

Grundlagen der Elektrotechnik



Elektrischer
Widerstand

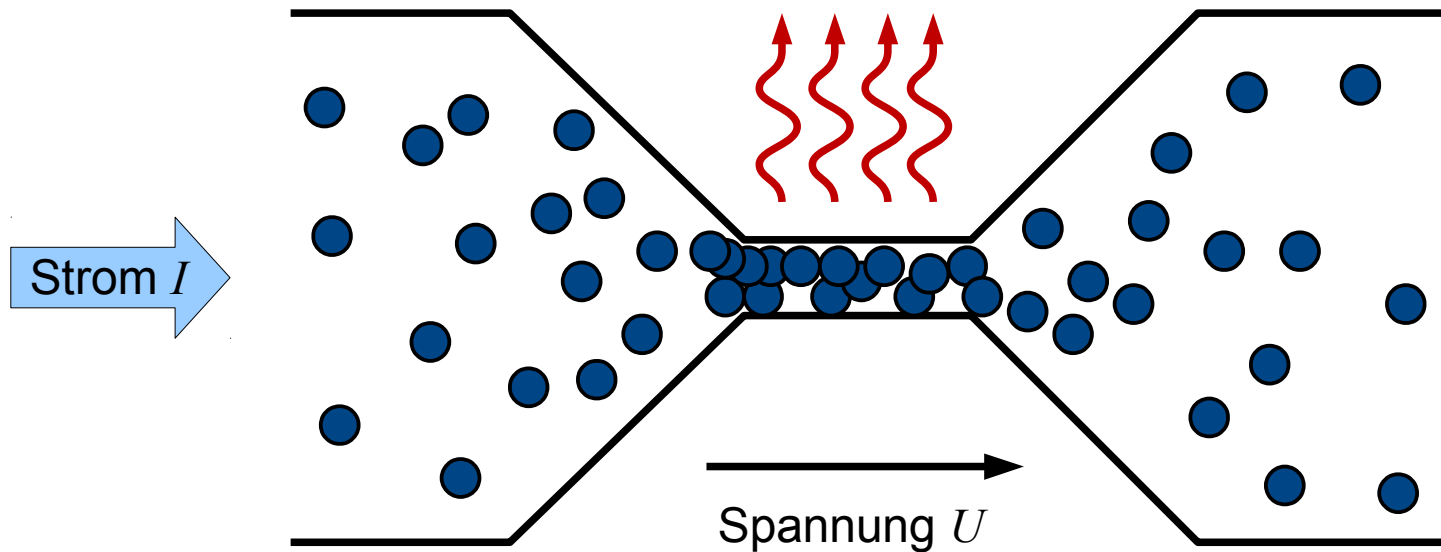
TH-Köln 2020

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Elektrischer Widerstand

- Definition
- Widerstand und Leitwert
- Geometrie
- Materialeigenschaften

Elektrischer Widerstand



Formelsymbol: R (= Resistance)

Einheit: $\frac{\text{V}}{\text{A}} = \Omega = \text{Ohm}$

Das Ohmsche Gesetz:

