

Einige elektrische Grössen

Quelle : <http://www.elektronik-kompodium.de>

Formeln des Ohmschen Gesetzes $U = R \times I$

Das Ohmsche Gesetz kennt drei Formeln zur Berechnung von Strom, Widerstand und Spannung. Voraussetzung ist, dass jeweils zwei der Grundgrössen bekannt sind.

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

Liegt an einem Widerstand R die Spannung U, so fließt durch den Widerstand R ein Strom I.

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

Fließt durch einen Widerstand R ein Strom I, so liegt an ihm eine Spannung U an.

$$U = R \cdot I$$

Soll durch einen Widerstand R der Strom I fließen, so muss die Spannung U berechnet werden.

Spannung

Die gesetzliche Grundeinheit der elektrischen Spannung ist 1 Volt (V). Normalerweise liegen die Spannungswerte in der Elektronik zwischen einigen Millivolt und mehreren hundert Volt. In der Hochspannungstechnik wird mit mehreren Kilovolt (kV) bis mehrere Megavolt (MV) gearbeitet.

Megavolt	1 MV	1 000 000 V	10^6 V
Kilovolt	1 kV	1 000 V	10^3 V
Volt	1 V	1 V	10^0 V
Millivolt	1 mV	0,001 V	10^{-3} V
Mikrovolt	1 μ V	0,000 001 V	10^{-6} V

Im Zusammenhang mit der Einheit V (Volt) kommen häufig die Kürzel "AC" und "DC" vor. Die Abkürzung "AC" steht für "alternating current" (Englisch) und bedeutet auf Deutsch "wechselnder Strom". Die Abkürzung "DC" steht für "direct current" (Englisch) und bedeutet auf Deutsch "Gleichstrom".

Strom

Die gesetzliche Grundeinheit des elektrischen Stroms ist 1 Ampere (A). Normalerweise liegen die Stromwerte in der Elektronik zwischen einigen Mikroampere (μA) und mehreren Ampere (A). In der Starkstromtechnik kennt man auch Kiloampere (kA).

Kiloampere	1 kA	1 000 A	10^3 A
Ampere	1 A	1 A	10^0 A
Milliampere	1 mA	0,001 A	10^{-3} A
Mikroampere	1 μA	0,000 001 A	10^{-6} A

Widerstand

Die Masseinheit für den elektrischen Widerstand ist Ohm mit dem Kurzzeichen Ω (Omega) aus dem griechischen Alphabet.

Megaohm	1 M Ω	1 000 000 Ω	10^6 Ω
Kiloohm	1 k Ω	1 000 Ω	10^3 Ω
Ohm	1 Ω	1 Ω	10^0 Ω
Milliohm	1 m Ω	0,001 Ω	10^{-3} Ω

Leistung

Die Grundeinheit der elektrischen Leistung ist das Watt (W) oder auch Voltampere (VA). Letzteres ergibt sich aus der Berechnung durch Spannung und Strom. Die Angabe der Masseinheit VA findet man häufig auf Transformatoren und Elektromotoren.

Megawatt	1 MW	1 000 000 W	10^6 W
Kilowatt	1 kW	1 000 W	10^3 W
Watt	1 W	1 W	10^0 W
Milliwatt	1 mW	0,001 W	10^{-3} W
Mikrowatt	1 μW	0,000 001 W	10^{-6} W

Formeln zur Berechnung

Die elektrische Leistung ist rechnerisch ein Produkt aus elektrischer Spannung und elektrischem Strom. Je grösser die Spannung oder der Strom ist, desto grösser ist die Leistung. Ähnlich, wie die Grösse Fläche durch Längen- und Breitenangaben beeinflusst wird.

$$\text{Elektr. Leistung } P = \text{Elektr. Spannung } U \cdot \text{Elektr. Strom } I$$
$$P = U \cdot I$$

Im dreiphasen Drehstromnetz :

$$\text{Wirkleistung } P = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \quad (\text{cosinus } \varphi) \quad \text{Einheit : W}$$

$$\text{Blindleistung } Q = U \times I \times \sqrt{3} \times \sin \varphi \quad (\text{sin } \varphi) \quad \text{Einheit : VAr}$$

$$\text{Scheinleistung } S = U \times I \times \sqrt{3} \quad \text{Einheit : VA}$$

