

# Elektronik-Guide Starter Edition

# Impressum

## Elektronik-Guide Starter Edition

Version: 2024-02-20

Herausgeber:

Patrick Schnabel

Droste-Hülshoff-Str. 22/4

71642 Ludwigsburg

Deutschland

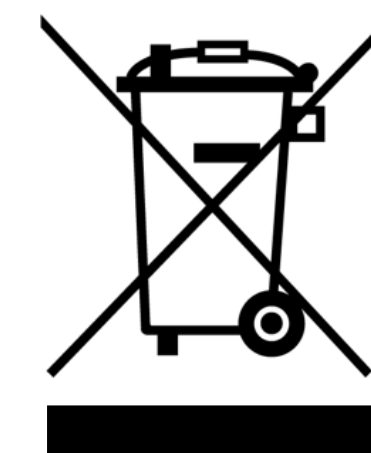
USt-ID-Nr.: DE207734730

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.

# Vorwort (1)

Noch ein Elektronik-Set, das keiner braucht? Die meisten Schaltungen sind altbekannt. Sozusagen Standard-Schaltungen der Elektronik. Und es gibt haufenweise Elektronik-Baukästen mit denen Du die nachbauen kannst. Inhaltlich gibt es wenig zu verbessern.

Doch ich hatte ein paar gute Gründe etwas eigenes zu kreieren, weil ich mit den verfügbaren Baukästen und Sets nicht einverstanden bin. Und es hat auch etwas mit Corona zu tun. Aber das soll hier nicht das Thema sein. Das wäre eher was bei einem abendlichen Bierchen.

Einfach mal loslegen. So habe ich mir das gedacht. Das kann doch nicht so schwer sein. Doch so einfach ist das dann meist doch nicht. Du kaufst einen beliebigen Elektronik-Bausatz und wirst spätestens bei den fehlenden Batterien ausgebremst. Normalerweise findet man die in jedem Haushalt. Leider werden die gerade in einem Gerät verwendet.

Also warten, bis zum nächsten Wocheneinkauf im Supermarkt. Das ist doch doof, oder?

Das ist ein Umstand den ich so nicht akzeptieren wollte. Schließlich geht es darum, gleich loszulegen. Dabei ist die Lösung so naheliegend. Ein USB-Ladegerät für ein Smartphone hat wohl fast jeder. Und das eignet sich gut als Stromversorgung für die meisten Schaltungen in diesem Elektronik-Set. Notwendig ist nur noch ein Adapter mit Micro-USB-Buchse und offenen Adern auf der anderen Seite zum Verbinden mit dem Steckbrett. Und genau deshalb liegt so ein Adapter dem Elektronik-Set Starter Edition bei. Damit Du sofort loslegen kannst.

Und, so ein Elektronik-Set muss schon auch bezahlbar sein. Und damit das geht, verzichten wir auf alles was es teuer macht. Denn es sind nicht die Bauteile, die Geld kosten, sondern eine Hochglanzverpackung und eine gedruckte Anleitung. In Zeiten von allgegenwärtigen Smartphones und

# Vorwort (2)

Tablets ist das nicht mehr zeitgemäß. Eine Anleitung in Form einer PDF-Datei wird sowieso gewünscht. Wir nehmen also eine einfachere Verpackung und lassen das Büchlein weg. Oh hoppla, jetzt sind nur noch die Bauteile da. Also packen wir einfach mehr davon rein. Klotzen statt kleckern ist angesagt. Und großzügig statt kleinlich abgezählt. Jetzt darf auch mal etwas kaputt oder verloren gehen, ohne dass das Elektronik-Set unbrauchbar wird.

So macht Experimentieren mit Elektronik einfach mehr Spaß.

Außerdem verfolgen wir den Ansatz bzw. die Idee, dass ein Elektronik-Set mitwächst. Deshalb gibt es für das Elektronik-Set Starter Edition mehrere Upgrade-Sets mit noch mehr Bauteilen und zusätzlichen Schaltungen zum Experimentieren.

Die Welt der Elektronik ist groß und spannend. Es gibt noch mehr zu entdecken.

Damit die Schaltungen und Experimente sinnvoll sind, fand im Austausch mit Dr.-Ing. Stefan Schenke von der Helmut-Schmidt-Universität in Hamburg Fakultät für Elektrotechnik ein fachlicher Austausch statt.

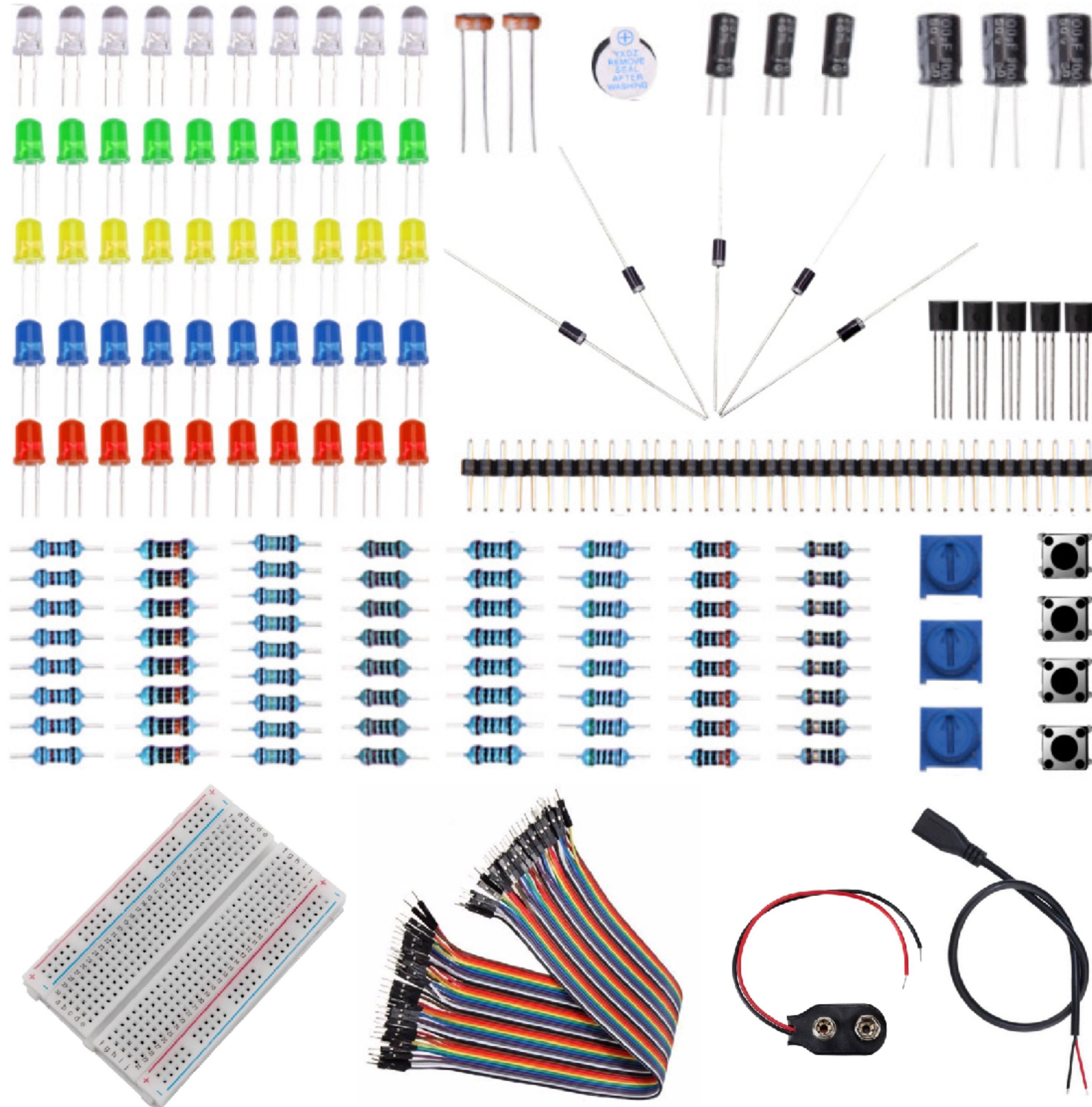
Unter folgendem Link finden Sie unter „Onlinevorlesungen / Youtube-Videos / Gleichstromschaltungen“ einige zu dieser Anleitung passende Youtube-Videos:

<https://www.hsu-hh.de/get/lehre/repetitorium>

Viele Vergnügen beim Experimentieren wünscht Dir  
Patrick Schnabel

Tipp: Weitere Schaltungen, neue Ideen, Verbesserungen und Hinweise findest Du auf der Webseite [www.elektronik-kompodium.de](http://www.elektronik-kompodium.de) unter Elektronik Praxis.

# 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

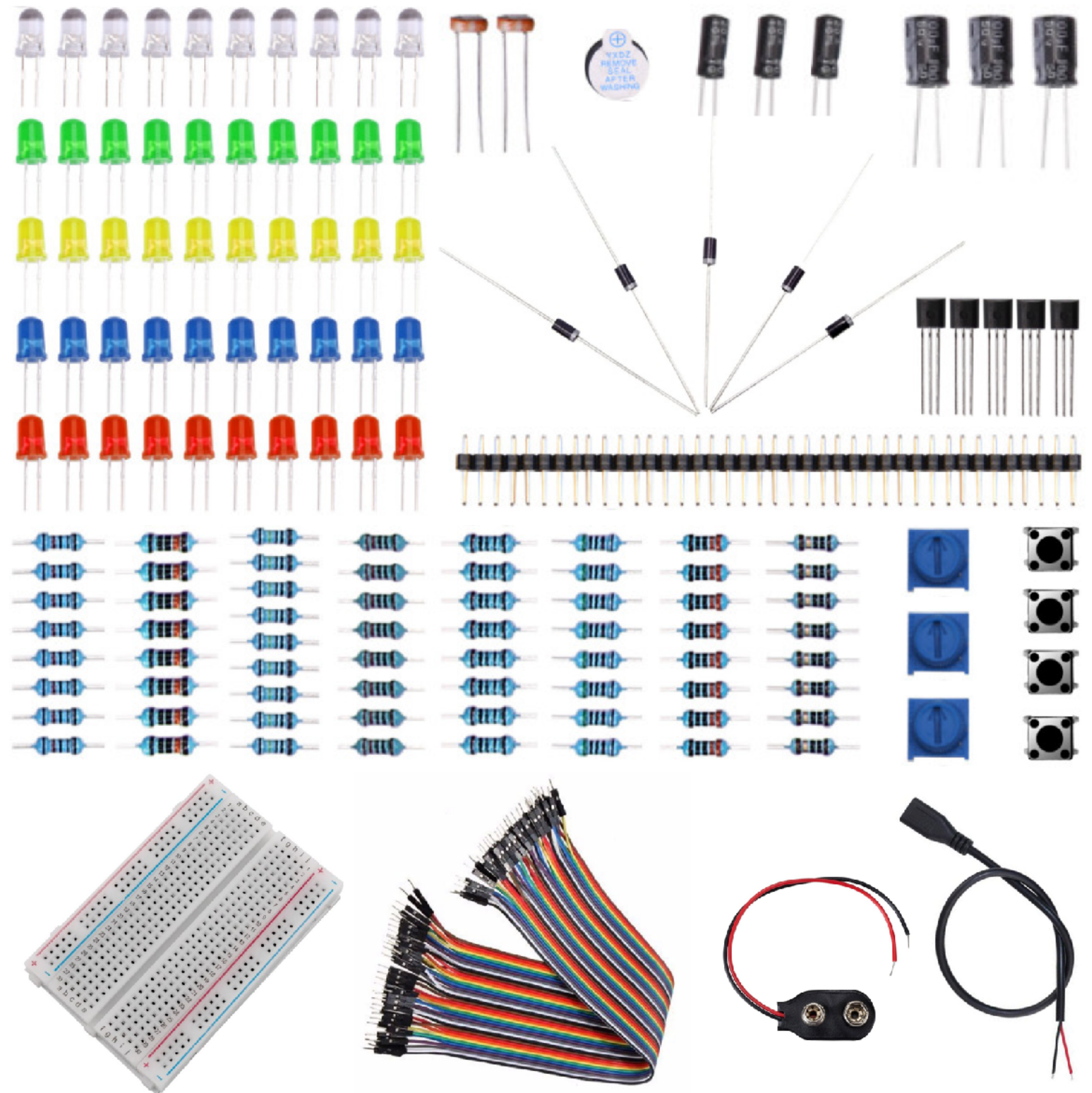
Nicht im Lieferumfang enthalten und zusätzlich empfohlen:

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

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

# Inhalt: Elektronik-Set Starter Edition

- 1 x Steckbrett mit 400 Kontakten
- 1 x Batterie-Clip für 9-Volt-Block
- 1 x Micro-USB-Adapter für USB-Ladegerät
- 40 x Verbindungskabel in verschiedenen Farben
- 2 x 20-Pin-Stiftleiste
- 10 x Weiße LEDs
- 10 x Gelbe LEDs
- 10 x Blaue LEDs
- 10 x Grüne LEDs
- 10 x Rote LEDs
- 2 x Fotowiderstände
- 5 x Gleichrichterdiode(n) (1N4007)
- 5 x NPN-Transistoren (PN2222)
- 5 x Taster
- 1 x Summer (aktiv)
- 3 x Potentiometer
- 3 x 10 uF / 50 V Elektrolytkondensatoren
- 3 x 100 uF / 50 V Elektrolytkondensatoren
- 10 x 220 Ohm Widerstände (220R)
- 10 x 330 Ohm Widerstände (330R)
- 10 x 1 kOhm Widerstände (1K)
- 10 x 2 kOhm Widerstände (2K)
- 10 x 5,1 kOhm Widerstände (5K1)
- 10 x 10 kOhm Widerstände (10K)
- 10 x 100 kOhm Widerstände (100K)
- 10 x 1 MOhm Widerstände (1M)



# Inhaltsverzeichnis



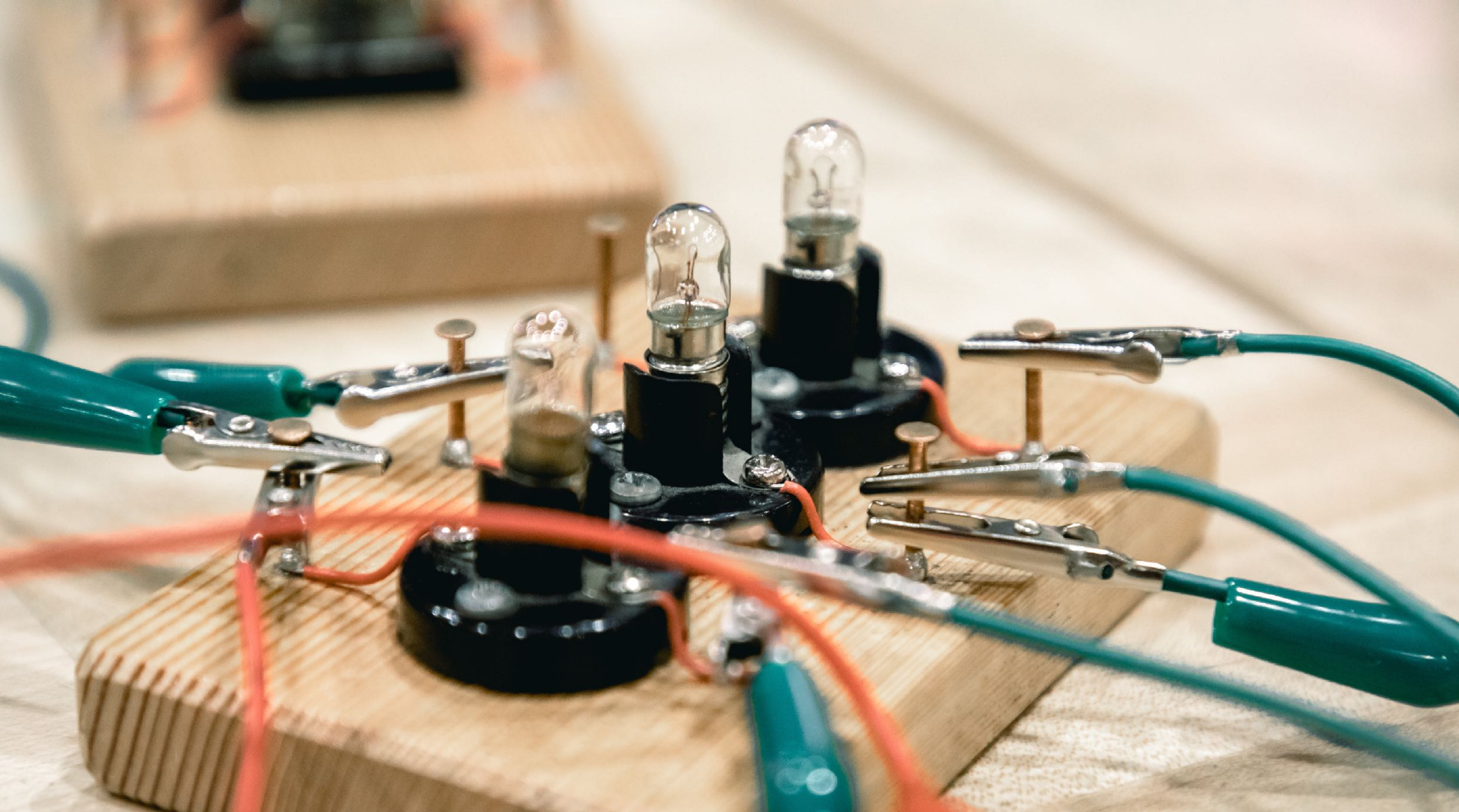
Grundlagen



Bauelemente



Schaltungen und Experimente



**Grundlagen**

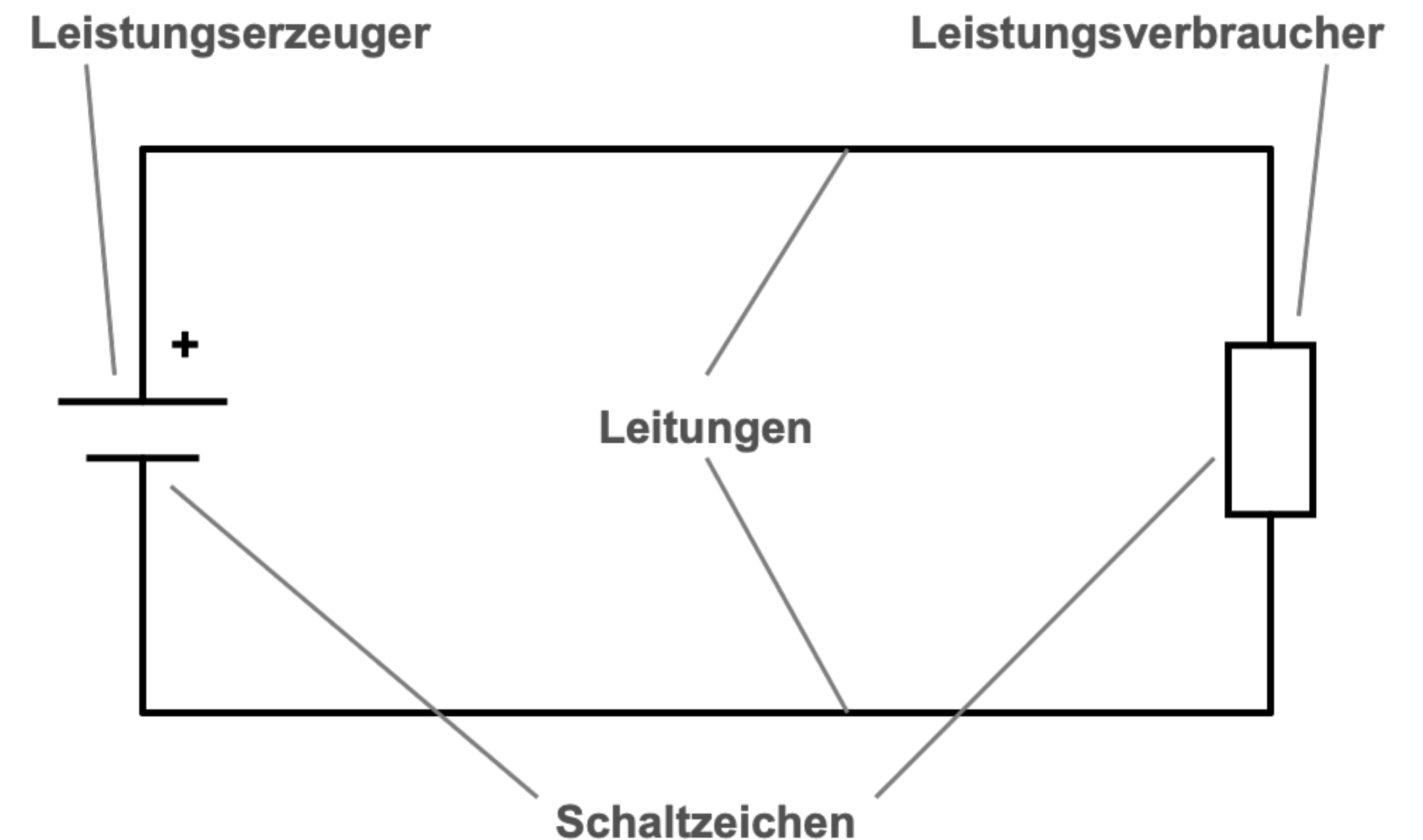


# Was ist ein Stromkreis?

Ein einfacher Stromkreis setzt sich aus einem **Leistungserzeuger** und einem **Leistungsverbraucher** zusammen, die über **Leitungen** miteinander verbunden sind.

Der **Leistungserzeuger** sorgt für die Spannung und den Strom. Er kann ein Netzgerät, ein Dynamo, eine Batterie oder etwas Ähnliches sein. Ein **Leistungsverbraucher** kann ein Widerstand, ein Motor, eine Glühbirne oder etwas Ähnliches sein. Im Regelfall ist es so, dass der Verbraucher die elektrische Energie in eine andere Energieform umwandelt.

Um die Darstellung des Stromkreises zu vereinfachen, verwendet man genormte **Schaltzeichen** (Symbole), die miteinander verbunden werden und das Wirken der Bauelemente in der Schaltung verdeutlichen.



# Elektrischer Strom (1)

## Was ist der elektrische Strom?

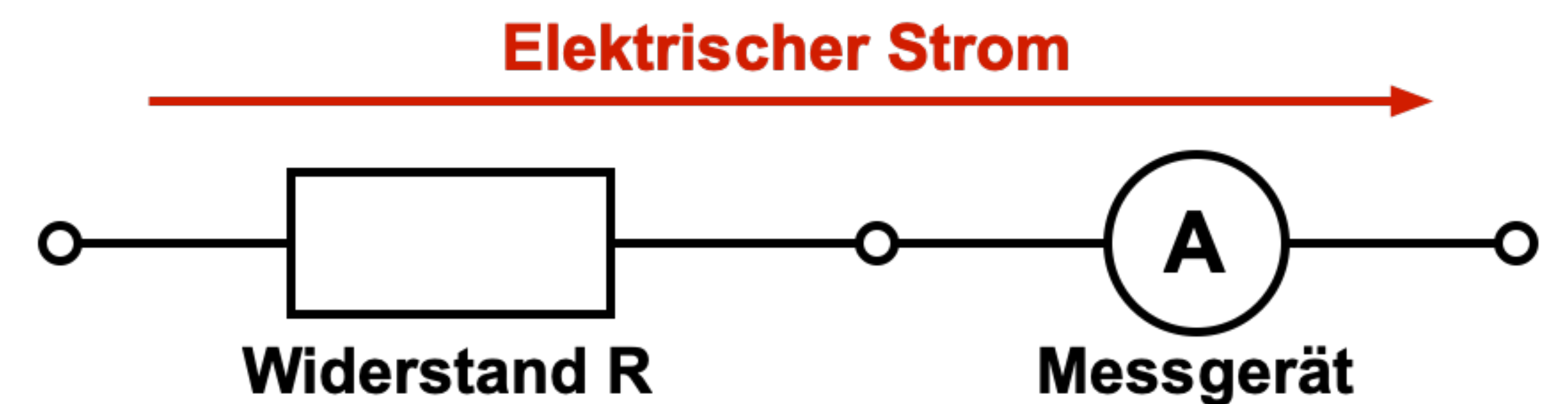
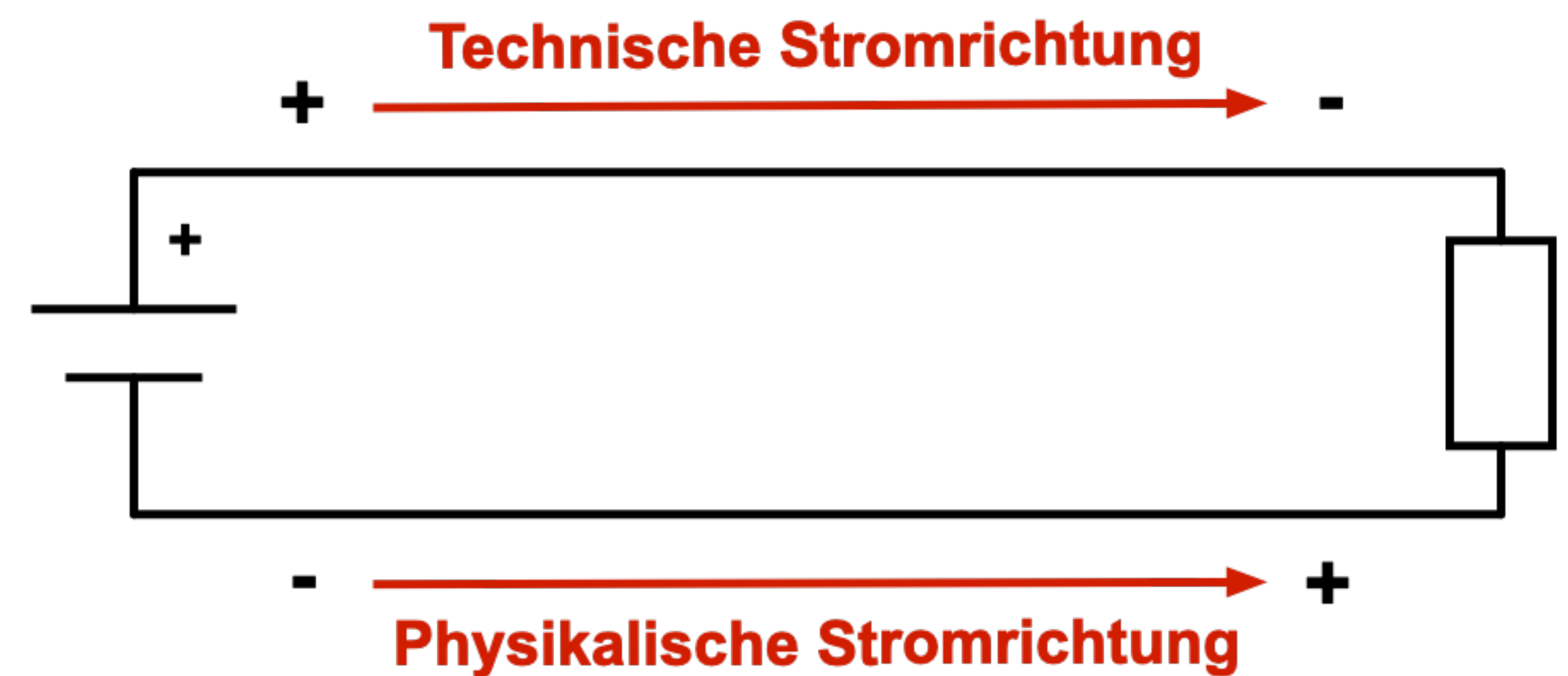
- Der elektrische Strom ist die Übertragung elektrischer Energie.
- Der elektrische Strom ist die Bewegung freier Ladungsträger.
- Ladungsträger sind Elektronen oder Ionen.

## Stromrichtung

- Die technische Stromrichtung (historische Stromrichtung) verläuft von Plus (+) nach Minus (-).
- Die physikalische Stromrichtung (Flussrichtung der Elektronen) verläuft von Minus (-) nach Plus (+).
- Der Strom wird in Schaltungen mit einem (roten) Pfeil in die technische Stromrichtung angezeigt.

## Messen des elektrischen Stroms

- Die Messung erfolgt in der Regel mit einem digitalen Vielfachmessgerät (Multimeter).
- Das Strommessgerät wird immer in Reihe zum Verbraucher angeschlossen.
- Während der Messung muss der Strom durch das Messgerät fließen.



# Elektrischer Strom (2)

## Maßeinheiten

1.000 A = 1 kA (Kiloampere)

100 A (Ampere)

10 A (Ampere)

1 A (Ampere)

0,1 A = 100 mA (Milliampere)

0,01 A = 10 mA (Milliampere)

0,001 A = 1 mA (Milliampere)

0,0001 A = 100  $\mu$ A (Mikroampere)

Die gesetzliche Grundeinheit des elektrischen Stroms ist 1 Ampere (A). Große Ströme werden in Ampere (A) oder Kiloampere (kA) angegeben. Kleine Ströme werden in Milliampere (mA) angegeben. Kaum messbare Ströme liegen im Bereich von Mikroampere ( $\mu$ A).

## Formelzeichen

**I** : Elektrischer Strom

**i** : Augenblickswert eines Wechselstroms

**$\hat{i}$**  : Scheitelwert eines Wechselstroms

**I<sub>GES</sub>** : Gesamtstrom

**I<sub>R1</sub>** : Strom durch Widerstand R1

Das Formelzeichen des elektrischen Stroms bzw. der elektrischen Stromstärke ist das große „I“. Davon abweichend gibt es verschiedene Schreibweisen in Groß- und Kleinschreibung mit zusätzlichen Kennzeichen, die eine bestimmte Bedeutung haben. Eine Zahl oder ein Buchstabe als Index kennzeichnen in einer Schaltung einen bestimmten Strom.

# Elektrische Spannung (1)

## Was ist die elektrische Spannung?

- Die elektrische Spannung ist die Kraft auf freie Elektronen.
- Die elektrische Spannung ist die Ursache des elektrischen Stroms.
- Die elektrische Spannung entsteht durch einen Ladungsunterschied.

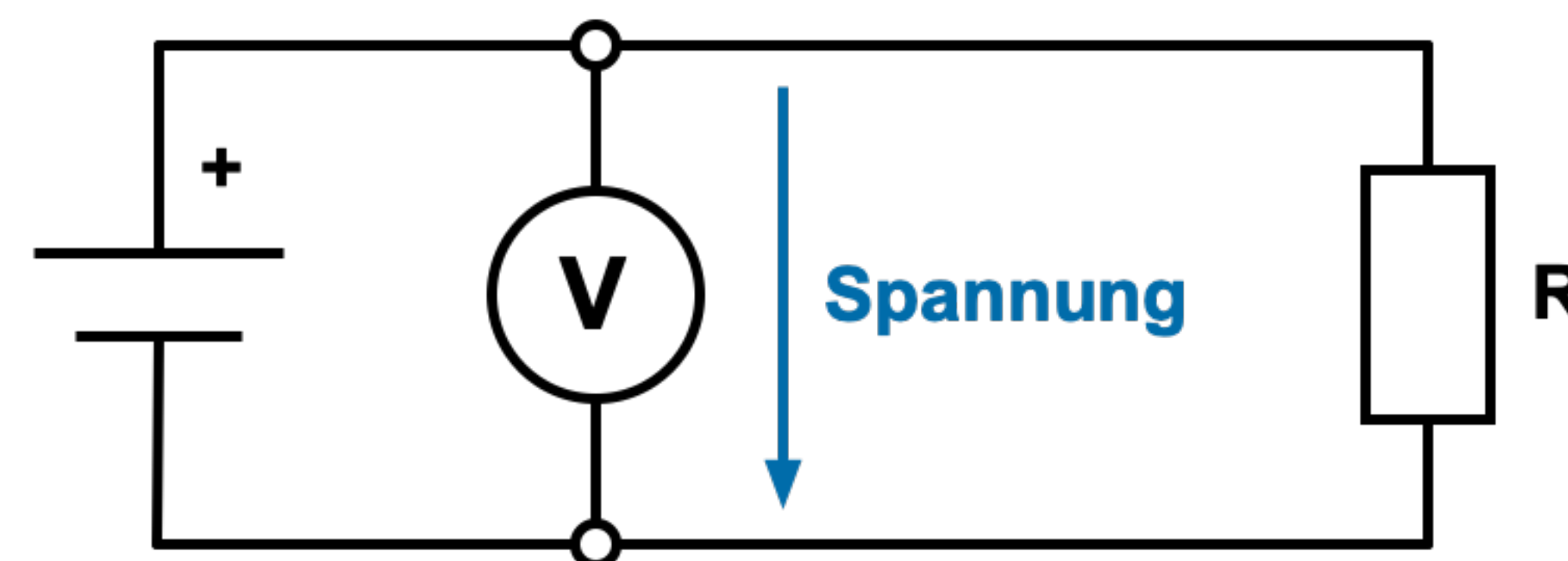
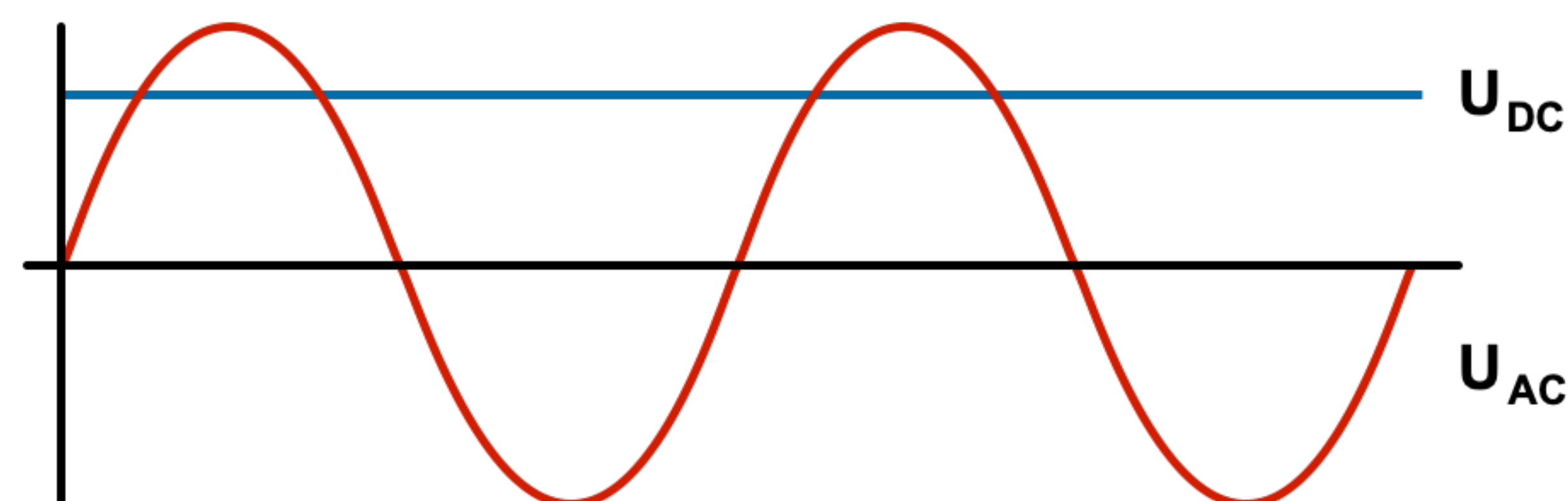
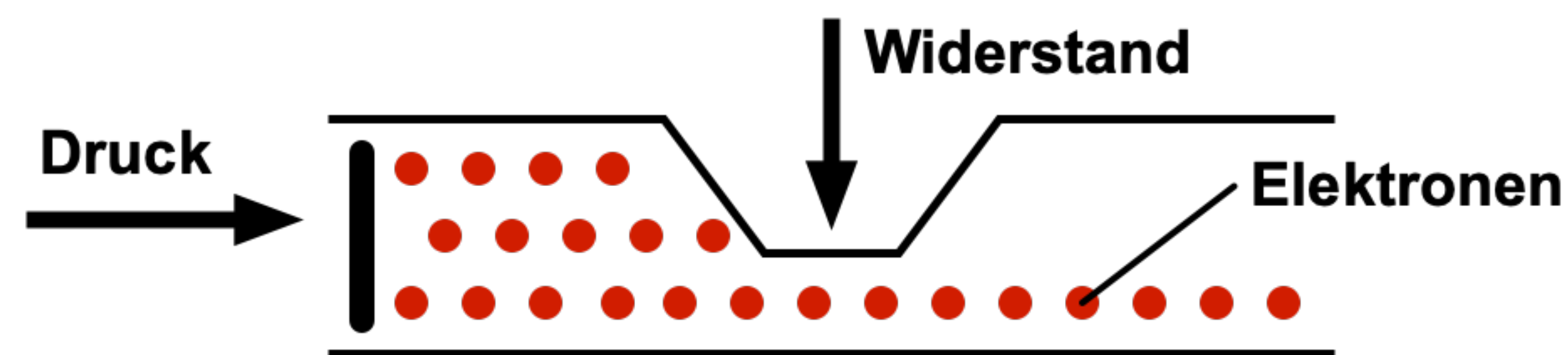
## Spannungsarten

- Die Abkürzung "AC" steht für "alternating current" (Englisch) und bedeutet auf Deutsch "wechselnder Strom".
- Die Abkürzung "DC" steht für "direct current" (Englisch) und bedeutet auf Deutsch "Gleichstrom".

Warum kennzeichnet man eine Spannung mit einem Strom?  
Wechselspannung deutet immer daraufhin, dass wir es mit Wechselstrom zu tun haben. Desweiteren tritt Strom immer mit Spannung zusammen auf. Wenn irgendwo Strom fließt, dann liegt da auch eine Spannung an.

## Messen der elektrischen Spannung

- Die Messung erfolgt in der Regel mit einem digitalen Vielfachmessgerät (Multimeter).
- Das Spannungsmessgerät wird immer parallel zur Spannungsquelle oder zum Bauelement angeschlossen.
- Im Gegensatz zum Strom kann man das Spannungsmessgerät im laufenden Betrieb an- und abklemmen.



# Elektrische Spannung (2)

## Maßeinheiten

1.000.000 V = 1 MV (Megavolt)

100.000 V = 100 kV (Kilovolt)

10.000 V = 10 kV (Kilovolt)

1.000 V = 1 kV (Kilovolt)

100 V (Volt)

10 V (Volt)

1 V (Volt)

0,1 V = 100 mV (Millivolt)

0,01 V = 10 mV (Millivolt)

0,001 V = 1 mV (Millivolt)

0,0001 V = 100  $\mu$ V (Mikrovolt)

Die Grundeinheit der elektrischen Spannung ist 1 Volt (V).

Große Spannungen werden in Kilovolt (kV) und noch größere in Megavolt (MV) angegeben. Kleine Spannungen werden in Millivolt (mV) angegeben. Kaum messbare Spannungen liegen im Bereich von Mikrovolt ( $\mu$ V).

## Formelzeichen

**U** : Elektrische Spannung

**u** : Augenblickswert einer Wechselspannung

**$\hat{u}$**  : Scheitelwert einer Wechselspannung

**V<sub>CC</sub>** : Betriebsspannung einer Schaltung

**U<sub>GES</sub>** : Gesamtspannung einer Schaltung

**U<sub>R1</sub>** : Spannung am Widerstand R1

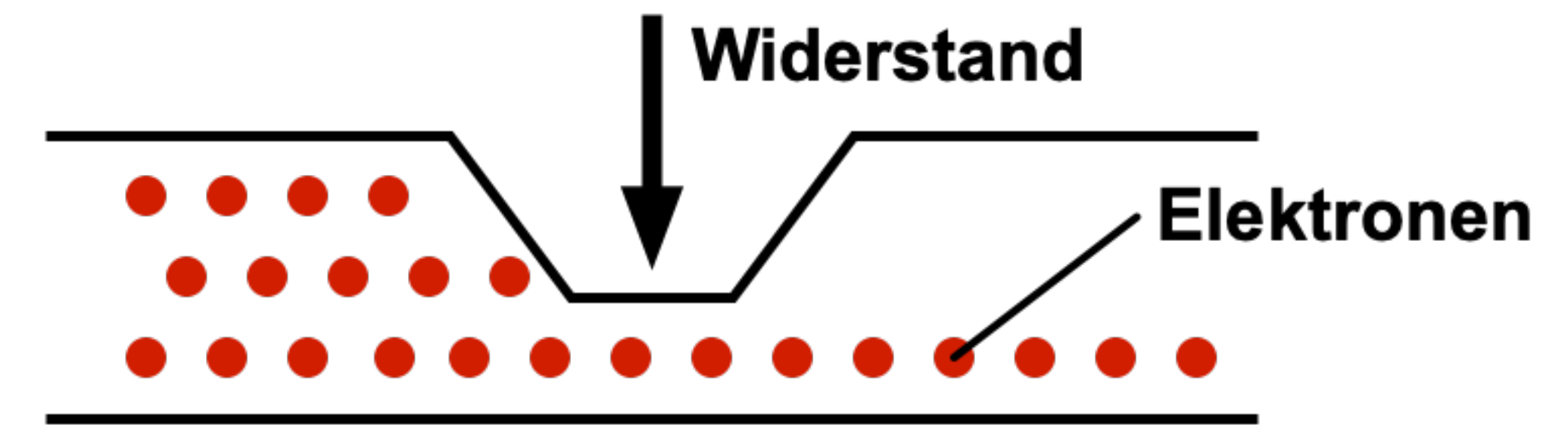
Das Formelzeichen der elektrischen Spannung ist das große "U". In der englischsprachigen Literatur wird für die elektrische Spannung (voltage) das Formelzeichen "V" benutzt.

Davon abweichend gibt es verschiedene Schreibweisen in Groß- und Kleinschreibung mit zusätzlichen Kennzeichen, die eine bestimmte Bedeutung haben. Eine Zahl oder ein Buchstabe als Index kennzeichnen in einer Schaltung eine bestimmte Spannung.

# Elektrischer Widerstand (1)

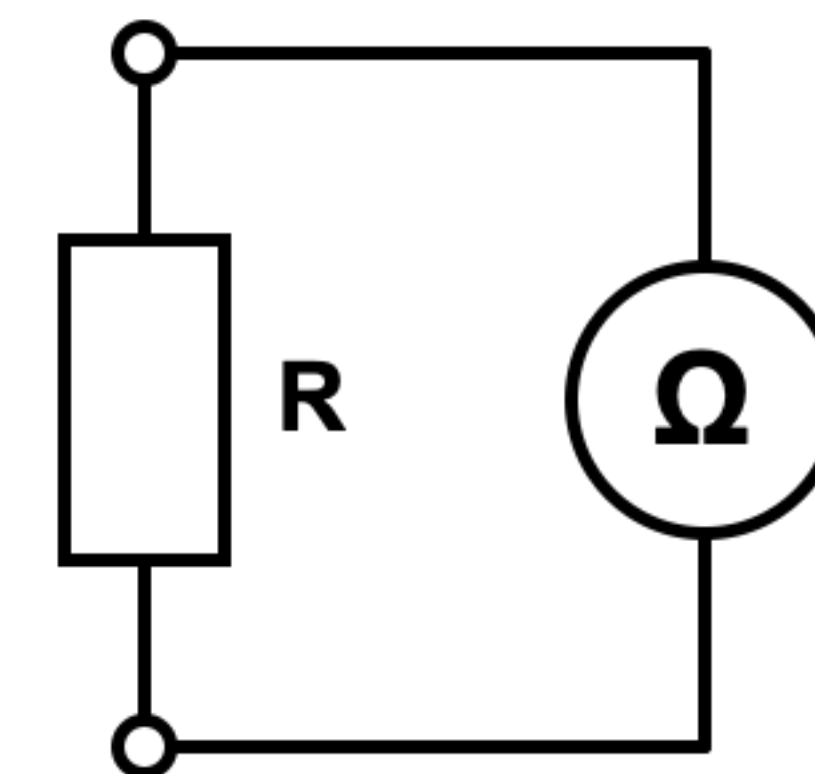
## Was ist der elektrische Widerstand?

- Der elektrische Widerstand wird auch als ohmscher Widerstand bezeichnet. Er ist ein Verbraucher.
- Der elektrische Widerstand nimmt Einfluss auf die Größe von Spannungen und Strömen in Schaltungen.
- Effekt: freie Ladungsträger werden in ihrem Fluss gestört.
- Der elektrische Widerstand hat die Aufgabe, den Strom und die Spannung in einem Stromkreis zu begrenzen.



## Messen des elektrischen Widerstands

- Die Messung erfolgt mit einem digitalen Vielfachmessgerät (Multimeter).
- Das Messgerät muss immer parallel zum Widerstand angeschlossen sein.
- Der zu messende Widerstand muss stromfrei sein, weil der Strom für die Messung aus dem Messgerät kommt.
- Das Messen ist nur an einem normalen Widerstand sinnvoll.



# Elektrischer Widerstand (2)

## Maßeinheiten

1.000.000  $\Omega$  = 1 M $\Omega$  (Megaohm)

100.000  $\Omega$  = 100 k $\Omega$  (Kiloohm)

10.000  $\Omega$  = 10 k $\Omega$  (Kiloohm)

1.000  $\Omega$  = 1 k $\Omega$  (Kiloohm)

100  $\Omega$  (Ohm)

10  $\Omega$  (Ohm)

1  $\Omega$  (Ohm)

0,1  $\Omega$  = 100 m $\Omega$  (Milliohm)

Die Maßeinheit für den elektrischen Widerstand ist Ohm mit dem Kurzzeichen „ $\Omega$ “. Omega ist ein Buchstabe aus dem griechischen Alphabet.

Große Widerstände werden in Kiloohm (k $\Omega$ ) oder Megaohm (M $\Omega$ ) angegeben. Kaum messbare Widerstände liegen im Bereich von Milliohm (m $\Omega$ ).

## Formelzeichen

R : Elektrischer Widerstand

r : dynamischer Widerstand

R<sub>1</sub> : Widerstand 1

Das Formelzeichen des elektrischen Widerstands ist das große „R“. Es steht für die englische Bezeichnung Resistor oder Resistance.

Davon abweichend gibt es verschiedene Schreibweisen in Groß- und Kleinschreibung mit zusätzlichen Kennzeichen, die eine bestimmte Bedeutung haben. Eine Zahl oder ein Buchstabe als Index kennzeichnen einen bestimmten Widerstand in einer Schaltung.

# Ohmsches Gesetz

## Was ist das Ohmsche Gesetz?

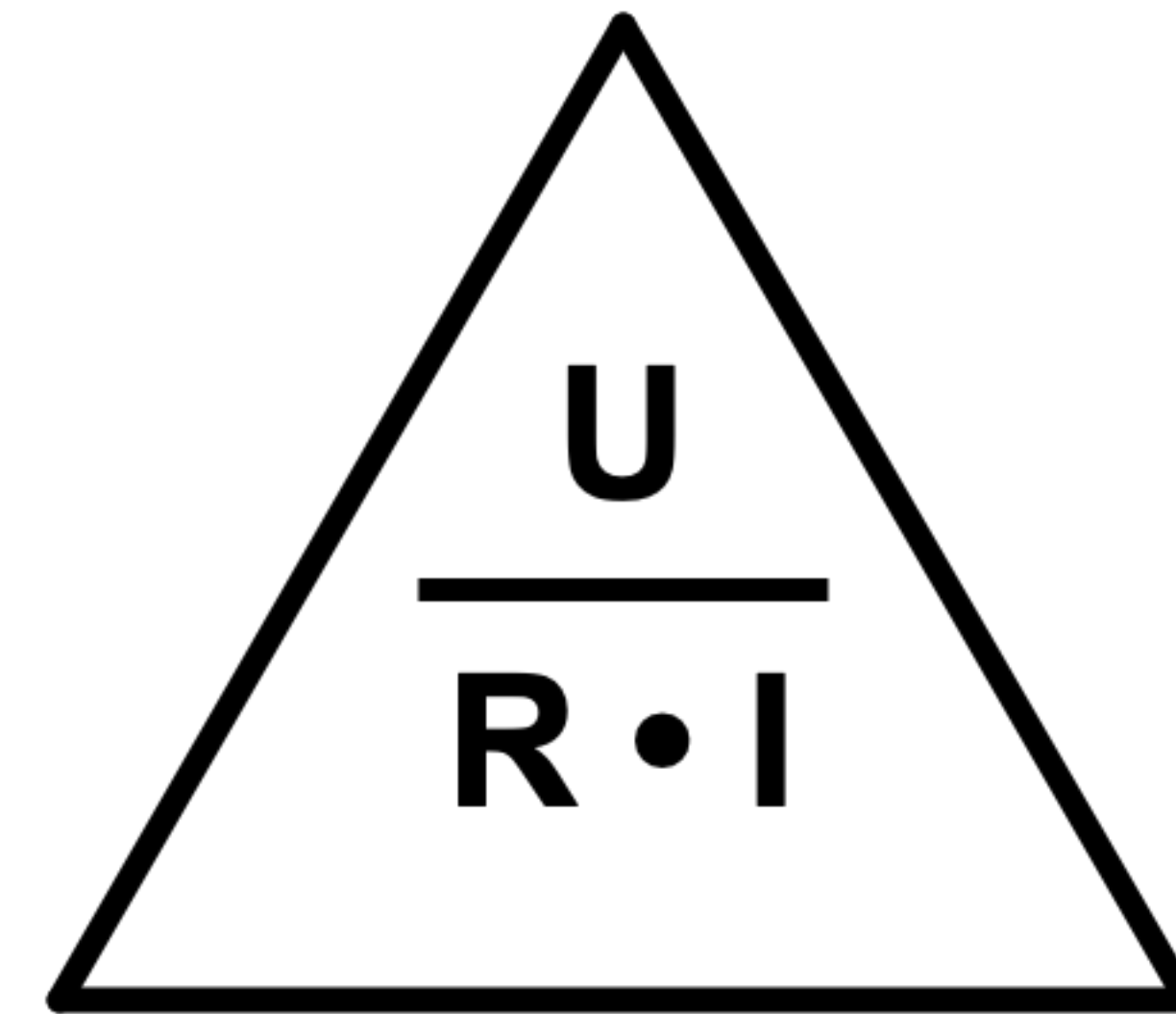
- Das Ohmsche Gesetz drückt aus, dass in einem „Leiter“ die Werte von Strom und Spannung direkt proportional sind.
- Das Ohmsche Gesetz definiert einen linearen Zusammenhang zwischen der Spannung  $U$ , dem Strom  $I$  und dem Widerstand  $R$ .
- Die Formel  $U = R \cdot I$  ist die mathematische Darstellung des Ohmschen Gesetzes.

