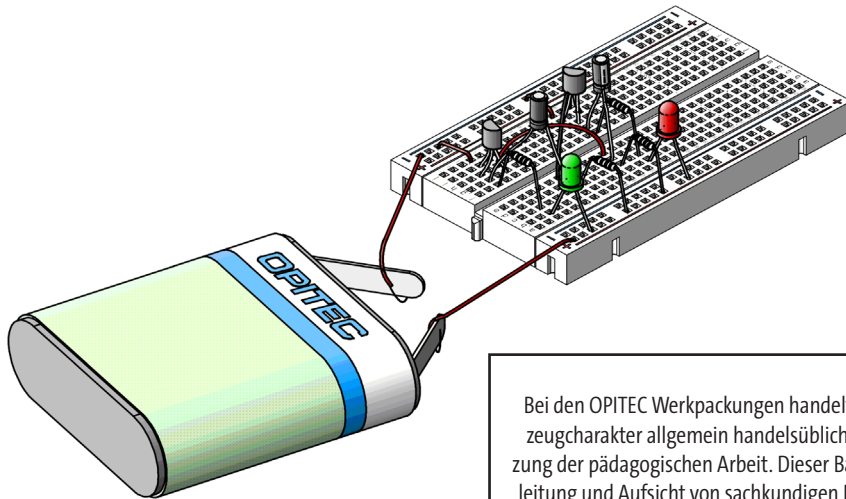
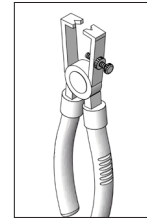


118.381

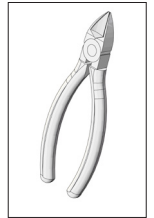
17 Elektronik Grundversuche mit Breadboard



Benötigtes Werkzeug:



Absolierzange



Seitenschneider

Hinweis

Bei den OPITEC Werkpackungen handelt es sich nach Fertigstellung nicht um Artikel mit Spielzeugcharakter allgemein handelsüblicher Art, sondern um Lehr- und Lernmittel als Unterstützung der pädagogischen Arbeit. Dieser Bausatz darf von Kindern und Jugendlichen nur unter Anleitung und Aufsicht von sachkundigen Erwachsenen gebaut und betrieben werden. Für Kinder unter 36 Monaten nicht geeignet. Erstickungsgefahr!

Stückliste	Stückzahl	Maße (mm)	Bezeichnung	Teile-Nr.
Steckplatine Breadboard	1	83x55	Steckplatine	1
Lautsprecher	1		Lautsprecher	2
Flachsteckhülse	2		Anschluss Batterie	3
Widerstand 120 Ohm	2		Widerstand	4
Widerstand 470 Ohm	1		Widerstand	5
Widerstand 1 kOhm	1		Widerstand	6
Widerstand 2,7 kOhm	1		Widerstand	7
Widerstand 4,7 kOhm	1		Widerstand	8
Widerstand 22 kOhm	1		Widerstand	9
Widerstand 39 kOhm	1		Widerstand	10
Widerstand 56 kOhm	1		Widerstand	11
Widerstand 1 MOhm	1		Widerstand	12
Fotowiderstand	1		Fotowiderstand	13
Transistor BC 517	2		Transistor	14
Transistor BC 548	2		Transistor	15
Transistor BC 557	1		Transistor	16
Kondensator 4,7 µF	1		Kondensator	17
Elko 22µF	2		Elko	18
Elko 470µF	1		Elko	19
Leuchtdiode rot	3		LED	20
Leuchtdiode grün	1		LED	21
Schalt draht rot	1	2000	Schalt draht	22

Allgemein:

Wie funktioniert ein Breadboard?

Das Breadboard auch Steckbrett oder Steckplatine genannt - erleichtert das Experimentieren mit elektronischen Teilen ungemein. Die Bauteile können einfach eingesteckt werden ohne dass diese verlötet werden müssen.

Schaltungen können direkt auf das Breadboard gesteckt werden.

Da die Fertigung einer kompletten Platine sehr aufwendig ist, ist ein Breadboard eine schnelle und einfache Alternative.

Ursprünglich stammt der englische Begriff von den ersten Schaltungen, welche einfach auf ein Holzbrett genagelt wurden. Diese Holzbretter erinnern an Frühstücksbrettchen und somit wurde das Steckbrett als Breadboard bezeichnet.

Der Trick beim Breadboard ist, daß einige der Löcher auf dem Steckbrett untereinander leitend verbunden sind. In der Darstellung des Steckbretts rechts sind diese Verbindungen mit Linien eingezeichnet. Im äusseren Versorgungsteil verlaufen diese in zwei parallelen Streifen (+ und -) von oben nach unten, während in der Mitte des Steckbretts jeweils 5 Löcher horizontal zu einer Spalte zusammengefaßt sind.

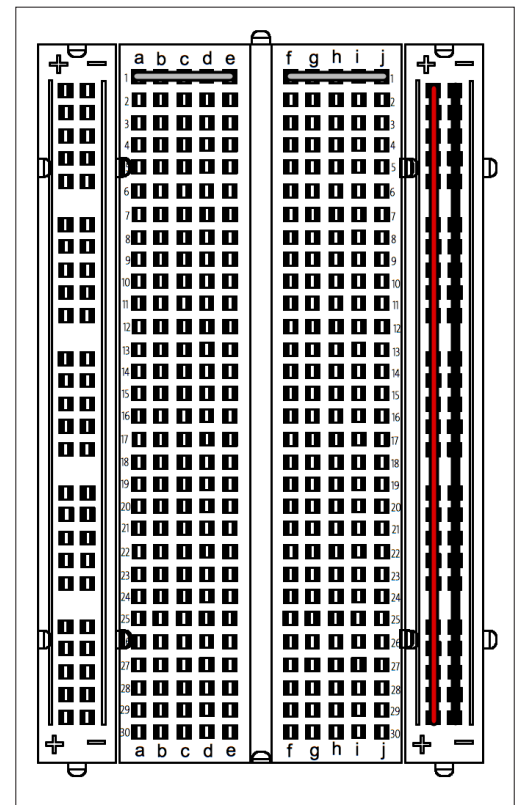
Zwischen diesen Zeilenblöcken (a-e + f-g) verläuft ein großer Spalt. An dieser Stelle können DIP-IC's auf das Brett gesteckt werden.

Andere Bauteile wie Widerstände, Kondensatoren oder Transistoren etc. können an beliebiger Stelle innerhalb der Blöcke eingebaut werden. Um sie untereinander zu verbinden, kann man entweder jeweils ein Bein der Bauteile in eine gemeinsame Zeile stecken oder mit Drahtbrücken arbeiten.

Die meisten Breadboards verfügen über eine seitliche Stromversorgung. Oft ist Plus durch rot und Minus durch schwarz gekennzeichnet.

Breadboards sind eine super Möglichkeit schnell neue Schaltungen aufzubauen. Jedoch gibt es einige Einschränkungen:

- SMD Bauteile können ohne zusätzliche Adapter nicht verwendet werden.
- Breadboards sind nicht für große Spannungen und Ströme geeignet.
- Ab einer gewissen Größe werden die Schaltungen unübersichtlich
- Breadboards sind nur bedingt für Schaltungen mit hohen Frequenzen geeignet.



Die Leuchtdiode LED

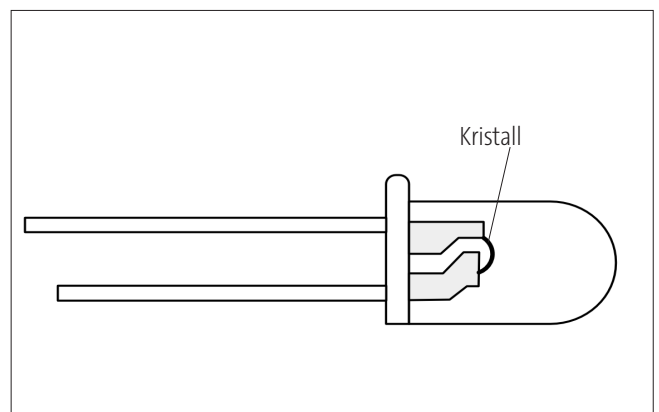
Eine Leuchtdiode ist keine Glühlampe.

Das Licht einer Leuchtdiode entsteht dadurch, daß ein kleiner Kristall elektromagnetische Wellen ausstrahlt, die wir sehen können.

Hält man eine Leuchtdiode gegen eine Lichtquelle (Lampe, Fenster) kann man das Kristall sehen.

Dieses Leuchten ist heute sehr hell, so dass Leuchtdioden als Taschenlampen, Zimmerlampen und im Autobau eingesetzt werden.

In den meisten modernen Geräten werden Leuchtdioden zur Funktionsanzeige und -kontrolle eingesetzt, z.B. MP3-Player, Computern, Digitaluhren, Hi-Fi-Anlagen und Fernsehapparaten.



Überall wo kleine "Lämpchen" aufleuchten und damit etwas anzeigen, sind es Leuchtdioden. Es gibt sie in den Farben weiß, rot, gelb, grün, blau und mit Farbwechsel (RGB-Rainbow). Die gebräuchlichste Form ist rund, aber auch in viereckiger und dreieckiger Form werden Leuchtdioden verwendet.

Als Vorteile gegenüber kleinen Glühlampen kann man folgendes aufzählen:

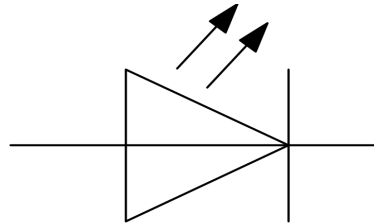
- geringer Stromverbrauch
- erschütterungsfest
- unzerbrechlich
- sehr hohe Lebensdauer
- geringer Platzbedarf

In der englischen Sprache wird die Leuchtdiode mit light-emitting-diode bezeichnet, abgekürzt: LED.

Diese Abkürzung ist bei Elektronikern gebräuchlich. Wie alle elektronischen Bauteile hat auch die Leuchtdiode ein Schaltzeichen

Schaltzeichen LED

Die beiden Pfeile symbolisieren das Ausstrahlen von Licht.

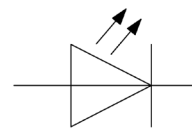


ACHTUNG:

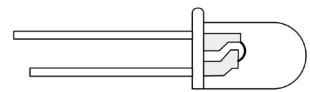
Möchte man eine Leuchtdiode zum Leuchten bringen, muß man folgendes beachten:

1. Die Leuchtdiode muß mit der richtigen Polarität angeschlossen werden, sonst leuchtet sie nicht. Hierzu hat man die Anschlüsse mit den Bezeichnungen ANODE (A+) und KATHODE (K-) versehen. Die Leuchtdiode ist zu klein, um die Begriffe aufdrucken zu können, deshalb kann man an den Anschlußbeinchen erkennen, welcher Draht Anode und Kathode ist.

Schaltzeichen



Anode (A) langes Bein (+)



Kathode (K) kurzes Bein (-)

An die Anode wird Plus (+) an die Kathode Minus (-) angeschlossen.

2. Eine handelsübliche Leuchtdiode darf niemals an eine Spannungsquelle mit mehr als ca. 1,6 Volt angeschlossen werden (heute gibt es Leuchtdioden mit unterschiedlichsten Spannungswerten die man den technischen Datenblättern des Herstellers entnehmen kann), sie würde sofort "durchbrennen". Da aber in den meisten Geräten und Schaltungen eine höhere Spannung als 1,6 Volt benutzt wird, muß über ein anderes elektronisches Bauteil die Spannung auf 1,6 Volt verringert werden. Das hierzu erforderliche Bauteil ist der WIDERSTAND.

Hier die Widerstandswerte für die gebräuchlichsten Spannungsquellen:

Spannung	Widerstand
4,5 Volt	130 Ohm
6 Volt	180 Ohm
9 Volt	390 Ohm
12 Volt	510 Ohm
24 Volt	1,2 kOhm

Der Widerstand

Ein Widerstand ist ein Elektronikbauteil, welches den Stromfluß begrenzt oder abschwächt.

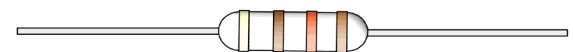
Die gebräuchlichsten Widerstände bestehen aus einer Kohleschicht (Kohle ist ein schlechter Leiter) auf einem kleinen Keramikröhrchen. Am Anfang und Ende des Röhrchens befinden sich die Anschlußdrähte.

Farbringe auf dem Widerstand kennzeichnen den Widerstandswert.

Dieser Wert wird in Ohm (Ω) angegeben und gibt Aufschluß, ob der Widerstand einen großen oder kleinen Strom durchfließen läßt.

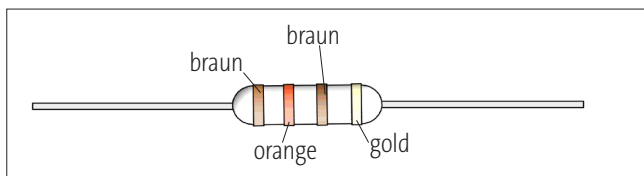
Also, ein Widerstand mit hohem Ohmwert, z.B. 1,8 k Ω (1800 Ω), läßt weniger Strom durchfließen, als ein Widerstand mit einem kleineren Ohmwert, z.B. 130 Ω .

Mit Hilfe nachfolgender Tabelle kann man leicht herausfinden, welchen Ohmwert die benutzten Widerstände haben.

