

$$R = \frac{1}{G}$$

$$R = \rho * \frac{l}{A}$$

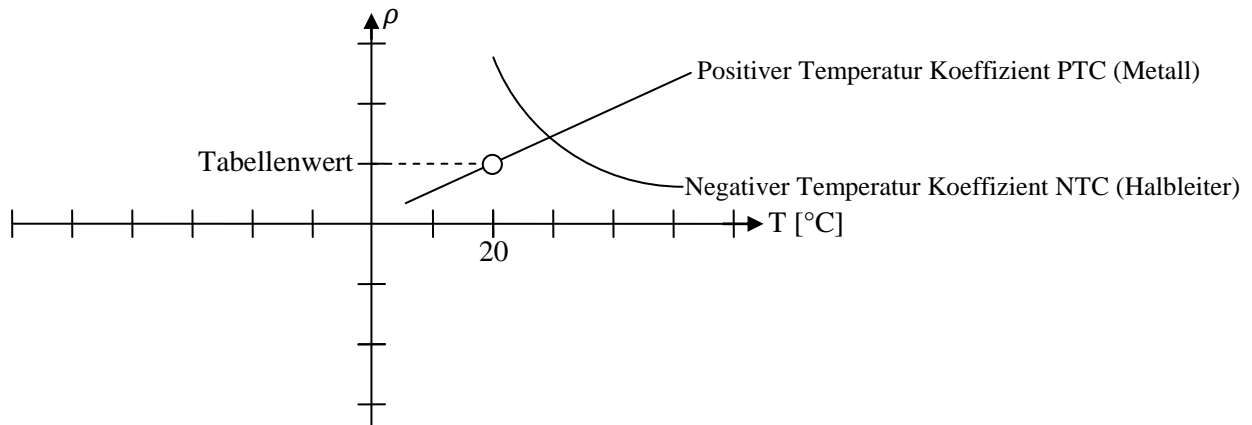
$$R = \frac{U}{I}$$

Temperaturabhängigkeit des spezifischen Widerstands

$$\rho = \rho(T)$$

Für viele Metalle gilt: $\rho(T) = \rho_{20}(1 + \alpha(T - 20^\circ C))$

Beispiel: Für Kupfer ist $\alpha = 3,8 * 10^{-3} Kelvin^{-1}$



Elektrische Arbeit und Leistung

Bei Definition des Volt $W = F * s$ im Kondensator $Q * E * d = Q * U$

$W = Q * U \rightarrow Arbeit = Ladung * Spannung \rightarrow J = C * V = V * As$



Da $I = \frac{Q}{t}$ ist ja $Q = I * t$ und $W = U * I * t$

Elektrische Arbeit : $J = VAs$

Leistung ist Arbeit pro Zeit

Leistung P (Power)

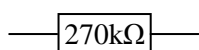
$$P = \frac{W}{t} = \frac{U * I * t}{t} = U * I$$

$P = U * I$ Einheit: $V * A = Watt = W$



$$W = \frac{J}{s} (= \frac{VAs}{s} = VA = W)$$

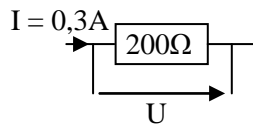
Formelzeichen elektrischer Widerstand:



↑
Beispiel



Ohmscher Widerstand



Erst Spannung U berechnen:

$$R = \frac{U}{I}; U = R * I = 200 \frac{V}{A} * 0,3A = 60V$$

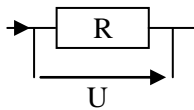
Spannungsabfall an R ist 60V

Zweiter Schritt:

$$P = U * I = 60V * 0,3A = 18VA = 18W$$

Alternativ:

$$P = U * I = R * I^2 = 200 \frac{V}{A} * (0,3A)^2 = 200 * 0,3^2 * \frac{VA^2}{A} = 18VA = 18W$$



$$P = U * I = \frac{U^2}{R}; I = \frac{U}{R} \text{ (Ohmsche Gesetz)}$$

Leistung = 18W heißt es werden $18 \frac{J}{s}$ an Energie umgewandelt.

