

Elektrischer Strom

Beim elektrischen Strom fließen **Ladungsträger**. Ladung ist eine Eigenschaft von Materie, für die wir keinen direkten Sinn haben. Es gibt positiv (z.B. Protonen) und negativ geladene Teilchen (z.B. Elektronen). Und es gibt neutrale Teilchen (Neutronen).

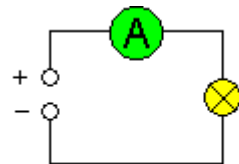
Alle drei Teilchen sind Bestandteile der Atome (siehe Blatt Atome)

Strom besteht aus geladenen Teilchen (im Metall sind es Elektronen), die sich bewegen und Energie von der E-Werk zum Verbraucher transportieren. Wir können uns den elektrischen Strom wie einen Fluss vorstellen. Die Elektronen fließen vom Minus- zum Plus-Pol. Es gilt aber weiterhin die Festlegung: **Der Strom fließt vom Plus- zum Minuspol** (technische Stromrichtung).

Die **Stromstärke** (durch einen Leitungsquerschnitt) wird mit einem Ampere-Meter gemessen. Das Amperemeter befindet sich im Stromkreis.

Die Einheit des Stromes ist 1 A (Ampere). Sie gibt an, wie viel Ladung Q , gemessen in C - Coulomb ($1\text{ C} = 6,24 \cdot 10^{18}$ Elektronen) pro Sekunde durch einen Querschnitt fließen.

Symbol für Größe Stromstärke: $I = Q/t$ (Ladung pro Zeit), Einheit $1\text{ A} = 1\text{ C}/1\text{ s}$

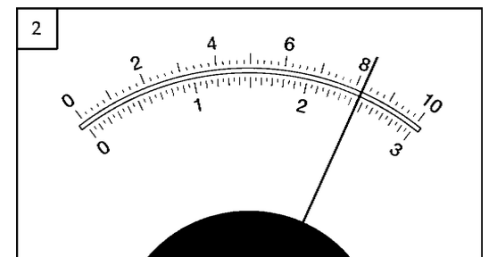


Anschließen des Amperemeters: Wir schließen es so an, dass der gesamte Strom durch das Amperemeter hindurchfließt. Es fließt an jeder Stelle des Stromkreises derselbe Strom. Strom wird also nicht verbraucht, es gehen keine Elektronen verloren! Beim Pluspol kommen so viele Ladungen an, wie beim Minuspol weggehen!

Ablezen der Stromstärke: Schauge, welcher Maximalstrom dem Vollausschlag entspricht und rechne dann um.

Bsp: (siehe Amperemeter rechts)

Wenn der Maximalausschlag 3 A sind, fließen 2,48 A, wenn der Maximalausschlag 1 A ist, so fließen 0,82A.



Bei einem Strom von $I = x\text{ A}$ fließen pro Sekunde $x \cdot 6,24 \cdot 10^{18}$ Elektronen durch den Drahtquerschnitt

Vorsicht: Die Geschwindigkeit der Elektronen ist sehr gering, ein paar cm/Stunde – aber der Strom beginnt fast gleichzeitig im Stromkreis zu fließen, wenn der Schalter geschlossen wird! (Das Wasser in einem sehr breiten Fluss fließt auch langsam)

Leiter und Isolatoren

In Isolatoren gibt es keine frei beweglichen Elektronen, wohl aber in Leitern. In Flüssigkeiten und mitunter in Gasen können sich auch Atome bewegen (die dann zu wenig oder zu viele Elektronen haben müssen – Ionenleitung, in Halbleitern gibt es eine positive Lochleitung).

Beispiele für Leiter: Metalle und Kohle

Nichtleiter: Porzellan, Gummi, Luft (unter Normalbedingungen, s.u.)

(Fließt ein Strom, entsteht ein **Magnetfeld**. (Buch S.190). Fließt durch einen Draht ein Strom, so bildet sich um den Draht herum ein Magnetfeld.

Linke Handregel (Daumen zeigt in Fließrichtung der Elektronen, die Finger geben die Richtung der Magnetfeldlinien)

Rechte Handregel (Daumen zeigt in Richtung der technischen Stromrichtung)

Merke: Wir können das Magnetfeld nicht sehen oder riechen. Wir können es nur beschreiben, berechnen. Wir akzeptieren diesen Sachverhalt einfach als Tatsache. Schließlich können wir Radio- oder Handystrahlen auch nicht sehen.)

Elektrische Spannung

Menschen setzten den Stromkreis ein, damit der Strom Energie vom E-Werk zum Verbraucher transportiert, d.h. zur der Lampe, zur der Heizung, allgemein zum Widerstand.

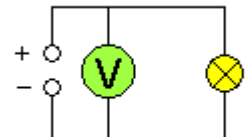
Zwei Dinge fließen im Stromkreis:

Ladung im Kreis, Energie vom E-Werk zum Verbraucher.

(Anmerkung: Mit Strom kann man auch Information transportieren, dies untersuchen wir aber nicht, dies gehört eher zur Informatik)

Die Energie wird in einem Bereich - zwischen zwei Punkten - abgegeben, etwa in der Lampe, im Widerstand.

Die Spannung wird mit einem **Voltmeter** gemessen. Die Einheit der Spannung ist das Volt. Sie gibt an, wieviel Energie pro Ladung abgegeben wird. $1\text{ V} = 1\text{ J}/1\text{ C}$. Das Voltmeter verbindet zwei Stellen des Stromkreises zwischen denen die abgegebene Energie bestimmt werden soll. Es ist parallel zum Widerstand geschaltet.



