

# AfuTUB-Kurs

## Technik Klasse E 04: Der Widerstand und seine Grundsaltungen

DL0XK

Amateurfunk Forschungs Gruppe der TU Kaiserslautern

<https://www.amateurfunk.uni-kl.de/home/>



This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 License*.

Amateurfunkgruppe der Technische Universität Kaiserslautern, DL0XK, Stand: Tue May 7 18:11:38 2019 +0200  
basierend auf dem Kurs der Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU

# Widerstand

AfuTUB-Kurs

Technik E 04

Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

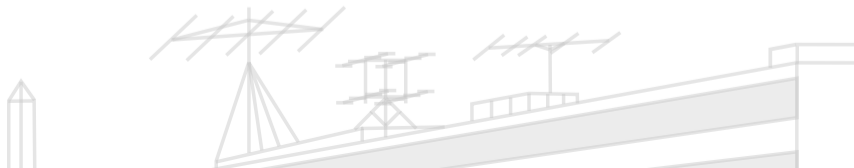
Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

Was ist das?  
Wie sieht er aus?



# Bauelement

Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

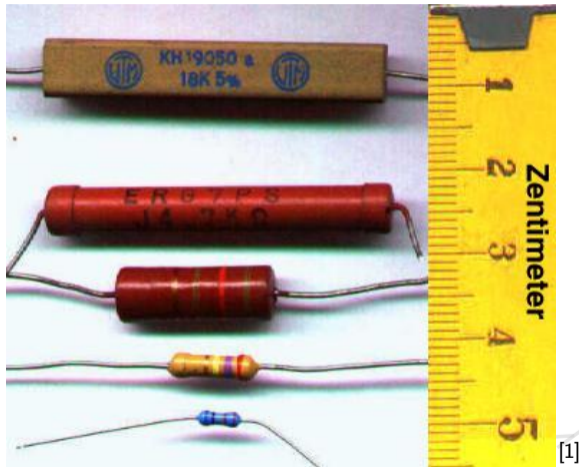


Abb. 1: Drahtwiderstände

# Schaltbild

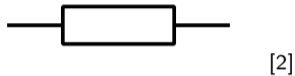
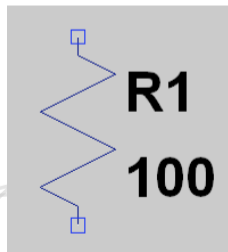


Abb. 2: Schaltsymbol nach IEC



# Leitende Materialien

## Einleitung

Widerstand

## Spezifischer Widerstand

Widerstandswerte

Besondere Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

Material	Spezifischer Widerstand <sup>1</sup> $\rho$ in $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
Silber	$1,587 \cdot 10^{-2}$
Kupfer	$1,721 \cdot 10^{-2}$
Gold	$2,214 \cdot 10^{-2}$
Aluminium	$2,65 \cdot 10^{-2}$
Zinn	$1,15 \cdot 10^{-1}$
Blei	$2,08 \cdot 10^{-1}$
Quecksilber	$9,412 \cdot 10^{-1}$
Germanium	$4,6 \cdot 10^5$
Porzellan	$1 \cdot 10^{18}$

<sup>1</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Spezifischer\\_Widerstand](http://de.wikipedia.org/wiki/Spezifischer_Widerstand)

# Leitende Materialien

Material	Spezifischer Widerstand <sup>1</sup> $\rho$ in $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$
Silber	$1,587 \cdot 10^{-2}$
Kupfer	$1,721 \cdot 10^{-2}$
Gold	$2,214 \cdot 10^{-2}$
Aluminium	$2,65 \cdot 10^{-2}$
Zinn	$1,15 \cdot 10^{-1}$
Blei	$2,08 \cdot 10^{-1}$
Quecksilber	$9,412 \cdot 10^{-1}$
Germanium	← merken $4,6 \cdot 10^5$
Porzellan	← <b>Isolator</b> $1 \cdot 10^{18}$

<sup>1</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Spezifischer\\_Widerstand](http://de.wikipedia.org/wiki/Spezifischer_Widerstand)

## Leitende Materialien

Material	Spezifischer Widerstand <sup>1</sup> $\rho$ in $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
Silber	$1,587 \cdot 10^{-2}$
Kupfer	$1,721 \cdot 10^{-2}$
Gold	$2,214 \cdot 10^{-2}$
Aluminium	$2,65 \cdot 10^{-2}$
Zinn	$1,15 \cdot 10^{-1}$
Blei	$2,08 \cdot 10^{-1}$
Quecksilber	$9,412 \cdot 10^{-1}$
Germanium	$4,6 \cdot 10^5$
Porzellan	$1 \cdot 10^{18}$

## Berechnung des Widerstands

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$$

Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

<sup>1</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Spezifischer\\_Widerstand](http://de.wikipedia.org/wiki/Spezifischer_Widerstand)

