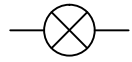


# Elektrizitätslehre

## Einführungsversuch

Materialien:

Glühlampe



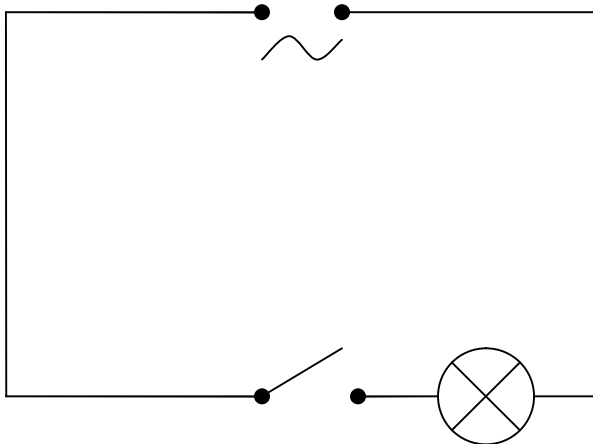
Schalter



Wechselspannungsquelle



## Skizze



———— = Gleichstrom/-spannung

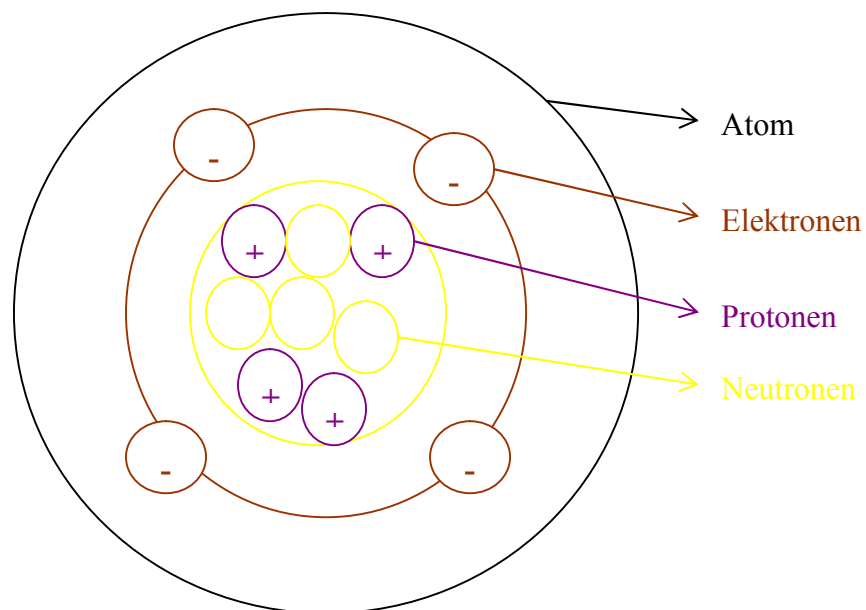


= Wechselstrom/-spannung

Stromstärke: A (Ampère)

Spannung: V (Volt)