## Grundgrößen

- Elektrische Spannung  $U$  in Volt (V)
- Elektrischer Strom  $I$  in Ampere (A)
- Elektrischer Widerstand  $R$  in Ohm ( $\Omega$ )

## Wann gilt das Ohmsche Gesetz und wann nicht?

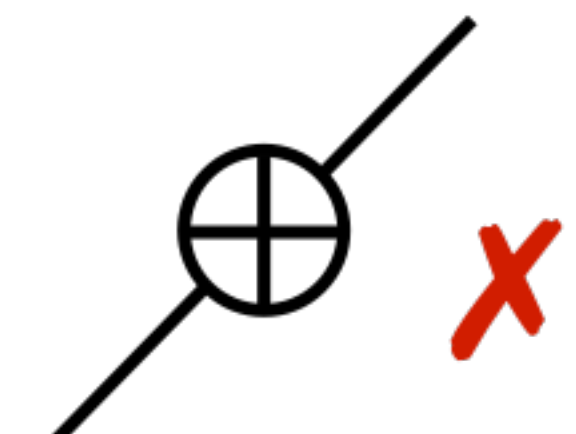
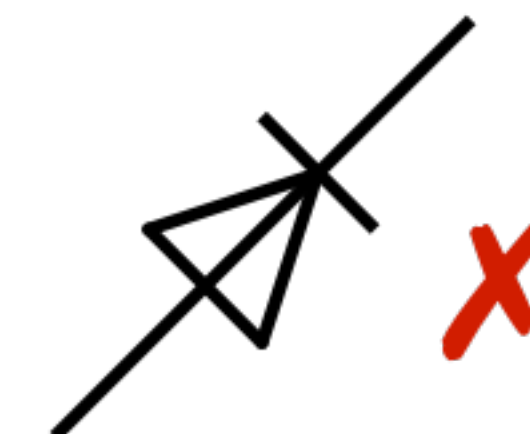
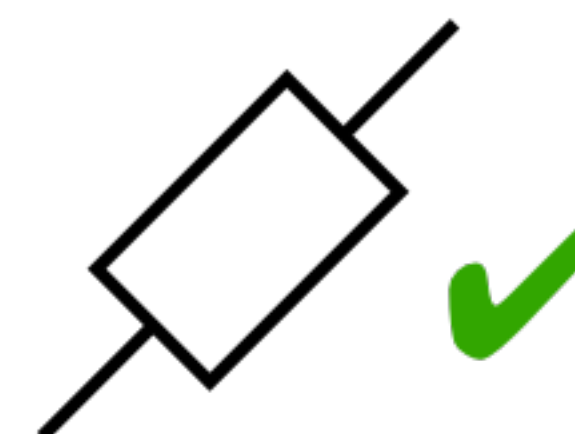
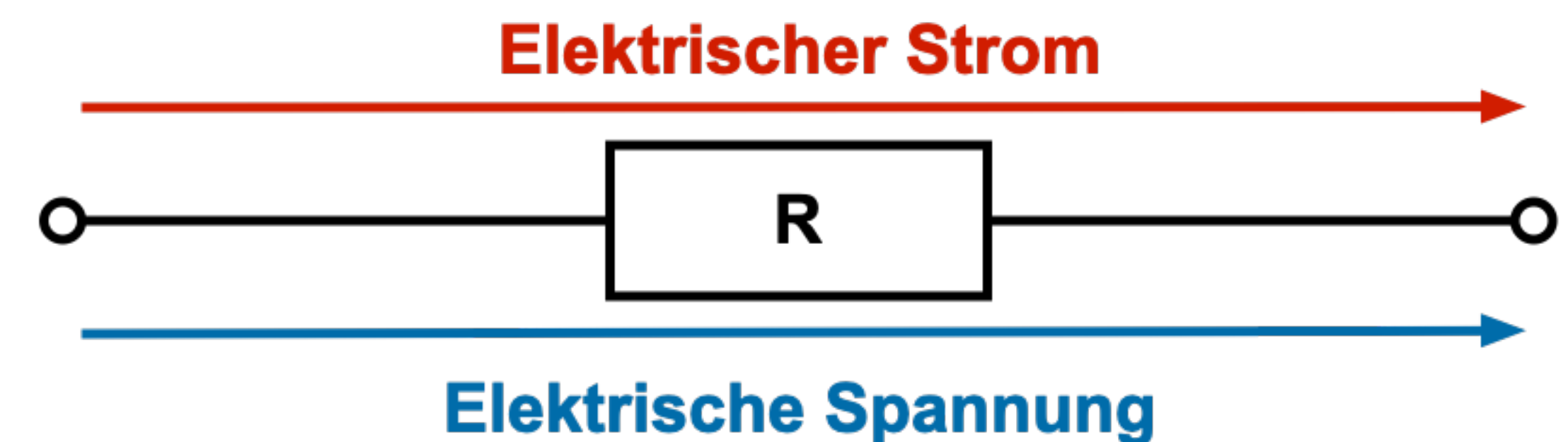
- Das Ohmsche Gesetz gilt nur für normale Widerstände.
- Das Ohmsche Gesetz gilt NICHT für Halbleiter, wie Lampen oder Dioden.



$$U = R \cdot I$$

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

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



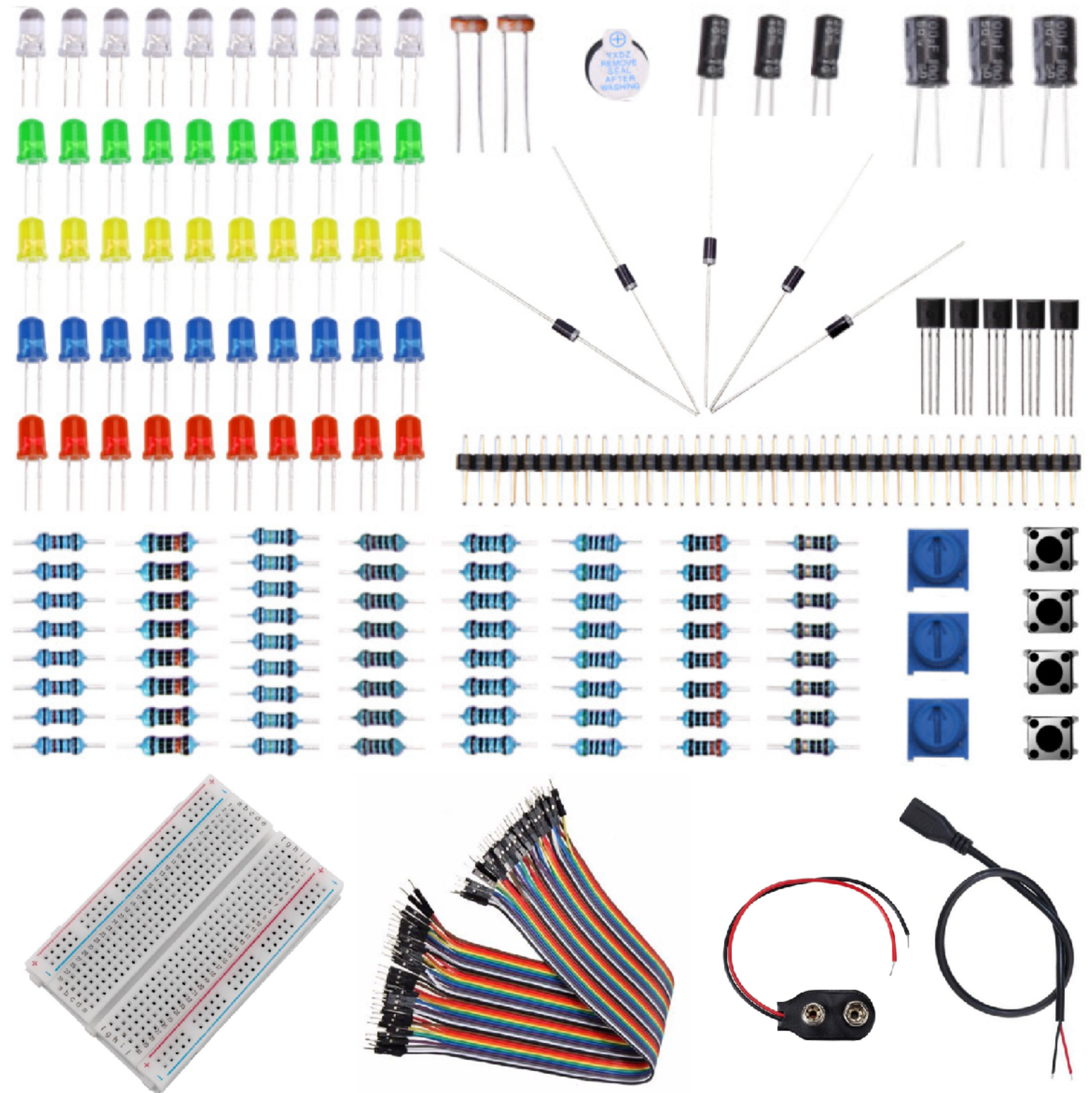




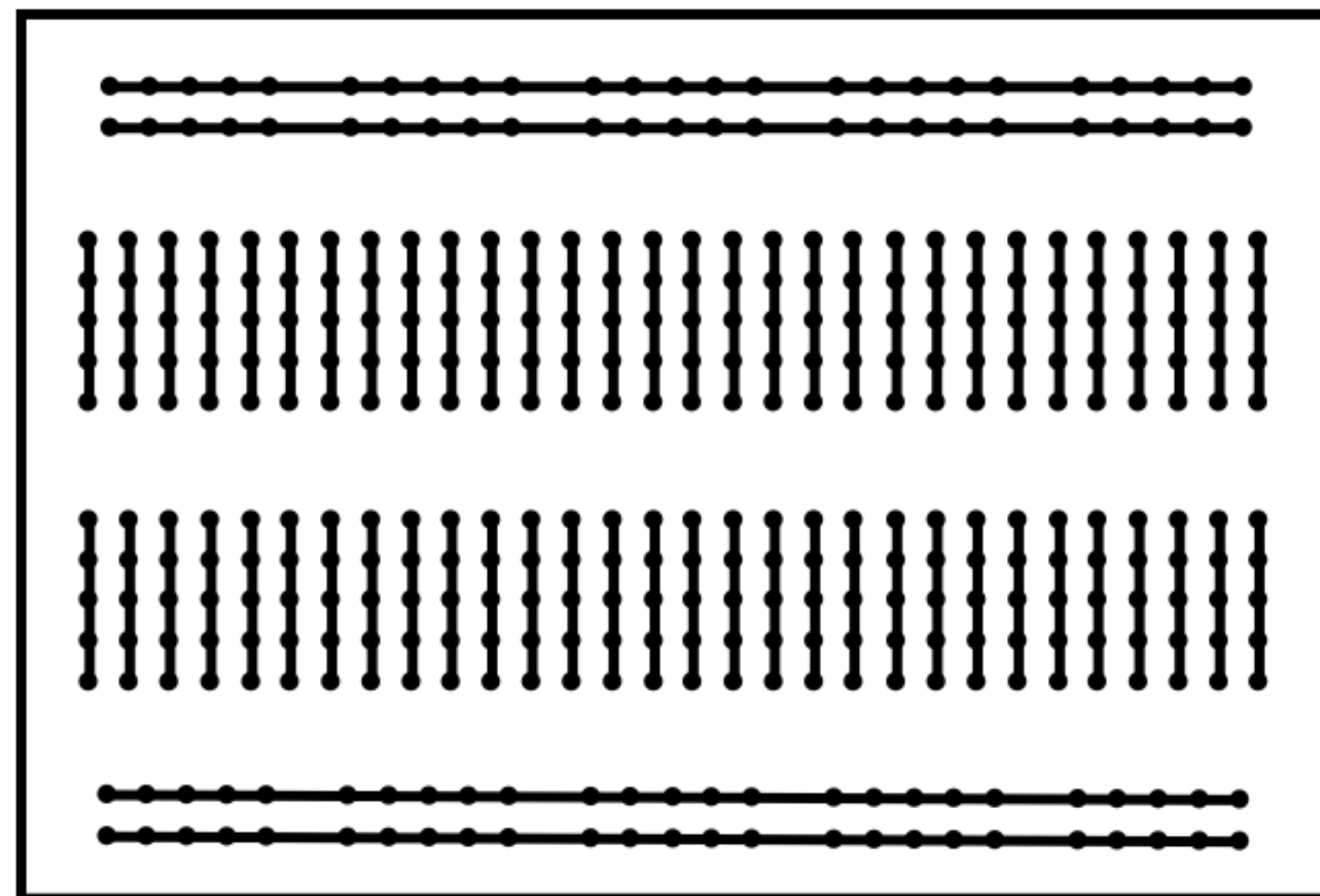
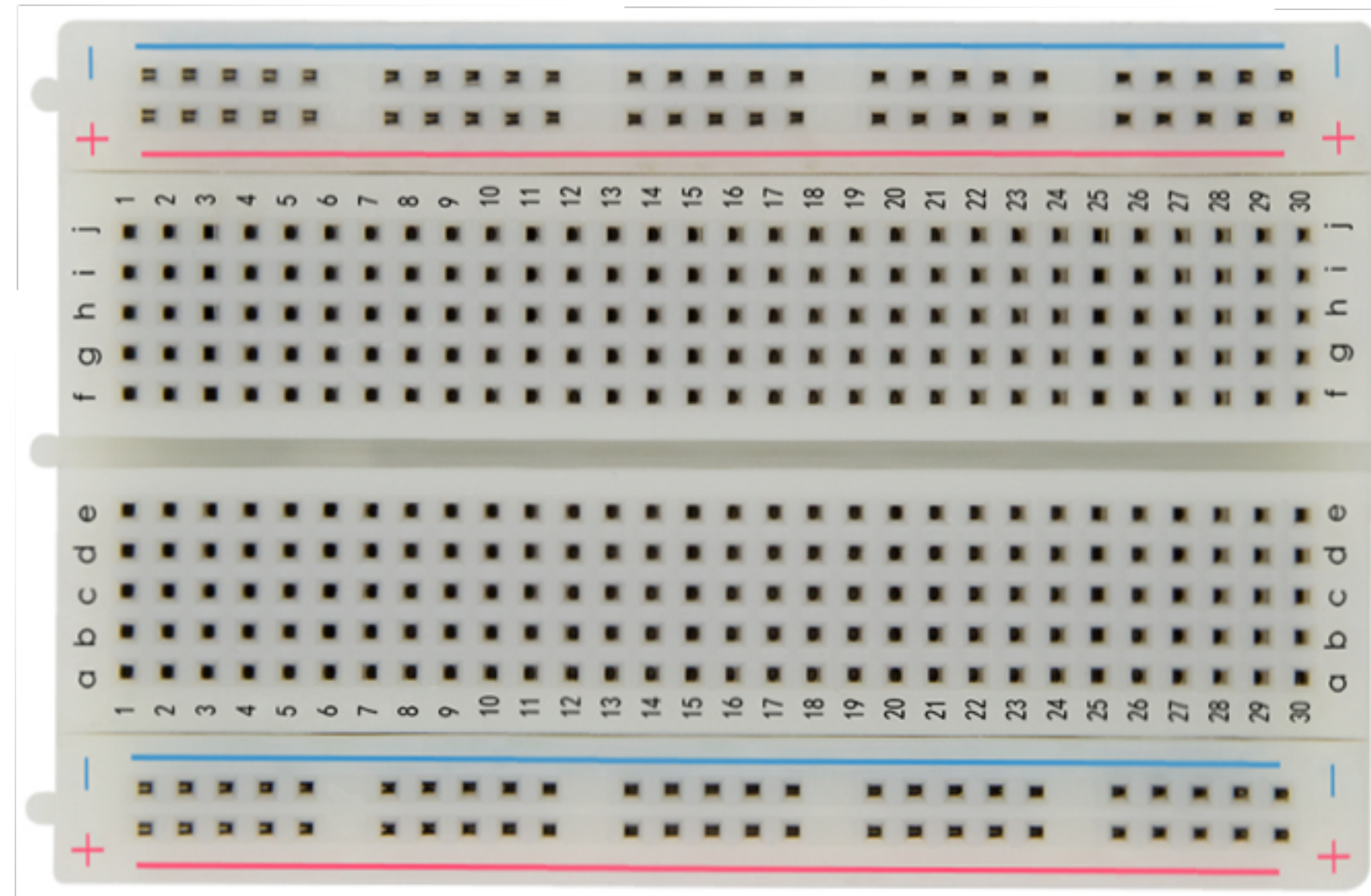
**Bauelemente**

# Bauelemente - Beschreibung, Funktion und Kennzeichnung

- Steckbrett
- Batterie
- Batterie-Clip
- Micro-USB-Adapter
- Verbindungskabel
- Stiftheiste (Pin-Header)
- Taster
- Widerstand
- Diode
- Leuchtdiode (LED)
- Transistor
- Kondensator
- Elektrolyt-Kondensator (Elko)
- Potentiometer (Poti)
- Fotowiderstand (LDR)
- Summer (Buzzer)



# Steckbrett



Die durchgezogenen Linien kennzeichnen die Steckkontakte, die elektrisch verbunden sind und daher den Strom leiten.

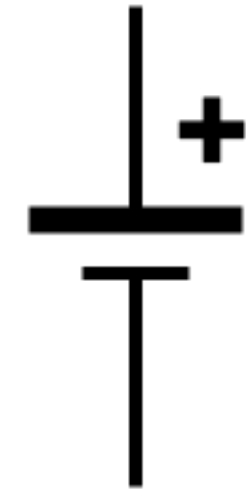
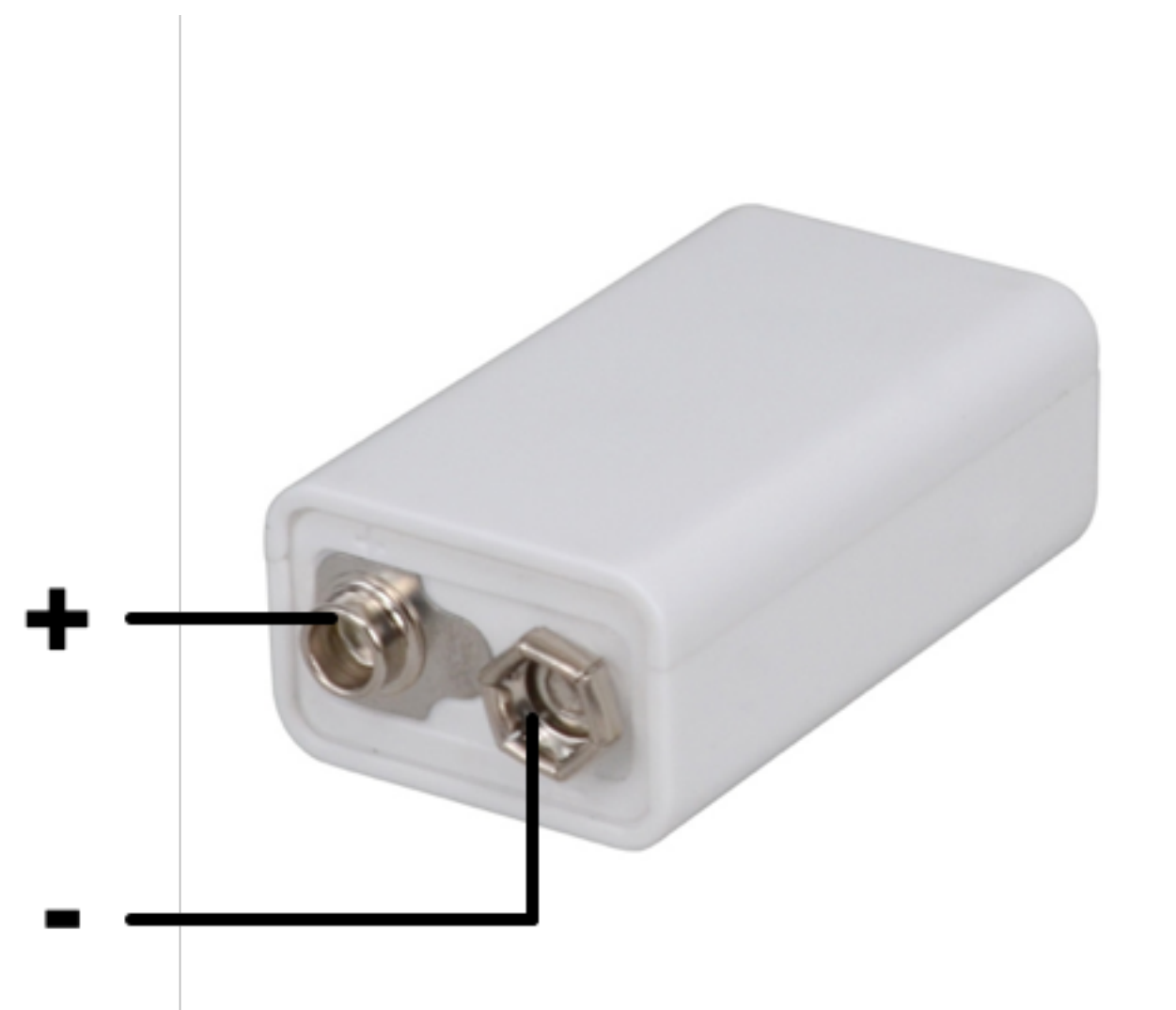
- lötfreies Experimentieren
- einfach zu verwenden und miteinander kombinierbar
- verschiedene Größen erhältlich

Eine Steckbrett ist eine Experimentier-Platine, die auch „Steckbrett“ oder „Steckboard“ genannt wird. Auf dem Steckbrett lassen sich elektronische Bauteile durch Stecken mechanisch befestigen und zu Schaltungen elektrisch verbinden.

Das Steckbrett wird im Englischen oft „Solderless Breadboard“ genannt, womit angedeutet wird, dass das Verbinden mit dem Steckbrett lötfrei erfolgt. Das Steckbrett hat 400 Kontakte im 2,54-mm- bzw. 1/10-Zoll-Raster, die reihenweise miteinander verbunden sind. In der Mitte befindet sich ein breiter Steg, damit die Anschlüsse von integrierten Schaltungen (ICs) in DIL-Bauform voneinander getrennt sind.

Über die rot und blau markierten Seitenleisten (im Bild oben und unten) erfolgt in der Regel die Stromversorgung für die gesteckten Schaltungen.

# Batterie



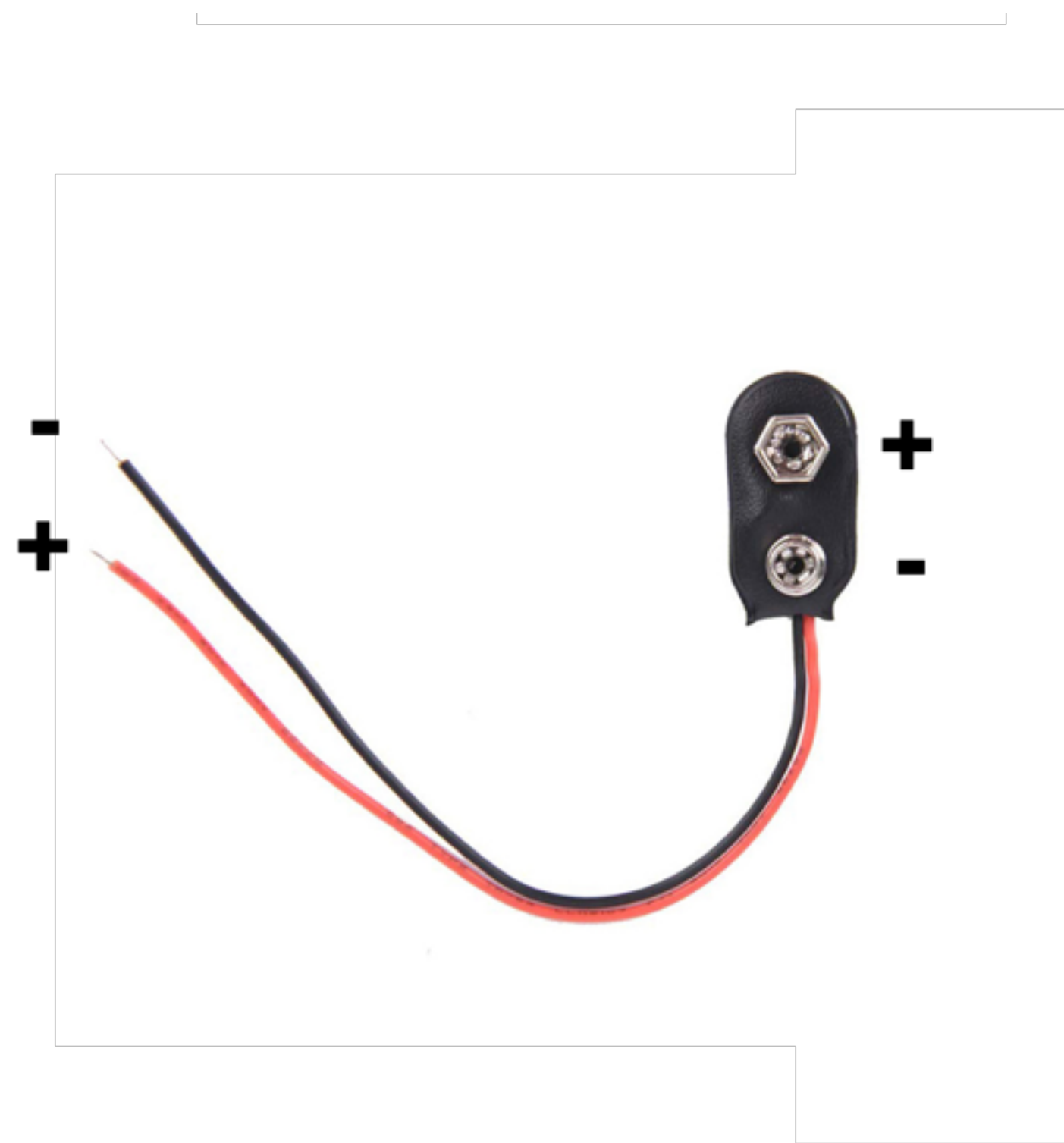
- Stromversorgung
- standardisierte Größe
- überall erhältlich

In einer elektrischen Schaltung sorgt ein Leistungserzeuger für die Spannung und den Strom. Das kann ein Netzteil, ein Dynamo, eine Batterie oder etwas Ähnliches sein.

Im einfachsten Fall ist das eine Alkali-Batterie mit Druckknopf-Anschluss, die eine Spannung von 9 Volt hat. Sie befindet sich in verschiedenen elektronischen Geräten in fast jedem Haushalt und ist in jedem Supermarkt erhältlich.

Die beiden Pole der Batterie dürfen nicht miteinander in Berührung kommen. Dabei kann die Batterie Schaden nehmen.

# Batterie-Clip für 9-Volt-Block-Batterie



- Batteriehalter für 9-Volt-Block
- Anschlussdrähte für 9 Volt und 0 Volt

Damit eine Verbindung von der Batterie auf das Steckbrett möglich ist, braucht man einen Batterie-Clip. Das ist ein Adapter, der auf der einen Seite die genormten Kontakte zur Batterie hat und auf der anderen Seite abisolierte und verzinnte Adern. Die Adernenden steckt man in eine Kontaktreihe des Steckbretts. Da man die Verbindung zur Batterie in einer elektronischen Schaltung öfter braucht, gibt es hierfür extra rot und blau gekennzeichnete Kontaktreihen. Typischerweise nimmt man rot für die positive Spannung und blau für 0 Volt bzw. GND, auch Ground bzw. Masse genannt. Der Batterie-Clip hat in der Regel eine rote und eine schwarze Ader. rot verbindet man mit der rot markierten Kontaktreihe und schwarz mit der blau markierten Kontaktreihe.

Man sollte darauf achten, dass die beiden Adernenden nicht miteinander in Berührung kommen. Dadurch würde man die beiden Pole der Batterie kurzschließen. Die Batterie kann dabei Schaden nehmen.

# Micro-USB-Adapter



Man sollte darauf achten, dass die beiden Adern nicht miteinander in Berührung kommen. Dadurch würde man die beiden Pole des Netzteils kurzschließen. Das Netzteil kann dabei Schaden nehmen.

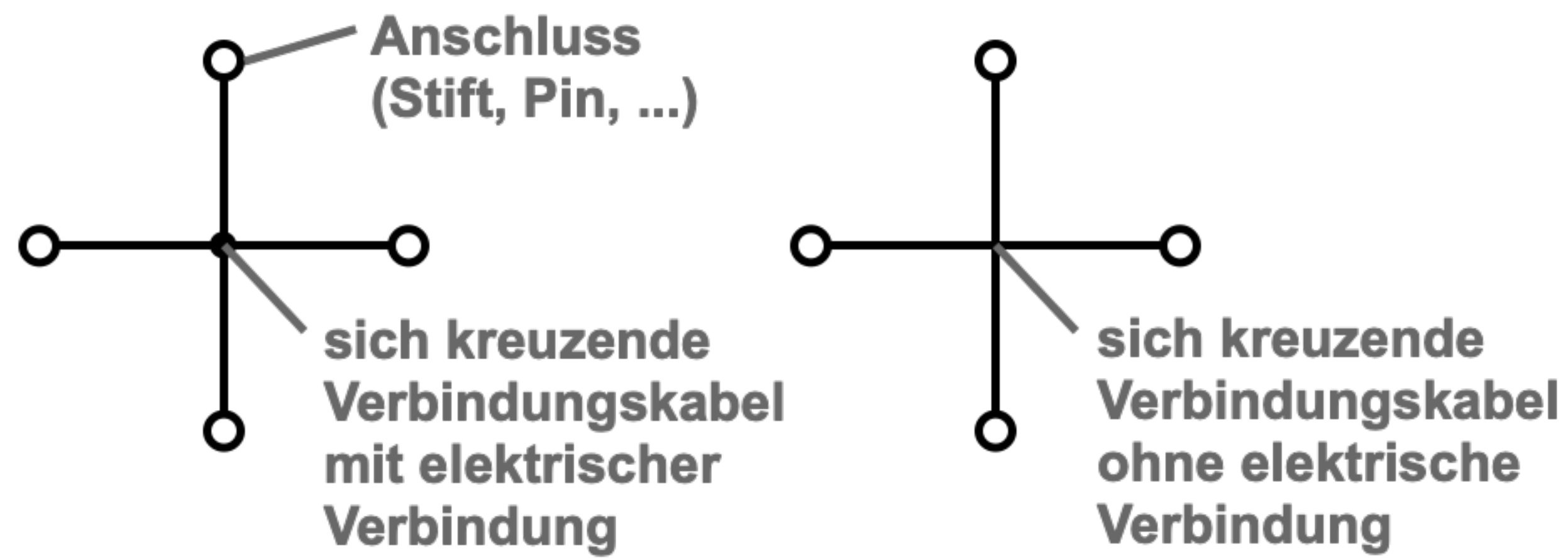
- Adapter für einen Micro-USB-Stecker
- Anschlussdrähte für 5 Volt und 0 Volt

Zum Experimentieren mit Elektronik eignet sich am besten eine 9-Volt-Batterie. Wenn aber keine verfügbar ist, dann eignet sich für die meisten Experimente auch ein USB-Ladegerät bzw. USB-Netzteil. Beispielsweise zum Laden eines Smartphones.

In einen Micro-USB-Adapter kann man auf der einen Seite das Netzteil-Kabel einstecken und auf der anderen Seite die offenen Adern mit dem Steckbrett verbinden.

Hinweis: Dafür muss die Schaltung für 5 Volt dimensioniert sein. Manche Schaltungen für 9 Volt funktionieren mit 5 Volt weniger gut oder gar nicht.

# Steckverbindungskabel



- elektrische Verbindungen zwischen Bauelementen, Schaltungen und Geräten

Steckverbindungskabel oder auch nur Verbindungskabel dienen zum Verbinden von Bauelementen, Schaltungen und Geräten.

Bei elektrischen Steckverbindungen unterscheidet man den männlichen Teil einer Steckverbindung (mit nach außen weisenden Kontaktstiften) und den weiblichen Teil (mit nach innen weisenden Kontaktöffnungen). Den männlichen Teil bezeichnet man als Stecker, wenn er sich an einem Kabelende befindet. Den weiblichen Teil bezeichnet man richtigerweise als Kupplung, wenn er sich an einem Kabelende befindet. Manchmal sagt man auch Buchse dazu.

# Stiftleiste (Pin-Header)

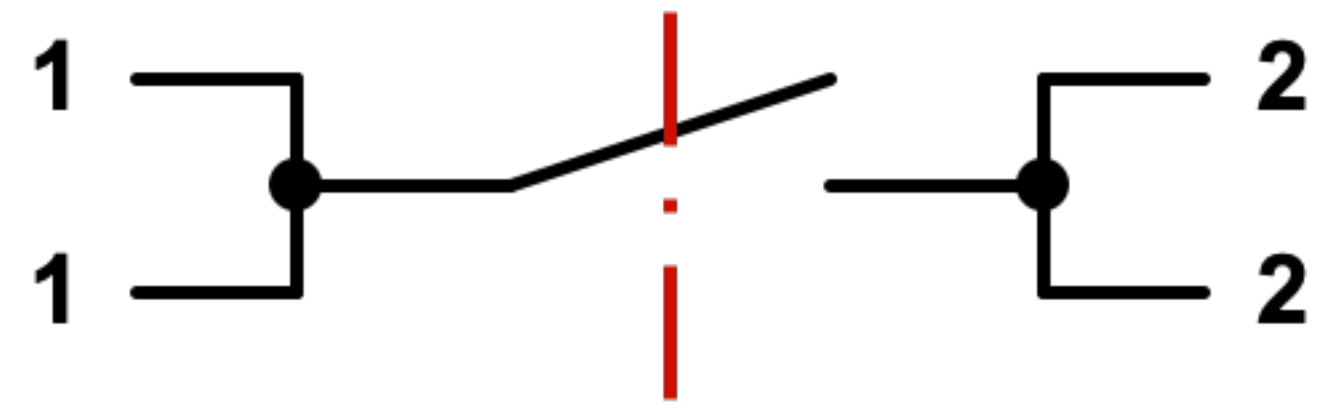


- Herausführen von Kontakten
- Kontakte für Verbindungskabel

Eine Stiftleiste, im Englischen Pin-Header genannt, ist ein Steckverbinder mit mehreren in Reihe angeordneten stiftartigen Kontakten. Stiftleisten sollen eine oder auch mehrere Verbindungen von einer Platine zu anderen Baugruppen herstellen. Die dabei verwendeten Verbindungskabel sind oft Flachbandkabel oder einzelne Verbindungskabel mit Kupplungen oder Buchsen als Kontakte.



# Taster



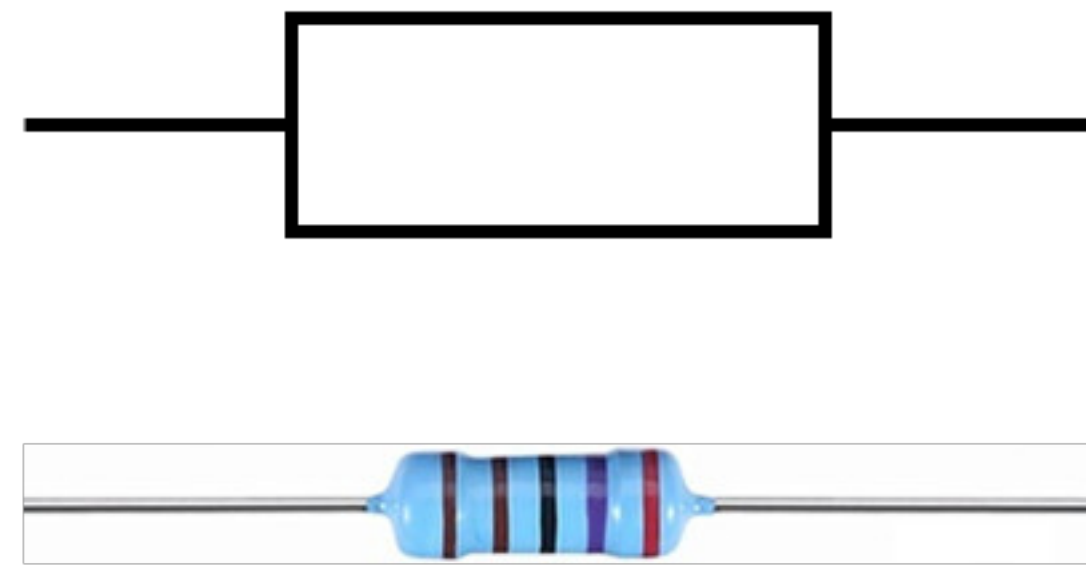
Die im Bild mit 1 und 2 gekennzeichneten Anschlüsse können je nach Bauform an unterschiedlichen Positionen liegen. Welche Anschlüsse zusammengehören, muss man mit einem Durchgangsprüfer oder Widerstandsmessgerät herausfinden.

- Stromkreis schließen
- Stromkreis unterbrechen
- manuelles Ein- und Ausschalten

Durch einen Taster kann ein Stromkreis geschlossen und unterbrochen werden. Damit steuert man, ob im Stromkreis ein Strom fließt oder nicht. Bei dem dargestellten Taster handelt es sich um einen 2-poligen Taster mit 4 Anschlüssen. Je zwei Anschlüsse stellen einen Kontakt des Tasters dar. Bei einem Taster ist der geöffnete Zustand der Normalzustand. Der Kontakt wird nur durch Drücken des Tasters geschlossen. Und der Kontakt bleibt nur solange geschlossen, wie der Taster gedrückt bleibt. Lässt man den Taster los, dann öffnet sich der Kontakt wieder.

Wenn man einen Stromkreis richtig ein- und ausschalten will, dann sollte man dafür einen Schalter verwenden, der nach der Betätigung in seiner Position bleibt. Ein Taster schaltet sich automatisch in seinen Normalzustand zurück.

# 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
Rot	Rot	Schwarz	Schwarz	220 Ω	220R
Orange	Orange	Schwarz	Schwarz	330 Ω	330R
Braun	Schwarz	Schwarz	Braun	1 kΩ	1K
Rot	Schwarz	Schwarz	Braun	2 kΩ	2K
Grün	Braun	Schwarz	Braun	5,1 kΩ	5K1
Braun	Schwarz	Schwarz	Rot	10 kΩ	10K
Braun	Schwarz	Schwarz	Orange	100 kΩ	100K
Braun	Schwarz	Schwarz	Gelb	1 MΩ	1M

Der 5. Ring ist die Toleranz in % (brauner Ring).

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

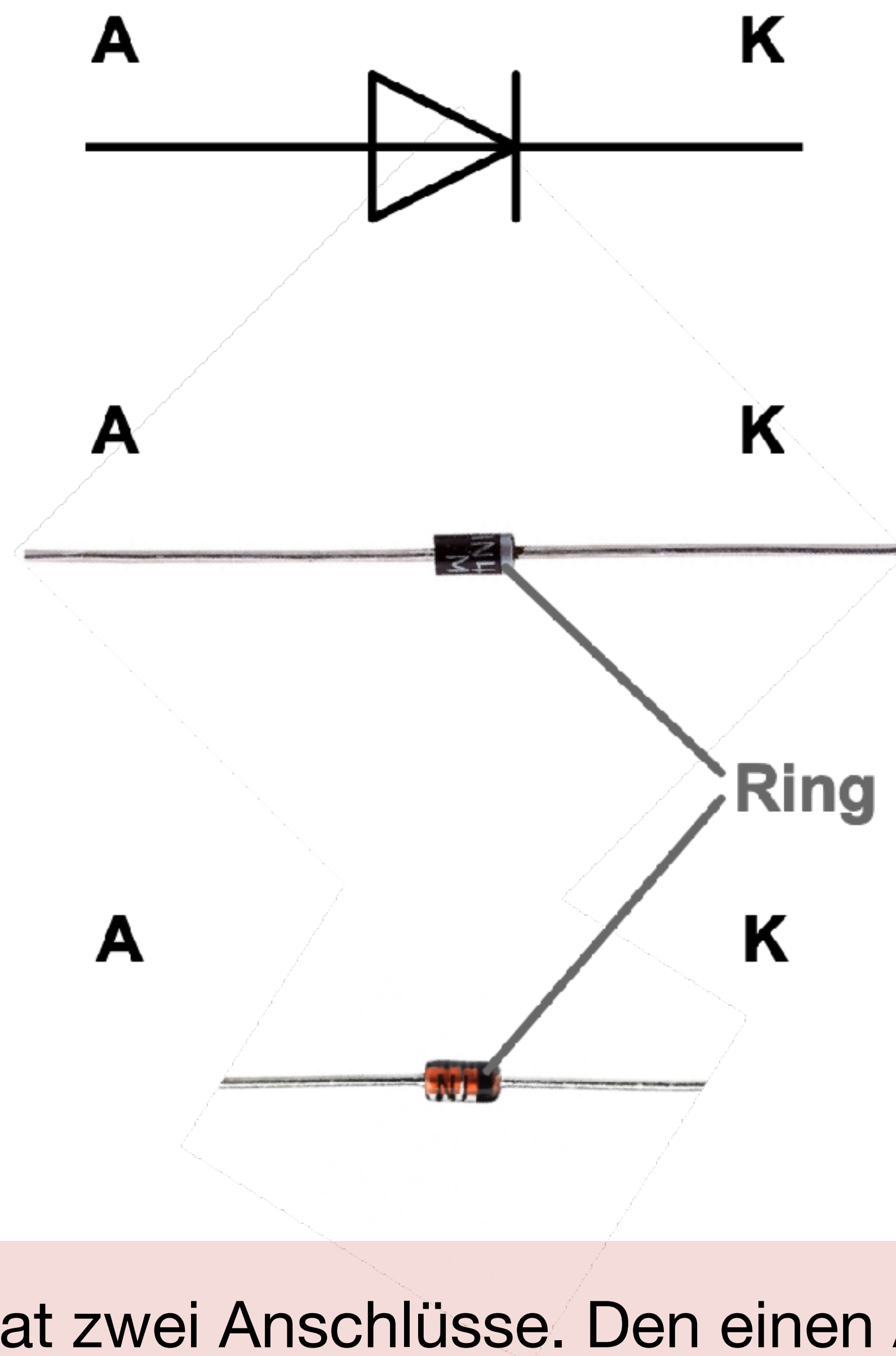
Das nach Werten getrennte Aufbewahren in Tütchen oder Umschlägen kann sinnvoll sein. Dann muss man nicht ständig nach den richtigen Widerständen suchen.

## Kohleschichtwiderstände mit 4 Ringen

1. Ring	2. Ring	3. Ring	Wert	Kurzform
Rot	Rot	Braun	220 Ω	220R
Orange	Orange	Braun	330 Ω	330R
Braun	Schwarz	Rot	1 kΩ	1K
Rot	Schwarz	Rot	2 kΩ	2K
Grün	Braun	Rot	5,1 kΩ	5K1
Braun	Schwarz	Orange	10 kΩ	10K
Braun	Schwarz	Gelb	100 kΩ	100K
Braun	Schwarz	Grün	1 MΩ	1M

Der 4. Ring ist die Toleranz in % (goldener Ringe).

# 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.

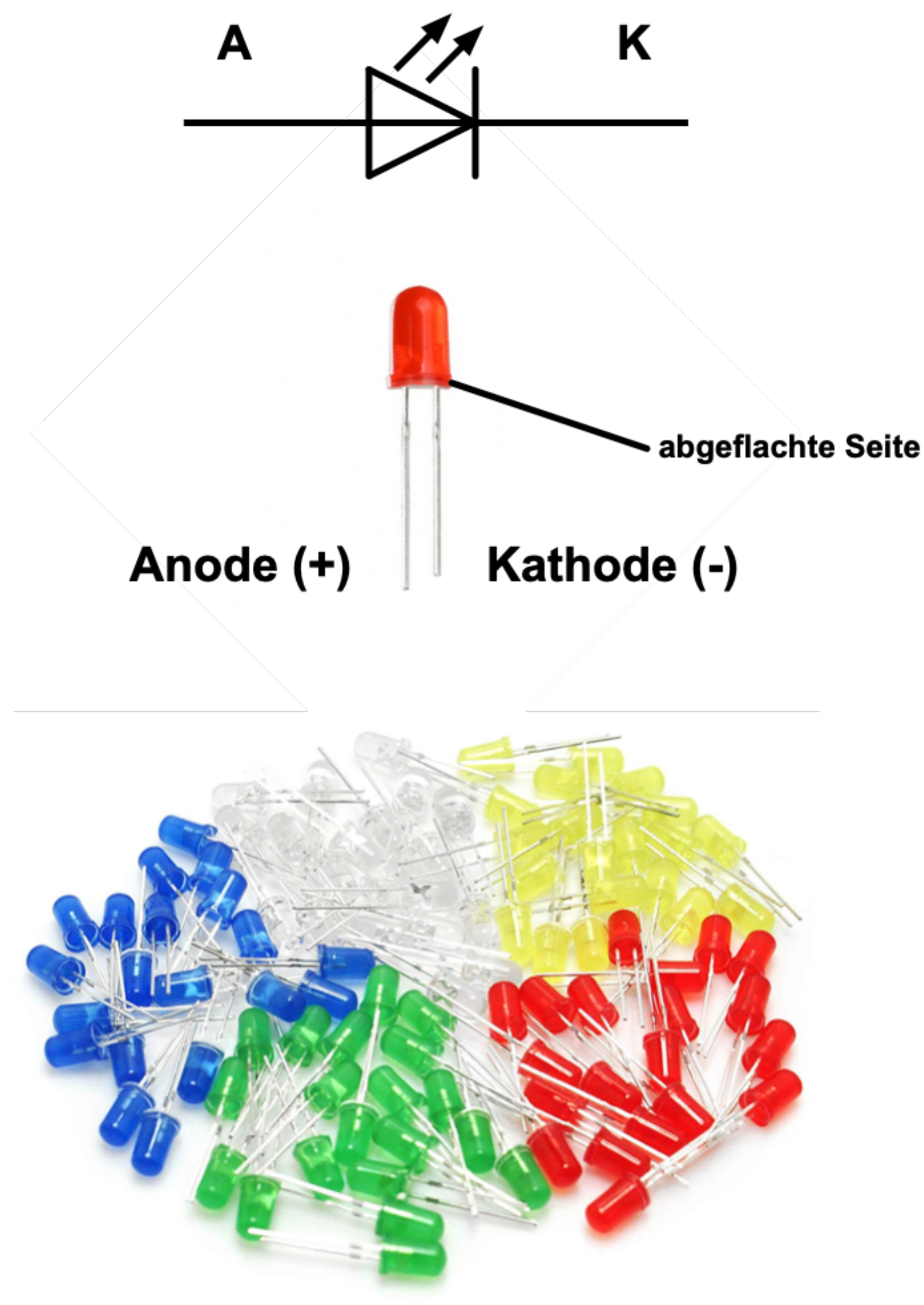
- einseitig stromdurchlässig
- Ventilwirkung

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.