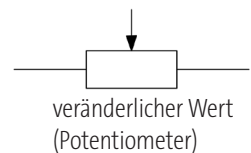


Ringfarbe	1.Ring	2.Ring	3.Ring/ Multiplikator	4.Ring/ Toleranz
schwarz	0	0	1	1 %
braun	1	1	10	2 %
rot	2	2	100	-
orange	3	3	1000	-
gelb	4	4	10000	-
grün	5	5	100000	-
blau	6	6	1000000	-
violett	7	7		-
grau	8	8		-
weiß	9	9		-
gold			0,1	5 %
silber			0,01	10 %
				ohne Ring 20 %

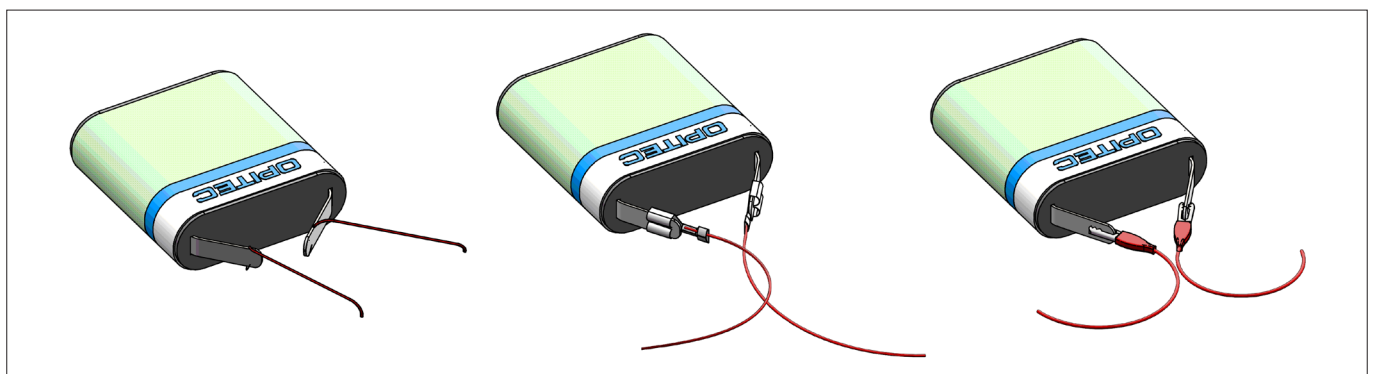
Beispiel: 130 Ohm mit 5% Toleranz



Schaltzeichen:



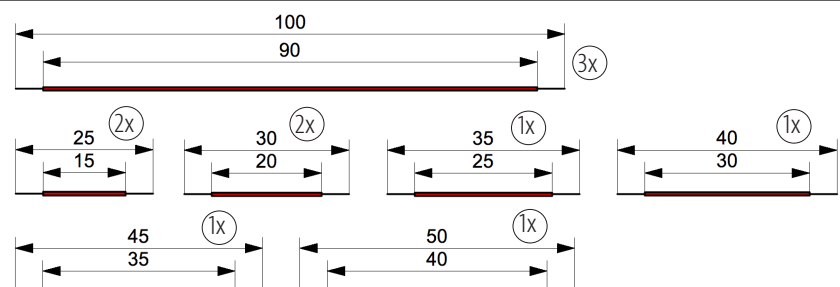
Möglichkeiten zur Verbindung von Breadboard und Batterie:



Es gibt verschiedene Möglichkeiten das Breadboard an der Batterie anzuschließen. Hierfür zwei Stücke vom Schaltdraht (ca. 110mm) abtrennen und beidseitig abisolieren. Die Drahtenden können einfach durch umwickeln von - und + Pol an der Batterie befestigt werden. Ebenso können die Drahtenden an den beigefügten Flachsteckhülsen (2) befestigt und anschließend auf die Pole geschoben werden. Eine weitere Möglichkeit ist das anschließen der Drähte mit Krokodellenden. Die freien Drahtenden werden im Breadboard in der jeweiligen Leiste für den + Pol bzw. - Pol eingesteckt.

Zuschneiden der Kabel für Verbindungen und Brücken:

Zum Aufbau verschiedener Schaltungen werden Kabelstücke als Verbindungen und Brücken benötigt. Diese wie abgebildet vom restlichen Schaltdraht zuschneiden und beidseitig abisolieren.

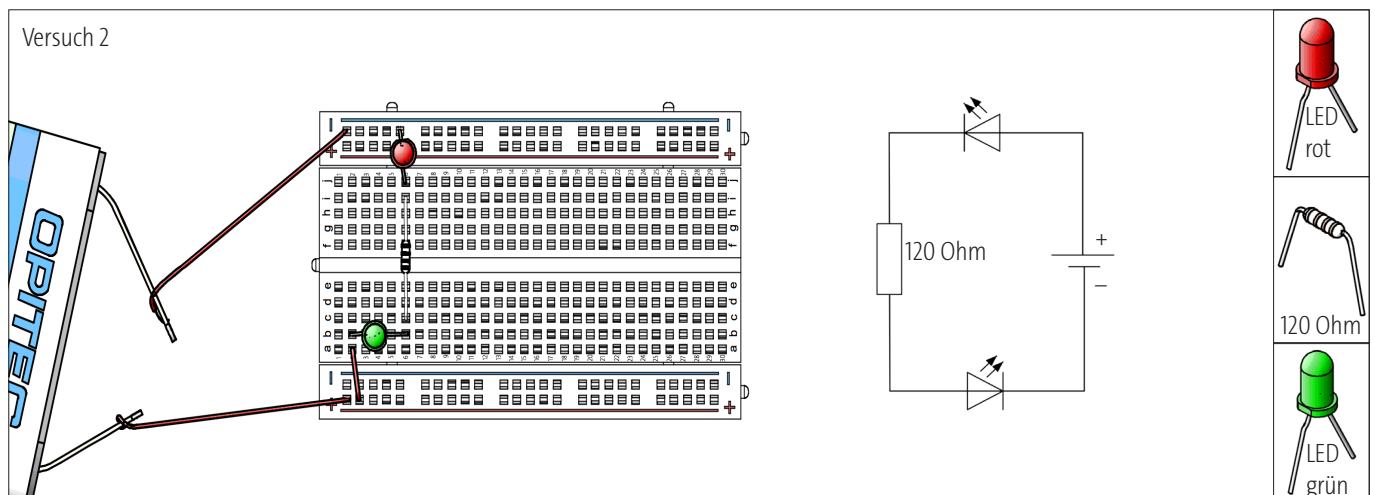
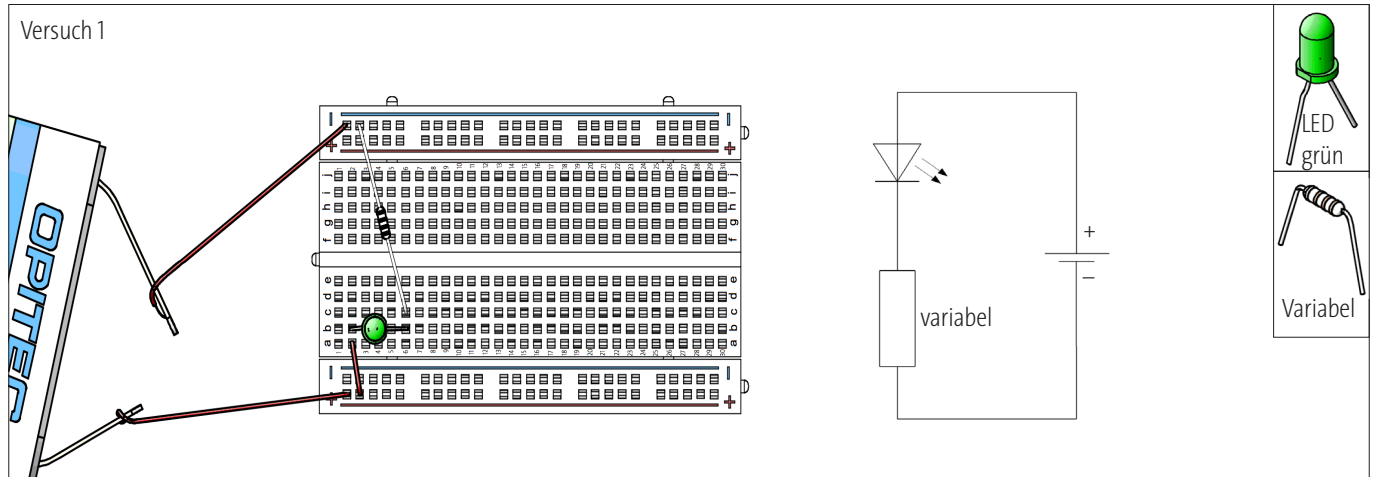


Der Widerstand

Folgende Widerstände werden benötigt:

120 Ohm	(braun-rot-braun)	470 Ohm	(gelb-violett-braun)
1 kOhm	(braun-schwarz-rot)	2,7 kOhm	(rot-violett-rot)
4,7 kOhm	(gelb-violett-rot)	22 kOhm	(rot-rot-orange)
1 MOhm	(braun-schwarz-grün)	56 kOhm	(grün-blau-orange)

Nun kann unser erster Versuch beginnen:



Der Transistor

Der Transistor ist von den bisher abgehandelten Elektronikteilen das vielseitigste Bauteil.

Widerstände begrenzen den Stromfluß. Leuchtdioden und Dioden lassen den Strom nur in eine Richtung fließen.

Ein Transistor kann wie eine Diode den Strom in eine Richtung fließen lassen und darüberhinaus entscheiden, ob überhaupt ein Strom fließen und wie stark dieser sein soll.

Er kann somit den Stromfluß ein- und ausschalten, sowie abschwächen oder verstärken. Der Transistor ist als Schalter und Verstärker einsetzbar.

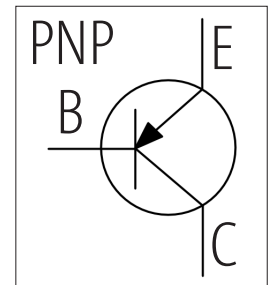
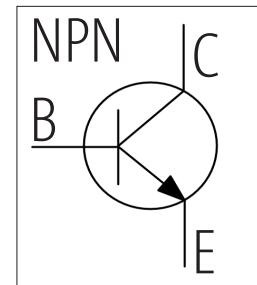
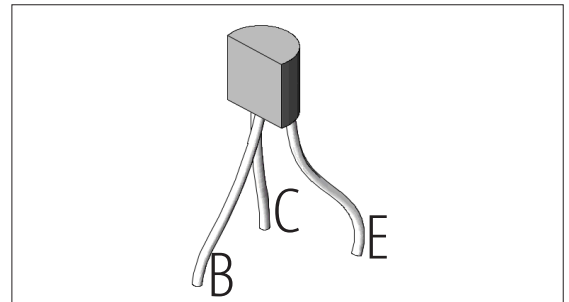
Noch vor ca. 50 Jahren hatte man zum Schalten und Verstärken nur Röhren in den Elektronik-Geräten (siehe alte Radios). Röhren sind viel größer als Transistoren und erheblich teurer, auch brauchen sie zum Betrieb eine stromfressende Heizung. Erst der Transistor ermöglichte es, Radios klein und billig herzustellen.

1956 erhielten drei Amerikaner den Nobelpreis für die Entwicklung des Transistors. Alle bekannten Geräte, wie z.B. Walkman, Recorder, Taschenrechner, Digitaluhr, Computer wären ohne Transistoren nicht herstellbar. Der Transistor hat die Elektronik-Geräte miniaturisiert.

Er ist in seiner Bauweise sehr klein. Nimmt man einen Transistor in die Hand, fällt zunächst auf, daß er drei Anschlüsse hat und auf einer Seite abgeflacht ist. Auf der abgeflachten Seite ist die Typenbezeichnung aufgedruckt. Ein Hinweis auf Kennzeichnung der Anschlüsse fehlt.

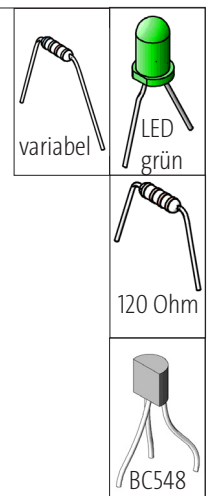
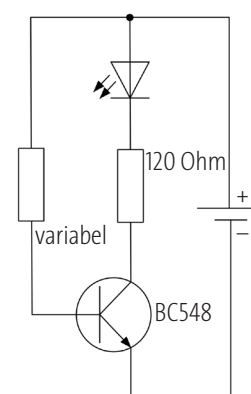
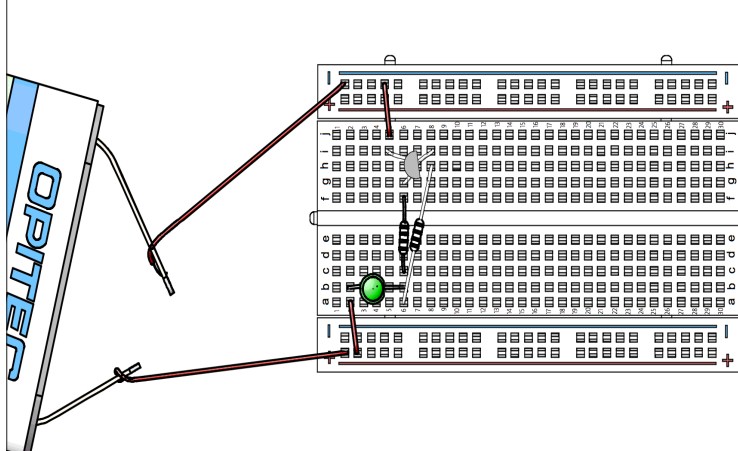
Man muß das Schaltzeichen zur Hilfe nehmen, um die drei Anschlüsse zu unterscheiden.

Es wird deutlich, daß die Elektronen vom Emitter (E) durch den Transistor zum Kollektor (C) fließen. Dabei steuert die Basis (B) diesen Elektronenfluß. Die Basis entscheidet, ob der Transistor sperrt oder durchläßt.



E = Emitter (sendet Elektronen aus)
B = Basis (steuert den Fluß der Elektronen)
C = Kollektor (sammelt die Elektronen)

Versuch 3



Ein Verbindungskabel (20mm) zur Hand nehmen und auf dem Breadboard an der +Leiste einstecken. Das andere Ende beim Anschluß 2a einstecken. Die Kathode (-) der LED in Anschluß 6b und die Anode (+) bei 2b einstecken. Den Widerstand (120 Ohm) bei 6c und 6f einstecken. Den Transistor wird folgend platziert: Die Basis bei 8i, den Kollektor bei 6g und den Emitter bei 5i einstecken. Ein Verbindungskabel (15mm) zwischen 5j und - einstecken. Ein Verbindungskabel (25mm) zwischen 8d und + einstecken.

Über die LED und den 120-Ohm-Widerstand liegt (+) am Kollektor (C), am Emitter (E) liegt (-). Trotzdem leuchtet die LED nicht und zeigt damit an, daß kein Strom fließt. Man sagt der Transistor „sperrt“. Den zweiten Widerstand (2,7 kOhm, 22 kOhm, 1 MOhm) zwischen 8e und 8h platzieren.

Die LED leuchtet hell auf; der Transistor leitet. Du erkennst daran, daß ein kleiner Strom von (+) durch die Basis (B) zum Emitter (E) nach (-) genügt, um den Transistor zwischen Kollektor (C) und Emitter (E) leitend zu machen. Führe den gleichen Versuch auch mit dem 22-KOhm-Widerstand (rt-rt-or) durch. Der Strom durch die Basis ist jetzt sehr viel kleiner, aber er genügt, um den Transistor leitend zu machen (die LED leuchtet hell). Aus Versuch 1 weißt Du, daß durch den 22-KOhm-Widerstand nur sehr wenig Strom fließt, denn dort war die LED bei diesem Widerstand dunkel. Probiere es nun auch noch mit dem 1-MOhm-Widerstand (1 000 000 Ohm). Die LED sollte jetzt immer noch, wenn auch sehr schwach, leuchten. Der Strom durch die Basis beträgt hier nur noch etwa 4 Millionstel Ampere; aber er reicht aus, um den Transistor (etwas) leitend zu machen.

