



Bauelemente der Elektronik – Teil 1

Allgemeines



Was ist das ?

Jeder Werkstoff setzt dem Strom einen mehr oder weniger großen elektrischen Widerstand entgegen. Wie du ja schon weißt, ist der Strom nichts anderes als die Bewegung von Elektronen. Elektronen wiederum sind die negativ geladenen Teilchen der Atomhülle, die sich je nachdem, um was für Material es sich handelt, leicht aus der Hülle lösen lassen oder relativ fest an sie gebunden sind.

Leiter

Metalle besitzen einen sehr regelmäßigen atomaren Aufbau. Die Atomkerne (mit Protonen und Neutronen) sitzen geordnet an Plätzen, die alle denselben Abstand voneinander haben, es bildet sich ein sogenanntes Kristallgitter. Die bei Metallen relativ leicht beweglichen Elektronen können sich durch dieses regelmäßige Kristallgefüge ziemlich einfach durch bewegen.

Metalle setzen dem Strom also einen geringen Widerstand entgegen, sie gehören zu der Gruppe der **Leiter**.

Nichtleiter

Nichtleiter (Isolatoren) besitzen nur sehr wenige bis gar keine freie Ladungsträger, d.h. die Elektronen der Hülle sind sehr fest gebunden. In diesen Stoffen kann der Strom nur sehr schlecht fließen, sie haben einen großen elektrischen Widerstand.

Gummi, Glas, Porzellan und Kunststoffe setzen dem Strom also einen großen Widerstand entgegen, sie gehören zu der Gruppe der **Nichtleiter**.

Halbleiter

Halbleiter sind Stoffe, die in reiner Form gar nicht leiten. Nur unter bestimmten Umständen, wenn sie z.B. gezielt verunreinigt werden oder wenn Licht auf sie fällt, werden diese Stoffe leitend.

Einen Halbleiterwerkstoff kennst du ja schon. Es ist das Silicium, aus dem Solarzellen hergestellt werden.

Silicium setzt dem Strom je nach Reinheitsgrad und Umgebungsbedingungen einen unterschiedlich großen Widerstand entgegen, es gehört zu der Gruppe der **Halbleiter**.

Der spezifische Widerstand

Jedes Material setzt dem Strom einen mehr oder weniger großen Widerstand entgegen.

Um Stoffe bezüglich ihrer elektrischen Leitfähigkeit miteinander vergleichen zu können, gibt es den Begriff des „spezifischen Widerstandes“.

Der spezifische Widerstand gibt an, welchen Widerstandswert ein Leiter eines bestimmten Materials von 1m Länge, 1mm² Querschnitt bei 20°C hat.

Spätestens seit den Experimenten weißt du ja schon, daß unterschiedliche Materialien unterschiedlich gut leiten, d.h. einen unterschiedlich großen Widerstand haben. Außerdem ist der Widerstand auch von der "Größe" des Leiters, d.h. von seiner Länge und von seinem Querschnitt abhängig. Dickere Kabel leiten besser als dünne, andererseits wird der Widerstand um so größer, je länger das Kabel ist. Und auch die Temperatur hat je nach Material einen Einfluß auf die Leitfähigkeit. Manche Stoffe leiten besser bei höheren Temperaturen (z.B. Kohle oder Halbleiter), sie werden daher **Heißleiter** genannt. Metalle leiten besser bei niederen Temperaturen, sie werden daher **Kaltleiter** genannt.

Einige spezifische Widerstandswerte:

Werkstoff	spezif. Widerstand [Ω]
Silber	0,016
Kupfer	0,0175
Aluminium	0,0278
Eisen	0,13
Zinn	0,11
Blei	0,21

Achtung: Je geringer der spezifische Widerstand ist, desto besser leitet der Stoff!