# 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.

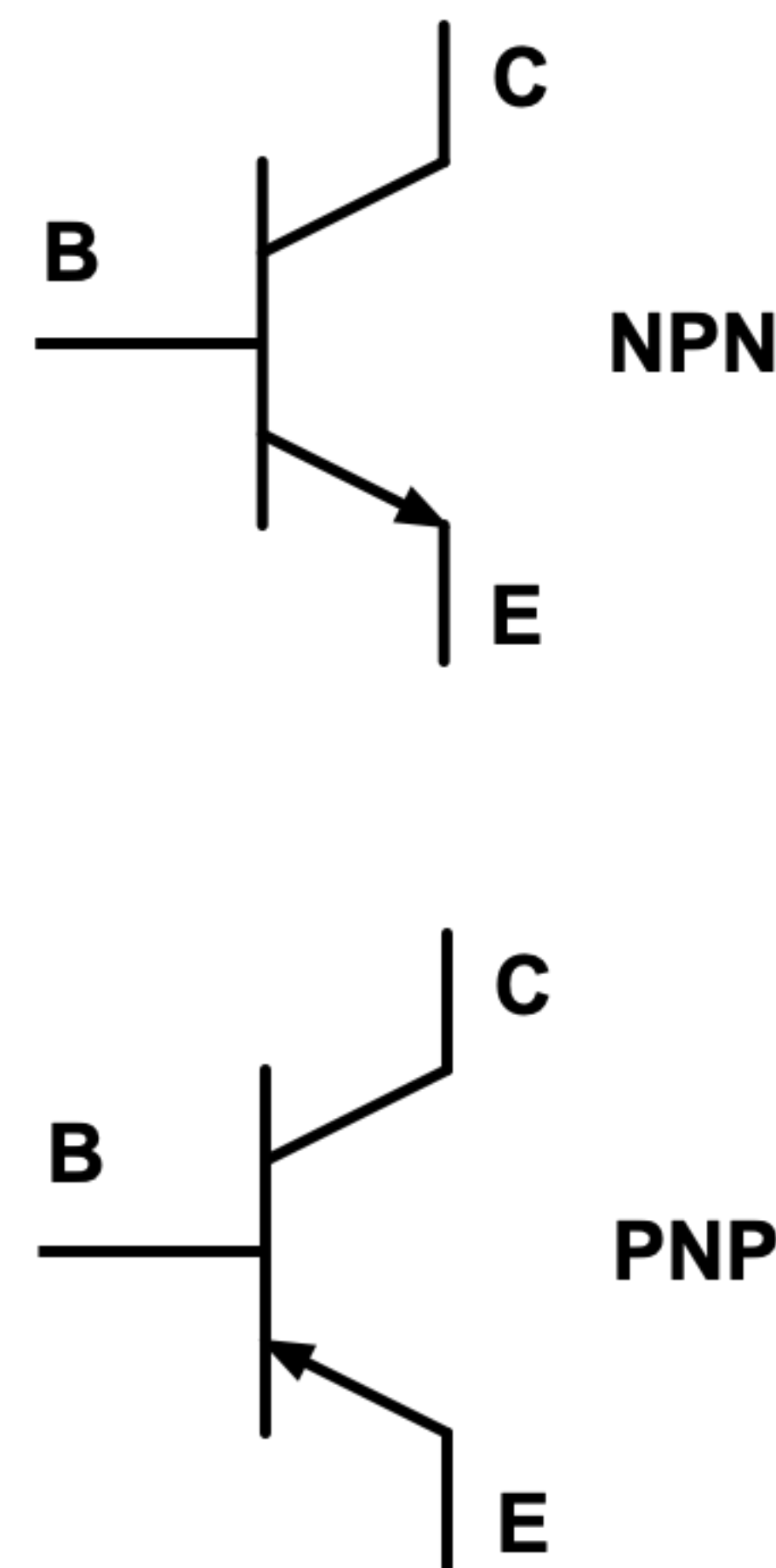
Bei einem deutlich kleineren Widerstand als 1 kOhm kann die LED kaputt gehen. Bei einem deutlich zu großen Widerstand als 20 kOhm leuchtet die LED zu schwach oder gar nicht.

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.

# Transistor (bipolar)



- Stromverstärker
- elektronischer Schalter
- Steuerung mit Strom

Wenn wir von einem Transistor sprechen, dann meinen wir typischerweise einen bipolaren Transistor. Das ist ein Stromverstärker, der oft als elektronischer Schalter verwendet wird.

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

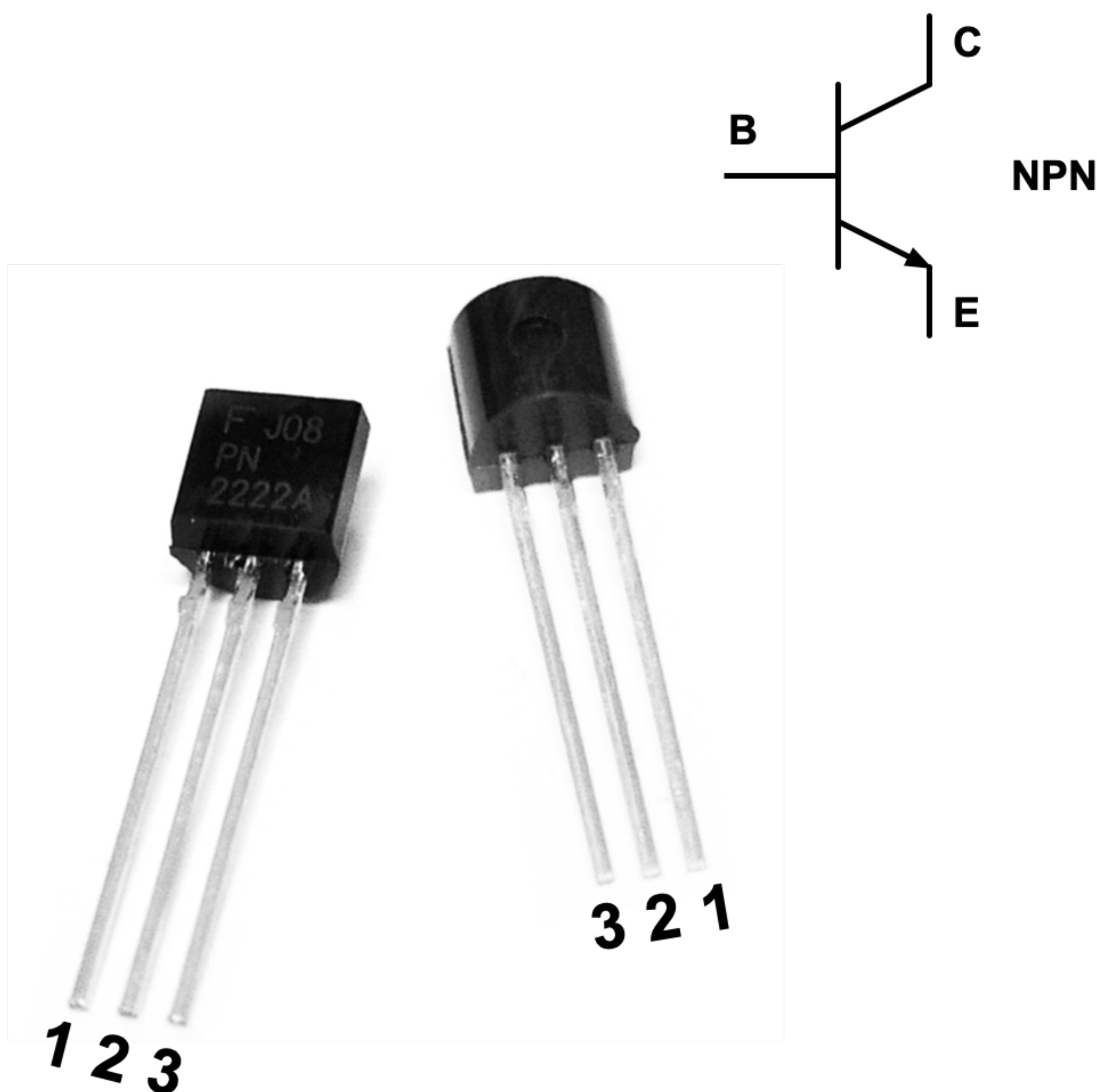
Bei bipolaren Transistoren unterscheidet man noch zwischen NPN- und PNP-Typen. NPN-Transistoren werden für positive Spannungen verwendet. PNP-Transistoren werden für negative Spannungen verwendet. In der Praxis ist lediglich auf die Polarität der Beschaltung zu achten.

In den meisten Grundschaltungen wirst Du nur NPN-Transistoren finden.

Der Strom durch einen Transistor muss begrenzt werden. Ein zu großer Strom durch den Basis- oder Kollektor-Anschluss zerstört den Transistor. Zur Begrenzung 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.

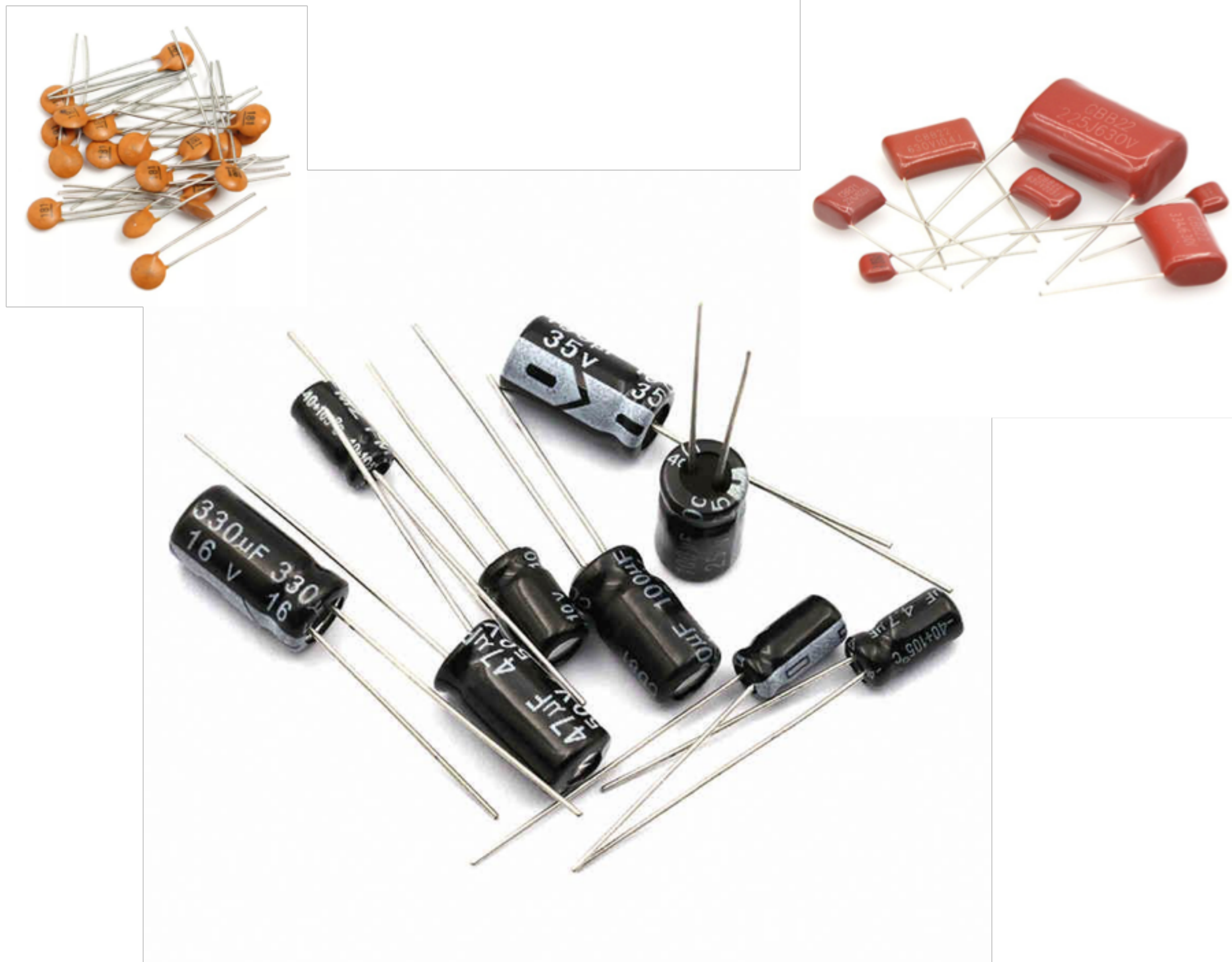
Transistoren sind aufgrund der kleinen Bauform nur mit der Typennummer gekennzeichnet. Das ist eine Kombination aus Buchstaben und Zahlen, die aber keine weitere Bedeutung haben.

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.

# 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.

# Fotowiderstand (LDR)



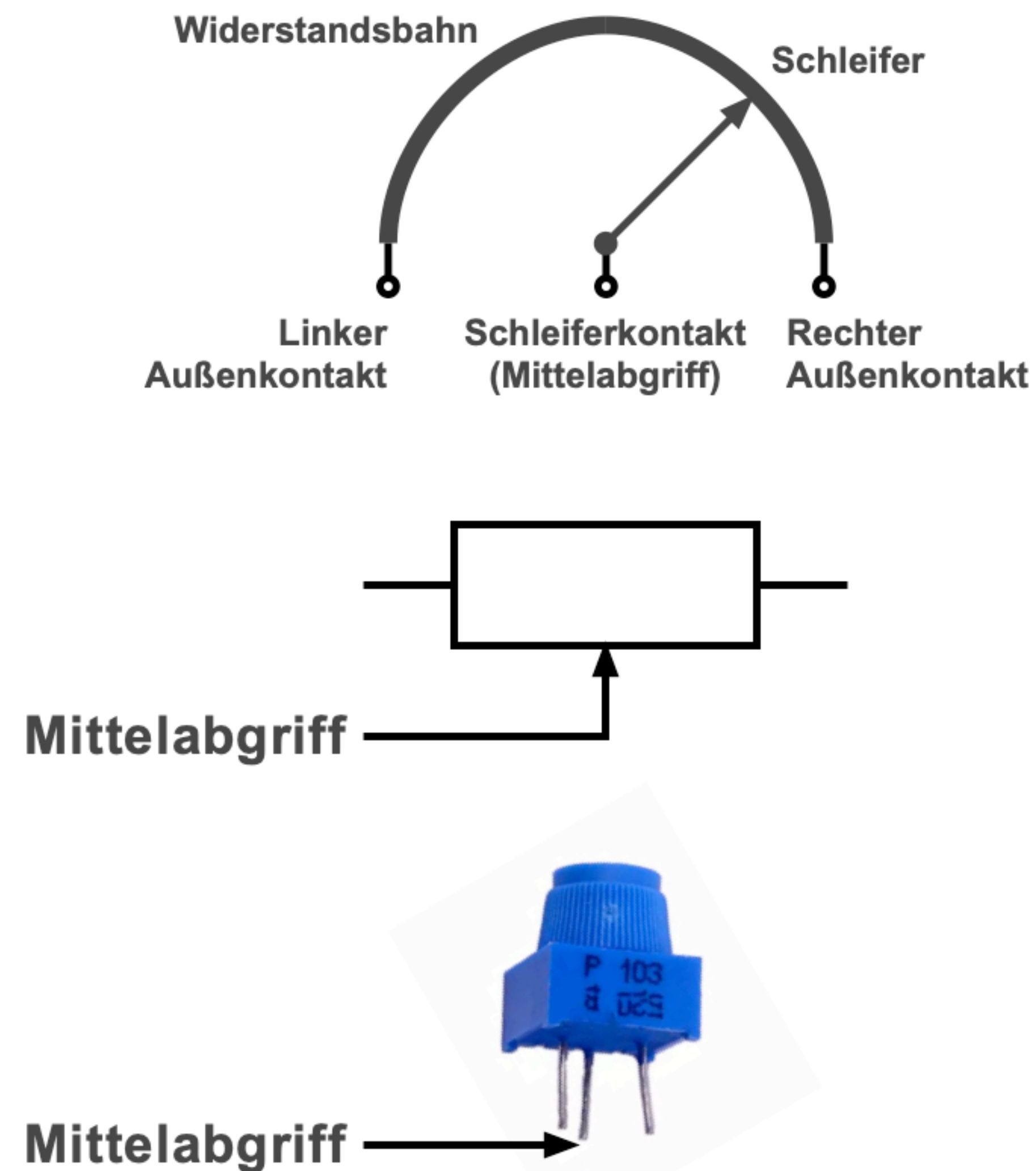
Je mehr Licht, desto kleiner der Widerstand, desto größer der Strom und geringer der Spannungsabfall.

- lichtabhängiger Widerstand
- als Lichtsensor geeignet

Ein Fotowiderstand ist ein Halbleiter, der auch Light Dependent Resistor, kurz LDR, genannt wird. Bei allen Halbleitermaterialien ist der Widerstandswert lichtabhängig. Bei Fotowiderständen werden spezielle Halbleitermischungen verwendet, bei denen der Effekt der Lichtabhängigkeit besonders stark auftritt.

Ein LDR besteht aus zwei Kupferkämmen, die auf einer isolierten Unterlage (weiß) aufgebracht sind. Dazwischen liegt das Halbleitermaterial in Form eines gewundenen Bandes (rot). Fällt Licht auf das Halbleitermaterial, dann wird es leitfähiger. Das bedeutet, der Widerstand wird kleiner, der hindurchfließende Strom wird größer und die daran abfallende Spannung wird kleiner. Dieser Vorgang ist, im Vergleich mit den physikalischen Effekten in anderen Bauelementen, mit mehreren Millisekunden sehr träge.

# Potentiometer (Poti)



- einstellbarer Widerstand
- Einstellen des Stroms
- Einstellen der Spannung

Ein Potentiometer, kurz Poti, ist ein passives Bauelement dessen Widerstandswert sich stufenlos einstellen lässt. Über den Widerstandskörper wird ein Kontakt (Schleifer) geführt, über dessen Position man einen bestimmten Widerstand einstellen und abgreifen kann. Dazu hat das Potentiometer nicht nur zwei, sondern drei Anschlüsse. Zwei für den Widerstand und den dritten für den Abgriff.

Ein Potentiometer kann man sich wie einen Spannungsteiler aus zwei in Reihe geschalteten Widerständen vorstellen. Mit einem Drehregler stellt man das Verhältnis der beiden Widerstände ein.

# Kennzeichnung von Potentiometern (Potis)



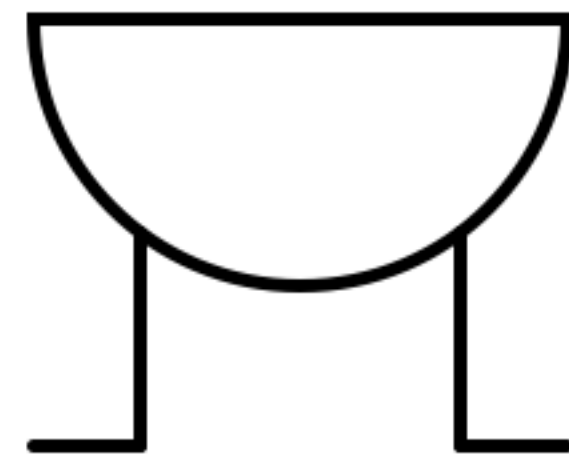
**= 10.000 Ω**  
**= 10 kΩ**

Manchmal ist auf dem Potentiometer der Widerstandswert aufgedruckt. Manchmal ist die Kennzeichnung kodiert, also eine Kurzform. Dann sind die ersten zwei Ziffern der Wert in Ohm. Eine dritte Ziffer ist der Multiplikator, also die Anzahl der Nullen, die man dem Wert anfügt. Ab drei Nullen rechnet man in Kiloohm (kOhm) um.

Beispiele:

101:	10	x	10	=	100	Ohm	
102:	10	x	100	=	1.000	Ohm	= 1 kOhm
103:	10	x	1.000	=	10.000	Ohm	= 10 kOhm
104:	10	x	10.000	=	100.000	Ohm	= 100 kOhm
105:	10	x	100.000	=	1.000.000	Ohm	= 1 MOhm
151:	15	x	10	=	150	Ohm	
152:	15	x	100	=	1.500	Ohm	= 1,5 kOhm
153:	15	x	1.000	=	15.000	Ohm	= 15 kOhm
154:	15	x	10.000	=	150.000	Ohm	= 150 kOhm
201:	20	x	10	=	200	Ohm	
202:	20	x	100	=	2.000	Ohm	= 2 kOhm
203:	20	x	1.000	=	20.000	Ohm	= 20 kOhm
204:	20	x	10.000	=	200.000	Ohm	= 200 kOhm
501:	50	x	10	=	500	Ohm	
502:	50	x	100	=	5.000	Ohm	= 5 kOhm
503:	50	x	1.000	=	50.000	Ohm	= 50 kOhm
504:	50	x	10.000	=	500.000	Ohm	= 500 kOhm

# Summer (Buzzer)



Bei einem Summer muss man in der Regel auf die **Polarität** achten. Dabei ist der positive Pol mit einem Plus (+) oben auf dem Gehäuse gekennzeichnet. In der Regel ist das Anschlussbein beim Pluspol länger.

Die **Betriebsspannung** der marktüblichen Summer ist von der Farbe des bedruckten Etiketts abhängig. Die Farbe **Blau** deutet auf **5 Volt** hin. Die Betriebsspannung darf aber auch darüber oder darunter liegen.

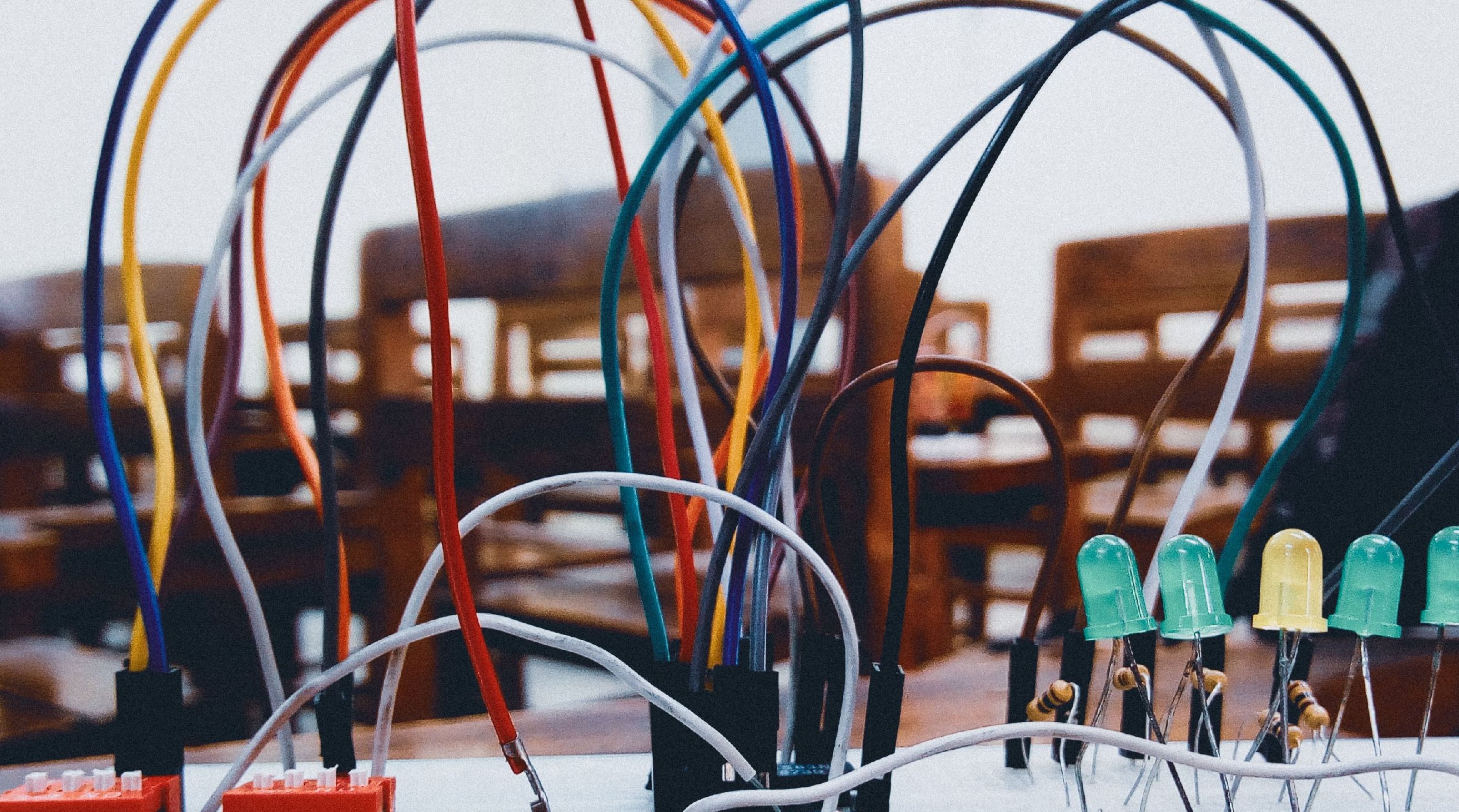
- akustischer Signalgeber
- Tonausgabe mit festgelegter Frequenz (Tonhöhe)

Ein Summer, auch Buzzer genannt, ist ein akustischer Signalgeber. Er wandelt ein elektrisches Signal in ein akustisches Signal um. Das heißt, es erklingt ein Ton mit einer festgelegten Frequenz, die man nicht ändern kann. Über die Zeit gesehen, empfinden wir diesen Ton als nervig, weshalb er abschaltbar sein soll.

Ein Summer ist einfach zu benutzen. Er muss nur an eine Spannung angelegt werden und schon „summt“ er. Der Nachteil dabei, die Frequenz und damit die Tonhöhe können nicht beeinflusst werden. Die ist festgelegt. Desweiteren hat man nur wenig Einfluss auf die Lautstärke.

Das Etikett mit der Beschriftung „REMOVE SEAL AFTER WASHING“ dient zum Schutz des Summers. Nach der maschinellen Produktion werden Platinen „gewaschen“. Danach kann das Etikett entfernt werden.





# Schaltungen und Experimente

# Schaltungen und Experimente

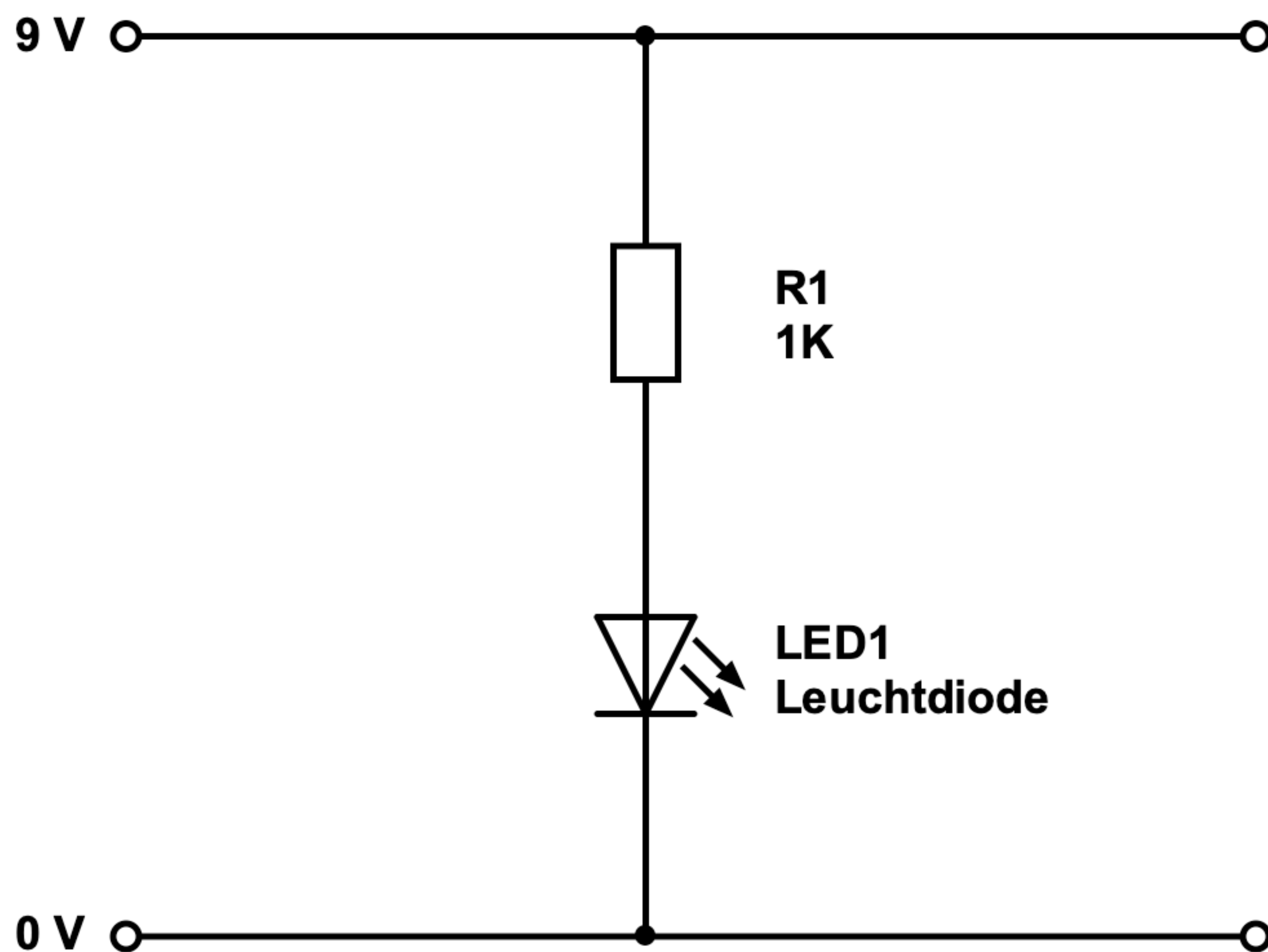
- Einfacher Stromkreis mit Leuchtdiode und Widerstand
- Einfacher Stromkreis mit Leuchtdiode und Taster
- Leuchtdioden an unterschiedlichen Spannungen
- Leuchtdioden mit unterschiedlichen Widerständen
- Reihenschaltung von Widerständen
- Parallelschaltung von Widerständen
- Reihenschaltung von Leuchtdioden
- Parallelschaltung von Leuchtdioden
- Polarität testen mit einer Polaritätsanzeige
- Diode im Stromkreis
- Elektrolyt-Kondensator im Stromkreis
- Laden und Entladen eines Kondensators
- Elektrolyt-Kondensator im Stromkreis parallel geschaltet
- Fotowiderstand im Stromkreis
- Fotowiderstand im Stromkreis parallel geschaltet
- Potentiometer im Stromkreis
- Potentiometer als LED-Dimmer
- Potentiometer als Wechseldimmer
- Summer richtig beschalten und prüfen
- Durchgangsprüfer
- Bauteil-Tester
- Einfacher Berührungssensor
- Berührungssensor mit hoher Empfindlichkeit
- Leuchtdiode als Lichtsensor
- Einfache Alarmschaltung
- Erweiterte Alarmschaltung mit Selbsthaltung
- Ausschaltverzögerung / Nachlaufsteuerung
- Tagschaltung mit Fotowiderstand
- Nachtschaltung mit Fotowiderstand
- LED-Blinker
- LED-Wechselblinker
- Flip-Flop: Bistabile Kippstufe mit Transistoren
- UND-Schaltung mit Tastern
- ODER-Schaltung mit Tastern
- UND-Schaltung mit Dioden
- ODER-Schaltung mit Dioden
- NICHT-UND-Schaltung mit Dioden (NAND)
- NICHT-ODER-Schaltung mit Dioden (NOR)
- UND-Schaltung mit Transistoren
- ODER-Schaltung mit Transistoren
- NICHT-UND-Schaltung mit Transistoren (NAND)
- NICHT-ODER-Schaltung mit Transistoren (NOR)
- NICHT- oder Inverter-Schaltung mit Transistor

# Tipps & Tricks (1)

Bevor Du mit Deinem ersten Schaltungsaufbau loslegst, möchte ich Dir noch ein paar Tipps und Tricks für ein erfolgreiches Gelingen geben:

- Ich meine, es ist überflüssig zu erwähnen, dass manche Bauteile gepolt sind und es nicht egal ist, wie herum sie in eine Schaltung eingebaut werden müssen.
- Bei gesteckten Verbindungen musst Du immer mit Kontaktschwierigkeiten im Steckbrett rechnen. Wackelkontakte können schnell für Frust sorgen. Behalte das im Hinterkopf, wenn eine Schaltung mal nicht gleich funktioniert.
- Oftmals haben die erhältlichen Steckbretter nicht die beste Qualität. Das äußert sich durch schwergängige Kontaktfedern im Steckbrett. Dadurch verbiegen sich die Anschlussdrähte von LEDs, Transistoren, Drucktastern und ICs. Bei den steckbaren Verbindungskabeln empfiehlt es sich, diese beim Einstecken leicht zu drehen. Dann flutscht es besser.

# Einfacher Stromkreis mit Leuchtdiode und Widerstand



LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

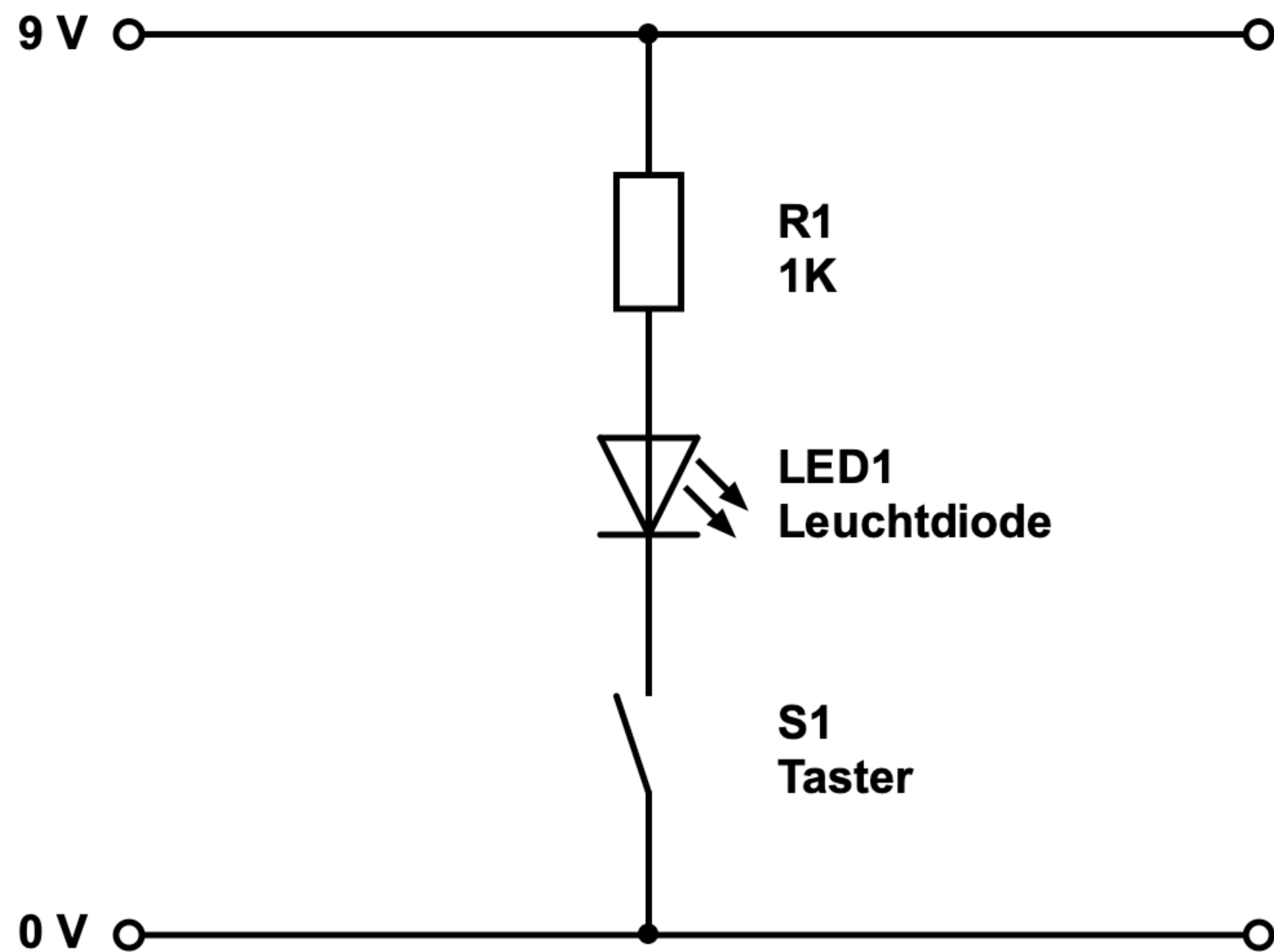
Ein einfacher Stromkreis setzt sich aus einem (Leistungs-) Erzeuger (einer Spannungs- bzw. einer Stromquelle) und einem (Leistungs-) Verbraucher zusammen, die über Leitungen miteinander verbunden sind.

Diese Schaltung ist ein einfacher Stromkreis mit einer Batterie als Spannungsquelle bzw. Leistungserzeuger und einer Leuchtdiode mit Widerstand als Verbraucher. Verwende anstatt der LED einen Summer oder schalte den Summer parallel zu LED, um ein akustische Signal zu erhalten.

**Achte auf die Polarität der Leuchtdiode. Nur wenn die Leuchtdiode richtig herum eingebaut ist, dann leuchtet sie.**

**Wenn Dir der richtige Einbau des Tasters Schwierigkeiten bereitet, dann lass ihn erstmal weg und ersetze ihn durch eine Drahtbrücke. Durch Ziehen und Stecken der Drahtbrücke kannst Du das Betätigen des Tasters nachempfinden.**

# Einfacher Stromkreis mit Leuchtdiode und Taster



Diese Schaltung ist ein einfacher Stromkreis mit einer Batterie als Spannungsquelle bzw. Leistungserzeuger und einer Leuchtdiode mit Widerstand als Verbraucher. Mit Druck auf den Taster kann man den Stromkreis schließen und öffnen und damit die LED einschalten bzw. ausschalten.

Verwende anstatt der LED einen Summer oder schalte den Summer parallel zu LED, um ein akustische Signal zu erhalten.

Achte auf die Polarität der Leuchtdiode. Nur wenn die Leuchtdiode richtig herum eingebaut ist, dann leuchtet sie.

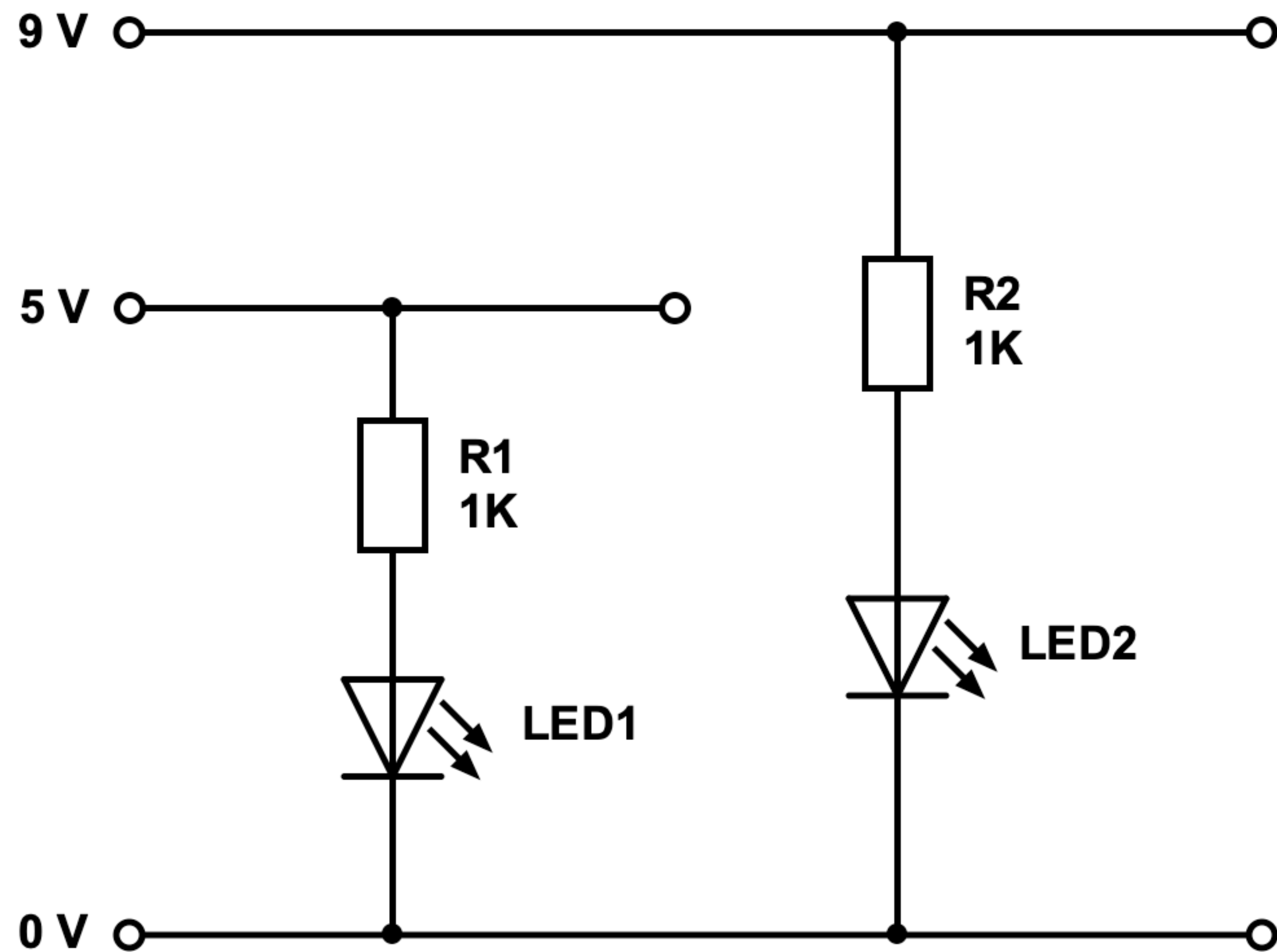
Wenn Dir der richtige Einbau des Tasters Schwierigkeiten bereitet, dann lass ihn erstmal weg und ersetze ihn durch eine Drahtbrücke. Durch Ziehen und Stecken der Drahtbrücke kannst Du das Betätigen des Tasters nachempfinden.

S1: Taster oder Schalter

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

# Leuchtdioden an unterschiedlichen Spannungen (1)



Bei dieser Schaltung haben wir zwei identische Stromkreise mit Vorwiderstand und Leuchtdiode. Der Unterschied ist nur die unterschiedliche Betriebsspannung.

Hier beschäftigt uns die Frage, wie sich gleiche Leuchtdioden an unterschiedlichen Betriebsspannungen verhalten.

Außerdem bieten sich weitere Möglichkeiten zum Experimentieren mit anderen Leuchtdioden und Vorwiderständen an.

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

LED2: Leuchtdiode, rot

# Leuchtdioden an unterschiedlichen Spannungen (2)

## Experimente

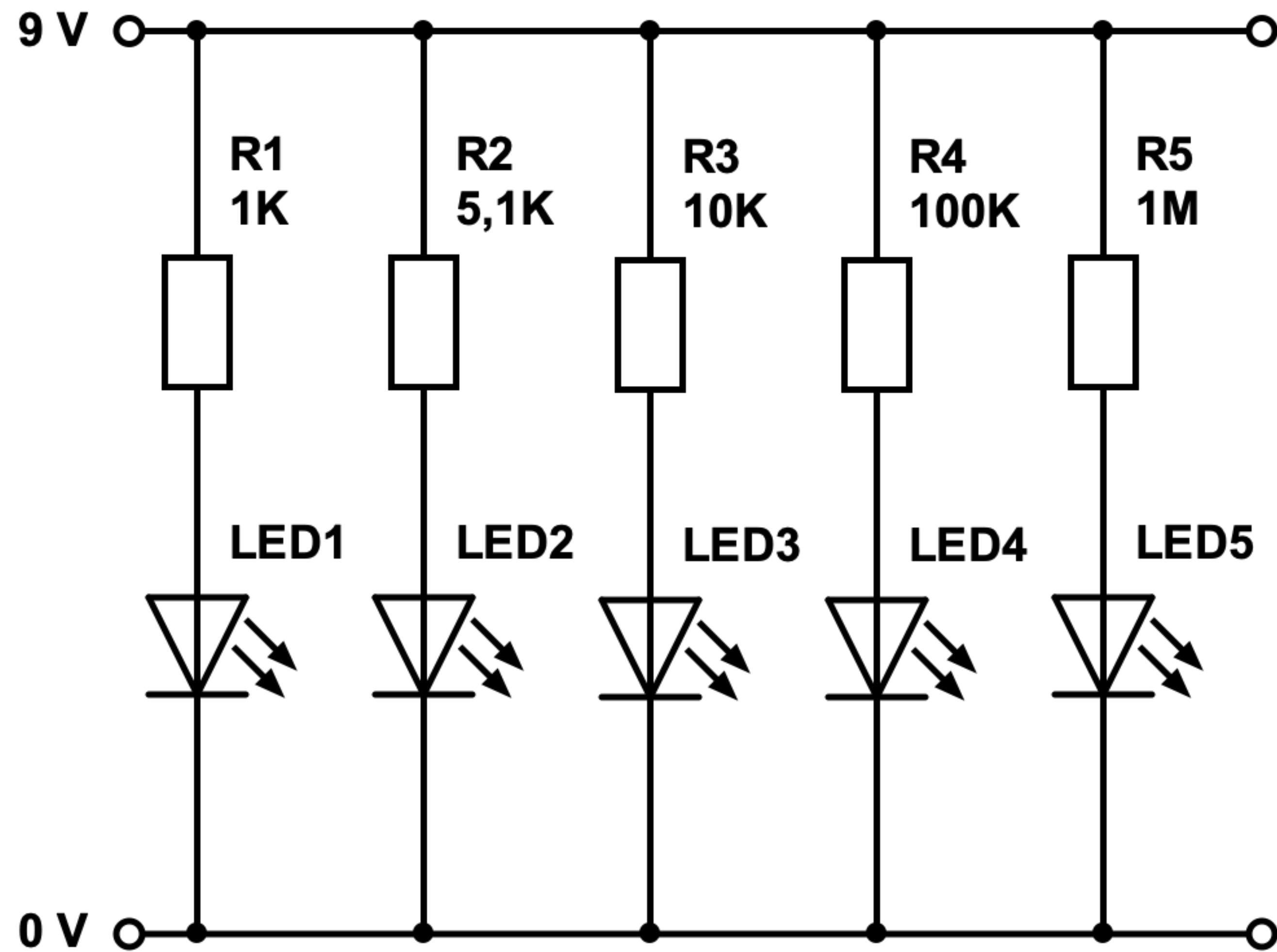
Baue die Schaltung mit zwei unterschiedlichen Betriebsspannungen auf.

1. Vergleiche zuerst die beiden Leuchtdioden. Eine davon leuchtet etwas weniger hell. Welche ist es?
2. Schalte mal versuchsweise einen weitere 1-kOhm-Widerstand zum Vorwiderstand der dunkleren LED parallel. Was verändert sich?

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Die Leuchtdiode an 5 Volt leuchtet weniger hell. Durch die geringere Spannung am Vorwiderstand stellt sich in diesem Stromkreis ein kleinerer Strom ein. Und dadurch leuchtet die Leuchtdiode weniger hell.
2. Diese Leuchtdiode leuchtet jetzt etwas heller. Der Grund ist der Parallelwiderstand. Zwei gleiche parallel geschaltete Widerstände führen zum halben Gesamtwiderstand, an dem in diesem Fall die selbe Spannung abfällt, aber auch mehr Strom hindurchfließt. Derselbe Strom fließt auch durch die Leuchtdiode hindurch, weshalb sie heller leuchtet.