Merke Dir: der Transistor kann zwei Aufgaben erfüllen:

1. Er kann schalten, indem er den Strom durch den Kollektor leitet oder sperrt.
2. Er kann verstärken, denn ein sehr kleiner Strom durch die Basis genügt, um einen sehr viel größeren Strom durch den Kollektor zu steuern.

Der Kondensator

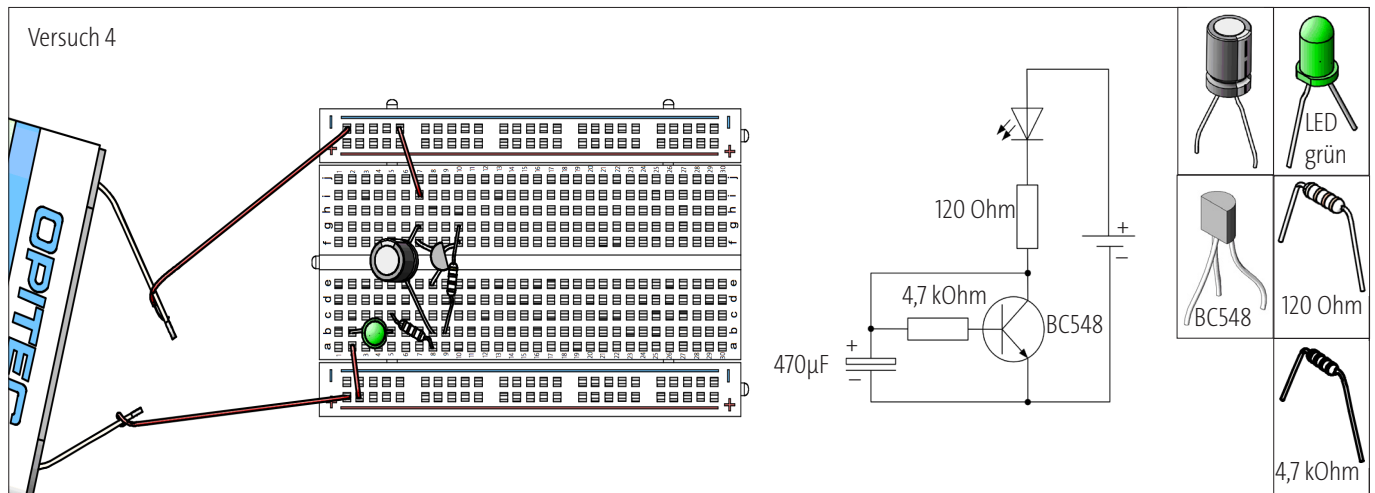
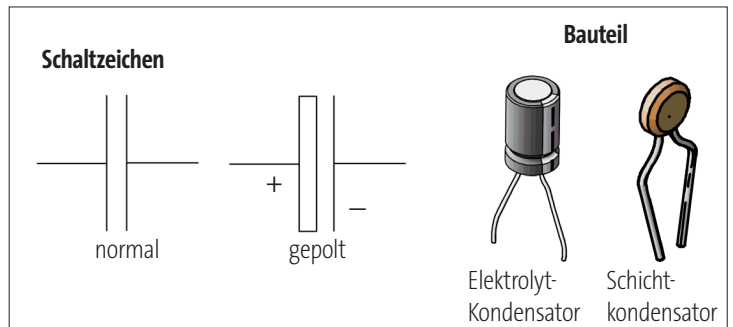
Batterien oder auch Akkus sind bekannt. In Ihnen wird chemische Energie in elektrischen Strom umgewandelt. Nun gibt es bestimmte Schaltungen, bei denen man einen Strom für kurze Zeit speichern muß. Batterien oder auch Akkus wären hierbei zu groß und auch zu teuer. Man benutzt deshalb ein Bauteil, welches kurzzeitig Strom speichern kann, den **Kondensator**.

Das Schaltbild verdeutlicht den Aufbau eines Kondensators. Er besteht aus zwei getrennten Platten. Zwischen diesen Platten kann er eine elektrische Ladung speichern. Aus Platzgründen sind bei großen Kondensatoren die Platten aufgerollt. Ein solcher Kondensator hat dann eine zylindrische Form.

Der Kondensator

Batterien oder auch Akkus sind bekannt. In Ihnen wird chemische Energie in elektrischen Strom umgewandelt. Nun gibt es bestimmte Schaltungen, bei denen man einen Strom für kurze Zeit speichern muß. Batterien oder auch Akkus wären hierbei zu groß und auch zu teuer. Man benutzt deshalb ein Bauteil, welches kurzzeitig Strom speichern kann, den **Kondensator**.

Das Schaltbild verdeutlicht den Aufbau eines Kondensators. Er besteht aus zwei getrennten Platten. Zwischen diesen Platten kann er eine elektrische Ladung speichern. Aus Platzgründen sind bei großen Kondensatoren die Platten aufgerollt. Ein solcher Kondensator hat dann eine zylindrische Form.



Ein Verbindungskabel (20mm) zur Hand nehmen und auf dem Breadboard an der +Leiste einstecken. Das andere Ende beim Anschluß 2a einstecken. Die Kathode (-) der LED in Anschluß 5b und die Anode (+) bei 2b einstecken. Den Widerstand (120 Ohm) bei 5c und 8a einstecken. Den Transistor wie folgt platzieren: Die Basis bei 10f, den Kollektor bei 8e und den Emitter bei 7f einstecken. Den Widerstand (4,7 kOhm) zwischen 9b und 10g einstecken. Den Kondensator zwischen 8b bzw. 9a (+) und 7g (-) einstecken. Eine Kabelverbindung (25mm) von 7i zur -Leiste.

Nun die Batterie anschließen. Der Minusanschluß des Elkos ist fest mit Minus verbunden. Wechsle nun den + Anschluss des Kondensators zwischen 8b und 9a durch und beobachte.

Beim Einstecken in 8b erhält der Elko durch die LED und den 120-Ohm-Widerstand Strom von (+) und wird geladen. Das kurze Aufleuchten der LED zeigt, daß nur kurz Strom fließt. Der Kondensator ist dann voll, es fließt kein Strom mehr, und die LED bleibt dunkel.

Bei Einstecken in 9a fließt der vorher geladene Strom (langsam) durch den 4,7-KOhm-Widerstand und die Basis nach (-) und macht den Transistor einige Zeit leitend, die LED leuchtet. Dabei wird der Kondensator (Elko) entladen.

Das Entladen dauert länger, weil der 4,7-KOhm-Widerstand sehr viel größer als der 120-Ohm-Widerstand ist.

Hinweis: Ein Kondensator kann Strom aufnehmen (laden) und wieder abgeben (entladen).

Du hast den Versuch mit dem größten Kondensator aus Deinem Bausatz durchgeführt; er hat eine Kapazität (Fassungsvermögen) von 470 Mikro-Farad. Wiederhole nun den Versuch mit einem 22-Mikrofarad Elko. Du wirst feststellen, daß das Laden und das Entladen sehr viel schneller erfolgt, weil dieser Kondensator eine viel kleinere Kapazität hat. Mit den normalen Kondensatoren kannst Du Dir den Versuch sparen. Sie tragen zwar große Zahlen (1000 und 4700), aber die Maßeinheit (pF=Pikofarad), die weggelassen wurde, weil sie der Fachmann sowieso kennt, ist millionenfach kleiner. Das bedeutet, daß diese Kondensatoren in Sekundenbruchteilen geladen oder entladen sind. Das kann man natürlich nicht mehr sehen, aber hören, wie spätere Versuche noch zeigen werden. Welche Art von Kondensator in einer Schaltung benötigt wird, kann man leicht am Schaltzeichen (Symbol) erkennen.

Für besonders Interessierte:

Die Grundeinheit ‚Farad‘ wurde irgendwann festgelegt und (dummerweise) sehr groß gewählt. Ein normaler Kondensator mit einer Kapazität von 1 Farad würde ein größeres Zimmer vollständig ausfüllen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß in der Praxis sehr viel kleinere Kapazitäten verwendet werden. Der größte Kondensator (Elko) in Deinem Bausatz hat eine Kapazität von 470 µF (Mikro-Farad). Die Einheit Mikro-Farad ist der Millionste Teil von der Grundeinheit.

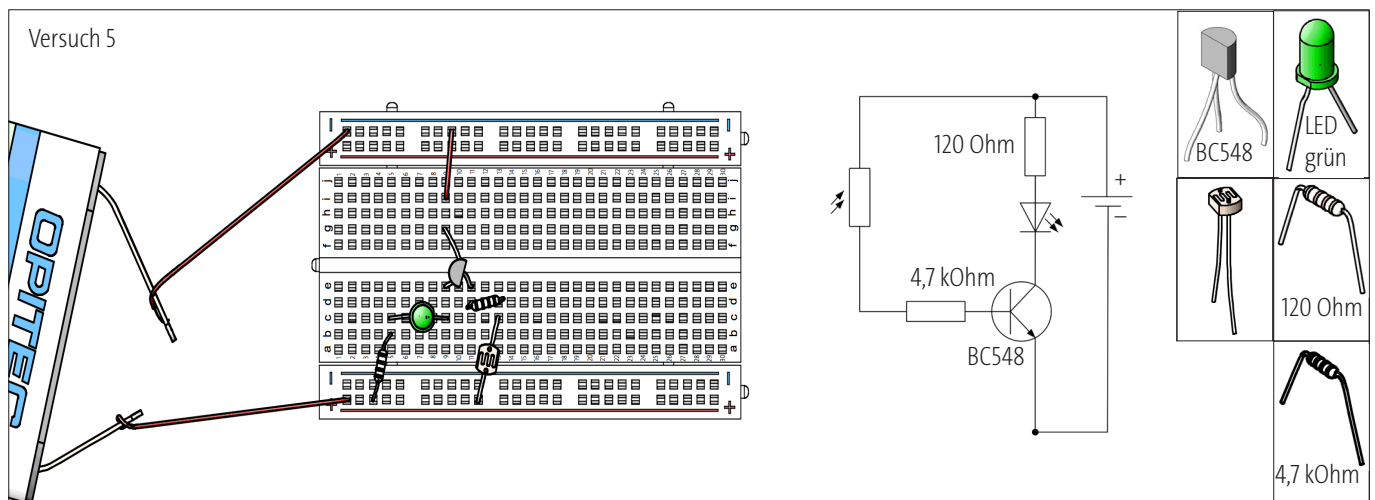
Der kleinste (normale) Kondensator im Bausatz hat eine Kapazität von 1000 pF (Piko-Farad). Ein Piko-Farad ist der Millionste Teil von einem Mikro-Farad und damit der Billionste Teil der Grundeinheit, in Zahlen:

$$1 / 1\,000\,000\,000\,000$$

5. Versuch: Optische Sensoren

Fotowiderstand (LDR)	= „light dependent resistor“
Fotodiode (LDD)	= „light dependent diode“
Fototransistor (LDT)	= „light dependent transistor“

Optische Sensoren sind Bauteile, die auf Licht reagieren. Leider sind solche Bauteile recht teuer. Deshalb findest Du in Deinem Bausatz nur eines dieser Bauteile, und zwar dasjenige, das zum Zeitpunkt der Beschaffung gerade am günstigsten zu bekommen ist. Auf die Versuche hat das aber keinen negativen Einfluß, denn sie funktionieren mit jedem dieser Bauteile in gleicher Weise. Behandle die Bauteile mit Vorsicht und biege die Anschlußdrähte nie direkt am Gehäuse.



Den Widerstand (120 Ohm) zwischen +Leiste und Anschluss 5b einstecken. Die Anode der LED (grün) bei 5c und die Kathode bei 9c einstecken. Den Widerstand (4,7 kOhm) zwischen 11d und 13d platzieren. Den LDR zwischen +Leiste und 13c einstecken. Den Transistor wie folgt platzieren: Basis (11e), Kollektor (9e) und Emitter bei 9g einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 9i und Minus-Leiste einstecken.

Die Batterie anschließen.

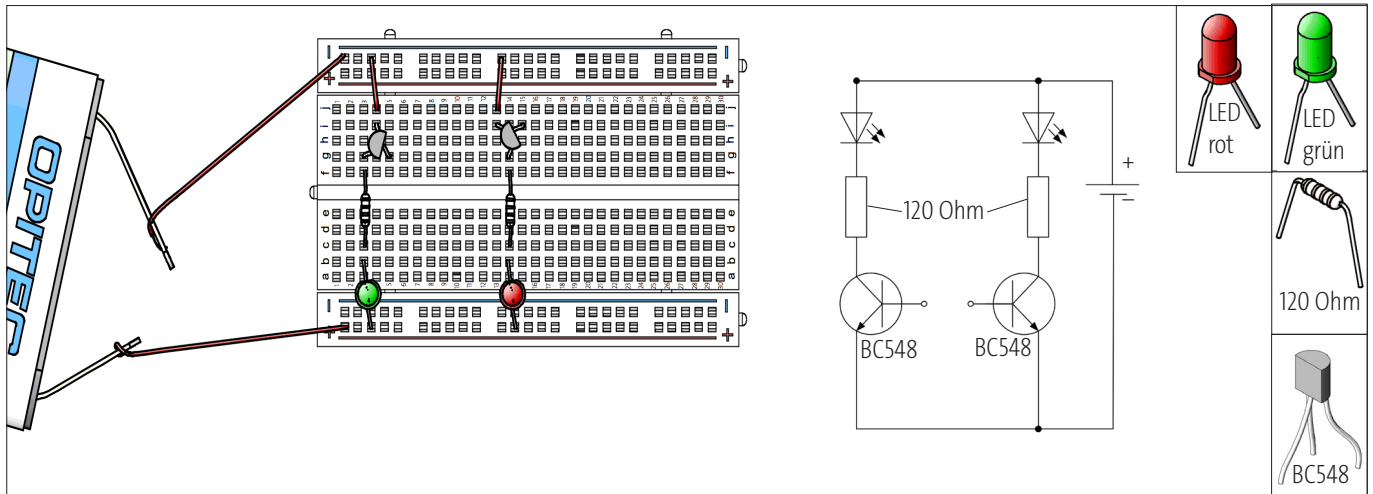
Wenn Licht auf den Sensor fällt, leistet er dem Strom nur wenig Widerstand. Deshalb leitet der Transistor und die LED leuchtet. Decke nun den Sensor mit der Hand ab. Wenn der Sensor nicht beleuchtet wird, leistet er dem Strom sehr viel Widerstand. Der Transistor leitet dann nicht, und die LED leuchtet folglich auch nicht. Es kann sehr gut sein, daß der Versuch scheinbar nicht funktioniert, weil die LED nicht dunkel wird. In diesem Fall ist es sehr wahrscheinlich, daß der Sensor noch zu viel Licht von der Seite erhält, weil es zu hell ist und Du ihn mit der Hand nicht genügend abdunkeln kannst. Wiederhole dann den Versuch in einem dunkleren Raum oder Sorge auf andere Art dafür, daß der Sensor richtig abgedunkelt wird. Fotowiderstände (LDR) benutzt man vorwiegend zum Messen (z.B. in Belichtungsmessern). Fotodioden (LDD) und Fototransistoren (LDT) benutzt man zum Schalten (z.B. in Lichtschranken). Man kann damit z.B. bei Dunkelheit Beleuchtungsanlagen ein- und am Tag wieder ausschalten oder Türen öffnen oder auf Fließbänder Dinge zählen und noch vieles mehr. Ein entsprechender Versuch (Lichtschranke) folgt später.

