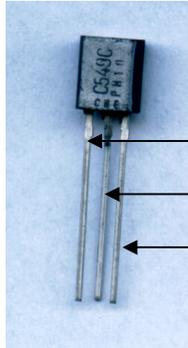




Elektronik

Der Transistor: Gehäuse und Anschlussbelegungen

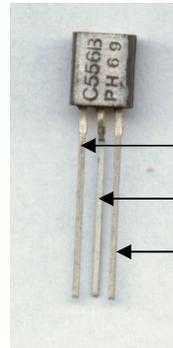
BC 549



NPN-Transistor
Plastikgehäuse TO 92

Kollektor
Basis
Emitter

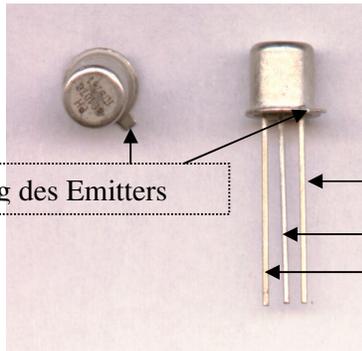
BC 556



PNP-Transistor
Plastikgehäuse TO 92

Kollektor
Basis
Emitter

BC 107 B



NPN-Transistor
Metallgehäuse TO 18

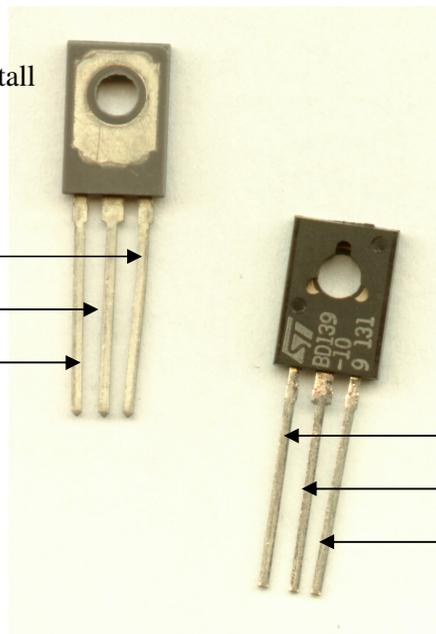
Kennzeichnung des Emitters

Emitter
Basis
Kollektor

Platine

BD 139

Rückseite: Metall



NPN-Leistungstransistor (Darlington)
Gehäuse TO 125

Emitter
Kollektor
Basis

Emitter
Kollektor
Basis

Platine



Elektronik

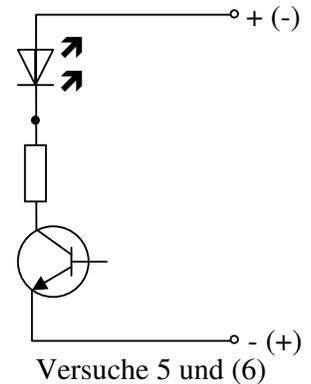
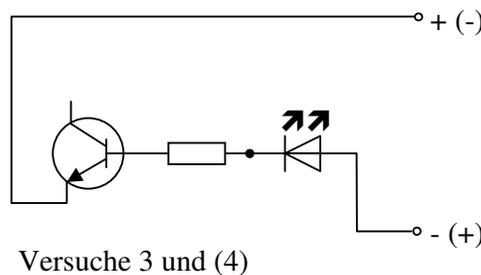
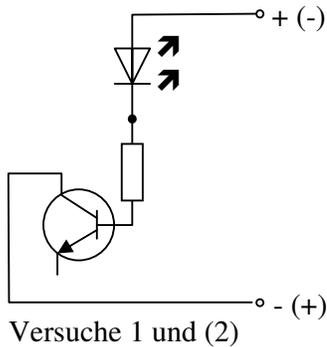
Vergleich von Transistor und Diode

Im Gegensatz zur Diode findest Du beim Transistor 3 Anschlüsse vor.
Zeichne das Schaltbild eines Transistors und benenne die Anschlüsse!

Versuch: Überprüfe, wie sich der Transistor zwischen jeweils zwei Anschlüssen verhält.
Wieviel Möglichkeiten gibt es? _____

Achtung!

