

1 Elektrische Ladungsträger, Strom und Spannung

1.1 Atomaufbau und elektrische Ladungsträger

Alle Stoffe sind aus den kleinsten Bausteinen der Materie, den Atomen, zusammengesetzt. Ein Atom besteht aus einem schweren **Atomkern** und aus leichten **Elektronen**, die um den Atomkern kreisen. Der Atomkern setzt sich wiederum aus **Protonen** und **Neutronen** zusammen. Normalerweise befinden sich in einem Atom **gleichviele** Elektronen wie Protonen. Die verschiedenen Grundstoffe (Elemente) unterscheiden sich durch die Zahl der **Protonen** in ihrem Atomkern. Zum Beispiel hat das Edelgas Helium zwei Protonen und das Metall Kupfer **29** Protonen im Atomkern. Man kennt heute 92 natürliche chemische Elemente, die sich durch die Protonenzahl im Atomkern und damit auch durch die Elektronenzahl unterscheiden.

Im Atomaufbau stoßen wir auf die elektrische Ladung. Sowohl Protonen als auch Elektronen sind elektrisch geladen (Neutronen sind elektrisch ungeladen). Da die beiden Ladungen verschiedenartig sind, gibt man ihnen verschiedene Bezeichnungen.

Protonen haben **positive** Ladungen, Elektronen haben **negative** Ladungen. Die Verschiedenartigkeit der Ladungen erkennt man aus ihren Kraftwirkungen:

Ungleichnamige Ladungen ziehen sich an.

Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab.

Da in einem Atom die Zahl der Protonen und die Zahl der sie umkreisenden Elektronen normalerweise gleich groß ist, heben sich die Ladungen gegenseitig auf, es besteht Ladungsgleichgewicht, und das Atom zeigt nach außen keine Ladung - es verhält sich **neutral**

1.2 Elektrische Leiter und Nichtleiter

In manchen Stoffen, vor allem in **Metallen**, kreisen nicht alle Elektronen um ihre Atomkerne. Einige können sich frei zwischen den Atomen bewegen. Diese Elektronen, die an keinen Atomkern gebunden sind, nennt man freie Elektronen. Nur Werkstoffe mit vielen freien Elektronen sind für die Leitung des elektrischen Stromes brauchbar.

Die Elektronen sind unvorstellbar klein. in guten Leitern (Metallen) kann man sich die freien Elektronen in riesiger Zahl zwischen einem Gitter von Atomen eingefüllt denken.

Beispiele sind:

Kupfer, Eisen, Stahl, Silber, Gold, Aluminium, Kohlenstoff

Nichtleiter sind Werkstoffe, in denen relativ wenig freie Elektronen vorhanden sind. Nichtleiter oder Isolatoren benutzt man, um elektrische Leitungen voneinander zu trennen oder vor Berührung zu schützen. z.B.

Kunststoffe, Keramik, Öl, Luft, usw.

1.3 Das geladene Atom - Ion

Ionen sind **elektrisch geladene** Atome. Sie kommen zustande, wenn ein Atom in seiner Elektronenhülle entweder zu viel oder zu wenig Elektronen hat. Herrscht ein Elektronenüberschuss ist das Atom **negativ** geladen. Solche negativen Ionen nennt man Anionen. Beim Fehlen von Elektronen im Atom entsteht ein **positiv** geladenes Ion, das Kation genannt wird. Die Ionen sind für die Leitung des elektrischen Stromes in Flüssigkeiten und in Gasen sehr wichtig, denn dort erfolgt der Ladungstransport nicht durch freie Elektronen, sondern durch Ionen.

1.4 Der Strom

Die freien **Elektronen** die in einem Leiter vorhanden sind, bilden die Voraussetzung für das Fließen des elektrischen Stromes. Wenn diese freien Elektronen sich gemeinsam in die **gleiche** Richtung bewegen, sagt man, es fließt ein elektrischer Strom. Dieser elektrische Strom ist die Grundlage für die meisten Anwendungen der Elektrizität, denn nur wenn ein Strom fließt, kann sich ein Motor drehen oder eine Glühlampe leuchten.

Der elektrische Strom ist ein Fließen von Elektronen in einem Leiter.