Wichtige Hinweise:

Die ersten fünf Versuche haben Dir die Funktion der Bauteile gezeigt. Bei den folgenden Versuchen sollen die verschiedenen Bauteile sinnvoll zusammenwirken. Damit Du die Schaltungen und das Zusammenspiel der Bauteile verstehst, ist es natürlich notwendig, die Funktion der Einzelteile zu kennen. Wenn Dir die Funktion eines Bauteils unklar ist, kannst Du die ganze Schaltung nicht verstehen. In diesem Fall solltest Du zuerst den Versuch wiederholen, der das entsprechende Bauteil erklärt.

Bei den folgenden Versuchen mit umfangreicheren Aufbauten kommt es häufig vor, daß sich Leitungen überkreuzen. Achte darauf, daß sich die Leitungen nicht berühren. Es kann sonst leicht zu einem Kurzschluß und zur Zerstörung von Bauteilen kommen.

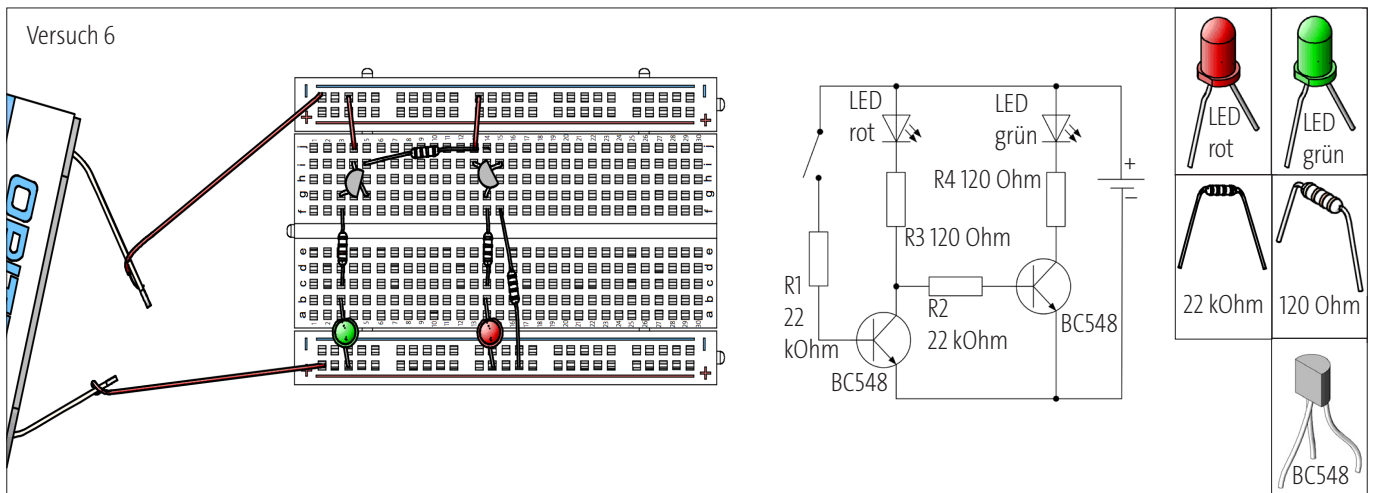
Vorbereitungen für weitere Versuche:
Die Grundschaltung:



Die Anode der grünen LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 3b einstecken. Die Anode der roten LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 14b einstecken. Den Widerstand 1 (120 Ohm) zwischen 14c und 14 f platzieren. Den Widerstand 2 (120 Ohm) zwischen 3c und 3f platzieren. Den Transistor 1 wie folgt platzieren: Basis bei 5g, Kollektor bei 3g und den Emitter bei 4i einstecken. Den Transistor 2 wie folgt platzieren: Basis bei 15i, Kollektor bei 14g und den Emitter bei 13i einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 13j und -Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 4j und -Leiste einstecken.

6. Versuch: „Stromklau“

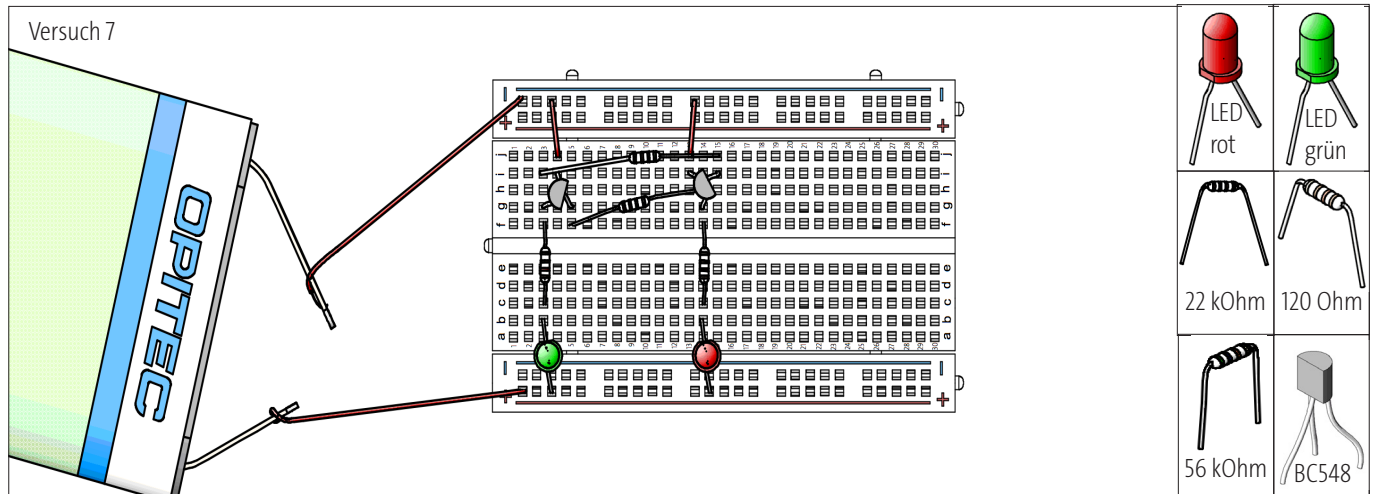
Ändere die Schaltung und baue sie wie folgt auf. Batterie anschließen. Die grüne LED leuchtet!



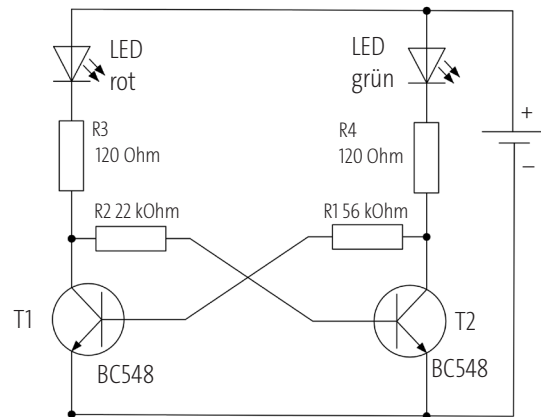
Die Anode der grünen LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 3b einstecken. Die Anode der roten LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 14b einstecken. Den Widerstand 1 (120 Ohm) zwischen 14c und 14 f platzieren. Den Widerstand 2 (120 Ohm) zwischen 3c und 3f platzieren. Den Transistor 1 wie folgt platzieren: Basis bei 5g, Kollektor bei 3g und den Emitter bei 4i einstecken. Den Transistor 2 wie folgt platzieren: Basis bei 15i, Kollektor bei 14g und den Emitter bei 13i einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 13j und -Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 4j und -Leiste einstecken. Einen Widerstand (22 kOhm) zwischen 5i und 14i einstecken. Einen Widerstand (R1) zwischen 15f und +Leiste einstecken.

Der Widerstand R1 dient als Schalter. Zum Einschalten das Bein des Widerstandes bei der +Leiste ein und bzw. ausstecken. Ist der Anschluss ausgesteckt erhält der erste Transistor keinen Basisstrom und sperrt. Von + über die rote LED und R3 fließt Strom nach -. Von dort kann er nur über R2 weiter zur Basis von T2 und durch den Transistor nach -. Der Strom ist aber so gering, daß die rote LED nicht leuchtet. Da T2 Basisstrom erhält, leitet er, und die grüne LED leuchtet. Nun das Bein des Widerstandes bei 11h einstecken. Nun leuchtet die rote LED und die grüne ist dunkel. Warum? Wenn der Schalter geschlossen ist, erhält T1 über R1 Basisstrom und leitet. Deshalb leuchtet die rote LED. Wenn T1 leitet, fließt der Strom nicht mehr durch R2 zur Basis von T2 sondern durch T1 direkt nach -. T1 leitet ja (zwischen Kollektor und Emitter) und leistet dem Strom fast keinen Widerstand. Deshalb erhält T2 keinen Basisstrom und sperrt. Die grüne LED bleibt somit dunkel. Man kann sagen T1 klaut T2 den Basisstrom. Das Prinzip das ein Transistor dem anderen Strom „klaut“ kommt in den nachfolgenden Schaltungen immer wieder vor.

7. Versuch „Klau as Klau can“



Die Anode der grünen LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 3b einstecken. Die Anode der roten LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 14b einstecken. Den Widerstand 1 (120 Ohm) zwischen 14c und 14 f platzieren. Den Widerstand 2 (120 Ohm) zwischen 3c und 3f platzieren. Den Transistor 1 wie folgt platzieren: Basis bei 5g, Kollektor bei 3g und den Emitter bei 4i einstecken. Den Transistor 2 wie folgt platzieren: Basis bei 15i, Kollektor bei 14g und den Emitter bei 13i einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 13j und -Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 4j und -Leiste einstecken. Einen Widerstand R1 (56 kOhm) zwischen 3i und 15j einstecken. Einen Widerstand R2 (22kOhm) zwischen 14h und 5f einstecken.



Ändere die Schaltung, oder baue sie so auf, wie es das Bild zeigt. Um die Gleichberechtigung der beiden Transistoren zu verdeutlichen, ist das Schaltbild symmetrisch gezeichnet, d.h. es besteht aus zwei (fast) spiegelgleichen Hälften. Sonst hat sich aber nicht viel geändert. Lediglich der Widerstand R1 ist durch einen von 56 Kilo-Ohm ersetzt worden. Vergleiche genau mit dem Schaltbild von Versuch 6.

Schalte den Strom mehrmals ein und aus.

Stets leuchtet die grüne LED und die rote bleibt dunkel. Woran liegt das, wenn doch beide Schaltungshälften fast gleich sind?

Sie sind eben doch nicht völlig gleich! Durch den größeren Widerstand R1 fließt weniger Strom als durch den kleineren Widerstand R2, und das hat Folgen.

Um das zu verstehen, müssen wir überlegen, was beim Einschalten passiert:

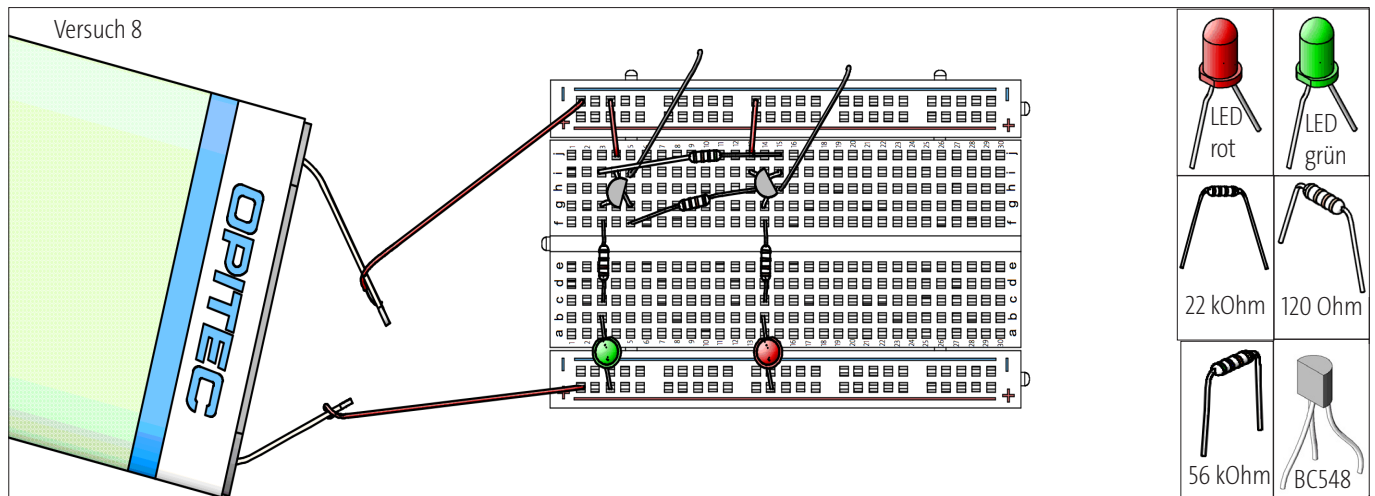
Zunächst sperren beide Transistoren, denn um zu leiten, brauchen sie Basisstrom. Durch beide LEDs fließt etwas Strom. Der Strom durch die rote LED fließt durch R3 und R2 zur Basis von T2. Der Strom durch die grüne LED fließt durch R4 und R1 zur Basis von T1. Weil aber R2 kleiner ist als R1, erhält T2 mehr Basisstrom und wird eher leitend.

Wenn T2 leitet, „klaut“ er T1 den Basisstrom, und T1 hat keine Chance leitend zu werden.

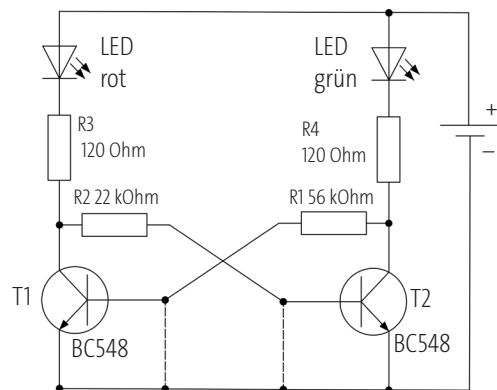
Da sich an den Verhältnissen nichts ändert, läuft das „Spielchen“ bei jedem Einschalten gleich ab:

R2 läßt mehr Strom durch. -T2 „klaut“ T1 den Basisstrom. -T1 sperrt. - Die grüne LED leuchtet und die rote bleibt dunkel.

