

# Grundlagen der Elektrotechnik



Kombination von  
Widerständen

TH-Köln 2020

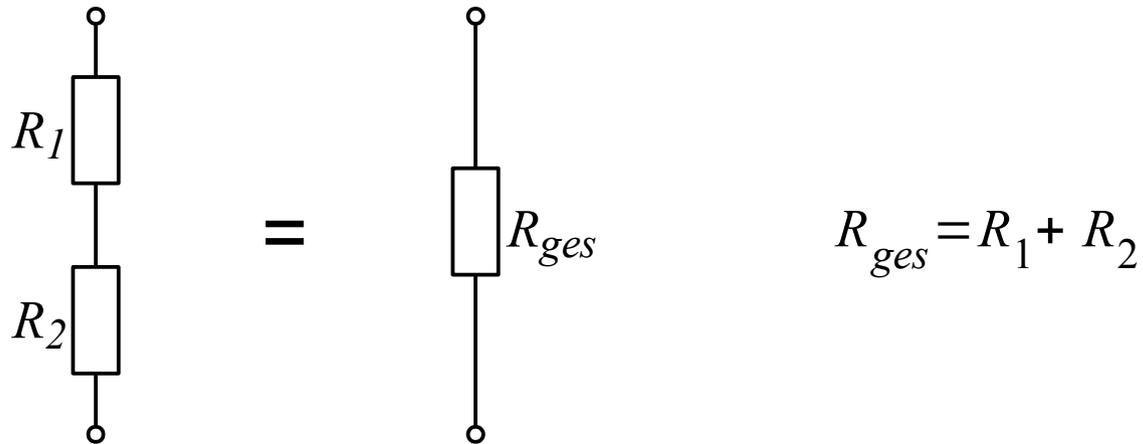
Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

# Kombination von Widerständen

- Serienschaltung
- Spannungsteiler
- Parallelschaltung
- Stromteiler

# Serienschaltung

(Reihenschaltung)



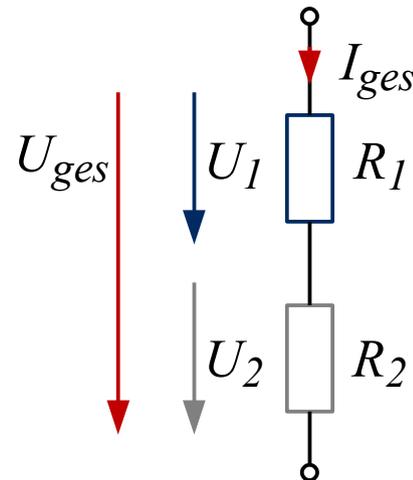
Serielle Widerstände addieren sich

*Abschätzung:*  $R_{ges}$  ist größer als jeder Einzelwiderstand

# Spannungsteiler

Das Verhältnis der Spannungen an seriellen Widerständen entspricht dem Verhältnis der jeweiligen Widerstände.

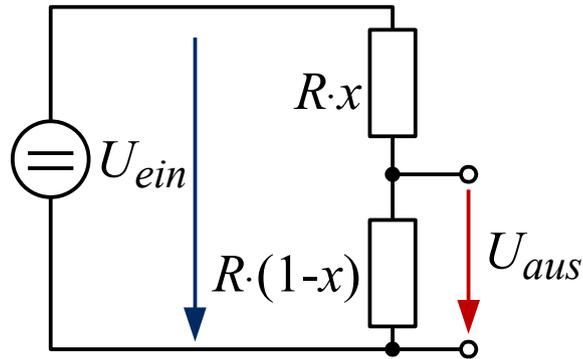
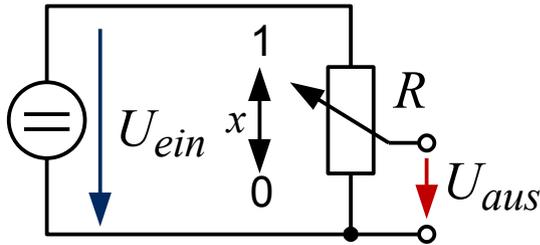
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$



