



# Elektronik-Guide Basic Edition

# Impressum

## Elektronik-Guide Basic Edition

Version: 2022-09-05

Herausgeber:

Patrick Schnabel

Droste-Hülshoff-Str. 22/4

71642 Ludwigsburg

Deutschland

USt-ID-Nr.: DE207734730

WEEE-Reg.-Nr.: DE80632679

<https://www.elektronik-kompendium.de/>



Dieses Elektronik-Set wurde nach den geltenden europäischen Richtlinien entwickelt und hergestellt. Der bestimmungsgemäße Gebrauch aller Bauteile ist in dieser Anleitung beschrieben. Der Nutzer ist für den bestimmungsgemäßen Gebrauch und Einhaltung der geltenden Regeln verantwortlich. Bauen Sie die Schaltungen deshalb nur so auf, wie es in dieser Anleitung beschrieben ist. Das Elektronik-Set darf nur zusammen mit dieser Anleitung weitergegeben werden.



Das Symbol mit der durchkreuzten Mülltonne bedeutet, dass dieses Produkt nicht mit dem Hausmüll entsorgt, sondern als Elektroschrott dem Recycling zugeführt werden muss. Mit dem Kauf dieses Produkts wurden die Gebühren für die Entsorgung entrichtet. Die nächstgelegene kostenlose Annahmestelle für Elektroschrott erfahren Sie von Ihrer regional zuständigen Abfallwirtschaft.

# Elektronik-Set Basic Edition



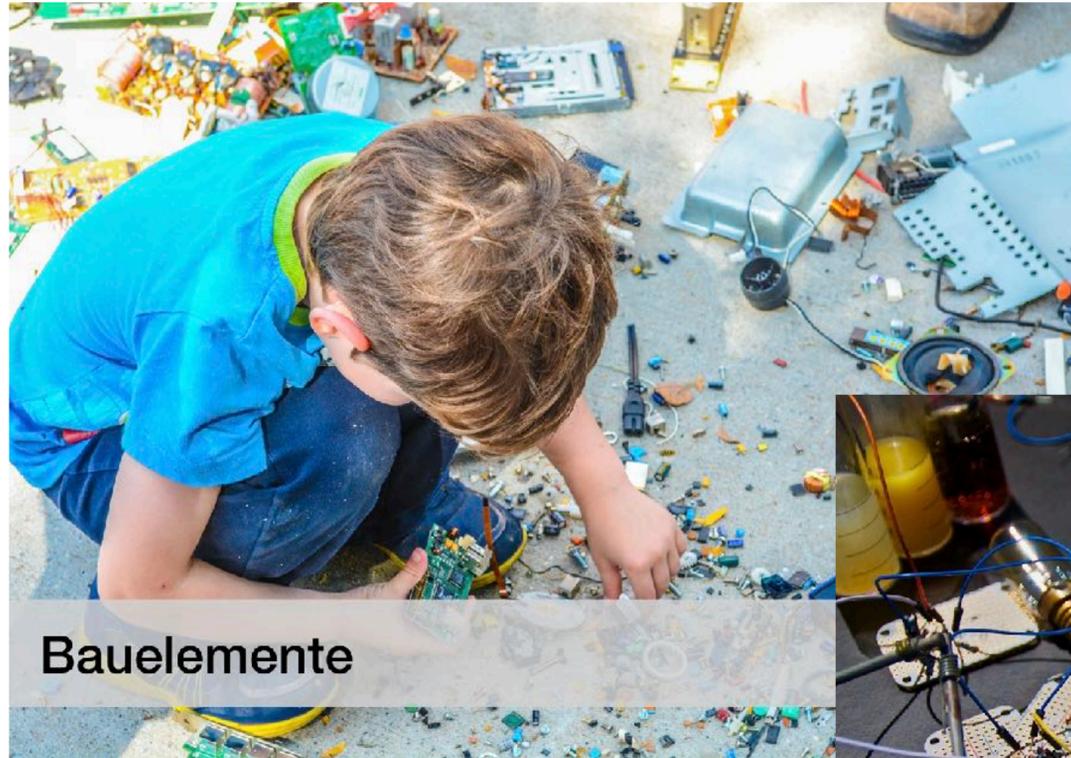
## Des Elektrikers Erstausrüstung

Das Elektronik-Set Basic Edition enthält über 1.300 Bauteile und umfasst unterschiedliche Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren und viele LEDs in verschiedenen Farben. Dieses Elektronik-Set ist sozusagen die Erstausrüstung für jeden Elektroniker.

- Leuchtdioden, 3 und 5 mm, insgesamt 200 Stück
- Widerstände, 30 Werte, insgesamt 600 Stück
- Elektrolyt-Kondensatoren, 12 Werte, insgesamt 120 Stück
- Keramik-Kondensatoren, 30 Werte, insgesamt 300 Stück
- Dioden, 8 Typen, insgesamt 100 Stück
- Transistoren, 18 Typen, insgesamt 180 Stück

<https://www.elektronik-kompendium.de/shop/elektronik-set/basic-edition>

# Inhaltsverzeichnis



Bauelemente



Kennwerte, Vergleichstypen, ...

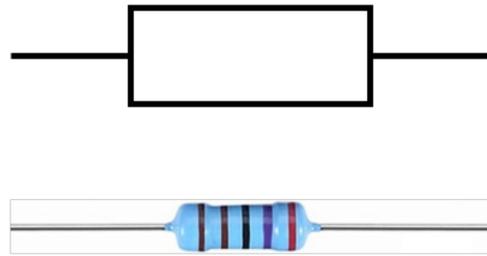


Schaltungen und Experimente



**Bauelemente: Schaltzeichen, Kennzeichnung**

# Widerstand



Ein Widerstand ist zwar ungepolt, doch auch er kann kaputt gehen, wenn er zu viel Spannung oder zu viel Strom ausgesetzt wird. Die relevante Größe ist die elektrische Leistung in Watt (W) oder Milliwatt (mW). Das ist mathematisch ein Produkt aus Spannung und Strom. In der Regel verwendet man Widerstände mit maximal 250 mW bzw. 0,25 W Verlustleistung. In der Regel ist das bei kleinen Spannungen bis 9 V und kleine Ströme bis 25 mA unproblematisch.

Hinweis: Widerstände, die mit einer zu großen Leistung betrieben werden, werden heiß und brennen durch. Dann qualmt es etwas und der Widerstand färbt sich braun bis schwarz.

- Begrenzen des elektrischen Stroms
- Begrenzen der elektrischen Spannung
- Einstellen von Strom und Spannung

Mit einem Widerstand kann man Strom und Spannung in einer Schaltung begrenzen und bestimmte Spannungs- und Stromwerte an bestimmten Punkten in einer Schaltung einstellen.

Um einen bestimmten Widerstandswert zu errechnen, verwendet man das Ohmsche Gesetz.

In der praktischen Elektronik unterscheidet man zwischen Kohleschichtwiderständen und Metallfilmwiderständen.

Kohleschichtwiderstände haben meist einen hell gefärbten Widerstandskörper und weisen typischerweise 4 Ringe auf. Metallfilmwiderstände haben meist einen Hellblau gefärbten Widerstandskörper und weisen typischerweise 5 Ringe auf.

# Kennzeichnung von Widerständen (1)

**4 Ringe**



**1.000 Ω  
± 5 %**

Farbe	1. Ring	2. Ring	3. Ring	Multiplikator	Toleranz
Schwarz	0	0	0	× 1 Ω	
Braun	1	1	1	× 10 Ω	± 1 %
Rot	2	2	2	× 100 Ω	± 2 %
Orange	3	3	3	× 1.000 Ω (1 kΩ)	
Gelb	4	4	4	× 10.000 Ω (10 kΩ)	
Grün	5	5	5	× 100.000 Ω (100 kΩ)	± 0,5 %
Blau	6	6	6	× 1.000.000 Ω (1 MΩ)	± 0,25 %
Lila	7	7	7	× 10.000.000 Ω (10 MΩ)	± 0,1 %
Grau	8	8	8		± 0,05 %
Weiß	9	9	9		
Gold				× 0,1 Ω	± 5 %
Silber				× 0,01 Ω	± 10 %

**5 Ringe**



**2.700 Ω  
± 1 %**

Widerstände werden in der Regel durch Farbringe gekennzeichnet. Je nach Art des Widerstandsmaterials, werden 4 oder 5 Ringe verwendet.

Kohleschichtwiderstände haben meist einen Beige (Mischung aus Weiß und Braun) gefärbten Widerstandskörper und weisen typischerweise 4 Ringe auf. Metallfilmwiderstände haben meist einen Hellblau gefärbten Widerstandskörper und weisen typischerweise 5 Ringe auf.

Die Ringe entsprechen einem internationalen Farbcode zur Kennzeichnung und Bestimmung des Widerstandswertes in Ω, sowie der Toleranz dieses Wertes. Um die Werte abzulesen, behilft man sich mit einer Tabelle.

# Kennzeichnung von Widerständen (2)

## Metallfilmwiderstände mit 5 Ringen

1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring	Wert	Kurzform
Braun	Schwarz	Schwarz	Gold	10 $\Omega$	10R
Braun	Schwarz	Schwarz	Schwarz	100 $\Omega$	100R
Rot	Rot	Schwarz	Schwarz	220 $\Omega$	220R
Orange	Orange	Schwarz	Schwarz	330 $\Omega$	330R
Braun	Schwarz	Schwarz	Braun	1 k $\Omega$	1K
Rot	Schwarz	Schwarz	Braun	2 k $\Omega$	2K
Grün	Braun	Schwarz	Braun	5,1 k $\Omega$	5K1
Braun	Schwarz	Schwarz	Rot	10 k $\Omega$	10K
Braun	Schwarz	Schwarz	Orange	100 k $\Omega$	100K
Braun	Schwarz	Schwarz	Gelb	1 M $\Omega$	1M