8. Versuch: Das Flip-Flop



Die Anode der grünen LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 3b einstecken. Die Anode der roten LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 14b einstecken. Den Widerstand 1 (120 Ohm zwischen 14c und 14 f platzieren. Den Widerstand 2 (120 Ohm) zwischen 3c und 3f platzieren. Den Transistor 1 wie folgt platzieren: Basis bei 5g, Kollektor bei 3g und den Emitter bei 4i einstecken. Den Transistor 2 wie folgt platzieren: Basis bei 15j, Kollektor bei 14g und den Emitter bei 13i einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 13j und -Leiste einstecken. Einen Widerstand R1 (56 kOhm) zwischen 3i und 15j einstecken. Einen Widerstand R2 (22kOhm) zwischen 5f und 14h einstecken. Eine Kabelverbindung bei Anschluss 5i einstecken - das andere Ende bleibt zunächst frei. Eine Kabelverbindung bei Anschluß 15h einstecken - das andere Ende bleibt zunächst frei.



Wie aus dem Bild ersichtlich, hat sich an der Schaltung nichts geändert. Wir benötigen für diesen Versuch lediglich ein kurzes Drahtstück. Damit die rote LED auch mal leuchtet, wollen wir jetzt T2 gewaltsam sperren. Berühre mit dem Draht von 5i den Minuspol. Die rote LED leuchtet; die grüne ist dunkel. Mit dem Draht haben wir der Basis von T2 den Strom „geklaubt“, indem wir ihn einfach nach - kurzgeschlossen haben.

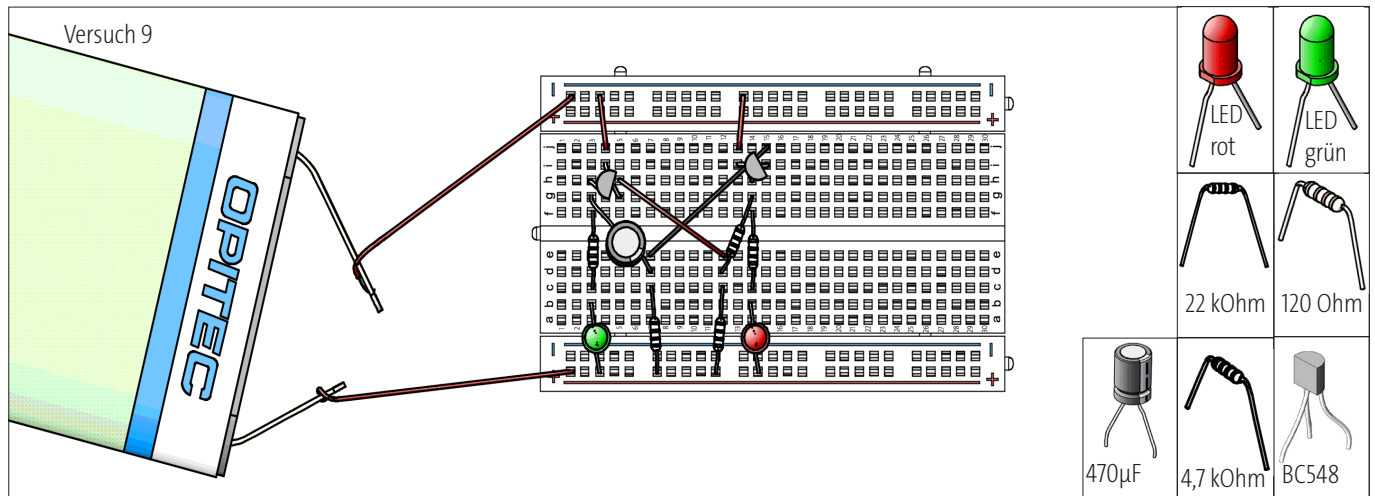
- Wenn T2 keinen Basisstrom erhält, sperrt er.
- Wenn T2 sperrt, erhält T1 über R1 Basisstrom und leitet.
- Wenn T1 leitet, „klaubt“ er T2 den Basisstrom.

Folglich bleibt die rote LED hell und die grüne dunkel. Wenn Du möchtest, daß die grüne LED wieder leuchtet, mußt Du nur T1 gewaltsam sperren, indem Du seinen Basisstrom mit dem Draht von Klemme 15h nach Minus kurzschließt.

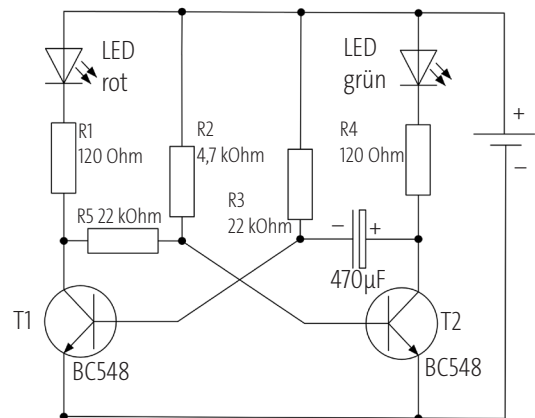
Von selbst ändert sich am jeweiligen Zustand nichts. Die Schaltung hat zwei stabile Zustände und kann nur gewaltsam in den jeweils anderen Zustand gekippt werden. Diese Schaltung heißt deshalb auch bistabile Kippschaltung (bi bedeutet zwei). Weil diese Schaltung den zuletzt eingeschalteten Zustand beliebig lange speichern kann, benutzt man sie z.B. in Taschenrechnern und Computern als elektronisches Gedächtnis. -Du kannst sie genauso verwenden:

Befestige in Klemme 12i und 15h je einen langen Draht und biege deren Enden zu einem Kontakt, der z.B. von einer Tür geschlossen wird. Die Schaltung merkt sich dann, ob die Tür geöffnet wurde. Nach dem Einschalten leuchtet die grüne LED. Mit einem losen Draht verbindest Du kurz Klemme 10c und Minus, damit die rote LED leuchtet. Dann kannst Du Dich beruhigt entfernen. Benutzt jemand in Deiner Abwesenheit die „gesicherte“ Tür, so schaltet er damit zwangsläufig auf Grün um. Auch durch Unterbrechung des Stromes kann nicht auf Rot zurückgeschaltet werden, denn beim Einschalten leuchtet ja immer die grüne LED. - Nur wer wie Du die Schaltung genau kennt, kann die rote LED zum Leuchten bringen. Wenn Du mit dieser Schaltung eine Tür kontrollieren willst, mußt Du natürlich daran denken, die Schaltung außerhalb zu installieren.

9. Versuch: Die Quiz-Uhr



Die Anode der grünen LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 3b einstecken. Die Anode der roten LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 14b einstecken. Den Widerstand 1 (120 Ohm zwischen 14c und 14 f platzieren. Den Widerstand 2 (120 Ohm) zwischen 3c und 3f platzieren. Den Transistor 1 wie folgt platzieren: Basis bei 5g, Kollektor bei 3h und den Emitter bei 4i einstecken. Den Transistor 2 wie folgt platzieren: Basis bei 15i, Kollektor bei 14h und den Emitter bei 13i einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 13j und -Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 4j und -Leiste einstecken. Einen Widerstand (22 kOhm) zwischen +Leiste und 7c einstecken. Den Elko wie folgt platzieren: +Pol bei 3g und -Pol bei 7d. Eine Kabelverbindung zwischen 12e und 5h einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 15j und 7e einstecken. Einen Widerstand (4,7 kOhm) zwischen der +Leiste und 12 c (optional) einstecken.



Ein Bein des Widerstandes R2 soll noch nicht in Anschluß 12c eingesteckt werden. Berühre mit einem Draht oder Schraubenzieher gleichzeitig beide Anschlüsse des Elkos, damit er entladen ist. Dann schalte den Strom ein und beobachte genau. Die grüne LED leuchtet ganz kurz auf. Dann leuchtet die rote LED und die grüne bleibt dunkel.

Erklärung: Beim Einschalten sperren zunächst noch beide Transistoren und der Elko ist entladen.

T2 könnte über die rote LED, R1 und R5 Basisstrom erhalten, aber T1 erhält seinen Basisstrom über R3 direkt von (+) und „macht daher das Rennen“. Wenn T1 leitet, „klaut“ er T2 den Basisstrom. Folglich leuchtet die rote LED und die grüne bleibt dunkel. Daran ändert sich nun von selbst nichts mehr.

Warum hat aber anfangs die grüne LED kurz geleuchtet? -

Erinnere Dich bitte an Versuch 4. Dort hast Du erfahren, daß ein Kondensator Strom laden kann.

Über die Basis von T1 liegt der Minus-Anschluß des Elkos an (-). Der Strom von (+) über R3 ändert daran nichts, denn der fließt ja auch über T1 nach (-). Der Plus-Anschluß des Elkos liegt an Klemme 8b. Da T2 sperrt, kann ein Ladestrom über die grüne LED und R4 in den Elko fließen. Die grüne LED leuchtet durch diesen Ladestrom kurz auf. Sobald der Elko geladen ist, und das geht sehr schnell, fließt kein Strom mehr und die grüne LED bleibt dunkel.

Wenn Du den Strom jetzt aus- und wieder einschaltest, leuchtet nur die rote LED. Die grüne kann nicht leuchten, weil der Elko ja noch geladen ist.

Stecke nun kurz mit dem freien Ende des 4,7-KOhm-Widerstandes ein und beobachte eine Weile.

Die grüne LED leuchtet auf, und die rote wird dunkel. - Nach einiger Zeit wird die grüne wieder dunkel, und die rote leuchtet wie zuvor.

Erklärung:

Wenn R2 Verbindung mit (+) erhält, fließt über diesen 4,7-KOhm-Widerstand so viel Strom zur Basis von T2, daß dieser Transistor leitend wird. T1 leitet zwar noch einen Sekundenbruchteil weiter, aber er kann T2 den Basisstrom nicht „klauen“, weil R5 dazwischen liegt und mit 22 KOhm ein zu großes Hindernis bildet. - Also wird T2 auf jeden Fall leitend.

Wenn T2 leitet, ist der Plus-Anschluß des Elkos durch T2 mit (-) verbunden, und der Elko wird entladen. Bei Entladen des Elkos kann aber nicht einfach nur Strom aus dem Plus-Anschluß herausfließen, sondern es muß gleichzeitig genausoviel Strom am Minus-Anschluß hineinfließen. Dieser Strom kann nur von R3 kommen. Somit entzieht der Elko beim Entladen T1 den Basisstrom und bringt T1 zum Sperren.

Solange T1 sperrt, erhält T2 seinen Basisstrom über R5. Die grüne LED leuchtet also weiter, auch wenn der Kontakt zwischen R2 und Klemme 2f bereits wieder gelöst ist. Da über den (großen) 22-KOhm-Widerstand R3 nur wenig Strom fließt, wird T2 nicht sonderlich gut leitend. Folglich kann sich auch der Elko nur relativ langsam entladen.

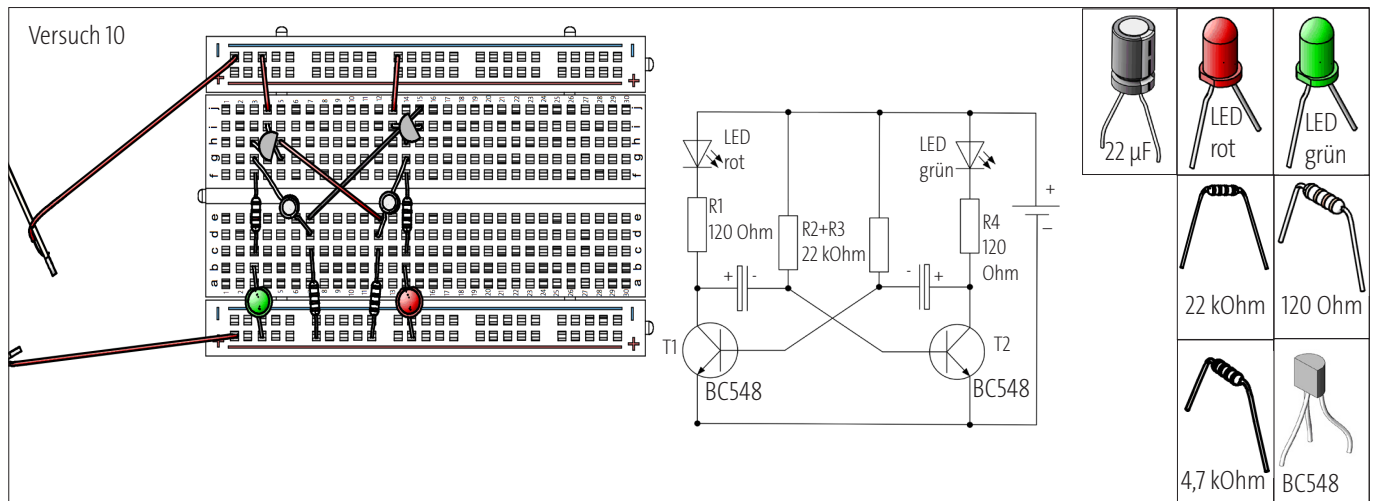
Wenn der Elko aber entladen ist, erhält T1 wieder Basisstrom, wird leitend und „klaubt“ T2 den Basisstrom. T2 sperrt also wieder, und der Elko wird wieder geladen. Deshalb leuchtet auch die grüne LED noch kurz weiter, wenn die rote bereits wieder leuchtet. Nun ist der stabile Ausgangszustand wieder erreicht.

Diese Schaltung hat also nur einen stabilen Zustand und heißt deshalb monostabile Kipperschaltung (mono bedeutet ein).

Hinweis:

Wahrscheinlich wirst Du nicht alles auf Anhieb verstanden haben, die Sache ist halt schon ein bißchen verzwickelt. Lies Dir die Beschreibung mehrmals sorgfältig durch und betrachte dabei immer wieder das Schaltbild.

10. Versuch: Der Doppelblinker



Die Anode der grünen LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 3b einstecken. Die Anode der roten LED in der + Leiste und die Kathode bei Anschluß 14b einstecken. Den Widerstand 1 (120 Ohm zwischen 14c und 14 f platzieren. Den Widerstand 2 (120 Ohm) zwischen 3c und 3f platzieren. Den Transistor 1 wie folgt platzieren: Basis bei 5g, Kollektor bei 3h und den Emitter bei 4i einstecken. Den Transistor 2 wie folgt platzieren: Basis bei 15i, Kollektor bei 14h und den Emitter bei 13i einstecken. Einen Widerstand (22 kOhm) bei der +Leiste und Anschluß 12c einstecken. Den Kondensator 1 zwischen 7d (-Pol) und 3g (+Pol) platzieren. Den Kondensator 2 zwischen 12d (-Pol) und 14 g (+Pol) platzieren. Eine Kabelverbindung zwischen 12e und 5h einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 15j und 7e einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 13j und -Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 4j und -Leiste einstecken.

Die rote und die grüne LED leuchten abwechselnd auf.