Wirkleistung, Scheinleistung und Blindleistung

Ein ohmscher Widerstand setzt seine aufgenommene Leistung vollständig in Wärme um. Man nennt das Wirkleistung. Diese Leistung ist in der Einheit Watt (W) angegeben. Hat ein Verbraucher neben dem ohmschen Widerstand auch induktive und kapazitive Anteile, dann entsteht zwischen Strom und Spannung eine zeitliche Verschiebung, auch Phasenverschiebung genannt. Neben der Wirkleistung ist deshalb auch eine Blindleistung (VAr) vorhanden, die nicht in Wärme umgewandelt wird. Stattdessen wird die Blindleistung mit der Frequenz der Wechselspannung hin- und hergeschoben. Die Blindleistung wird nicht verbraucht, also auch nicht als Stromverbrauch berechnet. Sie muss trotzdem vom Stromlieferanten bereitgestellt werden.



Ist bei der Leistungsaufnahme eines Geräts Blindleistung dabei, dann wird diese Leistung als Scheinleistung bezeichnet.

Die Scheinleistung wird, gemäss DIN 40110-1, in Voltampere (VA) angegeben. Voltampere soll zum Ausdruck bringen, dass in der Leistung neben der Wirkleistung auch Blindleistung enthalten ist. Üblicherweise spricht man bei Wechselstrom- und Wechselspannungsverbraucher von Scheinleistung. Auf vielen elektrischen Verbrauchern ist die Scheinleistung auf dem Typenschild angegeben. Häufig wegen dem eingebauten Transformator.

Leistung im Wechselstromkreis

Wird ein [induktiver bzw. kapazitiver](#) Widerstand an eine Wechselspannung angeschlossen, so tritt analog zu den [Widerständen](#) neben dem schon vorhandenen Wirkanteil zusätzlich noch ein Blindanteil in Erscheinung.

Der Blindanteil kommt durch die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung der [Induktivität](#) bzw. der [Kapazität](#) zustande. Bei einem rein [ohmschen Widerstand](#) liegen Strom und Spannung in gleicher Phase, daher hat ein rein ohmscher Widerstand keinen Blindanteil.

Der Blindanteil der Leistung wird als **Blindleistung Q** bezeichnet. Einheit ist **VAr**.

Der Wirkanteil wird als **Wirkleistung P** bezeichnet. Seine Einheit ist **W**.

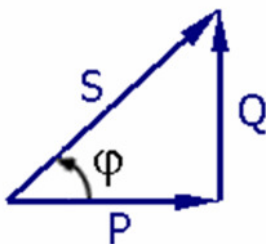
Die Gesamtleistung im Wechselstromkreis ist die **Scheinleistung S**. Sie hat die Einheit **VA**.

Die Scheinleistung berechnet sich aus der Wirkleistung P und der Blindleistung Q, gemäß dem Satz des Pythagoras, daraus ergibt sich hier:

$$S = \sqrt{Q^2 + P^2}.$$

Zur besseren Unterscheidbarkeit der drei Leistungsarten verwendet man die drei unterschiedlichen Einheiten VAr, W und VA.

Das Leistungsdreieck verdeutlicht die Zusammenhänge.



Leistungen im Wechselstromkreis berechnen sich gemäß der folgenden Formeln:

	Formelzeichen	Einheit	Formel	Formel
Scheinleistung	S	VA	$S = U \cdot I$	$S = \sqrt{Q^2 + P^2}$
Wirkleistung	P	W	$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi = S \cdot \cos\varphi$	$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$
Blindleistung	Q	var	$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi = S \cdot \sin\varphi$	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$

Leistungsfaktor $\cos \varphi$

$\cos \varphi$ wird als Wirkleistungsfaktor oder kurz als Leistungsfaktor bezeichnet. Er wird häufig auf den Typenschildern von Elektromotoren angegeben.

Der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ ist das Verhältnis zwischen Wirkleistung P und Scheinleistung S, er berechnet sich gemäß der Formel:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Der Leistungsfaktor gibt an welcher Teil der Scheinleistung in die gewünschte Wirkleistung umgesetzt wird.

Der **Blindleistungsfaktor $\sin \varphi$** gibt das Verhältnis zwischen Blindleistung Q und Scheinleistung S an : **$\sin \varphi = Q/S$**

Im Dreiphasen Drehstromnetz kommt immer noch der Faktor $\sqrt{3}$ dazu.