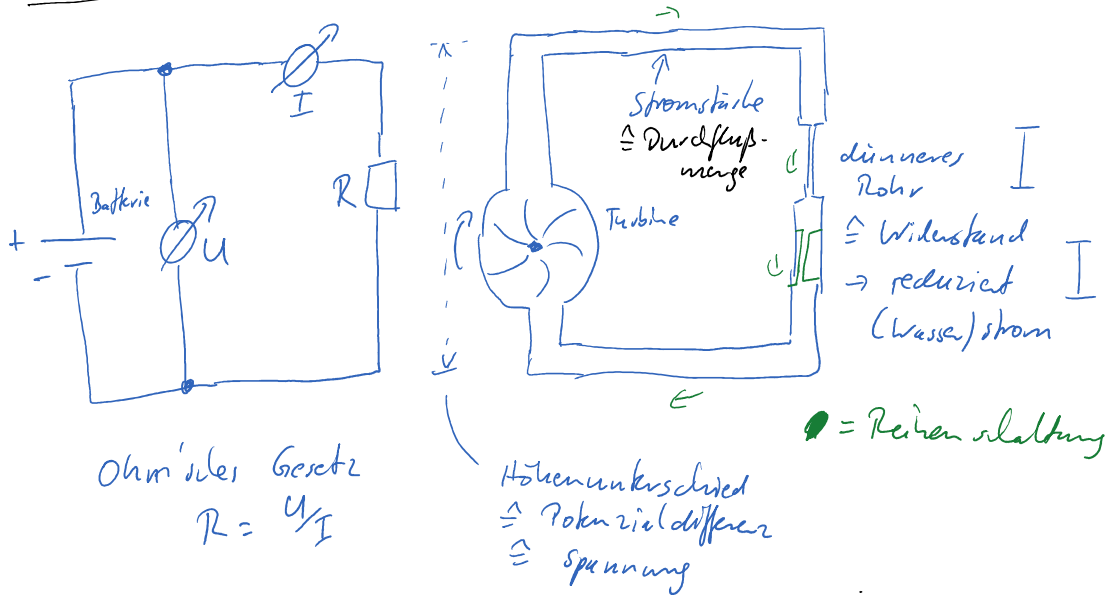


3.3. ELEKTRISCHE SCHALTUNGEN

3.3.0. ANALOGON: WASSER



3.3.1. KOMBINATION VON WIDERSTÄNDEN

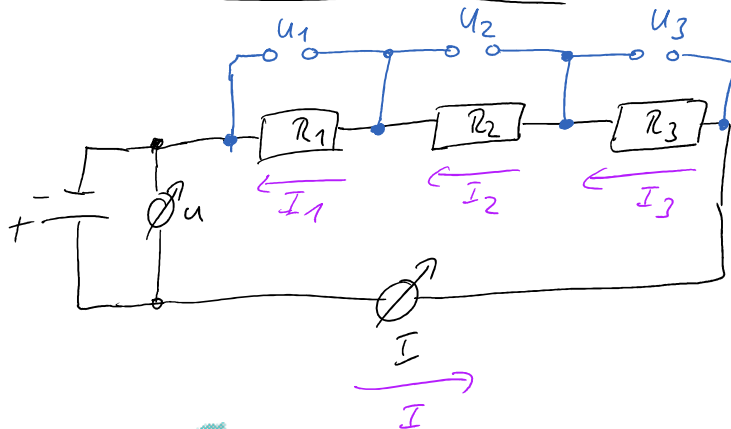
Reihenschaltung

• Stromstärke:
 $I = I_1 = I_2 = I_3$

• Spannung

$$U_i = R_i \cdot I$$

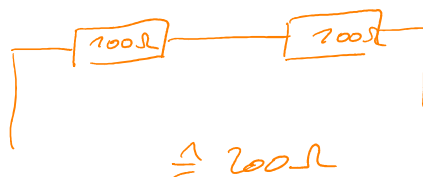
$$U = \sum_{i=1}^N U_i = \sum_{i=1}^N R_i \cdot I = I \cdot \sum_{i=1}^N R_i \rightarrow R$$



Gesamt widerstand
 Reihenschaltung :

$$R = \sum_{i=1}^N R_i$$

Versuch :