Der 5. Ring ist die Toleranz in %

## Kohleschichtwiderstände mit 4 Ringen

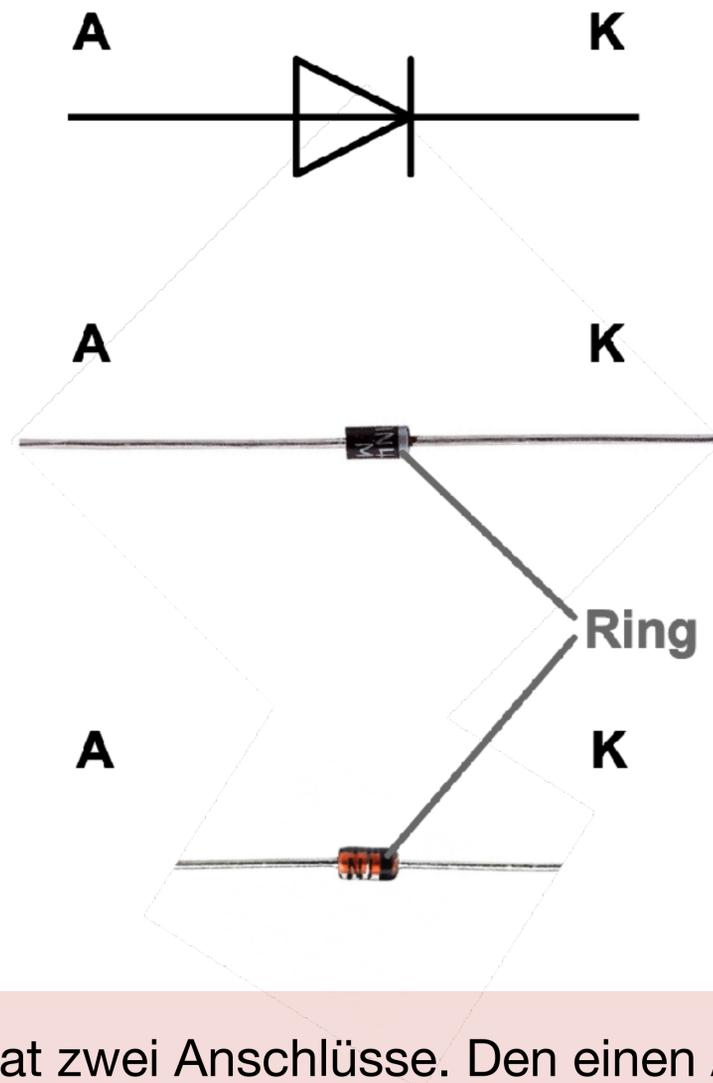
1. Ring	2. Ring	3. Ring	Wert	Kurzform
Braun	Schwarz	Schwarz	10 $\Omega$	10R
Braun	Schwarz	Braun	100 $\Omega$	100R
Rot	Rot	Braun	220 $\Omega$	220R
Orange	Orange	Braun	330 $\Omega$	330R
Braun	Schwarz	Rot	1 k $\Omega$	1K
Rot	Schwarz	Rot	2 k $\Omega$	2K
Grün	Braun	Rot	5,1 k $\Omega$	5K1
Braun	Schwarz	Orange	10 k $\Omega$	10K
Braun	Schwarz	Gelb	100 k $\Omega$	100K
Braun	Schwarz	Grün	1 M $\Omega$	1M

Der 4. Ring ist die Toleranz in %

Es kann eine gute Übung sein, die Klebestreifen, mit denen die Widerstände fixiert sind, mit der **Kurzform** zu beschriften.

Das nach Werten getrennte Aufbewahren in Tütchen oder Umschlägen kann sinnvoll sein. Dann muss man nicht ständig nach den richtigen Widerständen suchen.

# Diode



Eine Diode hat zwei Anschlüsse. Den einen Anschluss bezeichnet man als Anode, den anderen als Kathode. Die Kathode erkennt man an dem Ring auf dem Gehäuse der Diode.

Typischerweise wird die Kathode an Minus (-) angeschlossen, um sie in Durchlassrichtung zu betreiben. Dabei gibt das Dreieck im Schaltzeichen der Diode die Stromrichtung vor.

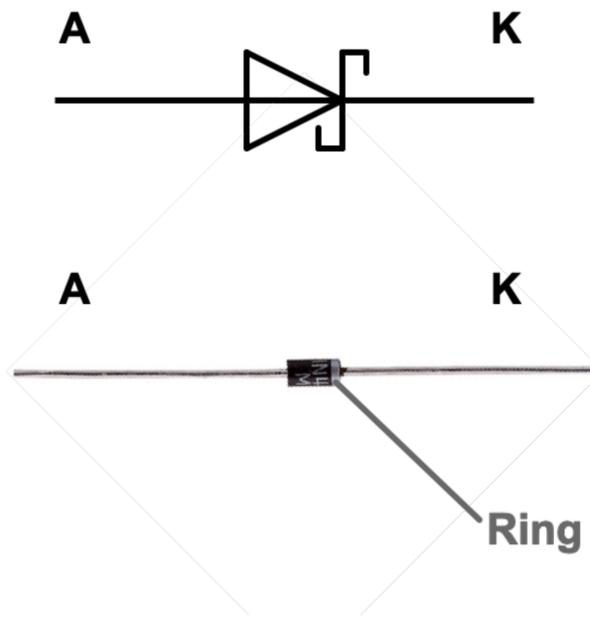
- einseitig stromdurchlässig
- Ventilwirkung

Eine Halbleiterdiode, kurz Diode, verhält sich wie ein elektrisches Ventil. Eine Diode leitet den Strom nur in eine Richtung und auch nur dann, wenn eine bestimmte Schwellenspannung überschritten ist (Silizium = 0,7 Volt).

Bei der Verschaltung von Dioden unterscheidet man Durchlassrichtung und Sperrrichtung.

- In Durchlassrichtung ist eine Diode dann geschaltet, wenn die Kathode (K) an Minus (-) und die Anode (A) an Plus (+) geschaltet ist.
- In Sperrrichtung ist eine Diode dann geschaltet, wenn die Anode (A) an Minus (-) und die Kathode (K) an Plus (+) geschaltet ist.

# Schottky-Diode



In der Regel wird das offizielle Schaltzeichen der Schottky-Diode verwendet. Es kann allerdings vorkommen, dass das normale Schaltzeichen einer Diode verwendet wird, obwohl es sich um eine Schottky-Diode handelt.

- einseitig stromdurchlässig mit Ventilwirkung
- schnelles Schalten
- geringe Durchlassspannung

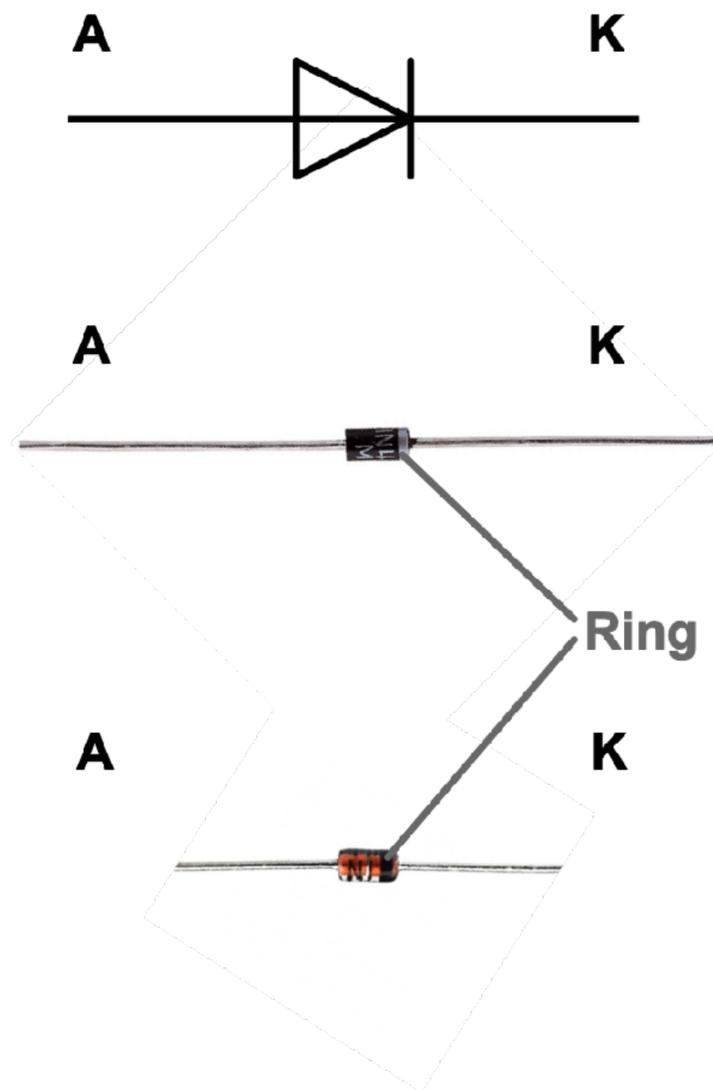
Eine Schottky-Diode funktioniert vom Prinzip her wie eine normale Halbleiterdiode auch. Das Besondere ist, dass die Schottky-Diode keinen typischen pn-Übergang, sondern einen Metall-Halbleiter-Übergang hat, der auch wie ein Gleichrichter wirkt. Das Schalten vom Durchlasszustand in den Sperrzustand bzw. umgekehrt erfolgt sehr schnell.

Schottky-Dioden findet man in Schaltungen, wo schnelles Schalten oder ein niedriger Spannungsabfall in Durchlassrichtung gefordert ist.

Schottky-Dioden wird eine hohe Strombelastbarkeit nachgesagt. Das ist aber nicht bei allen Typen so. Wenn das wichtig ist, dann muss man den entsprechenden Typ auswählen.

Wichtig ist, dass man weiß, dass beide Leistungsmerkmale miteinander konkurrieren und es unterschiedliche Typen für unterschiedliche Anwendungen gibt.

# Fast Recovery Diode (FRD)



Eine Fast Recovery Diode unterscheidet sich äußerlich nicht von einer normalen Halbleiterdiode. Es gelten die gleichen Kennzeichnungen und Polung mit Anode und Kathode.

- einseitig stromdurchlässig mit Ventilwirkung
- kurze Umschaltzeit zwischen Durchlass- und Sperrbetrieb
- geringe Schaltverluste

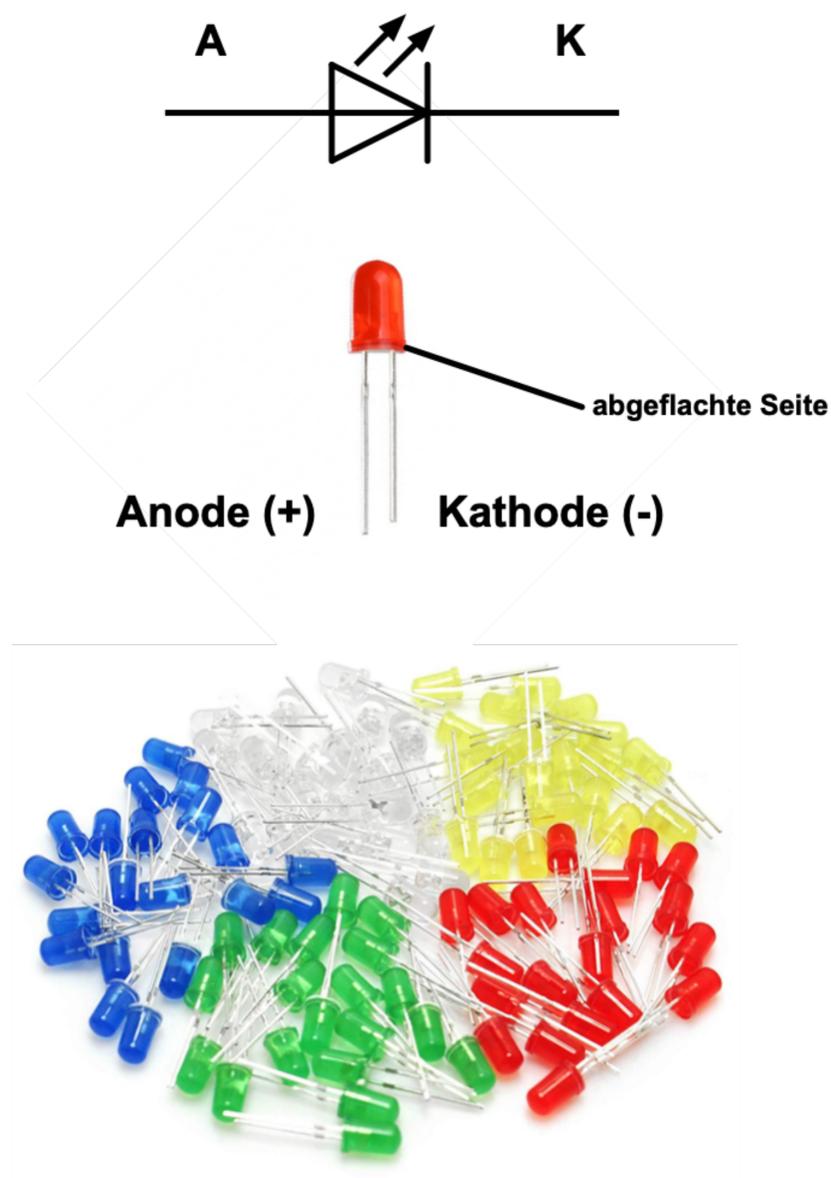
Eine Fast Recovery Diode (FRD) ist eine Halbleiterdiode mit kurzer Erholzeit und geringem Schaltverlust und ist für die allgemeine Gleichrichtung geeignet. Zu diesen Dioden gehören auch Schottky-Dioden, die in der Hochfrequenztechnik eingesetzt werden.