Wie du aus der Tabelle ersehen kannst, ist somit Silber der beste Leiter. Weil Silber aber ein ziemlich teurer Werkstoff ist, wird in der Elektrotechnik und Elektronik meistens Kupfer verwendet. Kupfer leitet auch sehr gut, ist aber um einiges billiger. Dort, wo eine gute Leitfähigkeit benötigt wird, die Leitungen aber nicht zu schwer werden dürfen, wird Aluminium eingesetzt. Freileitungskabel werden meistens aus Aluminium hergestellt, wären sie aus Kupfer, würden die Strommasten wahrscheinlich „einknicken“.

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

Es gibt eine Formel, mit deren Hilfe sich der Widerstandswert für einen ganz bestimmten Leiter ausrechnen kann:

$$\text{Widerstand} = \frac{\text{spezifischer Widerstand} \times \text{Länge}}{\text{Querschnitt}}$$

$$[R] = 1 \Omega$$

$$[l] = 1 \text{ m}$$

$$[A] = 1 \text{ mm}^2$$

R = elektrischer Widerstand; wie du schon weißt, hat er die Einheit Ohm

ρ = spezifischer Widerstand für ein bestimmtes Material
wenn der Leiter z.B aus Kupfer ist, wird in die Formel 0,0175 eingesetzt

l = Leiterlänge in Meter

A = Querschnitt des Leiters in Quadratmillimeter

Alles klar?

Versuche doch einfach einmal auszurechnen, welchen Widerstandswert ein Aluminiumleiter von 15m Länge und 20mm^2 Querschnitt hat.

Welchen Wert hätte ein Silberleiter mit demselben Querschnitt und derselben Länge?

• Platz zum Rechnen

Das Ohmsche Gesetz

Mit den drei Grundgrößen der Elektrotechnik bist du ja schon ein bißchen vertraut. Kriegst du sie noch alle zusammen?

Zuerst gibt es da die elektrische **Spannung U** mit der **Einheit Volt**.
Dann gibt es den **elektrischen Strom I** mit der **Einheit Ampere**.
Und als drittes gibt es noch den **elektrischen Widerstand R** mit der **Einheit Ohm**, den haben wir ja im letzten Kapitel ein bißchen ausführlicher besprochen.

Zwischen diesen drei Größen besteht ein ganz bestimmter Zusammenhang, den der Physiker Georg Simon Ohm das erste Mal entdeckt hat. Nach ihm ist auch das sogenannte Ohmsche Gesetz benannt, vielleicht hast du ja schon einmal davon gehört.

Georg Simon Ohm hat zwei Dinge herausgefunden:

1. Wenn an einen gleichbleibenden Widerstand eine bestimmte Spannung angelegt wird, dann fließt durch den Widerstand ein ganz bestimmter Strom.
Erhöhe ich nun die Spannung z.B. auf das Doppelte, dann erhöht sich auch der Strom auf das Doppelte.

Also: Je höher die Spannung, desto höher der Strom. In der Fachsprache heißt das: Die Stromstärke I ist der Spannung U direkt proportional.

2. Wenn ich nun aber die Spannung gleich lasse und dafür aber den Widerstandwert verdoppele dann halbiert sich die Stromstärke. Irgendwie ist das auch logisch, wenn dem Stromfluß ein größerer Widerstand entgegengesetzt wird, dann kann er nicht mehr so gut durch den Leiter fließen.

Also: Je größer der Widerstand, um so kleiner der Strom. In der Fachsprache heißt das: Die Stromstärke I ist dem Widerstand R indirekt proportional.

Das Ganze jetzt in eine Formel gebracht:

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

$$\text{Stromstärke} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}}$$

$$\begin{aligned} [I] &= 1 \text{ A} \\ [U] &= 1 \text{ V} \\ [R] &= 1 \Omega \end{aligned}$$

I = **Stromstärke** in Ampere
U = **Spannung** in Volt
R = **Widerstand** in Ohm

ACHTUNG: Bei Berechnungen sind nicht unbedingt immer die Grundeinheiten A, V und Ω angegeben, sondern z.B. sehr kleine Werte wie mA oder sehr große Werte wie k Ω .

