

# Kenngrößen in der Elektronik

## Spannung

Die Spannung ist der Druck, mit der die Elektronen durch die Leitung gepreßt werden. Die Spannung kann nur zwischen zwei Punkten angegeben werden, d. h. Es wird ein Bezug benötigt. Die elektrische Spannung ist die Ursache des elektrischen Stromes.

In der Elektronik wird meist Gleichspannung verwendet, dabei bleibt die Polarität stets gleich, z. B. + 1,5 V bei einer Batterie. Im Haushalt und bei etwas größeren Leistungen wird fast ausschließlich Wechselspannung verwendet. Wechselspannung wechselt periodisch die Polarität, in unserem Netz mit 50 Hz, d. h. Die Polarität wird 50 mal in der Sekunde gewechselt. Wechselspannung hat bei der Leistungsübertragung den Vorteil, daß sie transformiert werden kann, und dadurch weniger Verluste entstehen.

In der Elektronik wird meistens eine Spannung bis 25 V<sub>~</sub> verwendet. In unserem Hausnetz ist die Spannung 230/400 V<sub>~</sub>, bei Hochspannungsleitungen sind bei uns bis zu 380 kV möglich. Das Formelzeichen für die Spannung ist U, die Einheit dafür V, für Volt.

## Strom

Der elektrische Strom fließt in einem elektrisch geschlossenen Stromkreis, in der eine Spannungsquelle angeschlossen ist. Normalerweise ist der Strom proportional zur Spannung, d. h. wenn die Spannung sich verdoppelt, verdoppelt sich auch der Strom.

Für den gesunden, erwachsenen Menschen können 40 mA lebensgefährlich sein, wenn sie länger als 20 ms über das Herz fließen.

Das Formelzeichen für den Strom ist I, die Einheit für den Strom ist A für Ampere.

## Widerstand

Der Widerstand setzt der Spannung ein Hindernis entgegen, daraus ergibt sich die Höhe des Stromes. Je kleiner der Widerstand, je höher die Spannung umso größer ist der daraus resultierende Strom.

Das Formelzeichen für den Widerstand ist R, die Einheit  $\Omega$ .

Daraus folgt das Ohmsche Gesetz:

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

## Leistung

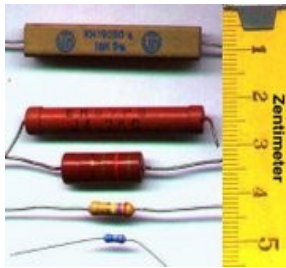
Von Bauteilen ist die maximale Verlustleistung ein wichtige Kenngröße, und gibt an wieviel Leistung maximal in Wärme umgesetzt werden kann. Je größer die Oberfläche und umso größer die Kühlung ist, umso mehr Leistung kann an die Umgebung abgegeben werden. Wird die Leistung noch größer als die maximale Leistung, erhitzt sich das Bauteil zu stark und kann z. B. durchbrennen (ein Motor der überlastet wird). Das Formelzeichen für die Leistung ist P, und die Einheit dafür W, für Watt. Die Leistung ist das Produkt aus Spannung und Strom:

$$P = U * I$$

Je größer die Spannung oder Strom, umso größer wird auch die Leistung.

Achtung: Bei doppelter Spannung, fließt auch doppelt so viel Strom. Deshalb ist die Leistung bei doppelter Spannung gleich 4mal so groß!

# Widerstand



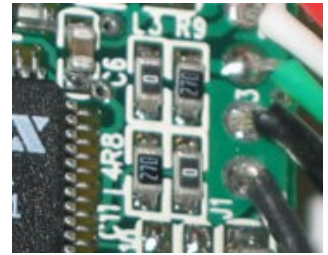
Keramikwiderstände  
von 0,25 bis ca 4 W Leistung



Leistungswiderstand



Schiebewiderstand ca 200 W  
Leistungswiderstand ca 20 W  
Leistungswiderstand



SMD Widerstände  
Widerstände für industrielle  
Platinenproduktion

Die Kenngrößen für Widerstände sind: der Widerstandswert, die maximale Verlustleistung, maximale Spannung, die Genauigkeit des Widerstandswertes, Temperaturabhängigkeit

Die maximale Verlustleistung von Keramikwiderständen liegt zwischen 0,1 W und 5 W.

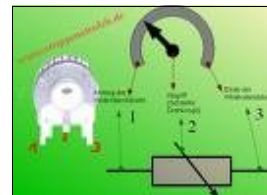
Bei anderen Widerständen hängt die Verlustleistung von der Baugröße (Oberfläche) und Kühlung ab.

