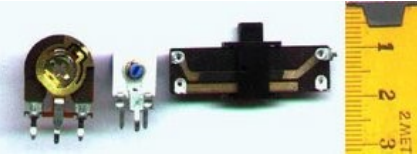
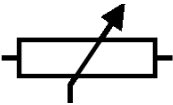


Thema: Der elektrische Strom

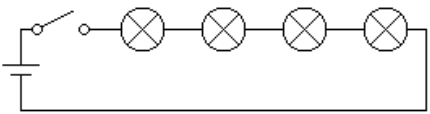
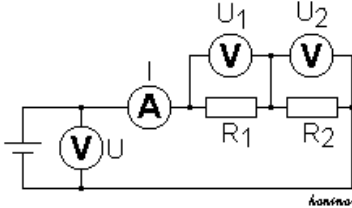
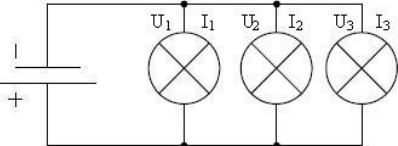

1) Ladung und Spannung

<p>Die elektrische Ladung</p>	<p>Durch Reibung (Pullover am Hemd) entstehen positive und negative Ladungen, die sich gegenseitig anziehen, gleichnamige aber abstoßen. Beide Arten ziehen nichtgeladene Körper an (Papierschnipsel) wegen der Polarisierung (Verschiebung der Ladungswolken der Elektronen durch die geladenen Körper)</p> <p>Positive Ladungen können sein: Protonen, Ionen Negative Ladungen können sein: Elektronen, Ionen</p> <p>Es gibt elektrische Leiter (Metalle, Elektrolytische Flüssigkeiten) und Nichtleiter (Holz, Plastik,...) und Halbleiter (Silicium, Germanium) für Computerchips.</p> <p>Die Ladung (Q) wird in Coulomb (C) gemessen (1 Coulomb = die Menge der Ladungen, die bei 1 Ampere in 1 Sekunde durch den Leiter fließt).</p> <p>Eine Elementarladung (Elektron oder Proton) hat $1,6 \cdot 10^{-19}$ Coulomb.</p> <p>Dies wurde im Millikan-Experiment (geladene Tröpfchen im elektrischen Feld) gemessen.</p> <p>Die Anziehungskraft zweier Ladungen ist direkt proportional zu den Ladungen und indirekt proportional zum Quadrat des Abstandes:</p> $F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ <p>mit der Konstante $k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ (Coulomb'sches Gesetz)</p> <p>Es gilt der Erhaltungssatz der elektrischen Gesamtladung: In einem abgeschlossenen System ist die gesamte Ladung konstant, kann aber von einem Teil zu einem anderen Teil übergehen (Chemie: ionische Bindung)</p>
<p>Die elektrische Spannung</p>	<p>Die elektrische Spannung kann man als Antrieb/Druck der Elektronen verstehen – analog zum Wasserkreislauf, wo das Wasser am Berg eine höhere „Spannung“ (Höhenenergie) hat als das Wasser im Tal.</p> <p>Die elektrische Spannung U wird definiert als Energieaufwand W zur Ladungstrennung (bei Reibung) pro Ladungseinheit Q</p> $U = \frac{W}{Q}$ <p>mit der Einheit VOLT (=J/C)</p>
<p>Galvanische Zelle</p>	<p>Die Speicherung von Ladungen kann in kleinen Mengen auf einem Platten-Kondensator erfolgen. Der ist aus 2 isoliert befestigten Metallplatten oder Folien, zwischen denen eine Isolierschicht befindet. Wird bei Foto-Blitzlichtgeräten verwendet.</p> <p>Größere Mengen an Ladungen, die einen kontinuierlichen Strom erzeugen, können nur aus Galvanischen Zellen = Batterien = Akkumulatoren kommen. Eine nicht wiederaufladbare Batterie besteht aus zwei unterschiedlichen Metallen und einem Elektrolyt (Zitrone, Säure, Kalilauge,...). Da die unterschiedlichen Metalle unterschiedliche Tendenz haben, sich in Lösungen in geladener Ionenform aufzulösen, ergibt das eine unterschiedliche Spannung zwischen den Metallen. Edle Metalle Platin, Gold, Silber,... lösen sich nur wenig auf, unedle Metalle (Lithium, Kalium, Magnesium,...) besser.</p> <p>Dabei wird die Batterie im Laufe der Zeit immer schwächer, weil sich die Stoffe darin zersetzen.</p> <p>Akkumulatoren können hingegen immer wieder aufgeladen werden. Etwa der Blei-Akku im Auto oder Lithium-Ionen-Akkus im Handy.</p>

