

Elektrotechnische Grundlagen

- Vielfaches / Teile
- SI-Basiseinheiten
- Elektrischer Strom I in Ampere
- Elektrische Spannung U in Volt
- Elektrischer Widerstand R in Ω
- Kirchhoff'sche Regeln
- Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit
- Elektrische Leistung & Elektrische Arbeit
- Kabel & Stromleiter
- Wechselgrößen und Pulsgrößen
- Scheinleistung
- Wirkungsgrad
- Schutzklassen
- FI-Schutzschalter
- Gefahren des elektrischen Stroms
- Formelsammlung

Vielfaches / Teile

Vielfaches	Bezeichnung	Teile	Bezeichnung
10^1	da	10^{-1}	d
10^2	ha	10^{-2}	c
10^3	k	10^{-3}	m
10^6	M	10^{-6}	μ
10^9	G	10^{-9}	n
10^{12}	T	10^{-12}	p
10^{15}	P	10^{-15}	f

SI-Basiseinheiten

Meter	m	l
Kilogramm	kg	m
Sekunde	s	t
Ampere	A	I
Kelvin	K	

Elektrischer Strom I in Ampere

→ Je mehr Elektronen fließen, desto größer ist die Stromstärke

Technischer Stromrichtung: + → -

Physikalische Stromrichtung: - → +

Elektrische Spannung U in Volt

→ Spannungsquelle besitzt zwei Pole mit unterschiedlichen Ladungen.

Minus & Plus

Die Spannung U gibt an, wie viel Energie notwendig ist, um den Elektronenunterschied auszugleichen.

→ **Ursache** es elektrischen Stroms.

Elektrischer Widerstand R in Ω

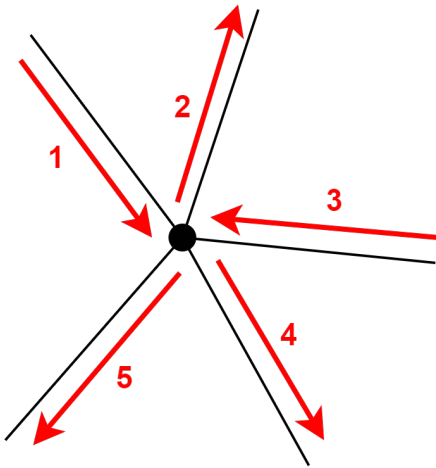
→ Freie Ladungsträger stoßen gegen Atome und werden im Fluss gestört.

Ohm'sches Gesetz: $U = R * I$

Kirchhoff'sche Regeln

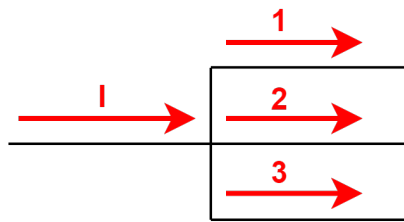
→ Beschreibung der Abhängigkeit von **U**, **I** und **R**.

Knotenregel



$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4 + I_5$$

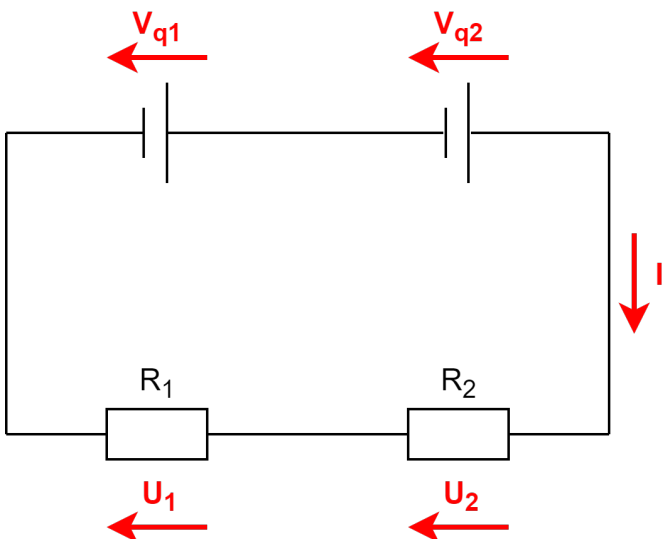
(Parallelschaltung)



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Ströme teilen sich auf, Spannung bleibt gleich.