Mit „fast-recovery“ ist die Sperrverzugszeit gemeint, die insbesondere bei Gleichrichterdiolen für hohe Frequenzen möglichst kurz sein sollte.

Dabei findet man Bezeichnung „Fast Recovery“ in der Regel selten. Meist sind die Dioden nur mit den Zusätzen „fast“ and „ultrafast“ bekannt. Gemeint ist damit aber nur, dass sie schneller sind, als Standard-Gleichrichterdiolen.

Diese Dioden werden in Schaltnetzteilen als Leistungsdioden eingesetzt. Sie verbessern die Effizienz durch weniger Schaltverluste. Sie zeichnen sich meistens noch dadurch aus, dass sie bis 1.000 Volt eingesetzt werden und Ströme von mehreren hundert Ampere schalten können.

# Leuchtdiode (LED)



Leuchtdioden werden typischerweise mit einem Vorwiderstand in Reihe betrieben, der eine spannungs- und strombegrenzende Wirkung hat. Die Strombegrenzung ist deshalb notwendig, weil der LED-Halbleiter bei zu viel Strom kaputt gehen kann.

- optischer Signalgeber
- optischer Sensor

Eine Leuchtdiode, auch Light Emitting Diode, kurz LED genannt, erzeugt ein Licht in einer bestimmten Farbe, wenn sie von einem Strom durchflossen wird. Dabei verhält sich die LED wie jede andere Halbleiterdiode auch.

Die beiden Anschlüsse werden als Kathode und Anode bezeichnet. Typischerweise sind die beiden Anschlussdrähte einer LED unterschiedlich lang. Der längere von beiden ist die Anode. Der kürzere die Kathode. Außerdem sind die meisten LEDs auf der Kathodenseite abgeflacht. Um das zu erkennen, musst Du ganz genau hinschauen.

Leuchtdioden gibt es in vielen verschiedenen Farben. Am häufigsten kommen Rot, Grün, Gelb, Blau und Weiß vor. Die Farbe wird durch das Halbleitermaterial vorgegeben und zusätzlich ein entsprechend gefärbtes und lichtdurchlässiges Gehäuse verwendet.

# Kennzeichnung und Anschlussbelegung von Leuchtdioden



Je nach Hersteller, Farbe und Typ können Leuchtdioden sehr unterschiedliche elektrische Werte aufweisen. Gemeint sind die Durchlassspannung und der Durchlassstrom. Beide Werte sind wichtig zur Berechnung des strombegrenzenden Vorwiderstands.

Ein Vorwiderstand begrenzt den Strom in Durchlassrichtung typischerweise auf etwa 10 mA. Die Spannung je nach LED-Typ auf 1,8 bis 2,2 Volt, oder höher. Manche LEDs haben eine Durchlassspannung von 3 oder sogar 4 Volt.

An 9 Volt empfiehlt sich ein Widerstandswert zwischen 1 kOhm bis 20 kOhm.

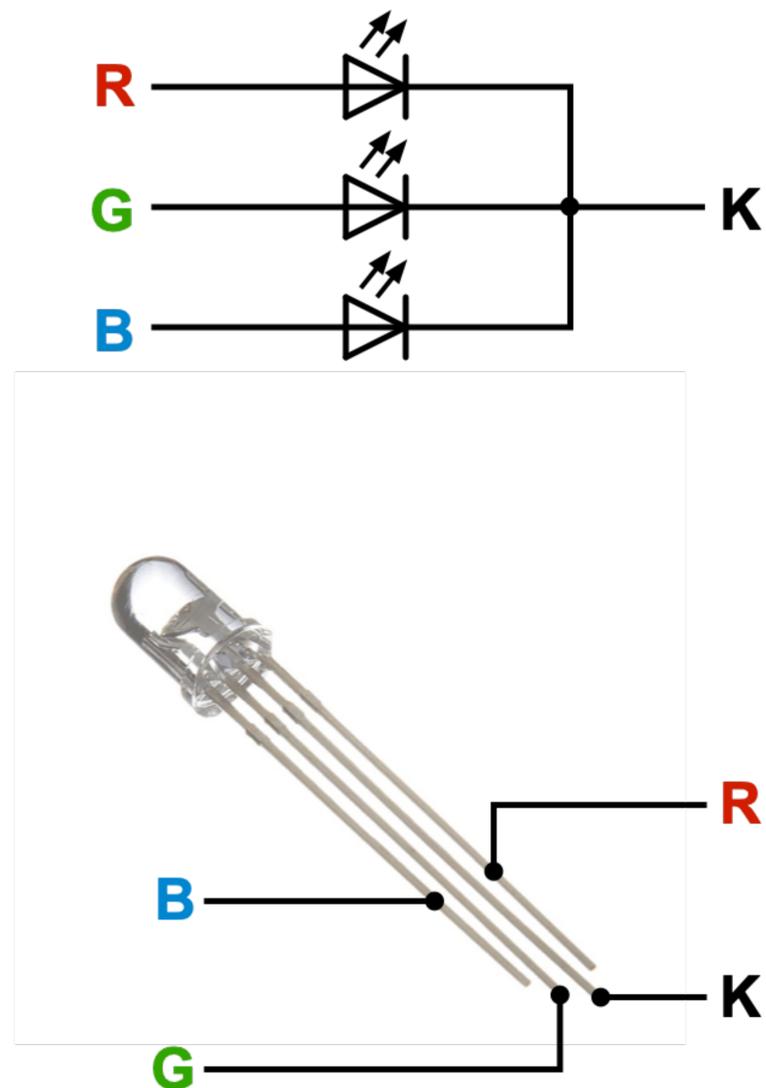
Bei einem deutlich kleineren Widerstand als 1 kOhm kann die LED kaputt gehen. Bei einem deutlich zu großen Widerstand als 20 kOhm leuchtet die LED zu schwach oder gar nicht.

Weil sich eine LED wie jede andere Halbleiterdiode verhält, gibt es eine Sperrrichtung und eine Durchlassrichtung. Soll eine LED leuchten, muss sie in Durchlassrichtung angeschlossen sein. Also die Kathode (K) an Minus (-) und die Anode (A) an Plus (+).

Einfach zu merken: Das Pluszeichen hat einen Strich mehr als das Minuszeichen und deshalb ist der Anschlussdraht der Anode etwas länger. Außerdem sind die meisten LEDs auf der Minusseite abgeflacht, wie eben ein Minus, oder das "K" der Kathode.

Beim Schaltzeichen kann man sich das so merken: Das Schaltzeichen hat wegen dem Querbalken die Form des Buchstabens "K". Das Dreieck hat eine Ähnlichkeit mit dem Buchstaben "A". Beim Querbalken ist der Anschluss die Kathode und auf der anderen Seite die Anode. Die Anode zeigt vom Pluspol weg und zum Minuspol hin, was der technischen Stromrichtung entspricht. Und somit wird die Anode am Pluspol und die Kathode am Minuspol angeschlossen.

# RGB-LED



Die Spannung, die an einer Leuchtdiode anliegt, und der Strom, der durch eine Leuchtdiode hindurchfließt, müssen begrenzt werden. Dazu muss jede LED mit einem Vorwiderstand in Reihe betrieben werden.

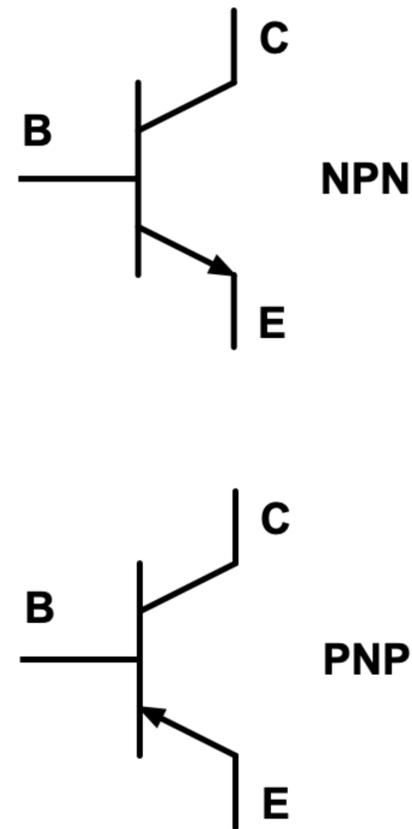
- optischer Signalgeber
- Erzeugen von Farben nach dem RGB-Farbmodell

Die Abkürzung RGB steht für die Farben Rot, Grün und Blau. RGB bezeichnet ein Farbmodell, mit dem bestimmte Farbwerte angegeben werden. Aus den Grundfarben Rot, Grün und Blau lassen sich fast alle Lichtfarben darstellen. Dazu mischt man die Grundfarben in einem bestimmten Verhältnis. Theoretisch sind alle Farben möglich.

Eine RGB-LED ist ein einzelnes Bauteil, in Form einer LED, mit der es möglich ist, eine bestimmte Farbe durch ein entsprechendes Mischungsverhältnis zu erzeugen. Meistens kann man die drei Grundfarben trotzdem gut voneinander unterscheiden.

Eine RGB-LED hat 4 Anschlüsse, die zur Unterscheidung unterschiedlich lang sind. Der längste Anschluss ist die Kathode. Die drei anderen sind die Anoden der roten, grünen und blauen inneren LED.