1.5 Die Stromstärke

Fließen je Sekunde **viele** Elektronen durch einen Leiter, dann ist die Stromstärke groß. Wenn die Stromstärke klein ist, fließen je Sekunde **wenig** Elektronen durch den Leiter. Der elektrische Strom kann nur dann fließen, wenn zwischen den Polen der Spannungsquellen ein leitender Weg für Ladungsträger (Elektronen, Ionen) besteht.

Das Formelzeichen für Stromstärke ist **I**.

Die Einheit der Stromstärke ist das Ampere (Zeichen **A**).

Da die Zahl der freien Elektronen unvorstellbar groß ist und daher nicht angegeben wird, verwendet man als praktisches Maß für die Stromstärke das Ampere. Die Stromstärke beträgt **1 A**, wenn in jeder Sekunde 6,28 Trillionen (~ 6 280 000 000 000 000) Elektronen fließen.

Häufig verwendet man nur Bruchteile von Ampere und gelegentlich auch einige tausend Ampere. Um überblickbare Zahlen zu erhalten, verwendet man in diesen Fällen Vielfache und Teile der Einheit Ampere:

1 **Kiloampere** (kA) = 1000 A = 10^3 A

1 **Milliampere** (mA) = 0,001 A = 10^{-3} A

1 **Mikroampere** (μA) = 0,000001 A = 10^{-6} A

Übungen:

1. Die angegebenen Stromstärken sind in Vielfache und Teile der angegebenen Einheit umzuwandeln und die Tabelle ist zu ergänzen:

mA	550 000	700	1200	1 900	16	13 100	$4,2 \cdot 10^2$
A	550	0,7	1,2	1,9	0,016	13,1	$4,2 \cdot 10^{-1}$
kA	0,55	0,000 7	0,001 2	0,001 9	0,000 016	0,013 1	$4,2 \cdot 10^{-4}$

2. Umwandlung in mA:

0,3 A; 0,0025 A; 1,56 A; 650 μA ; 10,34 A; 0,0078 A; 2,2 A

0,000 3 mA; 2,5 mA; 1 560 mA; 0,65 mA; 10 340 mA; 7,8 mA; 2 200 mA

3. Umwandlung in A:

750 mA; 43 mA; 0,44 kA; 1290 mA; 1,1 kA; 3400 mA; 0,8 kA

0,75 A; 0,043 A; 440 A; 1,29 A; 1 100 A; 3,4 A; 800 A;

1.6 Die Spannung

Damit die freien Elektronen zu fließen beginnen und ein elektrischer Strom entsteht, benötigt man einen auf die Elektronen wirkenden **Druck**. Dieser „Druck“ kann z. B. von einer Batterie stammen, denn eine Batterie wirkt wie eine Elektronenpumpe. Sie versucht die Elektronen beim **Pluspol** einzusaugen und beim **Minuspol** hinaus zu drücken.

Durch die Pumpwirkung einer Batterie entsteht zwischen ihren beiden Polen (Anschlussklemmen) ein Ladungsunterschied.

Am Minuspol (-) herrscht **Elektronenüberschuss**. Am Pluspol (+) herrscht **Elektronenmangel**. Diesen Ladungsunterschied nennt man **Spannung U**.

Da für das Fließen eines elektrischen Stromes ein Druck auf die Elektronen ausgeübt werden muss, ist die Spannung U die Ursache für den elektrischen Strom. Ohne treibende Spannung kann kein Strom fließen. Als Maß für die Spannung wurde das Volt (V) festgelegt.

Das Formelzeichen für die Spannung ist **U**.

Die Einheit der Spannung ist das Volt (**V**).

Gebräuchliche Teile und Vielfache der Einheit Volt sind:

1 **Kilovolt** (kV) = 1000 V = 10^3 V

1 **Millivolt** (mV) = 0,001 V = 10^{-3} V

1 **Mikrovolt** (μ V) = 0,000001 V = 10^{-6} V

Alle Geräte, die eine elektrische Spannung erzeugen, nennt man **Spannungsquellen** (oft auch Stromquellen). Die elektrische Spannung wird durch zwei **Leitungen** (Drähte) fortgeleitet und ist dann überall zwischen den beiden Adern feststellbar und gleich groß. Auf diese Weise wird die elektrische Spannung vom **Kraftwerk** ausgehend zu jedem Stromabnehmer mit Hilfe eines Leitungsnetzes geleitet und steht dort den Verbrauchern zur Verfügung.