Maschenregel



$$\begin{aligned} V_{q1} + V_{q2} &= U_1 + U_2 \\ V_{q1} + V_{q2} &= R_1 \cdot I + R_2 \cdot I \end{aligned}$$

In der Reihenschaltung ist I gleich groß.

Reihenschaltung

- I ist für alle Verbraucher gleich.

$$R_{ges} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Parallelschaltung

- I teilt sich auf. Je größer R desto kleiner I.

$$G = \frac{1}{R}$$

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

Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit

Länge l

Querschnitt A $r^2 \cdot \pi$

Spezifischer elektrischer Widerstand/Leitfähigkeit

ρ k

$\Rightarrow R = \frac{\rho \cdot l}{A}$ *oder* $R = \frac{\frac{1}{k} \cdot l}{A}$

	ρ	k
Silber	0,016	62,5
Kupfer	0,01786	56,2
Gold	0,023	43,5
Eisen	0,25	10

Elektrische Leistung & Elektrische Arbeit

Elektrische Leistung

→ pro Zeiteinheit verrichtete Arbeit

$$P = U \cdot I$$

$$P = R \cdot I^2$$

$$P = U^2 / R$$

$$P = W / t$$

Elektrische Arbeit

→ U bewegt Ladung Q: Es entsteht W

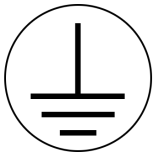
$$W = P \cdot t$$

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$W = (U^2 \cdot t) / R$$

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Kabel & Stromleiter



Erde



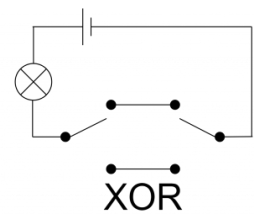
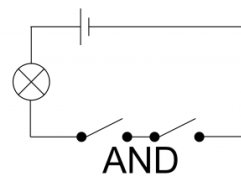
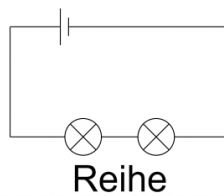
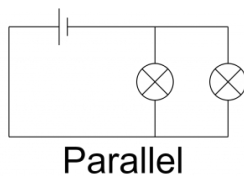
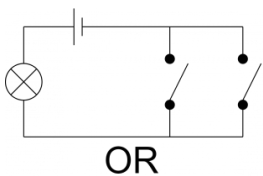
Schutzleiter



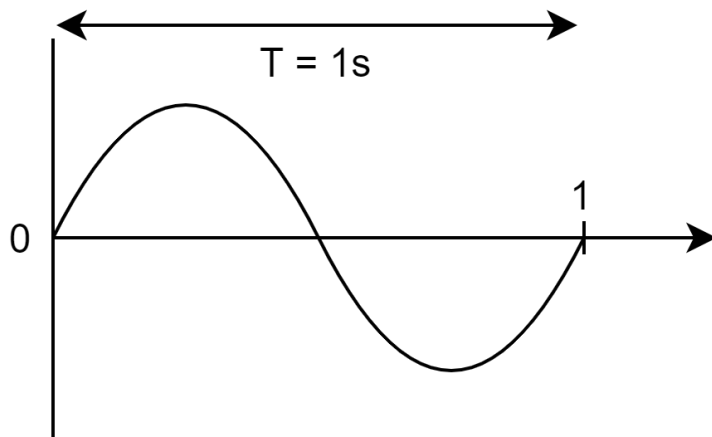
Schutzleiter



Außenleiter (L_1 , L_2 , L_3)



Wechselgrößen und Pulsgrößen

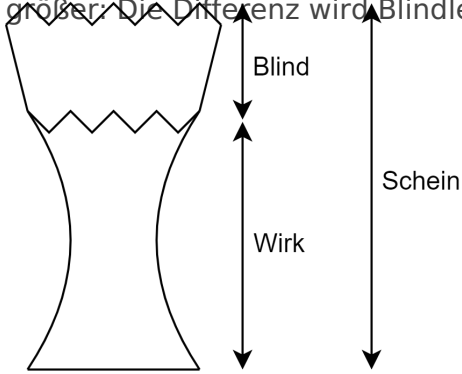


$$U_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \hat{U} \quad f = \frac{1}{T}$$

\hat{U} entspricht dem Spitzenwert im Maximum. U_{eff} liegt darunter, i.d.R. 230V.