Elektrische Energie → Wärme (Joulesche Wärme)

Anwendung: Toaster, Kochplatte, Bügeleisen

Rechenbeispiel:

In einem Raum mit 230V-Netz erlaubt die Sicherung bis zu 16A. Es sind schon Geräte eingeschaltet mit insgesamt 1500W Leistung.

Kann das Heizöfchen mit 2kW zusätzlich eingeschaltet werden?

$$P = U * I$$

$$I = \frac{P_{Ges}}{U} = \frac{1500W + 2000W}{230V} = \frac{3500VA}{230V} = 15,2A$$

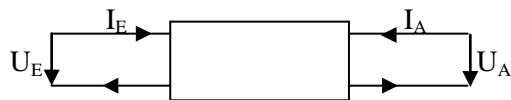
Es geht noch, da $I < 16A$ ist.

$$P_{\max} = U * I_{\max} = 230V * 16A = 3680W$$

Wirkungsgrad

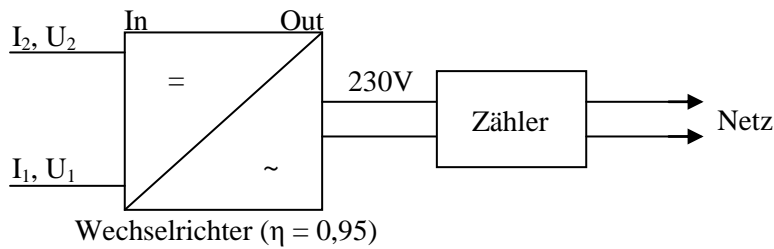
Wenn Eingang und Ausgang elektrisch ist, dann ist der Wirkungsgrad η („eta“) definiert als:

$$\eta = \frac{P_{\text{Ausgang}}}{P_{\text{Eingang}}}$$



$P_A = \eta * P_E$ z.B. $\eta = 0,9$ (90%) (→ 10% Verlust) => als Wärme z.B.

Beispiel: Photovoltaik-Anlage



$U_1 = 185V$, $I_1 = 4,2A$, $U_2 = 258V$, $I_2 = 5,1A \rightarrow$ Gesucht: P_{out} , P_{in}

Eingang:

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = 185V \cdot 4,2A = 777W$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = 258V \cdot 5,1A = 1315,8W$$

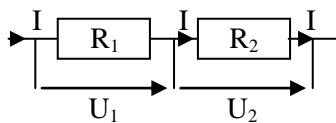
$$P_{in} = P_1 + P_2 = 2092,8W$$

$$P_{out} = \eta \cdot P_E = 0,95 \cdot 2092,8W = 1988,16W \rightarrow \text{ca. } 105W \text{ Verlust (=Abwärme)}$$

$$I_{out} = P_{out} / U_{out} = \frac{1988,16W}{230V} = 8,644A$$

Verschaltung von Widerständen

1) Reihenschaltung



Strom I in beiden Widerständen gleich, die Spannung teilt sich auf.

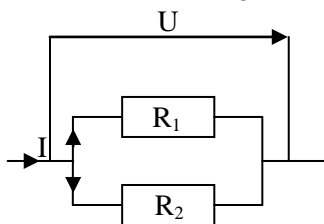
$$R_{Ges} = R_1 + R_2$$

$$U_{Ges} = U_1 + U_2$$

$$R_{Ges} = \sum_{i=1}^N R_i$$

$$R_{Ges} = \frac{U_{ges}}{I} = \frac{U_1+U_2}{I} = \frac{U_1}{I} + \frac{U_2}{I} = R_1 + R_2$$

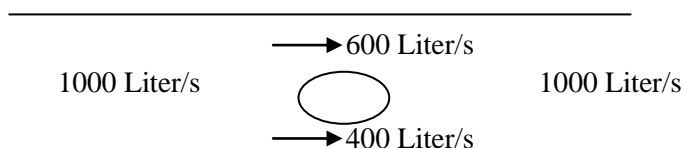
2) Parallelschaltung



$$U_1 = U_2 = U$$

An allen Bauelementen einer Parallelschaltung liegt die gleiche Spannung.