Die Erklärung ist nun einfach, wenn Du den vorhergehenden Versuch richtig verstanden hast:

Wenn einer der Transistoren leitet, „klaubt“ er dem anderen durch das Entladen seines Kondensators den Basisstrom und sperrt ihn dadurch. Dessen Elko wird dann geladen. Sobald der eine Elko entladen ist, wird der andere Transistor wieder leitend und entlädt nun seinen Elko, der dem anderen Transistor dann wieder den Basisstrom „klaubt“ - und so fort.

Wie lange das Entladen der Elkos (und damit das Blinken) dauert, hängt von der Kapazität der Elkos und von den Widerständen R2 und R3 ab. Kleinere Widerstände und/oder Kapazitäten verkürzen die Zeit. Größere Werte verlängern die Zeit.

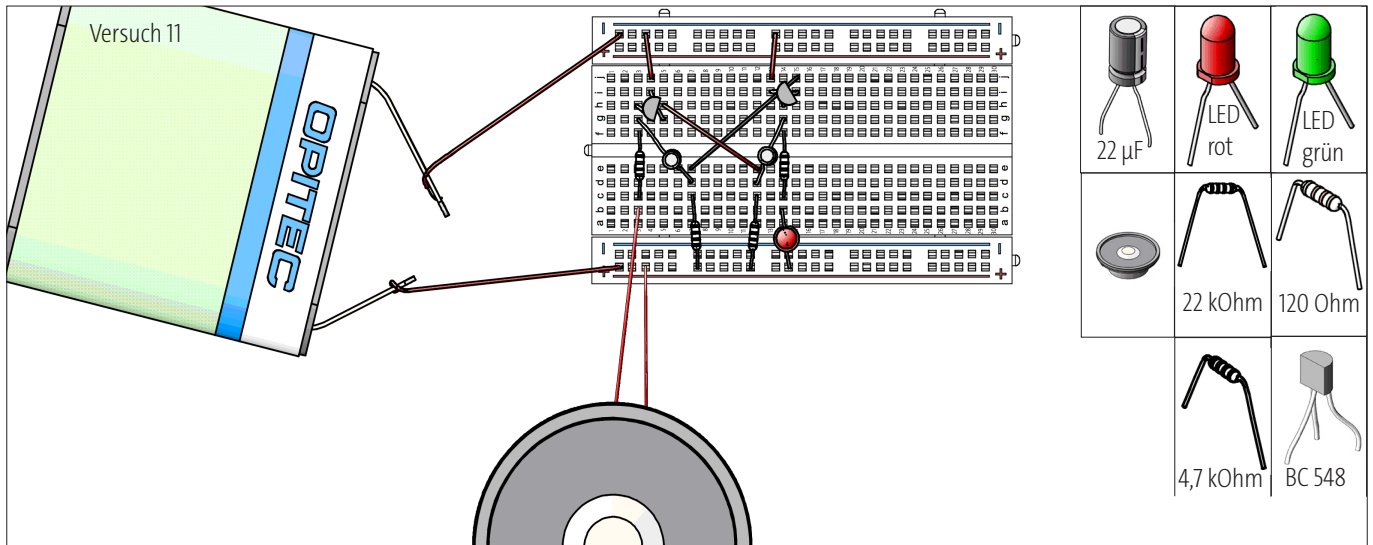
Wiederhole den Versuch und ersetze dabei einen der beiden Elkos durch den mit 470 Mikro-Farad.

Natürlich kannst Du den Versuch auch mit anderen Widerständen durchführen.

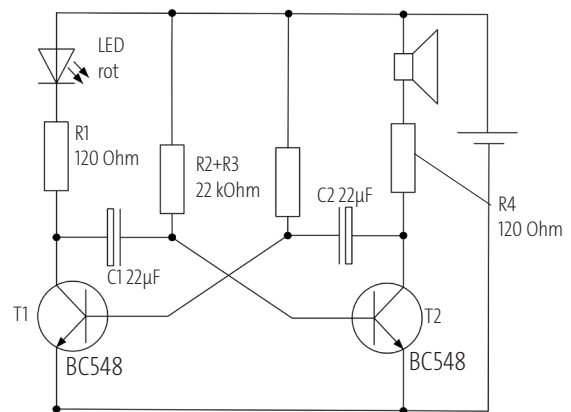
Beachte aber bitte: R2 und R3 dürfen nie kleiner als 2,7 KOhm sein!

11. Versuch: Das Metronom

Ändere die Schaltung oder baue sie so auf wie es das Bild zeigt:



Die Anode der roten LED in der +Leiste und die Kathode bei Anschluss 14b einstecken. Den Widerstand 1 (22 kOhm) zwischen +Leiste und 12c einstecken. Den Widerstand 2 (22 kOhm) zwischen +Leiste und 7c einstecken. Den Widerstand 1 (120 kOhm) zwischen 14c und 14f einstecken. Den Widerstand 2 (120 kOhm) zwischen 3c und 3f einstecken. Den Kondensator 1 zwischen 7d (-Pol) und 3g (+Pol) einstecken. Den Kondensator 2 zwischen 12d (-Pol) und 14g (+Pol) einstecken. Den Transistor 1 wie folgt platzieren: Die Basis bei 15i, den Kollektor bei 14h und den Emitter bei 13i einstecken. Den Transistor 2 wie folgt platzieren: Die Basis bei 5g, den Kollektor bei 3h und den Emitter bei 4j einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 7e und 15j einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 12e und 5h einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 13j und -Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 4j und -Leiste einstecken. Den Lautsprecher wie folgt anschließen: -Pol zu 3c und +Pol zur +Leiste.



Der Unterschied zur vorhergehenden Schaltung ist nur gering: die grüne LED ist durch den Lautsprecher ersetzt. Schalte den Strom ein und höre genau hin!

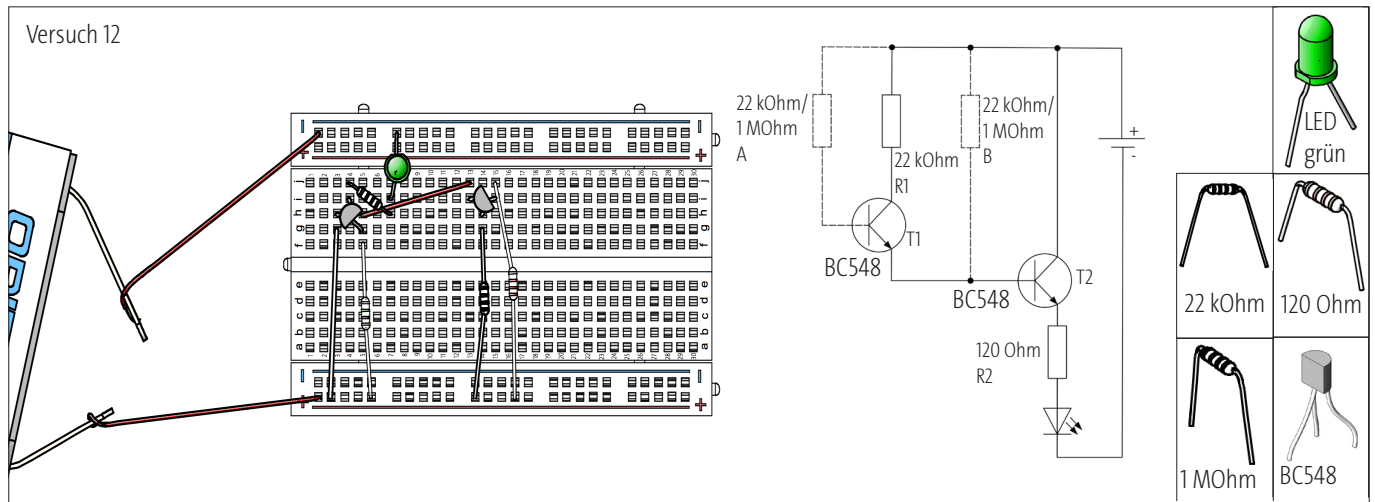
Die rote LED blinkt wieder, und der Lautsprecher knackt leise. Jedesmal wenn T2 leitet, wird die Membran des Lautsprechers hin- oder hergerissen. Berühre einmal die Membran vorsichtig mit den Fingern, dann kannst Du es auch fühlen. Natürlich macht der Lautsprecher in dieser Schaltung seinem Namen nicht gerade Ehre, aber das soll uns nicht weiter stören, denn hier geht es zunächst nur um das Prinzip.

Wir kommen später noch zu einer tollen Schaltung, die den Lautsprecher richtig nutzt und ordentlich Krach macht.

Für diese Schaltung benötigen wir aber Spezialtransistoren, und die wollen wir den nächsten Versuchen, die sicher auch nicht uninteressant sind, erst einmal kennenlernen.

12. Versuch: Die Darlington Schaltung

Für diesen Versuch benötigen wir die beiden normalen Transistoren vom Typ 'BC 548 B'. Bau die Schaltung so auf, wie es das Bild zeigt:



Eine Kabelverbindung zwischen +Leiste und 3g einstecken. Den Transistor 1 wie folgt anschließen: die Basis bei 5g, den Kollektor bei 3h, den Emitter bei 4i einstecken. Den Transistor 2 wie folgt anschließen: Die Basis bei 15i, den Kollektor bei 14h und den Emitter bei 13i einstecken. Den Widerstand (120 Ohm) zwischen 4j und 7h einstecken. Die Anode der grünen LED bei 7i und die Kathode in der -Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 5h und 13j einstecken. Einen Widerstand (22 kOhm oder 1 MOhm optional) zwischen +Leiste und 5f einstecken. Einen Widerstand (22 kOhm oder 1 MOhm optional) zwischen +Leiste und 15j einstecken. Einen Widerstand (22 kOhm) zwischen +Leiste und 14g einstecken.

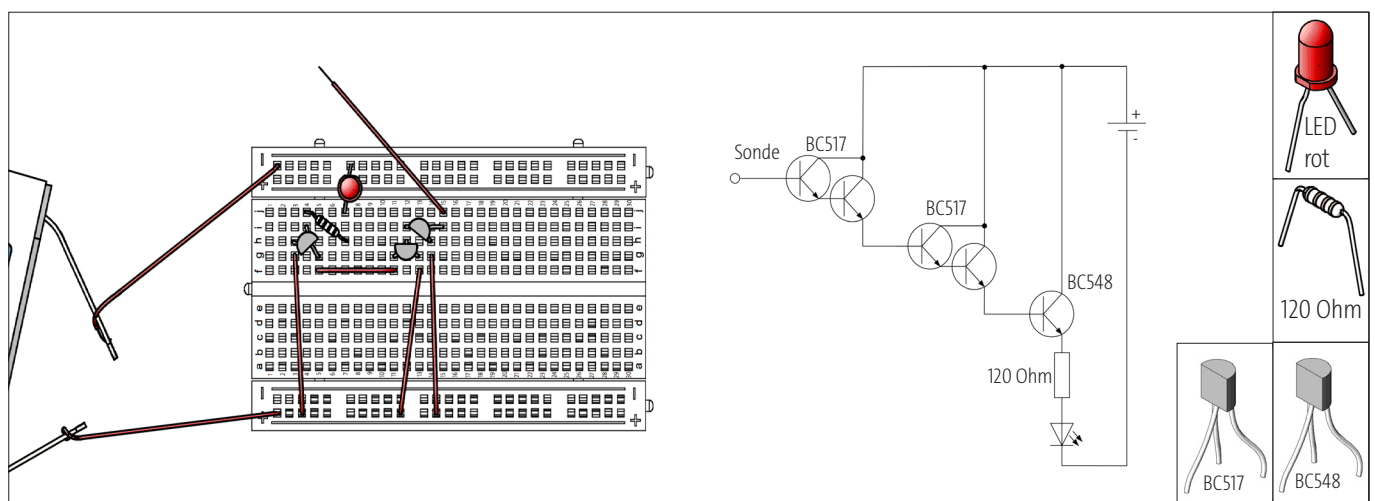
Schalte den Strom ein. Stecke nun einen 22-KOhm-Widerstand (A) in + und 4c. Die LED leuchtet hell, weil T2 genügend Basisstrom erhält. (T1 spielt hier noch nicht mit).

Ersetze nun den Widerstand durch den 1 MOhm. Die LED leuchtet jetzt nur ganz schwach, weil die Basis von T2 nur sehr wenig Strom erhält. Das schwache Leuchten zeigt aber, daß der Transistor doch ein ganz klein wenig leitend wird. Stecke nun den 1-MOhm-Widerstand (B) in + und 13a. Die LED leuchtet jetzt hell und zeigt, daß T2 reichlich Basisstrom erhält.

Erklärung: Wie Du zuvor gesehen hast, genügt der geringe Strom durch den 1-MOhm-Widerstand, um einen Transistor ein wenig leitend zu machen. Genau das geschieht jetzt bei T1. Der sehr viel größere Kollektorstrom von T1 wird nun aber zum Basisstrom von T2. Folglich erhält T2 genug Basisstrom, um richtig leitend zu werden.

Da man Darlington-Schaltungen häufig benötigt, hat man spezielle Transistoren wie den BC 517 entwickelt, der äußerlich wie ein ganz normaler Transistor aussieht und auch so verwendet wird, innen aber aus zwei Transistoren in Darlington-Schaltungen besteht.

13. Versuch: Das „Elektroskop“



Eine Kabelverbindung von +Leiste zu 3g. Den Transistor T1 (BC548) wie folgt platzieren: die Basis bei 5g, den Kollektor bei 3h und den Emitter bei 4i einstecken. Den Widerstand (120 Ohm) zwischen 4j und 7h einstecken. Die Anode der roten LED bei 7j und die Kathode in der -Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 5f und 11f einstecken. Den Transistor 2 (BC517) wie folgt platzieren: die Basis bei 12h, den Kollektor bei 13g und den Emitter bei 11g einstecken. Den Transistor 3 wie folgt platzieren: die Basis bei 15i, den Kollektor bei 14h und den Emitter bei 12i einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 13f und +Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 14g und +Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung (Sonde) bei 15j einstecken - das andere Ende bleibt frei.