# Leuchtdioden mit unterschiedlichen Widerständen (1)



Leuchtdioden müssen immer mit einem Vorwiderstand betrieben werden, damit bestimmte maximale Grenzwerte eingehalten werden. Der Vorwiderstand begrenzt den Strom und daran fällt ein Zuviel an Spannung ab. Sind Strom oder Spannung zu groß, dann geht die Leuchtdiode kaputt.

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED2: Leuchtdiode, rot

R2: Widerstand, 5,1 kOhm (Grün-Braun-Schwarz-Braun-Braun)

LED3: Leuchtdiode, rot

R3: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

LED4: Leuchtdiode, rot

R4: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

LED5: Leuchtdiode, rot

R5: Widerstand, 1 MOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Gelb-Braun)



# Leuchtdioden mit unterschiedlichen Widerständen (2)

## Experimente

Mit den folgenden Experimenten geht es darum herauszufinden, wie sich eine Leuchtdiode bei unterschiedlichen Widerständen verhält.

Es ist sinnvoll alle Experimente parallel nebeneinander aufzubauen.

1. Rote LED in Reihe mit Widerstand 1 kOhm
  2. Rote LED in Reihe mit Widerstand 5,1 kOhm
  3. Rote LED in Reihe mit Widerstand 10 kOhm
  4. Rote LED in Reihe mit Widerstand 100 kOhm
  5. Rote LED in Reihe mit Widerstand 1 MOhm
- Probiere die selben Widerstände mit andersfarbigen Leuchtdioden aus.
  - Wiederhole die Experimente bei Dunkelheit.

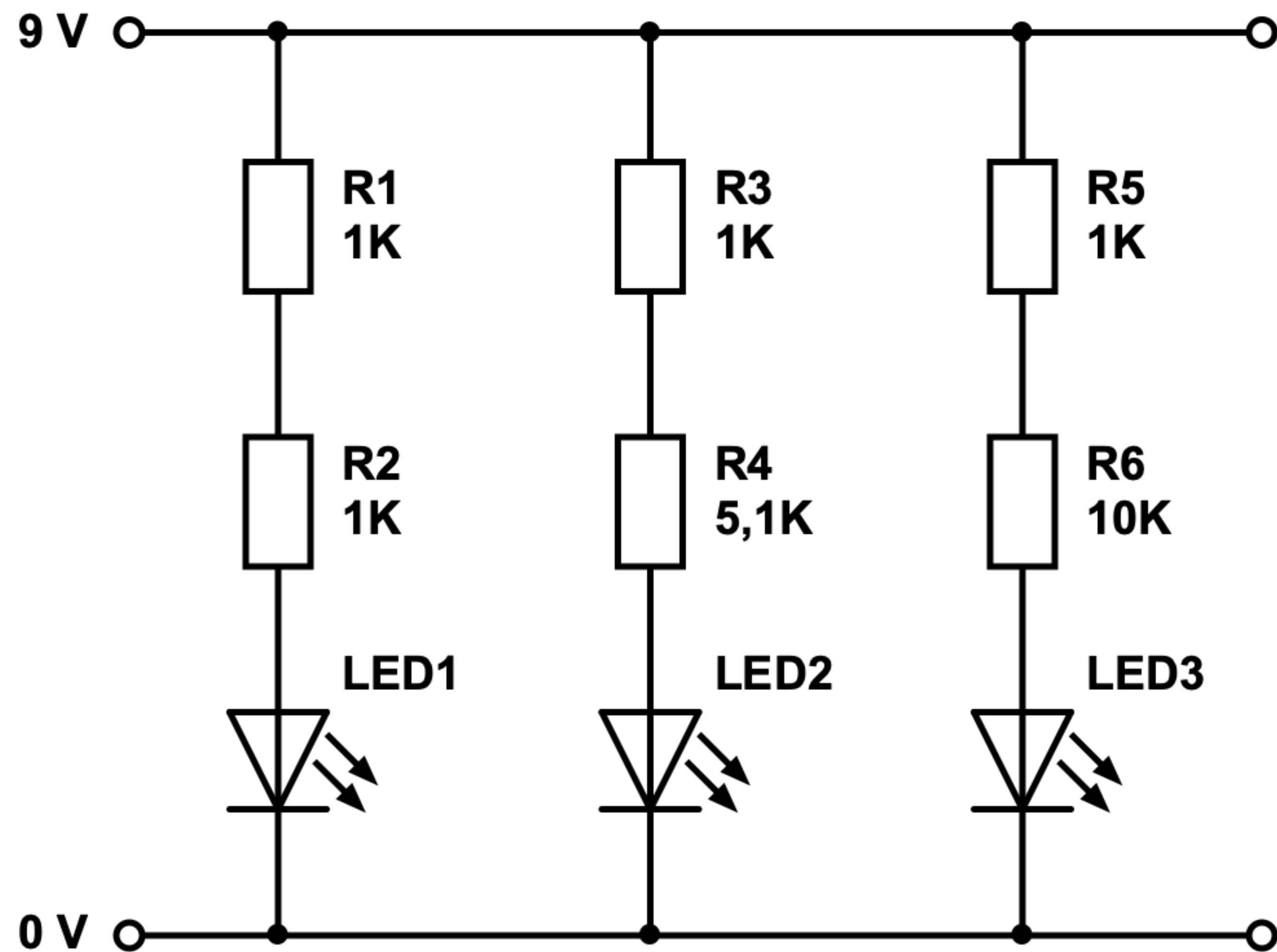
## Beobachtungen und Erklärungen

- Du kannst beobachten, dass alle Leuchtdioden unterschiedlich hell leuchten (Experiment 1 bis 5).
- Der Vorwiderstand ist für die Helligkeit einer Leuchtdiode verantwortlich.
- Der Widerstand begrenzt den Strom. Je größer der Widerstand, desto kleiner der Strom durch den Widerstand und die Leuchtdiode. Je kleiner der Strom, desto weniger hell leuchtet die Leuchtdiode.
- Auch bei Widerstandswerten, die deutlich über 1 kOhm liegen, kann eine Leuchtdiode ausreichend hell leuchten.
- Bei einem Widerstand von 1 MOhm leuchtet eine Leuchtdiode fast gar nicht. Es gibt also Widerstandswerte, die weniger gut geeignet sind.

**Achtung:** Es gibt Widerstandswerte, die sich nicht eignen, weil deren Wertigkeit den Strom nicht stark genug begrenzt und die Leuchtdioden wegen dem hohen Strom kaputt gehen.

Die genannten Werte sind unbedenklich. Zu kleine Widerstandswerte können Leuchtdioden schädigen.

# Reihenschaltung von Widerständen (1)



Manchmal findet man in elektronischen Schaltungen in Reihe geschaltete Widerstände.

Es geht um folgende zwei Fragen:

- Wie wirken in Reihe geschaltete Widerstände?
- Welchen Zweck haben die in Reihe geschalteten Widerstände?

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED2: Leuchtdiode, rot

R3: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R4: Widerstand, 5,1 kOhm (Grün-Braun-Schwarz-Braun-Braun)

LED3: Leuchtdiode, rot

R5: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R6: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

# Reihenschaltung von Widerständen (2)

## Experimente

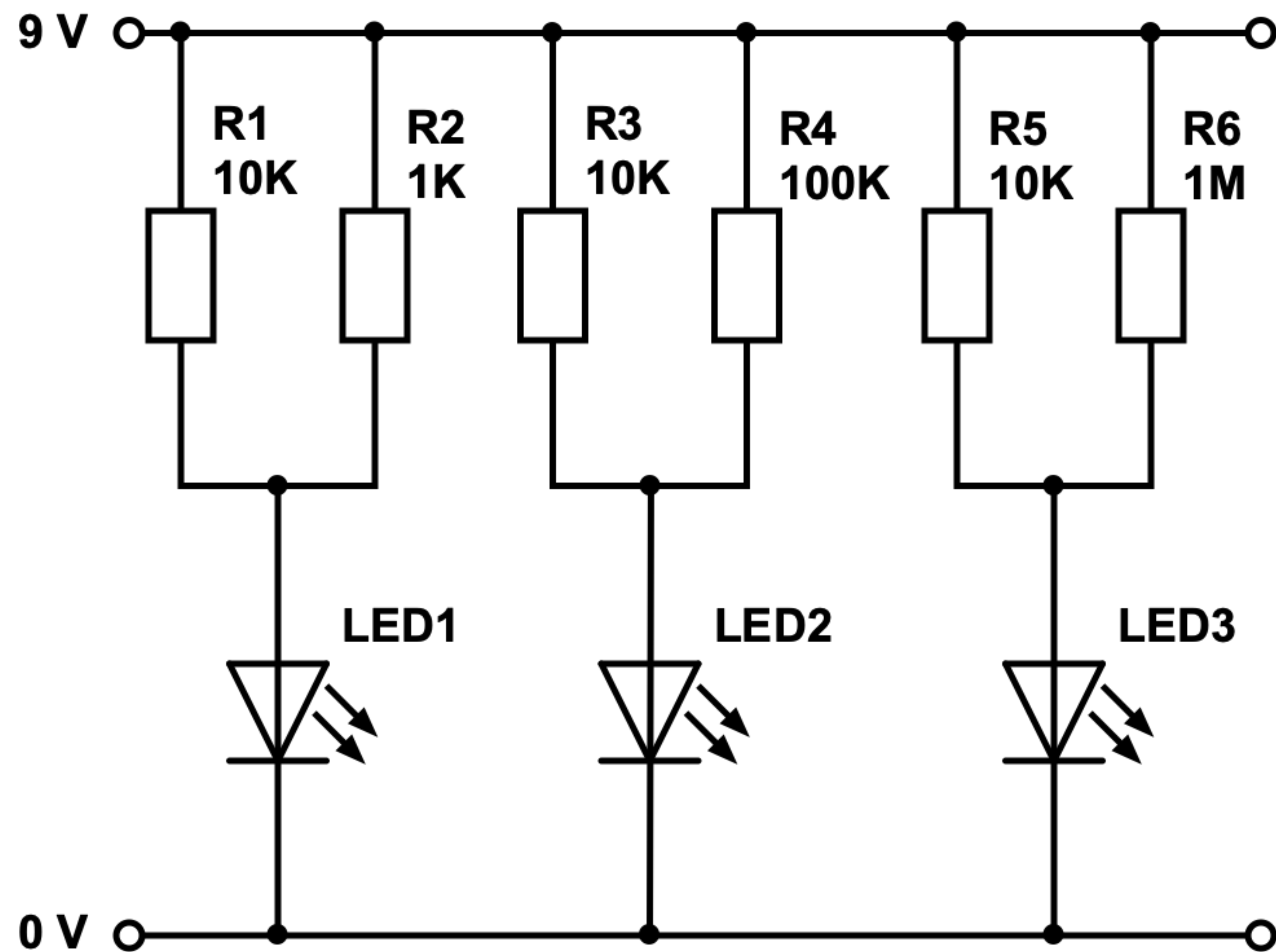
1. Vergleiche die Helligkeit der Leuchtdioden mit den unterschiedlichen Reihenschaltungen mit Widerständen.
2. Überlege Dir eine andere Kombination aus Leuchtdiode und zwei anderen Widerstandswerten aus.

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Die Leuchtdiode LED1 leuchtet heller als die Leuchtdiode LED2 und die leuchtet heller als die Leuchtdiode LED3.
2. Egal welche Werte man miteinander kombiniert. Eine Leuchtdiode leuchtet bei einer Reihenschaltung mit zwei Widerständen immer dunkler, als wenn es nur einer davon wäre. Allerdings ist dieser Effekt bei manchen Kombinationen geringer ausgeprägt.

Erklären kann man das dadurch, dass zwei in Reihe geschaltete Widerstände dazu führen, dass sich die Teilwiderstände zu einem Gesamtwiderstand addieren. Eine Reihenschaltung von Widerständen ist also immer um den Teilwiderstand größer als ein einzelner Teilwiderstand. Kleinere Widerstandswerte wirken sich bei größeren Teilwiderständen nicht so stark aus. So macht eine Kombination aus den Widerständen 1 kOhm und 100 kOhm wenig Sinn.

# Parallelschaltung von Widerständen (1)



Manchmal findet man in elektronischen Schaltungen parallel geschaltete Widerstände.

Es geht um folgende zwei Fragen:

- Wie wirken parallel geschaltete Widerstände?
- Welchen Zweck haben parallel geschaltete Widerstände?

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED2: Leuchtdiode, rot

R3: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

R4: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

LED3: Leuchtdiode, rot

R5: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

R6: Widerstand, 1 MOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Gelb-Braun)

# Parallelschaltung von Widerständen (2)

## Experimente

1. Vergleiche die Helligkeit der Leuchtdioden mit den unterschiedlich parallelgeschalteten Widerständen.
2. Überlege Dir eine andere Kombination aus Leuchtdiode und zwei anderen Widerstandswerten aus.

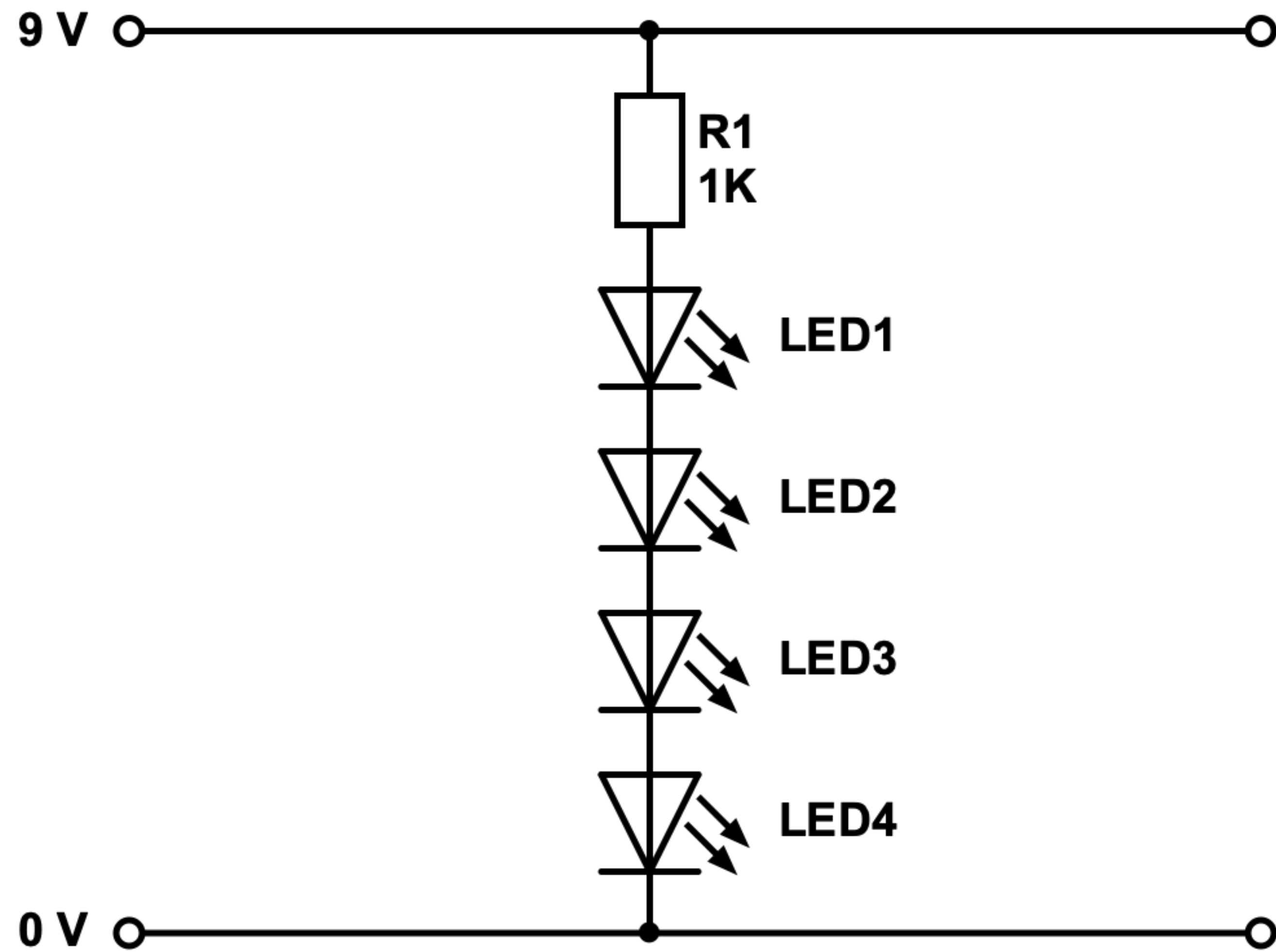
## Beobachtungen und Erklärungen

- Mit jedem parallel geschalteten Widerstand leuchtet die Leuchtdiode heller.
- Zur Erinnerung, die Helligkeit einer Leuchtdiode nimmt mit einem größeren Strom zu, der durch einen kleineren Widerstand verursacht wird.
- Wenn also die Leuchtdiode heller wird, kann das nur durch einen kleineren Widerstand verursacht worden sein.
- Das Parallelschalten von Widerständen führt also zu einem kleineren Gesamtwiderstand.

Hinweis: Den Gesamtwiderstand aus zwei parallel geschalteten Widerständen kann man mathematisch berechnen. Das soll hier aber nicht thematisiert werden. Nur soviel, in einer Parallelschaltung gelten folgende Regeln:

- Der Gesamtwiderstand ist kleiner als der kleinste Parallelwiderstand.
- Zwei gleiche Parallelwiderstände ergeben einen halbierten Gesamtwiderstand.

# Reihenschaltung von Leuchtdioden (1)



Eine einzelne Leuchtdiode zu betreiben kann ziemlich langweilig sein. Wenn mehrere Leuchtdioden leuchten sollen, dann eignet sich dafür eine Reihenschaltung. Wir wollen untersuchen, wie sich in Reihe geschaltete Leuchtdioden verhalten.

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

LED2: Leuchtdiode, rot

LED3: Leuchtdiode, rot

LED4: Leuchtdiode, rot

LED5: Leuchtdiode, rot

# Reihenschaltung von Leuchtdioden (2)

## Experimente

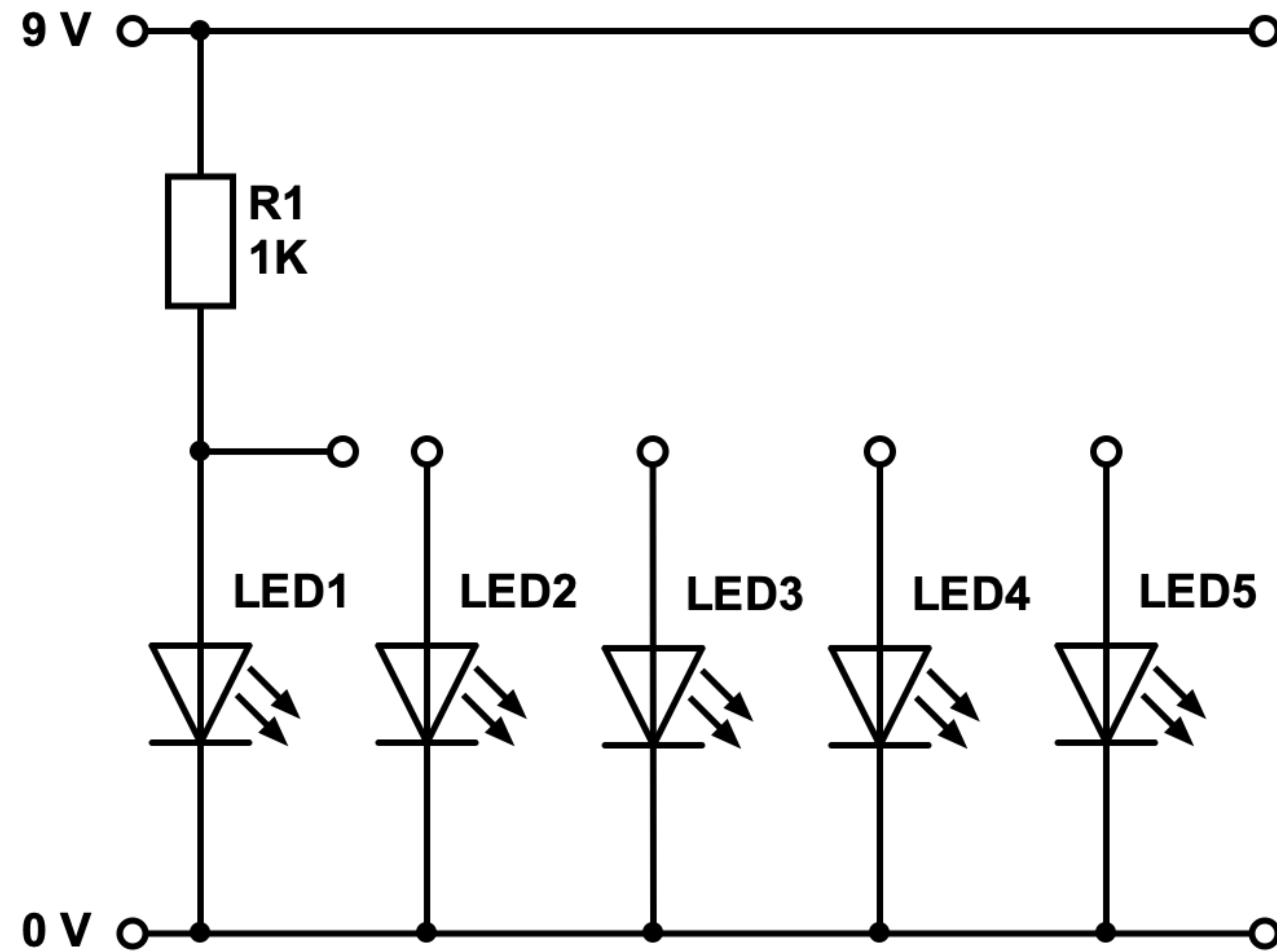
1. Schalte eine rote Leuchtdiode mit einem Vorwiderstand in Reihe.
  2. Füge eine zweite Leuchtdiode in Reihe hinzu.
  3. Füge noch eine dritte Leuchtdiode in Reihe hinzu.
  4. Füge noch eine vierte Leuchtdiode in Reihe hinzu.
  5. Füge noch eine fünfte Leuchtdiode in Reihe hinzu.
- Wiederhole dieses Experiment zum Beispiel mit blauen Leuchtdioden.
  - Wiederhole dieses Experiment mit unterschiedlich farbigen Leuchtdioden.

## Beobachtungen und Erklärungen

- Mit roten Leuchtdioden: 4 in Reihe geschaltete Leuchtdioden leuchten ohne Probleme. Mit der fünften Leuchtdiode leuchten alle nur noch wenig, oder vielleicht auch gar nicht.
- Mit blauen Leuchtdioden: 3 in Reihe geschaltete Leuchtdioden leuchten ohne Probleme. Mit der vierten Leuchtdiode leuchten sie nicht mehr.

In einer Reihenschaltung teilt sich die Gesamtspannung an den in Reihe geschalteten Bauteilen auf. Bei einer Reihenschaltung von Leuchtdioden stellt sich an jeder Leuchtdiode eine bestimmte Nennspannung ein. Wenn die Summe aller Nennspannungen die Gesamtspannung rechnerisch übersteigt, kann kein Strom mehr fließen. Demzufolge können die Leuchtdioden auch nicht mehr leuchten.

# Parallelschaltung von Leuchtdioden (1)



Normalerweise hat jede Leuchtdiode ihren eigenen Vorwiderstand. Aber was passiert, wenn man mehrere Leuchtdioden parallel schaltet?

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

LED2: Leuchtdiode, grün

LED3: Leuchtdiode, gelb

LED4: Leuchtdiode, blau



# Parallelschaltung von Leuchtdioden (2)

## Experimente

Schalte eine rote Leuchtdiode mit einem Vorwiderstand in Reihe.

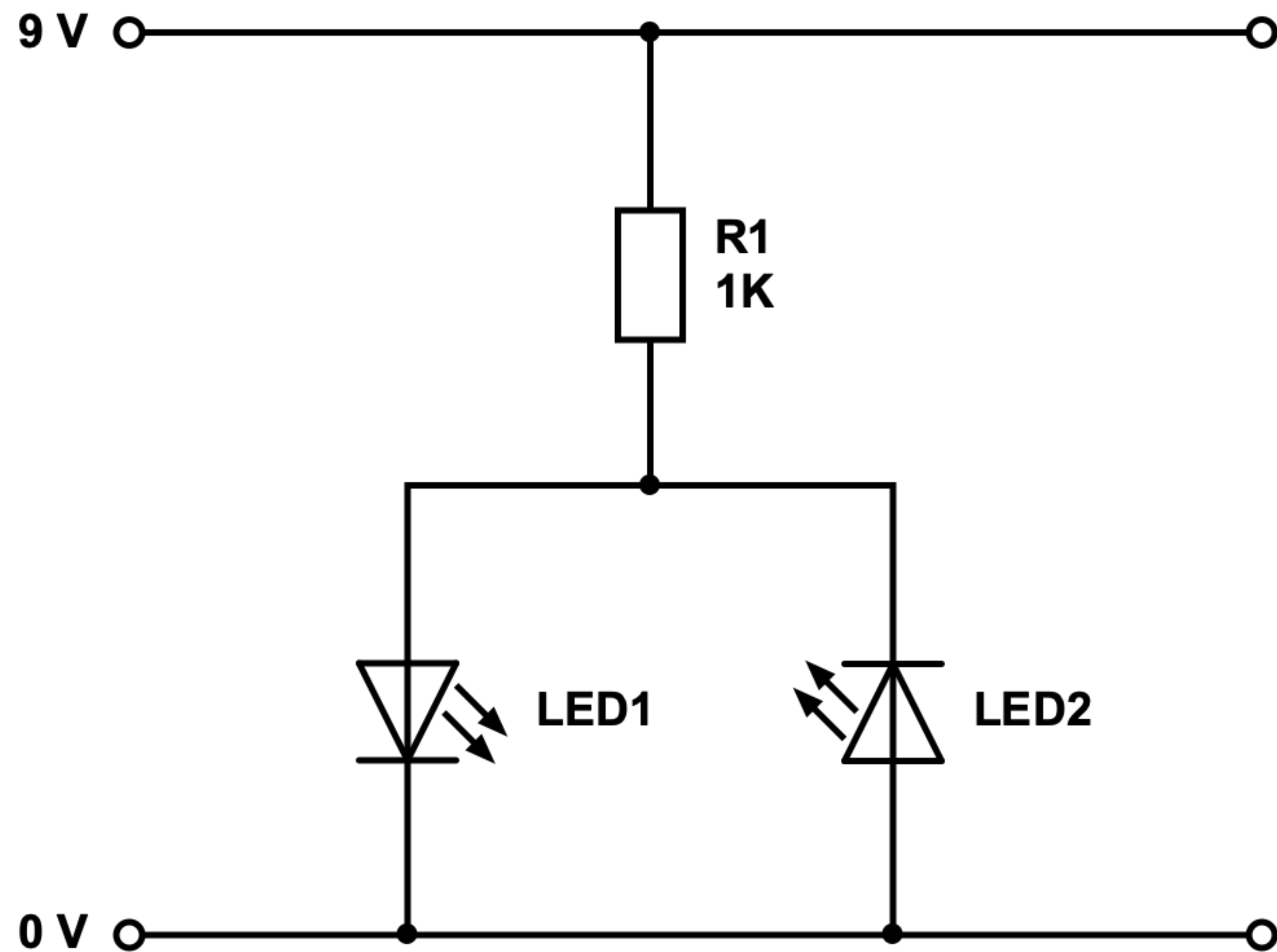
1. Schalte zur roten Leuchtdiode eine weitere rote Leuchtdiode parallel.
2. Schalte zur roten Leuchtdiode weitere andersfarbige Leuchtdioden parallel.
3. Schalte mehrere unterschiedlich farbige Leuchtdioden parallel. Welche Kombinationen eignen sich zum Parallelschalten und welche nicht?

Hinweis: Nicht alle gleichfarbigen LEDs sind gleich. Je nach Hersteller und Typ gibt es leichte Unterschiede in den Kenn- und Grenzwerten, wodurch sich unterschiedliche Verhaltensweisen einstellen, die von den folgenden Beobachtungen abweichen können.

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Bei genauerem Hinsehen, wird die erste LED etwas dunkler. Der Grund ist, dass sich die LEDs den Strom, der durch den Vorwiderstand bestimmt wird, teilen müssen. Durch einen kleineren Widerstand wird der Strom größer und somit die LEDs heller. Aber Achtung, geht eine LED, aus welchen Gründen auch immer kaputt geht, dann muss die andere LED den gesamten Strom vertragen. Der Strom kann zu viel sein und die LED zerstören.
2. Die einzige LED, die parallel zu einer roten LED leuchtet ist vermutlich die gelbe, die anderen LEDs leuchten nicht. Das liegt an der Spannung, die sich an den LEDs einstellt. Das ist die kleinste Vorwärtsspannung der parallel geschalteten LEDs.
3. In der Regel wird eine Kombination mit Rot und Gelb, sowie mit Grün und Blau funktionieren.

# Polarität testen mit einer Polaritätsanzeige



R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

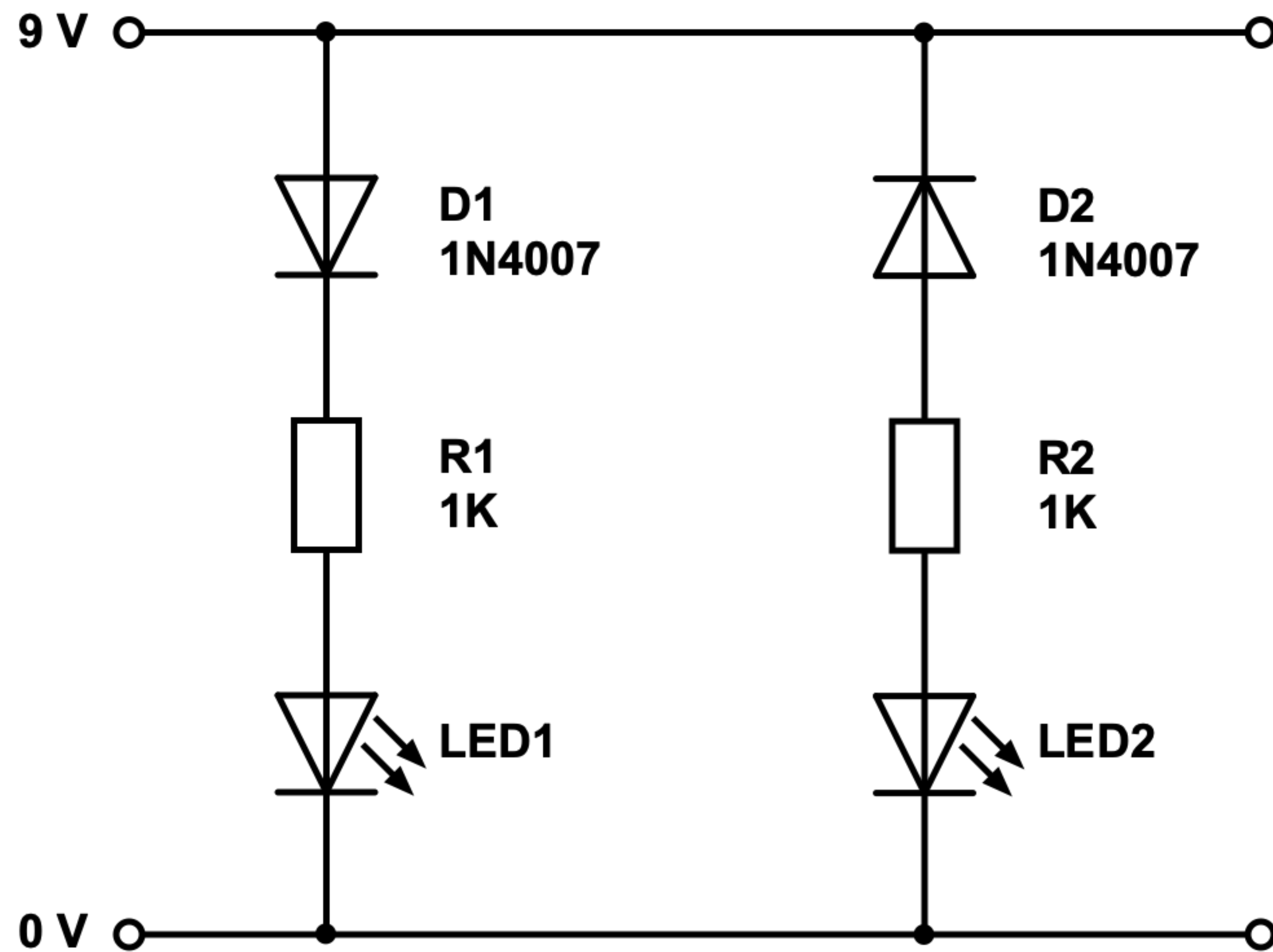
LED2: Leuchtdiode, grün

Mit dieser Schaltung kannst Du die Polarität einer Spannungsquelle testen oder eine Polaritätsanzeige für eine andere Schaltung bauen.

Beispielsweise für eine Batterie oder ein Netzteil. Dazu sind einfach zwei Leuchtdioden mit umgekehrter Polarität geschaltet. Das heißt, eine der Leuchtdioden ist in Durchlassrichtung, also richtig herum, und die andere in Sperrrichtung, also falsch herum, eingebaut. Was richtig oder was falsch ist hängt davon ab, wie herum die Spannungsquelle geschaltet ist. Funktional leuchtet immer nur eine LED.

**Hinweis:** Zu beachten ist, dass die LEDs unterschiedlich gepolt sind. Es ist beim Aufbau also nicht wichtig wie herum sie gepolt eingebaut werden, sondern nur das sie unterschiedlich gepolt werden. Anschließend kann man sich für eine Polung entscheiden. Gemeint ist, ob die rote oder die grüne LED bei Falschpolung leuchten soll.

# Diode im Stromkreis (1)



Wir wollen herausfinden, wie sich eine Diode in einem einfachen Stromkreis verhält. Hierzu lässt sich vorab schon mal sagen, dass eine Diode eine Ventilwirkung hat, also den Stromkreis nur in eine Richtung durchlässt. Die Funktion einer Diode ist also von der Polung abhängig. Aber, wie genau wirkt sich das zum Beispiel auf die anderen Bauteile im selben Stromkreis aus? Und wie lässt sich das in einer Anwendung sinnvoll nutzen?

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

D1: Diode, 1N4007

R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED2: Leuchtdiode, rot

D2: Diode, 1N4007

# Diode im Stromkreis (2)

## Experimente

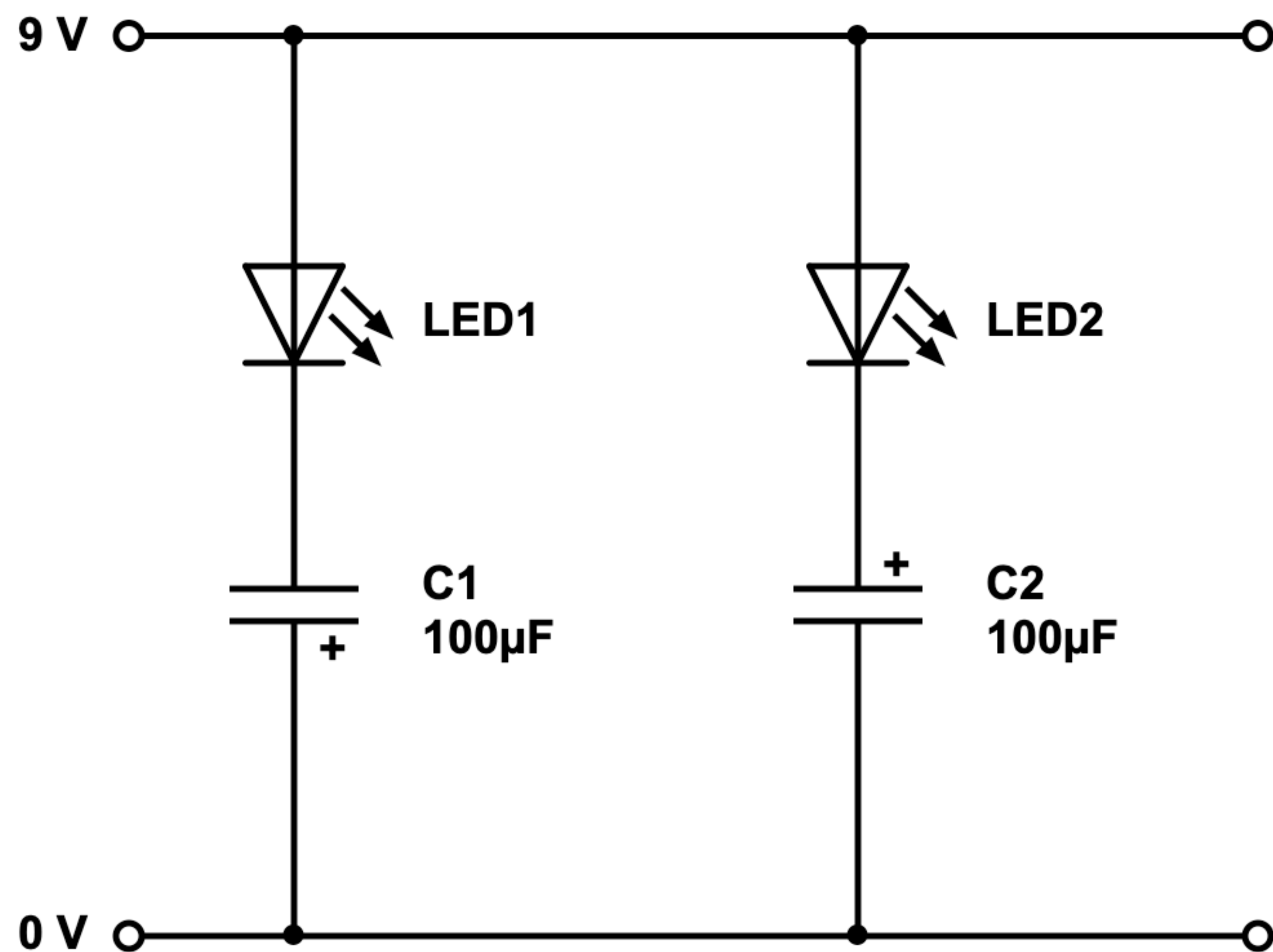
Wegen der Ventilwirkung hat eine Diode zwei Stromrichtungen bzw. Anschlussmöglichkeiten.

1. Schalte eine Diode in Durchlassrichtung.
2. Schalte die andere Diode in Sperrrichtung.

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Ist eine Diode in Durchlassrichtung geschaltet, dann kann ein Strom im Stromkreis fließen. Hier leuchtet die Leuchtdiode.
2. Ist eine Diode in Sperrichtung geschaltet, dann kann der Strom im Stromkreis nicht fließen. Die Leuchtdiode leuchtet nicht.

# Elektrolyt-Kondensator im Stromkreis (1)



LED1: Leuchtdiode, blau

LED2: Leuchtdiode, blau

C1: Elektrolyt-Kondensator, 100 uF

C2: Elektrolyt-Kondensator, 100 uF

Wir wollen herausfinden, wie sich ein Elektrolyt-Kondensator, kurz Elko genannt, in einem einfachen Gleichstromkreis verhält. Zum Vergleich bauen wir den Elektrolyt-Kondensator unterschiedlich gepolt in den Stromkreis zusammen mit jeweils einer Leuchtdiode ein.

Diese Schaltung besteht also aus zwei Teilen. Im linken Teil der Schaltung ist der Elektrolyt-Kondensator im Prinzip richtig herum gepolt. Das heißt, negativer Pol an Ground (GND) und der positive Pol zur Leuchtdiode. Im rechten Teil der Schaltung ist der Elektrolyt-Kondensator im Prinzip falsch herum gepolt. Das heißt, der positive Pol an Ground (GND) und der negative Pol zur Leuchtdiode.

Bitte beachte: Ein dauerhaft falsch gepolter Elektrolyt-Kondensator kann durch die Falschpolung Schaden nehmen. Dieser Aufbau dient nur zum Darstellen, wie sich Elektrolyt-Kondensatoren im Gleichstromkreis verhalten.

# Elektrolyt-Kondensator im Stromkreis (2)

## Experimente

Es empfiehlt sich, bei beiden Leuchtdioden die gleiche Farbe zu wählen. Dann lässt sich das Verhalten beider Stromkreise besser vergleichen.

Wäre noch die Frage zu klären, warum die Leuchtdioden keine Vorwiderstände haben.

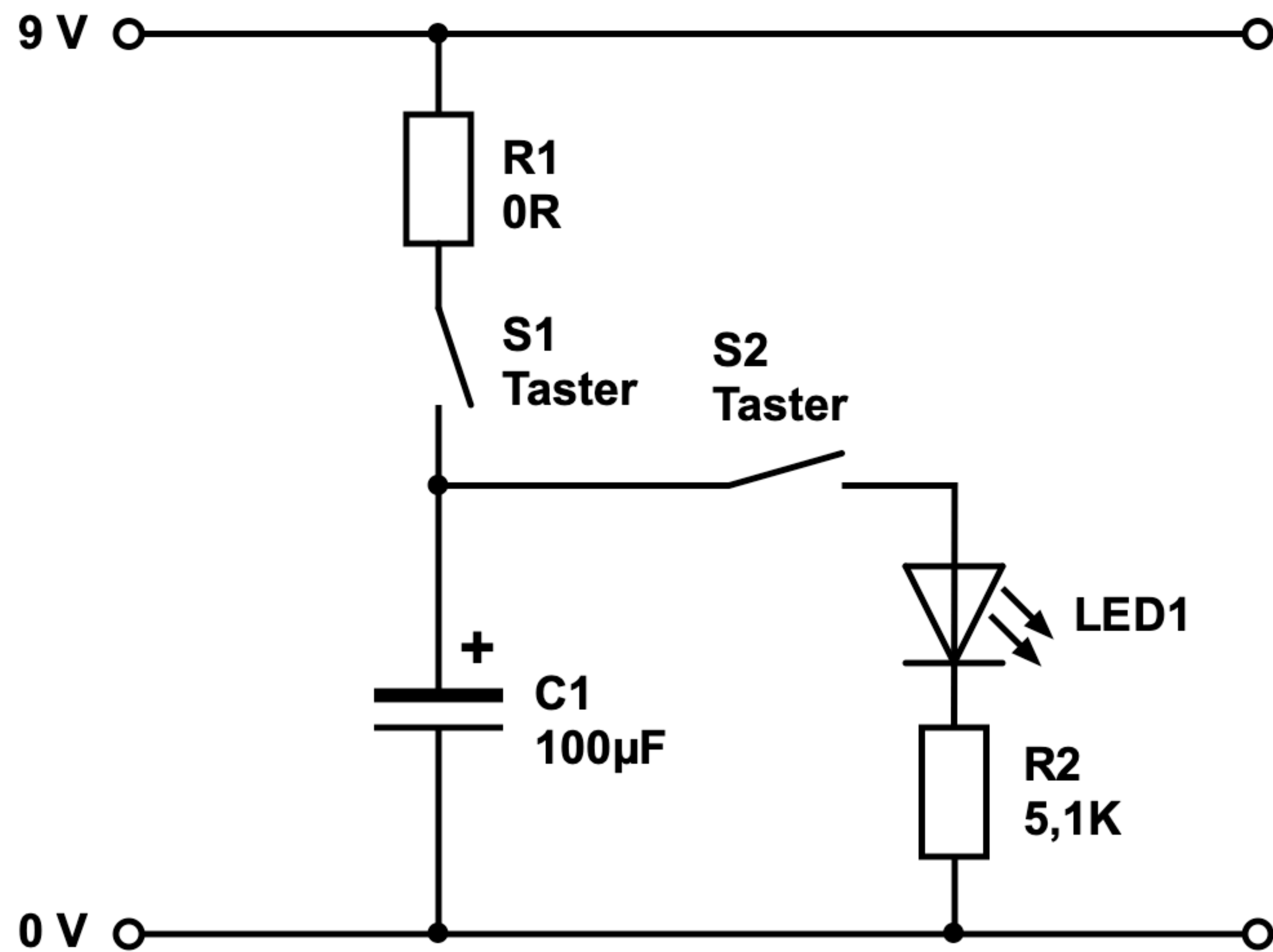
Grundsätzlich muss eine Leuchtdiode immer einen Vorwiderstand haben. Aber, das muss kein Festwiderstand sein. Es ist ausreichend, wenn das betreffende Bauteil eine strombegrenzende Eigenschaft aufweist. Und das ist bei einem Kondensator der Fall. In Abhängigkeit seiner Kapazität wird er aufgeladen. Während dem Ladevorgang verringert sich der Ladestrom. Der Kondensator wirkt wie ein Widerstand, dessen Wert immer größer wird. Wird der Kondensator voll, geht der Ladestrom auf Null und der Widerstand auf unendlich. Der Kondensator sperrt den Strom.

## Beobachtungen und Erklärungen

Wenn Du beide Stromkreise aufbaust, wirst Du ein paar Beobachtungen gemacht haben.

- Die Leuchtdioden blitzen ziemlich heftig auf, wenn der Stromkreis geschlossen wird. Allerdings lässt sich dieser Effekt scheinbar nicht wiederholen. Das liegt daran, dass der Kondensator im Einschaltmoment geladen wird (LED-Blitzen) und wenn er geladen ist, fließt kein Strom mehr.
- Um den Effekt zu wiederholen musst Du den geladenen Kondensator ausbauen und durch einen anderen Kondensator ersetzen.
- Eine weitere Beobachtung ist, dass die linke Leuchtdiode noch eine Weile etwas nachleuchtet, während die rechte nicht leuchtet.

# Laden und Entladen eines Kondensators (1)



S1: Taster

S2: Taster

R1: Widerstand, 0 Ohm (Drahtbrücke)

R2: Widerstand, 5,1 kOhm (Grün-Braun-Schwarz-Braun)

C1: Elektrolyt-Kondensator, 100 µF

LED1: Leuchtdiode, rot

Zusätzlich zum Experimentieren:

Elektrolyt-Kondensator, 10 µF

Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

Bei der dargestellten Schaltung handelt es sich um ein RC-Glied. Das ist eine Schaltung aus einem Widerstand und einem Kondensator. Mit diesem Kondensator kommt eine Zeitabhängigkeit in die Schaltung. Zusammen mit einem Widerstand können Vorgänge zeitlich verzögert oder verlängert werden. Typische Anwendungen sind Einschalt- und Ausschaltverzögerungen. Oder das Erzeugen von sich wechselnden Signalen. Zum Beispiel Taktsignalen.

Zur Funktion der Schaltung:

- Der Taster S1 dient zum Aufladen des Kondensators C1.
- Über den Widerstand R1 wird der Kondensator C1 aufgeladen. Beim Laden steigt die Spannung im Kondensator bis zum höchsten Wert an.
- Der Widerstandswert von R1 und die Kapazität von C1 bestimmen wie lange es dauert, bis der Kondensator geladen ist.
- Der Taster S2 dient zum Entladen des Kondensators C1.
- Über den Widerstand R2 und die Leuchtdiode wird der Kondensator entladen.
- Durch die Leuchtdiode kann der Lade- und Entladevorgang sichtbar gemacht werden.
- In dieser Schaltung gilt generell, ein Widerstand in Reihe mit dem Kondensator wirkt auf die Ladezeit, also verzögert den Anstieg der Spannung am Kondensator. Ein Widerstand parallel zum Kondensator wirkt auf die Entladezeit, also verzögert den Abfall der Spannung am Kondensator.

# Laden und Entladen eines Kondensators (2)

## Experimente

Baue die Schaltung auf und nehme für die Experimente die entsprechenden Änderungen vor. Beachte dabei bitte folgende Hinweise.

- Der Taster S1 dient zum Aufladen des Kondensators. Wenn Du dem Kondensator beim Aufladen „zuschauen“ möchtest, muss der Taster S2 zusätzlich gedrückt oder mit einem Kabel überbrückt sein.
- Der Taster S2 dient zum Entladen des Kondensators. Dafür darf der Taster S1 nicht mehr gedrückt sein.
- Wenn Du in dieser Schaltung den Kondensator gegen einen anderen tauschst, dann kann es sein, dass der neue eine Restladung aufweist, wodurch die Beobachtung verfälscht werden kann. Führe deshalb jedes Experiment (Drücken der Taster) mehrmals hintereinander durch.
- Ein Widerstand von 0 Ohm bedeutet, dass an der Stelle ein Verbindungskabel und kein Widerstand gesteckt werden muss. Ein Verbindungskabel hat nahezu 0 Ohm.