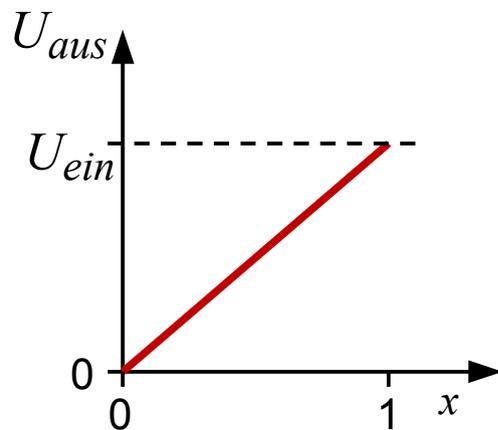
$$\frac{U_1}{U_{ges}} = \frac{R_1}{R_{ges}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

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

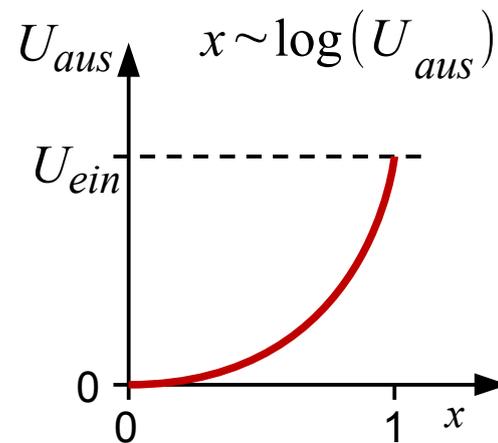
# Potentiometer



Lineares Potentiometer



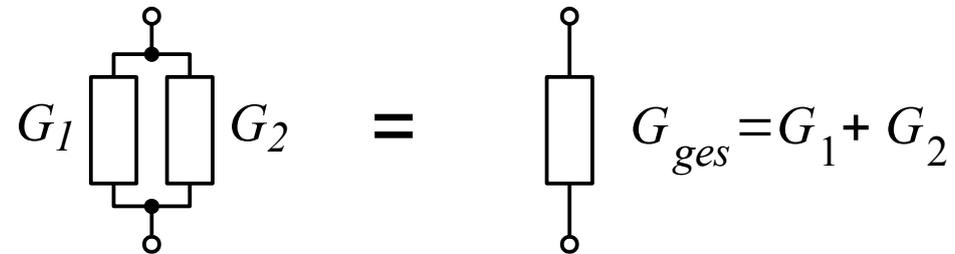
Logarithmisches Potentiometer



Anwendung:  
Lautstärkeregler,  
Hörempfinden ist  
logarithmisch

# Parallelschaltung

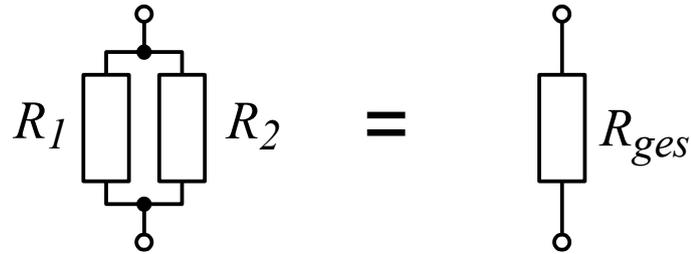
von Leitwerten



Parallele Leitwerte addieren sich.

