

Gleichstromkreise

Strom = fließende / bewegte elektrische Ladung

Definition der Stromstärke: $\text{Stromstärke} = \frac{\text{Geflossene Ladung}}{\text{Zeit}}$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \text{Einheit} = \frac{C}{s} = \text{Ampere} = A$$

Stromrichtung

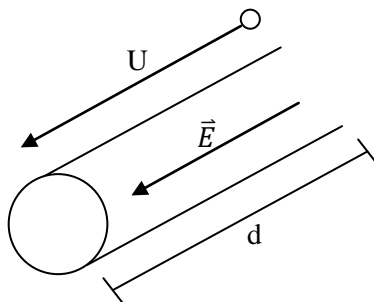
Definition: Der Strom fließt von Plus nach Minus (Technische Stromrichtung)

Real: Anders, da die beweglichen Ladungsträger Elektronen sind. Wir benutzen die technische Stromrichtung.

Ohmsche Gesetz und Widerstand

Feld in einem Leiter \rightarrow Kraft auf die Ladungsträger $F = Q * E \rightarrow$ Bewegung der Ladungsträger = Strom I

$$I \sim F \sim Q * E$$



$$E = \frac{U}{d}$$

$$I \sim \frac{Q}{d} * U$$

$$I = G * U$$

↑ Proportionalitätskonstante

Leitwert G

$$G = \frac{I}{U}, \text{ Einheit } \frac{A}{V} = \text{Siemens} = S$$

Der Leitwert ist proportional zu $\frac{Q}{d}$ und ist materialabhängig und hängt vom Querschnitt A ab.

Es gilt:

$$G = \sigma * \frac{A}{l}$$

A: Querschnitt

l: Länge des Drahtes (=d)

σ : Leitfähigkeit, Materialkonstante (enthält Ladungsträgerdichte und -beweglichkeit)

Widerstand

Der Leiter (Draht) hemmt und begrenzt den Strom mit seinem „Widerstand“.

$$\text{Widerstand } R \text{ (Resistance)} R = \frac{1}{G}, \text{ Einheit: } \frac{V}{A} = \text{Ohm} = \Omega$$

Einsetzen in das I-U-Gesetz

$$I = G * U = \frac{U}{R}$$

$$R = \frac{U}{I} \text{ Ohmsche Gesetz}$$

Rechenbeispiel:

$$R = 10\text{k}\Omega, U = 5\text{V}, I = ?$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{5\text{V}}{10000\Omega} = 0,5 * 10^{-3} \frac{\text{V}}{\Omega} = 0,5\text{mA}$$

$$R = \frac{1}{G} = \frac{1}{\frac{\sigma * A}{l}} = \frac{l}{\sigma * A} = \frac{1}{\sigma} * \frac{l}{A}$$

Materialkonstante: $\frac{1}{\sigma} = \rho$ Spezifischer Widerstand (Rho)

Widerstandsberechnung bei einem Draht.

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

$$\text{Einheit von } \rho: [\rho] = \frac{\Omega * \text{m}^2}{\text{m}} = \Omega\text{m}$$

Material	ρ bei 20 °C in Ωm	
Silber	$1,6 * 10^{-8}$	Leiter
Kupfer	$1,7 * 10^{-8}$	
Aluminium	$2,8 * 10^{-8}$	
Eisen	$10 * 10^{-8}$	
Germanium	0,45	Halb-Leiter
Silizium	640,0	
Holz	$10^8 \text{ bis } 10^{14}$	Nicht-Leiter
Glas	$10^{10} \text{ bis } 10^{14}$	

Aufgabe:

Ein 5m langer Kupferdraht mit $1,5\text{mm}^2$ Querschnitt soll einen Strom von 4A führen.

- Welche Spannung wird gebraucht?
- Welche Feldstärke besteht im Draht?

a)

$$R = \rho * \frac{l}{A} \text{ und } U = R * I$$

$$R = 1,7 * 10^{-8} \Omega\text{m} * \frac{5\text{m}}{1,5 * 10^{-6} \text{m}^2} = \frac{1,7 * 5}{1,5} * 10^{-2} \Omega = 5,67 * 10^{-2} \Omega$$

$$U = 5,67 * 10^{-2} \frac{\text{V}}{\text{A}} * 4\text{A} = 22,7 * 10^{-2} \text{V} = 0,227\text{V}$$

b)

$$E = \frac{U}{d} = \frac{0,227\text{V}}{5\text{m}} = 0,0453 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$\text{Alternativ: } E = \frac{U}{d} = \frac{I * R}{d} \text{ da } d = l \text{ und } R = \rho * \frac{l}{A}$$

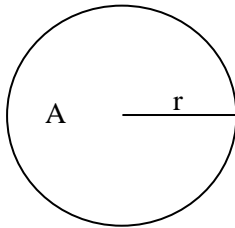
$$E = \frac{I * \rho * l}{l * A} = \frac{I * \rho}{A} \text{ unabhängig von } l!$$

Rechenbeispiel

Ein Eisenstab mit 0,1mm Radius soll einen Leitwert $G = 100\text{mS}$ haben.

a) Wie lang muss der Eisenstab sein?

a)



$$A = \pi r^2 = \pi * (0,1 * 10^{-3}m)^2 = \pi * 10^{-8}m^2$$

$$G = \sigma * \frac{A}{l}$$

$$l = \sigma * \frac{A}{G} = \frac{1}{\rho} * \frac{A}{G} = \frac{1 * \pi * 10^{-8}m^2}{10 * 10^{-8}\Omega m * 0,1S} = \pi * \frac{m^2}{m * \Omega * S} = \pi * \frac{m}{\frac{V}{A} * V} = \pi m = 3,14159m$$