

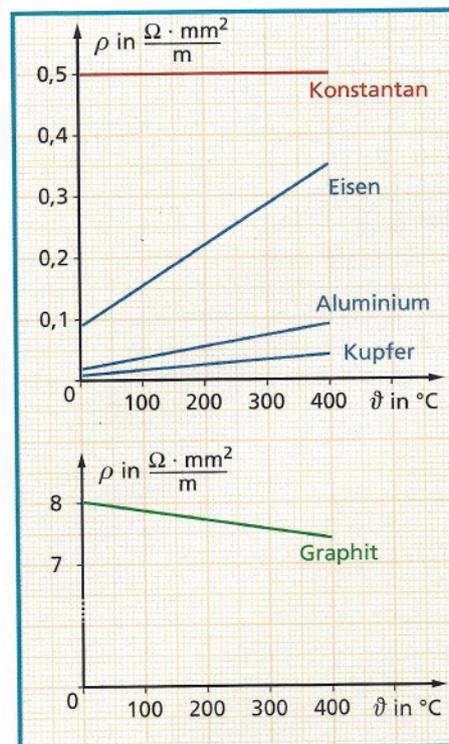
Aufgaben zum Spezifischen Widerstandes

AUFGABEN

- 1 Warum haben wir in den Versuchen 1 und 2 Drähte aus Konstantan und nicht aus Eisen verwendet?
- 2 a Wie ist der spezifische Widerstand eines Leitermaterials definiert?
 b Was bedeutet die Angabe: $\rho_{\text{Kupfer}} = 0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$?
 c Wie ändert sich der spezifische Widerstand bei Metallen, Graphit und Konstantan mit der Temperatur?
- 3 Ein Draht aus Konstantan hat einen Widerstand von $8,0 \Omega$. Wie groß ist
 a bei gleicher Querschnittsfläche der Widerstand eines Konstantandrahtes von halber, doppelter, vierfacher Länge?
 b bei gleicher Länge der Widerstand eines Konstantandrahtes mit halber, doppelter, dreifacher Querschnittsfläche?
 c der Widerstand eines Konstantandrahtes mit
 – zweifacher Länge und doppelter Querschnittsfläche,
 – zweifacher Länge und halber Querschnittsfläche,
 – dreifacher Länge und einem Viertel der Querschnittsfläche?
 Begründen Sie jeweils Ihre Antwort.
- 4 Aus einem Konstantandraht mit dem Durchmesser $d = 0,50 \text{ mm}$ soll ein Drahtwiderstand von 100Ω gewickelt werden. Wie lang muss der Draht sein?
- 5 Eine Kupferleitung mit einer Querschnittsfläche von $2,0 \text{ mm}^2$ soll durch eine gleich lange Leitung aus Aluminium mit gleichem Widerstand ersetzt werden. Welchen Durchmesser muss der Aluminiumdraht haben?
- 6 Bestimmen Sie den Widerstand einer 300 m langen Leitung aus Konstantan mit einem Durchmesser von $0,60 \text{ mm}$.

Material	Spezifischer Widerstand ρ bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$
Aluminium	0,027
Blei	0,21
Eisen	0,10
Germanium	900
Glas	10^{13} bis 10^{22}
Gold	0,022
Graphit	8,0
Kohle	40 bis 80
Konstantan	0,50
Kupfer	0,017
Manganin	0,43
Messing	0,08
Nickel	0,087
Platin	0,11
Porzellan	10^{15}
Quecksilber	0,96
Silber	0,016
Silicium	1200
Wolfram	0,055
Zink	0,061