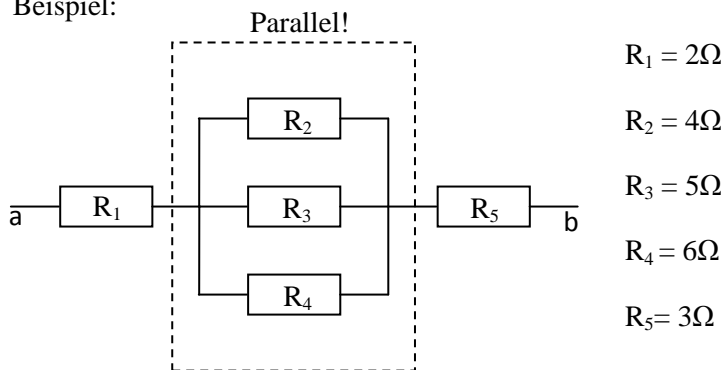
$$I = I_1 + I_2$$



$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Bei N Zweigen gilt: $\frac{1}{R_{ges}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$

Beispiel:

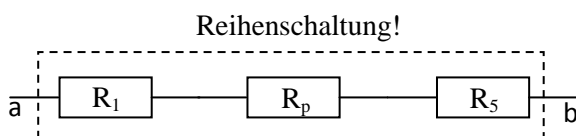


Gesucht $R_{ges} = R_{ab}$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{5\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{30}{120\Omega} + \frac{24}{120\Omega} + \frac{20}{120\Omega} = \frac{74}{120\Omega}$$

$$R_p = \frac{120}{74} \Omega = 1,6216\Omega$$

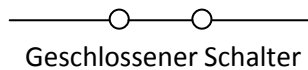
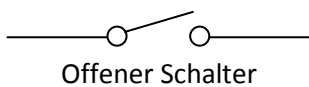
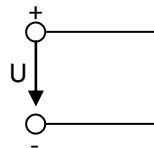
Ersatzschaltbild:



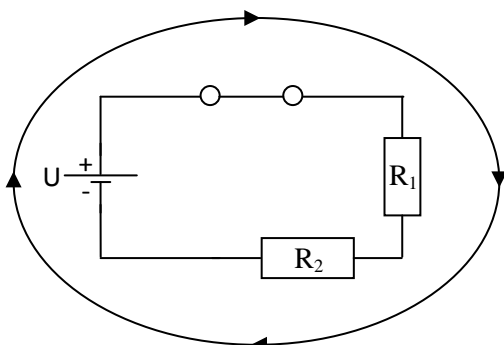
$$R_{ges} = R_1 + R_p + R_5 = 2\Omega + 1,6216\Omega + 3\Omega = 6,6216\Omega$$

Gleichstromkreise

Spannungsquelle

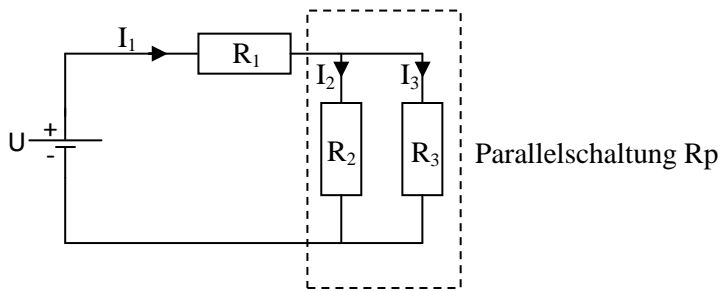


Stromkreis:



Der Stromkreis ist wirklich geschlossen, innerhalb der Spannungsquelle fließen die Ladungen von Minus nach Plus.

Beispiel:



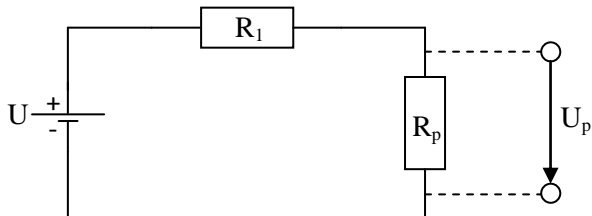
- $U = 12V$
- $R_1 = 20\Omega$
- $R_2 = 50\Omega$
- $R_3 = 12,5\Omega$

Berechnen Sie alle Ströme.

