

Widerstand eines Leiters

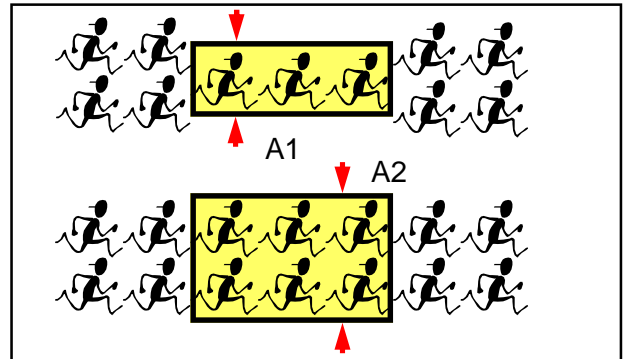
© by Bruno Wamister

4. Oktober 2010

Widerstand R und Leiterquerschnitt A

Je kleiner der Querschnitt A eines Leiters, umso grösser ist der Widerstand der den Elektronen entgegen gesetzt wird.

Der Leiter mit dem kleinen Querschnitt A1 lässt weniger Ladungen passieren als der Leiter mit dem grossen Querschnitt A2. Der Leiter mit dem Querschnitt A1 hat daher einen grösseren Widerstand als der Leiter mit dem Querschnitt A2.

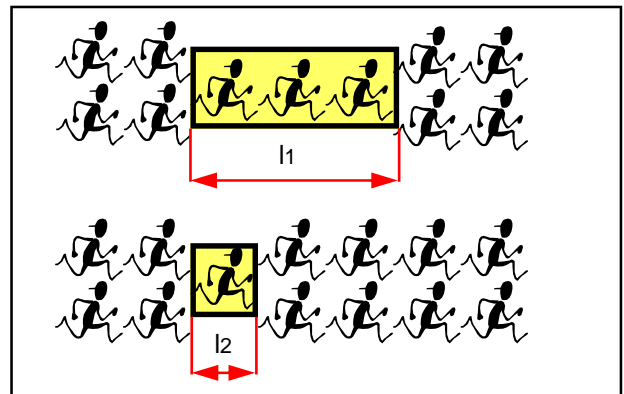


Der Widerstand R ist umgekehrt proportional zum Leiterquerschnitt A

Widerstand R und Leiterlänge l

Je länger die die Länge l eines Leiters umso grösser ist der Widerstand der den Elektronen entgegen gesetzt wird.

Der lange Leiter mit der Länge l1 bietet den Ladungsträgern einen grösseren Widerstand als der kurze Leiter mit der Länge l2.

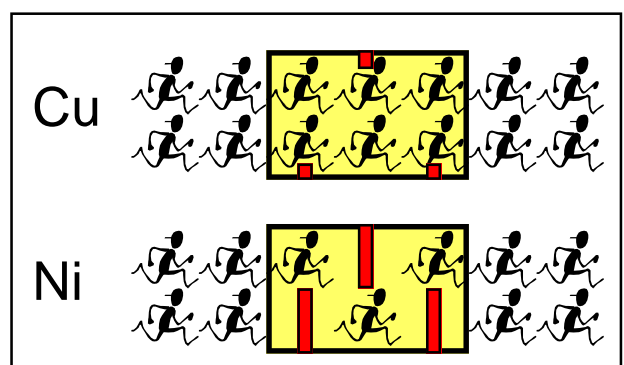


Der Widerstand R ist proportional zur Länge l eines Leiters

Widerstand R und Leitermaterial

Nicht alle Metalle haben für den elektrischen Strom den gleichen Widerstand.

Kupfer Cu leitet den elektrischen Strom wesentlich besser als Nickel Ni. Nickel hat demzufolge bei gleichen Leiterabmessungen einen höheren Widerstand als Kupfer.

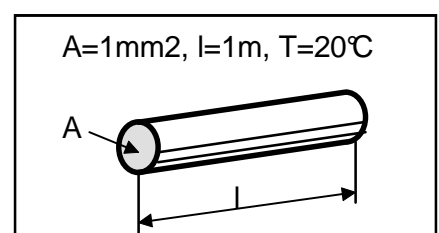


Der Widerstand R eines Leiters hängt vom verwendeten Leitermaterial ab

Der spezifische Widerstand ρ (Rho)

Der spezifische Widerstand ρ gibt für ein bestimmtes Leitermaterial an, wie gross der Widerstandswert R für einen 1m langen Leiter mit einem Leiterquerschnitt von 1mm^2 bei 20°C ist.

Beispiel: Kupfer $\rho = 0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$



Berechnung von Leiterwiderständen

Anhand der besprochenen Beziehungen kann für die Berechnung des Leiterwiderstandes R die nebenstehende Formel entwickelt werden. Dabei

R	Widerstand des Leiters	Ω
l	Leiterlänge	m
A	Leiterquerschnitt	mm^2
ρ	spezifischer Widerstand	$\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$

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



Der Widerstand R eines Leiters ist umso grösser, je höher sein spezifischer Widerstand ρ ist, je länger die Leiterlänge l ist und je kleiner der Leiterquerschnitt A ist.

Spezifischer Widerstand ρ verschiedener	
Leiterwerkstoff:	spez. Wid. ρ , 20°C
Aluminium	0.029
Blei	0.22
Eisen	0.13
Gold	0.023
Kupfer	0.0175
Nickel	0.07
Platin	0.11
Silber	0.0165
Wolfram	0.06
Zinn	0.12
Chromnickel	1.1
Konstantan	0.5
Manganin	0.43
Nickelin	0.42

Der Werkstoff mit dem geringsten spezifischen Widerstand ist Silber gefolgt von Kupfer, Gold und Aluminium. Die vier Leiterwerkstoffe Chromnickel, Konstantan, Manganin und Nickelin ändern ihren spezifischen Widerstand mit der Temperatur nur sehr gering. Sie werden daher hauptsächlich für den Bau von Widerständen angewendet.

Spezifischer Widerstand von Isolatoren

Der spezifische Widerstand von Isolatoren wird oft in der Einheit [$\Omega \cdot \text{cm}$] angegeben.

$$1\Omega \cdot \text{cm} = 1\Omega \cdot \text{cm}^2 / \text{cm} = 1\Omega \cdot 100\text{mm}^2 / 0.01\text{m} = 10000\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} = 10\text{k}\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$$

Hinweise zur Berechnung von Leiterquerschnitten und Durchmessern:

Meistens wird der Drahtquerschnitt A anhand des Drahtdurchmessers d berechnet:

$$A = d^2 \cdot \pi / 4 = 0.785 \cdot d^2$$

Soll der Durchmesser d bei gegebenem Drahtquerschnitt A bestimmt werden, gilt folgende Formel:

$$d = \sqrt{(4 \cdot A / \pi)} = 1.13 \cdot \sqrt{A}$$

Beispiele:

- 1 Ein Widerstand von 10 Ω soll aus einem Nickelindraht mit einem Durchmesser $d = 0.4\text{mm}$ gebaut werden. Ein wie langes Drahtstück wird dazu benötigt?
- 2 Eine Telefonleitung zu einem 4km von der Zentrale entfernten Teilnehmer besteht aus einem Kupferdraht mit 0.5mm Durchmesser. Welchen Widerstand hat diese Anschlussleitung?
- 3 Eine Kupfer-Freileitung soll durch einen Aluminiumdraht ersetzt werden. Der Leitungswiderstand muss gleich bleiben. Um wieviel % muss der Durchmesser geändert werden? (Kupferdurchmesser = 100%).