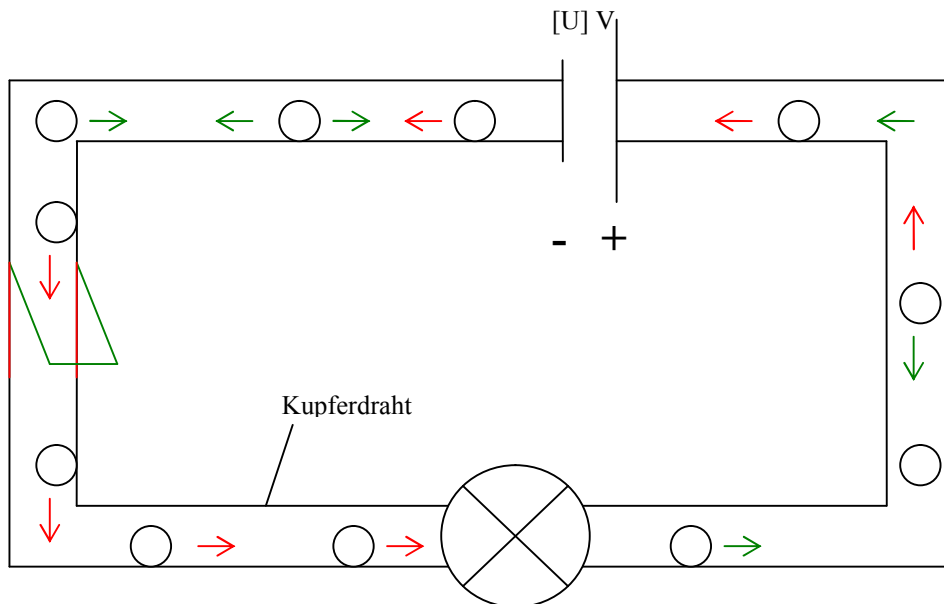
## Der Aufbau eines Atoms



Ein Atom besteht aus einem Atomkern, der aus Neutronen und Protonen besteht. Um diesen Kern schwingen die Elektronen. Diese Atome können sich nicht mehr verändern, bei Erwärmung wird nur die Zusammensetzung vertauscht.

# Elektronenbewegung im Leiter

## Modell



Die Elektronen bewegen sich ungleichmäßig!

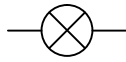
Die Elektronen bewegen sich *alle* in die gleiche Richtung mit gleicher Geschwindigkeit!

Batterien sind immer *Gleichstromquellen!*

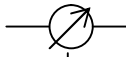
Physikalisch gesehen verläuft der Strom vom *Minus-* zum *Plus*pol! Technisch gesehen aber verläuft der Strom vom *Plus-* zum *Minus*pol!

# Messen von Spannungen und Stromstärken

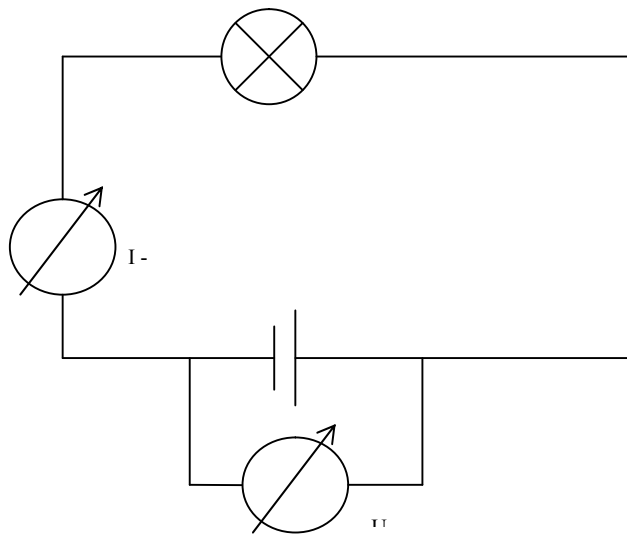
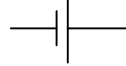
Lampe:



Messgerät:



Stromquelle:

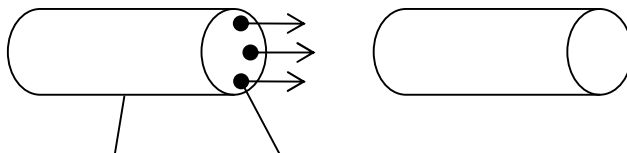


## Was ist Spannung?

Spannung erteilt den Elektronen eine Kraft. Die Elektronen bewegen sich gemeinsam in eine Richtung.

## Was ist Stromstärke?

Die Stromstärke wird durch die Anzahl der Elektronen festgelegt, die durch den Leiterquerschnitt in einer bestimmten Zeit fließen.



Leiterquerschnitt    Elektronen

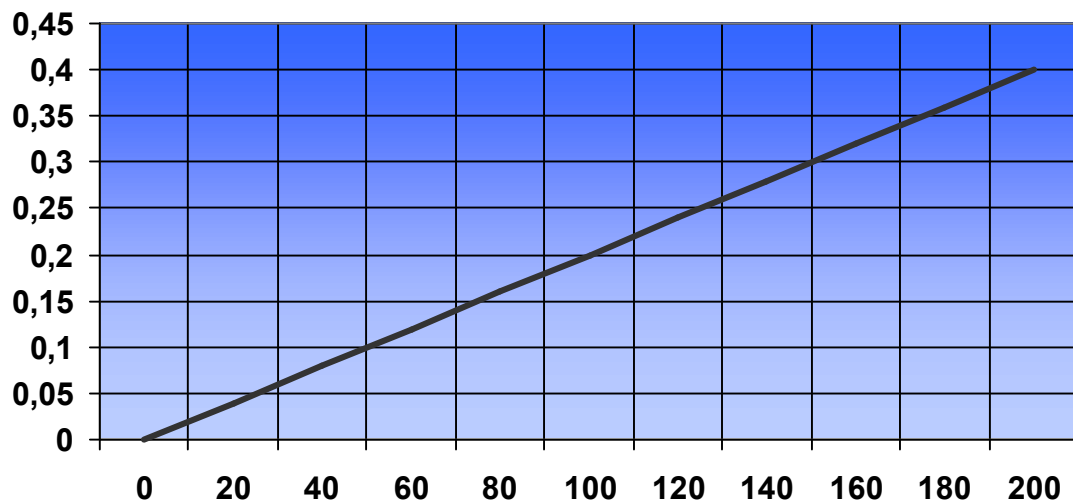
→ Je größer das Volumen des Leiters ist, desto mehr Elektronen können hindurch, d. h. desto größer kann die Stromstärke werden.