Damit das Ergebnis am Ende stimmt, mußt du also diese Werte zuerst in die Grundeinheiten umformen!

Zur Erinnerung:

	1000 Ω =	1 k Ω
	100 Ω =	0,1 k Ω
	10 Ω =	0,01 k Ω
1000 m Ω =	1 Ω =	0,001 k Ω
100 m Ω =	0,1 Ω	
10 m Ω =	0,01 Ω	
1 m Ω =	0,001 Ω	

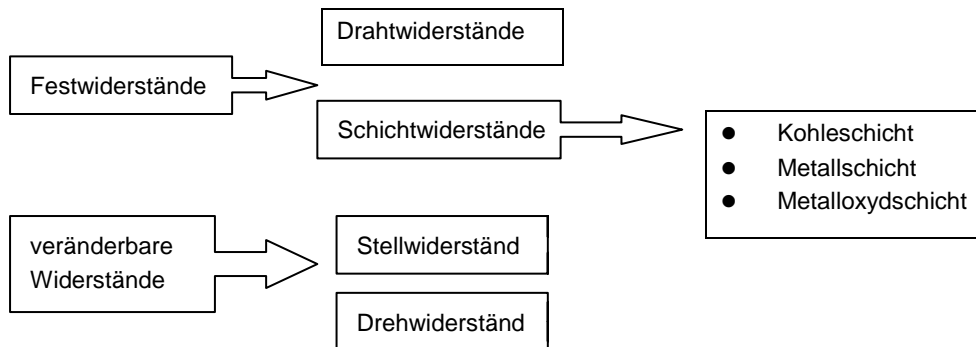
Zur Übung versuche doch einfach einmal die folgenden Beispiele, du wirst sehen, es ist gar nicht so schwer!

- Welche Stromstärke fließt durch eine Glühlampe für 4,5V, die im Betrieb einen Widerstand von 1,5 Ω aufweist?
- Welche Spannung liegt an einem Widerstand von 600 Ω , durch den 0,3 A fließen?
- Durch einen LötKolben, der mit 230 V betrieben wird, fließen 0,26 A. Wie groß ist der Widerstand des LötKolben - Heizkörpers?

Platz zum Rechnen.

Bauformen von Widerständen

Ohmsche Widerstände können in folgende Gruppen eingeteilt werden:



Festwiderstände

Festwiderstände haben einen ganz bestimmten Nennwert, der vom Hersteller festgelegt wird. Es werden **Drahtwiderstände** und **Schichtwiderstände** unterschieden.

Drahtwiderstände bestehen aus einem Keramikkörper, z.B. aus Porzellan, auf den ein isolierter Draht gewickelt ist. Für die Stromzuführung besitzen sie an den Enden sogenannte Anschlußfahnen oder -kappen. Zum Schutz werden die Drahtwiderstände mit Glas, Lack oder Zement überzogen.

Schichtwiderstände bestehen im Prinzip aus einem Keramikröhrchen.

Auf dieses wird eine dünne Schicht aufgetragen, die aus Kohle, Metall oder Metalloxyd bestehen kann.

Die Widerstände heißen demnach:

Kohleschichtwiderstände

Metallschichtwiderstände

Metalloxydschichtwiderstände



Je nachdem, wie dick die Schicht ist, erhält der Widerstand einen bestimmten Widerstandswert. Die Anschlußdrähte für die Stromzuführung werden entweder eingepreßt oder mit Kappen aufgesetzt. Zum Schutz gegen Feuchtigkeit und vor mechanischer Beschädigung werden Schichtwiderstände mit Lack, Kunstharz oder Silikonzement überzogen.

Veränderbare Widerstände

Bei veränderbaren Widerständen können mit einem verstellbaren Spannungsteiler verschiedene Spannungsanteile von der Gesamtspannung abgenommen werden, d.h. es kann ein ganz bestimmter Widerstandswert eingestellt werden.