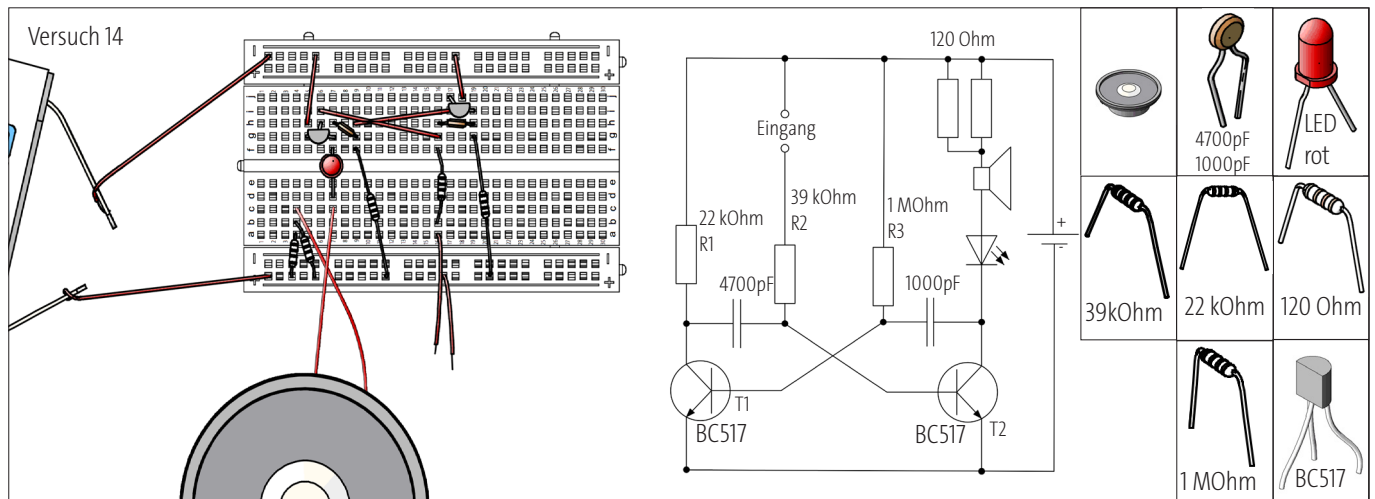
Aus dem Schaltbild ist ersichtlich, daß die zwei Darlington-Transistoren und der Normaltransistor zu einer fünfstufigen Darlington-Schaltung verbunden sind. Du kannst Dir sicher vorstellen, daß diese Schaltung unglaublich empfindlich auf geringste Ströme reagieren wird.

VORSICHT!

Der mit Sonde bezeichnete Draht von Klemme 12c darf **niemals** mit einem stromführenden Teil in Berührung kommen. Die Transistoren würden das mit absoluter Sicherheit nicht überstehen! Der Sondendraht sollte deshalb auf jeden Fall (mit Ausnahme des Endes, das in Klemme 12c steckt) **isoliert** sein. Schalte den Strom ein. Nun nimm ein Stück Kunststoff (z.B. ein Geo-Dreieck), reibe es kurz an der Kleidung, nähere es dem Sondendraht und entferne es dann plötzlich. - Du wirst feststellen, daß die LED jedesmal aufleuchtet, wenn der Kunststoff von der Sonde entfernt wird. Wie ist das möglich, obwohl doch die Sonde gar keine Verbindung hat? Fest steht, daß die LED nur leuchtet, wenn der erste Transistor Basisstrom erhält. - Folglich muß in der Sonde Strom fließen.

Als Du das Geo-Dreieck an der Kleidung gerieben hast, hat es an der Oberfläche etliche Elektronen an den Stoff abgegeben und wurde dadurch elektrisch positiv geladen. Bei der Annäherung an den Sondendraht werden deshalb die Elektronen des Drahtes angezogen. Wird das Kunststoffteil dann plötzlich entfernt, bewegen sie sich im Draht wieder zurück, und das bedeutet, daß im Sondendraht ein Strom fließt. Obwohl dieser Strom unvorstellbar klein ist, genügt er bei dieser fünfstufigen Darlington-Schaltung doch, um letztlich die LED leuchten zu lassen.

14. Versuch: Die „Quietschbox“



Den 1. Widerstand (120 Ohm) zwischen +Leiste und 4a einstecken. Den 2. Widerstand (120 Ohm) zwischen +Leiste und 4b einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 4c und Lautsprecher (+Pol) anschließen. Eine Kabelverbindung zwischen 7c und Lautsprecher (-Pol) anschließen. Den 3. Widerstand (1 MOhm) zwischen +Leiste und 9f einstecken. Eine Kabelverbindung (20mm) bei der + Leiste einstecken. Das andere Ende des Kabels bleibt frei. Eine Kabelverbindung bei 16a einstecken. Das andere Ende des Kabels bleibt frei. Den 4. Widerstand (39 kOhm) bei 16b und 16f einstecken. Den 5. Widerstand (22 kOhm) zwischen der +Leiste und 19g einstecken. Den Kondensator C1 (1000 pF) zwischen 7h und 9g platzieren. Den Kondensator C2 (4700 pF) zwischen 16h und 19h platzieren. Den Transistor T2 wie folgt platzieren: Basis bei 6h, Kollektor bei 7g und den Emitter bei 5g einstecken. Den Transistor T1 wie folgt platzieren: Basis bei 17j, Kollektor bei 19i und Emitter bei 18i einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 6i und 16g einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 9h und 17i einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen -Leiste und 5h einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen -Leiste und 18j einstecken. Die Anode der roten LED bei 7d und die Kathode bei 7f einstecken.

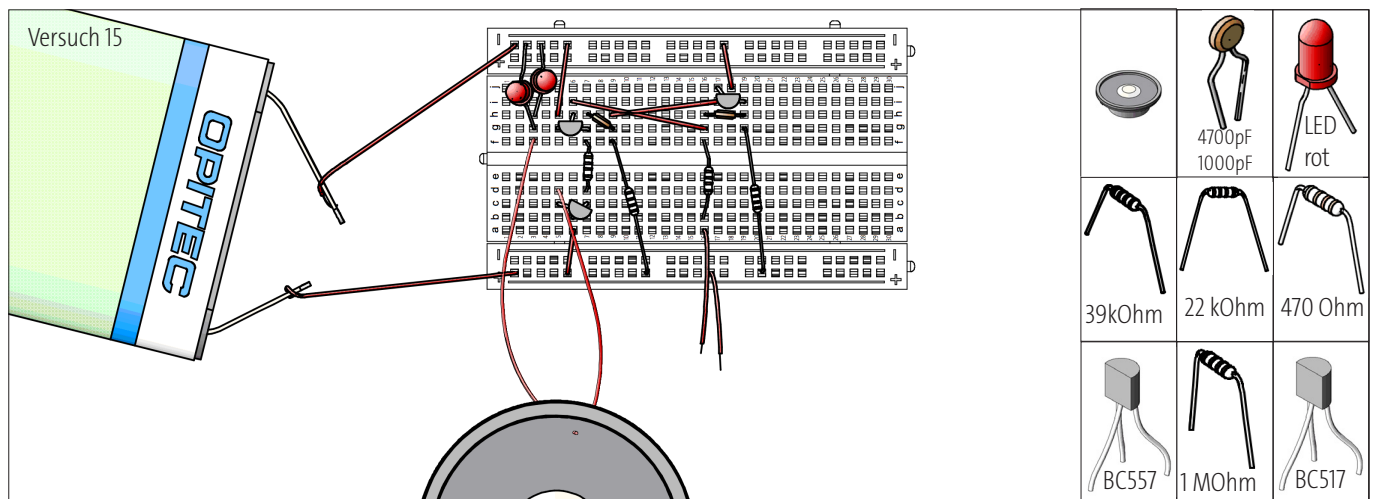
Betrachte zunächst das Schaltbild und vergleiche mit dem von Versuch 10. Du erkennst sicher die große Ähnlichkeit zum Doppelblinker. Wie im Versuch 11 wird hier der Lautsprecher als akustische Anzeige benutzt.

Die Kondensatoren sind hier sehr viel kleiner. Deshalb wird die Schaltung sehr viel schneller hin- und herkippen und zwar einige tausendmal in der Sekunde. Die Folge davon ist, daß die Membran des Lautsprechers ebenso schnell hin- und hergerissen wird. Du hörst dann nicht mehr einzelne Knacklaute, sondern einen Ton. Da die LED vom gleichen Strom durchflossen wird, leuchtet sie auch einige tausendmal in der Sekunde auf und wird ebenso oft wieder dunkel. Da unser Auge nicht so schnell arbeitet, bemerken wir davon aber nicht mehr, als daß die LED leuchtet.

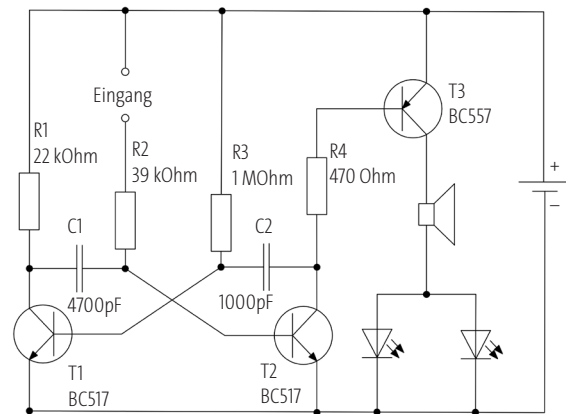
Damit die "Quietschbox" quietscht, mußt Du nur den "Eingang" mit Plus verbinden. Du kannst das mit einem Draht machen. Es genügt aber auch, mit einer Hand den Eingang und mit der anderen (+) anzufassen.

Hinweis: Die beiden 120-Ohm-Widerstände sind hier parallel geschaltet und funktionieren wie ein 60-Ohm-Widerstand.

15. Versuch: Die „Super-Quietschbox“



Eine Kabelverbindung zwischen +Leiste und 6a einstecken. Den Transistor T3 (BC557) wie folgt platzieren: Die Basis bei 7c, den Kollektor bei 6b und den Emitter bei 5c einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 5d und dem Lautsprecher (+Pol) anbringen. Eine Kabelverbindung zwischen 3f und dem Lautsprecher (-Pol) anbringen. Die Anode der ersten LED bei 3g und die Kathode an der -Leiste einstecken. Die Anode der zweiten LED bei 3h und die Kathode bei der -Leiste einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 5h und -Leiste einstecken. Den Transistor T2 (BC548) wie folgt platzieren: die Basis bei 6h, den Kollektor bei 7g und den Emitter bei 5g einstecken. Den Transistor T1 (BC548) wie folgt platzieren: die Basis bei 17j, den Kollektor bei 19i und den Emitter bei 18i einstecken. Den Kondensator C1 (1000pF) zwischen 7h und 9g einstecken. Den Kondensator C2 (4700pF) zwischen 16h und 19h einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 17i und 9h einstecken. Eine Kabelverbindung zwischen 18j und -Leiste einstecken. Einen Widerstand R4 (470 Ohm) zwischen 7d und 7f einstecken. Einen Widerstand R3 (1MOhm) zwischen +Leiste und 9f einstecken. Einen Widerstand R2 (39 kOhm) zwischen 16b und 16f einstecken. Einen Widerstand R1 (22kOhm) zwischen +Leiste und 19g einstecken.



Wie Du im Schaltbild sehen kannst, ist ein anderer Transistor vom Typ ,BC 558/557 B hinzugekommen. Es handelt sich dabei im Gegensatz zu den anderen NPN-Transistoren um einen PNP-Typ, d.h., er ist in der umgekehrten Schichtfolge aufgebaut. Deshalb zeigt auch sein Emitter im Schaltbild nicht nach Minus, sondern nach Plus. Ansonsten funktioniert er aber ganz normal.

Welche Aufgabe hat nun dieser zusätzliche Transistor? - Ganz einfach: Er soll den Lautsprecher mit einem möglichst großen Strom zu einer entsprechenden Lautstärke bringen. Deshalb liegen außer dem Transistor nur die beiden LEDs und der Lautsprecher zwischen Plus und Minus. Da eine LED (in diesem Falle) dem Strom zu viel Widerstand leistet, wurde hier der gleiche „Trick“ mit der Parallelschaltung angewandt, wie Du ihn in der vorherigen Schaltung bei den beiden 120-Ohm-Widerständen sehen kannst. - Zwei parallel geschaltete LEDs leisten dem Strom nur halb so viel Widerstand wie eine. Übrigens, die LEDs verkraften diese „Roßkur“ ohne Schutzwiderstand nur deshalb, weil sie nicht ständig vom Strom durchflossen sind, sondern zwischendurch, wenn auch nur für Sekundenbruchteile, immer wieder sozusagen „verschrauben“ können. In der normalen Quietschbox-Schaltung kannst Du sehen, daß dort außer dem Lautsprecher und der LED auch noch „ein“ Schutzwiderstand von 60 Ohm vor dem Kollektor von T2 liegt. Das hat einen einfachen Grund: wenn der Widerstand zu klein oder zu groß wäre, würde die Kippschaltung nicht richtig funktionieren.

Aus dem gleichen Grund befindet sich in der Super-Quietschbox der 470-Ohm-Widerstand. Der ist als Kollektor-Widerstand gerade noch klein genug, damit die Kippschaltung richtig funktioniert, und als Basis-Widerstand gerade noch groß genug, damit T3 nicht zu viel Basisstrom erhält.

Was macht die Super-Quietschbox nun so super?

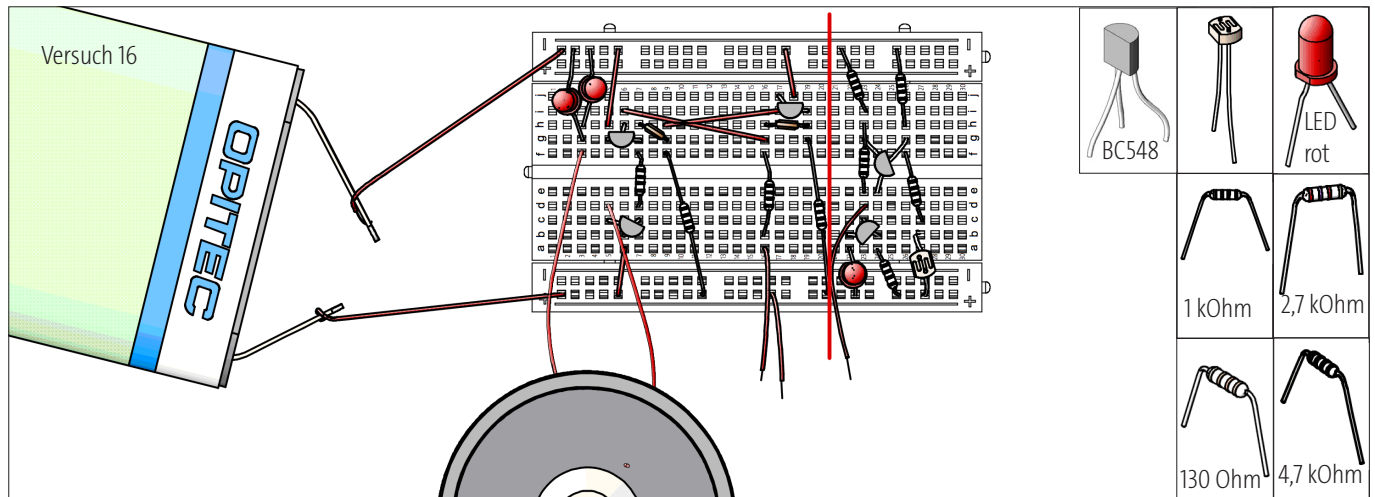
1. Die Schaltung benötigt im Ruhezustand (also wenn sie keinen Krach macht) äußerst wenig Strom und schont damit die Batterie.
2. Die Schaltung ist super-unempfindlich, denn es schadet ihr nicht, wenn der Eingang direkt mit Plus verbunden wird.
3. Die Schaltung ist super-empfindlich, denn ein Strom von weniger als ein zehnmillionstel Ampere (mit normalen Mitteln nicht mehr meßbar) am Eingang genügt, um eine deutlich hörbare Wirkung erzielen.
4. Die Schaltung ist universell verwendbar, denn man kann sie mit unzähligen anderen Schaltungen als optischen und akustischen Signalgeber kombinieren.