Farbkodierung von Widerständen mit 4 Ringen

Farbe		Widerstandswert in $\Omega$			Toleranz
		1. Ring (Zehner)	2. Ring (Einer)	3. Ring (Multiplikator)	
„keine“	✕	—	—	—	$\pm 20\%$
silber		—	—	$10^{-2} = 0,01$	$\pm 10\%$
gold		—	—	$10^{-1} = 0,1$	$\pm 5\%$
schwarz		—	0	$10^0 = 1$	—
braun		1	1	$10^1 = 10$	$\pm 1\%$
rot		2	2	$10^2 = 100$	$\pm 2\%$
orange		3	3	$10^3 = 1.000$	—
gelb		4	4	$10^4 = 10.000$	—
grün		5	5	$10^5 = 100.000$	$\pm 0,5\%$
blau		6	6	$10^6 = 1.000.000$	$\pm 0,25\%$
violett		7	7	$10^7 = 10.000.000$	$\pm 0,1\%$
grau		8	8	$10^8 = 100.000.000$	$\pm 0,05\%$
weiß		9	9	$10^9 = 1.000.000.000$	—

[3]

Abb. 3: Farbkodierung von Widerständen mit 4 Ringen

Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen



## Farbkodierung von Widerständen mit 5 oder 6 Ringen

Farbe	1. Ring (Hunderter)	2. Ring (Zehner)	3. Ring (Einer)	4. Ring (Multiplikator)	5. Ring (Toleranz)	6. Ring (Temp.-Koeffizient)
silber				$10^{-2}$		
gold				$10^{-1}$		
schwarz		0	0	$10^0$		$200 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
braun	1	1	1	$10^1$	$\pm 1 \%$	$100 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
rot	2	2	2	$10^2$	$\pm 2 \%$	$50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
orange	3	3	3	$10^3$		$15 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
gelb	4	4	4	$10^4$		$25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
grün	5	5	5	$10^5$	$\pm 0,5 \%$	
blau	6	6	6	$10^6$	$\pm 0,25 \%$	$10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
violett	7	7	7		$\pm 0,1 \%$	$5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
grau	8	8	8		$\pm 0,05 \%$	
weiß	9	9	9			

[4]

Abb. 4: Farbkodierung von Widerständen mit 5 Ringen

Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

# SMD Widerstände



Abb. 5: SMD-Widerstand

1.Ziffer	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.Ziffer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.Ziffer	0	1	2	3	4	5	6	7		

Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

## SMD Widerstände



[5]

Abb. 5: SMD-Widerstand

1.Ziffer	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.Ziffer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.Ziffer	0	1	2	3	4	5	6	7		

## Beispiel

Aufdruck	Widerstandswert
470	$47 \cdot 10^0 \Omega$
223	$22 \cdot 10^3 \Omega$
4R7	4,7 $\Omega$

# Potentiometer

Einleitung

Widerstand

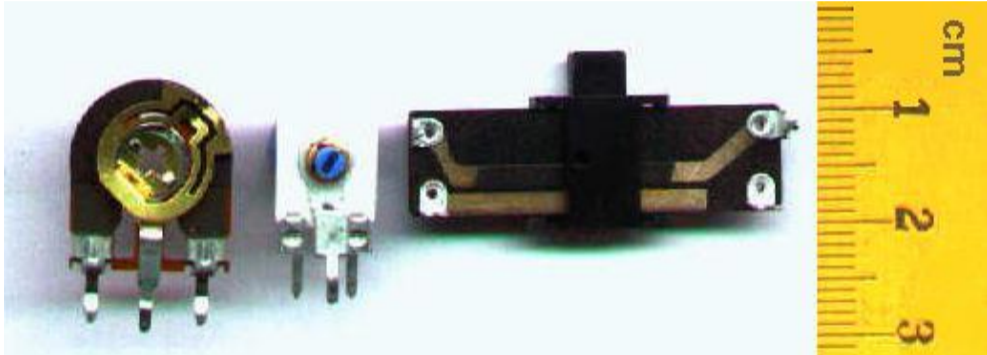
Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

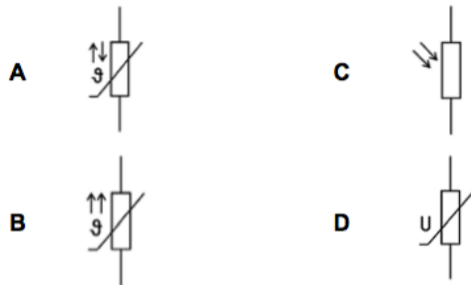
Referenzen



[6]

Abb. 6: Potentiometer

# Besondere Widerstände



Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

Abb. 7: Technik Fragenkatalog Klasse E 2006-09 Frage TC106

A	NTC - Negativer Temperaturkoeffizient
B	PTC - Positiver Temperaturkoeffizient
C	Lichteinfallgesteuerter Widerstand (Lichtsensor)
D	Spannungsgesteuerter Widerstand