Solche Widerstände werden auch als **Potentiometer** bezeichnet (aus lat. *potentia* = Kraft und lat. *metiri* = messen, zuteilen). Veränderbare Widerstände werden meist als **Stellwiderstände** und als **Drehwiderstände** gebaut.



Stellwiderstände

Hier wird der Widerstandswert durch einen Schleifkontakt eingestellt. Die drei Anschlüsse werden mit E (Eingang), A (Ausgang), und S (Schleifkontakt) bezeichnet. Zwischen Eingang und Ausgang kann der Gesamtwiderstandswert abgenommen werden, zwischen Eingang und Schleifer können, je nach Stellung des Schleifers, unterschiedliche Werte abgenommen werden.



Drehwiderstände

Drehwiderstände haben eine lange, drehbare Achse. Sie werden dort verwendet, wo häufig die Einstellung verändert werden muß (z.B.: Lautstärkenregelung bei der Stereoanlage).

Drehwiderstände haben meistens drei Anschlüsse. Zwischen zwei Anschlüssen, dem Eingang und dem Ausgang, steht der gesamte Widerstandswert zur Verfügung. Am zusätzlichen dritten Anschluß, dem Schleifer, kann der Widerstandswert verändert werden, und zwar von 0Ω bis zum maximalen Widerstandswert.



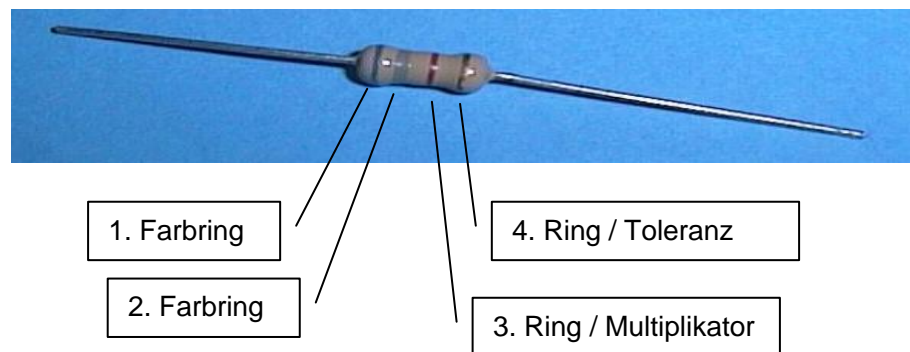
Eine weitere Möglichkeit, den Widerstandswert einzustellen bietet der **Einstellregler**. Er wird auch **Trimm-Potentiometer** oder einfach **Trimmer** (engl. to trim = in den richtigen Zustand bringen).

Die Trimpoties kommen immer dann zum Einsatz, wenn in elektronischen Schaltungen eine einmal getätigte Einstellung nicht mehr verändert wird. Sie haben statt einer Welle eine mit einem Schlitz versehene Drehscheibe. Die Einstellung wird mit einem Schraubendreher vorgenommen. Trimpoties sind meistens von außen nicht zugänglich.

Farbcode für Widerstände

Auf den Lacküberzug von Festwiderständen ist in der Regel der Widerstandswert aufgedruckt, und zwar in Form von 4 oder 5 Farbringen. Wenn du also gerade kein Multimeter bei der Hand hast, um den Widerstandswert zu messen, du aber wissen möchtest, wieviel Ohm ein Widerstand hat, dann kannst du dir mit diesem Farbcode helfen.

1. Widerstände mit 4 Farbringen



Zum Entschlüsseln des Farbcodes muß du den Widerstand so halten, daß sich die 4 Ringe überwiegend auf der linken Seite befinden. Gelesen wird dann von links nach rechts.

Zur Entschlüsselung mußst du jetzt nur noch wissen, welchen Wert jede Farbe besitzt.

Dafür gibt es Tabellen, aus denen du einfach ablesen kannst, du mußt die Werte für die verschiedenen Farben natürlich nicht auswendig wissen.