Parameterabhängige Widerstände:

- Termistoren (PTC/NTC)
- Fotowiderstände
- spannungsabhängige Widerstände (VDR = *voltage dependent resistor, Varistor*)
- Druck- und Dehnungsmessstreifen (DMS)
- verstellbare Widerstände (Potentiometer)

## Potentiometer:

Potentiometer sind veränderbare Widerstände und werden z. B. als Lautstärkeregler, Balance, ... verwendet.



## Widerstandsfarbcode für 5/6 Farbringe

| Farbe   | 1. Ring<br>(1. Ziffer) | 2. Ring<br>(2. Ziffer) | 3. Ring<br>(3. Ziffer) | 4. Ring<br>(Multiplikator) | 5. Ring<br>(Toleranz) | 6. Ring<br>(Temp. Koeffizient)         |
|---------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| silber  |                        |                        |                        | 10 <sup>-2</sup>           | ±10%                  |  |
| gold    |                        |                        |                        | 10 <sup>-1</sup>           | ±5%                   |  |
| schwarz |                        | 0                      | 0                      | 10 <sup>0</sup>            |                       | 200 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> |
| braun   | 1                      | 1                      | 1                      | 10 <sup>1</sup>            | ±1%                   | 100 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> |
| rot     | 2                      | 2                      | 2                      | 10 <sup>2</sup>            | ±2%                   | 50 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>  |
| orange  | 3                      | 3                      | 3                      | 10 <sup>3</sup>            |                       | 15 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>  |
| gelb    | 4                      | 4                      | 4                      | 10 <sup>4</sup>            |                       | 25 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>  |
| grün    | 5                      | 5                      | 5                      | 10 <sup>5</sup>            | ±0,5%                 |  |
| blau    | 6                      | 6                      | 6                      | 10 <sup>6</sup>            | ±0,25%                | 10 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>  |
| violett | 7                      | 7                      | 7                      |                            | ±0,1%                 | 5 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>   |
| grau    | 8                      | 8                      | 8                      |                            | ±0,05%                |  |
| weiß    | 9                      | 9                      | 9                      |                            |                       |  |

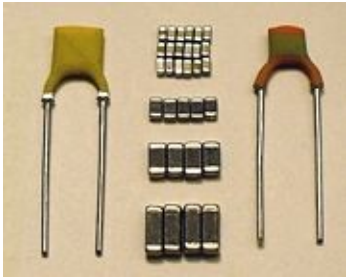
Reihenschaltung: die Widerstandswerte werden zusammengezählt  $R_{ges} = R_1 + R_2 + R_3$

Parallelschaltung:

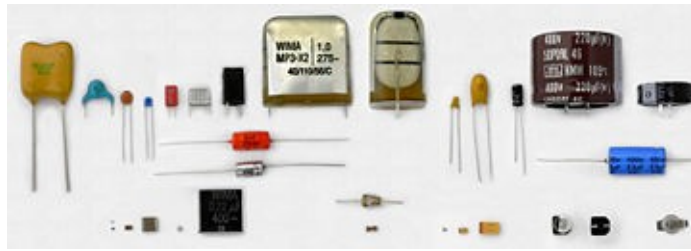
$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$R_{ges} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

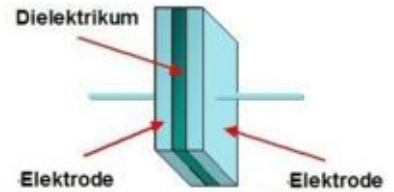
# Kondensator



Bauformen



Ein Kondensator ist ein passives elektrisches Bauteil, das elektrische Ladung bzw Energie zu speichern. Er besteht aus zwei elektrisch leitenden Flächen in meist geringen Abstand, den Elektroden. Dazwischen befindet sich immer ein Bereich mit isolierender Eigenschaft, ein Dielektrikum, im einfachsten Fall Luft. Besser ist jedoch Papier, dadurch kann der Abstand auf 1/10 mm oder weniger verringert werden, und dadurch die Kapazität vergrößern. Kapazität wird in F (Farad) gemessen.



Gängige Kondensatoren haben werte von ca 1pF (0,000 000 000 001 F) bis zu 1 mF (0,001 F), heute sind auch schon Kondensatoren bis zu 10 F zu haben, diese sind jedoch sehr teuer.

Manche Kondensatoren muss auf die Polarität geachtet werden, sind also auch nicht für Wechselspannung geeignet.

Wird eine konstante Spannung an die Anschlüsse eines ungeladenen Kondensators angelegt, so fließt kurzzeitig ein elektrischer Strom; er lädt eine Elektrode positiv, die andere negativ auf. Diese elektrische Ladung des Kondensators bleibt erhalten, wenn er von der Spannungsquelle getrennt wird: Der Kondensator behält seine Spannung bei. Entnimmt man dem Kondensator Ladung bzw. einen Strom, sinkt seine Spannung wieder.