# Reihenschaltung

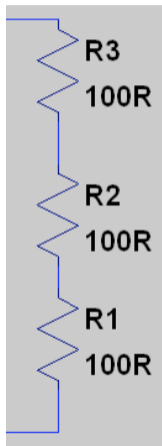


Abb. 8: aus LTspice

## Einleitung

Widerstand

## Spezifischer Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

# Reihenschaltung

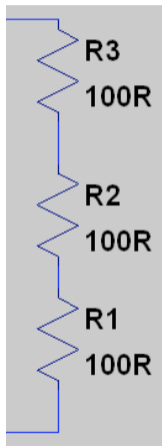


Abb. 8: aus LTspice

## Berechnung

$$R_{\text{gesamt}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

# Parallelschaltung

AfuTUB-Kurs

Technik E 04

Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

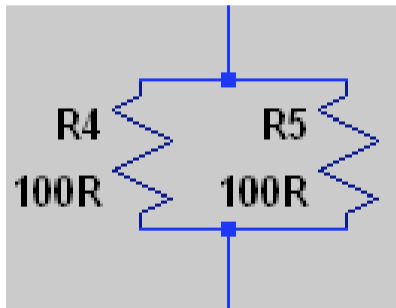
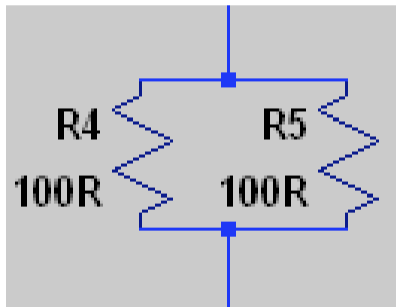


Abb. 9: aus LTspice



# Parallelschaltung



## Berechnung

$$\frac{1}{R_{\text{gesamt}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Abb. 9: aus LTspice

# Ersatzwiderstand

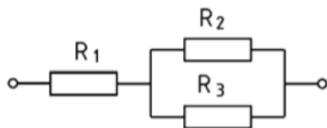


Abb. 10: aus dem Fragenkatalog

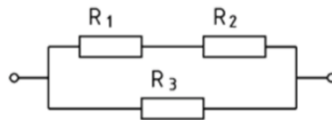


Abb. 11: aus dem Fragenkatalog

## Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

## Ersatzwiderstand

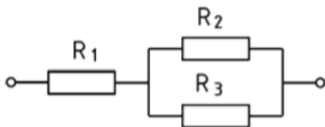


Abb. 10: aus dem Fragenkatalog

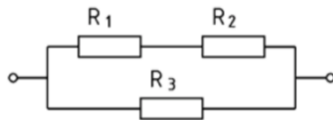


Abb. 11: aus dem Fragenkatalog

## Berechnung

$$R_1 + (R_2 \parallel R_3)$$

$$\Rightarrow R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

## Ersatzwiderstand

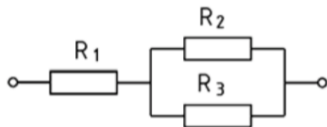


Abb. 10: aus dem Fragenkatalog

Berechnung

$$R_1 + (R_2 \parallel R_3)$$

$$\Rightarrow R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

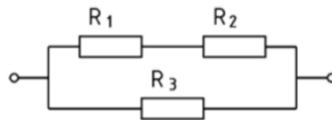


Abb. 11: aus dem Fragenkatalog

Berechnung

$$(R_1 + R_2) \parallel R_3$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Einleitung

Widerstand

Spezifischer  
Widerstand

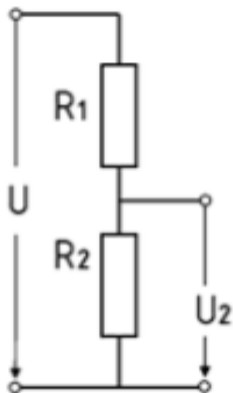
Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen

# Spannungsteiler



## Berechnung

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

Abb. 12: aus dem Fragenkatalog

# Stromteiler

## Einleitung

Widerstand

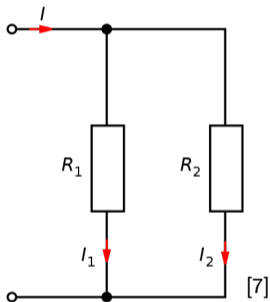
Spezifischer  
Widerstand

Widerstandswerte

Besondere  
Widerstandsarten

Schaltungen

Referenzen



## Berechnung

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

Abb. 13: Stromteiler

# Referenzen/Links

- Moltrecht E 04:

<https://www.darc.de/der-club/referate/ajw/lehrgang-te/e04/>

- [1] Abbildung 1: Drahtwiderstände

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Widerstande.JPG>

- [2] Abbildung 2: Schaltsymbol nach IEC

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Resistor\\_symbol\\_IEC.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Resistor_symbol_IEC.svg)

- [3] Abbildung 3: Farbcodierungstafel

[https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand\\_\(Bauelement\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_(Bauelement))

- [4] Abbildung 4: Farbcodierungstafel

[https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand\\_\(Bauelement\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_(Bauelement))

- [5] Abbildung 5: SMD-Widerstand

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Register3.jpg>

- [6] Abbildung 6: Potentiometer

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Potenziometer.JPG>

- [7] Abbildung 13: Stromteiler

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stromteiler.svg>