Was kannst Du mit der „Super-Quietschbox „ machen?

Stell doch einmal so viele Mitschüler wie Du auftreiben kannst in einem großen Kreis auf; der erste faßt den Plus-Anschluß an, der letzte den Eingang. Sobald sich alle die Hände reichen, wird die Super-Quietschbox dies unverkennbar anzeigen. Sobald aber auch nur einer den Kreis unterbricht, wird die „Box“ ebenso unverkennbar ruhig werden. Der Versuch wurde schon mit 60 Schülern durchgeführt, mehr waren gerade nicht „greifbar“, aber es müßte auch mit doppelt so vielen noch funktionieren. - Probier's doch mal!

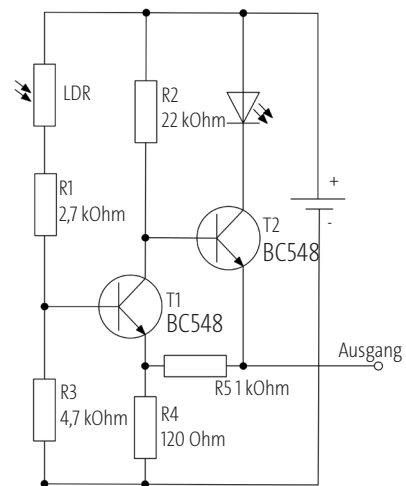
16. Versuch: Die „Lichtschranke“

Diese Schaltung ist alleine kaum brauchbar. Sie benötigt als zusätzliche Anzeigenschaltung die „Super-Quietschbox“ von Versuch 15.



Der Aufbau im Versuch 15 (Super Quietschbox) wird nun wie folgt erweitert:

Eine Kabelverbindung bei 23 d einstecken. Das andere Ende mit dem Anschluss 16a der Super Quietschbox verbinden. Die Anode der roten LED in der +Leiste und die Kathode im Anschluss 22a einstecken. Den Transistor (T1) wie folgt platzieren: die Basis bei 24b, den Kollektor bei 22b und den Emitter bei 23c einstecken. Den Widerstand R5 (1 kOhm) zwischen 23e und 23h einstecken. Den Widerstand R2 (22 kOhm) zwischen +Leiste und 24a einstecken. Den LDR zwischen +Leiste und 27b platzieren. Den Widerstand R1 (2,7 kOhm) zwischen 27c und 26f einstecken. Den Widerstand R3 (4,7 kOhm) zwischen 26h und -Leiste einstecken. Den Widerstand R4 (120 Ohm) zwischen 23i und -Leiste einstecken. Den Transistor T2 wie folgt platzieren: die Basis bei 26g, den Kollektor bei 24e und den Emitter bei 23g einstecken.



Baue die Schaltung zusätzlich zur Quietschbox oder Super-Quietschbox auf dem anderen Klemmstreifen auf. Verbinde dann jeweils Plus und Minus der beiden Schaltungen, damit sie aus einer Batterie versorgt werden und verbinde außerdem den Ausgang der Lichtschranke mit dem Eingang der „Box“.

Aus Versuch 5 weißt Du, daß der Sensor auch auf seitlich einfallendes Licht reagiert. Das ist hier gänzlich unerwünscht. Deshalb solltest Du jetzt entsprechende Vorkehrungen treffen. -Besorge dir von einem leereschriebenen Filzstift oder alten Kugelschreiber ein lichtundurchlässiges (z. B. schwarzes) Röhrchen, das innen etwas dicker als der Sensor ist, und schneide (säge) Dir davon ein etwa 5 cm langes Stück ab. Schneide aus einem Korken oder Radiergummi einen kleinen Stopfen zurecht, der gerade in das Röhrchen paßt. Schiebe den Sensor dann etwa 1,5 bis 2 cm weit in das Röhrchen und verschließe dieses Ende so mit dem Stopfen, daß sich die beiden Anschlüsse des Sensors nicht berühren. Die lichtempfindliche Fläche des Sensors kann jetzt (hoffentlich) nur noch von dem Licht erreicht werden, das durch das andere, offene Ende des Röhrchens fällt.

Wenn Du die Lichtschranke ausprobierst, richte die ganze Schaltung oder den Sensor so aus, daß die Öffnung des Röhrchens auf ein Fenster oder eine Lampe zeigt und reichlich Licht erhält. Wenn Du nun mit gespreizten Fingern dicht vor der Öffnung des Röhrchens vorbeifährst, gibt die „Box“ bei jeder Unterbrechung des Lichtes ein Signal.

Die Schaltung der Lichtschranke weist gegenüber den bisherigen Schaltungen einige Besonderheiten auf, die Du aber inzwischen schon recht leicht verstehen solltest: Wenn der Sensor beleuchtet wird, leistet er dem Strom nur wenig Widerstand. Der Strom von (+) über den Sensor und R1 fließt nur zum kleineren Teil über R3 nach (-), weil R3 relativ groß ist. Der größere Teil fließt durch die Basis von T1 und R4 nach (-), weil R4 relativ klein ist. T1 ist daher leitend. Der Strom von (+) über R2 fließt folglich nicht über die Basis von T2, denn auf den Emitter folgt ja noch der 1-KOhm-Widerstand R5. Der Weg über T1 und R4 bietet da sehr viel weniger Widerstand. Da T2 keinen Basisstrom erhält, ist er gesperrt, und am Ausgang fließt kein Strom. Wird der Sensor nicht beleuchtet, leistet er dem Strom sehr viel Widerstand. Der sehr geringe Strom, der dann noch durch den Sensor und R1 kommt, wird außerdem noch durch R3 abgeschwächt; der leitet ja einen Teil nach (-) ab. Folglich erhält die Basis von T1 nicht genügend Strom und T1 sperrt. Wenn T1 sperrt, kann aber der Strom von R2 nur über die Basis von T2 fließen. Also wird T2 leitend.

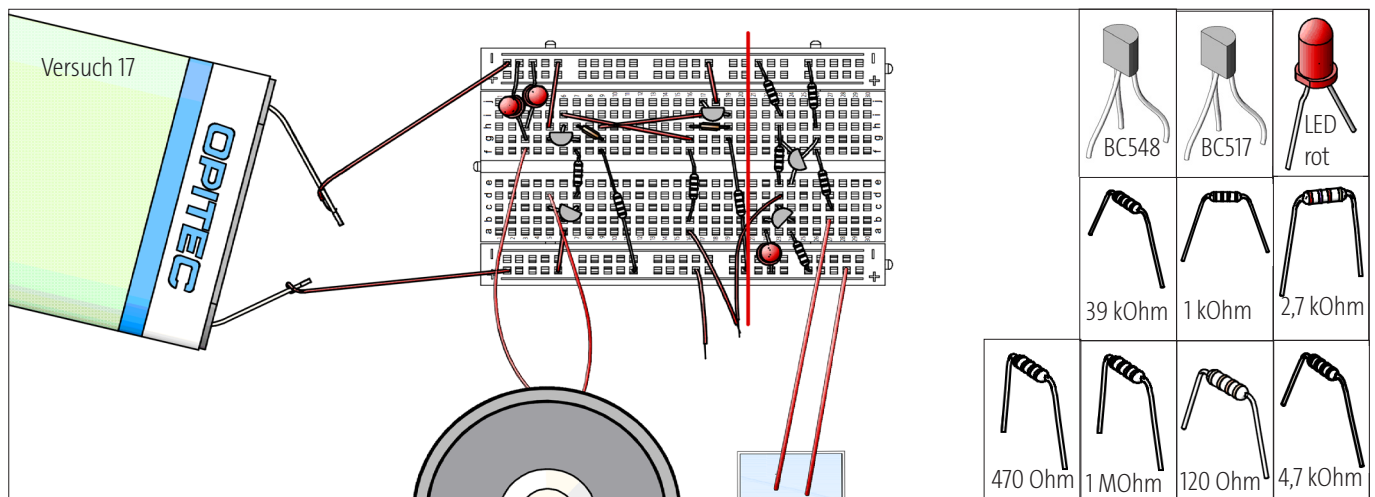
Wenn T2 leitet, ist der Ausgang praktisch direkt mit (+) verbunden. Der Eingang der nachfolgenden „Box“ erhält also volle Spannung, und die „Box“ zeigt dies entsprechend an. Sicher ist dir schon aufgefallen, daß die Emitter der beiden Transistoren nicht wie sonst direkt mit (-) verbunden sind. Das hat folgenden Grund: Wenn T1 leitet, fließt der Strom aus seinem Emitter nicht direkt nach (-), sondern muß erst noch den Widerstand R4 überwinden. Deshalb gibt es vor R4 einen „Stau“. Wenn nun T2 leitend werden soll, muß er nicht nur Basisstrom erhalten, sondern dieser Strom muß auch noch den „Stau“ R4 überwinden. Die Folge davon ist, daß die Schaltung nicht auf jede geringe Schwankung der Beleuchtungsstärke anspricht, sondern eine große Stabilität und Störsicherheit zeigt. Umgekehrt, wenn T2 leitet, sorgt sein Emitterstrom vor R4 für einen „Stau“. Deshalb kann T1 nicht bei jeder geringen Zunahme der Beleuchtungsstärke leitend werden, und auch in diesem Zustand zeigt die Schaltung große Stabilität und Störsicherheit. - In beiden Fällen muß erst ein gewisser Schwellenwert überschritten werden, bevor die Schaltung in den anderen Zustand kippt. Diese Schaltung heißt daher auch Schwellwertschaltung oder Trigger. - Wenn Du die Lichtschrankenschaltung aufbaust und die Funktion kontrollieren willst, setze die LED ein (sie leuchtet aber nur schwach). Wenn die Lichtschranke funktioniert und mit der „Box“ verbunden ist, kannst Du die LED durch einen einfachen Draht ersetzen

17. Versuch: Der Wasserwächter“

Die Schaltung ist die Triggerschaltung aus Versuch 16 (siehe dort oder unten). Als Anzeigergerät dient wieder die „Box“. Anstelle des optischen Sensors werden zwei einfache Drähte mit blanken Enden verwendet, je einer in Klemme + und 30a.

Wenn Du die Schaltung in Betrieb nimmst, wird es quietschen, weil zwischen Klemme + und 30a kein Strom fließt. Wenn Du die beiden Drähte verbindest, hört das Quietschen der „Box“ auf. Stecke nun die beiden blanken Drahtenden in ein Glas mit Wasser, einen frisch gegessenen Blumentopf oder einen Topf mit Hydrokultur. Achte darauf, daß die Drahtenden nahe beieinander sind, sich aber nicht berühren. Das Wasser leitet nun den Strom und sorgt dafür, daß die „Box“ ruhig bleibt. - Sobald aber der Wasserspiegel fällt, gibt die „Box“ Alarm.

Wenn Dein Wasserwächter genau umgekehrt funktionieren und bei steigendem Wasserspiegel Alarm geben soll, geht es sogar noch einfacher. Dazu brauchst Du nur die „Box“: Lege die Drähte von (+) und ‚Eingang‘ dicht nebeneinander ins Freie, und Du erfährst sofort, wenn es regnet, oder lege sie in den Keller, dann meldet die Box einen ‚Rohrbruch‘.



Der Aufbau in diesem Versuch entspricht dem im Versuch 16.

Hier wird lediglich der LDR entfernt und jeweils ein ca. 100 mm langes beidseitig abisoliertes Drahtstück in der Plusleiste sowie im Anschluss 27 b eingesteckt. Die Enden werden in einem Gefäß mit Wasser platziert.

Dieses Schaltbild zeigt Dir, wie man die Lichtschrankenschaltung oder auch andere Schaltungen mit der "Super-Quietschbox" verbindet.

Einige Anwendungen der Lichtschanke kennst Du sicher schon. Man öffnet damit z.B. automatisch Türen, zählt Gegenstände auf Fließbändern, sichert Durchgänge und Maschinen, wie z.B. Pressen und Scheren, in die man nicht hineingreifen darf. Die gleiche Schaltung dient auch dazu, bei Dunkelheit die Straßenbeleuchtung ein- und am Tag wieder auszuschalten.

Weitere Anwendungen:

Die gleiche Trigger-Schaltung wie in Versuch 16 und 17 kann noch für viele andere Zwecke verwendet werden, wenn man den optischen Sensor durch andere ersetzt. - Eine andere Anwendung hast Du in Versuch 17 selbst ausprobiert. Benutzt man z.B. einen Thermowiderstand, der seinen Widerstandswert mit der Temperatur ändert, so erhält man einen Feuermelder oder ein Alarmgerät, das anzeigt, wenn die Temperatur in der Kühltruhe zu weit ansteigt, oder umgekehrt einen Frostmelder. - Leider sind solche Thermowiderstände recht teuer. Deshalb findest Du auch keinen in Deinem Bauplatz. Außerdem müssen richtige Feuer- oder Frostmelder natürlich etwas genauer arbeiten als unsere 'Bastel'-Schaltungen.

Schluß:

Mit den Versuchsbeschreibungen sind wir nun am Ende. Ich hoffe, daß es Dir Spaß gemacht hat, und daß Du außerdem noch einiges über Elektronik gelernt hast. In diesem Falle sollte es Dir nicht schwer fallen, weitere Versuche durchzuführen.

Hinweis:

Wenn Du andere Schaltungen mit der "Box" verbinden willst, richte Dich nach obigem Beispiel. In den anderen Schaltungen ist kein "Ausgang" gekennzeichnet. Du findest ihn aber ganz leicht: bei allen anderen Schaltungen kannst Du einfach den Kollektor-Anschluß von einem Transistor als Ausgang benutzen. - Kaputtgehen kann dabei nichts.

Versuche es doch zum Beispiel mal mit dem Doppelblinker, dann wird die "Box" im Rythmus des Blinkers quietschen.

Sicher fallen Dir auch noch andere Kombinationen ein.

Wenn Du weitere Versuche mit anderen Bauteilen durchführen willst, kannst Du sie Dir zum Beispiel aus einem alten Radio vom Sperrmüll besorgen. Natürlich könnte es sein, daß ein solches Bauteil defekt ist. Deshalb solltest Du es einzeln in einer Schaltung überprüfen. Außerdem mußt Du die Hinweise in den Versuchsbeschreibungen beachten, damit Deine Schaltungen keinen Schaden erleiden.