## Parallel Schaltung von Kondensatoren:

Die Parallel Schaltung ist genauso, als ob die Fläche vergrößert wird. Die Kapazitäten können einfach addiert werden.

## Reihenschaltung von Kondensatoren:

Die Reihenschaltung bewirkt das gleiche, als ob der Abstand zwischen den Platten vergrößert wird. Und größerer Abstand bewirkt eine Verkleinerung der Kapazität. Bei zwei gleich großen Kondensatoren wird die Kapazität einfach halbiert. Sind die Werte Unterschiedlich groß so kann sie durch folgende Formel berechnet werden:

$$\frac{1}{C_{\text{ges}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$
$$C_{\text{ges}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots}$$

# Diode

Eine Diode hat die Eigenschaft, daß sie den Strom nur in einer Richtung fließen läßt, nämlich von Anode zur Kathode. Liegt Spannung mit anderer Polarität an, sperrt die Diode. Wichtige Daten bei Dioden sind der maximale Strom und die maximale Sperrspannung. Der maximale Strom kann von ca. 0,1 A bis zu einige hundert Ampere bei Dioden in Leistungsgleichrichtern gehen. Gleichrichten ist ein großes Anwendungsgebiet von Dioden. Dabei wird je nach Spannung und benötigter Leistung mit bis zu 6 Dioden Wechselspannung in eine Gleichspannung umgewandelt. In der Elektronik wird die Funktion als teilweise sperrendes Bauteil verwendet.

Die Diode gehört zur Gruppe der Halbleiter, da sie sowohl Leiter als auch Nichtleiter sein kann.

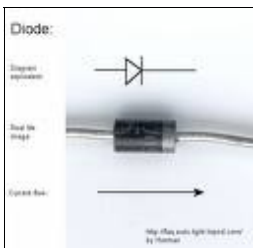
## Leuchtdiode

*(LED Light Emitting Diode)*

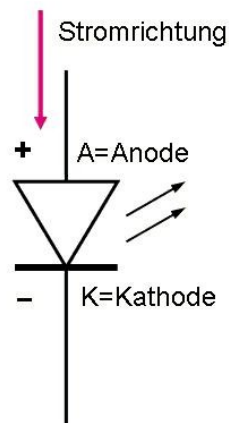
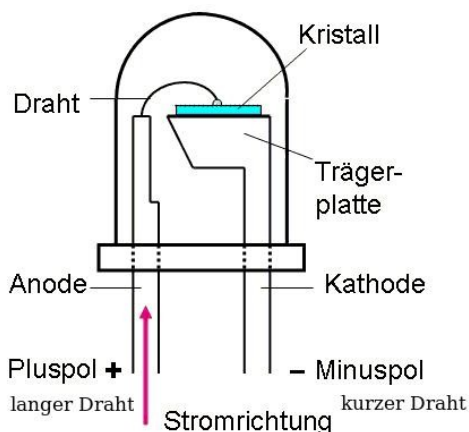
Eine Leuchtdiode leuchtet nur in einer bestimmten Farbe, es gibt jedoch auch Leuchtdioden, in denen 2 oder 3 LED integriert sind. Dadurch ist es möglich daß sie verschiedenfarbig leuchten. LED haben eine wesentlich kleinere Sperrspannung, als normale Dioden, etwa 20 V. In Durchlaßrichtung fällt an einer Leuchtdiode je nach Farbe zwischen 2,1 und 2,4 Volt ab. Der maximale Strom sollte max 20 mA betragen, bei 10 – 15 mA leuchten sie jedoch auch schon fast mit voller Helligkeit. Dioden sind sehr schnell, Frequenzen im Mega Hertz Bereich sind kein Problem. Für noch höhere Frequenzen gibt es dann speziellere Dioden. Es ist möglich über Dioden Radio bzw. Audio Daten zu übertragen, wie z. B. optischer Digitalausgang am CD-Spieler.



Leistungsdiode 100 V / 25 A



Standarddiode 1N4001, 50 V / 1 A

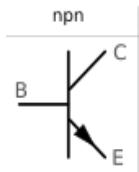


# Transistor

Ein Transistor ist ein elektronisches Halbleiterbauelement zum Schalten und Verstärken von elektrischen Signalen ohne mechanische Bewegungen. Kenngrößen sind ähnlich den von Dioden, also Sperrspannung und maximaler Strom. Dazu kommt noch der Verstärkungsfaktor.