Spannung:  $U [U] = \text{in V (Volt)}$

Stromstärke:  $I [I] = \text{in A (Ampère)}$

## Messung von Widerständen

$U$ in $V$	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
$I$ in $A$	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4
$\frac{U}{I}$	-	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500



proportionale Zuordnung

Ursprungsgerade

Proportionalitätsfaktor (Steigung der Gerade)

$$K = \frac{0,12}{60} = 0,002$$

Stromstärke

$$\rightarrow I = 0,002 \cdot U$$

$$0,002 \cdot 500 = 1$$

$$500 = \frac{1}{0,002}$$

$$0,002 = \frac{1}{500}$$

$$\text{Widerstand} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Stromstärke}} \quad R = \frac{U}{I}$$

$$[R] = 1 \frac{V}{A} = 1 \Omega \text{ (Ohm)}$$

## 2. Versuch

$$R = 1 \Omega$$

U in V	0,2	0,4	0,6	0,8
I in A	0,165	0,37	0,56	0,76
R in $\Omega$	1,2	1,08	1,071	1,053

→ Abweichungen aufgrund ungenauer Ablesung

## 3. Versuch

5 V-Glühbirne

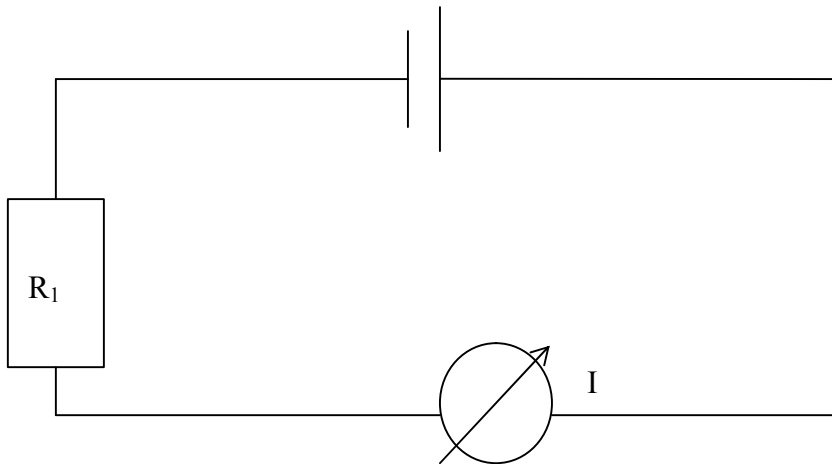
U in V	1	2	3	4	5	6	7
I in A	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14	0,15
R in $\Omega$	20	28,6	33,3	36,4	38,5	42,9	46,7

Wenn ein Stoff erhitzt wird, so verändert sich der Widerstand.