# Transistor



- Stromverstärker
- elektronischer Schalter
- Steuerung mit Strom

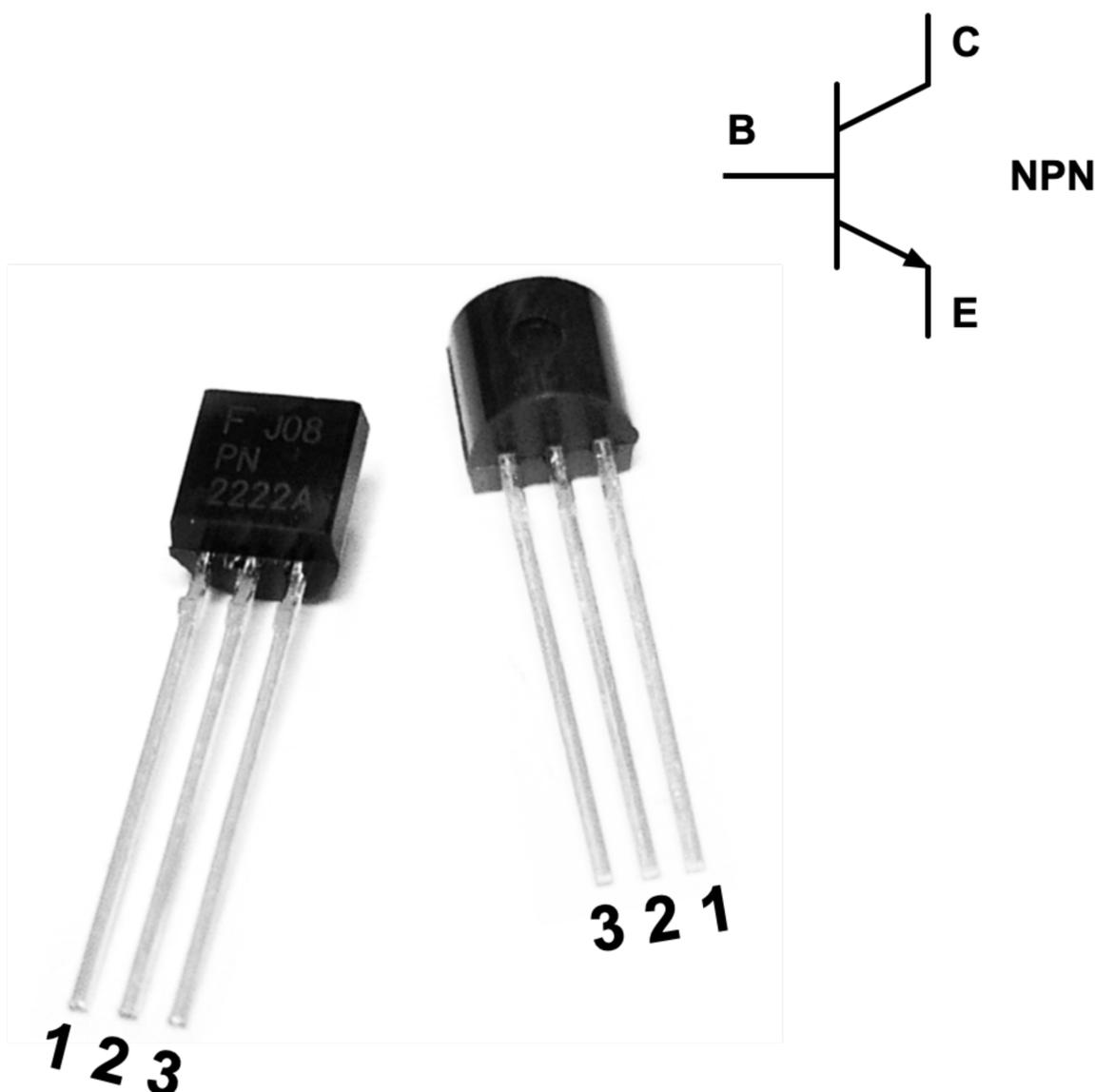
Ein Transistor, in der bipolaren Variante, ist ein Stromverstärker, der sich mit der entsprechenden Beschaltung auch als elektronischer Schalter verwenden lässt.

Die Schaltfunktion wird dadurch realisiert, dass schon ein kleiner Strom durch den Basis-Anschluss (B) einen viel größeren Strom durch den Kollektor-Anschluss (C) steuert. Ein Transistor hat also einen Steuerstromkreis an der Basis (B) und einen Laststromkreis am Kollektor (C), die mit dem Emitter-Anschluss (E) einen gemeinsamen Bezugspunkt haben.

Die meisten elektronischen Schaltungen haben mindestens einen Transistor integriert. Das Verständnis für dessen Schaltfunktion ist der Dreh- und Angelpunkt für das Verständnis einer solchen Schaltung.

Der Strom durch den Transistor muss begrenzt werden. Ein zu großer Strom durch den Basis- oder Kollektor-Anschluss zerstört den Transistor. Zur Strombegrenzung eignen sich Widerstände.

# Kennzeichnung und Anschlussbelegung von Transistoren



Die Belegung der Pins der Transistoren ist unterschiedlich. Tendenziell ist der mittlere Anschluss die Basis (B). Die beiden Anschlüsse an der Seite sind bei jedem Transistor anders. Wenn Du Dir nicht sicher bist, dann probiere es einfach aus. In der Regel wird man mit einer Falschpolung nichts kaputt machen.

Transistoren sind aufgrund der kleinen Bauform nur mit der Typennummer gekennzeichnet. Das ist eine Kombination aus Buchstaben und Zahlen, die aber keine weitere Bedeutung haben.

Beschriftung und Lesbarkeit sind sehr unterschiedlich, was die Identifikation erschweren kann.

## Anschlussbelegungen

Transistor	1	2	3	Typ
PN2222	E	B	C	NPN
2N2222	E	B	C	NPN
2N3904	C	B	E	NPN
2N3906	E	B	C	PNP
BC547	C	B	E	NPN
BC557	C	B	E	PNP

# Kondensator



- Stromspeicher
- Puffer für kurzzeitige Lastspitzen
- Spannungsspitzen begrenzen
- zeitabhängige Ladefunktion und Entladefunktion

Ein Kondensator besteht aus zwei voneinander isolierten Metallfolien oder Metallplatten, auf denen sich eine elektrische Ladung sammeln kann. Dabei gibt es zwei wichtige Eigenschaften, die den praktischen Einsatz von Kondensatoren bestimmen. Einmal ist die Menge der elektrischen Ladung von der Spannung abhängig, mit der der Kondensator geladen wird. Desweiteren verläuft die Ladung bis zur höchsten Spannung und auch die Entladung auf 0 Volt nach einer Exponentialfunktion ab. Das heißt, beide Vorgänge sind zeitabhängig, wodurch sich zeitabhängige Funktionen in einer elektronischen Schaltung realisieren lassen.

Kondensator ist nicht gleich Kondensator. Es gibt sehr viele unterschiedliche Typen, die aufgrund von Material und Aufbau unterschiedliche Eigenschaften haben. Wegen den damit verbundenen Vor- und Nachteilen, ist nicht jeder Typ für jede Anwendungen geeignet.

Die genannten Funktionen kann im Prinzip jeder Kondensatortyp erfüllen. Manche Kondensatoren sind für bestimmte Funktionen besser geeignet, als andere. Die Schwierigkeit ist, den richtigen Kondensatortyp für einen bestimmten Zweck auszuwählen.

# Keramik-Kondensator (Kerko)



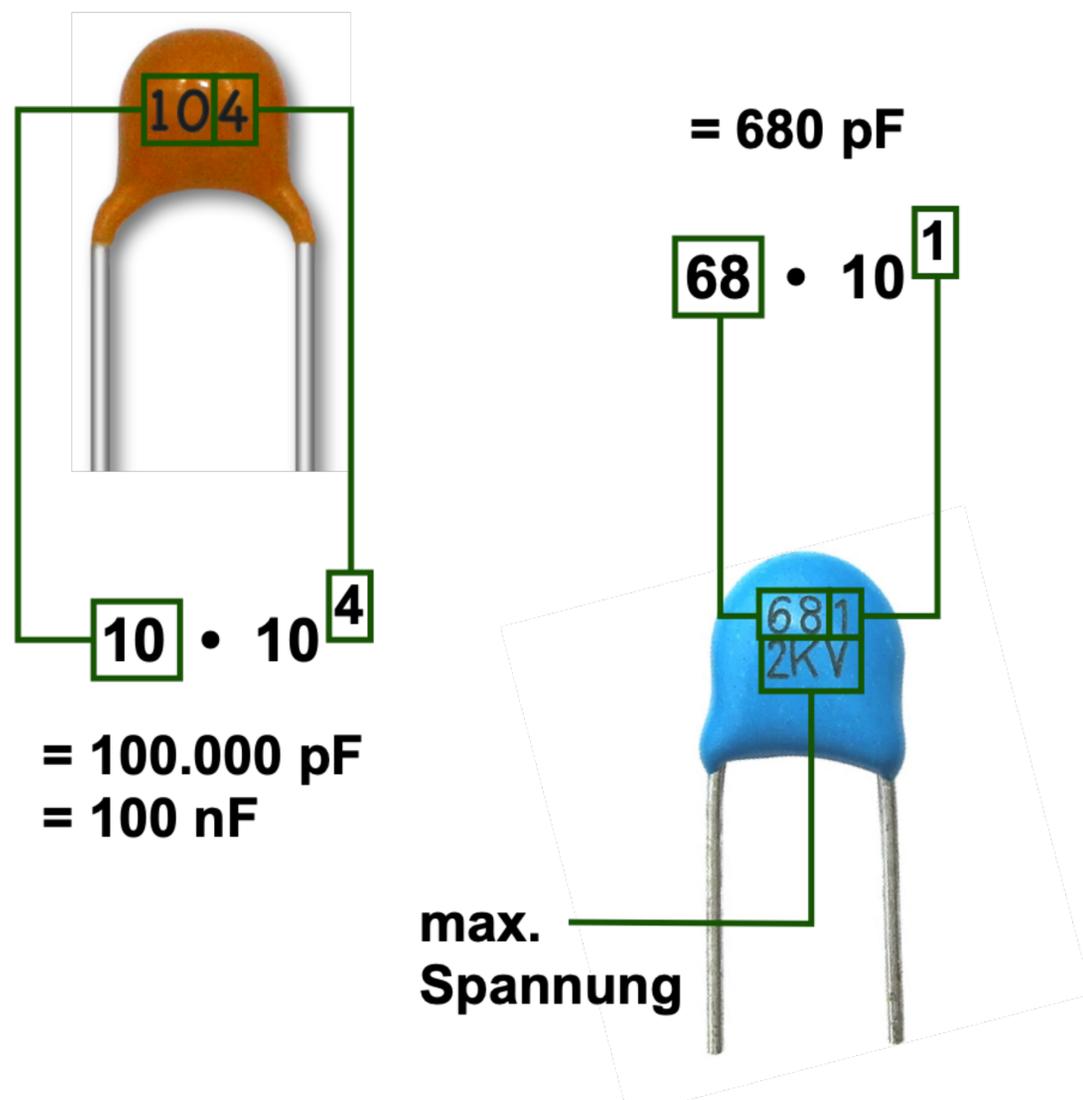
Keramik-Kondensatoren, kurz Kerkos genannt, bestehen aus dünnen Oxidkeramiksichten. Deshalb werden sie auch Keramik-Vielschicht-Kondensatoren genannt. An ihnen lassen sich, im Verhältnis zur Kapazität und Größe, eine vergleichsweise hohe Spannung anlegen.