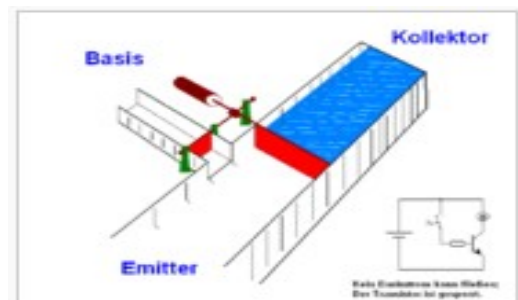
## Funktion:

Wenn zwischen den Anschlüssen Basis und Emitter eine Spannung zwischen 0 und 0,7 V anliegt, fließt ein entsprechender Strom von Basis (B) nach Emitter (E), auch Steuerstrom genannt. Der Transistor läßt dann von Kollektor (C) nach Emitter einen um den Faktor größeren Strom fließen (Laststrom). Dieser Faktor ist Bautyp abhängig, und meist zwischen 50 und 500.

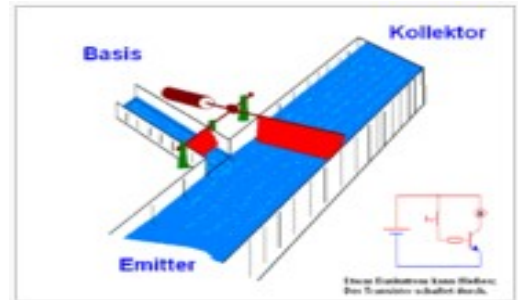


Schaltbild

Fließt kein Basisstrom ist der „Schalter“ Transistor geschlossen. Also kann auch kein Laststrom fließen.



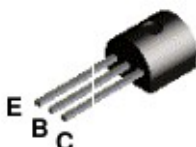
Fließt nun ein Strom von Basis zum Emitter, so kann ein um den Verstärkungsfaktor größerer Strom fließen. Dazwischen sind auch stufenlose Zwischenwerte möglich.



Die Größe der Transistoren werden im Laufe der Zeit immer kleiner, und auf IC's (Inter Circuit, integrierter Schaltkreis) passen pro cm<sup>2</sup> schon lang 30 Mio Transistoren. Eine kleine Tabelle zur Entwicklung der IC's:

| Prozessortyp                                     | Anzahl der Transistoren | Entwicklungsjahr |
|--|-------------------------|------------------|
| <a href="#">Intel 4004</a>                       | 2.300                   | 1971             |
| <a href="#">Intel Pentium (P5)</a>               | 3.100.000               | 1993             |
| <a href="#">Intel Core 2 (Yorkfield) pro Die</a> | 410.000.000             | 2007             |
| <a href="#">Intel Itanium 2 Montecito</a>        | 1.720.000.000           | 2006             |

Pinbelegung des Transistors BC548:



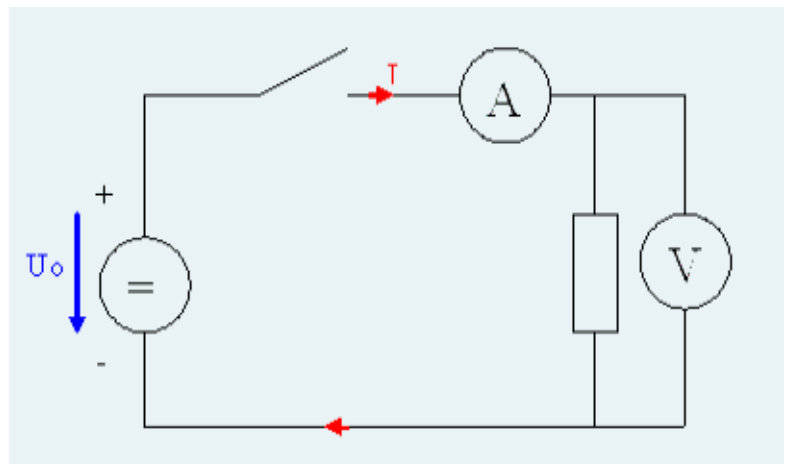
Basis: Steuerung  
 Emitter: Gemeinsame  
 Kollektor:

# Messen

## Spannung und Strom messen

Der Spannungsmesser wird parallel zu dem Bauteil angeschlossen, von dem die Spannung gemessen werden soll. So liegt am Spannungsmesser die gleiche Spannung wie an dem Bauteil.

Der Strommesser wird in Reihe zu dem Bauteil angeschlossen, von dem der Strom gemessen werden soll. Weil der Strom bei einer Reihenschaltung überall gleich ist, kann das Amperemeter überall dazwischen geschaltet werden.



