



Jenfelder Allee 80 – 22045 Hamburg

Elektrofachkraft nach SQ Q1

Reihen- / Parallelschaltung

[illegible]

Grundlagen der E-Technik

Definition:

Wir haben tagtäglich mit Strom zu tun. Aber was ist denn eigentlich Strom? Man kann ihn nicht riechen, sehen oder hören. Man fühlt ihn, z.B. bei einem elektrischen Stromschlag. Was passiert da? Was ist Strom?

Strom ist die Bewegung von Elektronen in einem elektrischen Leiter.

Strom fließt nicht durch jedes Material. Die *Leitfähigkeit* eines Materials ist abhängig von der Menge der „freien“ Elektronen in dem jeweiligen Material. Gute **Leiter** des elektrischen Stromes wie z.B. Kupfer haben viele freie Elektronen, schlechte oder auch **Nichtleiter** haben wenig oder gar keine freien Elektronen. Außerdem gibt es noch **Halbleiter**, deren Leitfähigkeit je nach äußeren Bedingungen (z.B. Wärme, Licht) variiert. Sie werden vorwiegend zur Herstellung von elektronischen Bauteilen verwendet.

Atomaufbau:

Jedes Atom besteht aus einem positiv geladenen Kern und einer negativ geladenen Hülle. Der Kern besteht aus positiv geladenen Teilchen, den *Protonen* und neutralen Teilchen, den *Neutronen*. Die Aufgabe der *Neutronen* besteht darin, zu verhindern, dass der Atomkern „auseinanderfliegt“, da gleiche Ladungen sich abstoßen. Die Atomhülle besteht aus *Elektronen*. Sie sind negativ geladen.

Gleiche Ladungen stoßen sich ab, gegensätzliche Ladungen ziehen sich an.

Elektrische Ladung Q :

Die kleinste elektrische Ladung, die möglich ist, ist die *Elementarladung* e :

Protonen haben eine Elementarladung von

$$e+ = +1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C (Coulomb)}$$

Demgegenüber stehen die Elektronen mit einer *Elementarladung* von

$$e- = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$



Die elektrische Ladung 1 Coulomb ist ein Vielfaches der *Elementarladung* e :

$$1 \text{ C} = 6,242 \cdot 10^{18} e$$

Das sind 6.242.000.000.000.000.000 Elektronen!

Unterschiedliche elektrische Ladungen haben das Bestreben, sich bei Kontakt auszugleichen.

Hier fließen Elektronen vom negativ geladenen Teil (Minuspol) zum positiv geladenen Teil (Pluspol), solange, bis beide Pole gleich geladen sind, vergleichbar mit zwei unterschiedlich hoch mit Wasser gefüllte Gläser, die durch einen Schlauch miteinander verbunden werden. Hier fließt also ein Strom. Wir sprechen bei unterschiedlich geladenen Polen auch von *unterschiedlichem Potential* oder einer *Spannung* U , die zwischen den Polen anliegt.

Spannung U :

Ein Strom kann nur fließen, wenn die Elektronen in einem Leiter dazu angeregt werden. Dies ist der Fall, wenn sie zu einem „Platz“ fließen, der eine andere Ladung hat, als der Platz von dem sie kommen (siehe oben). Die *Spannung* U oder das *unterschiedliche Potential* sind also die Motivation für die Elektronen, sich zu bewegen. Elektrischer Strom kann nur fließen, wenn eine Spannung vorhanden ist.

Ohne Spannung kein Strom. Spannung ist also getrennte Ladung.

Die elektrische Spannung (Formelzeichen U) hat die Einheit Volt (Einheitenzeichen V).

Die Einheit der elektrischen Spannung, das Volt, ist über die Ladung Q und die Energie (Arbeit W) gesetzlich festgelegt:

Die elektrische Spannung beträgt 1 V, wenn mit der Energie von 1 Joule (1 Newtonmeter) die elektrische Ladung 1 Coulomb getrennt oder transportiert wird.

Mit anderen Worten, um Ladungen zu trennen oder zu transportieren muss man was tun. Was man tun muss, und wieviel, sagt der obige Satz...



Stromstärke I :

Die elektrische Stromstärke (Formelzeichen ***I***) hat die Einheit Ampere (Einheitenzeichen **A**).

Die *Stromstärke* ist ganz klar definiert:

Die Stromstärke in einem Leiter beträgt 1 A, wenn sich je Sekunde eine elektrische Ladung von 1 Coulomb durch den Leiterquerschnitt bewegt.

Das sind 6.242.000.000.000.000.000 Elektronen in der Sekunde!

Elektrische Leistung P :

Die elektrische Leistung (Formelzeichen ***P***) hat die Einheit Watt (Einheitenzeichen **W**).

Die *elektrische Leistung* ist das Produkt aus *Spannung* und *Stromstärke*:

$$P = U \times I$$

Elektrischer Widerstand R :

Der elektrische Widerstand (Formelzeichen ***R***) hat die Einheit Ohm (Einheitenzeichen **Ω**).

Jeder Leiter oder Verbraucher setzt dem *Strom* einen *Widerstand* entgegen, der durch eine *Spannung* überwunden werden muss. Es gibt einen Zusammenhang zwischen *Stromstärke*, *Spannung* und *Widerstand*. Diesen Zusammenhang nennt man *Ohm'sches Gesetz*.

$$R = U/I$$



Kirchhoff'sche Gesetze:

1. Kirchhoff'sches Gesetz (Knotenpunktregel):

An jedem Knoten ist die Summe der zufließenden Ströme so groß wie die Summe der abfließenden Ströme.