Keramik-Kondensatoren eignen sich für viele verschiedene Aufgaben und finden sich deshalb in vielen verschiedenen Schaltungen.

Es gibt unterschiedliche Keramik-Kondensatoren. Die meisten Kerkos sind HDK-Typen (Klasse 2). Es handelt sich dabei um erbsengroße Kondensatoren. Sie haben eine hohe Eigenentladung (größere Verluste) und verlieren mit zunehmendem Alter ihre Kapazität. Ihre Kapazität ist oft auch von der anliegenden Spannung abhängig, weshalb ein Kapazitätsmessgerät selten die korrekte Kapazität anzeigt.

- Puffer für kurzzeitige Lastspitzen
- zeitabhängige Lade- und Entladefunktion
- Spannungsspitzen begrenzen
- frequenzbestimmendes Bauteil

# Kennzeichnung von Keramik-Kondensatoren (Kerkos)



Bei Keramik-Kondensatoren (Kerkos) ist die Kennzeichnung der Kapazität meist kodiert aufgedruckt. Das Entschlüsseln dieser Kurzform ist dabei denkbar einfach. Die ersten zwei Ziffern gehören zusammen und sind die Kapazität in Picofarad (pF). Eine dritte Ziffer ist der Multiplikator, also die Anzahl der Nullen, die man dem Wert anfügt. Ab drei Nullen rechnet man in Nanofarad (nF) um.

Beispiele:

2:	2	pF	
3:	3	pF	
5:	5	pF	
10:	10	pF	
22:	22	pF	
30:	30	pF	
33:	33	pF	
68:	68	pF	
75:	75	pF	
82:	82	pF	
101:	100	pF	
221:	220	pF	
331:	330	pF	
681:	680	pF	
102:	1.000	pF	= 1 nF
222:	2.200	pF	= 2,2 nF
332:	3.300	pF	= 3,3 nF
682:	6.800	pF	= 6,8 nF
103:	10.000	pF	= 10 nF
223:	22.000	pF	= 22 nF
683:	68.000	pF	= 68 nF
104:	100.000	pF	= 100 nF

# Elektrolyt-Kondensator (Elko)



Beim Einbau in eine Schaltung dürfen die beiden Anschlüsse nicht vertauscht werden. Wenn doch, dann wird der Elektrolyt-Kondensator umgekehrt gepolt aufgeladen. Dabei wird das flüssige Elektrolyt zum Kochen gebracht und beginnt irgendwann zu gasen. Das Gas wird irgendwann durch eine Sollbruchstelle im Gehäuse entweichen. Danach ist der Kondensator kaputt.

- Stromspeicher mit hoher Kapazität
- zeitabhängige Lade- und Entladefunktion

Ein Kondensator besteht aus zwei voneinander isolierten Metallfolien oder Metallplatten, auf denen sich eine elektrische Ladung sammeln kann. Der Unterschied zwischen einem normalen Kondensator und einem Elektrolyt-Kondensator ist dessen Polung und die deutlich höhere Kapazität.

Die meisten Kondensatoren haben feste Kondensatorbeläge. Meistens sind es Folien aus metallischen Werkstoffen. Bei Elektrolyt-Kondensatoren ist nur einer der Beläge ein Feststoff. Der andere Belag ist ein Elektrolyt, den es in flüssiger aber auch in fester Form gibt. Der flüssige Elektrolyt hat den Vorteil, dass damit sehr hohe Kapazitäten erreicht werden können. Allerdings hat er wie andere Flüssigkeiten den Nachteil, dass er trotz fest verschlossenem Kondensatorgehäuse im Laufe der Jahrzehnte austrocknet oder sogar ausläuft.

# Kennzeichnung von Elektrolyt-Kondensatoren (Elkos)



## Kapazität und Spannung

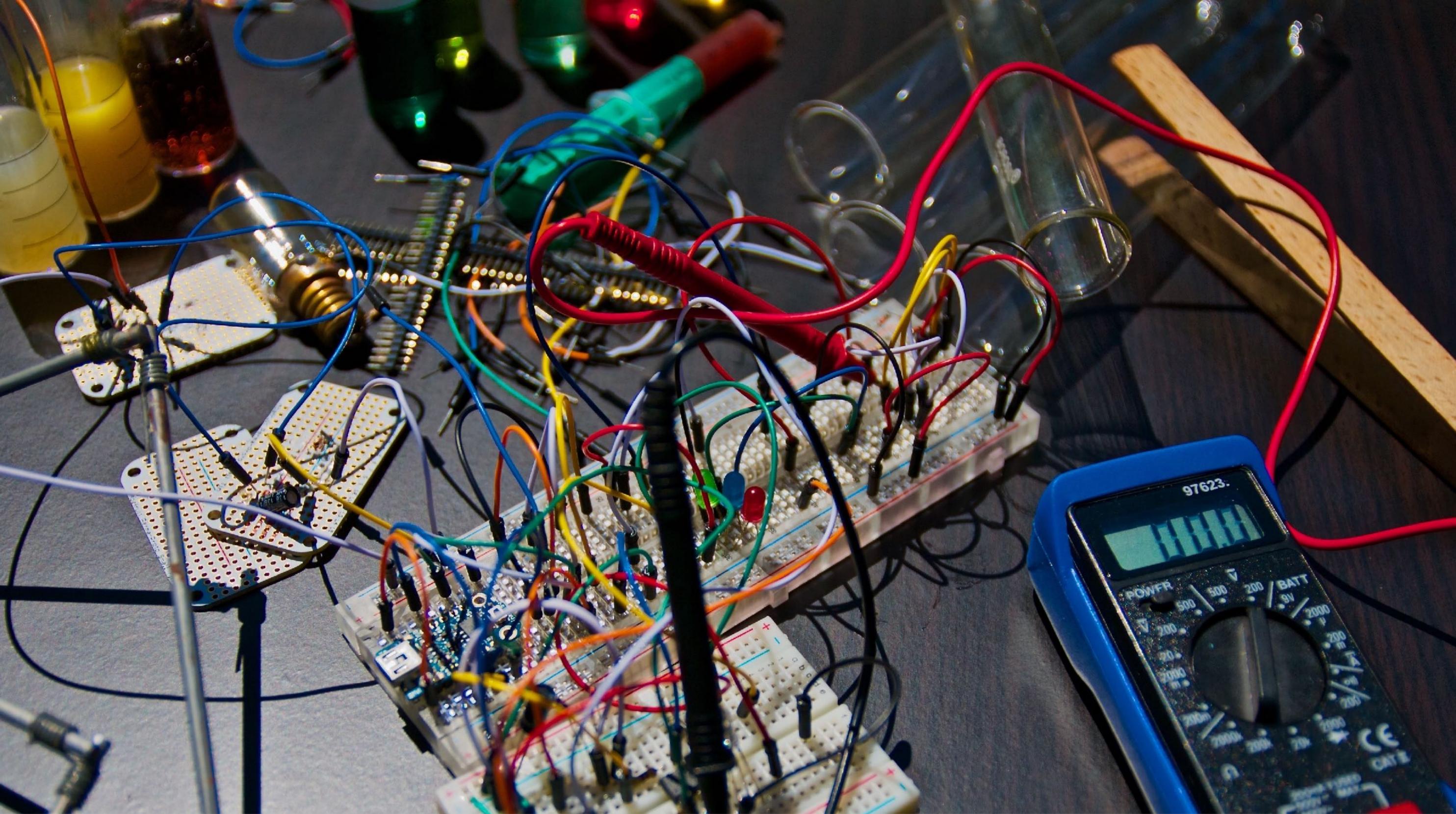
Bei Elektrolyt-Kondensatoren (Elkos) ist die Kapazität in der Regel in Mikrofarad ( $\mu\text{F}$ ) aufgedruckt. Zusätzlich ist auch noch eine Spannung in Volt (V) angegeben. Das ist die Nennspannung oder maximale Spannung des Elektrolyt-Kondensator.

## Polung

Ein Elektrolyt-Kondensator ist ein gepolter Kondensator. Er verfügt über einen Anschluss für Plus (+) und einen für Minus (-). In der Regel ist der Anschluss für Minus mit einem Minus gekennzeichnet. Je nach Bauform auch mit einem Ring oder Streifen, die sich farblich von der Gehäusefarbe absetzen.

## Toleranz der Kapazität

Auf Elektrolyt-Kondensatoren in Becherform findet man häufig noch eine Prozent-Angabe, die die Toleranz der Kapazität angibt. Diese Toleranz hat ihren Ursprung in der Fertigungstoleranz. Aufgrund der heutigen Genauigkeit in der Massenfertigung ist die Genauigkeit der aufgedruckten Kapazität eher kein Problem.



**Kennwerte, Vergleichstypen, ...**

# Liste der Keramik-Kondensatoren

Angaben: Kapazität

2 pF	680 pF (Picofarad)
3 pF	1 nF
5 pF (Picofarad)	1,5 nF
10 pF	2,2 nF
15 pF	3,3 nF
22 pF	4,7 nF
30 pF	6,8 nF (Nanofarad)
33 pF	10 nF
47 pF	15 nF
68 pF	22 nF
75 pF	47 nF
82 pF (Picofarad)	68 nF
100 pF	100 nF (Nanofarad)
150 pF	
220 pF	
330 pF	
470 pF	

Hinweis: Die Verfügbarkeit einzelner Werte kann nur schwer garantiert werden. Deshalb können einzelne Werte kurzfristig durch einen anderen Wert ersetzt sein.

# Liste der Elektrolyt-Kondensatoren

Angaben: Kapazität in Mikrofarad ( $\mu\text{F}$ ) / max. Spannung in Volt (V)

- 0,22  $\mu\text{F}$  / 50 V
- 0,47  $\mu\text{F}$  / 50 V
- 1  $\mu\text{F}$  / 50 V
- 10  $\mu\text{F}$  / 50 V
- 2,2  $\mu\text{F}$  / 50 V
- 4,7  $\mu\text{F}$  / 50 V
- 22  $\mu\text{F}$  / 16 V
- 33  $\mu\text{F}$  / 16 V
- 47  $\mu\text{F}$  / 16 V
- 100  $\mu\text{F}$  / 16 V
- 220  $\mu\text{F}$  / 16 V
- 470  $\mu\text{F}$  / 16 V

Hinweis: Die Verfügbarkeit einzelner Werte kann nur schwer garantiert werden. Deshalb können einzelne Werte kurzfristig durch einen anderen Wert ersetzt sein.

