

1.7 Grundlagen/Widerstände in der Technik

1.7.1 Hintergrund

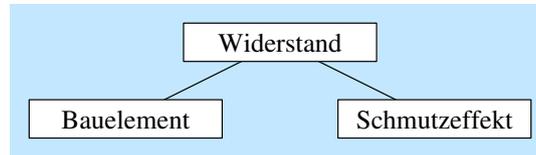


Abbildung 1: Widerstand in der Technik

In der Technik kommt das Thema Widerstand in zwei Ausprägungen vor (Abbildung 1): Widerstand tritt an vielen Stellen als unerwünschter Effekt (Schmutzeffekt) auf. Andererseits wird an anderen Stellen oft ein Widerstand gebraucht, um ein spezielles Ziel zu erreichen, z.B. die Begrenzung des Stromflusses durch eine Leuchtdiode (LED). Zu diesem Zweck wird dieser Effekt in einem eigenen Bauelement konzentriert.

1.7.2 Arten von Widerständen



Abbildung 2: Festwiderstand



Abbildung 3: Potentiometer



Abbildung 4: Sensor

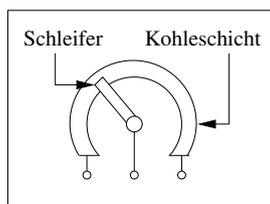


Abbildung 5: Aufbau



Abbildung 6: Trimpoti

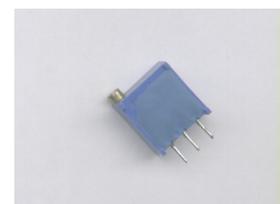


Abbildung 7: Trimpoti

Man unterscheidet drei große Gruppen von Widerständen:

- a) Festwiderstand (Abbildung 2) — der Widerstandswert ist möglichst konstant. Dies ist das wahrscheinlich am häufigsten vorkommende Bauelement der Elektrotechnik.

Besonders in der Digitaltechnik braucht man oft mehrere Widerstände gleicher Größe gleichzeitig – für diesen Zweck gibt es so genannte Widerstandsnetzwerke, die mehrere Festwiderstände in einem Gehäuse besitzen, wobei ein Anschluss aller Widerstände zusammengeschaltet ist (Abbildung 11).

- b) veränderbarer Widerstand als Rheostat oder Potentiometer (Abbildung 3) — der Widerstandswert kann von Hand verändert werden. Beim Drehwiderstand fährt ein Schleifer über eine kreisförmige Widerstandsbahn und kann damit einen Teil des Widerstands abgreifen (Abbildung 5).

Im Schiebewiderstand (bekannt aus Mischpulten) ist die Widerstandsbahn gerade angeordnet, und der Schleifer fährt durch eine Rinne auf der Widerstandsbahn entlang.

Führt man den Schleifer und beide Enden der Widerstandsbahn nach außen, heißt das Bauelement Potentiometer, wird nur ein Ende und der Schleifer herausgeführt, heißt es Rheostat.

Falls man den Widerstandswert nur mit einem Werkzeug verändern (trimmen) kann, spricht man von einem Trimpoti (Abbildungen 6 und 7).

- c) veränderlicher Widerstand, auch Sensorwiderstand oder kurz Sensor genannt (Abbildung 4) — der Widerstandswert verändert sich in Abhängigkeit von äußeren Einflüssen wie Druck, Temperatur, Magnetfeld oder Lichteinfall.

In der Abbildung 8 sind die Schaltsymbole der verschiedenen Widerstandsarten aufgelistet.

					
Festwiderstand	Potentiometer	Rheostat	Trimpoti	NTC	LDR

Abbildung 8: Schaltsymbole

1.7.3 Kennzeichnung



Abbildung 9: komplett



Abbildung 10: Vorsatz



Abbildung 11: Ziffernfolge

Damit man Widerstände schnell und zuverlässig unterscheiden kann, benötigen sie folgende Kennzeichnung:

- Nennwert — der gewünschte Widerstandswert R_N
- Toleranz — maximal erlaubte Abweichung des wirklichen Widerstandswertes in Prozent vom Nennwert

Manchmal werden noch weitere Aspekte angegeben:

- Leistung — maximal erlaubte Leistungsaufnahme P_{max} des Widerstands, beim Überschreiten kann das Bauelement beschädigt werden.
- Temperaturkoeffizient — um wieviel ppm (parts per million) sich der Widerstandswert ändert, wenn sich die Temperatur um ein Grad Celsius erhöht.