# Messung von Widerständen

## 1. Versuch

Messung der Stromstärke



$$R_1 = 100 \text{ } \Omega$$

$$U = 5 \text{ V}$$

$$I = 0,06 \text{ A}$$

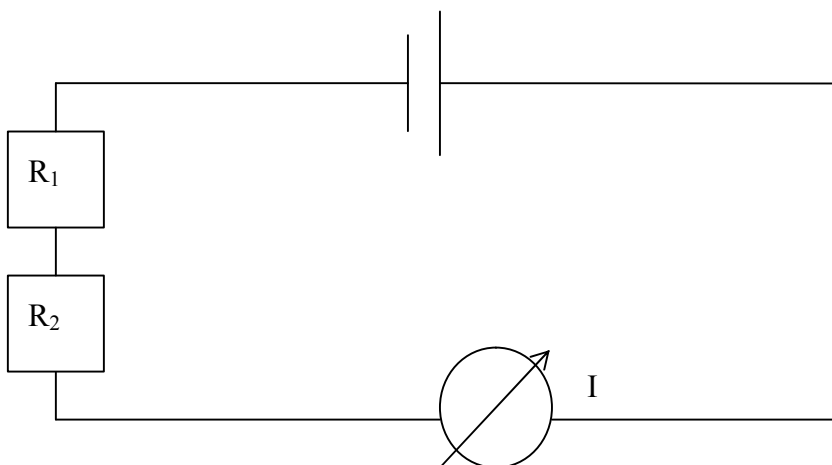
$$R_1 = 100 \text{ } \Omega$$

$$U = 10 \text{ V}$$

$$I = 0,12 \text{ A}$$

## 2. Versuch

Reihenschaltung



$$R_1 = R_2 = 100 \text{ } \Omega$$

$$U = 5 \text{ V}$$

$$I = 0,03 \text{ A}$$

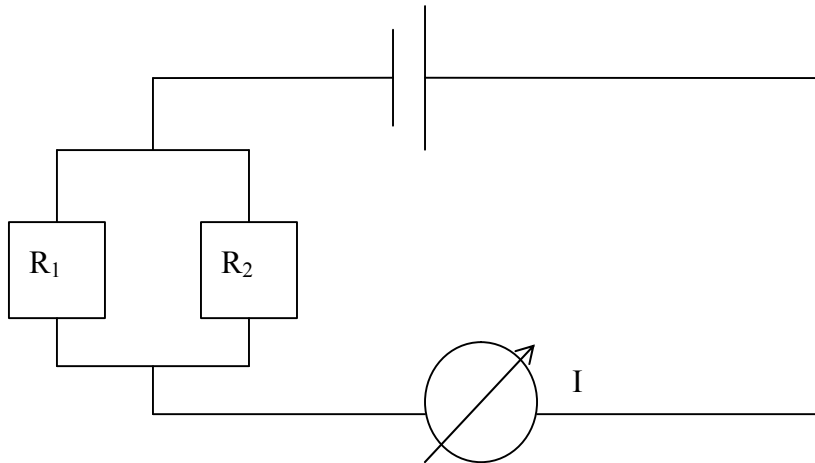
$$R_1 = R_2 = 100 \text{ } \Omega$$

$$U = 10 \text{ V}$$

$$I = 0,06 \text{ A}$$

### 3. Versuch

#### Parallelschaltung



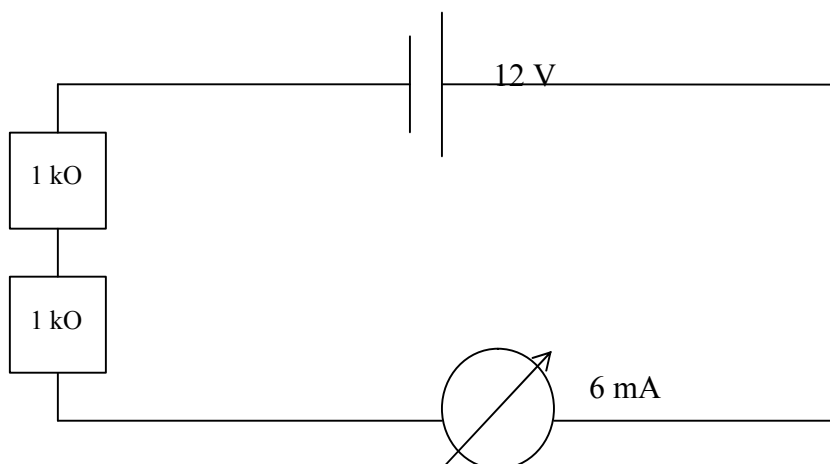
$$R_1 = R_2 = 100 \text{ } \Omega$$

$$U = 5 \text{ V}$$

$$I = 8,7 \text{ A}$$

#### Bei Reihenschaltung

$$R = \frac{12 \text{ V}}{6 \text{ mA}} = \frac{12 \text{ V}}{0,006 \text{ A}} = 2000 \text{ } \Omega = 2 \text{ k}\Omega$$