# Kennwert-Tabelle der Halbleiterdioden

Diode	Typ	$I_F$ max	$U_R$ max
<b>1N4148</b>	Kleinsignaldiode	0,3 A	75 V
<b>1N4007</b>	Gleichrichterdiode	1 A	1.000 V
<b>1N5399</b>	Gleichrichterdiode	1,5 A	1.000 V
<b>1N5408</b>	Gleichrichterdiode	3 A	1.000 V
<b>1N5819</b>	Schottky-Diode	1 A	40 V
<b>1N5822</b>	Schottky-Diode	3 A	40 V
<b>FR107</b>	Fast Recovery	1 A	1.000 V
<b>FR207</b>	Fast Recovery	2 A	1.000 V

- max. Durchlassstrom ( $I_F$  max)
- max. Sperrspannung ( $U_R$  max)

Alle Angaben ohne Gewähr.

# Kennwert-Tabelle der Transistoren

Transistor	Typ	$U_{CE \text{ max}}$	$I_C \text{ max}$
SS9012	PNP	20 V	0,5 A
SS9013	NPN	20 V	0,5 A
SS9014	NPN	45 V	0,5 A
SS9015	PNP	45 V	0,1 A
SS9018	NPN	30 V	0,1 A
2SA1015	PNP	50 V	0,05 A
2SC1815	NPN	50 V	0,15 A
SA42	NPN	300 V	0,625 A
SA92	PNP	300 V	0,3 A
2SA733	PNP	50 V	0,15 A
2SC945	NPN	50 V	0,15 A
SS8050	NPN	25 V	0,5 A
SS8550	PNP	25 V	1,5 A
2N2222	NPN	40 V	0,6 A
2N3904	NPN	40 V	0,2 A
2N3906	PNP	40 V	0,2 A
2N5401	PNP	150 V	0,6 A
2N5551	NPN	160 V	0,6 A

- max. Kollektor-Emitter-Spannung ( $U_{CE \text{ max}}$ )
- max. Kollektorstrom ( $I_C \text{ max}$ )

Alle Angaben ohne Gewähr.

# Vergleichstypen der Transistoren

Transistor	Typ	Vergleichstypen
SS9012	PNP	BC327, BC636, BC638, BC640
SS9013	NPN	BC337, BC635, BC637, BC639
SS9014	NPN	BC414, BC550, 2SC2240, 2SC2675
SS9015	PNP	BC416, BC560, 2SA970, 2SA1137
SS9018	NPN	BF225, BF255, BF314, BF505, BF507
2SA1015	PNP	BC212, BC257, BC307, BC557
2SC1815	NPN	BC174, BC182, BC190, BC546, 2SD767
SA42	NPN	MPSA42, KSP42, HMPSA42
SA92	PNP	MPSA92, KSP92, HMPSA92
2SA733	PNP	BC212, BC257, BC307, BC557
2SC945	NPN	BC174, BC182, BC190, BC546, 2SD767
SS8050	NPN	MPS650...651, 2SD1207, 2SD1227, 2SD1331
SS8550	PNP	MPS750...751, 2SB892, 2SB911, 2SB978
2N2222	NPN	BSS40...41, BSW61...64, 2N4014
2N3904	NPN	BC174, BC182, BC190, BC546
2N3906	PNP	BC212, BC257, BC307, BC557
2N5401	PNP	BF491...493, 2SA1221...22, 2SA1319
2N5551	NPN	BF391...393, BFP 22, MPSA42...43

Hinweis: Beachte bitte, dass Vergleichstypen bei manchen Kennwerten unterschiedliche Eigenschaften und Wertigkeiten aufweisen, weshalb sie nicht immer Eins zu Eins getauscht werden können.

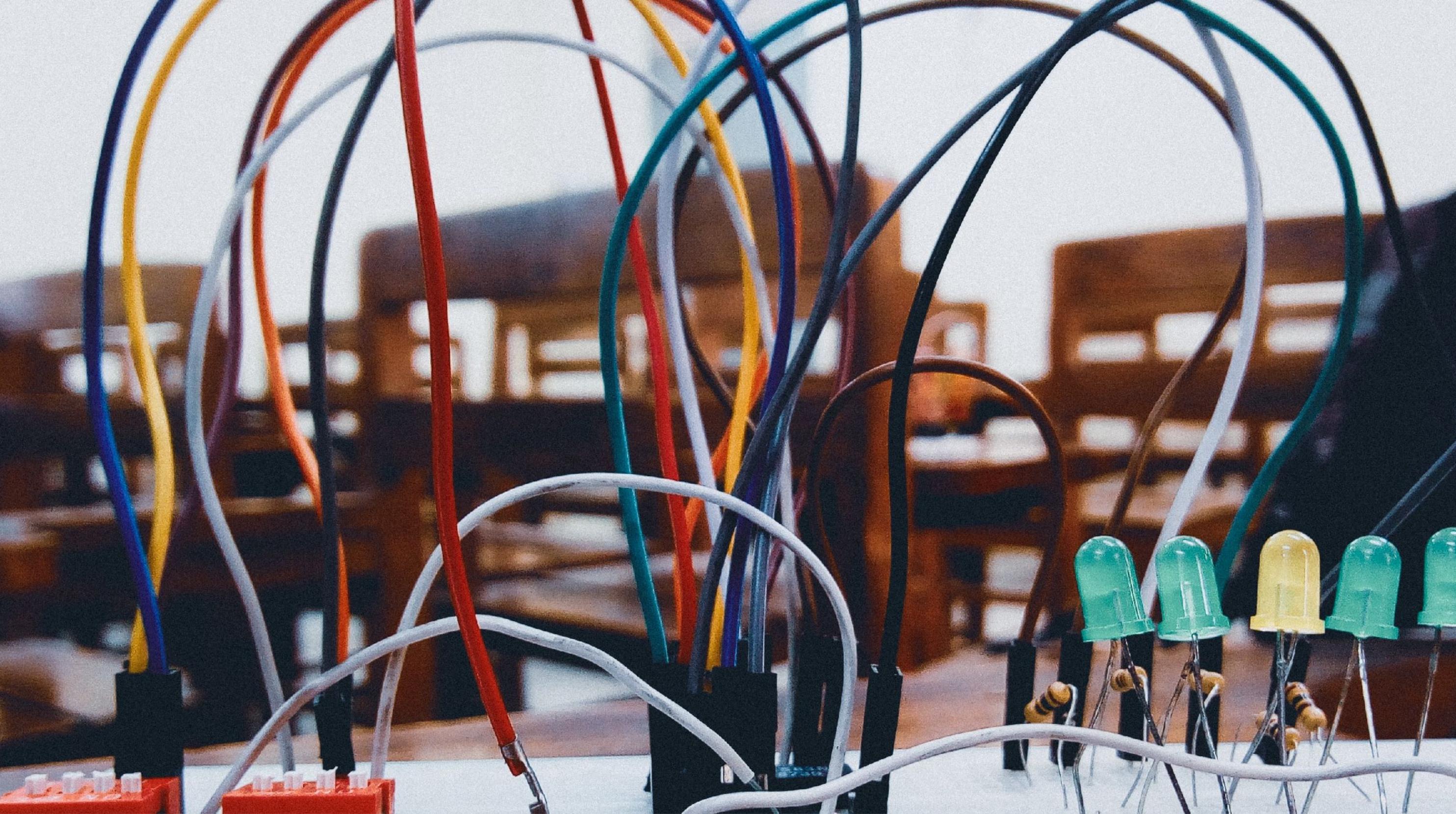
Alle Angaben ohne Gewähr.

# Kennwert-Tabelle der Leuchtdioden

Typ	Farbe	$U_F$ typ	$I_F$ typ
5 mm	Weiß	ca. 2,8 V	12 mA
5 mm	Rot	ca. 1,9 V	12 mA
5 mm	Grün	ca. 2,0 V	12 mA
5 mm	Gelb	ca. 2,0 V	12 mA
5 mm	Blau	ca. 2,8 V	12 mA
3 mm	Weiß	ca. 2,6 V	2 mA
3 mm	Rot	ca. 1,8 V	2 mA
3 mm	Grün	ca. 2,3 V	2 mA
3 mm	Gelb	ca. 1,9 V	2 mA
3 mm	Blau	ca. 1,9 V	2 mA

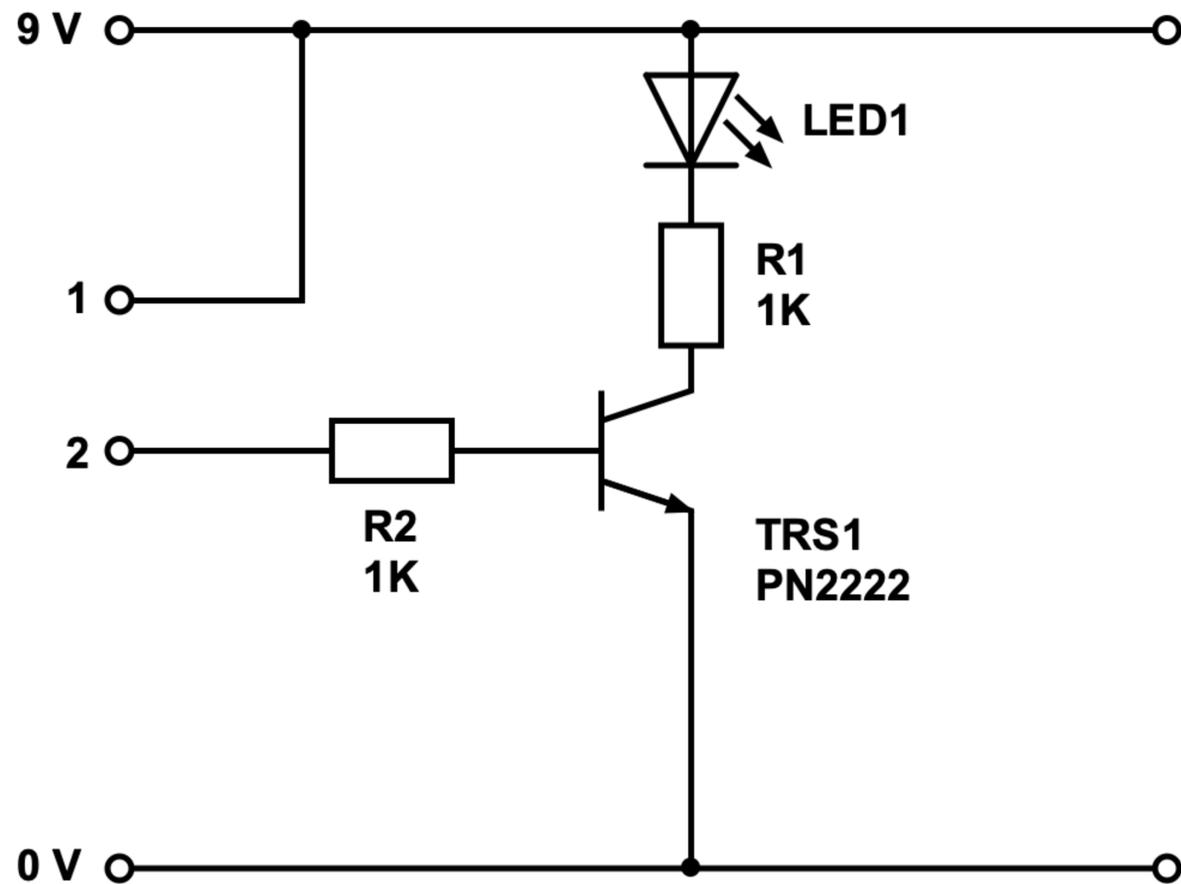
- typ. Durchlassspannung ( $U_F$  typ)
- typ. Durchlassstrom ( $I_F$  max)

Alle Angaben ohne Gewähr.