25.1 Spezifischer Widerstand einiger Materialien in $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$



25.2 Spezifischer Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur für einige Materialien

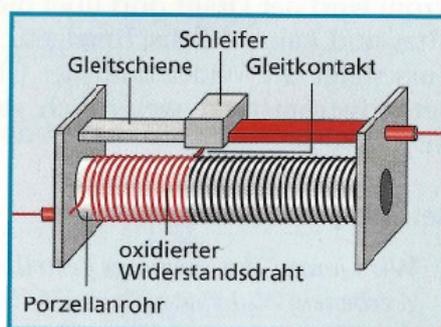
- 7 Nach DIN 48204 haben Freileitungen für Hochspannung eine Querschnittsfläche von 240 mm^2 und sind für Stromstärken von 645 A ausgelegt.
- Welchen Widerstand hat eine 500 km lange Aluminiumleitung?
 - Die Aluminiumleitung wird durch eine Leitung aus Aldrey gleicher Querschnittsfläche ersetzt. Welchen Widerstand hat diese Leitung?
 - Welche Querschnittsfläche hat die Aldreyleitung, wenn diese den gleichen Widerstand besitzt wie die Aluminiumleitung?
- 8 Ein 20 m langer Metalldraht mit der Querschnittsfläche $0,30 \text{ mm}^2$ hat einen Widerstand von $7,1 \Omega$. Aus welchem Material könnte der Draht sein?
- 9 Der spezifische Widerstand eines Metalldrahtes soll experimentell bestimmt werden. Beschreiben Sie einen entsprechenden Versuch. (Benötigte Geräte mit Schaltskizze, Durchführung und Messung, Auswertung, Besonderheiten, die bei der Versuchsdurchführung zu beachten sind)
- 10 Zusatzaufgabe für Mathematik-Genies:
- Was kann man dem Diagramm in Abb. 25.2 bezüglich der Änderung des spezifischen Widerstandes bei Temperaturänderung für die einzelnen Materialien entnehmen?
 - Stellen Sie eine Größengleichung für die Änderung des spezifischen Widerstandes $\Delta\rho$ in Abhängigkeit von der Temperaturänderung $\Delta\vartheta$ auf. [Hinweis: Stellen Sie die Größengleichung des zu einem bestimmten Leitermaterial gehörigen Graphen auf und verallgemeinern Sie das Ergebnis.]



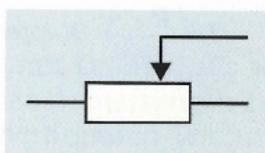
28.1 Querschnitt einer Hochspannungsleitung



26.2 Farbcodierung von Widerständen



a) Prinzip



b) Schaltsymbol
26.3 Veränderbarer Widerstand
Schiebewiderstand

Aufgaben zum spezifischen Widerstand

1. Konstantan R ist temperaturunabhängig
Eisen R nimmt mit zunehmender Temp zu.

2. a) $\rho = \frac{R \cdot A}{l}$

- b) Der Widerstand eines Kupferdrahtes beträgt $0,017 \Omega$ bei einer Länge von $l = 1 \text{ m}$ und einer Querschnittsfl. von 1 mm^2

- c) R bei zunehmender Temp. Metalle größer Graphit kleiner Konstantan bleibt gleich.

3. $R = 8 \Omega$ $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$

a) R halbiert sich, verdoppelt sich, vervierfacht sich

b) R verdoppelt sich, halbiert sich, drittelt sich

c) $l' = 2l$ $A' = 2A$ $R' = \rho \cdot \frac{2l}{2A} = R$

$l' = 2l$ $A' = \frac{1}{2}A$ $R' = \rho \cdot \frac{2l}{\frac{1}{2}A} = 4R$

$l' = 3l$ $A' = \frac{1}{4}A$ $R' = \rho \cdot \frac{3l}{\frac{1}{4}A} = 12R$

4. $d = 0,50 \text{ mm}$ $A = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi$ $R = 100 \Omega$

$A = \frac{1}{16} \pi = 0,20 \text{ mm}^2$ $\rho_{\text{Kunst}} = 0,5 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$

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

$l = \frac{100 \Omega \cdot 0,20 \text{ mm}^2}{0,5 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}}$

$l = 40 \text{ m}$

Einheiten $\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}} = \frac{\Omega \text{ mm}^2}{1} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$
 $= \frac{\Omega \text{ mm}^2}{1} \cdot \frac{\text{mm}}{\Omega \text{ mm}^2}$
 $= \text{m}$

5.