Der Transistor ist ein sehr empfindliches Bauelement. Der Strom der Basis darf nicht zu groß sein, deshalb soll immer ein Basis-Vorwiderstand als Schutz eingebaut werden.



Versuch Nr.	Pluspol an	Minuspole an	Beobachtung

Versuche, den Transistor zeichnerisch mit Hilfe von zwei Dioden darzustellen!

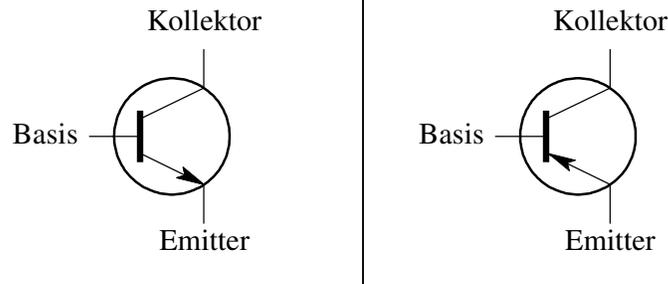
Der Transistor: Transistortypen

Transistoren sind aktive Halbleiterbauelemente, die für Regel- und Schaltzwecke, zur Schwingungserzeugung, zur Verstärkung und für digitale Verknüpfungen verwendet werden. Transistoren arbeiten mit Gleichspannung.

Man unterscheidet zwei Grundarten von Transistoren:

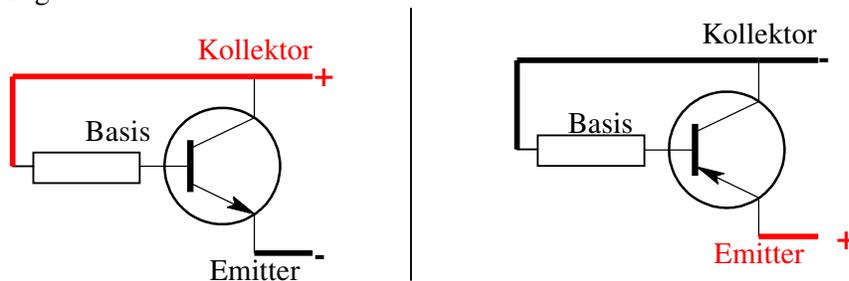
NPN-Transistor und PNP-Transistor

Schaltzeichen:



Mit einem geringen Basisstrom schalten Transistoren einen größeren Kollektor-Emitter-Strom. Dabei ist auf die richtige Polung der Anschlüsse zu achten, die jedoch bei den beiden Transistorarten unterschiedlich ist!

Die von uns eingesetzten Transistoren schalten durch wenn die Basisspannung ca. 0,65 V beträgt.



Transistoren tragen Bezeichnungen, die aus einer Kombination von Zahlen und Buchstaben bestehen:

1. Buchstabe: Ausgangsmaterial	2. Buchstabe: Verwendung
A: Germanium	C: Tonfrequenzbereich
B: Silizium	D: Leistungstransistor im Tonfrequenzbereich

Die Zahlen geben den Transistortyp an. In Datenbüchern ist neben wichtigen Kenndaten auch die Angabe zu finden, ob es sich um einen NPN- oder einen PNP-Transistor handelt.

Uns stehen folgende Transistoren zur Verfügung:

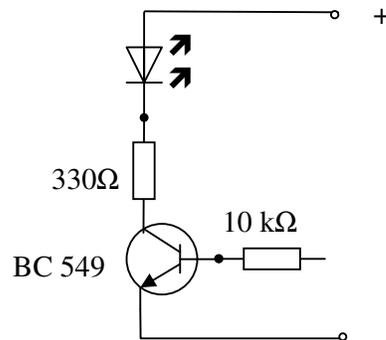
NPN-Transistoren	PNP-Transistoren
BC 547	BC 556
BC 548	
BC 549	



Elektronik

Der Transistor als Schalter

Baue folgende Schaltung auf:



Wenn alles richtig verkabelt ist, darf die Leuchtdiode nicht leuchten. Der Transistor wirkt hier noch wie ein offener Schalter. Er unterbricht den Stromkreis, man sagt auch: der Transistor sperrt.

Verbinde nun den offenen Eingang (Basisvorwiderstand) mit dem Pluspol. Was passiert?