Mit den folgenden Versuchen wollen wir herausfinden, wie sich unterschiedliche Kondensatoren grundsätzlich verhalten und was dabei passiert. Das Leuchtverhalten der Leuchtdiode ist dabei ausschlaggebend.

1. C1: 100  $\mu\text{F}$ , R1: 0 Ohm, R2: 5,1 kOhm, S1: kurz drücken und loslassen, S2: drücken
2. **C1: 10  $\mu\text{F}$** , R1: 0 Ohm, R2: 5,1 kOhm, S1: kurz drücken und loslassen, S2: drücken

Mit den folgenden Versuchen wollen wir herausfinden, wie sich die Schaltung bei unterschiedlichen Ladewiderständen verhält.

3. **C1: 100  $\mu\text{F}$** , R1: 0 kOhm, R2: 5,1 kOhm, S2: drücken und halten, S1: kurz drücken und loslassen
4. C1: 100  $\mu\text{F}$ , **R1: 1 kOhm**, R2: 5,1 kOhm, S2: drücken und halten, S1: kurz drücken und loslassen
5. C1: 100  $\mu\text{F}$ , **R1: 10 kOhm**, R2: 5,1 kOhm, S2: drücken und halten, S1: kurz drücken und loslassen

Mit den folgenden Versuchen wollen wir herausfinden, wie wir das Leuchtverhalten der Leuchtdiode verbessern können.

6. C1: 100  $\mu\text{F}$ , R1: 10 kOhm, **R2: 1 kOhm**, S2: drücken und halten, S1: kurz drücken und loslassen



# Laden und Entladen eines Kondensators (3)

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Durch Drücken von S1 wird C1 aufgeladen. Durch Drücken von S2 wird C1 über die Leuchtdiode entladen. Dabei leuchtet die LED kurz auf und glimmt vergleichsweise langsam aus.
2. Durch Drücken von S1 wird C1 aufgeladen. Durch Drücken von S2 wird C1 über die Leuchtdiode entladen. Dabei leuchtet die LED kurz auf. Allerdings glimmt sie schneller aus.

Fazit: Durch die kleinere Kapazität des Kondensators steht ein geringerer Strom für die Leuchtdiode bereit. Die Leuchtdauer verkürzt sich.

3. Durch Drücken und Halten von S2 wird der entladende Stromkreis aktiviert. Dadurch wird der Ladevorgang sichtbar. Durch Drücken von S1 geht die LED sofort an. Nach dem Loslassen von S1 geht die LED vergleichsweise langsam aus.
4. Durch Drücken und Halten von S2 wird der entladende Stromkreis aktiviert. Durch Drücken von S1 geht die LED nicht sofort an, sondern wird vergleichsweise schnell heller. Aber nicht ganz so hell wie davor. Nach dem Loslassen von S1 geht die LED vergleichsweise langsam aus.
5. Durch Drücken und Halten von S2 wird der entladende Stromkreis aktiviert. Durch Drücken von S1 wird die LED langsam heller. Aber noch weniger hell als davor.

Fazit: Ein Kondensator wird mit Strom geladen. Am Anfang ist dieser Strom sehr hoch, weshalb sein Widerstand sehr klein und die abfallende Spannung auch sehr klein ist. Der Ladestrom wird durch den Widerstand R1 zusätzlich begrenzt. Steigt die Ladung, wird der Ladestrom geringer, der Widerstand des Kondensators größer und somit die abfallende Spannung auch größer.

Irgendwann erreicht die Kondensatorspannung eine Schwelle, die für den Entladestromkreis mit der Leuchtdiode groß genug ist, dass die LED zu leuchten beginnt. Ihre Helligkeit ist jedoch vom Strom abhängig, der größer wird je kleiner der Ladestrom des Kondensators wird. Je voller der Kondensator wird, desto mehr Strom bekommt die Leuchtdiode und leuchtet heller.

Je größer der Ladewiderstand R1 ist, desto stärker wird der Ladestrom begrenzt und desto langsamer wird der Kondensator aufgeladen, und desto langsamer wird die LED heller. Aber ein größerer Ladewiderstand begrenzt auch den Strom für die Leuchtdiode.

# Laden und Entladen eines Kondensators (4)

## Beobachtungen und Erklärungen

6. Durch Drücken und Halten von S2 wird der entladene Stromkreis aktiviert. Durch Drücken von S1 wird die LED langsam heller und leuchtet im Endzustand auch heller. Nach dem Loslassen von S2 glimmt die Leuchtdiode schnell aus.

Fazit: Mit dem Entladewiderstand R2 kann man den Strom im Entladestromkreis aktiv beeinflussen. Die Leuchtdiode leuchtet heller, geht aber auch schneller aus.

In dieser Schaltung erfolgt die Entladung durch einen Laststrom. Der Nachteil davon ist, dass die Last, in dieser Schaltung eine LED mit Vorwiderstand, den Laststrom bestimmt. Für Experimente ist das sicherlich in Ordnung. In der Praxis versucht man den Entladestrom vom Laststrom zu entkoppeln. Typischerweise arbeitet man dann mit einer Transistor-Schaltung.

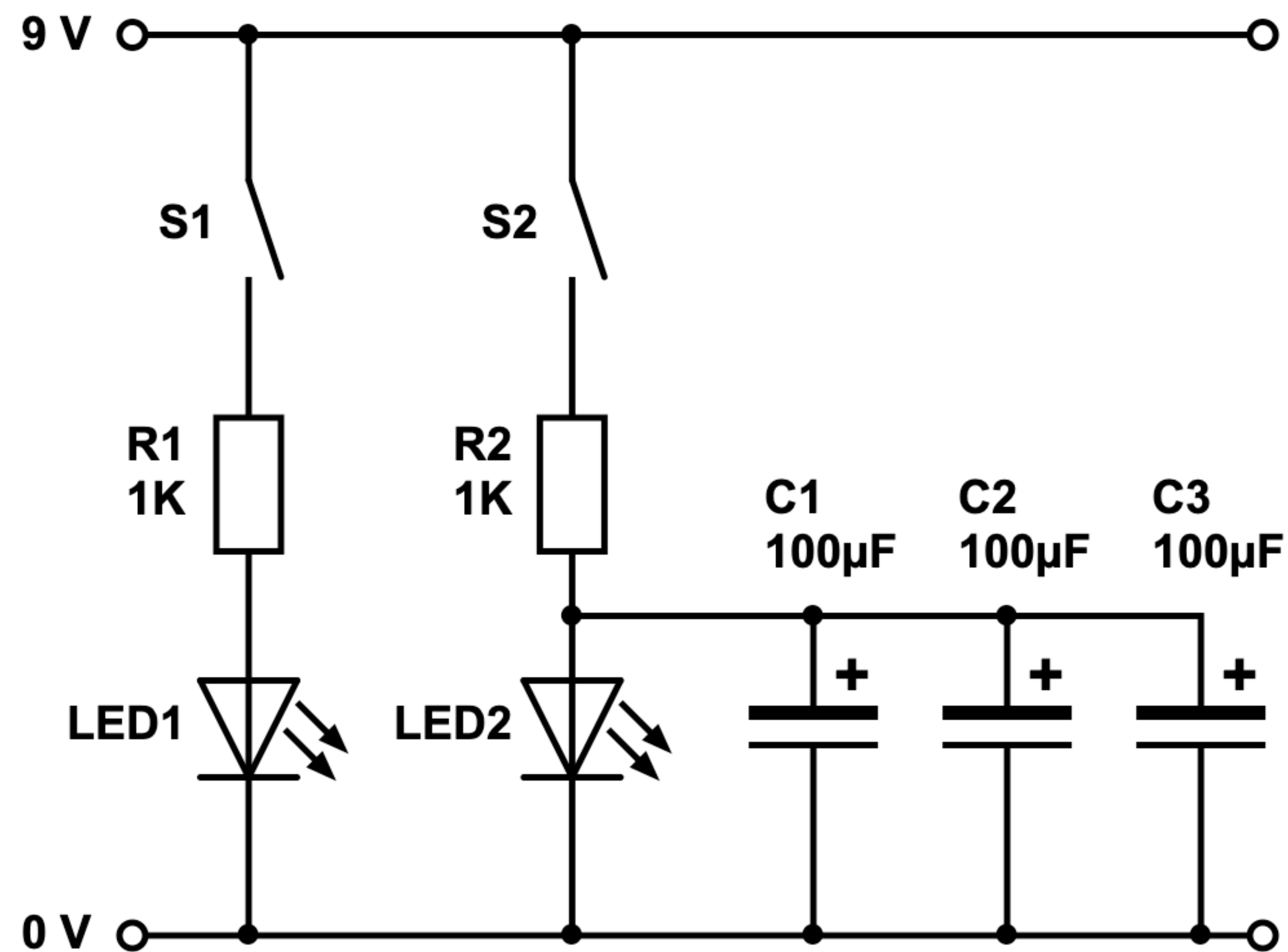
## Sinnvolle Anwendungen?

Bei diesen Experimenten besteht natürlich der Nachteil, dass die LED den Strom aus dem Kondensator bezieht. Dieser Strom wird vom Vorwiderstand bestimmt. Den kann man aber nicht beliebig vergrößern um die Leuchtdauer zu verlängern, weil die LED dann sehr wenig oder praktisch gar nicht mehr leuchtet.

Wir brauchen also eine Schaltung, die einen geringeren Einfluss auf die Entladung des Kondensators hat und die es ermöglicht, eine zeitliche Verzögerung durch Laden und Entladen exakter zu bestimmen.

Denkbar wäre ein Transistor-Schaltung, die als Ausschaltverzögerung geschaltet ist.

# Kondensator im Stromkreis parallel geschaltet (1)



S1: Taster

S2: Taster

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun)

R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

LED2: Leuchtdiode, rot

C1: Elektrolyt-Kondensator, 100  $\mu$ F

C2: Elektrolyt-Kondensator, 100  $\mu$ F

C3: Elektrolyt-Kondensator, 100  $\mu$ F

Wir wollen herausfinden, wie sich ein Elektrolyt-Kondensator, kurz Elko genannt, in einem Stromkreis verhält. Zum Vergleich bauen wir die Versuchsschaltung aus Leuchtdiode mit Vorwiderstand zwei mal auf. Parallel zur Leuchtdiode schalten wir einen oder mehrere Elektrolyt-Kondensator parallel.

Hier stellt sich die Frage, wie verhält sich ein Kondensator, wenn er parallel geschaltet wird? Zum Beispiel zu einer Leuchtdiode.

# Kondensator im Stromkreis parallel geschaltet (2)

## Experimente, Beobachtungen und Erkenntnisse

Die Schaltung mit Widerstand R1, Taster S1 und Leuchtdiode LED1 ist bekannt und von der Funktion her ganz einfach. Wird der Taster S1 gedrückt, dann leuchtet die Leuchtdiode LED1. Lässt man den Taster los, geht die Leuchtdiode aus. Für was brauchen wir diese Schaltung? Wir brauchen sie, um vergleichen zu können, ohne den rechten Teil der Schaltung umbauen zu müssen.

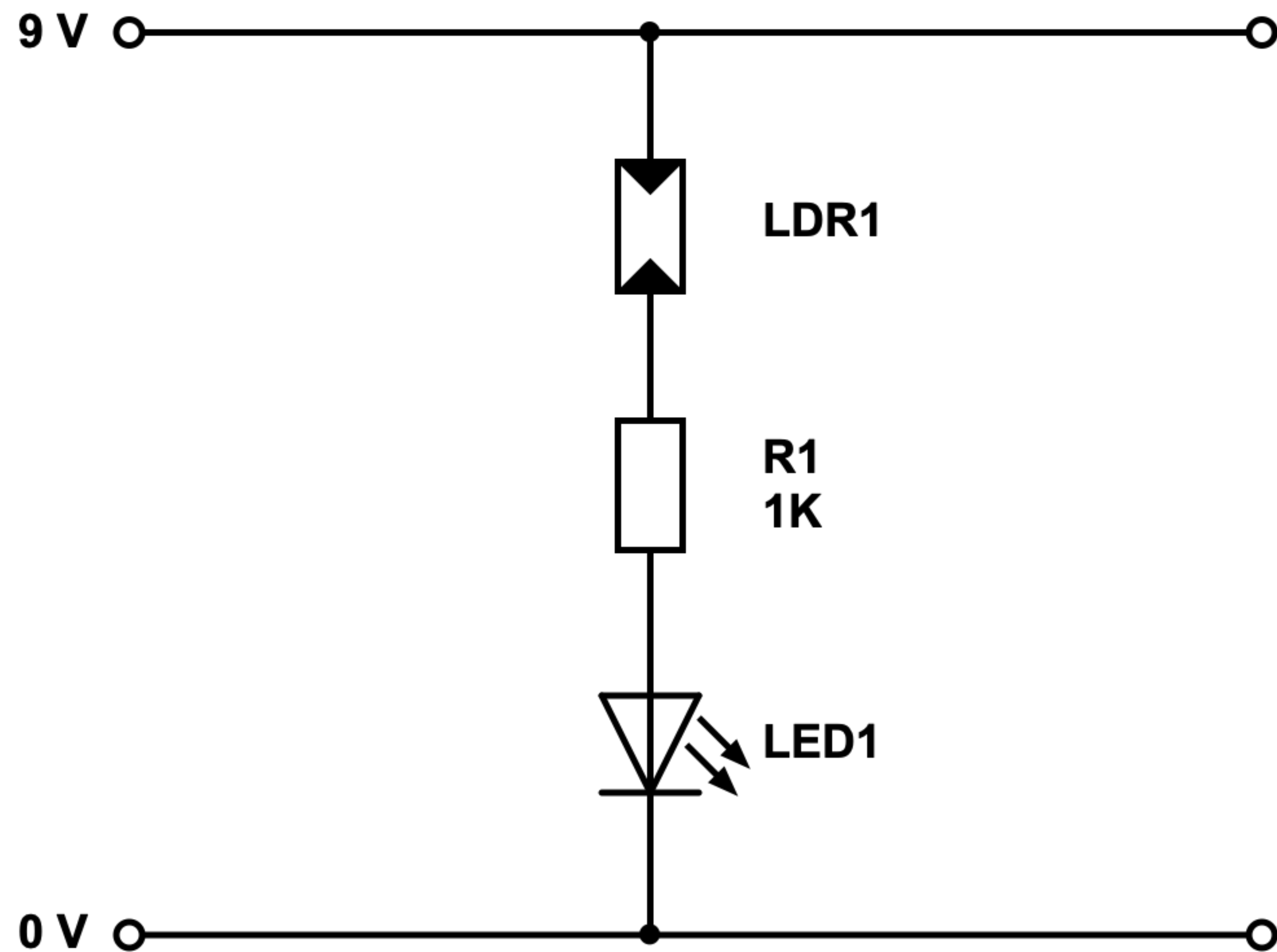
Im rechten Schaltungsteil werden zur Leuchtdiode LED2 zusätzlich die Kondensatoren C1, C2 und C3 parallel geschaltet.

Wird der Taster S2 gedrückt, dann leuchtet die Leuchtdiode LED2. Lässt man den Taster los, geht die Leuchtdiode aus. So weit, so gut. Doch was ist jetzt hier anders? Im ersten Moment nicht, aber wenn man genau hinschaut, dann schon. Drücke den Taster S2 noch einmal und schaue beim Loslassen genau von oben in die LED hinein. Kannst es jetzt erkennen? Die LED glimmt noch ein klein wenig nach. Ganz schwach nur, aber erkennbar.

Auch wenn der Effekt nicht besonders groß ist, lassen sich daraus ein paar Erkenntnisse ableiten.

1. Der Kondensator bzw. die Parallelschaltung der Kondensatoren, die dadurch wie ein großer Kondensator wirken, dienen als Stromspeicher, der dann wirkt, wenn der Taster losgelassen wird und die Leuchtdiode eigentlich ausgehen sollte.
2. Da der Strombedarf der Leuchtdiode sehr groß ist müsste der Kondensator deutlich größer sein, um länger und heller leuchten zu können.

# Fotowiderstand im Stromkreis (1)



Wir wollen herausfinden, wie sich ein Fotowiderstand, kurz LDR genannt, in einem einfachen Stromkreis verhält. Hierzu lässt sich vorab schon mal sagen, dass der Widerstandswert eines Fotowiderstands von der Helligkeit des einfallenden Lichts abhängig ist. Aber, wie genau wirkt sich das zum Beispiel auf die anderen Bauteile im selben Stromkreis aus? Und wie lässt sich das in einer Anwendung sinnvoll nutzen?

LDR1: Fotowiderstand

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

# Fotowiderstand im Stromkreis (2)

## Experimente

Der Widerstandswert eines Fotowiderstands ist von der Helligkeit des einfallenden Lichts abhängig. Wenn man den Fotowiderstand als Licht- oder Helligkeitssensor versteht, dann müsste sich sein Widerstand beim Verdecken mit einem Finger ändern und somit auch die Helligkeit der Leuchtdiode.

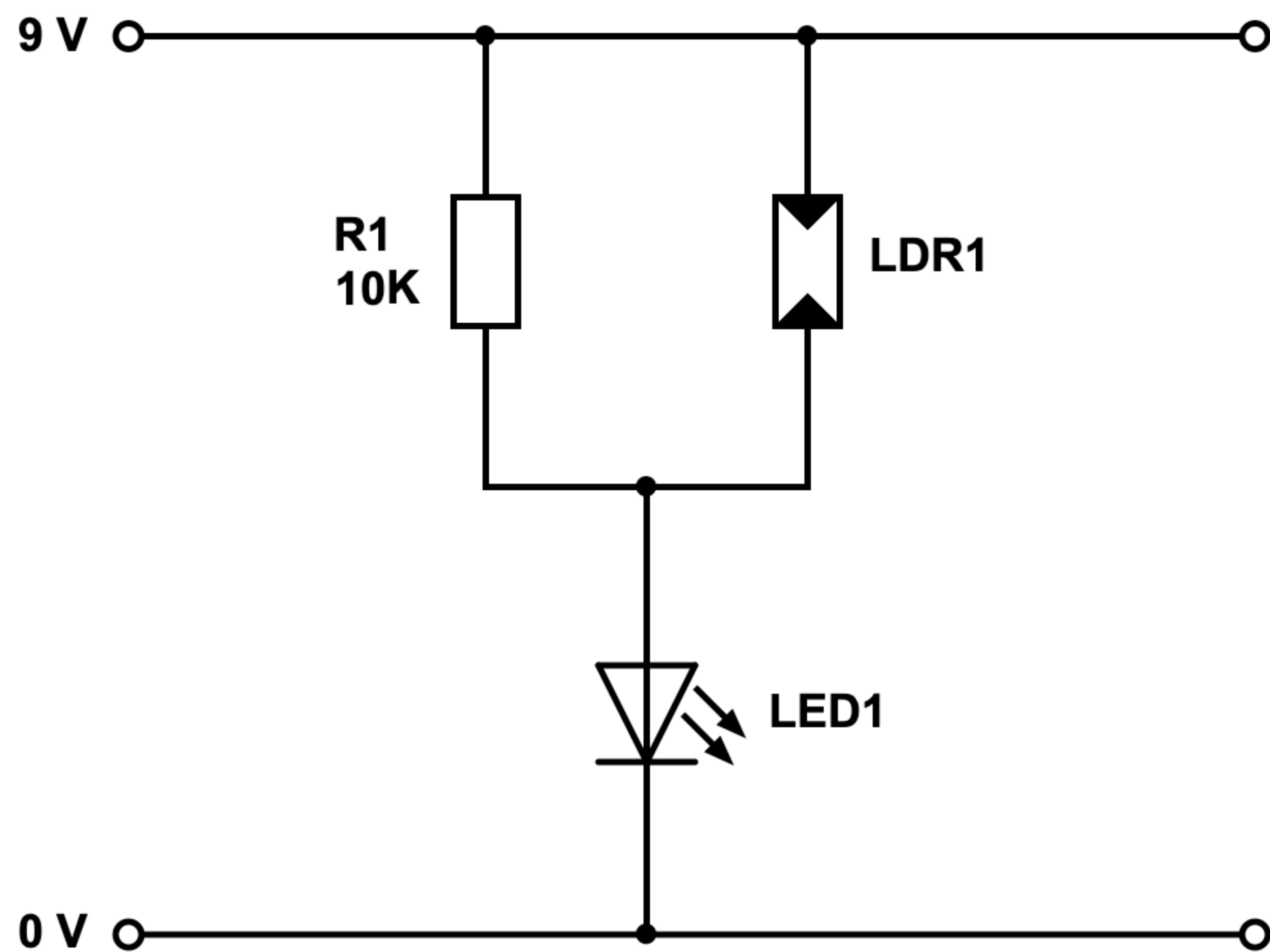
1. Wie ändert sich die Helligkeit der Leuchtdiode, wenn Du den Fotowiderstand mit einem Finger verdeckst?
2. Was bedeutet das für den Strom und den Widerstand des Fotowiderstands?
3. Wie ändert sich die Helligkeit der Leuchtdiode, wenn Du Deinen Finger vom Fotowiderstand nimmst?
4. Was bedeutet das für den Strom und den Widerstand des Fotowiderstands?

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Wenn man den Fotowiderstand verdeckt, dann wird die Leuchtdiode dunkler.
2. Es fließt ein geringerer Strom, weil der Widerstand des Fotowiderstands größer wurde.
3. Fällt Licht auf den Fotowiderstand, dann wird die Leuchtdiode heller.
4. Es fließt ein größerer Strom, weil der Widerstand des Fotowiderstands kleiner wurde.

Hinweis: Die Leitfähigkeit und damit der Widerstand von Halbleitermaterialien sind lichtabhängig. Deshalb sind Halbleiterbauelemente in der Regel in lichtundurchlässige Gehäuse vergossen. Außer bei Fotodioden, Fototransistoren und Fotowiderständen.

# Fotowiderstand im Stromkreis parallel geschaltet (1)



Wir wollen herausfinden, wie sich ein Fotowiderstand, kurz LDR genannt, in einem einfachen Stromkreis verhält. Hierzu lässt sich vorab schon mal sagen, dass der Widerstandswert eines Fotowiderstands von der Helligkeit des einfallenden Lichts abhängig ist. Aber, wie genau wirkt sich das zum Beispiel auf die anderen Bauteile im selben Stromkreis aus?

Diese Schaltung besteht aus einer Parallelschaltung mit einem Festwiderstand und dem Fototransistor, die mit einer Leuchtdiode in Reihe geschaltet sind. Festwiderstand und Fototransistor wirken zusammen als Vorwiderstand für die Leuchtdiode.

R1: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

LDR1: Fotowiderstand

LED1: Leuchtdiode, rot

# Fotowiderstand im Stromkreis parallel geschaltet (2)

## Experimente

Der Widerstandswert eines Fotowiderstands ist von der Helligkeit des einfallenden Lichts abhängig. Wenn man den Fotowiderstand als Licht- oder Helligkeitssensor versteht, dann müsste sich sein Widerstand beim Verdecken mit einem Finger ändern und somit auch die Helligkeit der Leuchtdiode.

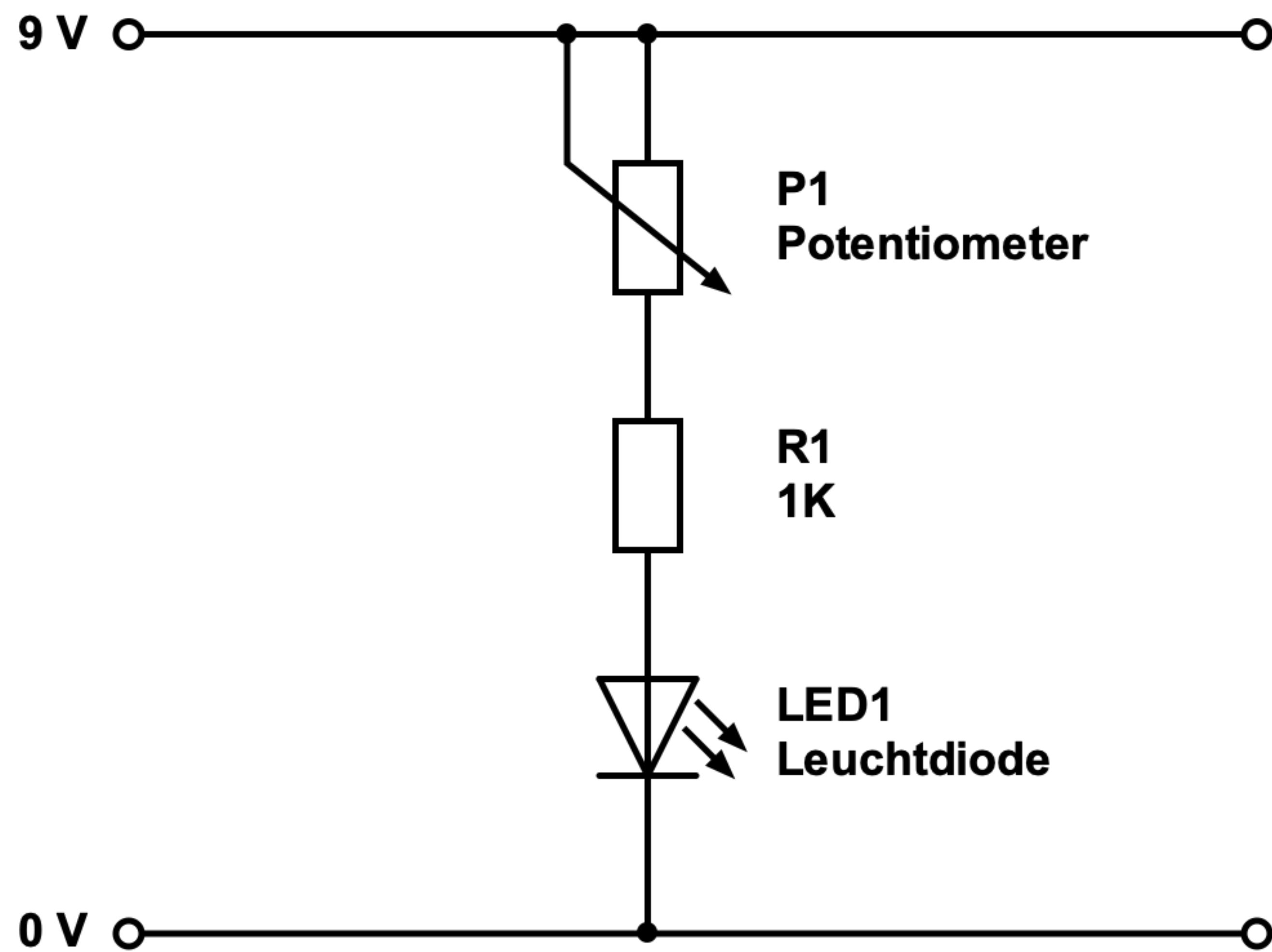
1. Wie ändert sich die Helligkeit der Leuchtdiode, wenn Du den Fotowiderstand mit einem Finger verdeckst?
2. Was bedeutet das für den Strom und den Widerstand des Fotowiderstands?
3. Wie ändert sich die Helligkeit der Leuchtdiode, wenn Du Deinen Finger vom Fotowiderstand nimmst?
4. Was bedeutet das für den Strom und den Widerstand des Fotowiderstands?

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Die Leuchtdiode leuchtet weniger hell.
2. Der Widerstandswert des Fotowiderstands wurde größer. Durch die Leuchtdiode fließt weniger Strom.
3. Die Leuchtdiode leuchtet hell.
4. Der Widerstandswert des Fotowiderstands wurde kleiner. Durch die Leuchtdiode fließt mehr Strom.



# Potentiometer im Stromkreis (1)



Wir wollen herausfinden, wie sich ein Potentiometer in einem einfachen Stromkreis verhält. Hierzu lässt sich vorab schon mal sagen, dass ein Potentiometer ein einstellbarer Widerstand ist, und man damit den Strom in einem Stromkreis einstellen kann. Aber, wie genau wirkt sich das zum Beispiel auf die anderen Bauteile im selben Stromkreis aus? Und wie lässt sich das in einer Anwendung sinnvoll nutzen?

Hier versuchen wir die Wirkungsweise des Potentiometers auf eine Leuchtdiode herauszufinden.

Beim Anschluss eines Potentiometers muss man auf die Beschaltung achten. Der Anschluss in der Mitte ist in der Regel der Mittelabgriff, mit dem man den Widerstandswert abgreift bzw. einstellt.

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

P1: Potentiometer, 10 kOhm (P103)

# Potentiometer im Stromkreis (2)

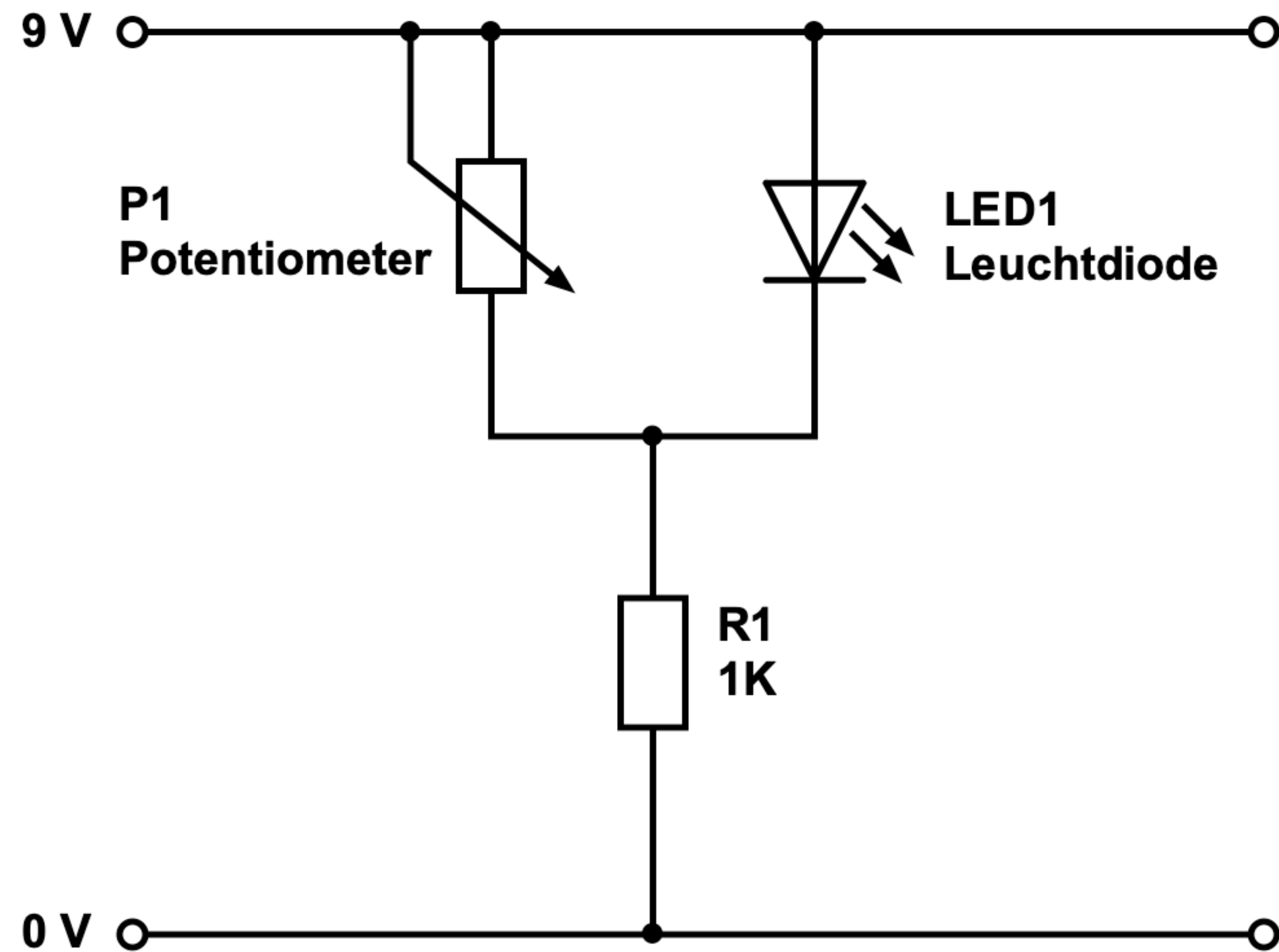
## Experimente

- Baue die Schaltung auf und drehe mit den Fingern den Drehknopf des Potentiometers hin und her. Beobachte dabei, was sich an der Leuchtdiode verändert.
- Probiere andersfarbige Leuchtdioden aus.

## Beobachtungen und Erklärungen

- Durch Drehen des Potentiometers ändert sich dessen Widerstand und damit der Stromfluss durch die Leuchtdiode. Das heißt, sie leuchtet heller oder dunkler.
- Mit dem Potentiometer kann man die Helligkeit der Leuchtdiode einstellen.
- Das Potentiometer funktioniert wie ein Dimmer.

# Potentiometer als LED-Dimmer (1)



Wir wollen herausfinden, wie sich ein Potentiometer in einem einfachen Stromkreis verhält. Hierzu lässt sich vorab schon mal sagen, dass ein Potentiometer ein einstellbarer Widerstand ist, und man damit den Strom in einem Stromkreis einstellen kann. Aber, wie genau wirkt sich das zum Beispiel parallel zu einer Leuchtdiode aus? Und lässt sich das auch sinnvoll nutzen?

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

P1: Potentiometer, 10 kOhm (P103)

# Potentiometer als LED-Dimmer (2)

## Experimente

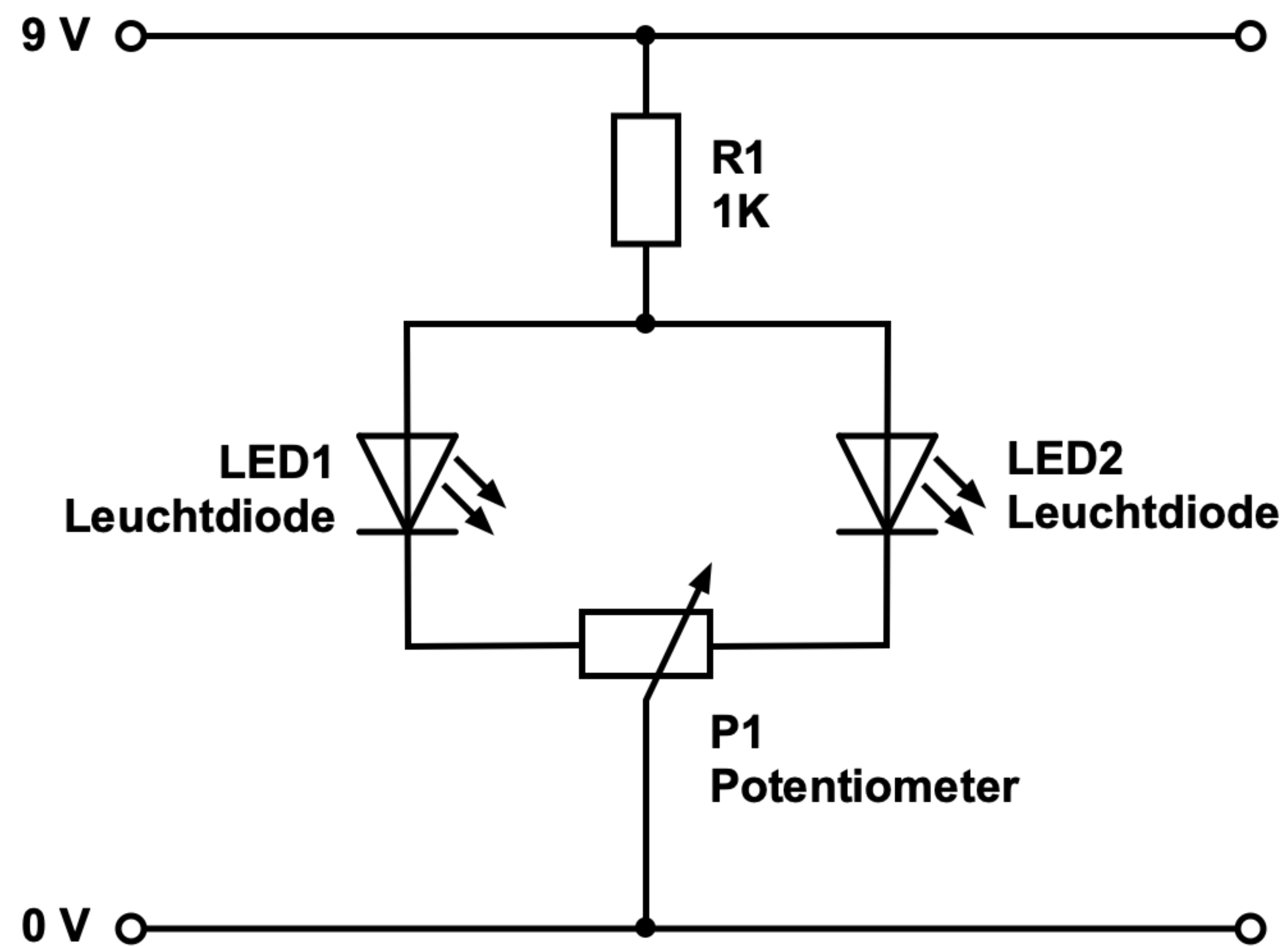
Baue die Schaltung auf und drehe den Regler am Potentiometer in die Mittelstellung. Der Pfeil sollte auf Dich zeigen.

1. Was lässt sich über die Helligkeit der Leuchtdiode sagen, wenn Du den Regler am Potentiometer ganz nach rechts drehst?
2. Wie ändert sich die Helligkeit der Leuchtdiode, wenn Du den Regler am Potentiometer ganz nach links drehst?
3. Was bedeutet das für den Widerstand des Potentiometers?

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Die LED leuchtet unverändert sehr hell.
2. Die LED geht aus.
3. Das Verhältnis der Widerstandswerte zwischen Festwiderstand und Potentiometer hat sich so verändert, dass die Spannung an der Leuchtdiode zu klein wurde und auch weniger Strom durch sie hindurchfließt. Der Widerstand des Potentiometers wurde immer kleiner, bis er die Leuchtdiode praktisch überbrückt.

# Potentiometer als Wechseldimmer (1)



Das Parallelschalten von Leuchtdioden mit einem gemeinsamen Vorwiderstand funktioniert nicht immer. Was am unterschiedlichen Spannungsbedarf liegt. Mit einem zusätzlichen Potentiometer befindet sich für jede Leuchtdiode ein variabler Vorwiderstand im Stromkreis, wodurch sich für beide Leuchtdioden unterschiedliche Spannungen und Ströme einstellen können.

LED1: Leuchtdiode, rot

LED2: Leuchtdiode, grün

P1: Potentiometer, 10 kOhm (103)

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

# Potentiometer als Wechseldimmer (2)

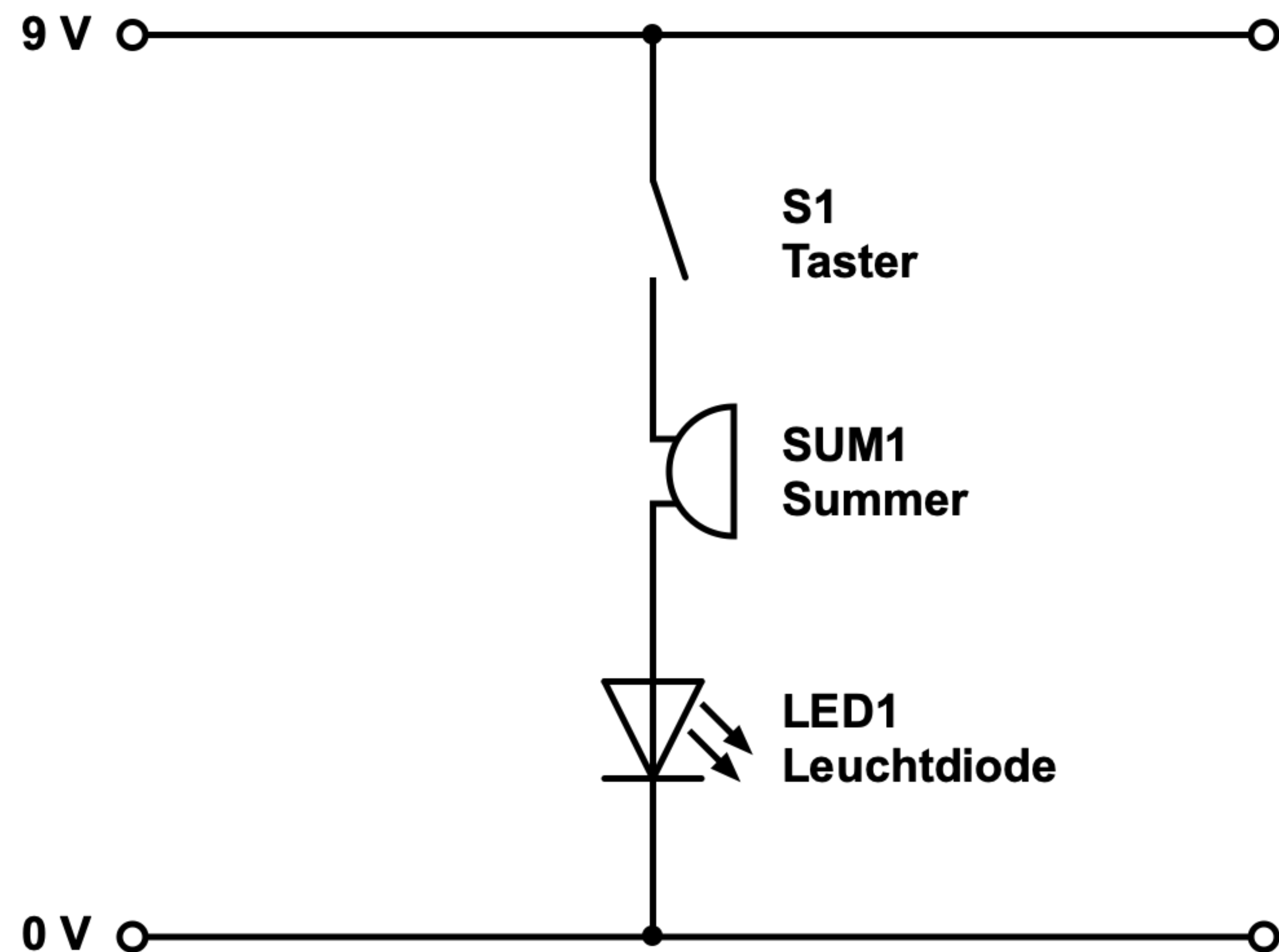
## Experimente

1. Stelle das Potentiometer so ein, dass beide Leuchtdioden gleich hell leuchten.
2. Versuche unterschiedliche Kombinationen von Leuchtdioden.

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Das Einstellen der Spannungs- und Stromverteilung mit einem Potentiometer kann sehr umständlich sein. Es ist etwas Feingefühl gefragt.
2. Je nach LED-Kombination verändert sich die Potentiometer-Einstellung erheblich.

# Summer richtig beschalten und prüfen



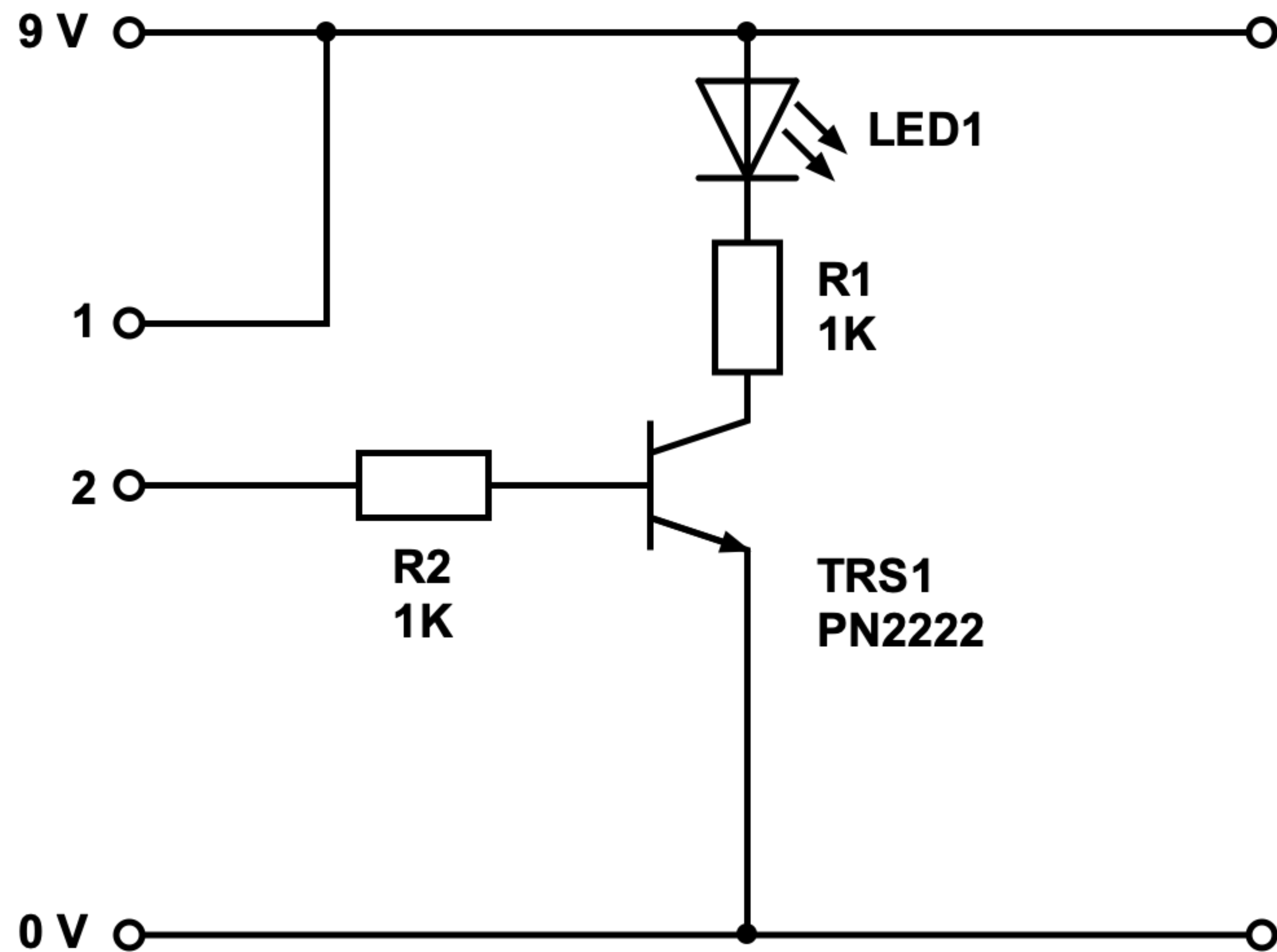
Was kann man bei einem Summer schon falsch machen? Naja, Du kannst ihn richtig oder auch falsch herum in die Schaltung einbauen. Ein Summer ist gepolt. Zur Unterscheidung der Anschlüsse ist der Summer auf dem Gehäuse mit einem Plus (+) gekennzeichnet.

Desweiteren gibt es Summer für unterschiedliche minimale und maximale Spannungen. Das heißt, man muss auf die Spannung achten, die an einem Summer angelegt ist.

Muss eine Leuchtdiode nicht mit einem Vorwiderstand betrieben werden? Ja, normalerweise schon. In dem Fall ist der Summer der Vorwiderstand, bzw. er wirkt wie einer.