Scheinleistung

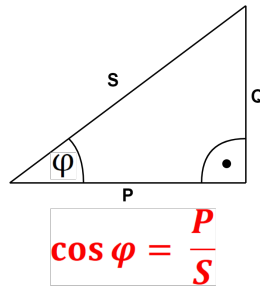
Bei Gleichspannung ist die Scheinleistung gleich der Wirkleistung. Bei Wechselspannung ist sie größer. Die Differenz wird Blindleistung genannt.



$$S = U \cdot I$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = S \cdot \sin \varphi$$



Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

$$P_v = P_{zu} - P_{ab}$$

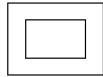
Der Quotient aus abgeführter und zugeführter Leistung bestimmt den Wirkungsgrad η . Er ist in der Regel kleiner als 1.

Schutzklassen

I Erdung



II Isolierung



III Kleinspannung
< 50V



Sicherheitsregeln

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und Kurschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

FI-Schutzschalter

Der FI-Schutzschalter schützt den Menschen. Die Sicherung schützt die Leitung.

- Verhindern, dass ein Fehlerstrom durch den Körper einer Person fließt.
- Begrenzen auf ungefährlichen Wert.
- Begrenzen auf ungefährliche Dauer.

Gefahren des elektrischen Stroms

Physiologisch:

- 0,5 mA → Keine Empfindung
- 1 mA → Muskelverkrampfung
- 50 mA → Herzkammerflimmern
- → Herzstillstand

Wärme:

- Verbrennungsmarken
- Gerinnung Bluteiweiß
- Platzen roter Blutkörperchen

Chemisch:

- Zersetzung Zellflüssigkeit → Vergiftung

Die 5 Sicherheitsregeln

1. Spannung abschalten
2. Aus Gefahrenbereich bringen
3. Arzt/Rettungsdienst
4. Verletzungen?
5. Stabile Seitenlage, Schocklage oder Herzmassage

Formelsammlung

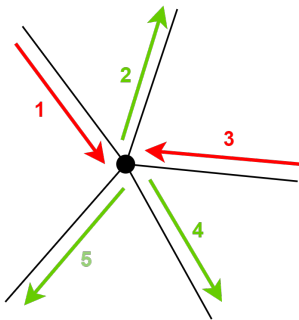
Vielfaches / Teile

Vielfaches	Bezeichnung	Teile	Bezeichnung
10^1	da	10^{-1}	d
10^2	ha	10^{-2}	c
10^3	k	10^{-3}	m
10^6	M	10^{-6}	μ
10^9	G	10^{-9}	n
10^{12}	T	10^{-12}	p
10^{15}	P	10^{-15}	f

Ohm'sches Gesetz

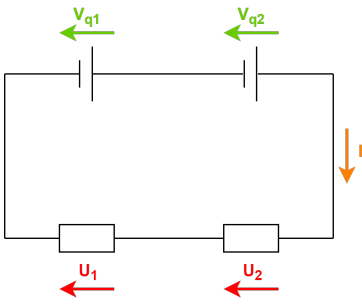
$$\mathbf{U = R * I} \quad \mathbf{I = U / R} \quad \mathbf{R = U / I}$$

Kirchhoff



$$\mathbf{I_1 + I_3 = I_2 + I_4 + I_5}$$

I teilt sich auf, U bleibt gleich



I gleich groß

Reihenschaltung

$$R_{ges} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Parallelschaltung

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

Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} \quad A = r^2 \cdot \pi \quad \rho = \frac{1}{\kappa}$$

Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I$$

$$P = R \cdot I^2$$

$$P = U^2 / R$$

$$P = W / t$$

Elektrische Arbeit

$$W = P \cdot t$$

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$W = (U^2 \cdot t) / R$$

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Effektivwert

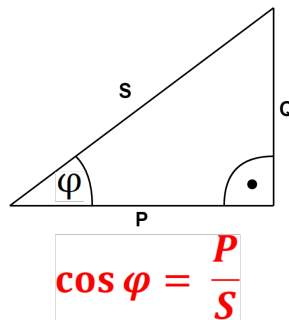
$$U_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \hat{U} \quad f = \frac{1}{T}$$

Scheinleistung

$$S = U \cdot I$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = S \cdot \sin \varphi$$



Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

$$P_v = P_{zu} - P_{ab}$$