Stromfluss
erzeugt eine Spannung

$$U = R \cdot I$$

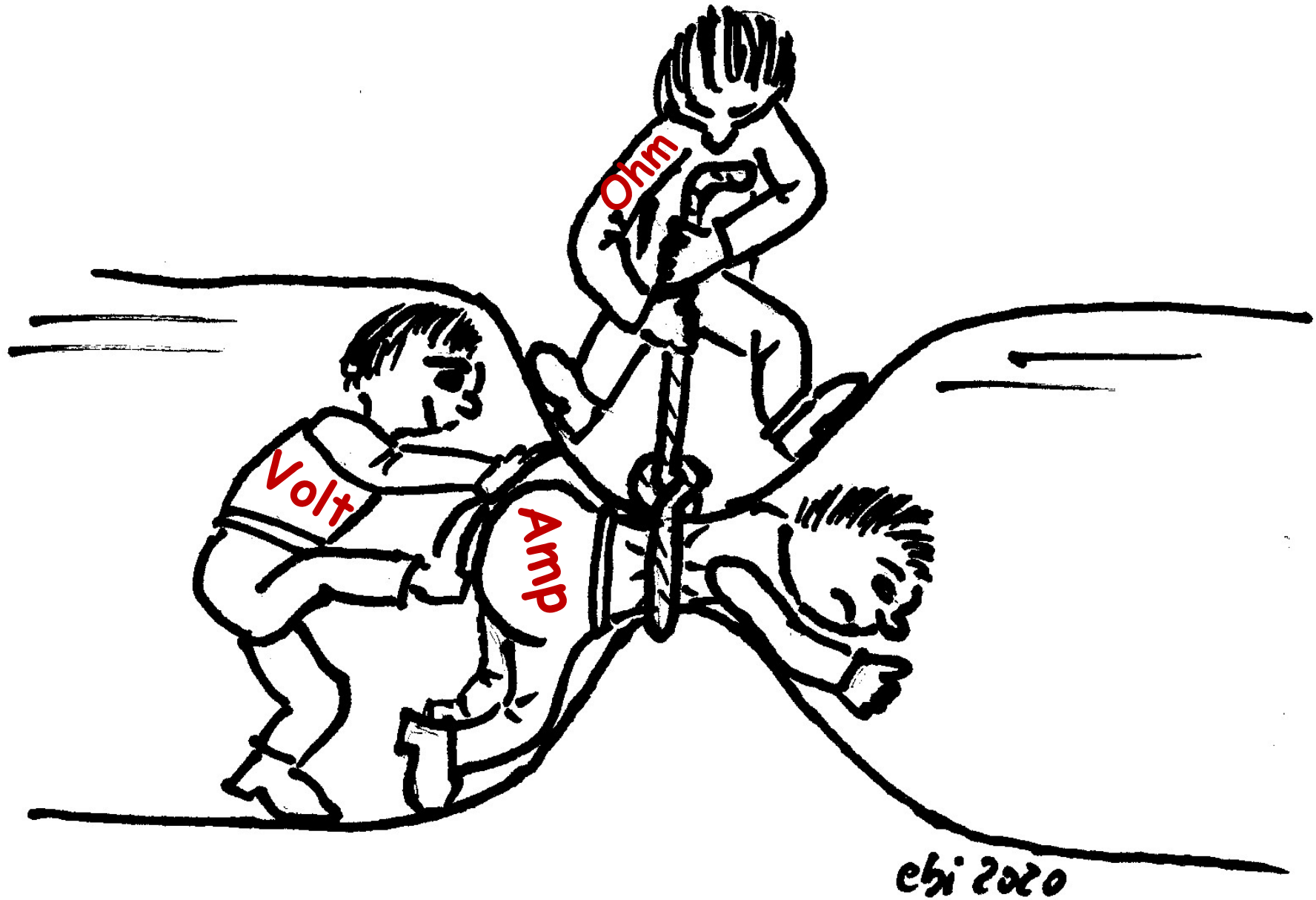
Spannung
erzeugt einen Stromfluss

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

Spannung und Strom
sind proportional

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

Volt, Ampere und Ohm in Aktion



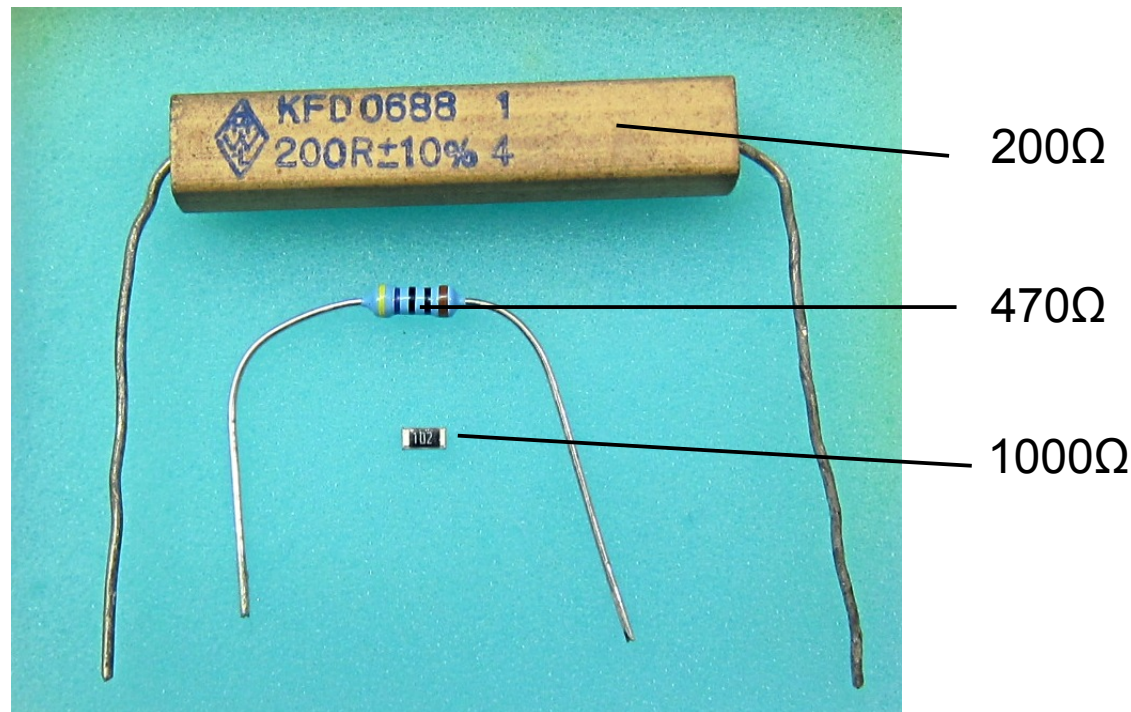
Widerstands-Größe

Achtung:

■ Widerstand bezeichnet:

- Das Ding
- Den Wert

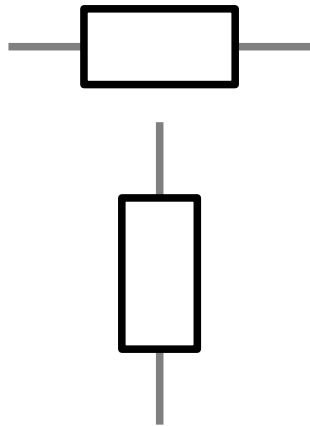
Welcher Widerstand ist größer?