S1: Taster  
SUM1: Summer  
LED1: Leuchtdiode, rot

# 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)

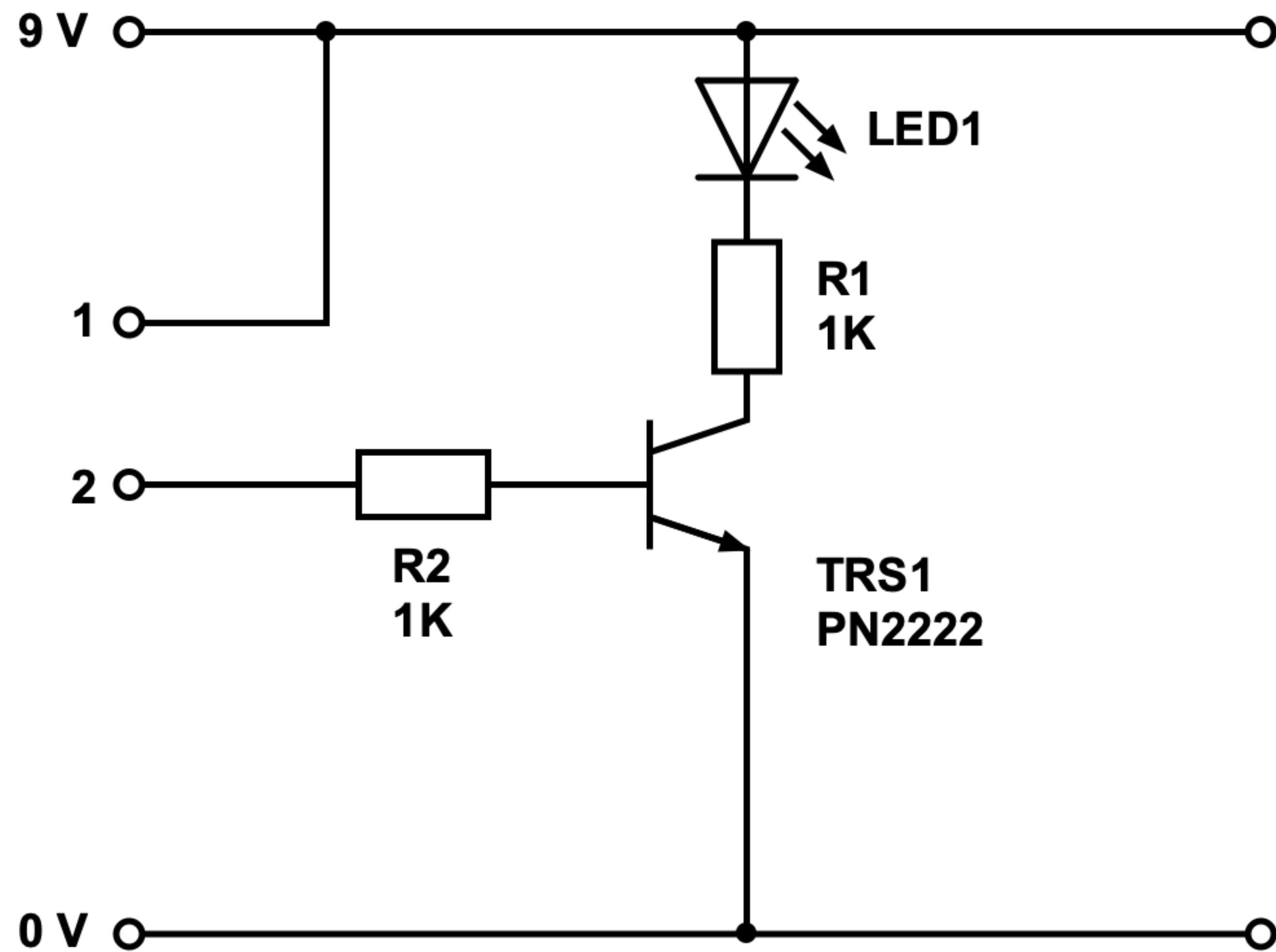
Diese Schaltung kann als einfacher Durchgangsprüfer genutzt werden. Zur Signalisierung eines Stromflusses wird eine Leuchtdiode verwendet.

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.

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

TRS1: Transistor, PN2222 (BC547)

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.

# Tipps & Tricks (2)

Du hast jetzt schon ein paar Schaltungen aufgebaut. Vielleicht hast Du festgestellt, dass sich viele Schaltungen ähnlich sind. Manche Schaltungen weichen nur geringfügig voneinander ab. Das solltest Du Dir zu Nutze machen.

## **Grundschaltungen aufgebaut lassen**

Viele Schaltungen unterscheiden sich nicht groß voneinander. Oder zumindest Teile von Schaltungen.

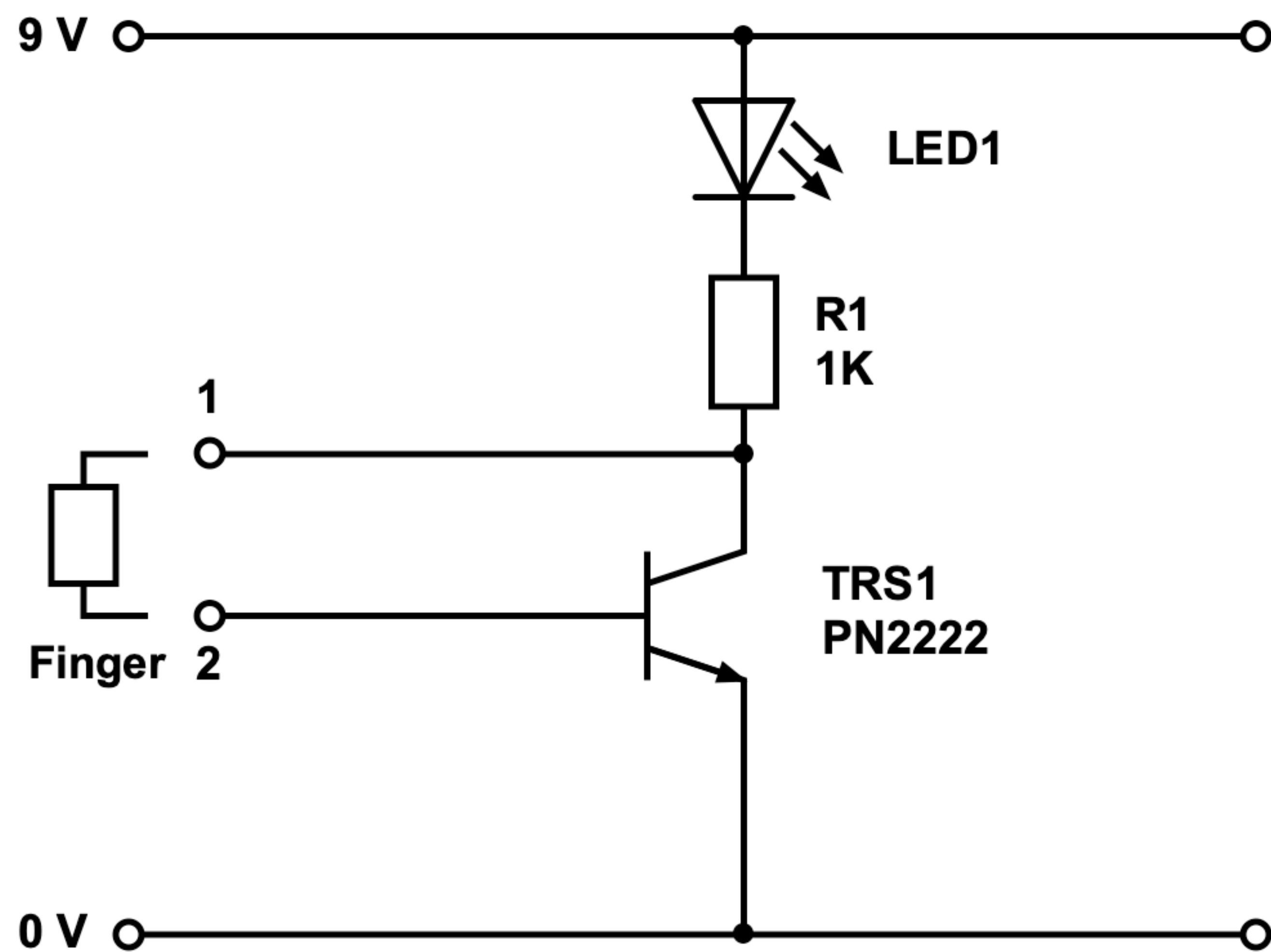
- In fast jeder Schaltung gibt es eine Leuchtdiode mit Vorwiderstand.
- Oft wird ein Transistor als Schalter verwendet.

Es kann sinnvoll sein, einen Transistor als Schalter mit Leuchtdiode und Vorwiderstand immer aufgebaut zu lassen. Das braucht man immer wieder.

## **Schaltungen vergleichen**

Das einige Grundschaltungen immer aufgebaut bleiben sollten ist noch aus einem anderen Grund sinnvoll. Dann lassen sich mehrere Schaltungen miteinander vergleichen. Dadurch kannst Du Dein Verständnis noch weiter steigern.

# Einfacher Berührungssensor (1)



Berührungsschalter oder Sensortasten waren einmal vor langer Zeit der heiße Scheiß im Bereich der Unterhaltungselektronik. Das war eine Zeit, als man noch keine Touchscreens kannte. Doch heute werden mechanische Taster wegen einem klaren Druckpunkt, bevorzugt eingesetzt. Berührungsschalter finden sich nur noch in Bereichen, wo es aus hygienischen Gründen Sinn macht oder im industriellen Umfeld, wo Robustheit gefragt ist.

Diese Schaltung ist ein einfacher Berührungssensor. Es ist die Grundschaltung, die sich zum Beispiel auch als Durchgangsprüfer und Bauteil-Tester eignet. Diese Schaltung ist sehr einfach und kann für vielfältige Anwendungen weitergenutzt werden. Dabei muss nur eine einzige Funktionsweise beachtet werden: Fließt ein Strom zwischen Punkt 1 und 2, dann leuchtet die Leuchtdiode.

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

TRS1: Transistor, PN2222

LED1: Leuchtdiode, rot

# Einfacher Berührungssensor (2)

## Experimente

Probiere folgende Experimente aus:

1. Berühre Pin 1 und Pin 2 zusammen nur ganz leicht.
2. Führe die Berührung mit etwas mehr Druck aus.
3. Führe die Berührung mit deutlich mehr Druck aus.
4. Berühre die Pins mit zwei Fingern gleichzeitig.

## Was können wir feststellen?

Von Versuch 1 aus gesehen, leuchtet die LED von Versuch 2, 3 bis 4 immer heller. Aber warum? Der Transistor wird über den Strom gesteuert. Mehr Strom an der Basis bedeutet mehr Strom am Kollektor. Dadurch leuchtet die LED heller.

## Beobachtungen und Erklärungen

### Aber was hat die Berührung mit dem Strom zu tun?

Durch die Berührung fließt ein Strom von Pin 1 an Pin 2. Aber, diese Berührung hat einen Übergangswiderstand, der von der Größe und der Leitfähigkeit der Kontaktfläche, z. B. dem Finger, abhängig ist. Je besser die Leitfähigkeit, z. B. durch Feuchtigkeit und größere Kontaktfläche, desto geringer der Übergangswiderstand zwischen Pin und Finger.

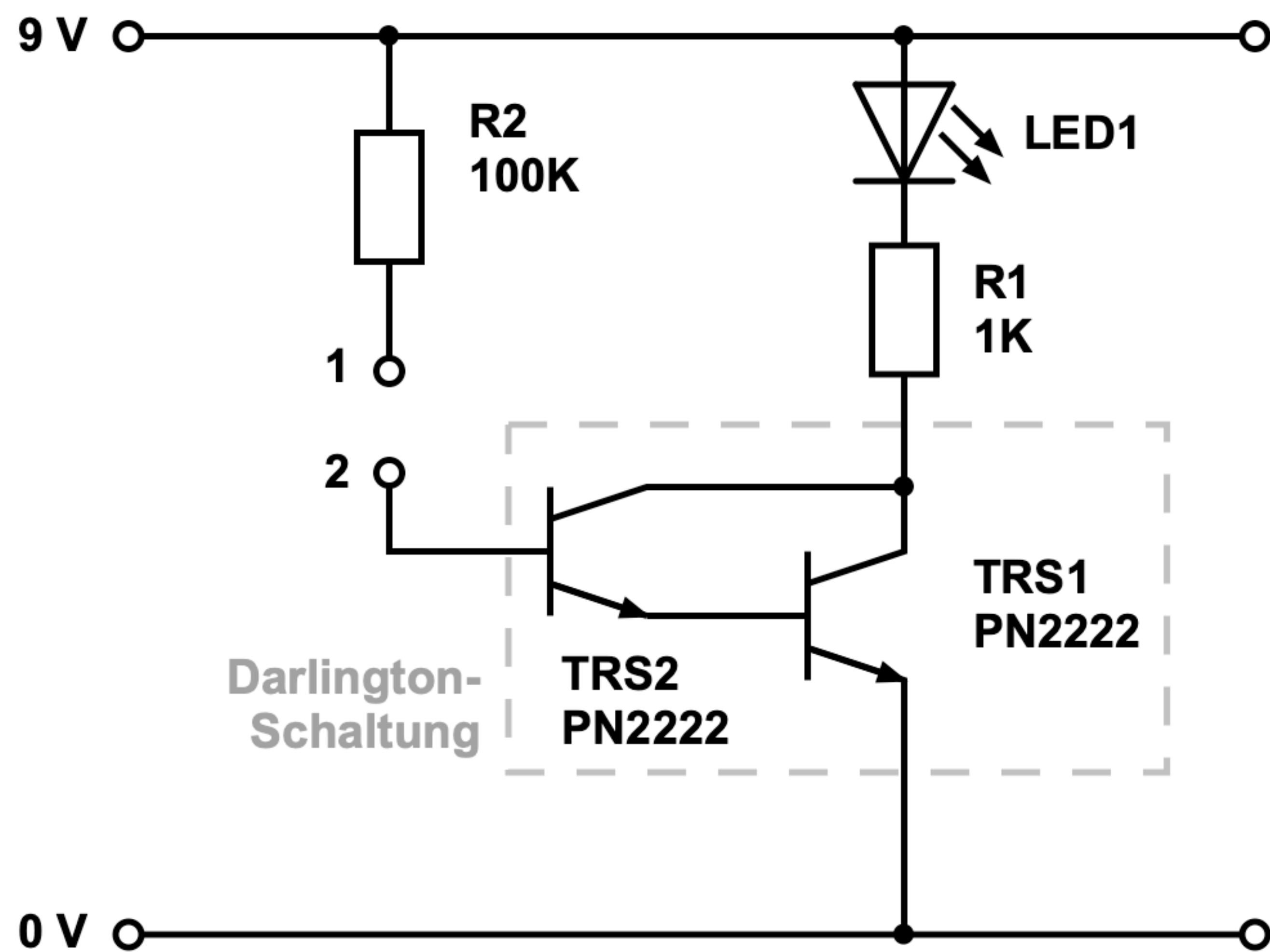
### Was hat der Widerstand mit dem Strom zu tun?

Je kleiner ein Widerstand, desto größer ist der Strom durch den Widerstand.

### Was hat das mit dem Transistor zu tun?

Ein größerer Strom über Pin 1 und 2 fließt in den Basis-Anschluss des Transistors und führt dazu, dass der interne Widerstand des Transistors kleiner wird und dadurch der Strom durch den Transistor am Kollektor-Anschluss größer wird.

# Berührungssensor mit hoher Empfindlichkeit (1)



Der Sinn diese Schaltung ist, dass durch den zweiten Transistor der Basisstrom am ersten Transistor verstärkt wird und somit eine höhere Empfindlichkeit erreicht wird bzw. ein geringerer Steuerstrom notwendig ist.

Die beiden parallel- bzw. hintereinander geschalteten Transistoren bilden eine Darlington-Schaltung. Diese Schaltung gibt es auch als ein Bauteil, welches Darlington-Transistor genannt wird.

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

TRS1: Transistor, PN2222

TRS2: Transistor, PN2222

# Berührungssensor mit hoher Empfindlichkeit (2)

## Experimente

Baue auch den einfachen Berührungssensor mit nur einem Transistor parallel auf, um den Unterschied zwischen beiden Schaltungen besser sehen zu können.

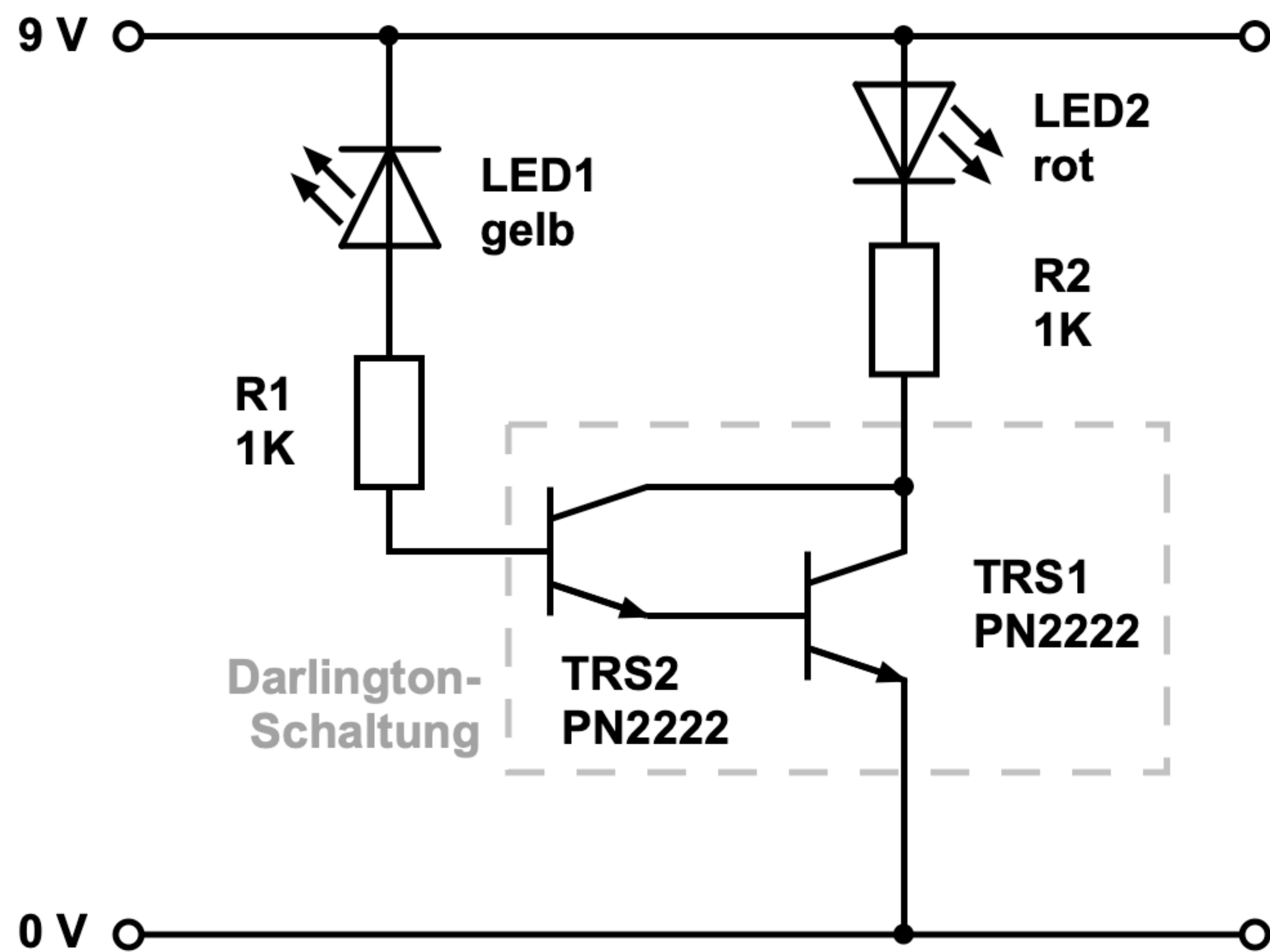
Folgende Fragen gilt es zu klären:

1. Wie wirkt sich der zweite Transistor auf das Leuchtverhalten der Leuchtdiode aus?
2. Was steckt dahinter?
3. Wofür kann man das benutzen?

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Der Unterschied zur Schaltung mit nur einem Transistor ist schon ziemlich deutlich. Die Leuchtdiode leuchtet schon bei einer kleinen Berührung viel heller. Natürlich ist die Helligkeit der Leuchtdiode immer noch abhängig von der Intensität der Berührung.
2. Ein einzelner bipolarer Transistor hat neben seiner Funktion als Schalter auch eine Verstärkerfunktion. Wie hoch die Verstärkung ist, wird durch den Verstärkungsfaktor der Stromverstärkung und der äußeren Beschaltung festgelegt. Durch die Darlington-Schaltung wird die Verstärkung der beiden Transistoren mathematisch miteinander multipliziert.
3. Durch die Darlington-Schaltung wird ein kleiner Strom am Eingang zu einem großen Strom am Ausgang. Das kann man nutzen, wenn der Eingangsstrom viel zu klein ist, um am Ausgang einen großen Strom zu schalten. Beispielsweise wird dadurch die Empfindlichkeit als Berührungssensor erhöht. Oder, der Strom am Ausgang reicht einfach nicht aus und muss zusätzlich noch einmal verstärkt werden.

# Leuchtdiode als Lichtsensor (1)



LED1: Leuchtdiode, gelb

LED2: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 1kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

TRS1: Transistor, PN2222 (BC547)

TRS2: Transistor, PN2222 (BC547)

Wir kennen eine Leuchtdiode als ein Bauteil, das ein Lichtsignal aussendet. Und jetzt soll eine Leuchtdiode als Lichtsensor funktionieren können? Das heißt, seine elektrischen Eigenschaften ändern sich mit der Helligkeit des einfallenden Lichts. Zumindest wollen uns das diverse Schaltungen glauben lassen. Und deshalb wollen wir das hier einfach mal ausprobieren.

Eine gelbe Leuchtdiode wird hier nicht als Quelle für ein Lichtsignal, sondern als Lichtsensor verwendet. Dazu wird sie in Sperrrichtung betrieben. Also die Kathode am Pluspol und die Anode am Minuspol. Die gelbe Leuchtdiode funktioniert dann vom Prinzip her wie eine Fotodiode.

Hinweis: Der Widerstand R1 an der Basis des Transistors wird als Schutzwiderstand für die Leuchtdiode LED1 gebraucht, falls diese Leuchtdiode von Dir versehentlich falsch herum eingebaut wird.

**Bitte beachte: Wenn eine Leuchtdiode als Lichtsensor verwendet werden soll, muss sie in Sperrrichtung betrieben werden.**



# Leuchtdiode als Lichtsensor (2)

## Experimente

Natürlich eignet sich eine Leuchtdiode nicht so gut als Lichtsensor. Um einen Effekt beobachten zu können empfiehlt sich mit geringem Umgebungslicht zu arbeiten.

1. Baue die Schaltung auf. Die rote Leuchtdiode wird bei Umgebungslicht leuchten.
2. Verdecke die gelbe Leuchtdiode. Die Leuchtdiode leuchtet schwächer oder geht ganz aus.
3. Teste die Schaltung bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen.
4. Verwende andersfarbige Leuchtdioden als Lichtsensor. Welche Leuchtdiode (Farbe) eignet sich am besten als Lichtsensor?
5. Wie gut eignen sich Leuchtdioden grundsätzlich als Lichtsensor?

## Beobachtungen und Erklärungen

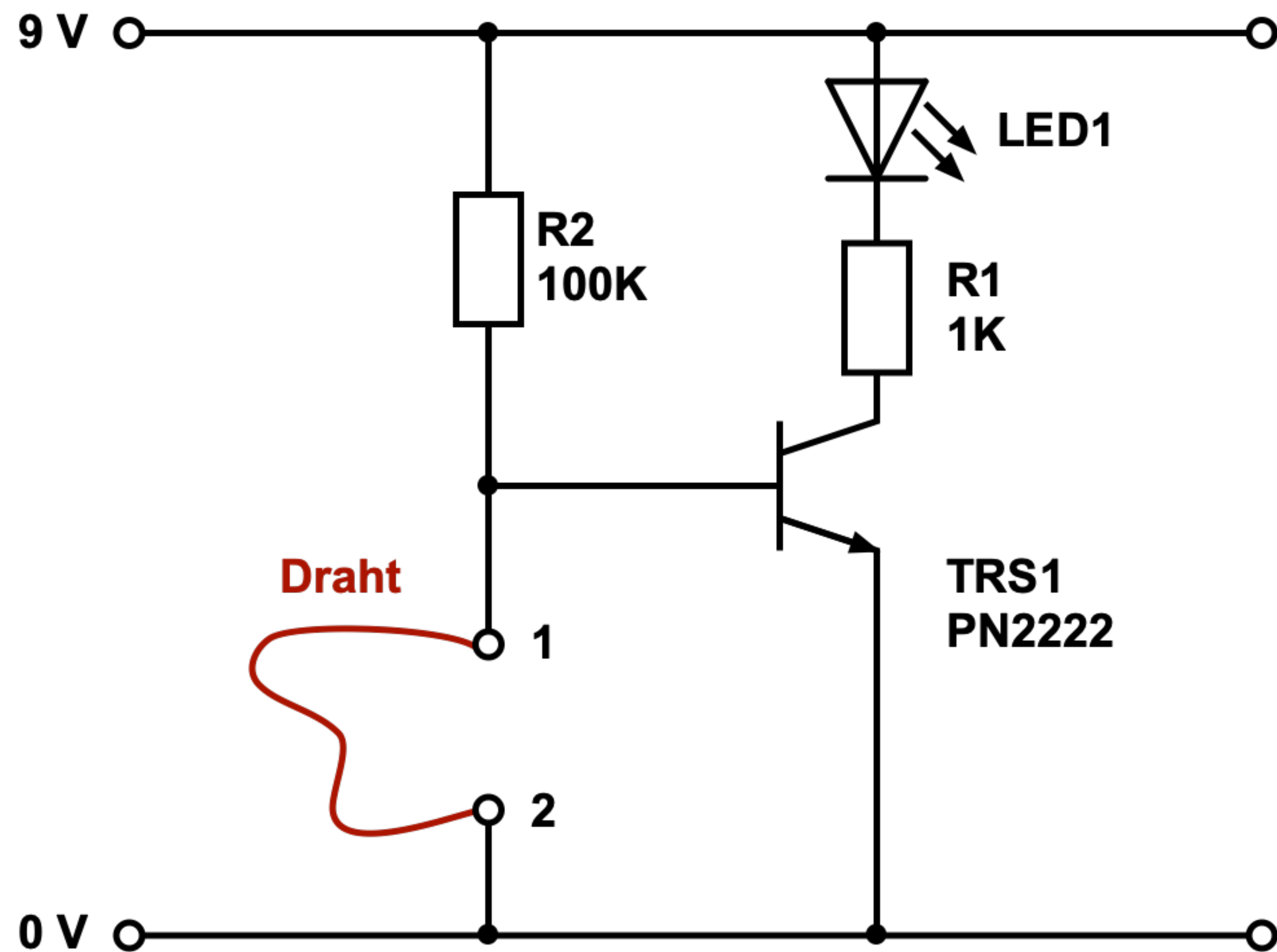
Die Leuchtdiode LED1 ist in Sperrrichtung geschaltet und leitet eigentlich nicht. Allerdings verringert sich durch einfallendes Licht der Widerstand des Halbleitermaterials, wie bei einer Fotodiode. Es fließt dann ein kleiner Strom. Durch die Verstärkung dieses kleinen Stroms mit einem Transistor kann dieser Effekt kaum wirken. Doch die Darlington-Schaltung aus zwei Transistoren sorgt für eine ausreichende Verstärkung, damit die Leuchtdiode LED2 leuchtet.

Tatsächlich dürfte eine gelbe Leuchtdiode sich am Besten als Lichtsensor eignen.

Im Vergleich mit einem Fotowiderstand ist eine Leuchtdiode weniger gut als Lichtsensor geeignet. Tatsächlich wäre das in der Praxis nur eine Notlösung.

Eine Leuchtdiode in Sperrrichtung wirkt wie eine Fotodiode. Nur dass bei einer Fotodiode die Halbleiteroberfläche, die dem Licht ausgesetzt ist, viel größer ist, als bei einer Leuchtdiode.

# Einfache Alarmschaltung (1)



Diese Schaltung ist eine ganz einfache Alarmschaltung, bei der die LED dann leuchtet, wenn ein Kontakt im Steuerstromkreis des Transistors geöffnet oder unterbrochen wird. Die Besonderheit dieser Schaltung ist, dass sie andersherum funktioniert als bei anderen Transistor-Schaltungen.

Das ist die typische Funktionsweise einer Alarmschaltung: Ein Alarm wird ausgelöst, wenn vorher ein Kontakt geöffnet wurde. Das kann zum Beispiel ein Magnetkontakt an einer Türe oder an einem Fenster sein.

Diese Transistor-Schaltung wird im Prinzip bei Anwendungen verwendet, wenn es darum geht, einen sich öffnenden Kontakt zu erkennen. Darin unterscheidet sich die Alarmschaltung bspw. von der Schaltung eines Durchgangsprüfers oder einem Berührungssensor.

- R1: Widerstand, 1K (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)
- R2: Widerstand, 100K (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)
- LED1: Leuchtdiode, rot
- TRS1: Transistor, PN2222
- Draht

# Einfache Alarmschaltung (2)

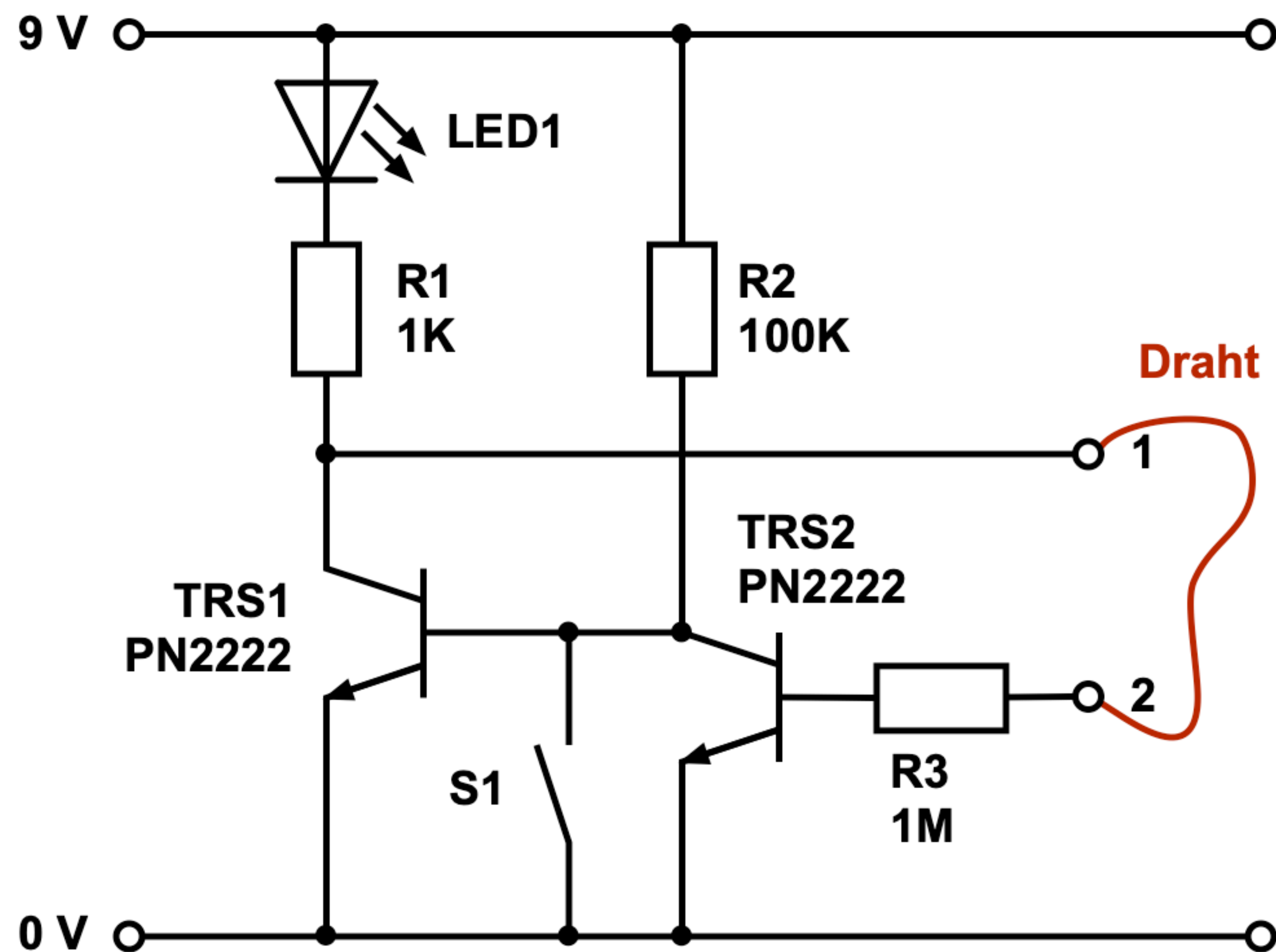
## Experimente

Versuche diese Schaltung praktisch zum Einsatz zu bringen. Nehme einfach ein Stück Draht, bei dem mechanisch der Kontakt durch ein externes Ereignis unterbrochen wird.

## Beobachtungen und Erklärungen

Der Transistor reagiert vergleichsweise empfindlich, wenn der Kontakt über eine lange Leitung hergestellt wird. Dann können elektromagnetische Einstreuungen von außen zu seltsamen Effekten führen. Deshalb wird man in der Praxis einen Kondensator zwischen Basis und Emitter schalten, um Fehlauslösungen zu vermeiden.

# Erweiterte Alarmschaltung mit Selbsthaltung (1)



Diese Schaltung ist eine Alarmschaltung, bei der die LED dann leuchtet, wenn eine Verbindung oder ein Kontakt im Steuerstromkreis des Transistors geöffnet oder unterbrochen wird. Eine Besonderheit ist die Selbsthaltung des Alarmzustands. Der Alarmzustand bleibt auch dann erhalten, wenn der Kontakt wieder geschlossen wird. Erst nach Drücken des Tasters S1, der eine Rücksetz-Funktion hat, wird der Alarmzustand zurückgesetzt und die LED geht aus.

R1: Widerstand 1 kOhm, (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand 100 kOhm, (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

R3: Widerstand 1 MOhm, (Braun-Schwarz-Schwarz-Gelb-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot (oder andere Farbe)

TRS1: PN2222 (oder vergleichbarer Typ)

TRS2: PN2222 (oder vergleichbarer Typ)

S1: Taster

# Erweiterte Alarmschaltung mit Selbsthaltung (2)

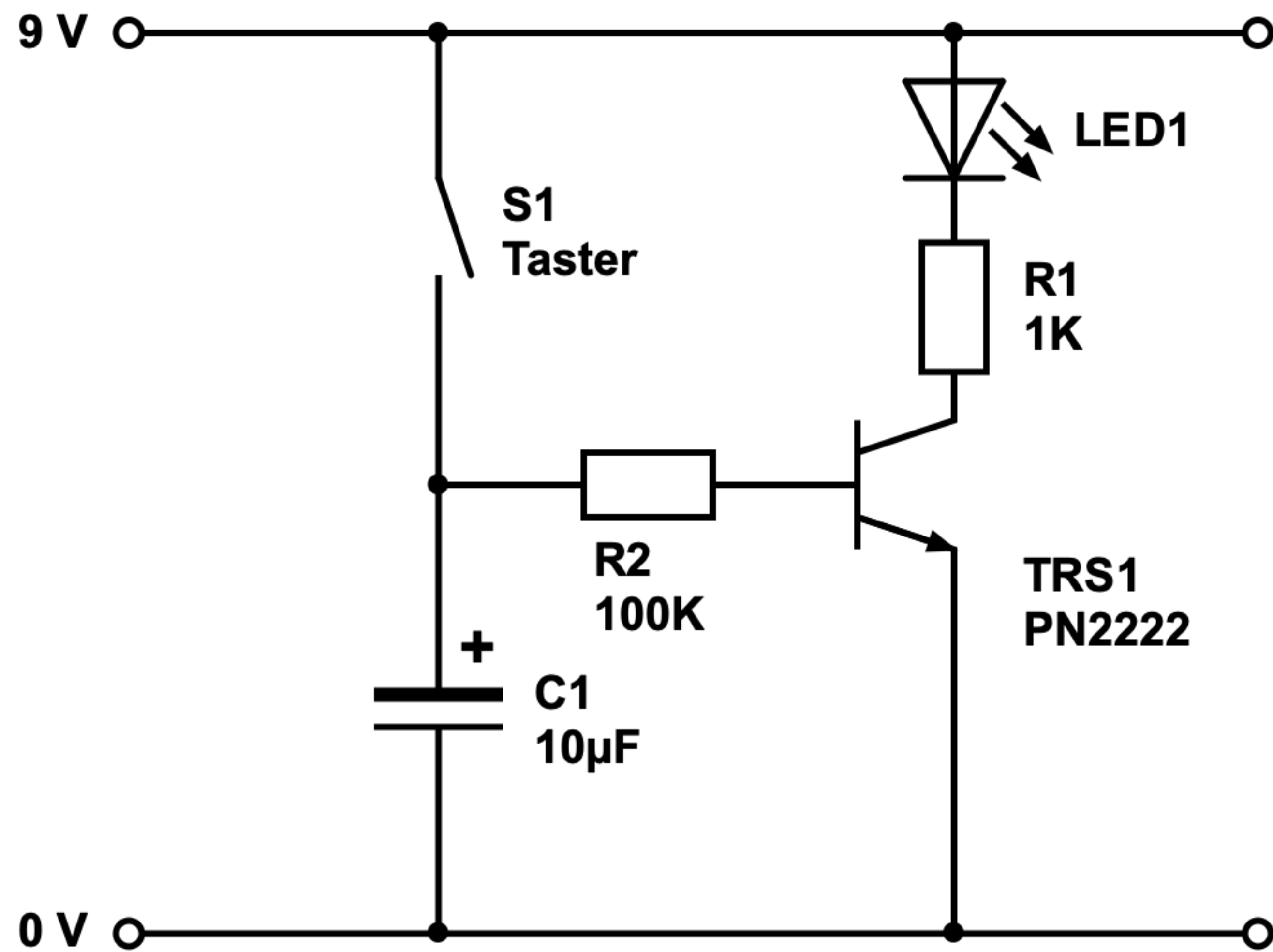
## Experimente

1. Baue die Schaltung auf und nehme sie durch Verbinden mit der Spannungsquelle in Betrieb.
2. Um den Alarmzustand in den Ruhezustand zu versetzen, muss die Schaltung zurückgestellt oder zurückgesetzt werden. Dazu ist der Taster S1 zu betätigen.
3. Ziehe den Draht heraus oder unterbreche den Kontakt, um einen Alarm auszulösen.
4. Stecke den Draht zurück oder schließe den Kontakt.

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Nach dem Einschalten leuchtet die Leuchtdiode: Nach dem Einschalten befindet sich die Schaltung im Grundzustand, egal ob der Kontakt offen oder geschlossen ist. In jedem Fall wird die Leuchtdiode leuchten.
2. Durch Betätigen des Tasters geht die Leuchtdiode aus. Jetzt befindet sich die Schaltung im Ruhezustand bzw. in Alarmbereitschaft: Durch Drücken des Tasters wird der Transistor TRS1 in den sperrenden Zustand gebracht. Solange die Drahtverbindung geschlossen bleibt, fließt nur ein kleiner Strom in die Basis des Transistors TRS2. Dieser Strom fließt von LED1, R1, dem Draht und dem Widerstand R3. Er sorgt dafür, dass sich der Transistor TRS2 wie ein geschlossener Schalter verhält. Dadurch ist die Basis des Transistors TRS1 über den Transistor TRS2 mit 0 Volt verbunden.
3. Die Leuchtdiode leuchtet: Wird nun der Draht unterbrochen, wird der Strom in die Basis von Transistor TRS2 unterbrochen. Der Transistor TRS2 sperrt. Über den Widerstand R2 fließt ein Strom in die Basis des Transistors TRS1, der daraufhin leitend wird und die LED zum leuchten bringt.
4. Die Leuchtdiode leuchtet weiterhin: Wird der Drahtkontakt wieder geschlossen, bleibt die Basis von Transistor TRS2 über den leitenden Transistor TRS1, den Draht und den Widerstand R3 mit 0 Volt verbunden. Erst ein erneutes Schließen des Tasters würde den Transistor TRS2 sperren und den Transistor TRS1 leitend machen.

# Ausschaltverzögerung / Nachlaufsteuerung (1)



Mit dieser Schaltung kann man eine verzögerte Ausschaltung bzw. Nachlaufsteuerung realisieren. In dieser Schaltung geht die Leuchtdiode bei der Kontaktunterbrechung, bspw. durch Loslassen des Tasters, aus. Allerdings nicht sofort. Die Leuchtdiode wird noch ein paar Sekunden schwach leuchten.

Wie funktioniert die Schaltung? Wird der Taster betätigt, dann wird der Kondensator direkt, also ohne Verzögerung, mit der Betriebsspannung aufgeladen. Wird der Taster wieder losgelassen, beginnt die Entladung des Kondensators über den Widerstand R2. Die Kondensatorspannung liegt über dem Widerstand R2 an der Basis des Transistors TRS1. Je größer der Widerstand R2, desto länger dauert die Entladung, desto länger bleibt der Transistor durchgeschaltet und desto länger leuchtet die Leuchtdiode.

Genau genommen leuchtet die Leuchtdioden noch kurz schwach weiter. Irgendwann leuchtet die Leuchtdiode praktisch nicht mehr.

Über das Verhältnis von Kondensator C1 und Widerstand R2 kann man die zeitliche Verzögerung verlängern oder verkürzen.

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

TRS1: Transistor PN2222 (BC547)

R2: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

C1: Elektrolyt-Kondensator, 10 µF / 2 x 100 µF

S1: Taster

# Ausschaltverzögerung / Nachlaufsteuerung (2)

## Experimente

Was ändert sich am Zeitverhalten, wenn man beim Kondensatoren C1 mit unterschiedlichen Kapazitäten experimentiert?

1. Wie lange dauert es bei einem Elektrolyt-Kondensator von  $10\ \mu\text{F}$ , bis die Leuchtdiode praktisch nicht mehr leuchtet?
2. Tausche den Elektrolyt-Kondensator von  $10\ \mu\text{F}$  mit  $100\ \mu\text{F}$ . Wie lange leuchtet die Leuchtdiode jetzt?
3. Stecke parallel zum Elektrolyt-Kondensator mit  $100\ \mu\text{F}$  noch einen weiteren Elektrolyt-Kondensator mit  $100\ \mu\text{F}$ . Wie lange leuchtet die Leuchtdiode jetzt?

Nicht nur der Kondensator C1, auch der Widerstand R2 hat auf die Entladezeit Einfluss. Mit einem größeren Widerstandswert von R2 müsste sich die Verzögerung noch verlängern lassen. Ein größerer Wert als  $100\ \text{k}\Omega$  macht aber keinen Sinn, weil das nur dazu führt, dass der Transistor nicht mehr richtig durchschaltet. Der Widerstand R2 hat also nicht nur Einfluss auf die Entladezeit des Kondensators, sondern auch noch auf das Schaltverhalten des Transistors. Das ist ein Nachteil dieser Schaltung.

## Beobachtungen und Erklärungen

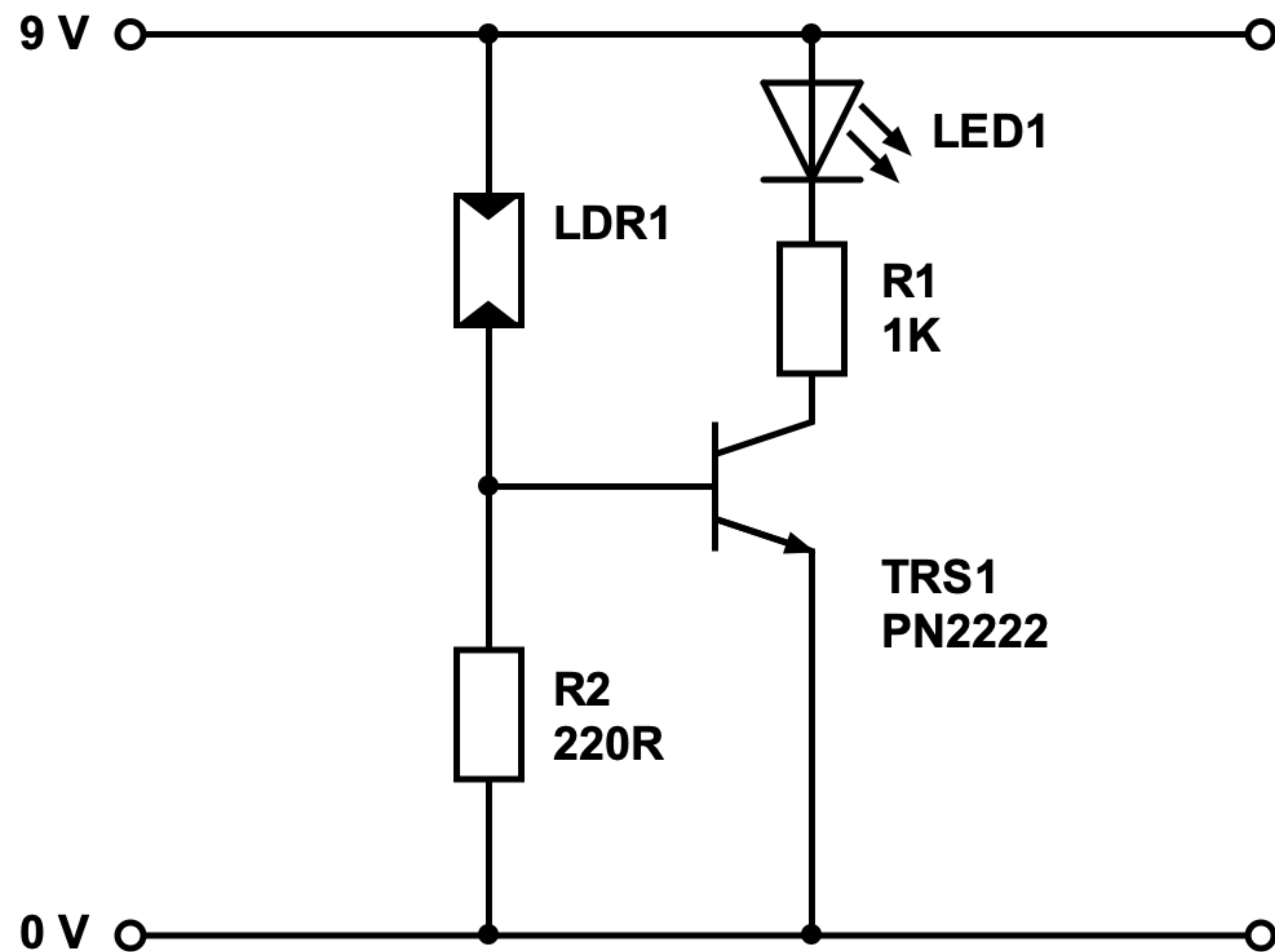
1. Die Leuchtdiode leuchtet etwa 3 Sekunden und glimmt dann für einige Sekunden schwach nach.
2. Die Leuchtdiode leuchtet deutlich länger und glimmt dann noch für eine lange Zeit schwach nach.
3. Die Leuchtdiode leuchtet noch länger und glimmt dann noch für eine lange Zeit schwach nach.

Fazit: Durch eine höhere Kapazität verlängert sich die Zeit. Durch die Parallelschaltung von Kondensatoren vergrößert sich die Gesamtkapazität der Kondensatoren. Hier gilt die Regel: Die Gesamtkapazität ist gleich der Summe der Einzelkapazitäten. Das bedeutet, es dauert länger, bis beide Kondensatoren entladen sind. Die Leuchtdiode leuchtet dadurch länger.

Aber, ein Kondensator (oder eine Parallelschaltung) mit größerer Kapazität führt auch dazu, dass das Aufladen länger dauert. Man erkennt das daran, weil die LED beim zweiten und dritten Versuch nicht unmittelbar, sondern leicht verzögert angeht. An der Stelle sieht man, dass sich der Kondensator nicht beliebig vergrößern lässt, ohne einen negativen Effekt zu produzieren.

Die zu beobachtende Einschaltverzögerung der LED kann nur durch einen Widerstand verursacht werden. Hier der Hinweis, dass eine Batterie keine ideale Spannungsquelle ist und einen hohen Innenwiderstand haben kann. Der Innenwiderstand begrenzt den Ladestrom des Kondensators. Das wirkt wie eine Einschaltverzögerung, die durch die LED sichtbar wird.

# Tagschaltung mit Fotowiderstand (1)



Eine Tagschaltung ist eine Schaltung, bei der eine Leuchtdiode leuchtet, wenn Licht an ist bzw. Helligkeit erkannt wird. Der Helligkeitssensor ist in diesem Fall ein Fotowiderstand (LDR). Wir wollen herausfinden, wie sich eine Tagschaltung verhält.

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 220 Ohm (Rot-Rot-Schwarz-Schwarz-Braun)

TRS1: Transistor, PN2222 (BC547)

LDR1: Fotowiderstand



# Tagschaltung mit Fotowiderstand (2)

## Experimente

Im Grundzustand einer Tagschaltung bei Tageslicht wird die Leuchtdiode leuchten.