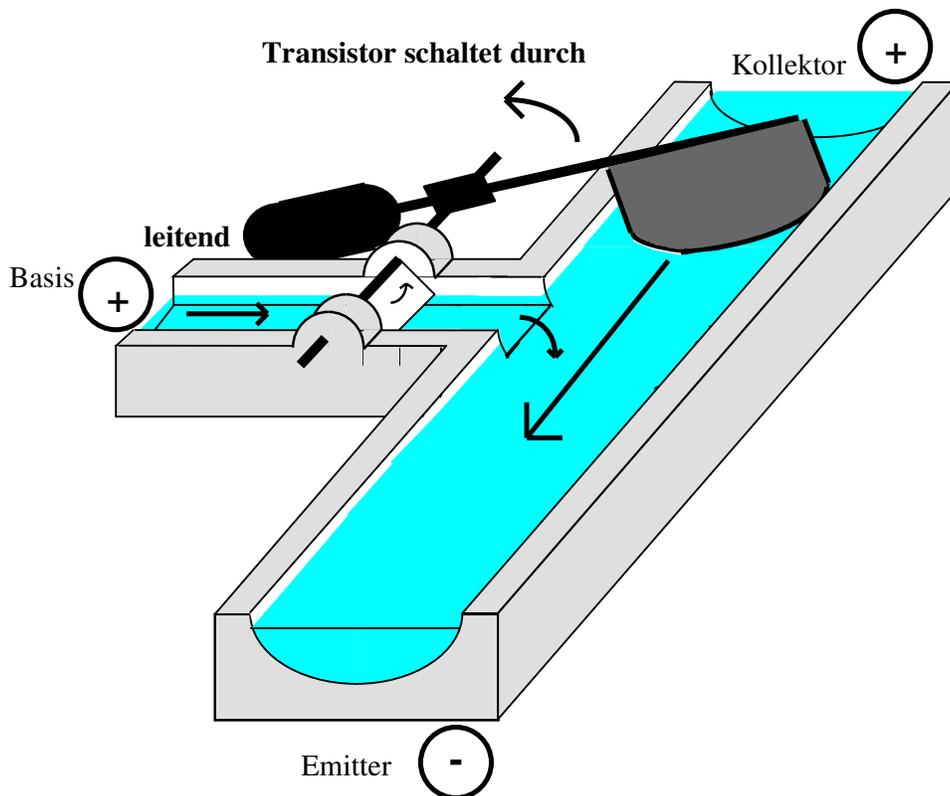
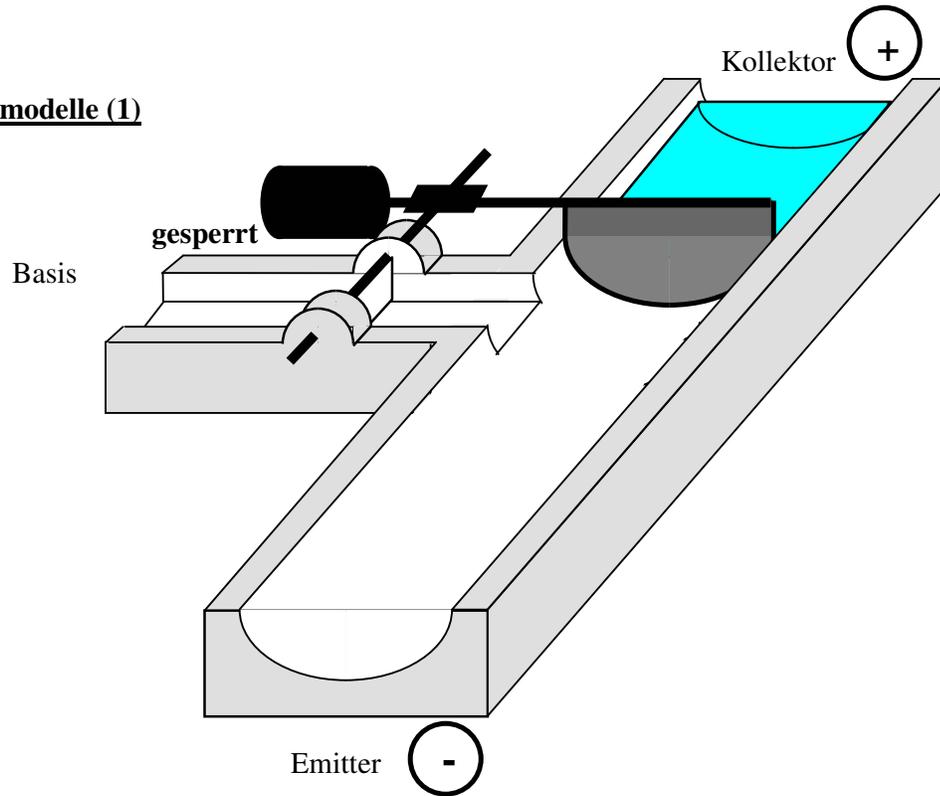
Löse die Verbindung und schließe den Basisvorwiderstand an den Minuspol an. Was passiert?