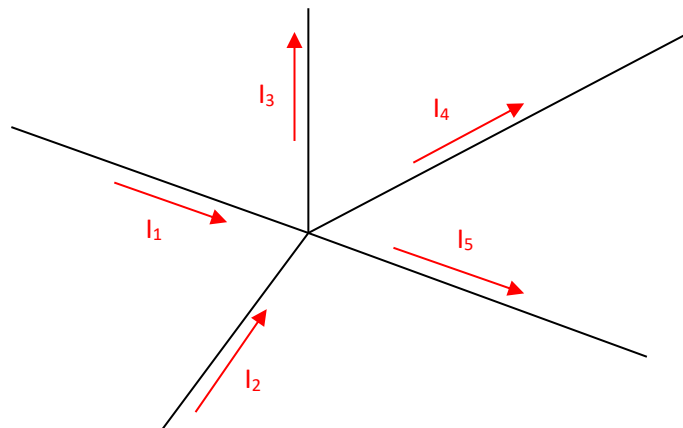
Wir wissen, dass die Stromstärke sich über eine bestimmte Anzahl von Elektronen, die sich pro Zeiteinheit durch einen Leiter bewegt, definiert. Das heißt eigentlich nichts weiter, dass die Elektronen, die irgendwo reingehen, auch irgendwo wieder rauskommen müssen. Kein Elektron geht verloren, es muss irgendwo ankommen. Mathematisch ausgedrückt sieht das so aus:

$$\Sigma I_{\text{zu}} = \Sigma I_{\text{ab}} \text{ oder } \Sigma I = 0$$

„ Σ “ (griechisch) ist das mathematische Symbol für „Summe“.

Punkte, an denen Ströme sich verzweigen, werden auch als Knotenpunkte bezeichnet. An einem Knotenpunkt können mehrere Ströme zufließen und mehrere Ströme abfließen. Die zufließenden Ströme werden positiv, die abfließenden Ströme negativ gezählt.

Beispiel:



I₁ und I₂ sind zufließend; I₃, I₄ und I₅ sind abfließend. Die Gleichung sieht folgendermaßen aus:

$$\Sigma I = 0 = + I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 \text{ oder}$$

$$\Sigma I_{\text{zu}} = \Sigma I_{\text{ab}} = I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

Die Knotenpunktregel findet Anwendung in der Parallelschaltung.



2. Kirchhoff'sches Gesetz (Maschenregel):

In einer Masche ist die Summe der Erzeugerspannungen (Quellenspannungen) und der Teilspannungen an den Verbrauchern null.

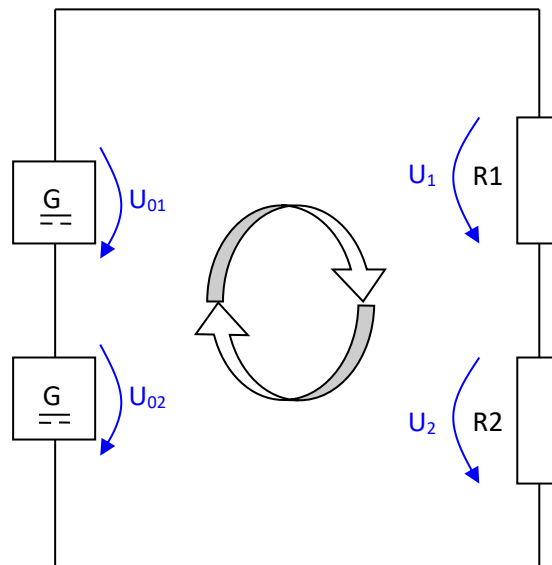
Wir wissen, dass jeder Verbraucher dem Strom einen *Widerstand* entgegensetzt, der durch eine *Spannung* überwunden werden muss. In einer Reihenschaltung fällt an jedem Verbraucher eine *Teilspannung* ab. Die Summe dieser Teilspannungen ergibt dann wieder unsere *Erzeugerspannung*.

Mathematisch heißt das:

$$U_{\text{ges}} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

Es ist möglich, dass sich in einer Masche mehrere *Verbraucher* und mehrere *Erzeuger* befinden. Auch die erzeugten Spannungen (Quellenspannungen) werden mit einbezogen. Wie auch bei der Knotenpunktregel müssen hier die Vorzeichen (Zählrichtung der Bezugspfeile) berücksichtigt werden.

Beispiel:



U_{01} und U_{02} werden positiv gerechnet; U_1 und U_2 werden negativ gerechnet. Die Gleichung sieht folgendermaßen aus:

$$\sum U = 0 = + U_{01} + U_{02} - U_1 - U_2 \text{ oder}$$

$$U_{01} + U_{02} = U_1 + U_2$$

Die Maschenregel findet Anwendung in der Reihenschaltung.



Mit den *Kirchhoff'schen Gesetzen* und dem *Ohm'schen Gesetz* können wir also uns unbekannte Ströme, Spannungen und Widerstände errechnen. Hier noch mal eine Zusammenfassung:

<u>Reihenschaltung</u>	<u>Parallelschaltung</u>
$U_{\text{Ges}} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$	$I_{\text{Ges}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$
$R_{\text{Ges}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$	<u>bei mehr als 2 Widerständen:</u> $1/R_{\text{Ges}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$ <u>bei 2 Widerständen:</u> $R_{\text{Ges}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)}$
$R_1 = U_1/I$	$R_1 = U/I_1$
Spannungsteiler	Stromteiler
I ist konstant	U ist konstant

