorhanden ist, sowohl in einer abgelegenen Sennhütte als auch auf einem Segelschiff.

Stromausfall: Wo grosse Computeranlagen 24 Stunden in Betrieb sein müssen, garantieren bei Stromausfall Dieselgeneratoren, dass die Datenverarbeitung nicht unterbrochen wird. Auch im Spital muss ein Stromausfall überbrückt werden können.

Verkehr: In Autos und Scootern wird die eingebaute Batterie mithilfe eines Generators oder einer Lichtmaschine aufgeladen, damit der Benzinmotor jeweils mit einem Elektromotor gestartet werden kann.

Forschung: Wie funktioniert ein Windmesser? Genau, mithilfe eines kleinen Generators, an dem ein Propeller befestigt ist. Im Generator wird durch den Wind eine Spannung erzeugt. Diese wird gemessen und liefert damit den direkten Hinweis zur Windgeschwindigkeit.

Praktisches: Mit einem Dynamo kann am Fahrrad der Strom für das Licht erzeugt werden. Es gibt zudem zahlreiche kleine LED-Taschenlampen oder Radios, die dank eines winzigen Generators ebenfalls ohne Batterie auskommen. Mit einer kleinen Handkurbel wird Energie in einen Speicher geladen, die das Gerät für eine gewisse Zeit betreibt.

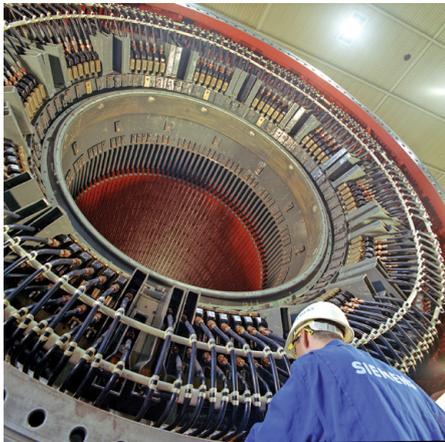


Abb. 132 | Riesiger Generator der Firma Siemens

Aufgabenstellung

Recherchiert im Internet. Welche Aufgaben haben mobile Generatoren in unserer Gesellschaft? Weshalb werden sie eingesetzt?

ELEKTRISCHE BAUELEMENTE

SYMBOLS UND FUNKTION

Für sämtliche elektronische Bauteile gibt es Symbole. Die in dieser Lehrmittelreihe vorkommenden Elektronikbauteile sind in der Randspalte aufgeführt.

Fotowiderstand: Lichtgesteuerter veränderlicher Widerstand.

Elko (Elektrolytkondensator): Gepolter Kondensator, der Strom aufnehmen und wieder abgeben kann. Besteht aus dünnen Metallschichten, die gegeneinander isoliert sind.

Diode: Strom passiert nur in eine Richtung und wird in die andere Richtung gesperrt.

Potenzio meter: Widerstand ist mechanisch veränderbar.

Transistor: Schaltet und verstärkt elektrische Signale, ohne mechanische Bewegungen auszuführen.

ELEKTRISCHER WIDERSTAND

Zum Schutz beispielsweise einer LED wird ein Widerstand eingebaut, der die Betriebsspannung auf die Durchlassspannung reduziert. Die Durchlassspannung einer LED darf nicht überschritten werden, da diese zerstört werden kann.

Die Berechnung des Widerstands kann mit einem Onlinerechner durchgeführt werden:

www.led-store.ch/farbcoderechner.php

www.led-store.ch/vorwiderstand-rechner.php

Der Widerstand lässt sich wie folgt berechnen: Betriebsspannung der Stromquelle (z. B. Batterie 4,5 V) minus die Durchlassspannung der LED (z. B. 3,2 V) ergibt die Spannung am Vorwiderstand (1,3 V). Mit dem ohmschen Gesetz ($U = R \times I$ bzw. $R = U / I$) errechnet sich der Widerstand, indem die Spannung ($U = 1,3 \text{ V}$) durch die Stromaufnahme ($I = 0,02 \text{ A}$) geteilt wird. Der benötigte Widerstand (R) soll im Beispiel also mindestens 65Ω betragen.

Eselsbrücke: Batteriespannung minus Durchlassspannung mal 100 geteilt durch 2 ist gleich benötigter minimaler Widerstand.

Häufig verwendete Widerstände bei LEDs im Unterricht: 10, 56 und 120 Ω .