Zur Kennzeichnung gibt es mehrere Systeme:

- Vollständige Kennzeichnung mit Einheit (Abbildung 9)
- Zahlenwert mit codiertem Einheitenvorsatz (Abbildung 10) — der Buchstabe gibt den Einheitenvorsatz an (M für mega, K für kilo und R für Ohm) und gleichzeitig die Position des Kommas: 2K2 bedeutet $2,2\text{ k}\Omega$, 680R bedeutet 680Ω .

- c) Ziffernfolge (Abbildung 11) — die ersten Ziffern sind die ersten Ziffern des Zahlenwertes, nur die letzte Ziffer gibt die Anzahl der Nullen dahinter an: 472 bedeutet $4700\ \Omega$, 221 bedeutet $22\ \Omega$, 9102 bedeutet $91\ 000\ \Omega$. Bei zwei Ziffern oder nur einer Ziffer ist es einfacher, dann entspricht die aufgedruckte Zahl einfach dem Widerstandswert in Ohm: 0 bedeutet $0\ \Omega$.
- d) Farbringe (Abbildung 2) — jeder Ring entspricht einer Ziffer. Man beginnt dabei an der Seite, an der der erste Ring weiter außen liegt. Aus der Farbe jedes Rings kann man seinen Ziffernwert ermitteln (Tabelle 1). Aus der erhaltenen Ziffernfolge kann man dann den Widerstandswert berechnen: rot-violett-gelb-gold (abgekürzt rt-vi-ge-go) bedeutet $2\text{-}7\text{-}4\text{-}\pm 5\%$, das wiederum bedeutet $270\ \text{k}\Omega \pm 5\%$. Eine Übersicht zeigt Tabelle 2.

Farbe	sw	bn	rt	or	ge	gn	bl	vi	gr	we	go	si
Bedeutung	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10%	5%

Tabelle 1: Farben

Zahl der Ringe	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring	5. Ring
4	1. Ziffer	2. Ziffer	Multiplikator	Toleranz	—
5	1. Ziffer	2. Ziffer	3. Ziffer	Multiplikator	Toleranz

Tabelle 2: Farbringe

1.7.4 Widerstand als Bauelement: Normreihen

Wer mit Bau oder Service elektronischer Geräte zu tun hat, sollte in der Regel eine gewisse Anzahl von Festwiderständen auf Lager haben. Welche Widerstandswerte sind erhältlich? Üblich sind Werte zwischen $1\ \Omega$ und $1\ \text{M}\Omega$, für besondere Zwecke gibt es auch größere und kleinere Werte.

Bei der Beschaffung trifft man auf den Begriff der Normreihe. Zum Vergleich: Bei Geldmünzen gibt es die Werte: 0,01; 0,02; 0,05; 0,10; 0,20; 0,50; 1; 2.

- Jeder Wert ist doppelt so groß (oder 2,5 mal so groß) wie der vorhergehende,
- jede Dekade (jeder Bereich von 1 bis 10, 10 bis 100, 100 bis 1000 usw.) hat Werte, die genau 10 mal so groß sind wie die Werte der vorherigen Dekade,
- jede Dekade hat genau drei Werte.

Fast der gleiche Aufbau liegt den Normreihen auch zugrunde, nur geht es hier auch noch darum, dass möglichst wenig Ausschuss produziert werden soll, d.h. jeder produzierte Wert soll in einem gültigen Fach landen.

Ein Beispiel: Nennwert ist $100\ \Omega$ mit 20 % Toleranz, der erlaubte Bereich ist $80\ \Omega$ bis $120\ \Omega$. Der nächste Nennwert minus 20% soll $120\ \Omega$ ergeben: Nächster Wert ist $150\ \Omega$ (1,5 mal so groß).

So entsteht eine Reihe: 100; 150; 220; 330; 470; 680; 1000; 1500; 2200; 3300 usw. Man bekommt also sechs Werte in jeder Dekade. Diese Reihe heißt E6-Reihe. Bei 10% Toleranz erhält man doppelt so viele Werte, es entsteht die E12-Reihe, bei 5% Toleranz die E24-Reihe.

Name	Toleranz												
E3	+50%/-33%	1							2,2				4,7
E6	$\pm 20\%$	1	1,5	2,2	3,3	4,7	6,8						
E12	$\pm 10\%$	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2

Tabelle 3: Normreihen