Übungen:

1. Die in der folgenden Tabelle angegebenen Spannungen sind in Vielfache und Teile der angegebenen Einheit umzuwandeln und in die Tabelle einzutragen:

mV	270	96	1320	680	13 000	230 000	400 000
V	0,27	0,096	1,32	0,68	13	230	400
kV	0,000 27	0,000 096	0,001 32	0,000 68	0,013	0,23	0,4

2. Wandle in Volt um:

0,0024 kV; 126 mV; 1,2 kV; 760 mV; 0,034 kV; 65,4 mV; 2034 mV;

2,4 V; 0,126 V; 1 200 V; 0,76 V; 34 V; 0,065 4V; 2,034 V;

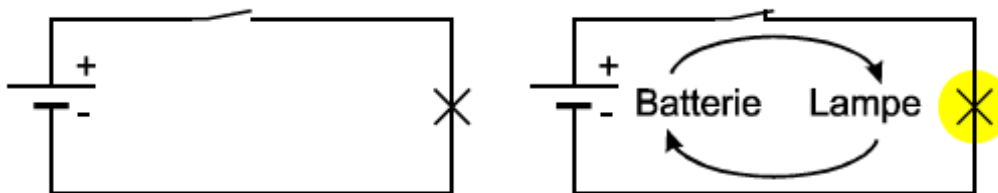
1.7 Der elektrische Stromkreis.

Schaltet man eine **Glühlampe** an eine Spannungsquelle (Batterie) an, so werden Elektronen vom Minuspol (Elektronenüberschuss) über die **Leitung** durch den **Verbraucher**, zum Pluspol gedrückt. Es fließt ein elektrischer Strom. Jedes Gerät, das für seinen Betrieb elektrischen Strom braucht, nennt man **elektrischen Verbraucher** oder kurz Verbraucher. Der einfachste **Stromkreis** besteht daher aus drei Teilen: **Spannungsquelle, Anschlussleitung und Verbraucher.**

1.7.1 Geschlossener Stromkreis

Elektrischer Strom kann nur in einem **geschlossenen** Stromkreis fließen, d.h. nur dann, wenn von einem Pol der Spannungsquelle ein leitender Weg zum zweiten Pol besteht. Da an jeder Stelle des Stromkreises die **Elektronen** gleichzeitig und gleich stark in Bewegung sind, gilt:

In einem einfachen Stromkreis ist die Stromstärke an jeder Stelle des Stromkreises gleich groß.



Beim **offenen** Stromkreis ist der Stromweg irgendwo (z.B. beim Schalter) unterbrochen, es kann kein Strom fließen.

1.7.2 Stromrichtung

Wir unterscheiden in der Elektrotechnik zwei Stromrichtungen:

- Die Elektronenstromrichtung
- Die technische Stromrichtung

Die technische Stromrichtung wurde zu einer Zeit festgelegt, als man noch nicht wusste, dass die Elektronen **negativ** geladen sind und daher genau umgekehrt fließen. Nachdem

alle Gesetze der Elektrotechnik mit dieser technischen Stromrichtung festgelegt sind, und die Elektronen ohnehin für das menschliche Auge unsichtbar sind, wurde diese Festlegung beibehalten. Für alle physikalischen Gesetze, bei denen die Stromrichtung eine Rolle spielt, wird die „Technische Stromrichtung“ angenommen.

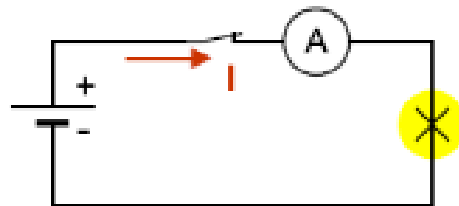
1.7.3 Geschwindigkeit des elektrischen Stroms

Beim Schließen des Schalters setzen sich alle **Elektronen** des Stromkreises praktisch gleichzeitig in Bewegung. Die Elektronen selbst fließen nur sehr langsam (ca. **1 – 5 mm** je Sekunde).