2) Der Stromkreis

<p>Arten der Stromleitung</p> <p>elektrische Stromstärke</p> <p>Messung</p> <p>Stromwirkungen</p>	<p>Strom kann in elektrischen Leitern (Metalle) gut fließen, in Halbleitern (Transistor) schlecht, in Nichtleitern gar nicht (Isolierung des Drahtes: Plastik)</p> <p>Ein geschlossener Stromkreis führt zu einem dauernden Fluss von Elektronen (allgemein: Ladungen), wobei eine Stromquelle mit einem oder mehreren Verbrauchern verbunden sein muss.</p> <p>Die elektrische Stromstärke $I = \text{Intensity}$ [Einheit Ampere A] gibt die Menge der Elementarteilchen an, die pro Sekunde durch den Leiterquerschnitt fließen: 1 Ampere $\rightarrow 6 \cdot 10^{18}$ Ladungen pro Sekunde Die elektrische Stromstärke ist als Quotient aus Ladung durch Zeit definiert: $I = \frac{Q}{t}$. Je mehr Ladung durch den Leiter fließt, desto größer ist die Stromstärke.</p> <p>Die Messung der Stromstärke erfolgt durch ein Amperemeter, das in den Stromkreis eingeschaltet sein muss.</p> <p>Wichtig: Die technische Stromrichtung ist von Plus nach Minus und entspricht nicht der Richtung des Elektronenstroms (den man früher nicht kannte).</p> <p>Strom bewirkt viel: Wärme und Licht, Magnetismus und Motorenbewegung, Betreibung von Haushaltsgeräten und Industriegeräten, Galvanisierung (Oberflächenveredelung)</p>
<p>Elektrischer Widerstand</p> <p>Ohmsches Gesetz</p> <p>Kennlinie I/U</p> <p>spezifischer Widerstand</p> <p>Spannungsabfall</p> <p>Potentiometer</p>	<p>Der elektrische Widerstand R (resistance) hemmt den elektrischen Strom. Es gilt bei elektrischen Leitern: Je mehr Spannung angelegt wird, desto mehr Strom fließt (bei höherer Temperatur wird der Widerstand größer) $\rightarrow R = \frac{U}{I}$ [Einheit: Ohm Ω]</p> <p>Die Leitfähigkeit von Metallen wurde erstmals von Georg Simon Ohm systematisch untersucht. Das von Ohm formulierte Gesetz wurde nach ihm benannt.</p> <p>Die Strom–Spannungs–Kennlinie ist eine Grafik, in der die Abhängigkeit des Stromes von der Spannung gezeigt wird. Bei elektrischen Widerständen (aus Draht oder Graphit) ist die Linie vom Ursprung ausgehend verschieden steil. Die Steilheit gibt den Widerstand (bzw. eigentlich den Kehrwert, die Leitfähigkeit) an.</p> <p>Jeder el. Leiter hat einen spezifischen Widerstand, der pro Leiterlänge und Querschnittsfläche angegeben wird. Der Widerstand eines Leiters mit einem über seine Länge konstanten Querschnitt beträgt</p> $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$ <p>wobei R der elektrische Widerstand, ρ der spezifische Widerstand, l die Länge und A die Fläche des Querschnitts eines Leiters ist.</p> <p>Spannungsabfall nennt man die Änderung (Abfall) der Spannung längs eines Widerstandes. Man kann sie direkt als Spannung am Widerstand messen.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>Schaltzeichen:</p>  </div> </div> <p>Ein Potentiometer ist ein Spannungsregler in Form eines regelbaren Widerstands, meist in drehbarer Form (ein drehbarer Schleifkontakt auf einer Graphitschicht)</p>