**Schaltungen: Durchgangsprüfer, Bauteil-Tester**

# Durchgangsprüfer



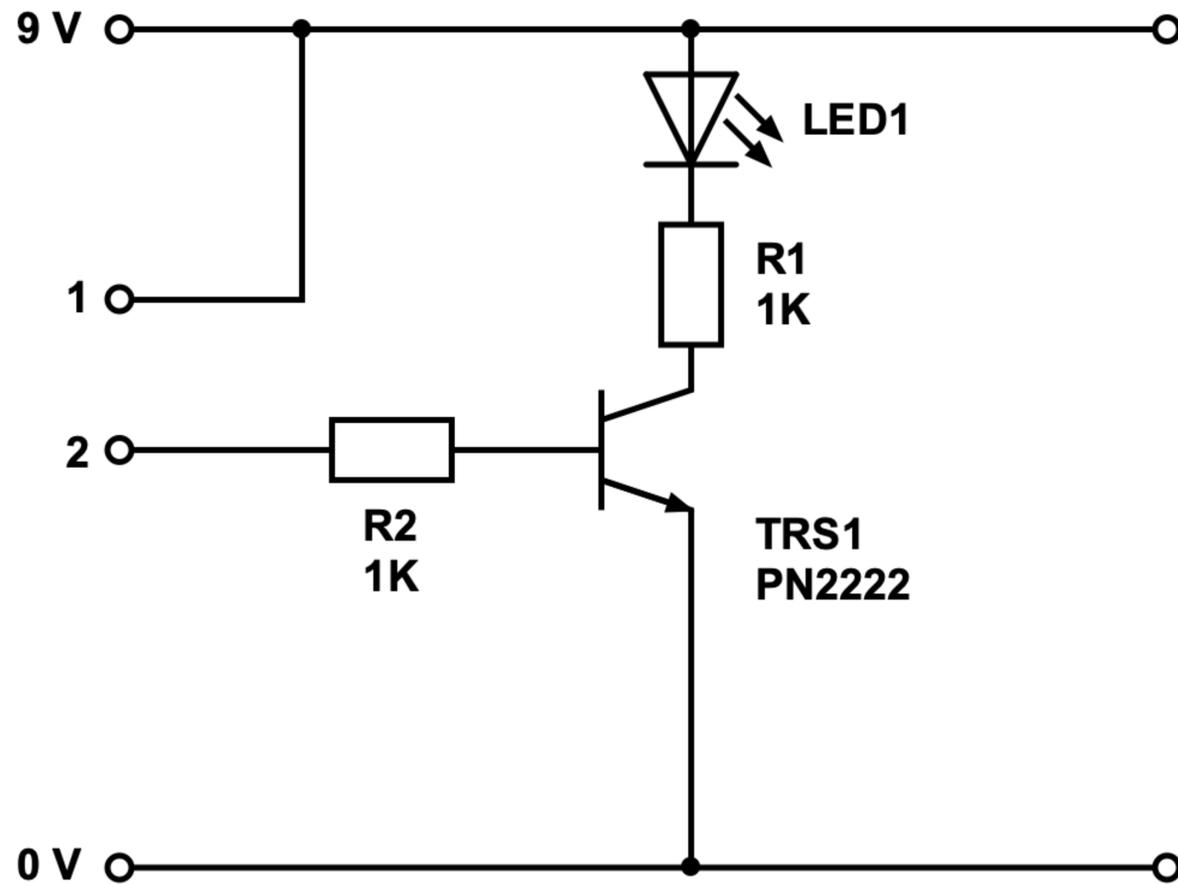
- LED1: Leuchtdiode, rot
- R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)
- R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)
- TRS1: Transistor, PN2222 (BC547)

Diese Schaltung kann als einfacher Durchgangsprüfer genutzt werden. Zur Signalisierung eines Stromflusses wird eine Leuchtdiode verwendet.

Wenn man Pin 1 mit Pin 2 verbindet, dann fließt ein Strom durch den Widerstand R1 in die Basis von Transistor T1. Dieser Basisstrom (von Basis nach Emitter) erlaubt, wegen der Stromverstärkung von Transistor T1, einen wesentlich höheren Kollektorstrom, der die LED mit Vorwiderstand R2 und/oder einen Summer treibt.

- Beim Aufbau ist darauf zu achten, dass die LED richtig herum eingebaut ist, sonst könnte es sein, dass sie bereits beim ersten Versuch kaputt geht.
- Die Schaltung sollte nicht dazu verwendet werden, um eine Spannung zwischen Pin 1 und Pin 2 anzuschließen. Hier dürfen nur einzelne Bauteile angeschlossen werden. Die einzige Spannung, die an dieser Schaltung angeschlossen werden darf, ist die Betriebsspannung.

# Bauteil-Tester (1)



Der Bauteil-Tester eignet sich zum Prüfen von Widerständen, Kondensatoren, Dioden, Leuchtdioden und Transistoren. Ebenso ist er als einfacher Berührungssensor oder Durchgangsprüfer nutzbar. Zur Signalisierung wird eine Leuchtdiode verwendet.

Wenn man Pin 1 mit Pin 2 verbindet, dann fließt ein Strom durch den Widerstand R1 in die Basis von Transistor T1. Dieser Basisstrom (von Basis nach Emitter) erlaubt, wegen der Stromverstärkung von Transistor TRS1, einen wesentlich höheren Kollektorstrom, der die LED mit Vorwiderstand R2 betreibt.

1. R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)
2. R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)
3. TRS1: Transistor, PN2222 (BC547)
4. LED1: Leuchtdiode, rot

# Bauteil-Tester (2)

## Durchgangsprüfer

Die LED leuchtet, wenn über einen Kontakt von Pin 1 und 2 ein Strom fließen kann. Diesen Kontakt kann man mit einem Draht oder auch nur durch die Berührung der Pins erfolgen. In dem Fall ist der Durchgangsprüfer ein Berührungssensor.

## Widerstandsprüfer

Ein Widerstand ist ein stromleitendes Bauelement. Bis mindestens 330 kOhm wird die LED leuchten. Bei einem Widerstand von beispielsweise 1 MOhm leuchtet die LED nicht.

## Kondensatorprüfer

Ein Kondensator kann ein stromleitendes Bauelement sein. Aber nur solange, er aufgeladen wird. Wenn der Kondensator voll ist, also die maximale Kapazität erreicht ist, dann wird der Widerstand unendlich.

Beim Anschluss eines Kondensators sind zwei Dinge zu beachten:

- Die LED wird nur kurz aufblitzen. Dieser Effekt lässt sich nur wiederholen, wenn der Kondensator leer ist.
- Bei gepolten Kondensatoren muss man zwingend auf die Polarität achten. Pin 1 muss an „+“ und Pin 2 muss an „-“.

## Dioden-Tester

Dioden sind stromleitend. Aber nur in eine Richtung.

- Pin 1 muss an die Anode und Pin 2 an die Kathode (Ring).
- In der richtigen Richtung wird die LED leuchten.
- Wird die Diode falsch angeschlossen, leuchtet die LED nicht.

## Leuchtdioden-Tester

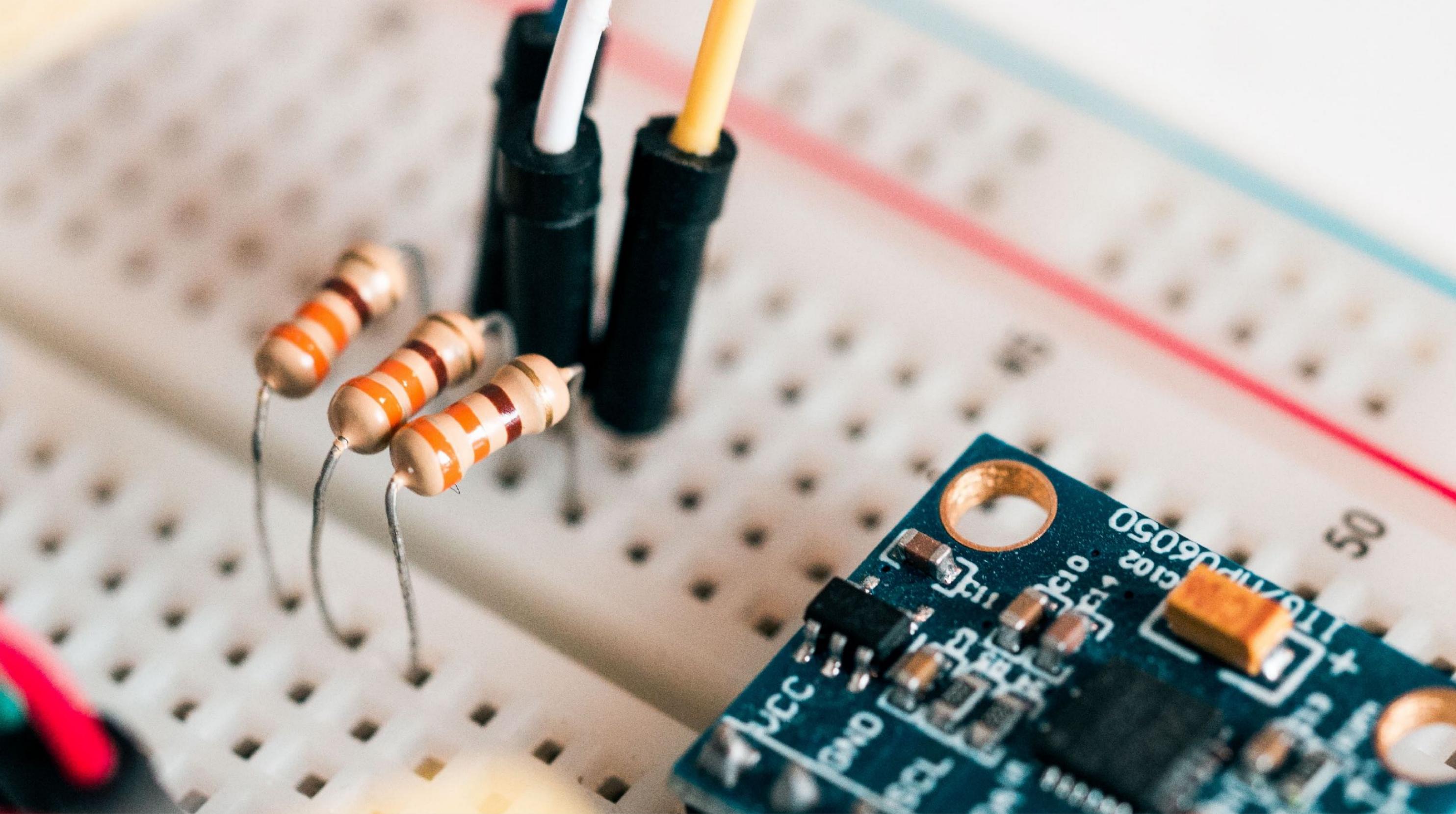
Leuchtdioden sind stromleitend. Aber nur in eine Richtung.