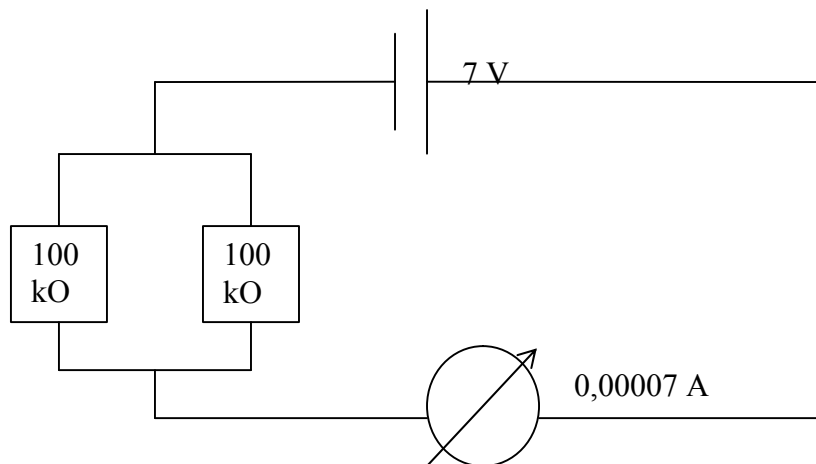


Der Widerstand wird benutzt, um die gewünschte Stromstärke zu erreichen. Ist in einem Kabel kein Widerstand, so ist die Stromstärke unendlich groß.

→ In einer Reihenschaltung werden die Einzelwiderstände zu einem Gesamt Widerstand *addiert*.