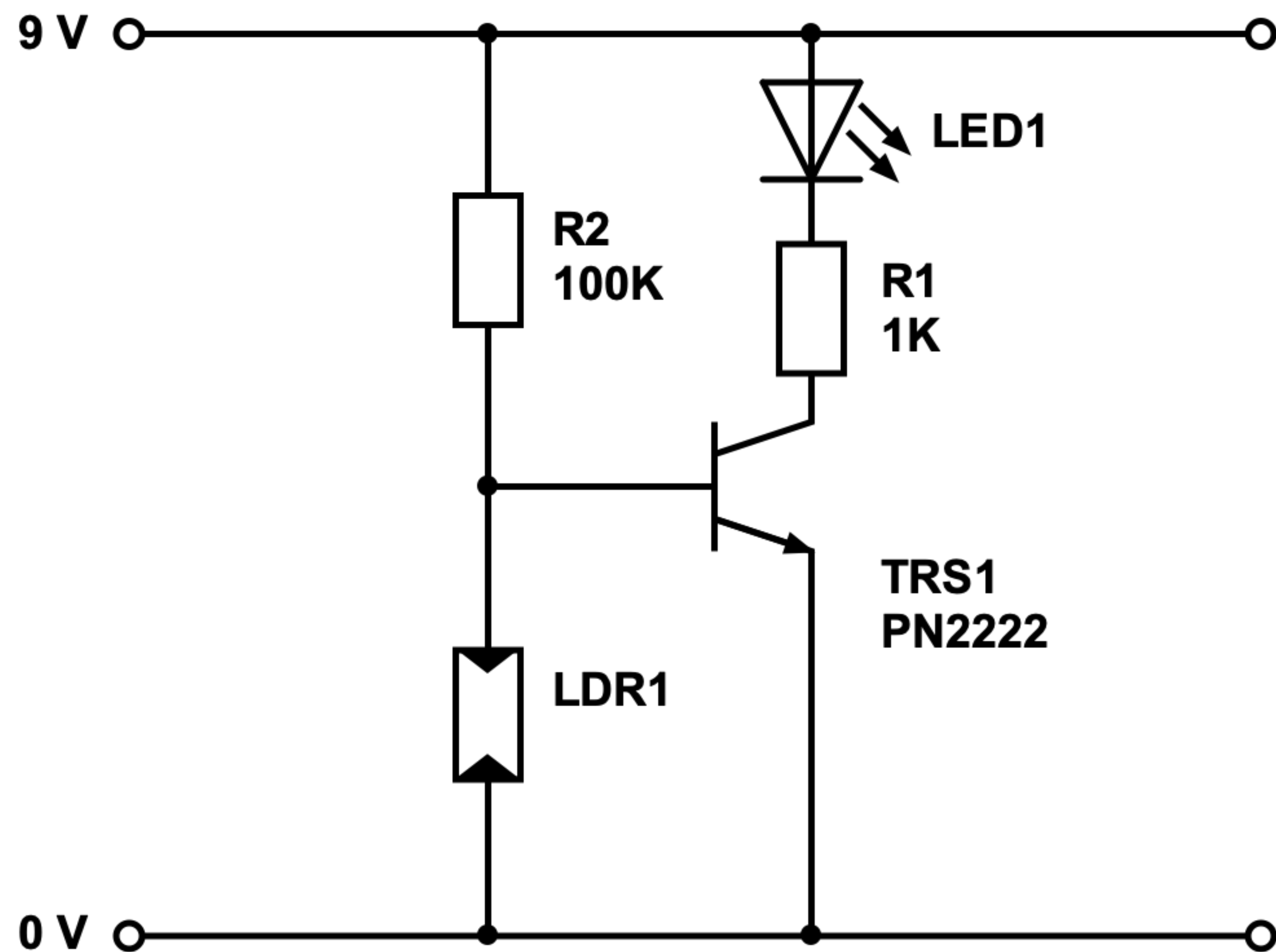
1. Wenn Du den Fotowiderstand verdeckst, dann sollte die Leuchtdiode ausgehen.
2. Wenn Du den Fotowiderstand freigibst, wird die Leuchtdiode wieder leuchten.

Hinweis: Es bietet sich an, parallel dazu die Nachtschaltung aufzubauen, um die Funktion beider Schaltungen direkt miteinander vergleichen zu können.

## Beobachtungen und Erklärungen

1. Das Verdecken mit einem Finger wird unter Umständen weniger gut funktionieren. Diese Schaltung wird auch dann noch Tag erkennen, wenn da noch ein wenig Umgebungslicht ist. Das Verdecken mit der ganzen Hand wird besser funktionieren.
2. Unklar ist, ab wie viel Helligkeit die Leuchtdiode wieder leuchtet. Dieser sehr einfache Aufbau eignet sich für Versuche, aber weniger gut in der praktischen Anwendung.

# Nachtschaltung mit Fotowiderstand (1)



LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

TRS1: Transistor, PN2222 (BC547)

LDR1: Fotowiderstand

Eine Nachtschaltung ist eine Schaltung, bei der eine Leuchtdiode leuchtet, wenn das Licht aus ist bzw. Dunkelheit erkannt wird. Der Helligkeitssensor ist in diesem Fall ein Fotowiderstand (LDR). Wir wollen herausfinden, wie sich eine Nachtschaltung verhält.

Bei der Reihenschaltung von Widerstand R1 und Fotowiderstand LDR1 handelt es sich um eine Reihenschaltung aus einem festen und einem veränderlichen Widerstand. Die Gesamtspannung von 9 Volt teilt sich zwischen den beiden Widerständen auf. Weil die Verbindung zwischen den Widerständen zur Basis des Transistors geführt wird, bezeichnet man die Reihenschaltung als Spannungsteiler.

Der Widerstand des Fotowiderstands kann sich je nach Lichteinfall zwischen 100 Ohm bei direktem Sonnenlicht und über 1 MOhm bei Dunkelheit bewegen.

Die Idee ist, dass am Fotowiderstand eine Spannung von mindestens 0,7 Volt abfällt. Ist diese Spannung kleiner, dann sperrt der Transistor.

# Nachtschaltung mit Fotowiderstand (2)

## Experimente

Im Grundzustand einer Nachtschaltung bei Tageslicht wird die Leuchtdiode nicht leuchten.

1. Wenn Du den Fotowiderstand verdeckst, dann sollte die Leuchtdiode angehen.
2. Wenn Du den Fotowiderstand freigibst, wird die Leuchtdiode nicht mehr leuchten.

Hinweis: Es bietet sich an, parallel dazu die Tagschaltung aufzubauen, um die Funktion beider Schaltungen direkt miteinander vergleichen zu können.

## Beobachtungen und Erklärungen

Wenn Du bereits mit der sehr ähnlichen Tagschaltung experimentiert hast, dann wirst Du feststellen, dass die Nachtschaltung weniger gut funktioniert.

# Tipps & Tricks (3)

## **Achtung: Frust im Anflug!**

Du hast jetzt schon ein paar Schaltungen aufgebaut. Und jetzt hast Du sicherlich Lust auf mehr und komplexere Schaltungen. Das ist ganz normal.

Aber Achtung, die folgenden Schaltungen sind deutlich komplexer im Aufbau und ihrer Funktion. Wenn Du Dich an diese herantraust, dann kann es sein, dass die irgendwie nicht funktionieren wollen. Oft ist es so, dass man sich auf einem Steckbrett auch mal „verstecken“ kann. Beispielsweise verrutschst Du in der Reihe oder vertauschst die Anschlüsse gepolter Bauteile. Dann funktioniert die Schaltung natürlich nicht. Je nach Temperament kommt man in einen „fuchsigen“ Zustand. Man verliert dann schnell die Geduld und auch die Lust weiterzumachen. Mancher würde den Aufbau oder gleich das ganze Elektronik-Set in die Tonne treten. Das wollen wir natürlich nicht.

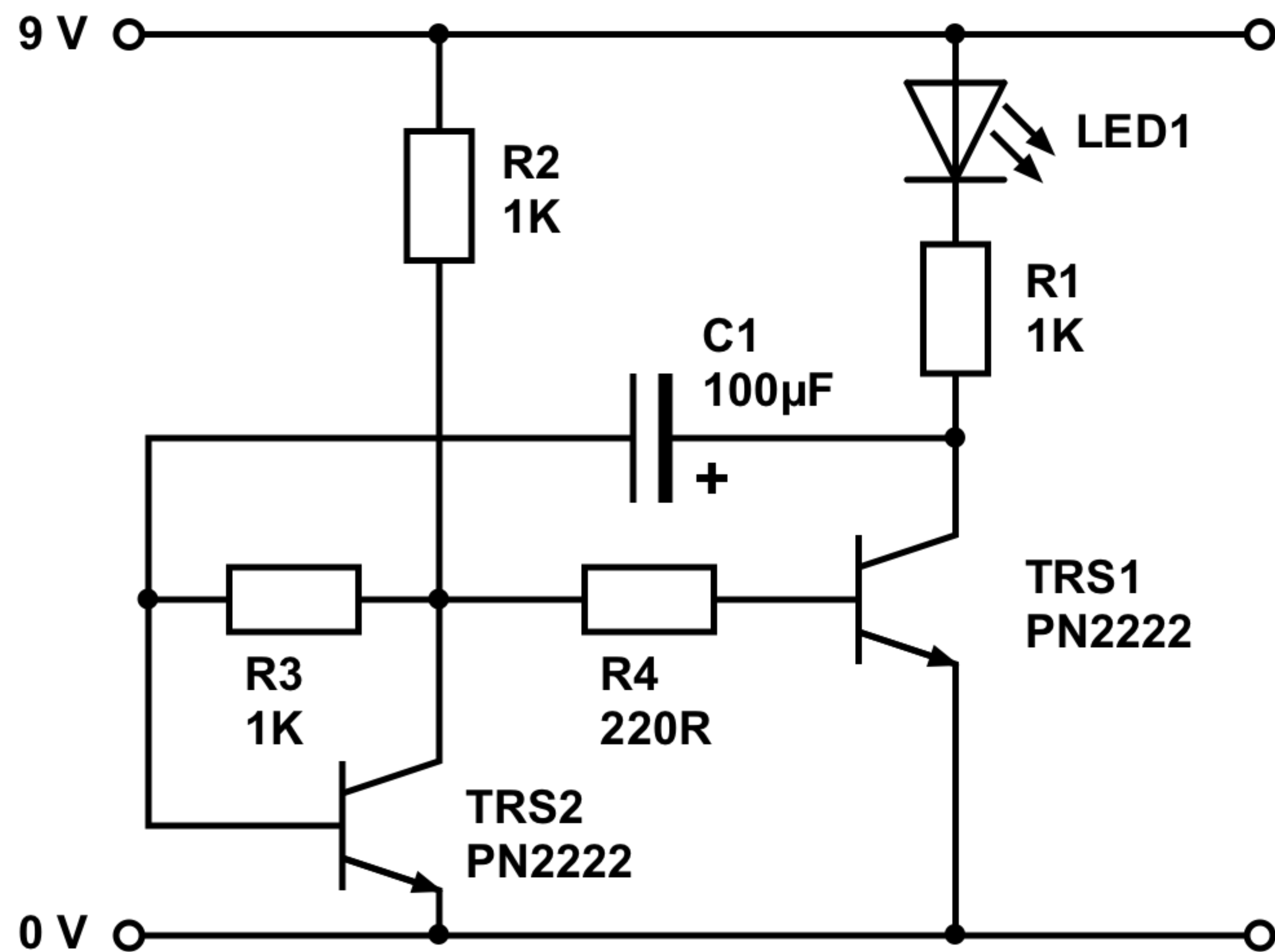
## **Was kannst Du tun, damit aus Lust kein Frust wird?**

In der Regel wirst Du nicht alle Schaltungen am Stück aufbauen, sondern über mehrere Tage, Wochen oder vielleicht auch Monate. Insbesondere bei größeren Pausen zwischen den Experimenten, solltest Du nicht gleich mit der nächsten Schaltung weitermachen, sondern zuerst eine einfachere Schaltung erneut aufbauen. Denn mit Elektronik zu experimentieren ist vergleichbar mit einem Marathon laufen. Marathon-Läufer laufen nicht einfach los, sondern bereiten sich vor. Und das solltest Du auch tun. Also baue, bevor Du eine komplexe Schaltung aufbaust, erstmal eine ganz einfache Schaltung auf. Nur eine Leuchtdiode mit Vorwiderstand. Oder, wenn Du schon mit Transistoren spielst, dann den Berührungssensor. Warum das?

- Eine Schaltung ist richtig aufgebaut, aber die Batterie ist leer oder die LED ist kaputt. Mit einer LED und Vorwiderstand findest Du das schnell heraus.
- Eine Schaltung ist richtig aufgebaut, aber der Transistor ist kaputt. Mit dem Aufbau des Berührungssensors findest Du das schnell heraus.

Also, immer erst klein anfangen. Auch dann, wenn Du eine Schaltung kennst und schonmal aufgebaut hast. Manchmal steckt der Teufel im Detail. Wenn die einfache Schaltung gelungen ist, dann gehst Du weiter zur komplexeren Schaltung. Viel Erfolg.

# LED-Blinker (1)



Diese LED-Blinker-Schaltung ist die einfachste Schaltung mit vergleichsweise wenigen Bauteilen, bei der von sich aus etwas passiert und die zum Ausprobieren und Experimentieren einlädt. Diese Schaltung verdeutlicht das Verhalten von Transistoren und Kondensatoren.

In der Grundform leuchtet die Leuchtdiode und blinkt etwas. Mit weiteren Experimenten kann man die Leuchtdiode zum Glimmen oder zum Flackern bringen.

LED1: Leuchtdiode, rot

TRS1: Transistor, PN2222

TRS2: Transistor, PN2222

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R3: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R4: Widerstand, 220 Ohm (Rot-Rot-Schwarz-Schwarz-Braun)

C1: Elektrolyt-Kondensator, 100 µF

Die LED-Blinker-Schaltung ist eine komplexe Schaltung mit vielen Bauteilen auf engem Raum. Schnell hat man sich auf dem Steckbrett versteckt. Baue deshalb die beiden Transistorschaltungen separat auf und verbinde sie dann zum Schluss mit dem Widerstand R4 und dem Kondensator C1.

# LED-Blinker (2)

## Experimente

Die LED-Blinker-Schaltung lädt regelrecht zum Experimentieren ein. In dieser Grundschaltung sind die Werte der Widerständen und Kondensator eher weniger sinnvoll gewählt. Aber, die Intensität und Geschwindigkeit des Blinkens muss je nach Anwendungsfall individuell eingestellt werden. Durch andere Bauteilwerte lässt sich das Blinken einstellen.

1. Tausche R1 gegen 5,1 kOhm.
2. Tausche C1 gegen 10  $\mu$ F.
3. Tausche R2 gegen 5,1 und dann 10 kOhm.
4. Tausche R3 gegen 10 kOhm.

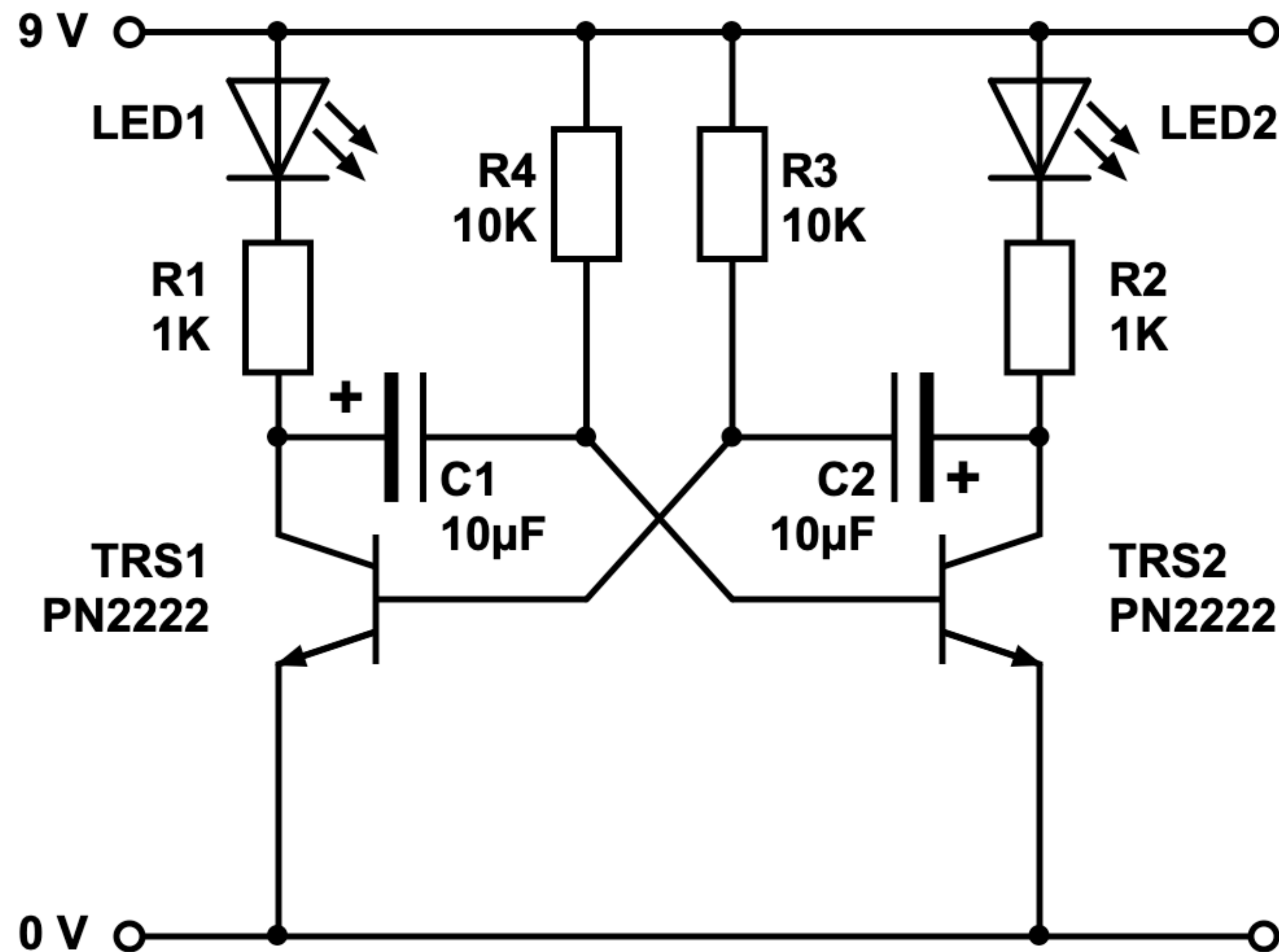
## Beobachtungen und Erklärungen

1. Hoppla, die Leuchtdiode blinkt nicht mehr.
2. Die Leuchtdiode blinkt viel schneller.
3. Ein höherer Widerstand führt dazu, dass die Leuchtdiode länger ausbleibt.
4. Ein höherer Widerstand führt dazu, dass die Leuchtdiode schneller blinkt.

## Übungen

1. Dimensioniere die LED-Blinker-Schaltung so, dass die LED möglichst schnell flackert.
2. Dimensioniere die LED-Blinker-Schaltung so, dass die LED möglichst langsam ein- und ausglimmt.

# LED-Wechselblinker (1)



- R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)  
R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)  
R3: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)  
R4: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)  
C1: Elektrolyt-Kondensator, 10  $\mu$ F (gepolt)  
C2: Elektrolyt-Kondensator, 10  $\mu$ F (gepolt)  
TRS1: Transistor, PN2222  
TRS2: Transistor, PN2222  
LED1: Leuchtdiode, rot  
LED2: Leuchtdiode, rot

Der LED-Wechselblinker, auch Doppelblinker genannt, ist eine vergleichsweise komplizierte Schaltung. Die Komplexität steckt in der Überkreuzschaltung zweier Transistor-Stufen. Trotzdem sollte sich ein Einsteiger daran wagen. Denn in dieser Schaltung passiert sehr viel und lädt deshalb zum Ausprobieren und Experimentieren ein. Diese Schaltung verdeutlicht das Zusammenspiel von Transistoren, Kondensatoren und Widerständen.

Man bezeichnet diese Schaltung auch als astabilen Kippstufe oder Multivibrator. Das ist eine Schaltung deren Zustand sich ständig ändert. Diese Änderung betrifft den Stromfluss und die Spannung, deren Auswirkungen durch die Leuchtdioden sichtbar werden.

- Die Schaltung ist für 9 Volt ausgelegt, funktioniert aber auch unter 5 Volt.
- In der Schaltung werden rote Leuchtdioden verwendet. Es können auch andersfarbige Leuchtdioden verwendet werden. Die Widerstände R1 und R2 dienen als Vorwiderstände für die Leuchtdioden und haben sonst keinen Einfluss auf die zeitlichen Abläufe in dieser Schaltung.
- Leuchtet eine Leuchtdiode dauernd und die andere nur ganz schwach, dann ist einer der Transistoren defekt oder falsch beschaltet. Ganz typisch ist, dass Kollektor und Emitter vertauscht wurden.

# LED-Wechselblinker (2)

## Experimente

Baue die Schaltung gewissenhaft auf! Stelle sicher, dass die beiden Leuchtdioden abwechselnd blinken.

1. Tausche den Kondensator C1 mit 10  $\mu\text{F}$  gegen 100  $\mu\text{F}$ .
2. Tausche den Kondensator C2 mit 10  $\mu\text{F}$  gegen 100  $\mu\text{F}$ .

Bringe die Schaltung mit 10  $\mu\text{F}$  für C1 und C2 in den Grundzustand zurück.

3. Tausche den Widerstand R3 mit 10 kOhm gegen 5,1 kOhm.
  4. Tausche den Widerstand R4 mit 10 kOhm gegen 100 kOhm.
- Du kannst auch mal mit anderen Widerstandswerten bei den Widerständen R3 und R4 arbeiten. Möglichst nicht kleiner als 1 kOhm.
  - Wähle eine Kombination aus Widerständen (R3 und R4) und Kondensatoren (C1 und C2), bei dem der Wechselblinker für Dich am besten funktioniert.

## Beobachtungen und Erklärungen

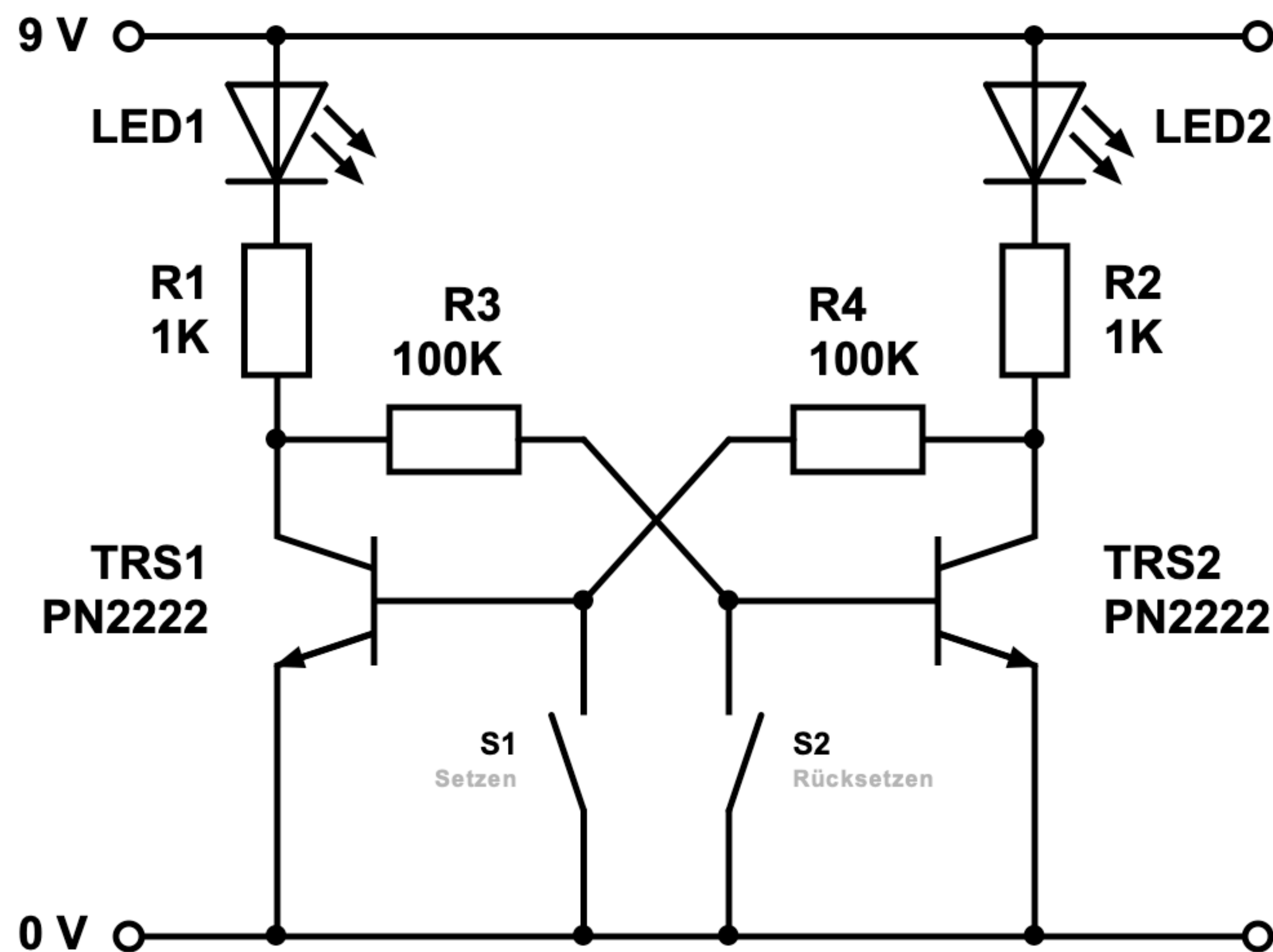
Der hier beschriebene Wechselblinker ist ein simpler astabiler Multivibrator. Das heißt, die Schaltung kennt keinen stabilen Zustand, sondern schwingt ständig zwischen zwei Zuständen hin und her. Die beiden Transistoren TRS1 und TRS2 schalten und sperren sich abwechselnd gegenseitig. Im Grundzustand wechseln sich die beiden LEDs mit Blinken ab. Das Blinken ist so schnell, dass die LEDs praktisch nicht ausgehen.

1. Das Blinken von der Leuchtdiode LED1 wird zu einem Blitzzen und die LED2 will im Moment des Blitzzens ausgehen. Da dieses Blitzzen nur kurz ist, geht die LED2 auch nur kurz, also kaum wahrnehmbar, aus. Wichtig zu verstehen ist, dass die Wirkung des Ladens und Entladens der Kondensatoren nicht losgelöst voneinander ist, sondern im Zusammenhang stehen. Wenn Du das Blinken der einen LED beeinflusst, dann wirkt sich das auch auf die andere LED aus.
2. Mit einem gleichwertigen Kondensator blinken beide Leuchtdioden wieder gleich. Durch den größeren Kondensator blinken sie langsamer. Beobachten kannst Du auch, dass die Leuchtdioden langsam ausgehen und schnell angehen.
3. Durch einen kleineren Widerstand R3 wird aus dem Blinken ein heftiges Flackern.
4. Durch einen kleineren Widerstand R4 wird aus dem Flackern ein Blitzzen. Aber, nur bei der Leuchtdiode LED2. Die Leuchtdiode LED1 verhält sich genau anders herum.

Fazit: Je kleiner die Kondensatoren C1 und C2 bzw. je kleiner die Widerstände R3 und R4, desto schneller erlischt die entsprechende Leuchtdiode, zugunsten der anderen, die dann sofort aufleuchtet.



# Flip-Flop: Bistabile Kippstufe mit Transistoren (1)



- R1: Widerstand, 1 kOhm, (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)
- R2: Widerstand, 1 kOhm, (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)
- R3: Widerstand, 100 kOhm, (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)
- R4: Widerstand, 100 kOhm, (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)
- LED1: Leuchtdiode, rot (oder andere Farbe)
- LED2: Leuchtdiode, rot (oder andere Farbe)
- TRS1: Transistor, PN2222
- TRS2: Transistor, PN2222
- S1: Taster
- S2: Taster

Ein einzelner Transistor ist das wichtigste Bauteil in der Digitaltechnik und Computertechnik. Ein Flip-Flop ist im Vergleich dazu die wichtigste Grundschaltung. Ein bistabiles Flip-Flop kann mit zwei Transistoren und ein paar zusätzlichen Widerständen gebaut werden. Es handelt sich dabei um zwei Schalterstufen. Wenn die eine Stufe durchschaltet, wird dadurch die andere gesperrt. Die beiden Transistoren sperren sich jeweils gegenseitig.

Ein Flip-Flop ist in der Lage einen Zustand an einem Eingang zu speichern und zu halten, auch wenn sich der Zustand geändert hat. Das bedeutet, ein Flip-Flop kann als Speicher für 1 Bit verwendet werden. Das Flip-Flop verfügt außerdem über einen Reset-Eingang, mit dem der Ausgangszustand wieder hergestellt werden kann. Mit einem Flip-Flop kann man zum Beispiel einen Zustand oder die Ausgabe einer logischen Verknüpfung speichern.

# Flip-Flop: Bistabile Kippstufe mit Transistoren (2)

## Experimente

- Betätigt man den Taster S1, aktiviert man die Schaltung, die die Betätigung hält, auch wenn der Taster nicht mehr gedrückt ist.
  - Die Betätigung vom Taster S2 wirkt wie ein Reset, der den gehaltenen Zustand zurücksetzt.
1. Baue die Schaltung auf und nehme sie durch Verbinden mit der Spannungsquelle in Betrieb. In der Regel ist LED1 an und LED2 aus. Vielleicht ist es aber auch genau umgekehrt.
  2. Wenn die LED1 an ist, dann betätige den Taster S1.
  3. Betätige den Taster S1 mehrmals hintereinander.
  4. Wenn die LED2 an ist, dann betätige den Taster S2.
  5. Betätige den Taster S2 mehrmals hintereinander.

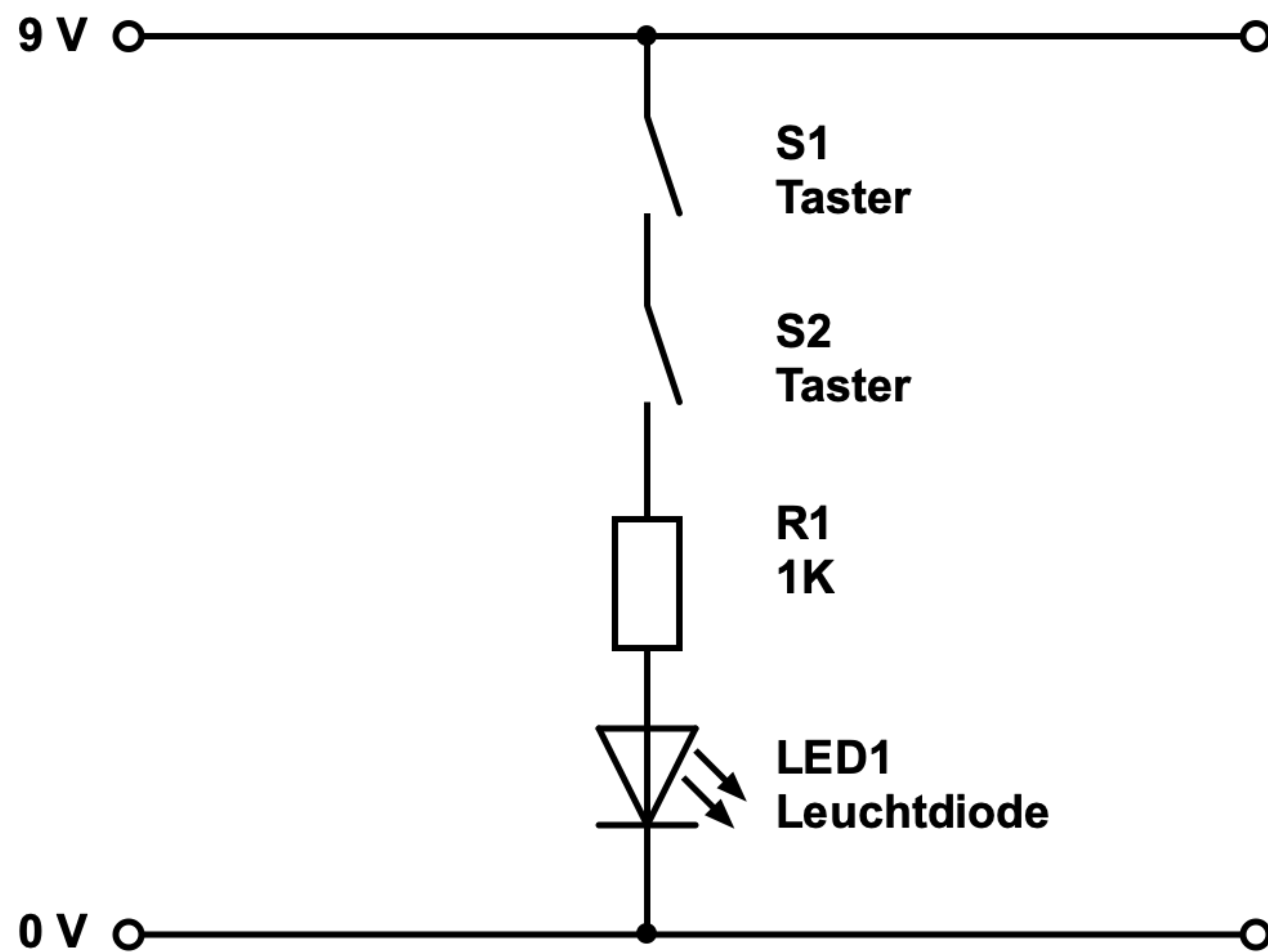
## Beobachtungen und Erklärungen

1. Beim ersten Verbinden mit der Spannungsquelle nimmt die Schaltung irgendeinen Zustand an. Das heißt, man muss die Schaltung zuerst in einen Grundzustand bringen.
2. Wenn die LED1 an ist und Du betätigst den Taster S1, dann geht die LED1 aus und die LED2 an.
3. Wenn die LED2 an ist und Du betätigst den Taster S1, dann bleibt die LED2 an und die LED1 aus. Das heißt, der Zustand bleibt erhalten.
4. Wenn die LED2 an ist und Du betätigst den Taster S2, dann geht die LED2 aus und die LED1 an.
5. Wenn die LED1 an ist und Du betätigst den Taster S2, dann bleibt die LED1 an und die LED2 aus. Das heißt, der Zustand bleibt erhalten.

Gehen wir von dem Zustand aus, dass die LED2 leuchtet. Das ist dann der Fall, wenn der **Transistor TRS2 leitet**. Das Leiten vom Transistor TRS2 bewirkt auch, dass die **Basis vom Transistor TRS1 über den Widerstand R4 mit 0 Volt** verbunden ist. Das führt dazu, dass der **Transistor TRS1 sperrt** und demnach die LED1 nicht leuchtet.

Das Schließen von Taster S1 hat keine Wirkung, weil die Basis von TRS1 bereits auf 0 Volt liegt. Erst ein Schließen von Taster S2 legt die Basis des Transistors TRS2 auf 0 Volt, wodurch der **Transistor TRS2 sperrt**. Über die LED2 und die Widerstände R2 und R4 fließt ein Strom in die Basis von Transistor TRS1, wodurch der **Transistor TRS1 leitet**. Der Strom ist allerdings so klein, dass die LED2 ausgeht. Stattdessen leuchtet die LED1. Die Basis von **Transistor TRS2 ist jetzt über den Widerstand R3 mit 0 Volt** verbunden. Das erneute Schließen von Taster S2 ändert daran nichts.

# UND-Schaltung mit Tastern



S1: Taster

S2: Taster

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

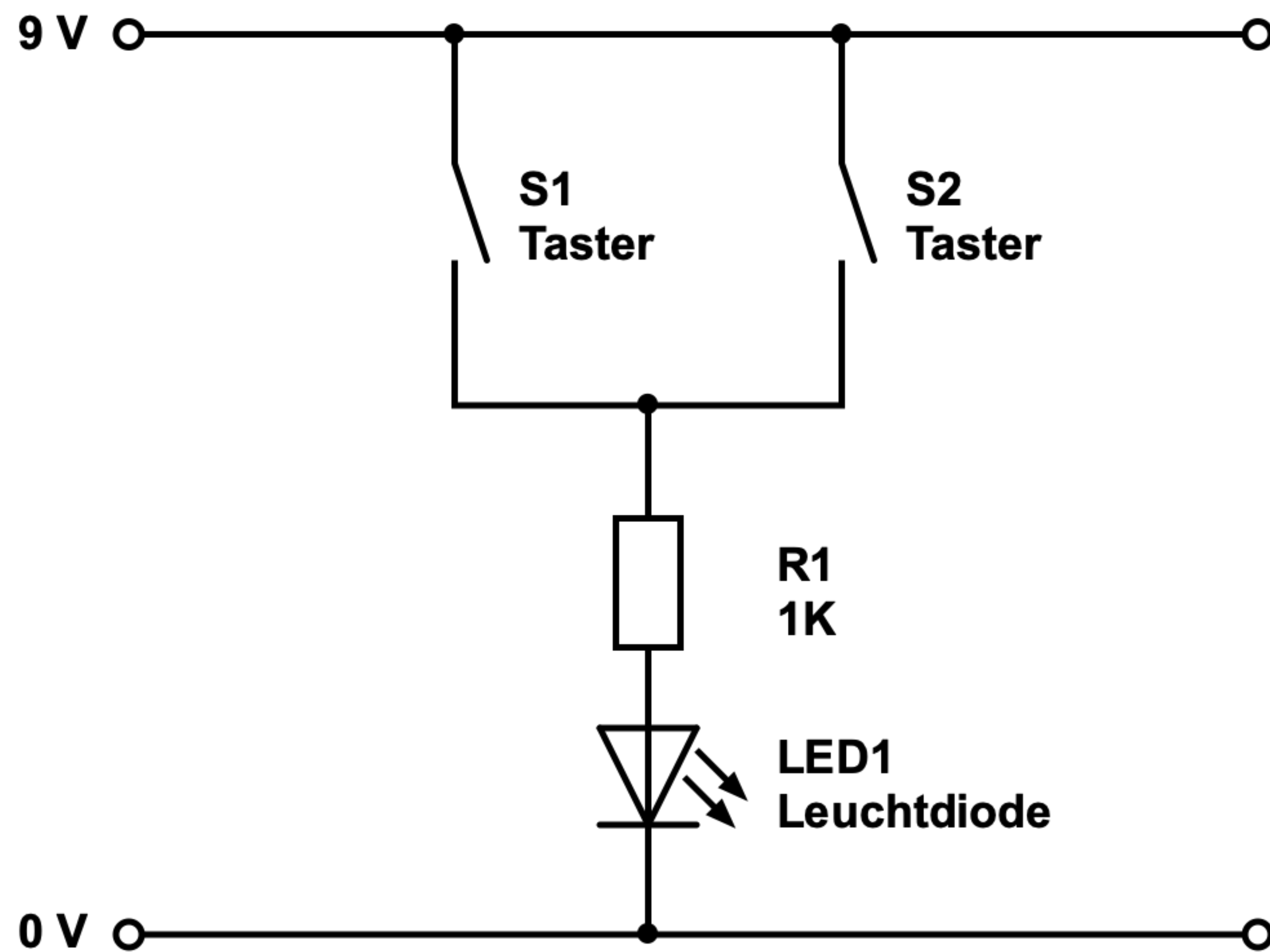
Eine UND-Schaltung ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode dann, wenn der eine UND der andere Taster gleichzeitig gedrückt werden.

Die Idee hinter dieser Schaltung ist, dass eine Funktion erst dann ausgelöst wird, wenn beide Taster zusammen gedrückt werden. Beispielsweise bei einer Stanze, bei der man verhindern will, dass der Bediener versehentlich eine Hand in der Stanze hat.

Taster S2	Taster S1	Leuchtdiode
offen	offen	
offen	gedrückt	
gedrückt	offen	
gedrückt	gedrückt	

# ODER-Schaltung mit Tastern



S1: Taster

S2: Taster

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

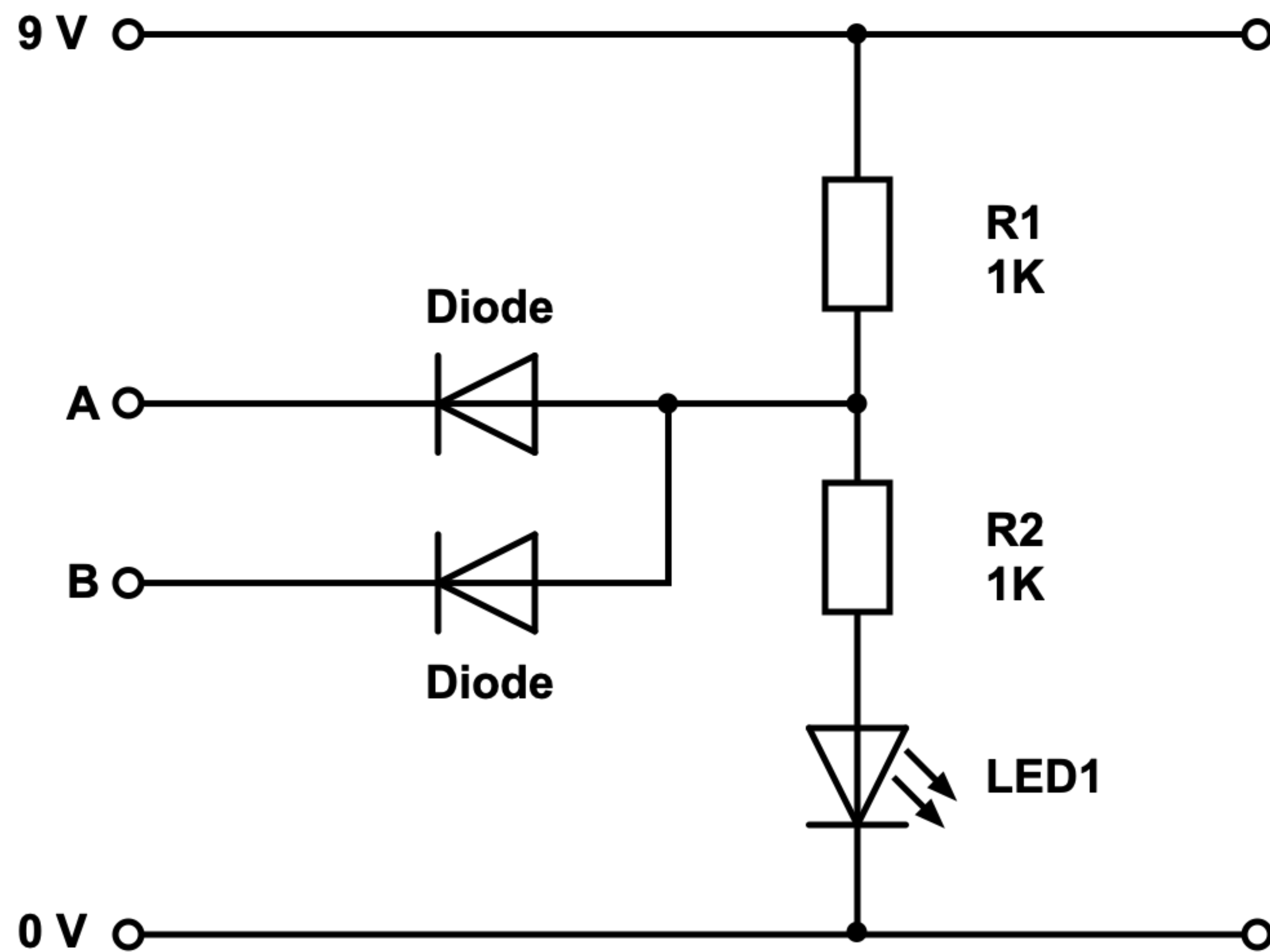
Eine ODER-Schaltung ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode dann, wenn der eine ODER der andere Taster gedrückt wird.

Die Idee hinter dieser Schaltung ist die Möglichkeit eine Funktion mit unterschiedlichen Tastern auslösen zu können. Wichtig ist, dass die Funktion nur mit dem Taster oder Schalter ausgeschaltet werden kann, der sie auch einschaltet.

Taster S2	Taster S1	Leuchtdiode
offen	offen	
offen	gedrückt	
gedrückt	offen	
gedrückt	gedrückt	

# UND-Schaltung mit Dioden



D1: Diode, 1N4007 (oder eine andere Diode)

D2: Diode, 1N4007 (oder eine andere Diode)

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

Eine UND-Schaltung ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode dann, wenn der Eingang A UND der Eingang B zusammen mit 9 Volt verbunden sind.

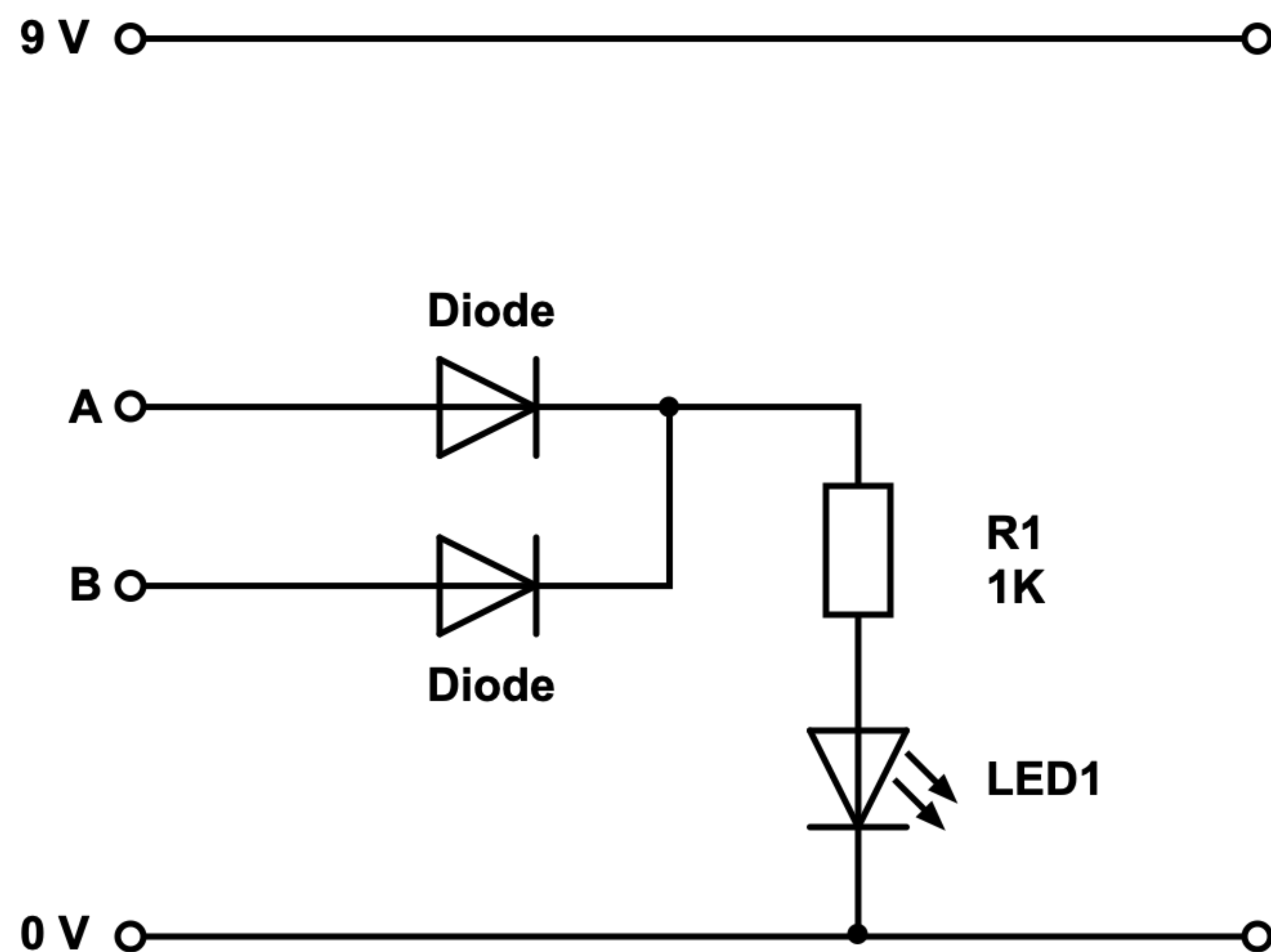
Wenn man beide Dioden mit 9 Volt verbindet, dann sperren sie. Wird eine der beiden Dioden mit 0 Volt verbunden, dann fließt jeder Strom im Stromkreis über diese Diode nach 0 Volt ab. Der Strom geht also den Weg über den geringsten Widerstand.