Parallelschaltung



Parallelschaltung

• Spannung

↳ über alle Widerstände gleich

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

$$U = U_i = R_i \cdot I_i \quad \rightarrow \quad I_i = \frac{U}{R_i}$$

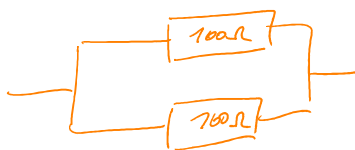
• Gesamtstrom

$$I = \sum_{i=1}^N I_i = \sum_{i=1}^N \frac{U}{R_i} = U \cdot \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$$

Gesamt widerstand

$$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$$

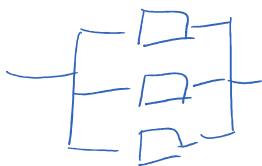
Versuch:



$$= 50\Omega$$

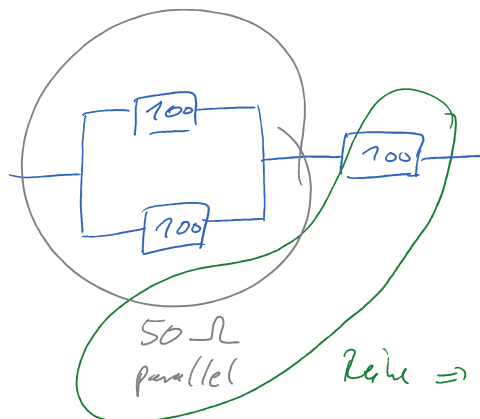
$$\text{weil } \frac{1}{R} = \frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{100\Omega} = \frac{2}{100\Omega}$$

$$\Rightarrow R = \frac{100\Omega}{2} = 50\Omega$$

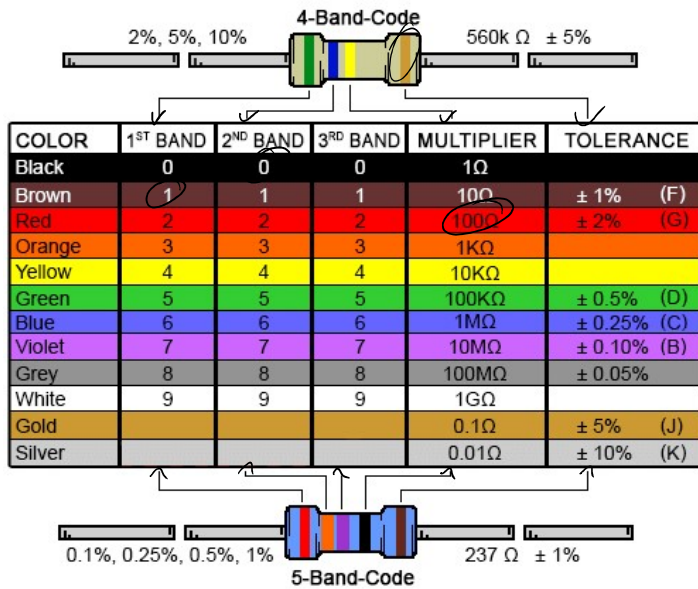


$$\Rightarrow 33\Omega$$

Auch in Kombination

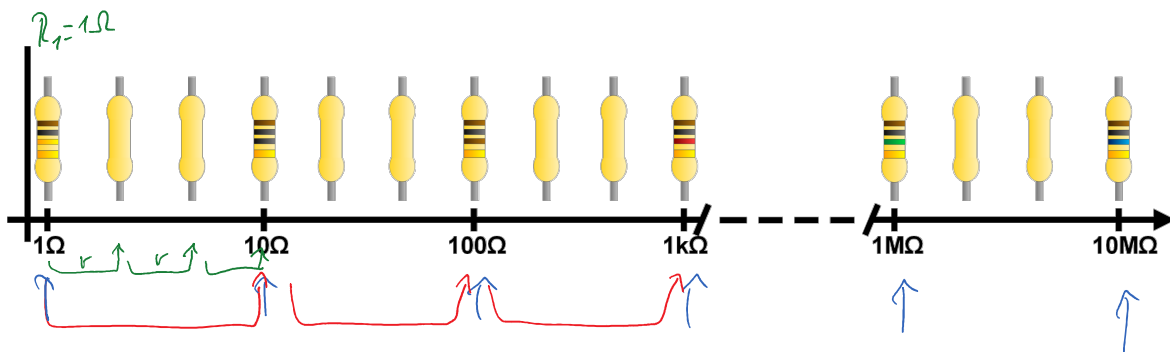


3.3.1.6 Widerstands - Codierung



6. Ring : Temperatur-Koeffizient

100 Ω : 1,0 x 100
braun schwarz rot



E3 3 Werte / Dekade

$$r^x = 10$$

$$R_2 = r \cdot R_1$$

$$R_3 = r \cdot R_2$$

$$r^x = 10$$

$$z.B. x=3$$

E3

$$r = \sqrt[3]{10} = 2.154 \approx 2.2$$

$$r^2 = 4.64 \approx 4.7$$

Warum Widerstände?