Die Spannung liegt praktisch gleichzeitig mit dem Schließen des Schalters auch am gesamten **Leitungsnetz** an und steht dem Verbraucher zur Verfügung. Ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit entspricht ungefähr der Lichtgeschwindigkeit von **300 000 km/s**.

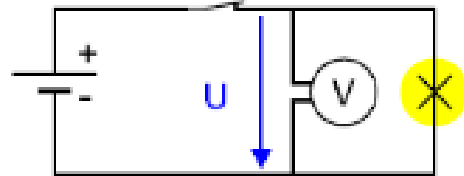
1.7.4 Das Messen der Stromstärke

Die elektrische Stromstärke wird mit dem Amperemeter gemessen. Ein Amperemeter muss stets so geschaltet werden, dass der zu messende Strom durch das Messgerät fließt. Zur Messung der Stromstärke muss ein geschlossener Stromkreis geöffnet und über das Amperemeter wieder geschlossen werden. Das Amperemeter wird in den Stromkreis, d.h. mit dem Verbraucher in Reihe geschaltet.



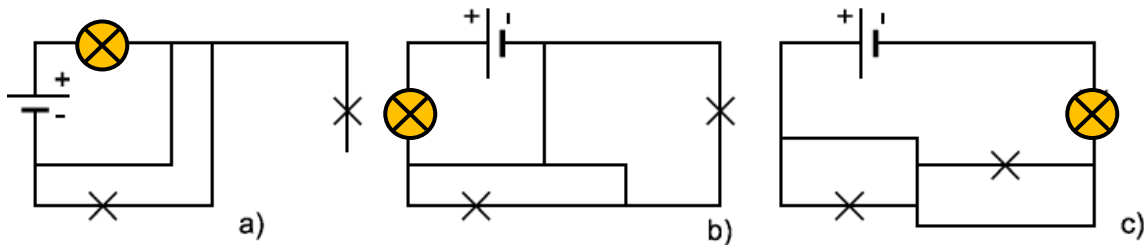
1.7.5 Das Messen der Spannung

Die elektrische Spannung wird mit dem Spannungsmesser oder Voltmeter gemessen. Ein Voltmeter muss stets an jene beiden Punkte angeschlossen werden, zwischen denen die Spannung gemessen werden soll. (Parallel zum Verbraucher).

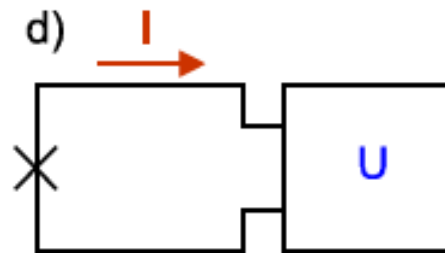
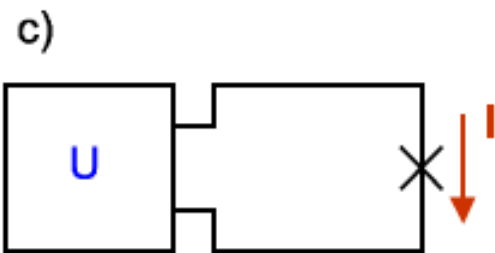
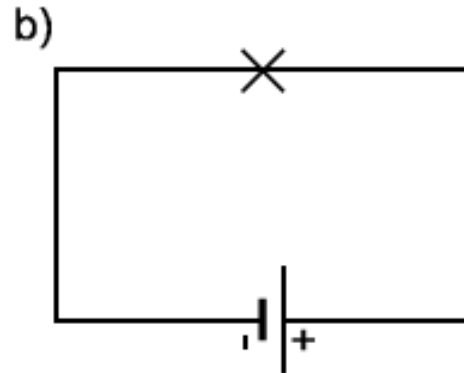


Übungen:

1. Welche Glühlampen in den Schaltungen leuchten (liegen also an Spannung)? Die Stromwege sind nachzuzeichnen.



2. In den Stromkreisen a) und b) ist die technische Stromrichtung mit Pfeilen einzuzeichnen. In den Stromkreisen c) und d) sind die Pole der Spannungsquelle zu bezeichnen.



3. Zeichne Amperemeter und Voltmeter für die Messung von Strom und Spannung an der Lampe richtig in die Schaltungen ein.