Die Idee hinter dieser Schaltung ist, dass ein Strom über die Leuchtdiode erst dann fließt, wenn beide Eingänge zusammen mit 9 Volt verbunden sind.

Hinweis: Gute Beobachter werden feststellen, dass die Leuchtdiode auch dann leuchtet, wenn einer der beiden Eingänge oder beide zusammen unbeschaltet sind. Also weder mit 9 Volt noch mit 0 Volt verbunden sind. Das ist richtig und dem Umstand geschuldet, dass die beiden Dioden erst wirken, wenn ein Potential (Spannung) anliegt.

Eingang B	Eingang A	Leuchtdiode
0 Volt	0 Volt	
0 Volt	9 Volt	
9 Volt	0 Volt	
9 Volt	9 Volt	

# ODER-Schaltung mit Dioden



D1: Diode, 1N4007 (oder eine andere Diode)

D2: Diode, 1N4007 (oder eine andere Diode)

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

Eine ODER-Schaltung ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

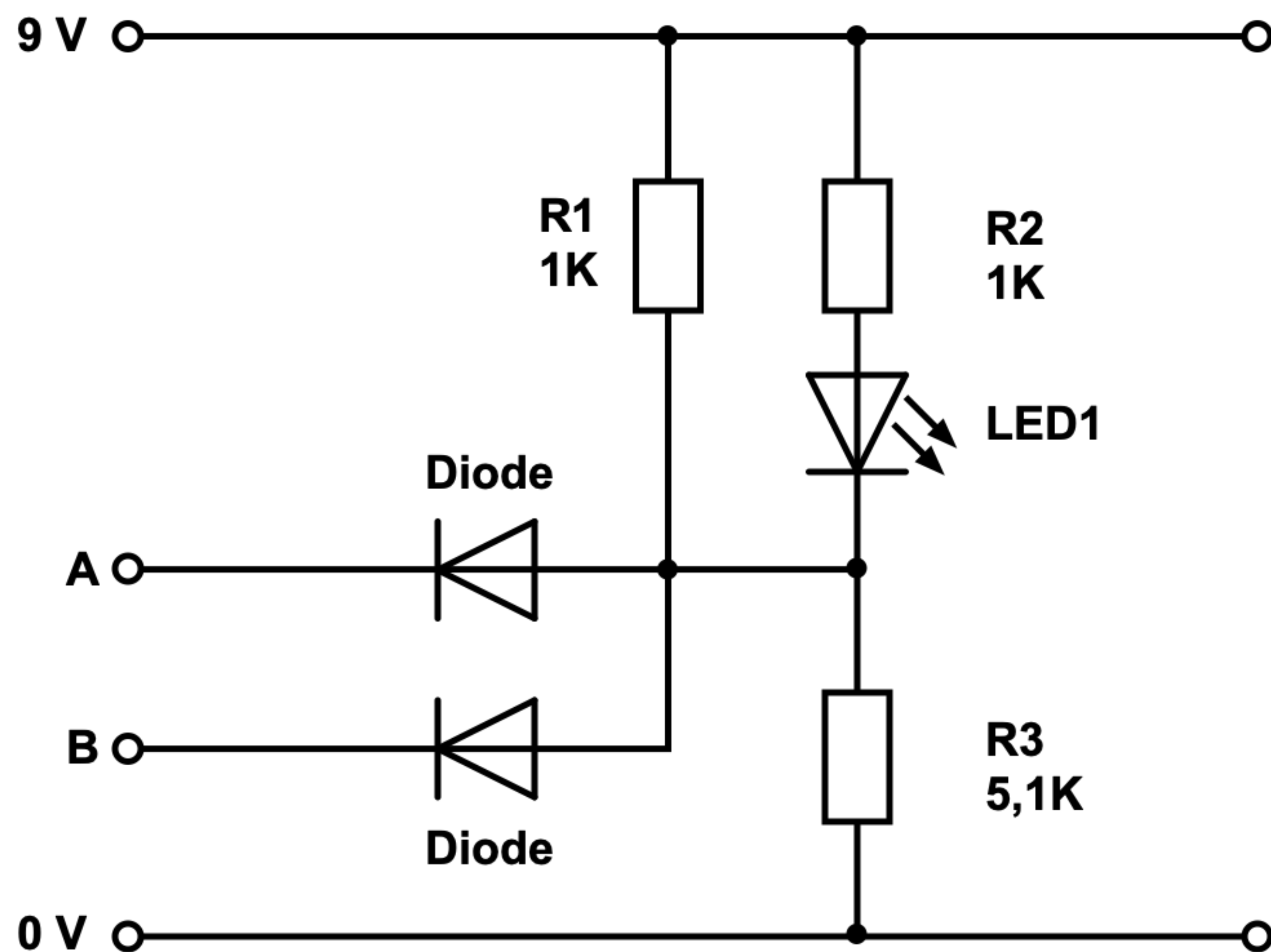
In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode dann, wenn der Eingang A ODER der Eingang B mit 9 Volt verbunden sind.

Wenn man beide Dioden mit 0 Volt verbindet, dann sperren sie. Erst wenn eine Diode mit 9 Volt verbunden wird, entsteht ein Stromkreis zwischen 9 Volt und 0 Volt.

Die Idee hinter dieser Schaltung ist, dass ein Strom über die Leuchtdiode erst dann fließt, wenn einer der beiden Eingänge mit 9 Volt verbunden ist.

Eingang B	Eingang A	Leuchtdiode
0 Volt	0 Volt	
0 Volt	9 Volt	
9 Volt	0 Volt	
9 Volt	9 Volt	

# Nicht-UND-Schaltung mit Dioden (NAND)



D1: Diode, 1N4007 (oder eine andere Diode)

D2: Diode, 1N4007 (oder eine andere Diode)

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R3: Widerstand, 5,1 kOhm (Grün-Braun-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

Eine Nicht-UND-Schaltung (NAND) ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

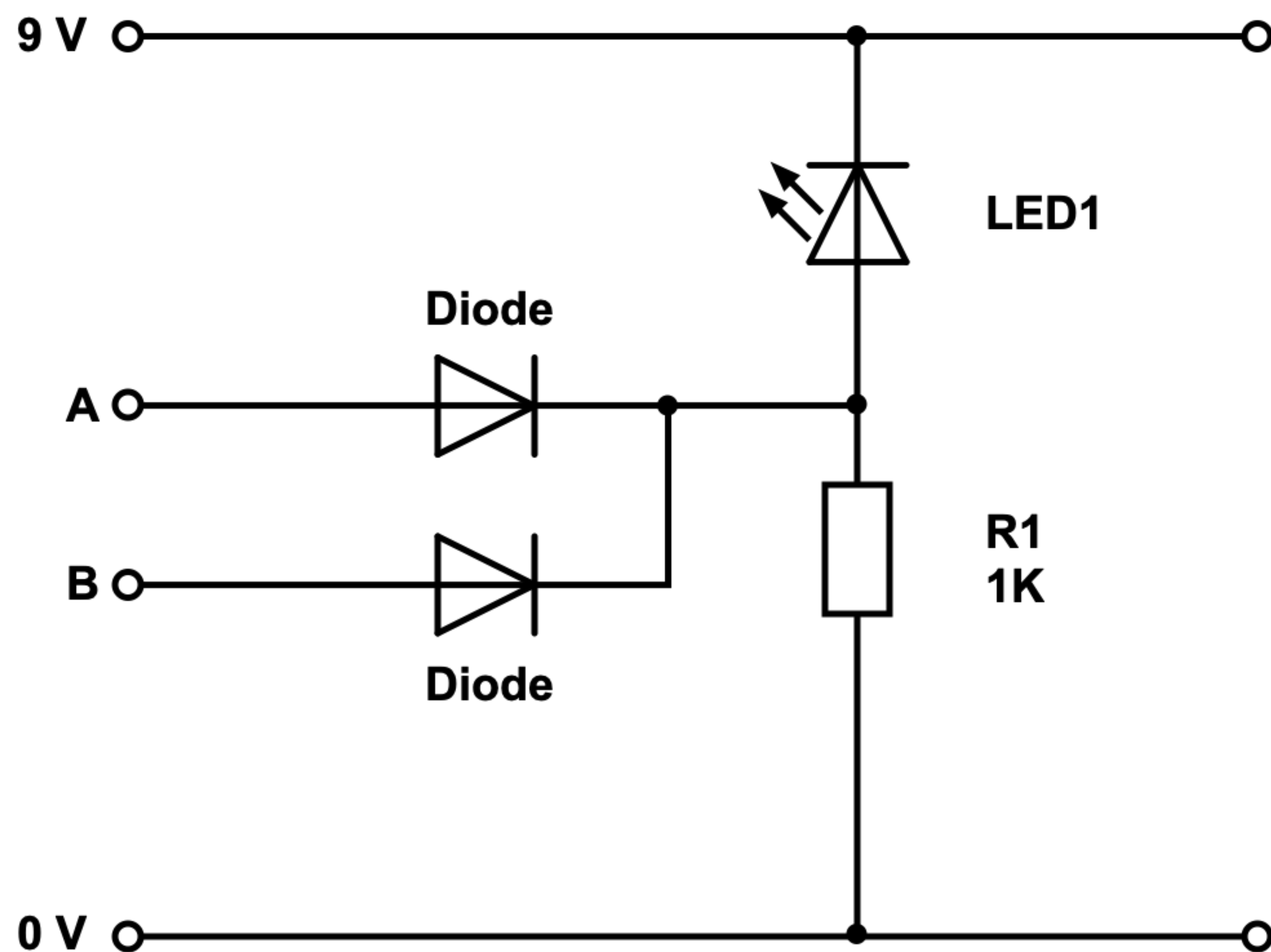
In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode NICHT, wenn der Eingang A UND der Eingang B zusammen mit 9 Volt verbunden sind. Wenn man beide Dioden mit 9 Volt verbindet, dann sperren sie. Wird eine der beiden Dioden mit 0 Volt verbunden, dann fließt jeder Strom im Stromkreis über diese Diode nach 0 Volt ab.

Die Idee hinter dieser Schaltung ist, dass ein Strom erst dann fließt, wenn beide Eingänge zusammen mit 9 Volt verbunden sind.

Hinweis: Gute Beobachter werden feststellen, dass die Leuchtdiode auch dann leuchtet, wenn einer der beiden Eingänge oder beide zusammen unbeschaltet sind. Also weder mit 9 Volt noch mit 0 Volt verbunden sind. Das ist richtig und dem Umstand geschuldet, dass die beiden Dioden erst wirken, wenn ein Potential (Spannung) anliegt.

Eingang B	Eingang A	Leuchtdiode
0 Volt	0 Volt	
0 Volt	9 Volt	
9 Volt	0 Volt	
9 Volt	9 Volt	

# Nicht-ODER-Schaltung mit Dioden (NOR)



D1: Diode, 1N4007 (oder jede andere Diode)

D2: Diode, 1N4007 (oder jede andere Diode)

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

Eine Nicht-ODER-Schaltung (NOR) ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode dann, wenn der Eingang A UND der Eingang B mit 0 Volt verbunden sind.

Wenn eine der beiden Dioden mit 9 Volt verbunden ist, dann sperren sie.

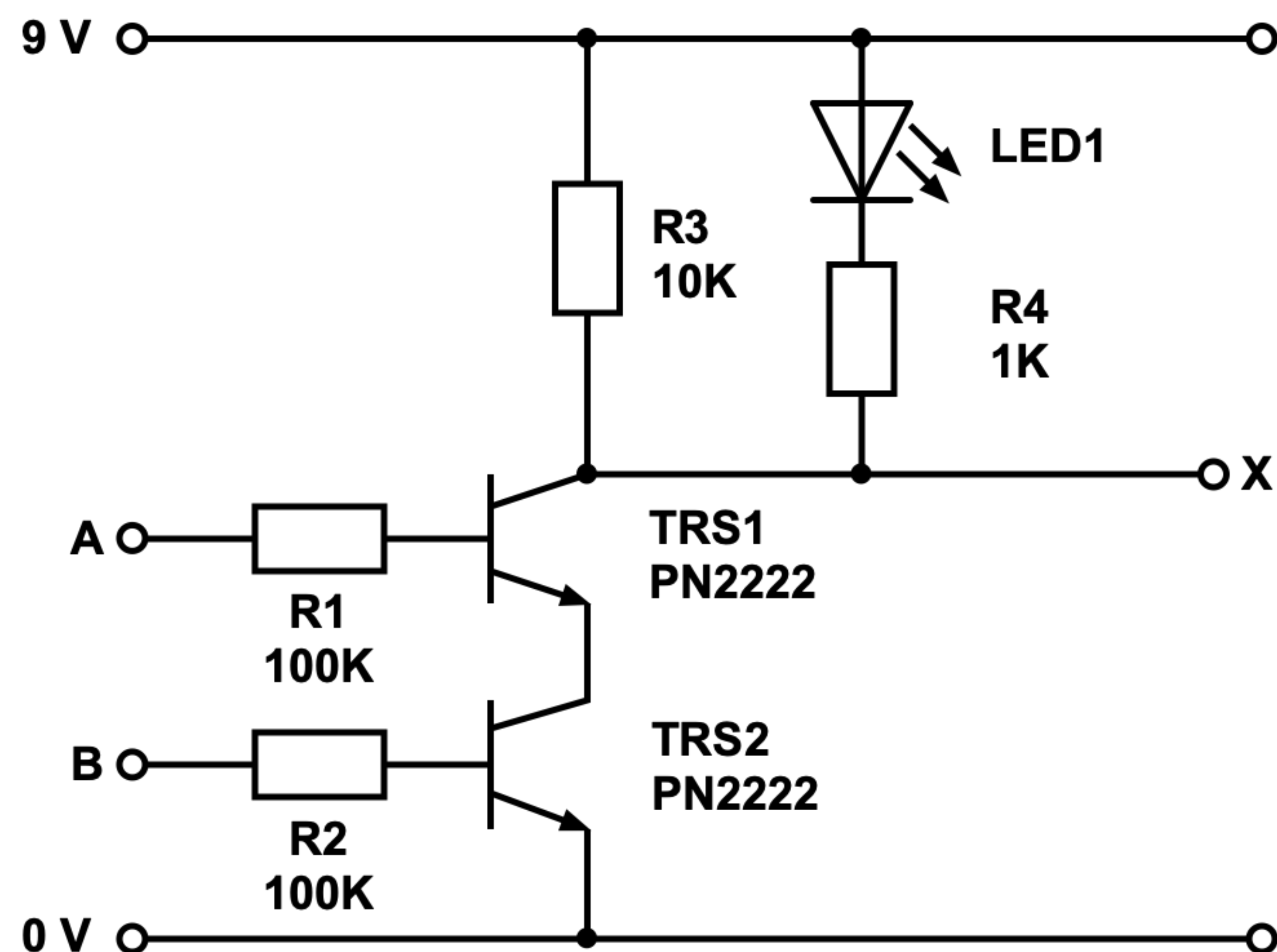
Die Idee hinter dieser Schaltung ist, dass ein Strom über die Leuchtdiode erst dann fließt, wenn beide Eingänge zusammen mit 0 Volt verbunden sind.

Hinweis: Gute Beobachter werden feststellen, dass die Leuchtdiode auch dann leuchtet, wenn einer der beiden Eingänge oder beide zusammen unbeschaltet sind. Also entweder mit 9 Volt oder 0 Volt verbunden sind. Das ist richtig und dem Umstand geschuldet, dass die beiden Dioden erst wirken, wenn ein Potential anliegt.

Eingang B	Eingang A	Leuchtdiode
0 Volt	0 Volt	
0 Volt	9 Volt	
9 Volt	0 Volt	
9 Volt	9 Volt	



# UND-Schaltung mit Transistoren



TRS1: Transistor, PN2222

TRS2: Transistor, PN2222

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

R2: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

R3: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

R4: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

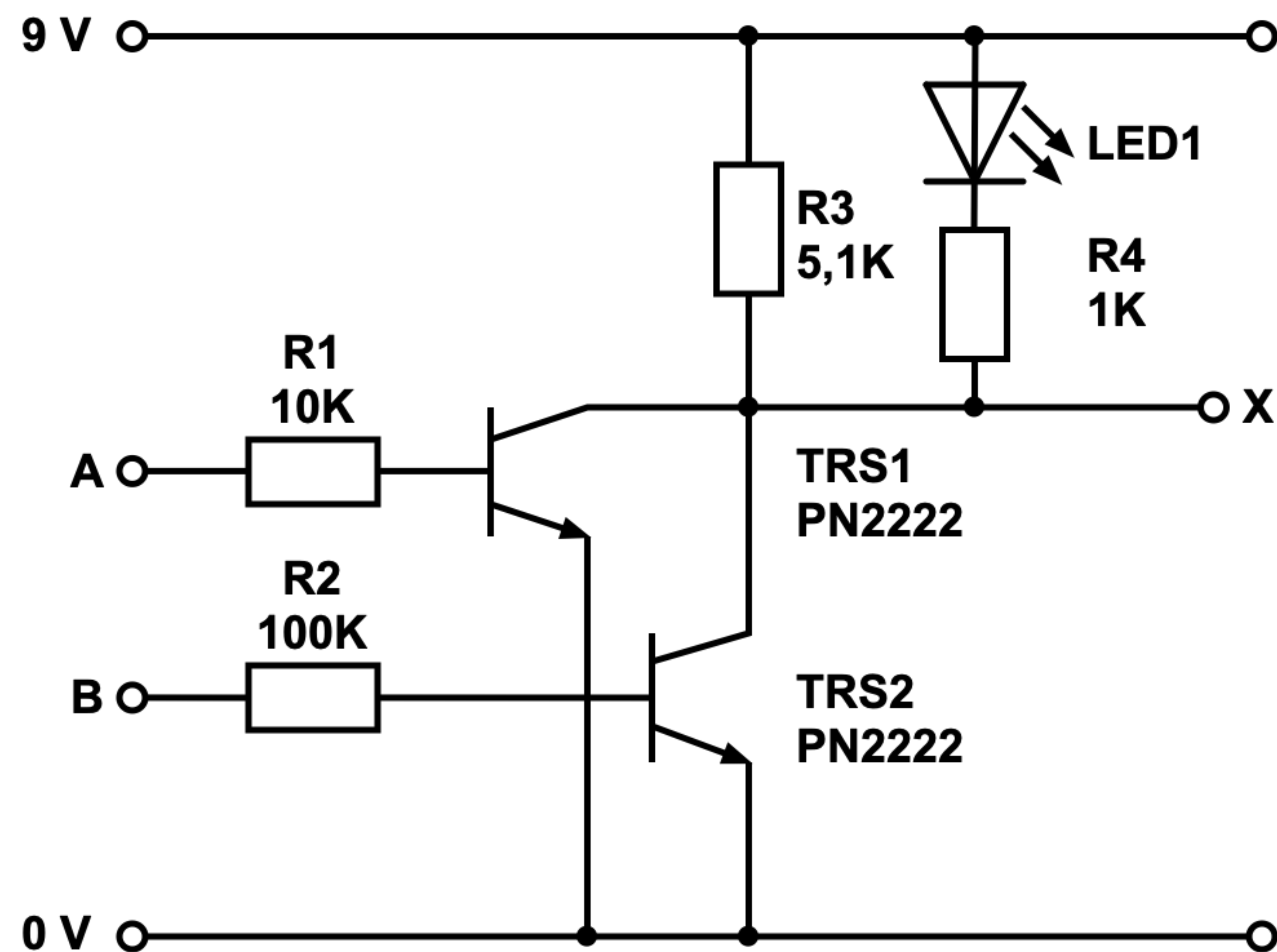
Eine UND-Schaltung ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode dann, wenn der Eingang A UND der Eingang B gleichzeitig mit 9 Volt verbunden werden.

Die Idee hinter dieser Schaltung ist, dass eine Funktion erst dann ausgelöst wird, wenn beide Eingänge zusammen mit 9 Volt beschaltet werden.

Eingang B	Eingang A	Leuchtdiode
0 Volt	0 Volt	
0 Volt	9 Volt	
9 Volt	0 Volt	
9 Volt	9 Volt	

# ODER-Schaltung mit Transistoren



Eine ODER-Schaltung ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode dann, wenn der Eingang A ODER der Eingang B mit 9 Volt verbunden wird.

Die Idee hinter dieser Schaltung ist die Möglichkeit eine Funktion mit unterschiedlicher Beschaltung auslösen zu können. Wichtig ist, dass die Funktion nur über den Transistor ausgeschaltet wird, der sie auch einschaltet.

TRS1: Transistor, PN2222

TRS2: Transistor, PN2222

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

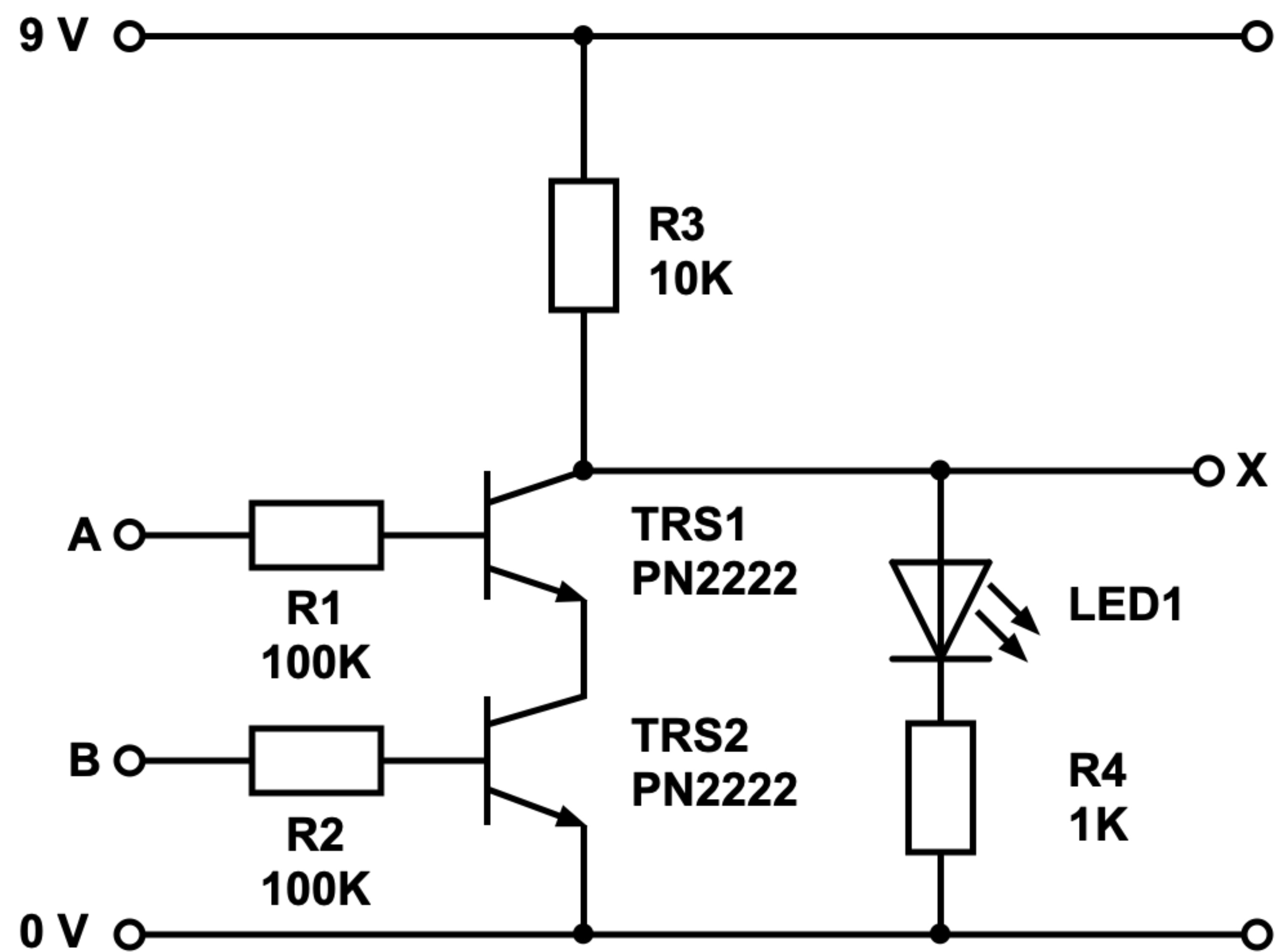
R2: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

R3: Widerstand, 5,1 kOhm (Grün-Braun-Schwarz-Braun-Braun)

R4: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

Eingang B	Eingang A	Leuchtdiode
0 Volt	0 Volt	
0 Volt	9 Volt	
9 Volt	0 Volt	
9 Volt	9 Volt	

# NICHT-UND-Schaltung mit Transistoren (NAND)



Eine NICHT-UND-Schaltung (NAND) ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode NICHT, wenn der Eingang A UND der Eingang B gleichzeitig mit 9 Volt verbunden sind. Oder anders ausgedrückt, die Leuchtdiode leuchtet dann, wenn der Eingang A oder der Eingang B mit 0 Volt verbunden sind.

Die Idee hinter dieser Schaltung ist, dass eine Funktion erst dann ausgelöst wird, wenn einer der beiden Eingänge NICHT mit 9 Volt beschaltet ist.

TRS1: Transistor, PN2222

TRS2: Transistor, PN2222

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

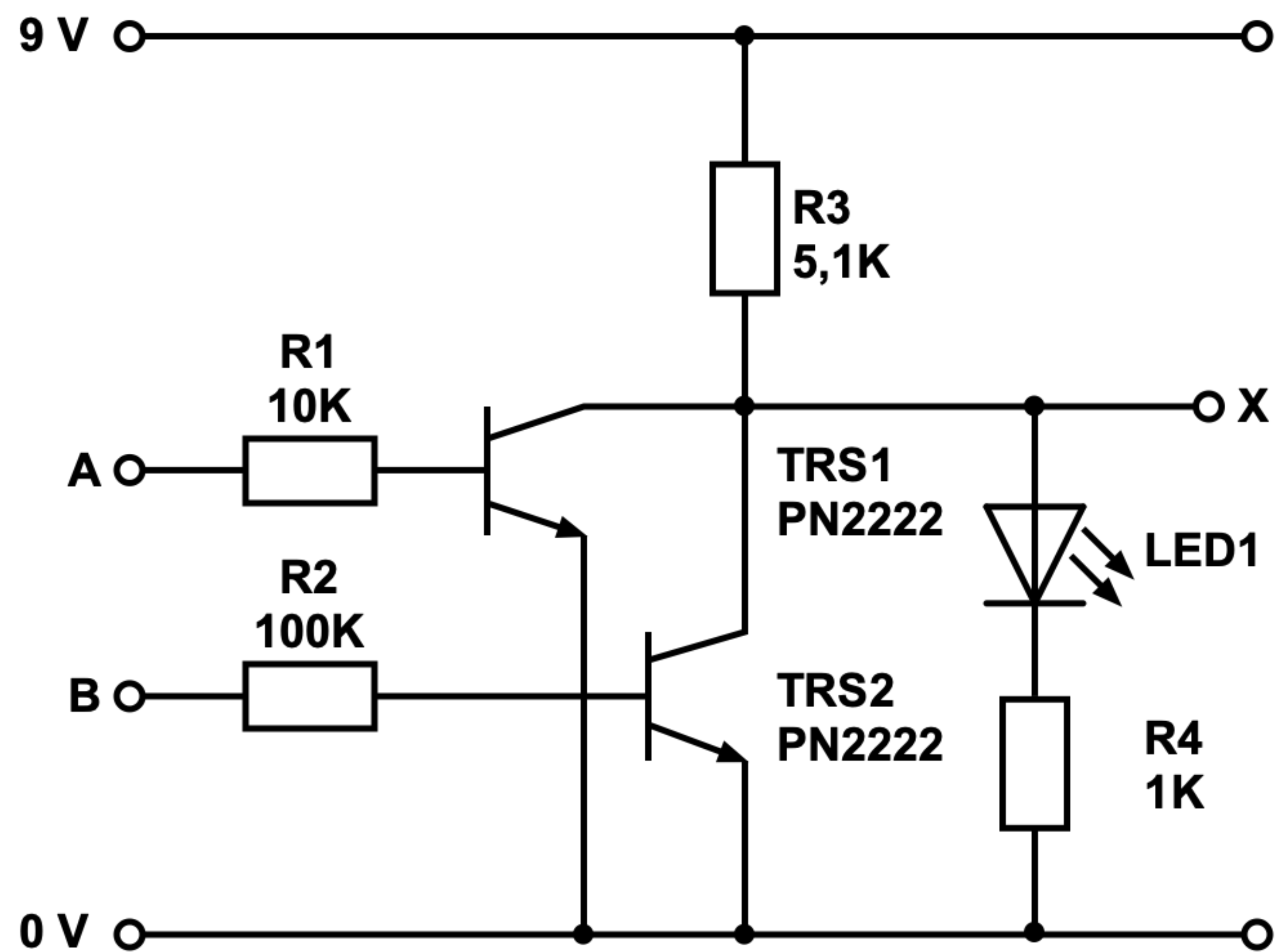
R2: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

R3: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

R4: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

Eingang B	Eingang A	Leuchtdiode
0 Volt	0 Volt	
0 Volt	9 Volt	
9 Volt	0 Volt	
9 Volt	9 Volt	

# NICHT-ODER-Schaltung mit Transistoren (NOR)



TRS1: Transistor, PN2222

TRS2: Transistor, PN2222

LED1: Leuchtdiode, rot

R1: Widerstand, 10 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Rot-Braun)

R2: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Orange-Braun)

R3: Widerstand, 5,1 kOhm (Grün-Braun-Schwarz-Braun-Braun)

R4: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

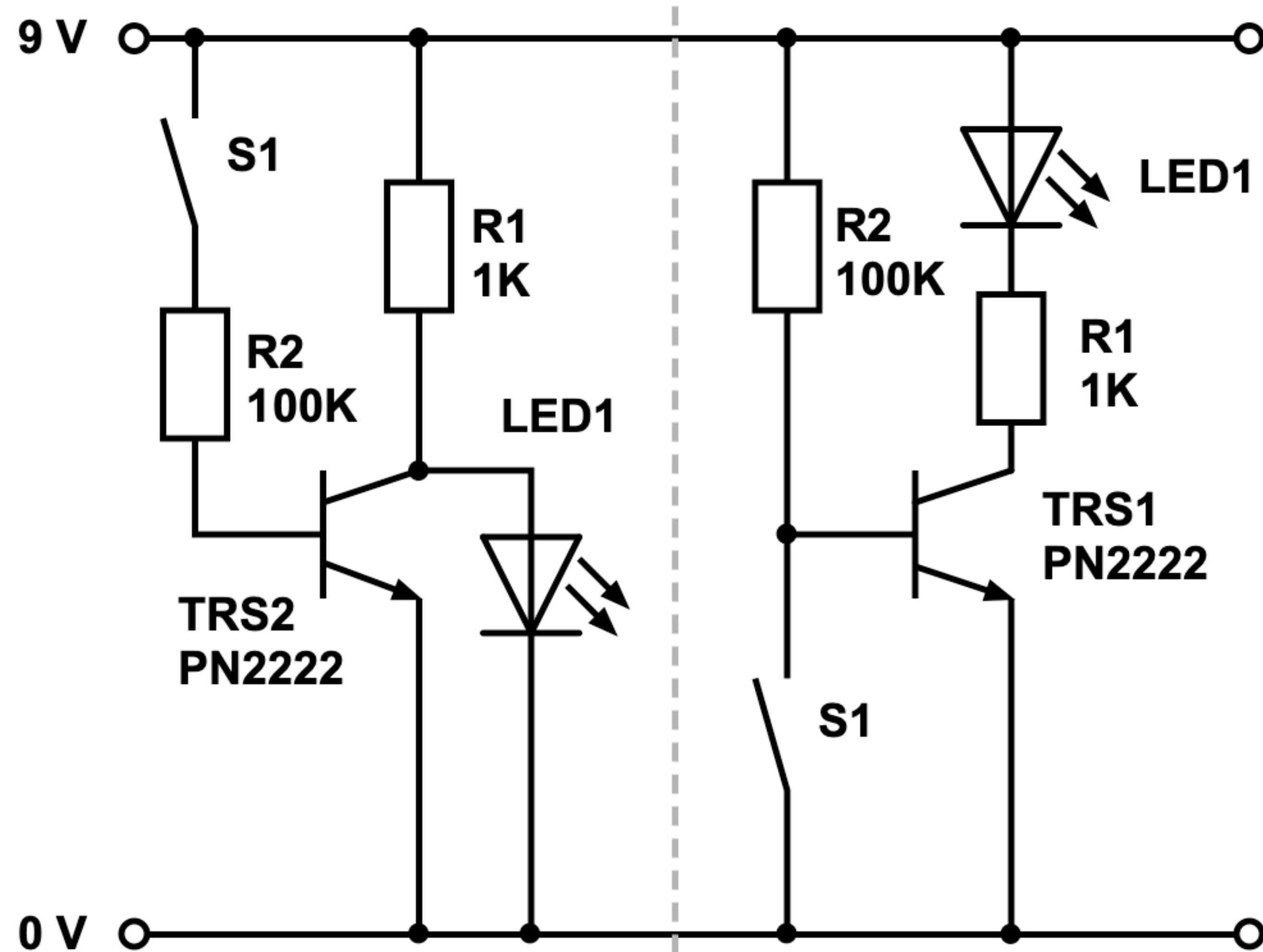
Eine NICHT-ODER-Schaltung (NOR) ist eine Schaltung, deren Funktion auf die Erfüllung einer Bedingung beruht. WENN „Bedingung“ erfüllt, DANN „Funktion“.

In dieser Schaltung leuchtet die Leuchtdiode nur dann, wenn der Eingang A UND der Eingang B mit 0 Volt verbunden sind. Oder anders ausgedrückt, die Leuchtdiode leuchtet NICHT, wenn der Eingang A ODER der Eingang B mit 9 Volt verbunden sind.

Die Idee hinter dieser Schaltung ist die Möglichkeit eine Funktion mit unterschiedlicher Beschaltung auslösen zu können.

Eingang B	Eingang A	Leuchtdiode
0 Volt	0 Volt	
0 Volt	9 Volt	
9 Volt	0 Volt	
9 Volt	9 Volt	

# NICHT- oder Inverter-Schaltung mit Transistor



S1: Taster

TRS1: Transistor, PN2222

R1: Widerstand, 1 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

R2: Widerstand, 100 kOhm (Braun-Schwarz-Schwarz-Braun-Braun)

LED1: Leuchtdiode, rot

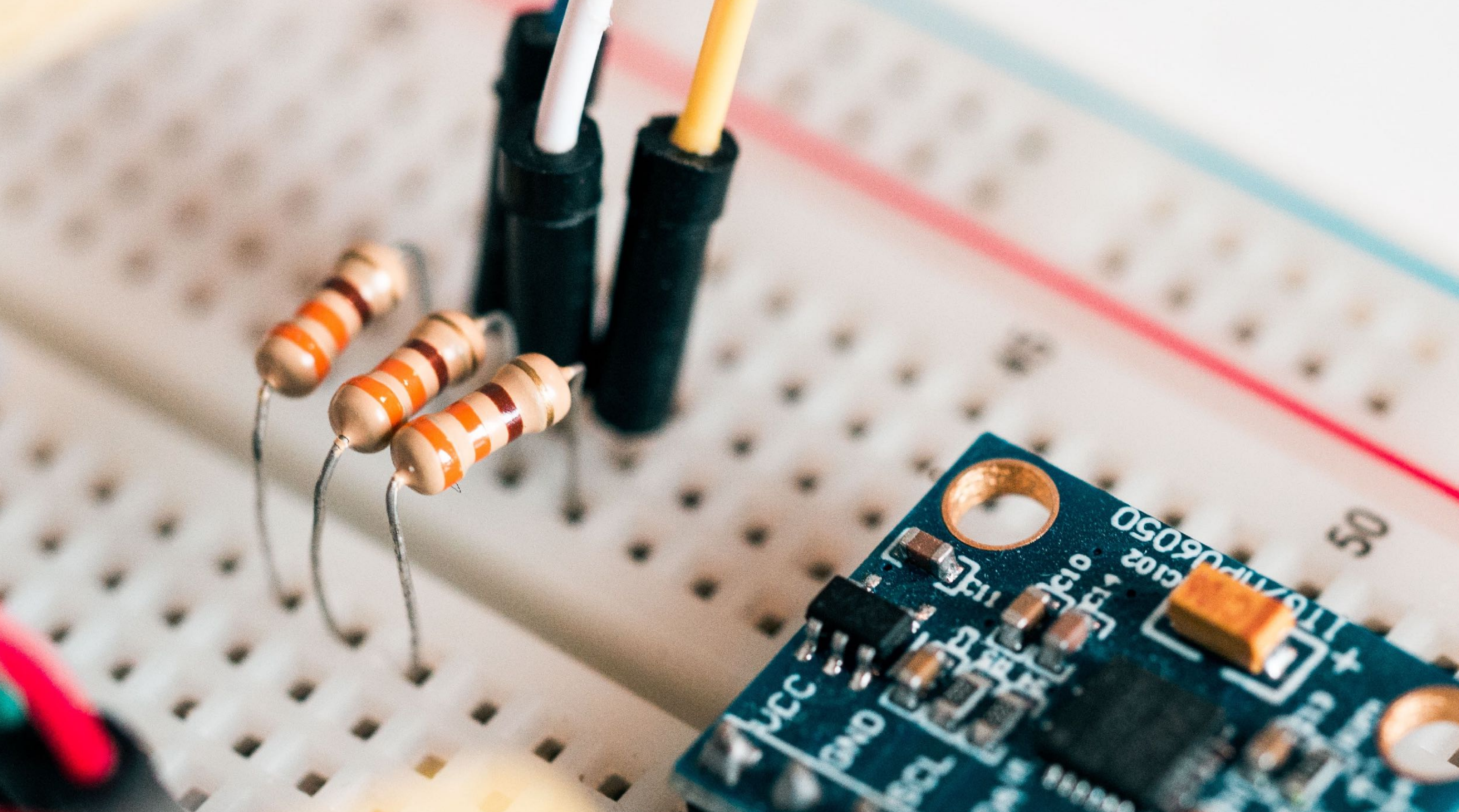
Viele Transistor-Schaltungen funktionieren nach dem Prinzip: Schalter geschlossen (EIN), LED leuchtet (EIN). Wie wäre es, wenn es genau umgekehrt wäre: Schalter offen (AUS), LED leuchtet (EIN). Also EIN schaltet AUS und AUS schaltet EIN. Das entspricht einer NICHT-Funktion und wird mit einem Inverter oder Invertierer realisiert.

Es gibt mehrere Möglichkeiten das schaltungstechnisch zu realisieren. Beispielsweise mit der linken Schaltung, in der die LED parallel zum Transistor geschaltet ist. Ein leitender Transistor würde die LED überbrücken. Der Strom würde über den Emitter abfließen und nicht über die LED. Die LED bleibt aus.

Der Nachteil dieser Schaltung ist, dass auch bei ausgeschalteter LED ein Strom fließt. Über den Widerstand R1 und Transistor. Und dieser Strom ist relativ hoch. Deshalb realisiert man diese Schaltung in der Praxis eher selten. Das ist ein typisches Beispiel in der Elektronik, dass eine Schaltung funktional Sinn ergibt, aber energetisch besser vermieden werden sollte.

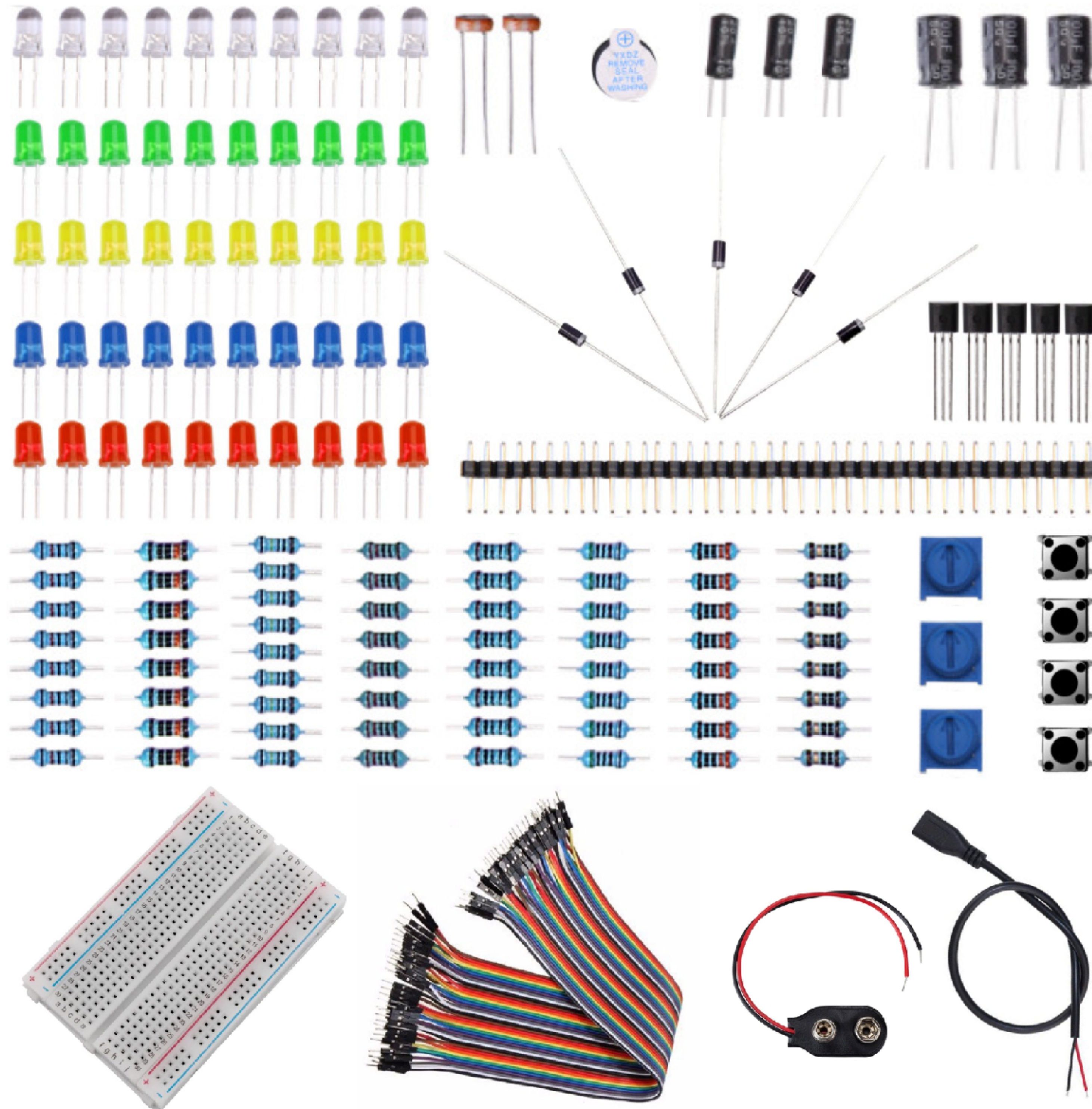
Eine bessere Lösung, weil effizienter, ist die Schaltung rechts, bei der die Stromaufnahme bei geschlossenem Schalter sehr gering ist. Hier fließt im Prinzip nur ein kleiner Strom über den Widerstand R2 nach 0 Volt ab, wenn der Schaltkontakt geschlossen ist.

Es gibt noch einen weiteren Grund warum die rechte Schaltung besser ist. Unbeschaltete Transistor-Eingänge (Basis-Anschluss) neigen dazu sich elektromagnetische Felder einzufangen. Es kann dann sein, dass der Transistor in den leitenden Zustand schaltet, obwohl sich schaltungstechnisch nichts verändert hat. Deshalb legt man einen Transistor-Eingang, also die Basis fest an ein Potential. Meist über einen Widerstand, der dann Pullup-Widerstand genannt wird, an die Betriebsspannung.



Lust auf mehr?

# 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 Advanced Edition



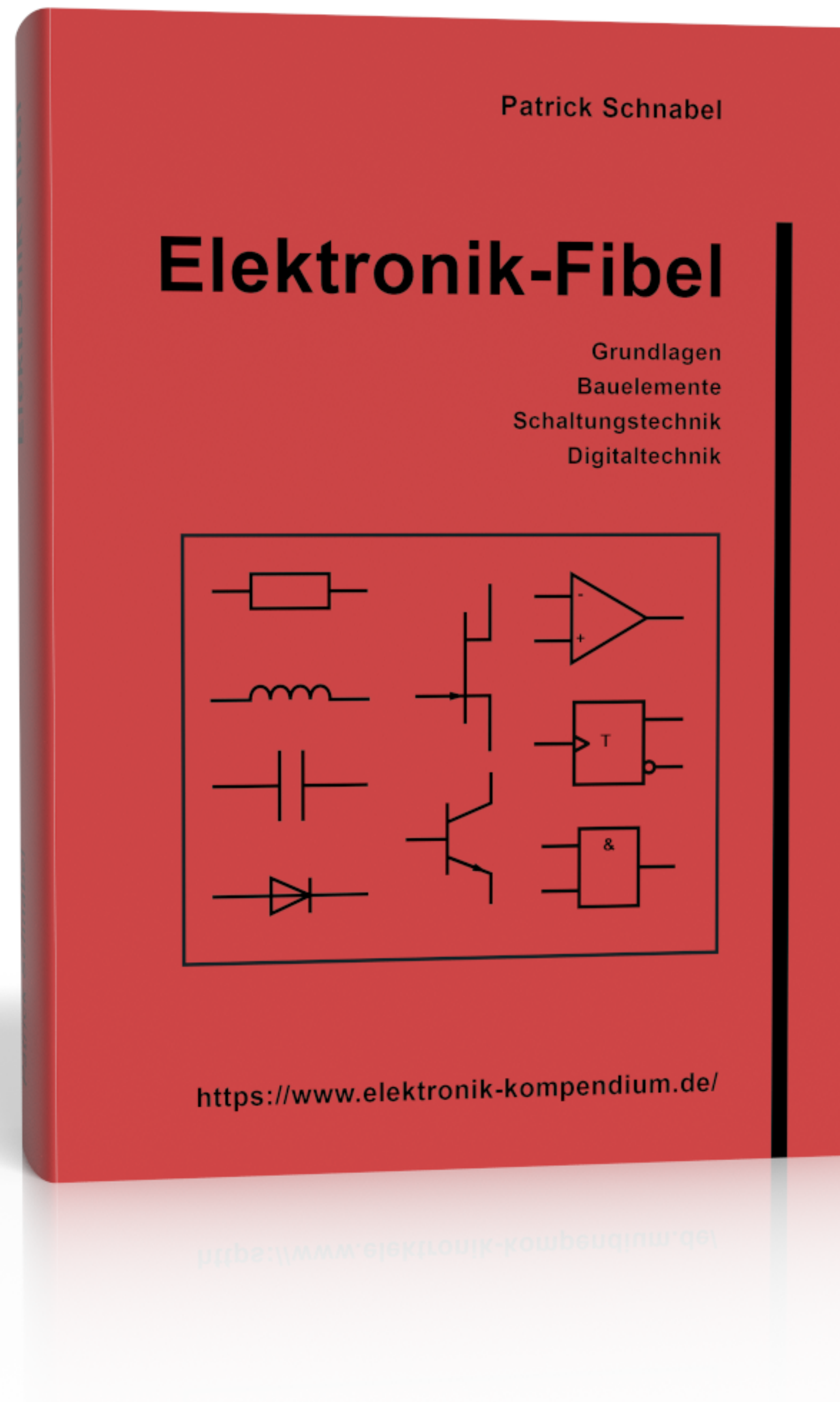
Das Elektronik-Set Advanced Edition ist ein Upgrade-Set für das Elektronik-Set Starter Edition. Mit dem Elektronik-Set Advanced Edition erweiterst Du Dein Elektronik-Set Starter Edition mit weiteren Bauteilen, um Messen zu lernen.

Was kannst Du mit Elektronik-Set Advanced Edition machen?

- In bekannten und beliebten Grundschaltungen an den Bauteilen die Spannung messen.
- Spannungsänderungen in einer Schaltung sichtbar machen und die Vorgänge durch Vergleichen besser verstehen.

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





## 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 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>