Farbe	1.Ring	2.Ring	3.Ring Multiplikator	4.Ring Toleranz
schwarz	–	0	x1	–
braun	1	1	x10	± 1%
rot	2	2	x100	± 2%
orange	3	3	x1000	–
gelb	4	4	x10000	–
grün	5	5	x100000	± 0,5%
blau	6	6	x1000000	–
violett	7	7	–	–
grau	8	8	–	–
weiß	9	9	–	–
gold	–	–	x0,1	± 5%
silber	–	–	x0,01	± 10%

Also los geht's:

Ring 1 = 1. Ziffer des Widerstandswertes

Ring 2 = 2. Ziffer

Ring 3 = Multiplikator, das heißt, die Zahl aus den beiden ersten Ziffern wird mit diesem Multiplikator multipliziert.

Ring 4 = Toleranzbereich in %.

Widerstände können aufgrund der Herstellungsverfahren nie so ganz genau gebaut werden. Der Toleranzbereich gibt an, um wieviel % der Widerstandswert vom eigentlich korrekten Normwert abweichen darf, um wieviel der Wert also größer oder kleiner als der Normwert sein kann.

Wenn der 4. Ring fehlt, dann hat der Widerstand eine Toleranz von +/- 20%.

Versuch doch einfach einmal, die folgenden Widerstände zu entschlüsseln, (in der Fachsprache wird auch „decodieren“ dazu gesagt) :

1.Ring	2.Ring	3.Ring	4.Ring	Ergebnis
grün	blau	gold	gold	
rot	violett	schwarz	fehlt	
gelb	violett	grün	grün	
braun	schwarz	rot	braun	

•Hier eintragen

2. Widerstände mit 5 Farbringen

Besonders präzise Widerstände erhalten 5 Farbringe.

Die Vorgangsweise bei der Entschlüsselung ist genau die gleiche wie bei Widerständen mit 4 Ringen.

Der einzige Unterschied ist der, daß für den Widerstandswert 3 Ziffern (anstatt 2) zur Verfügung stehen:

Ring 1 = 1. Ziffer des Widerstandswertes

Ring 2 = 2. Ziffer

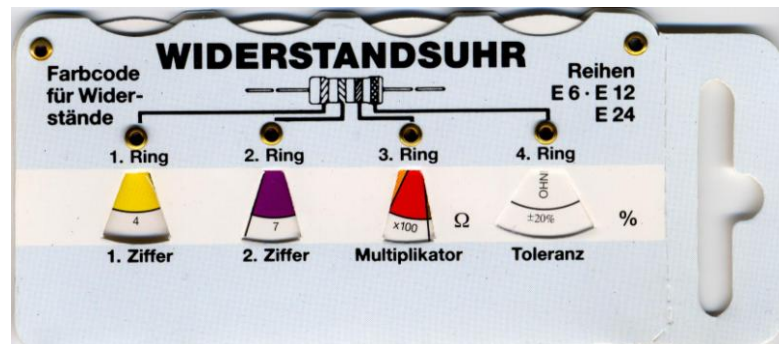
Ring 3 = 3. Ziffer

Ring 4 = Multiplikator

Ring 5 = Toleranzbereich in %

Widerstandsuhr

Es gibt noch eine dritte Möglichkeit, den Wert eines Widerstandes festzustellen. In Elektronikgeschäften gibt es sogenannte Widerstandsuhren aus Karton zu kaufen.



Es sind im Prinzip kleine Kärtchen, an denen du an der Unterseite mit Hilfe von Rädchen die Farben, die dein Widerstand hat, einstellen kannst.

Nach der Einstellung kannst du den Wert des Widerstandes einfach ablesen.

Du mußt nur vor der Einstellung schauen, ob der Widerstand 4 oder 5 Farbringe hat.

Je nachdem verwendest du dann die Vorder- oder die Rückseite der Widerstandsuhr.

Notizen und Fragen •