(Potential: Die Spannungsquelle ist eine Art Pumpe, die Elektronen zum Minuspol „drückt“ und ihnen so Energie gibt. Eine Wasserpumpe verhält sich ähnlich: Wasser auf eine Höhe gehoben. Unter der Lageenergie = der potentiellen Energie einer Wassermenge versteht man die Energie, die frei wird, wenn das Wasser auf die tiefste Stelle fällt. Verbindet man den Minus-Pol einer 5-V-Spannungsquelle mit der Erde, dann hat der Pluspol ein Potential von 5 V. Wenn zwischen dem Plus- und dem Minuspol zwei Widerstände liegen und der Spannungsabfall (die Spannung) am ersten 2 V und die am zweiten 3 V beträgt, so hat der Punkt vor dem zweiten Widerstand ein Potential von 3V – wenn Strom fließt, wenn kein Strom fließt ist sein Potential 5 V. An einem Widerstand fällt keine Spannung ab, wenn kein Strom fließt, der Spannungsabfall ist dann am offenen Schalter.)

Menschen interessiert beim Strom eigentlich nur die abgegebene Energie am Widerstand. Es gilt $E = U \cdot I \cdot t$. ($P = U \cdot I$), dabei ist U der Spannungsabfall am Widerstand.

Messen kann man 1) die Stromstärke, die im Stromkreis fließt. 2) die Spannung,

die Energie pro Ladung, die zwischen zwei Stellen (etwa Anfang und Ende der Lampe) abgegeben wird.

Damit kann man die Energie berechnen.

Beispiel: Wenn 5 min lang ein Strom von 2,3 A fließen und die Spannung zwischen Anfang und Ende des Widerstandes 27 V beträgt, dann ist die insgesamt abgegebene Energie $E = P \cdot t = I \cdot U \cdot t = 2,3 \text{ A} \cdot 27 \text{ V} \cdot 5 \text{ min} = 2,3 \text{ C/s} \cdot 27 \text{ J/C} \cdot 5 \cdot 60 \text{ s} = 2,3 \cdot 27 \cdot 300 \text{ C/s} \cdot \text{J/C} \cdot \text{s} = 18630 \text{ J} = 18,63 \text{ kJ}$

Benutzt wurde die folgenden fünf Größen (mit ihren Einheiten) und ihre Zusammenhänge.

Q = Ladung, Einheit C (= $6,24 \cdot 10^{18}$ Elektronen)

I = Stromstärke, Einheit A = C/s

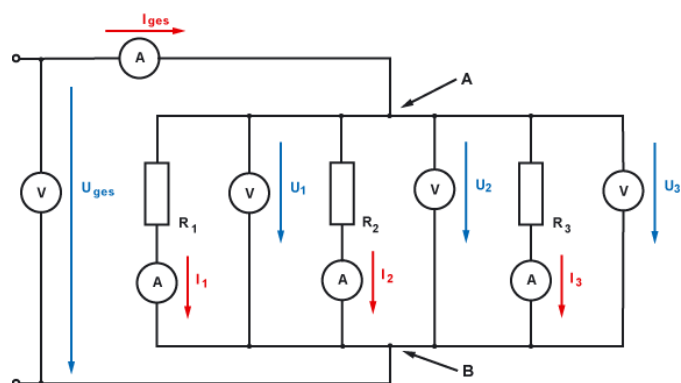
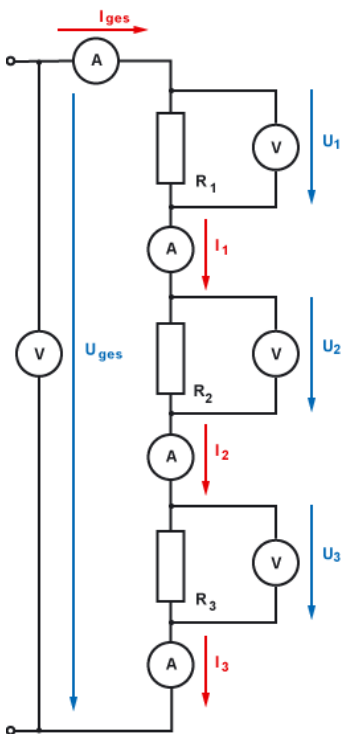
E = Energie, Einheit J (Joule) – Vorstellung: Arbeitsfähigkeit, Bewegungsenergie

P = Leistung = Energie pro Zeit, Einheit W (Watt) $P = E/t$, Einheit $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

U = Spannung, Einheit V (Volt) $U = E/Q$ Einheit $1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$

Es gilt $E = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$ Einheit $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ J/C} \cdot 1 \text{ C/s} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ J}$

Widerstände kann man hintereinander (in Reihe, Reihenschaltung) oder nebeneinander (parallel, Parallelschaltung) anschließen.



Bei der Reihenschaltung (links) fließt durch jeden Widerstand derselbe Strom. Die Spannungen addieren sich.

Bei der Parallelschaltung liegt an jedem Widerstand dieselbe Spannung, die Stromstärke vor der Verzweigung ist die Summe der Stromstärken in den Parallelkreisen. Der Spannungsabfall ist an allen parallelen Widerständen gleich.