- Pin 1 muss an die Anode und Pin 2 an die Kathode (abgeflachte Seite).
- In der richtigen Richtung wird die LED leuchten.
- Wird die Leuchtdioden falsch angeschlossen, leuchtet die LED nicht.

## NPN-Transistor-Tester

Transistoren sind unter bestimmten Bedingungen stromleitend. Wichtig ist die Richtung und die Anschlüsse.

- Pin 1 muss an den Kollektor und Pin 2 muss an den Emitter.
- Leuchtet bei Berührung von Kollektor und Basis die LED, so ist der Transistor funktionsfähig.



Lust auf mehr?



## Elektronik - einfach und leicht verständlich

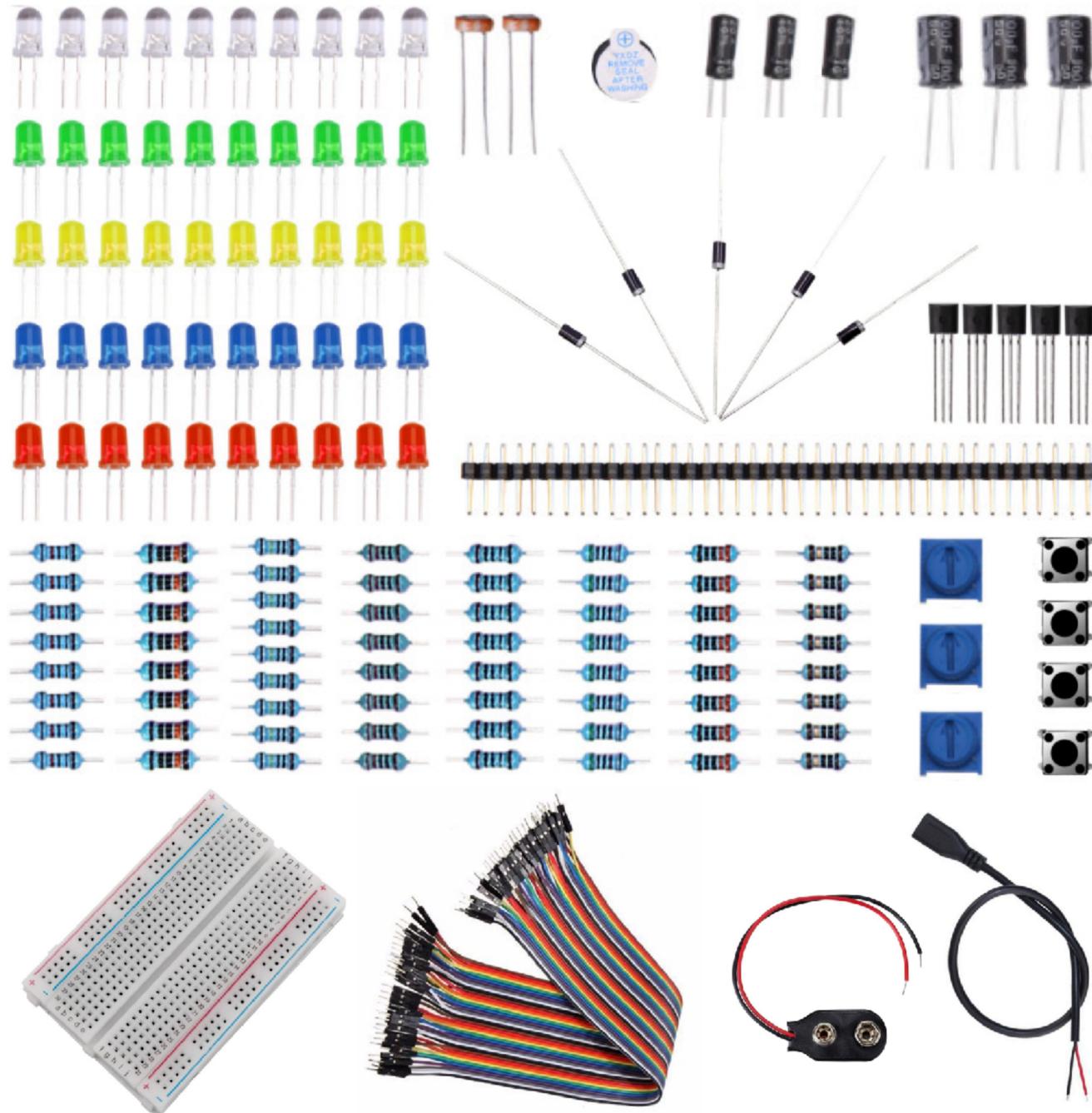
Elektronik muss nicht schwer sein. Die Elektronik-Fibel beschreibt die Grundlagen der **Elektronik einfach und leicht verständlich**, so dass der Einstieg in die Elektronik so einfach wie möglich gelingt.

Die Elektronik-Fibel eignet sich besonders **zum Lernen auf Klassenarbeiten, Klausuren und Prüfungen** oder als Nachschlagewerk für die Schule und Ausbildung.

Mit den vielen grafischen Abbildungen, Formeln, Schaltungen und Tabellen dient diese Buch dem Einsteiger und auch dem Profi immer und überall als **unterstützende und nützliche Lektüre**.

<https://www.elektronik-kompodium.de/shop/buecher/elektronik-fibel>

# Elektronik-Set Starter Edition



## Mit Elektronik ohne Löten experimentieren

Das Elektronik-Set Starter Edition ist die optimale Ergänzung zum Elektronik-Guide. Das Elektronik-Set enthält alle und noch viel mehr Bauteile, um alle Schaltungen und Experimente nachzubauen.

Zusätzlich enthält das Elektronik-Set:

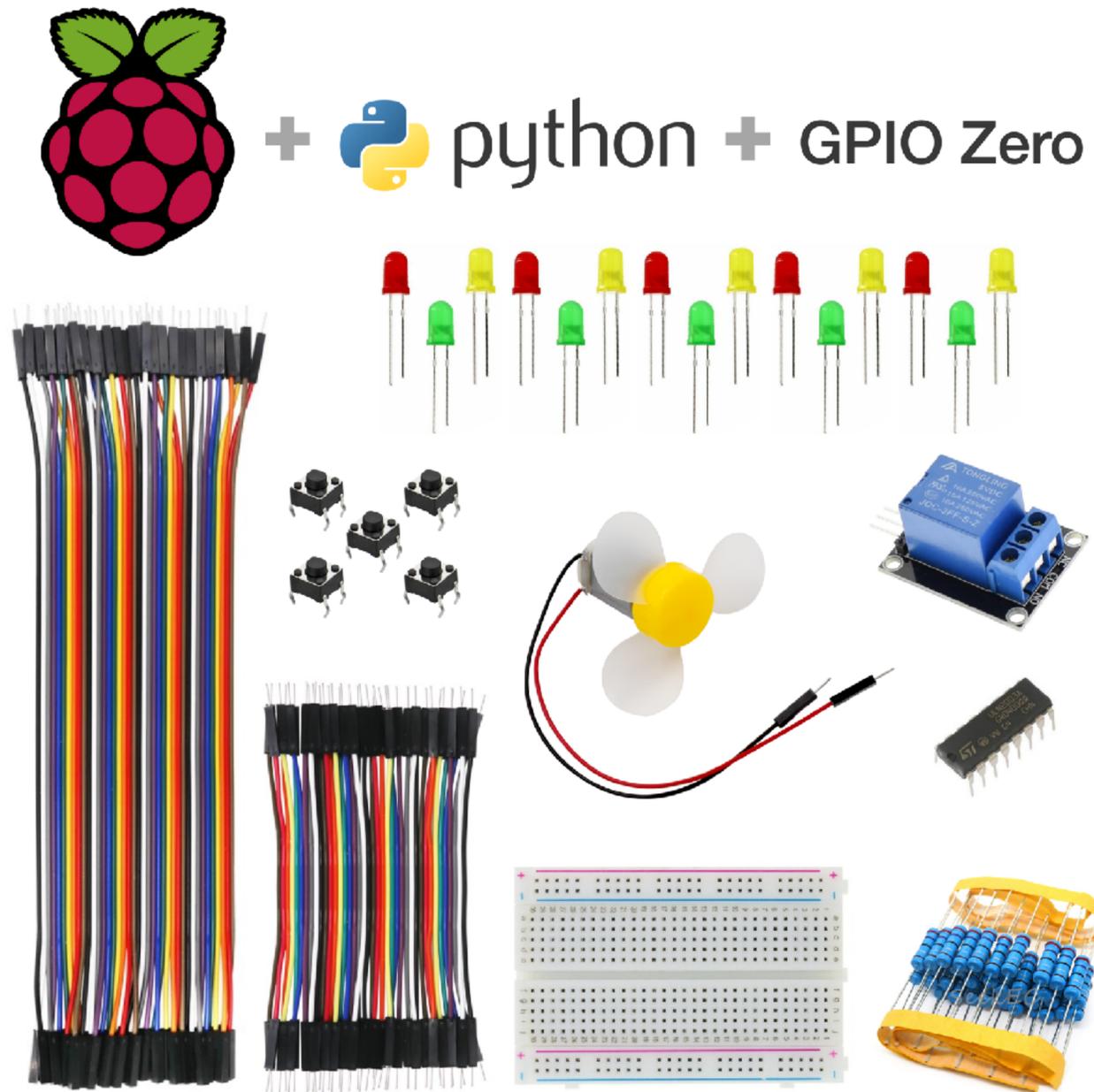
- 1 Steckbrett mit 400 Pins
- 40 Verbindungskabel
- 1 Batterie-Clip für einen 9-Volt-Block
- 1 Micro-USB-Adapter für ein USB-Ladegerät

Nicht im Lieferumfang enthalten und zusätzlich empfohlen:

- 9-Volt-Block-Batterie, USB-Netzteil oder USB-Ladegerät

<https://www.elektronik-kompendium.de/shop/elektronik-set/starter-edition>

# Elektronik-Set Raspberry Pi Edition



Das Elektronik-Set Raspberry Pi Edition enthält viele elektronische Bauteile, um Hardware-nahes Programmieren zu lernen, Steuerungen selber zu programmieren und ohne LötKolben zu experimentieren.

Eine strukturierte Einführung berücksichtigt die Besonderheiten von Elektronik und Programmierung ohne Vorkenntnisse.

- Hardware-nahes Programmieren mit Python und GPIO Zero ohne Vorkenntnisse.
- Grundlagen lernen, um Steuerungen selber zu programmieren.
- Ohne LötKolben experimentieren. Bauteile einfach stecken.

<https://www.elektronik-kompendium.de/shop/elektronik-set/raspberry-pi-edition>