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2$$

### Bei Parallelschaltung



$$R = \frac{U}{I} = \frac{7 \text{ V}}{0,00007 \text{ A}} = 100\,000 \text{ O}$$

$$R_1 = 4,7 \text{ kO}$$

$$R_2 = 4,7 \text{ kO}$$

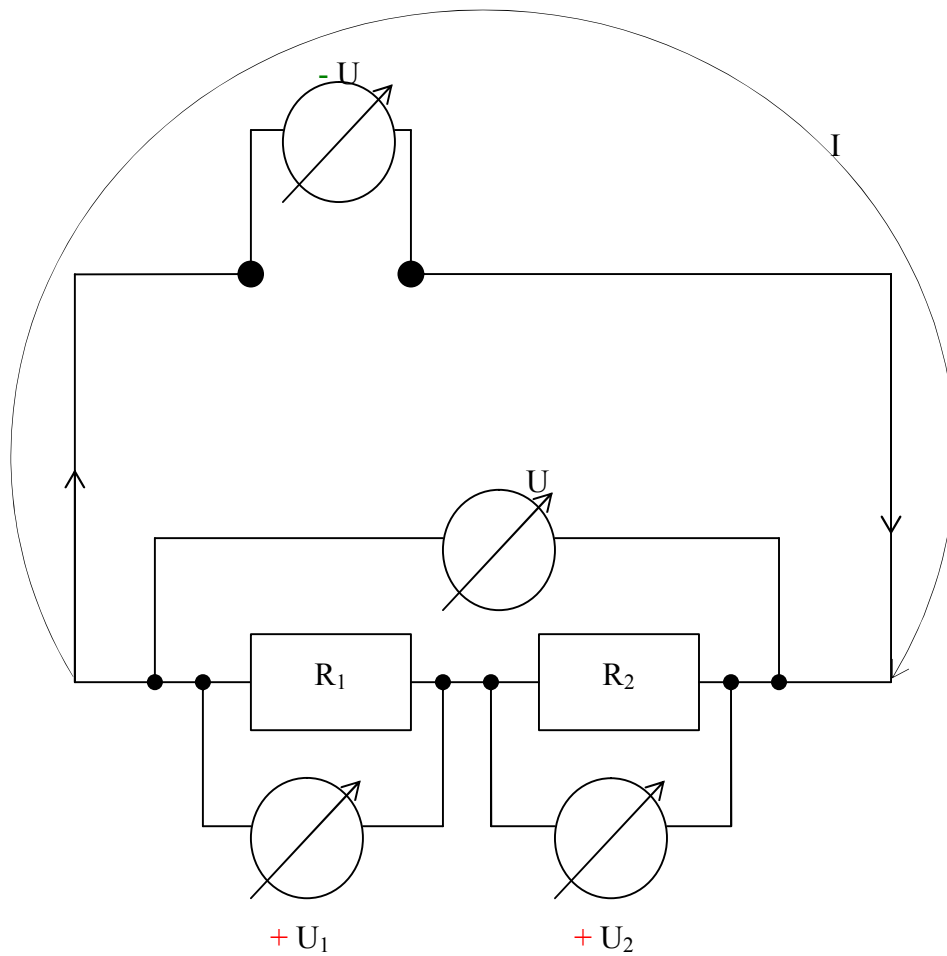
$$I = 14 \text{ mA}$$

$$U = 24 \text{ V}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{24 \text{ V}}{0,014 \text{ A}} = 1\,714 \text{ O}$$

In einer *Reihenschaltung* ist die Summe der Teilspannungen gleich der Gesamtspannung:  $U_{\text{ges}} = U_1 + U_2$

Dabei werden die Spannungen an den Widerständen in Stromrichtung *positiv* und gegen die Stromrichtung *negativ* gezählt.



Für die Spannungen an der Stromquelle gilt:

- vom Plus- zum Minuspol: **negativ**
- vom Minus- zum Pluspol: **positiv**

$$U_{\text{ges}} = U_1 + U_2$$

$$0 = -U_{\text{ges}} + U_1 + U_2$$

$$0 = -10 \text{ V} + 7 \text{ V} + 3 \text{ V}$$

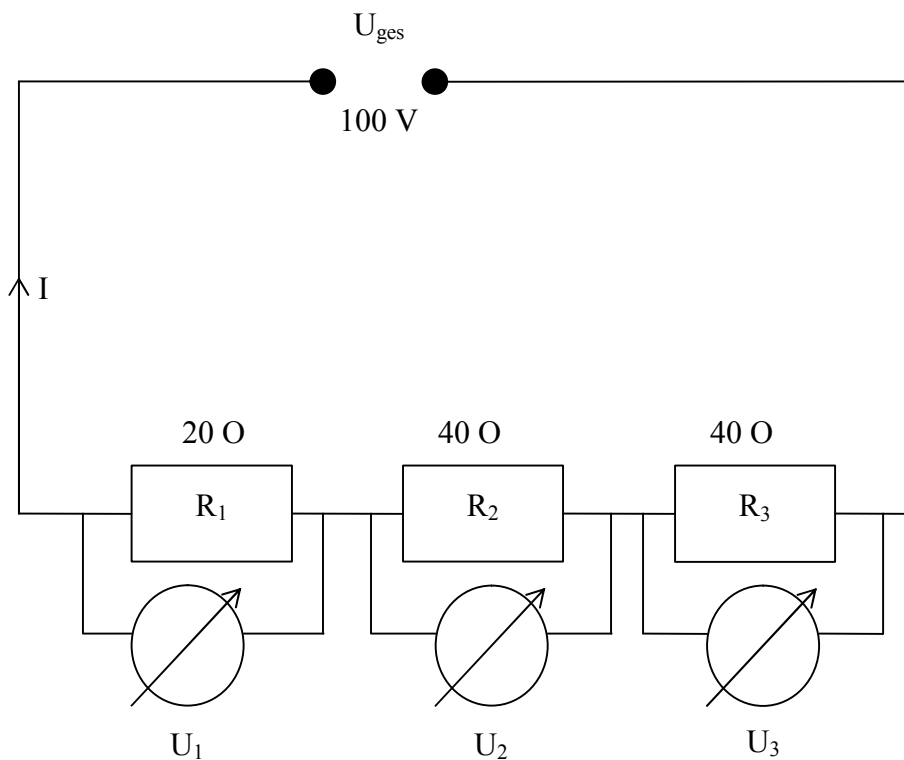
# 1. Maschenregel

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

$$0 = -U_{\text{ges}} + U_1 + U_2 + U_3$$

Berechnung der Teilspannung

## Beispiel



## Voraussetzung

*Das Ohmsche Gesetz*

a)  $U = R \cdot I$      $[R] = 1 \text{ O}$

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

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

1 000 O = 1 kO (kilo Ohm)

1 000 000 O = 1 mO (mega Ohm)

## Beispiel

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{\text{ges}} = 20 \text{ O} + 40 \text{ O} + 40 \text{ O}$$

$$R_{\text{ges}} = 100 \text{ O}$$

Der Gesamtwiderstand ist 100 O.