Beim Messen muss zuerst die Spannungsart

Wechselstrom (AC) oder Gleichstrom (DC) eingestellt werden. Dann den größten Meßbereich wählen. Wenn noch kein sinnvolles Ergebnis angezeigt wird, den nächstkleineren Meßbereich wählen. Es sollte immer der kleinstmögliche Meßbereich gewählt werden, um den Meßfehler möglichst klein zu halten.

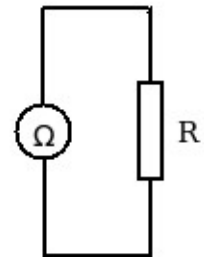
## Widerstand messen

Um den Widerstandswert eines Widerstandes zu messen, muß dieser von der übrigen Schaltung getrennt werden. Da ansonsten durch andere Bauteile ein falscher Wert gemessen wird.

Zum Messen des Widerstandes kommt vom Messgerät eine kleine Spannung (ca 2 – 3 V). Das Messgerät misst die Spannung und den Strom, und zeigt dann den daraus errechneten Wert an.

Zu beachten ist, daß dabei der Kaltwiderstand gemessen wird. In der Elektronik wird das aber erst im weit fortgeschrittenen Elektronikbereich wichtig. Z. B.

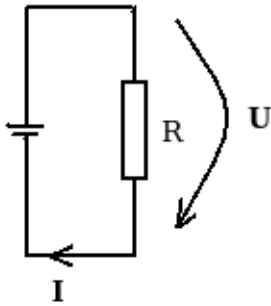
Lampen haben im kalten Zustand einen sehr kleinen Widerstand, wird dann eingeschaltet, erhitzt der Strom der Glühfaden sehr stark. Dadurch sinkt der Widerstandswert auf ca 1/10.



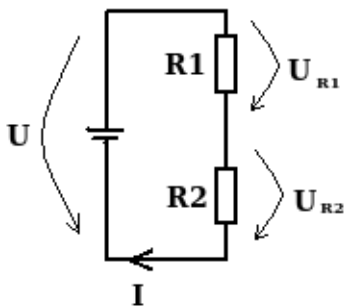
## Einheiten:

|       |       |                   |                               |                 |                     |
|-------|-------|-------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|
| G     | Giga  | $\times 10^9$     | $\times 1\,000\,000\,000$     | 1 Giga Byte     | Speicher            |
| M     | Mega  | $\times 10^6$     | $\times 1\,000\,000$          | 1 Mega Hertz    | Frequenzen          |
| k     | kilo  | $\times 10^3$     | $\times 1\,000$               | 1 km, 1 kg      | Gewicht, Längen     |
|       |       | $\times 10^0$     | $\times 1$                    |                 |                     |
| m     | milli | $\times 10^{-3}$  | $\times 0,001$                | 1 mA            | Strom               |
| $\mu$ | mikro | $\times 10^{-6}$  | $\times 0,000\,001$           | 1 $\mu\text{m}$ | Länge (Schlosserei) |
| n     | nano  | $\times 10^{-9}$  | $\times 0,000\,000\,001$      | 1 nF            | Kapazität           |
| p     | piko  | $\times 10^{-12}$ | $\times 0,000\,000\,000\,001$ | 1 pF            | Kapazität           |

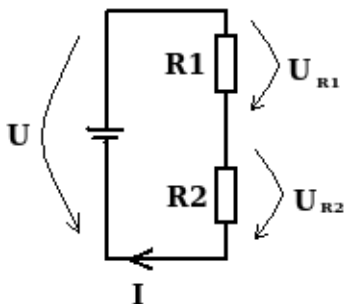
# Messübungen



| Spannung | Widerstand     | Strom |
|----------|----------------|-------|
| 3 V      | 100 k $\Omega$ |       |
| 9 V      | 100 k $\Omega$ |       |
| 15 V     | 100 k $\Omega$ |       |



| Gesamtspannung | Widerstand                            | Spannung R1 | Spannung R2 | Strom |
|----------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| 3 V            | 147 k $\Omega$ (100 + 47 k $\Omega$ ) |             |             |       |
| 9 V            | 147 k $\Omega$                        |             |             |       |
| 15 V           | 147 k $\Omega$                        |             |             |       |



| Gesamtspannung | Widerstand                             | Spannung R1 | Spannung R2 | Strom |
|----------------|--|-------------|-------------|-------|
| 3 V            | 200 k $\Omega$ (100 + 100 k $\Omega$ ) |             |             |       |
| 9 V            | 200 k $\Omega$                         |             |             |       |
| 15 V           | 200 k $\Omega$                         |             |             |       |