z.B. LED

Light Emitting

Diode

sehr effiziente Lichtquelle

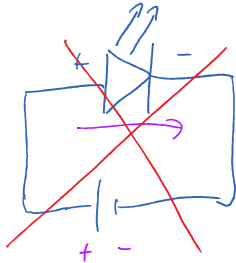
Kathode (-)

sehr effiziente Lichtquelle



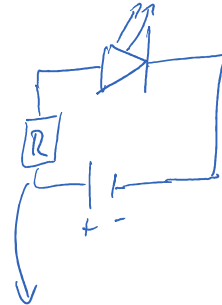
Kathode (-)
Anode (+) Länge

⊙ ← Kathoden senk



geht so
nicht!

Raucht! → +



Vorwiderstand

begrenzt Strom

↳ LED "überlebt"

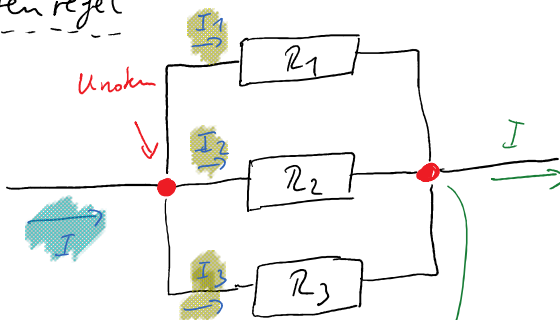
typ LED: 2.2V Betriebsspannung
15mA max Strom

$$R = \frac{U}{I} = 150 \Omega$$

mit 5V → 34mA zu viel

3.3.2 KIRCHHOFF'SCHE REGELN

Knotenregel



$$I = \underbrace{I_1 + I_2 + I_3}_{\text{"aus"}}$$

$$\hookrightarrow I - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Die Summe aller Ströme
in einem Knoten ist stets 0!

(Grund: Ladungserhaltung)

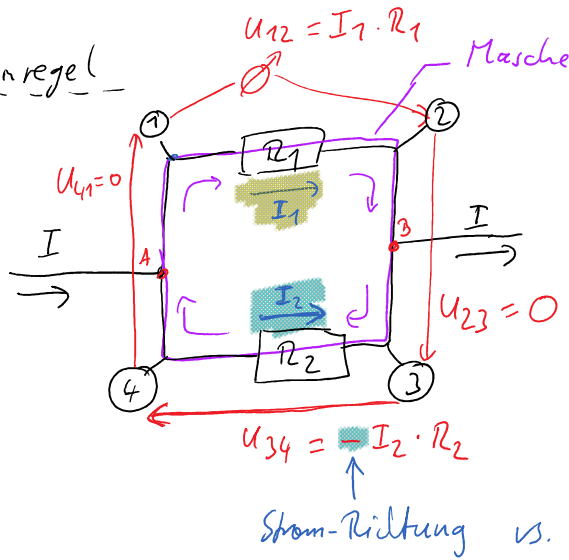
$$I_1 + I_2 + I_3 - I = 0$$

Konvention:

einlaufend: positiv
auslaufend: negativ

$$\sum_{i=1}^N I_k = 0$$

Maschenregel



$$U_{12} = U_{AB} = -U_{BA} = -U_{34}$$

$$\hookrightarrow U_{12} + \cancel{U_{23}} + U_{34} + \cancel{U_{41}} = 0$$

$= 0 \qquad \qquad = 0$

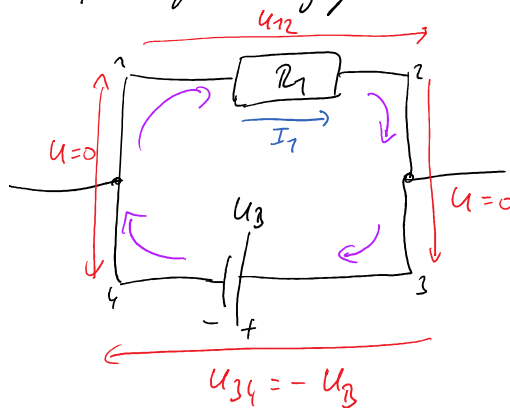
Die Summe aller Spannungen in einer Masche ist stets 0!