Kupfer

$$s_{Cu} = 0,0172 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

$$d_{Cu} = 2,0 \text{ mm}^2$$

$$l = l_0$$

$$A_{Cu} = 3,1 \text{ mm}^2$$

$$R = R_0$$

Alu

$$s_{Alu} = 0,03 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

$$d_{Alu} = ?$$

$$l = l_0$$

$$R = R_0$$

Kupfer

$$R_0 = 0,0172 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{l_0}{3,1 \text{ mm}^2}$$

Alu

$$R_0 = 0,03 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{l_0}{A_{Alu}}$$

gleich setzen

$$0,0172 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{l_0}{3,1 \text{ mm}^2} = 0,03 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{l_0}{A_e}$$

$$0,0172 \cdot \frac{1}{3,1 \text{ mm}^2} = 0,03 \cdot \frac{1}{A_e} \quad | \cdot A_e$$

$$A_e \cdot \frac{0,0172}{3,1 \text{ mm}^2} = 0,03$$

$$| \cdot 3,1 \text{ mm}^2$$

$$: 0,0172$$

$$A_e = \frac{0,03 \cdot 3,1 \text{ mm}^2}{0,0172}$$

$$A_e = 5,4 \text{ mm}^2 \quad (\text{Querschnittsfläche})$$

$$A = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi$$

$$5,4 \text{ mm}^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot 3,14 \quad | : 3,14$$

$$\frac{5,4 \text{ mm}^2}{3,14} = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad | \sqrt{\quad}$$

$$\sqrt{\frac{5,4 \text{ mm}^2}{3,14}} = \frac{d}{2} \quad | \cdot 2$$

$$2 \cdot \sqrt{\frac{5,4 \text{ mm}^2}{3,14}} = d$$

$$d = 2,6 \text{ mm}$$

$$6. \quad \rho_{\text{Konst}} = 0,5 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \quad l = 300 \text{ m} \quad d = 0,6 \text{ mm} \\ A = 0,28 \text{ mm}^2$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \quad R = 0,5 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{300 \text{ m}}{0,28 \text{ mm}^2} \\ (R = 535,7 \Omega) = 0,54 \text{ k}\Omega$$

$$7. \quad \rho_{\text{Alu}} = 0,027 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \quad l = 500 \text{ km} \quad A = 240 \text{ mm}^2 \\ l = 500 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$a) \quad R = 0,027 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ m}}{240 \text{ mm}^2} \quad R = 56 \Omega$$

$$b) \quad \rho_{\text{Stahlg}} = 0,033 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ m}}{240 \text{ mm}^2} \quad R = 69 \Omega$$

$$c) \quad R = \rho \cdot \frac{l}{A} \quad 56 \Omega = 0,033 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ m}}{A}$$

$$A = 0,033 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ m}}{56 \Omega} \quad A = 29,46 \text{ mm}^2 \\ A = 2,9 \text{ cm}^2$$

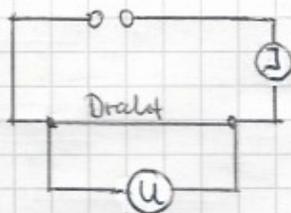
$$8. \quad \rho = \frac{R \cdot A}{l} \quad \rho = \frac{7,1 \Omega \cdot 0,30 \text{ mm}^2}{20 \text{ m}} \quad \rho = 0,11 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \\ \text{Lin}$$

$$9. \quad \rho = \frac{R \cdot A}{l}$$

Länge l messen

Durchmesser d messen

A berechnen $A = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi$



Strom I messen

Spannung U messen

$R = \frac{U}{I}$ berechnen