Zusammenfassung: Ein **Transistor schaltet durch**, wenn er an der _____ angesteuert wird.
Ein Transistor sperrt, wenn er an der Basis _____ angesteuert wird.



Elektronik

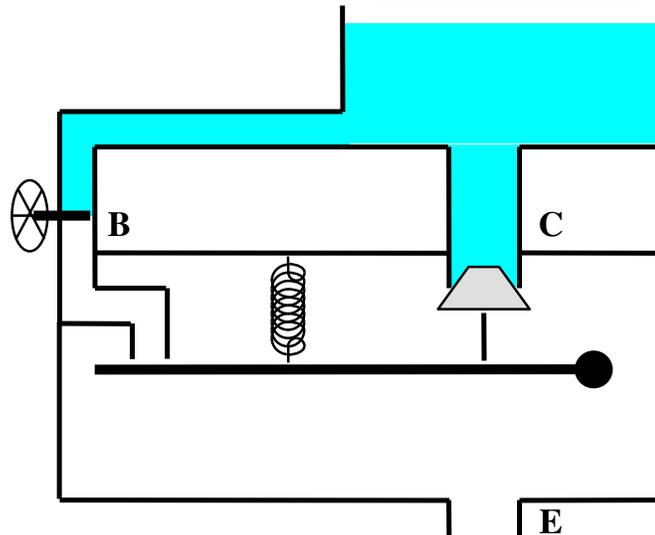
Transistormodelle (1)





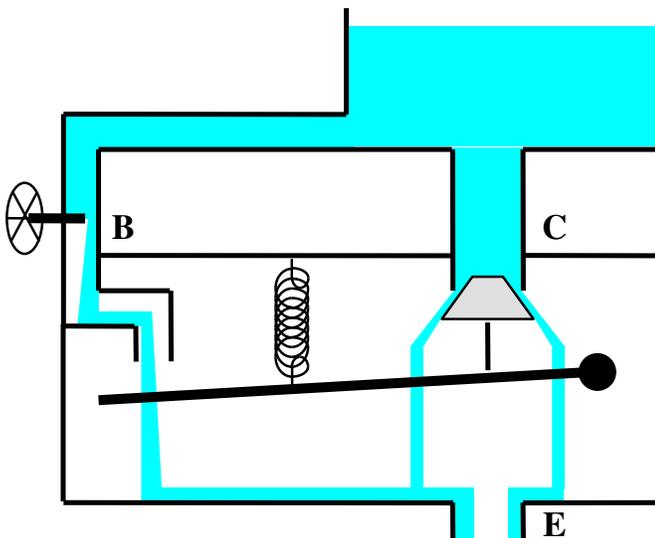
Elektronik

Transistormodelle (2)