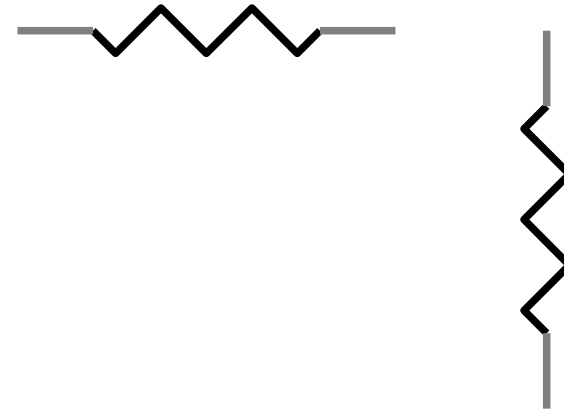
Widerstand

Schaltplan-Symbol :

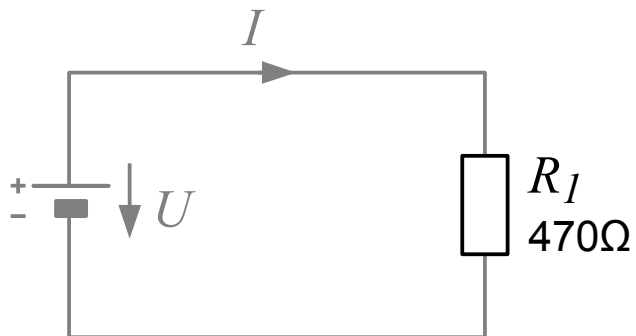
DIN:



International:



Beispiel



Leitwert

Seltener verwendet

Formelsymbol: G

Einheit: S (Siemens),

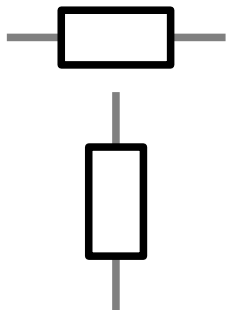
auch: $1/\Omega$

In Grundeinheiten: A/V

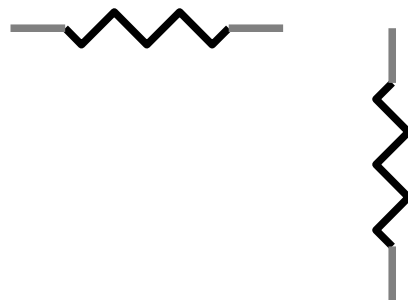
Es gilt: $G = \frac{1}{R}$ $G = \frac{I}{U}$

Schaltplan-Symbol: Wie Widerstand

DIN:



International:



Zifferncodes

Beispiel:

473

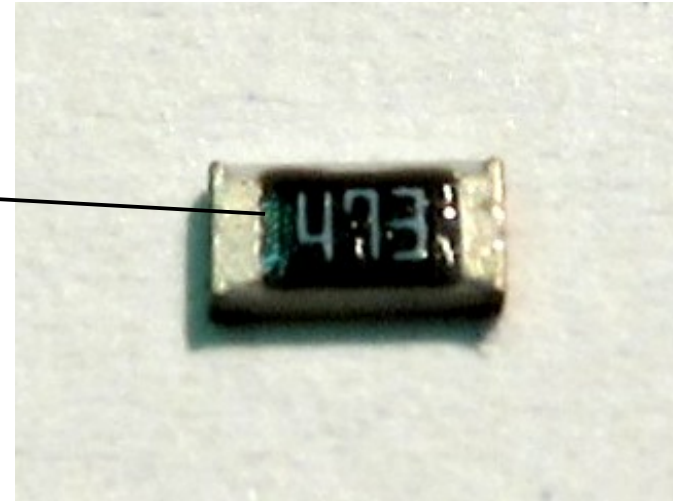


Mantisse

Exponent
= Anzahl der Nullen

Einheit:

Widerstände: Ω



hier: 47 000 Ω = 47 k Ω

Besonderheit:

R oder k kennzeichnen Dezimalstelle.

Bsp.: 1R20 = 1.2 Ω

Praxistipp:

Farbcodes

	Ziffer	Toleranz
Schwarz	0	
Braun	1	±1%
Rot	2	±2%
Orange	3	
Gelb	4	
Grün	5	±0.5%
Blau	6	±0.25%
Lila	7	±0.1%
Grau	8	
Weiß	9	

Gold	0.1	±5%
Silber	0.01	±10%



Beispiel:

562





56 00 Ω

= 5.6 k Ω

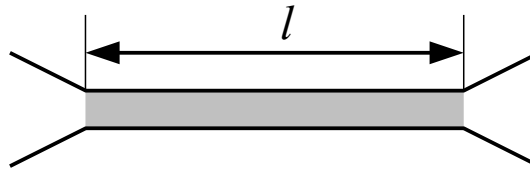
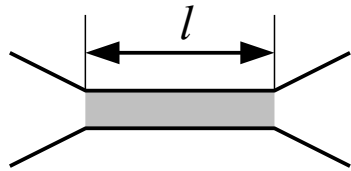
Standard-Werte für Widerstände

Praxistipp:

E-12-Reihe:

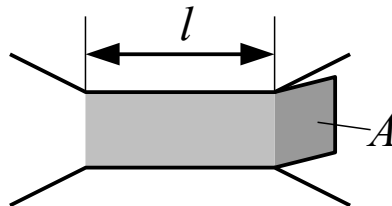
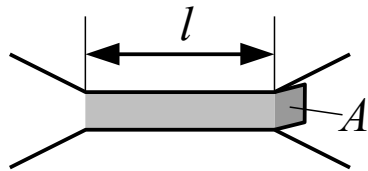
10  20%
12  20%
15
18
22
27  20%
33
39
47
56
68
82  20%
100

Widerstands-Geometrie



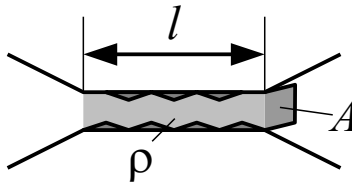
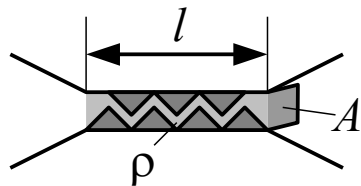
Widerstand R wird größer mit der Länge l ,

$$R \sim l$$



Widerstand R wird kleiner mit der Querschnitts-Fläche A ,

$$R \sim 1/A$$



Widerstand R wird größer mit größerem spezifischen Widerstand ρ ,

$$R \sim \rho$$

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

Materialgrößen

Spezifischer Widerstand

Beschreibt, wie stark ein Material dem elektrischen Strom Widerstand entgegensetzt

Elektrische Leitfähigkeit

Beschreibt, wie gut ein Material den elektrischen Strom leitet

Formelsymbol:

ρ

σ oder κ

Einheit:

Ωm - „Ohm-Meter“

In Grundeinheiten: $\frac{\text{V}\cdot\text{m}}{\text{A}}$

Achtung:

Häufig auch in Ωmm oder ähnliche

$1/\Omega\text{m}$ - „Eins durch Ohm-Meter“

S/m - „Siemens pro Meter“

In Grundeinheiten: $\frac{\text{A}}{\text{V}\cdot\text{m}}$

Achtung:

Häufig auch in $1/\Omega\text{mm}$ oder S/mm oder ähnliche

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

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

$$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{l}{A}$$

Elektrische Leitfähigkeiten

Material	El. Leitfähigkeit σ / S/m
Silber	$61,39 \cdot 10^6$
Kupfer	$\geq 58,0 \cdot 10^6$
Gold	$44,0 \cdot 10^6$
Aluminium	$36,59 \cdot 10^6$
Natrium	$21 \cdot 10^6$
Wolfram	$18,38 \cdot 10^6$
Messing (CuZn37)	$\approx 15,5 \cdot 10^6$
Eisen	$10,02 \cdot 10^6$
Chrom	$8,74 \cdot 10^6$
Blei	$4,69 \cdot 10^6$
Titan (bei 273 K)	$2,56 \cdot 10^6$
Edelstahl (1.4301)	$1,4 \cdot 10^6$
Quecksilber	$1,04 \cdot 10^6$
Gadolinium	$0,74 \cdot 10^6$
Graphit (parallel zu Schichten)	$3 \cdot 10^6$
Leitfähige Polymere	10-11 bis 105
Germanium	1,45
Silizium, undotiert	$252 \cdot 10^{-6}$
Tellur	$5 \cdot 10^{-3}$
Meerwasser	≈ 5
Leitungswasser	$\approx 50 \cdot 10^{-3}$
Reinstwasser	$5 \cdot 10^{-6}$

Material	El. Leitfähigkeit σ / S/m
Aluminiumoxid	1.0E-12
Bernstein	100.0E-18
Fettgewebe	30.3E-3
Gummi (Hartgummi) (Werkstoff)	100.0E-15
Holz (trocken)	100.0E-6
Muskelgewebe	500.0E-3
Polypropylenfolie	10.0E-6
Porzellan	1.0E-12
Quarz-glas	1.3E-18
Schwefel	1.0E-15

Bei 300K (ca. 27°C)

Quelle: Wikipedia,

http://de.wikipedia.org/wiki/Elektrische_Leitf%C3%A4higkeit

Und: http://de.wikipedia.org/wiki/Spezifischer_Widerstand
(7.10.2013)

Kontakt

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Professur Elektrische Netze

Institut für Elektrische Energietechnik,
Fakultät für Informations-, Medien- und
Elektrotechnik (F07)

Technische Hochschule Köln

Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19

50679 Köln, Deutschland

Tel. +49 221 8275 2020

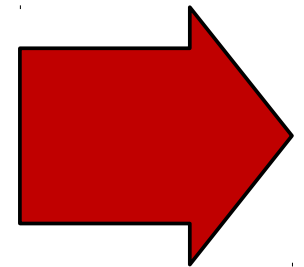
eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de

<https://www.th-koeln.de/>

[personen/eberhard.waffenschmidt/](https://www.th-koeln.de/personen/eberhard.waffenschmidt/)



Anhang



Anhang: Griechische Buchstaben

Symbol	Name	Elektrotechnische Bedeutung, Beispiele
A, α	Alpha	α – Temperaturkoeffizient (linear)
B, β	Beta	β – Temperaturkoeffizient (quadratisch)
Γ , γ	Gamma	
Δ , δ	Delta	δ – Luftspaltlänge
E, ε	Epsilon	ε – Dielektrizitätszahl
Z, ζ	Zeta	
H, η	Eta	η – Wirkungsgrad
Θ , θ , ϑ	Theta	Θ – magn. Durchflutung, ϑ – Temperatur
I, ι	Iota	
K, κ	Kappa	κ – spez. elektr. Leitfähigkeit
Λ , λ	Lambda	Λ – magn. Leitwert, λ – Wellenlänge
M, μ	My	μ – Permeabilitätszahl, Abkürzung von „Mikro“
N, ν	Ny	ν – Frequenz, statt f in der Physik
Ξ , ξ	Xi	
O, \omicron	Omikron	
Π , π	Pi	π – Kreiszahl
P, ρ	Rho	ρ – spezifischer elektr. Widerstand
Σ , σ	Sigma	σ – spezifische elektr. Leitfähigkeit
T, τ	Tau	τ – Zeitkonstante
Y, υ	Ypsilon	
Φ , ϕ	Phi	Φ – magn. Fluß ϕ – Phasenverschiebungswinkel
X, χ	Chi	χ – magn. Suszeptibilität
Ψ , ψ	Psi	Ψ – magn. Flußverkettung
Ω , ω	Omega	Ω – Einheit für den elektrischen Widerstand Ohm, ω – Kreisfrequenz