3) Spannungsteilung und Stromverzweigung

<p>Kirchhoffsche Gesetze Knoten- und Maschenregel</p>	<p>Die Knotenregel (1. Kirchhoffsches Gesetz) Die Summe der zufließenden Ströme in einem elektrischen Knotenpunkt ist gleich der Summe der abfließenden Ströme Die Maschenregel (2. Kirchhoffsches Gesetz) Die Summe aller Teilspannungen eines Umlaufs bzw. einer Masche in einem elektrischen Netzwerk addieren sich zu Null</p>
<p>Serien- und Parallelschaltung von Widerständen</p>	<p>Bei einer Serienschaltung liegen mehrere Komponenten aufgereiht in einem einzigen unverzweigten Stromkreis. Ein Beispiel ist die Anreihung von Glühlampen in einer Lichterkette (im Bild links). Eine Unterbrechung des Stromkreises an einer Stelle (z.B. Durchbrennen einer Lampe) bringt die gesamte Kette zum Ausfall.</p>   <p>Für die an den einzelnen Komponenten abfallenden Spannungen gilt die Kirchhoffsche Maschenregel, nach der die Summe der Teilspannungen gleich der Gesamtspannung ist. Die Abbildung rechts zeigt dies am Beispiel von zwei Widerständen. $U = U_1 + U_2$</p> <p>Parallelschaltung</p>  <p>Bei einer Parallelschaltung wird ein Stromkreis so verzweigt, dass an jedem Stromzweig die gleiche Spannung anliegt. Jeder Komponente steht in diesem Falle die Betriebsspannung in voller Höhe zur Verfügung. Bei Bedarf kann man durch eigene Schalter einzelne Verbraucher unabhängig von den anderen ein oder ausschalten. Ein Beispiel ist die übliche Schaltung einer Wohnungsbeleuchtung (im Bild links oben).</p> <p>Bei einer Parallelschaltung verteilt sich der Gesamtstrom I nach der Kirchhoff'schen Knotenregel so auf die einzelnen Zweige, dass die Summe der Teilströme gleich dem Gesamtstrom ist, während die Spannung U für alle Komponenten gleich ist. Im Bild rechts ist dies am Beispiel zweier Widerstände gezeigt: $I = I_1 + I_2$</p> <p>Der Gesamtwiderstand einer Serienschaltung ist: $R = R_1 + R_2 + \dots$ Der Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung ist: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$</p>
<p>Strom-, Spannungsmessgeräte</p> 	<p>Ein Strommessgerät muss in den Stromkreis geschaltet werden und kann mittels Parallelwiderstand vor zu viel Stromfluss geschützt werden, bzw. kann dadurch mehrere Messbereiche haben. Ein Spannungsmessgerät muss parallel zum Stromkreis geschaltet werden und kann mittels Serienwiderstand vor zu viel Spannung geschützt werden, bzw. kann dadurch mehrere Messbereiche haben. Leistungsmessgeräte sind im Haushalt vorhanden, um die verbrauchte Arbeit zu messen.</p>

<p>Gefahren und Schutzmaßnahmen</p> <p>Elektrizität im Haushalt</p> <p>Verhinderung von Kabelbränden</p>	<p>Im Haushalt haben wir Wechselstrom mit 230 Volt Spannung, die el. Geräte sind parallel an das Netz angeschlossen, so dass jedes Gerät 230 Volt zur Verfügung hat. Dadurch addieren sich die Ströme und die Leistungen. Maximal 2300 Watt kann pro 10–Amperesicherung durchgelassen werden. Diese Sicherungen schützen die Leitungen vor zu viel Strom, der Kabelbrand (und Mauer aufstemmen) verursachen würde.</p> <p>Der elektrische Strom verursacht schon bei kleinen Spannungen ab 50 Volt Herzrhythmusstörungen, daher Vorsicht!. Bei größeren Strommengen kann es auch zu Verbrennungen kommen. Da der Körper aber einen Widerstand von ca. 1–100 kΩ hat, kann normalerweise nicht zu viel Strom fließen (wie viel ?), dass Verbrennungen entstehen, wohl aber entstehen Reflexe der Nerven. So kann eine geschlossenen Hand nicht mehr aufgemacht werden. Weiteres Problem: Der Nulleiter ist geerdet, so dass man jederzeit über den Fußboden mit einem Strompol verbunden ist. Es reicht also die Verbindung zum Phasenleiter, damit der Stromkreis geschlossen ist. Gott–sei–Dank schaltet dann der FI–Schutzschalter aus, weil ein Fehlerstrom (Strom geht über den Boden in die Erde und kehrt nicht wieder zurück) entstanden ist.</p> <p>Weiterer Schutz ist der Schuko–Stecker (Schutzkontaktstecker): Das Gerät ist via Schutzleiter direkt mit der Erde verbunden. Falls ein Kabel einen Gehäuseschluss hat (durch Abwetzen der Draht–Isolierung), so fließt der Strom über die Schutzerde–Leitung zur Erde ab und der FI–Schutzschalter schaltet aus.</p> <p>Weiterer Schutz im Badezimmer (besonders gefährlich – warum?): Rasiersteckdose: durch Trafo wird der Strom von der Erde abgekoppelt, man kann barfußig rasieren. Außerdem ist eine Bimetallsicherung eingebaut, die allzu viel Stromfluss verhindert.</p>
<p>Energie und Leistung des elektrischen Stromes</p>	<p>Stromenergie entsteht bei Bewegung einer Ladung in einem elektrischen Feld (oder Leiter), sie wächst mit der Spannung U, dem Strom I und der Zeit t: $W = U \cdot I \cdot t$</p> <p>Stromleistung ist Arbeit pro Zeit, also $P = U \cdot I$ (Leistung ist $P_F U I$)</p>