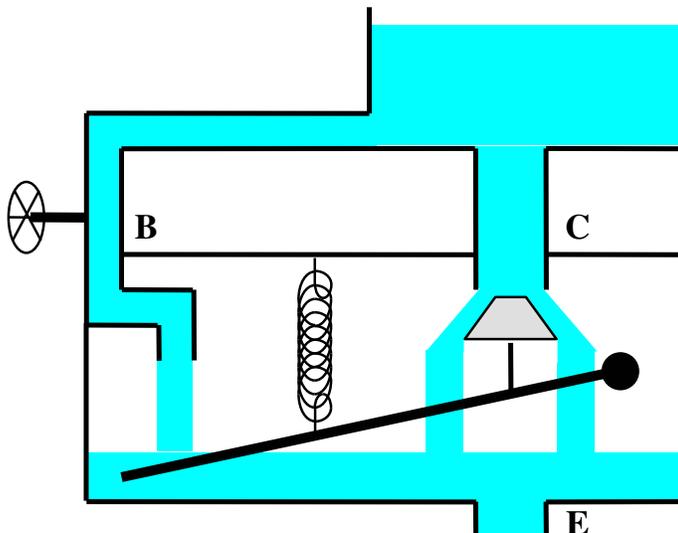


- B: kleines Rohr mit Absperrventil
- C: großes Rohr, durch einen Stopfen verschlossen, der von einem Hebelmittels einer Feder in das Rohr gedrückt wird
- E: Rohr, durch das das Wasser aus dem Gehäuse abfließen kann

Transistor sperrt



Transistor „halb leitend“



Transistor schaltet durch

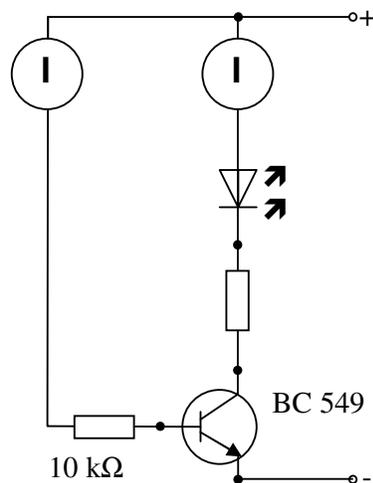
Der Transistor als Verstärker

Beim Transistor bewirkt ein kleiner Basisstrom das Fließen eines großen Kollektorstroms.

Das Verhältnis von **Kollektorstrom I_C** zum **Basisstrom I_B** bezeichnet man als **Gleichstromverstärkungsfaktor B** .

Baue die folgende Transistorschaltung auf und bestimme mit dem Digitalmultimeter zuerst den Basisstrom und danach den Kollektorstrom. Bedenke, dass zur Strommessung der Stromkreis aufgetrennt werden muss (Messgerät in Reihe schalten!). Notiere die Messwerte und berechne den Gleichstromverstärkungsfaktor.

Die Formel zur Berechnung des Gleichstromverstärkungsfaktors lautet:



$$B = \frac{I_C}{I_B}$$

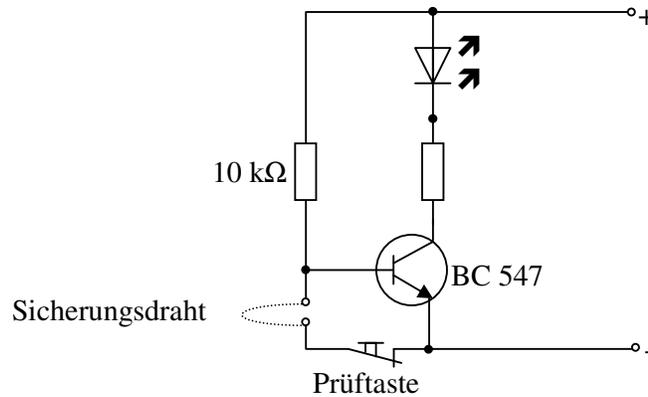
$I_B =$ _____

$I_C =$ _____

Transistor-Anwendung: Alarmanlage

Hausbesitzer und Geschäftsleute schützen oft ihr Eigentum durch eine Alarmanlage vor Einbrechern. Dabei wird beim Öffnen einer Tür oder eines Fensters ein dünner Draht zerrissen und dadurch Alarm ausgelöst.

Eine solche Alarmanlage können wir nach dem folgenden Schaltplan leicht selbst herstellen:



Überlege, welche Funktion des Tasters hier gebraucht wird.

Als „Sicherungsdraht“ benutzt du einfach ein Verbindungskabel, das du beim „Einbrechen“ an einer Seite vom Steckstift der Platine löst.

Baue die Schaltung auf.



Der Fotowiderstand (LDR)

Ein Fotowiderstand ist ein Halbleiter-Bauteil, dessen Widerstand lichtabhängig ist. Je mehr Licht auf den Fotowiderstand fällt, desto geringer wird sein Widerstand und desto besser seine elektrische Leitfähigkeit.