$$\text{Stromstärke: } I_{\text{ges}} = \frac{U_{\text{ges}}}{R_{\text{ges}}} = \frac{20 \text{ V}}{100 \text{ } \Omega} = 0,2 \text{ A}$$

U Spannung [U] = 1 V

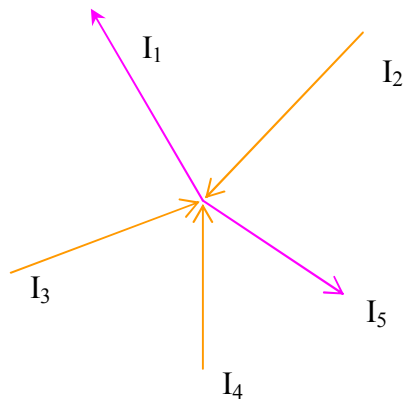
I Stromstärke [I] = 1 A

R Widerstand [R] = 1 O

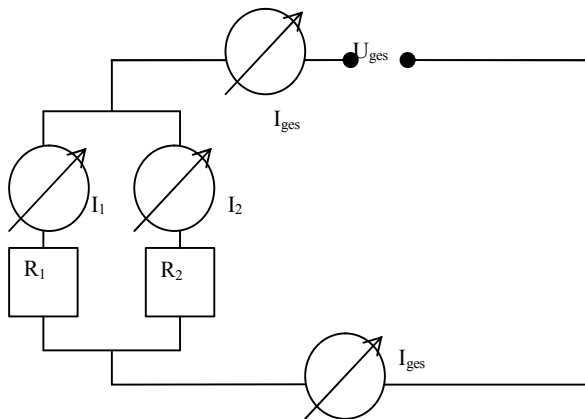
## 2. Kirchhoffsches Gesetz (Knotenregel)

$$I_{\text{hinein}} = I_{\text{hinaus}}$$

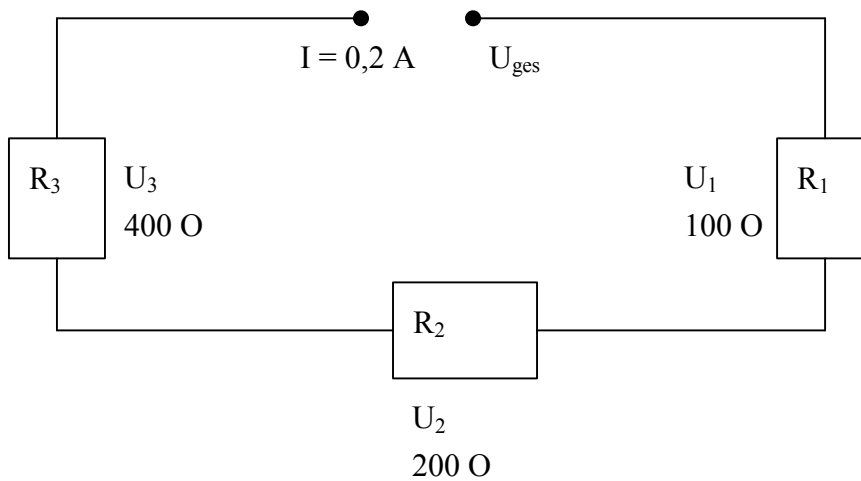
→ Es werden durch die drei „Hinein-Kabel“ genauso viel Elektronen hineingeleitet, wie durch die zwei „Hinaus-Kabel“ wieder hinaus.



An einem Knoten ist die Summe der abfließenden Ströme, gleich der Summe der zufließenden Ströme:  $I_1 + I_5 = I_2 + I_3 + I_4$



### Beispiel zur Maschenregel



$$R_{\text{ges}} = 700 \text{ O}$$

$$I = 0,2 \text{ A}$$

$$U_{\text{ges}} = I \cdot R_{\text{ges}} = 0,2 \text{ A} \cdot 700 \text{ O} = 140 \text{ V}$$

$$U_1 = I \cdot R_1 = 0,2 \text{ A} \cdot 100 \text{ O} = 20 \text{ V}$$

$$U_2 = I \cdot R_2 = 0,2 \text{ A} \cdot 200 \text{ O} = 40 \text{ V}$$

$$U_3 = I \cdot R_3 = 0,2 \text{ A} \cdot 400 \text{ O} = 80 \text{ V}$$

→ Maschenregel