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{50\Omega} + \frac{4}{50\Omega} = \frac{5}{50\Omega}$$

$$R_p = 10\Omega$$

Ersatzschaltbild:



$$R_{ges} = R_1 + R_p = 20\Omega + 10\Omega = 30\Omega$$

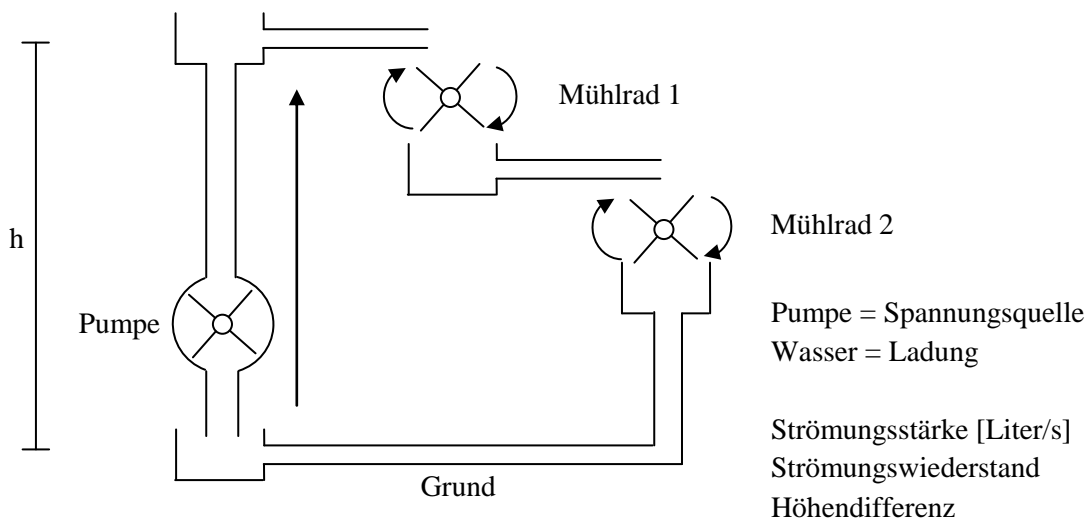
$$I_{ges} = I_1 = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{12V}{30\frac{V}{A}} = 0,4A$$

$$U_p = I_{ges} * R_p = 0,4A * 10\frac{V}{A} = 4V$$

$$I_2 = \frac{U_p}{R_2} = \frac{4V}{50\frac{V}{A}} = 0,08A = 80mA$$

$$I_3 = \frac{U_p}{R_3} = \frac{4V}{12,5\frac{V}{A}} = 0,32A = 320mA$$

Analogie Wasserströmung – elektrischer Strom

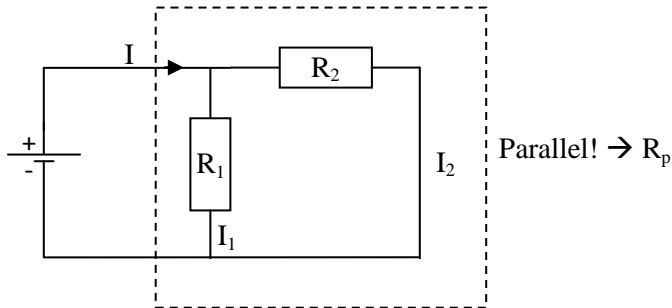


Leistungsbilanz im Stromkreis

Es muss gelten:

Die Summe der abgegebenen Leistungen ist gleich der Summe der aufgenommenen Leistungen.

Beispiel:



$$U = 12V$$

$$R_1 = 240\Omega$$

$$R_2 = 360\Omega$$

Parallel! $\rightarrow R_p$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{240\Omega} + \frac{1}{360\Omega}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12V}{240\Omega} = \frac{1}{20} A$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{12V}{360\Omega} = \frac{1}{30} A$$

$$P_1 = U \cdot I_1 = 12V \cdot \frac{1}{20} A = 0,6W$$

$$P_2 = U \cdot I_2 = 12V \cdot \frac{1}{30} A = 0,4W$$

$$P_{Quelle} = U \cdot I_{Ges} = 12V \cdot \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30}\right) A = 1W$$

Aufgenommen	Abgegeben
0,6W	1W
0,4W	
1W	1W