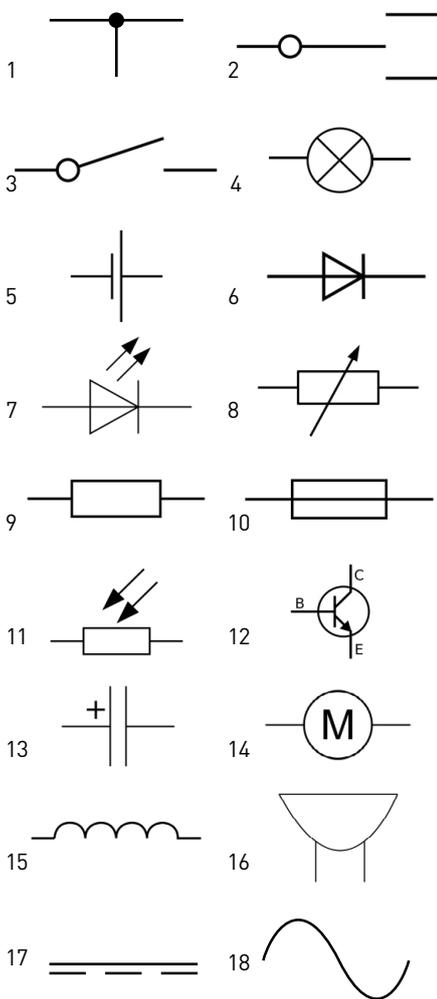


Abb. 133 | Schaltsymbole: 1: Leiter mit Verzweigung, 2: Umpolschalter, 3: Schalter, 4: Glühlampe, 5: Batterie, 6: Diode, 7: Leuchtdiode (LED), 8: Potenziometer, 9: Widerstand, 10: Sicherung, 11: Fotowiderstand, 12: Transistor, 13: Elko (gepolter Kondensator), 14: Motor, 15: Spule, 16: Summer, 17: Gleichstrom, 18: Wechselstrom

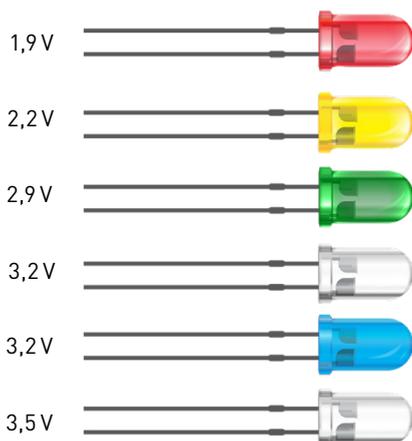


Abb. 134 | Durchlassspannung verschiedener LEDs

ELEKTRISCHE MESSUNGEN

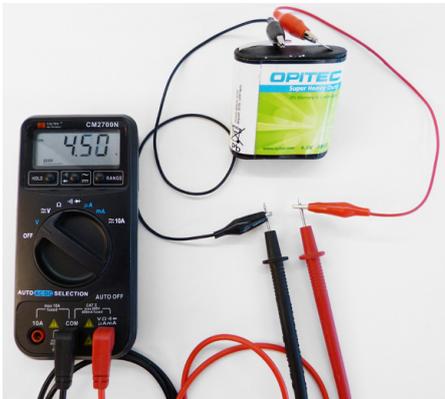


Abb. 135 | Spannungsmessung an einer 4,5-V-Batterie

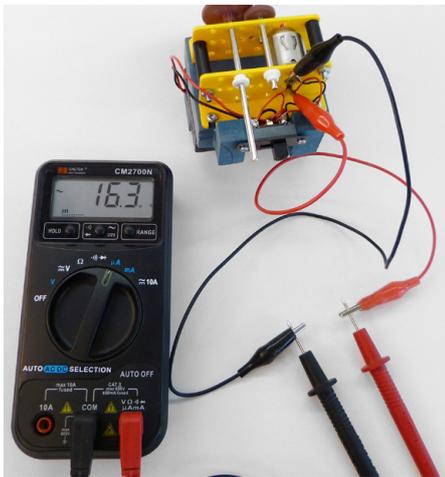


Abb. 136 | Strommessung an einem Getriebemotor



Abb. 137 | Widerstandsmessung an einem Widerstand

SPANNUNGSMESSUNG (VOLT)

Das Multimeter wird immer parallel zum Verbraucher (Motor) oder zur Spannungsquelle (Batterie) angeschlossen.

Wahlschalter des Multimeters auf Volt (V) stellen, dabei Wechselspannung (AC, Steckdose) oder Gleichspannung (DC, Batterie) berücksichtigen, und Messbereich wählen.

Bei Gleichstrom muss auf die Polarität (Plus und Minus) geachtet werden, um einen positiven Wert zu erhalten.

STROMMESSUNG (AMPÈRE)

Das Multimeter wird immer seriell in die Schaltung angeschlossen.

Wahlschalter des Multimeters auf Ampère (A) stellen, dabei Wechselspannung (AC, Steckdose) oder Gleichspannung (DC, Batterie) berücksichtigen. Messbereich wählen, der durch den vermuteten Strom nicht überschritten wird (im Zweifelsfall einen grösseren wählen).

Bei der Strommessung muss die Leitung für das Anschliessen des Multimeters unterbrochen werden. Das Multimeter schliesst dann den Stromkreis wieder und misst dabei den Strom. Die Messung läuft nur während des Betriebs.

Bei Gleichstrom muss auf die Polarität (Plus und Minus) geachtet werden, um einen positiven Wert zu erhalten.

WIDERSTANDSMESSUNG (OHM)

Der Widerstands-Messbereich des Multimeters (Ohm-Meter), hat eine eingebaute Batterie. Damit lässt das Messgerät einen kleinen Messstrom durch das zu messende Bauteil fließen und zeigt im Display den Widerstandswert in Ohm (Ω) an. Wichtig: In der Regel muss das zu messende Bauelement für die Messung aus der Schaltung ausgebaut werden, um einen genauen Messwert zu erhalten.

Wahlschalter des Messgeräts auf Widerstandsmessung (Ω) stellen und den Messbereich wählen, der bei der Messung vermutlich nicht erreicht wird.

Bei Dioden und Transistoren (Halbleiter) hat die Polarität bei der Messung des Widerstands einen Einfluss.

Als Funktionskontrolle beide Messkabel verbinden. Auf dem Display sollte 0,00 erscheinen.

Achtung: Messungen an Stromquellen oder in laufenden Schaltungen können den Ohm-Bereich des Multimeters beschädigen!