# Parallelschaltung

von Widerständen



$$G_{ges} = G_1 + G_2$$

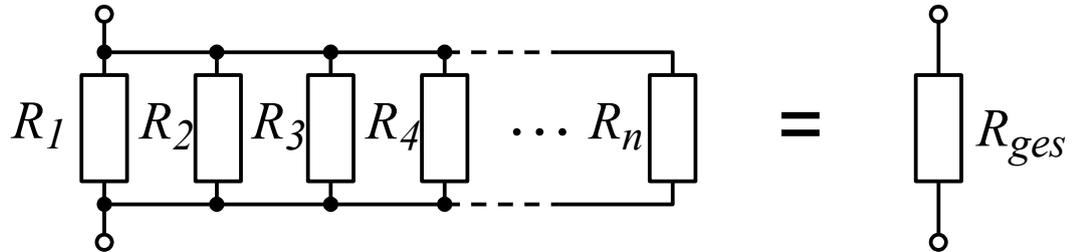
➔ 
$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

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

*Abschätzung:*  $R_{ges}$  ist kleiner als jeder Einzelwiderstand

# Parallelschaltung

von  $n$  *unterschiedlichen* Widerständen



$$\Rightarrow \frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

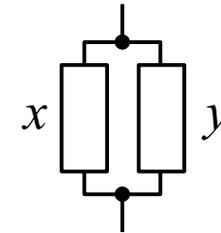
von  $n$  *gleichen* Widerständen

$$\text{mit } R = R_1 = R_2 = R_3 \dots = R_n$$

$$\Rightarrow R_{ges} = \frac{1}{n} \cdot R$$

# Parallel-Operator

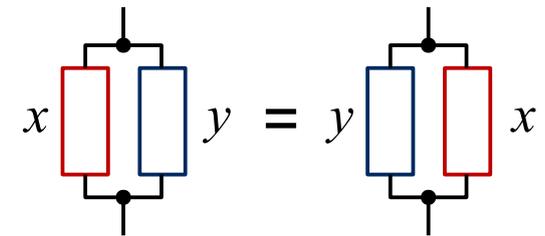
Mathematischer Operator:  $x$  „parallel zu“  $y = x \parallel y = \frac{1}{\frac{1}{x} + \frac{1}{y}}$



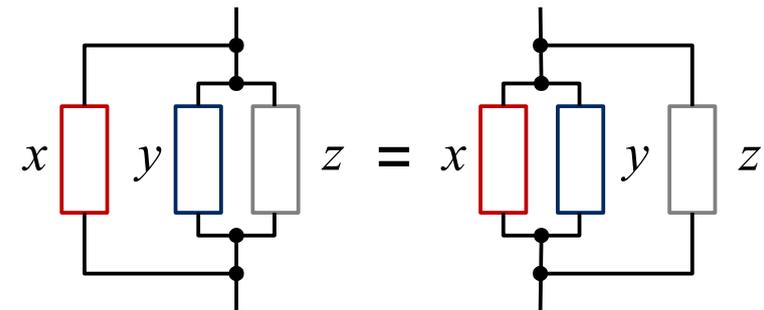
*Anwendung*

- Parallelschaltung von Widerständen
- Serienschaltung (!) von Leitwerten
- Serienschaltung (!) von Kondensatoren

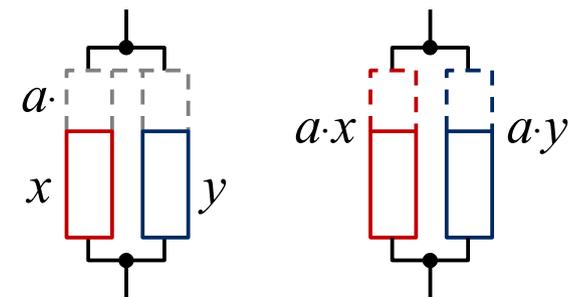
Kommutativ-Gesetz:  $x \parallel y = y \parallel x$



Assoziativ-Gesetz:  $x \parallel (y \parallel z) = (x \parallel y) \parallel z$



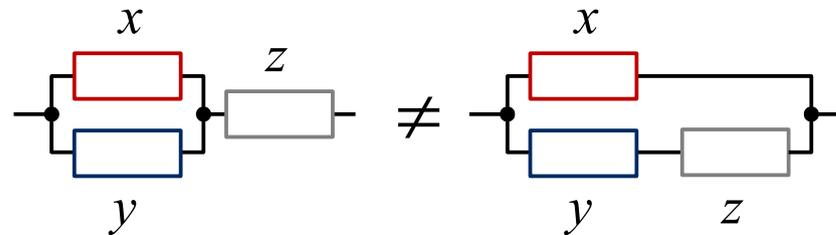
Distributiv-Gesetz:  $a \cdot (x \parallel y) = (a \cdot x) \parallel (a \cdot y)$