Konvention:

U ist positiv in Stromrichtung
negativ gegen "

$$\sum_{k=1}^N U_k = 0$$

z.B. mit Spannungsquelle



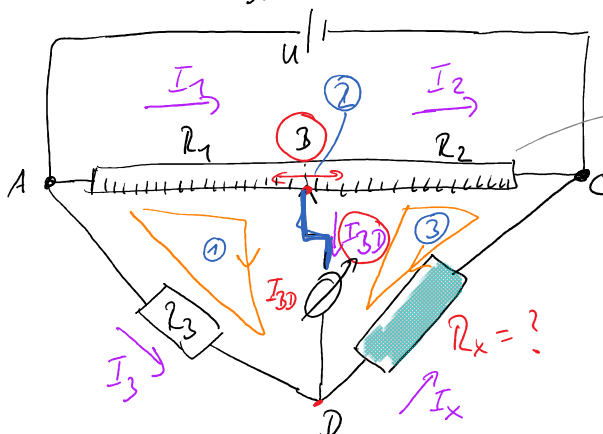
$$U_{12} + \cancel{U_{23}} + U_{34} + \cancel{U_{41}} = 0$$

$= 0 \quad -U_3 \quad = 0$

$$U_{12} = +U_3$$

$$\sum_{k=1}^N U_k = U_3$$

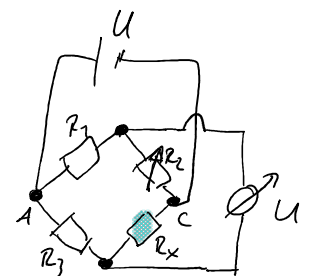
Anwendung: Wheatstone'sche Meßbrücke
stabilisiert, Rechteck



Widerstandsdrabt

$$Z_{AC} = R_1 + R_2$$

Verhältnis $\frac{R_1}{R_2}$ einstellbar



Ziel: Bestimmung von R_x

Ziel: Bestimmung von R_x

Methode: Wähle B so, daß $I_{BD} = 0$



$R_{AC} = \text{fix}$

$R_{AB} + R_{BC} = R_{AC}$
B variabel

① $U_{AB} + \cancel{U_{BD}} + U_{DA} = 0$ (linke Masche)
 $\quad \quad \quad = 0 \quad \quad = -U_{AD}$
 $\downarrow \quad \quad \quad \downarrow$
 $\hookrightarrow I_1 R_1 = I_3 R_3$

② $I_1 - \cancel{I_{BD}} - I_2 = 0$ (Knoten B)
 $\quad \quad \quad = 0$

$\hookrightarrow \underline{I_1 = I_2}$
 analog (Knoten D): $\underline{I_3 = I_x}$

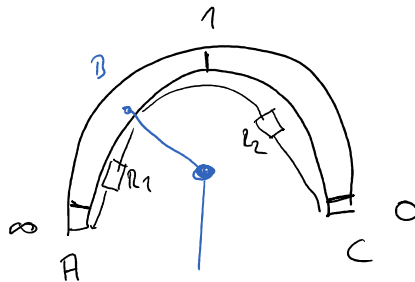
③ $U_{BC} + U_{CD} + \cancel{U_{DB}} = 0$ (rechte Masche)
 $\quad \quad \quad = -U_{DC} \quad \quad 0$

$\hookrightarrow I_2 R_2 = I_x R_x \quad \quad \quad /: \textcircled{1}, \text{ mit } \textcircled{2}$

$\frac{\cancel{I_2} R_2}{\cancel{I_1} R_1} = \frac{\cancel{I_x} R_x}{\cancel{I_3} R_3} \Rightarrow$

$\underline{\underline{\frac{R_x}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}}}$

$\rightarrow$ Unabhängig von Versorgungsspannung U !



$R_x = \text{Skalar} \cdot \underline{\underline{R_3}}$
 $\quad \quad \quad \uparrow$
 $\quad \quad \quad \frac{R_2}{R_1}$