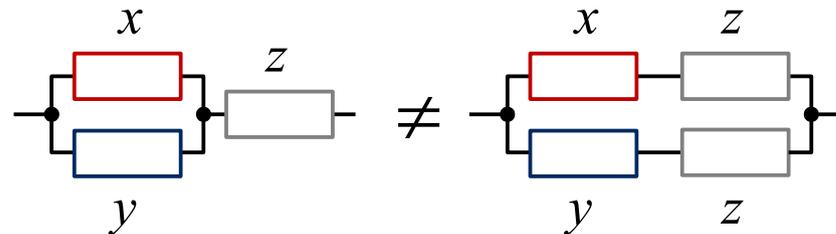
# Parallel-Operator

Weitere Regeln: Was *nicht* geht

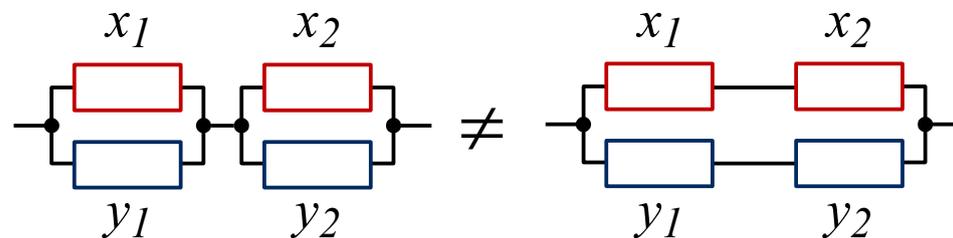
$$(x \parallel y) + z \neq x \parallel (y + z)$$



$$(x \parallel y) + z \neq (x + z) \parallel (y + z)$$

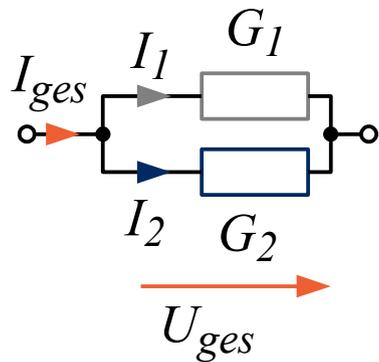


$$(x_1 \parallel y_1) + (x_2 \parallel y_2) \neq (x_1 + x_2) \parallel (y_1 + y_2)$$



# Stromteiler

Das Verhältnis der Ströme an parallelen Leitwerten entspricht dem Verhältnis der jeweiligen Leitwerte.



Leitwert-Schreibweise

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{G_1}{G_2}$$

$$\frac{I_1}{I_{ges}} = \frac{G_1}{G_{ges}} = \frac{G_1}{G_1 + G_2}$$

$$\frac{I_2}{I_{ges}} = \frac{G_2}{G_{ges}} = \frac{G_2}{G_1 + G_2}$$

Widerstand-Schreibweise

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad !$$

$$\frac{I_1}{I_{ges}} = \frac{R_{ges}}{R_1} = \frac{R_1 \parallel R_2}{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad !$$

$$\frac{I_2}{I_{ges}} = \frac{R_{ges}}{R_2} = \frac{R_1 \parallel R_2}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad !$$

# Kontakt

## **Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt**

Professur Elektrische Netze

Institut für Elektrische Energietechnik,  
Fakultät für Informations-, Medien- und  
Elektrotechnik (F07)

Technische Hochschule Köln

Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19

50679 Köln, Deutschland

Tel. +49 221 8275 2020

**[eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de](mailto:eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de)**

**<https://www.th-koeln.de/>**

**[personen/eberhard.waffenschmidt/](https://www.th-koeln.de/personen/eberhard.waffenschmidt/)**