Fachleute nennen den Fotowiderstand **LDR** **light dependent resistor**
(engl. = lichtabhängiger Widerstand)

Das Schaltzeichen setzt sich zusammen aus dem Zeichen für den Widerstand und einem Doppelpfeil (Doppelpfeil bedeutet bei Schaltzeichen Licht), der zum Widerstand zeigt.

Schaltzeichen des LDR:



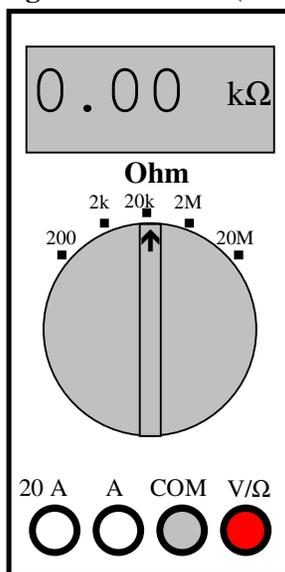
Die beiden Anschlussdrähte führen zu Kontakten (hellgrau), die wie zwei Kämmen ineinandergreifen, sich aber nicht berühren.

Dazwischen befindet sich ein -meist bräunlich aussehendes- Material, das lichtempfindlich ist. Diese Schicht besteht bei den meisten Fotowiderständen aus Cadmium-Sulfid (**CdS**). Bei Dunkelheit ist dieser Stoff ein schlechter elektrischer Leiter, denn fast alle Elektronen sind an feste Atome gebunden. Auf den LDR einfallendes Licht schlägt mit seiner Energie einige Elektronen los. Diese freien Elektronen machen das Cadmium-Sulfid zum elektrischen Leiter. Je mehr Licht auftrifft, um so besser wird die Leitfähigkeit. Selbst das für uns Menschen unsichtbare infrarote Licht führt zu diesem Effekt.

Erinnere dich an das, was du über den Widerstand gelernt hast:

- großer Widerstand → großer Spannungsabfall = wenige Elektronen fließen
- kleiner Widerstand → kleiner Spannungsabfall = viele Elektronen fließen

Nun kannst du selbst den Widerstandswert eines LDR bestimmen, z.B. mit einem **Digitalmultimeter (DMM)**. In dieser Zeichnung sind nur die für diese Messung not-



wendigen Teile dargestellt. Und so wird das DMM gehandhabt:

- schwarze Messleitung an die **COM**-Buchse
- rote Messleitung an die Buchse **V/Ω**
- Bereichseinstellung auf **20 kΩ**
- Multimeter einschalten
- Messspitzen mit den Anschlußdrähten des LDR verbinden (ggf. zusätzliche Leitung mit Krokoklemmen verwenden)
- Widerstandswerte bei unterschiedlichem Lichteinfall ablesen und notieren

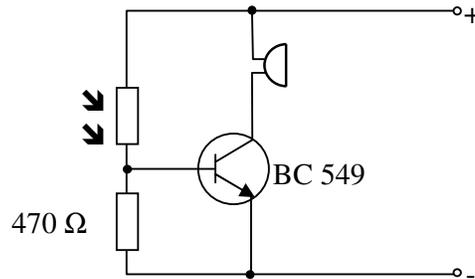
Lichteinfall	Widerstand
LDR abgedunkelt (Oberfläche abdecken)	
dunkle Zimmerseite	
Tageslicht am Fenster	
hell (Lampe, z.B. Schreibtischlampe)	



Elektronik

Transistor-Anwendung: lichtabhängige Alarmanlage mit Summer

Manchmal soll ein wertvolles Kunstwerk durch eine Alarmanlage gesichert werden. Eine Möglichkeit hierzu bietet z.B. der Einbau in den Sockel einer Statue. Wenn die Statue entfernt wird, fällt Licht auf einen Fotowiderstand und ein Alarmsignal ertönt.



Baue die Schaltung auf.

Erkläre die Funktionsweise der Schaltung.



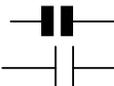
Der Kondensator

Der Kondensator besteht aus zwei sich gegenüber liegenden Platten, die sich jedoch nicht berühren. Wenn an den beiden Platten ein unterschiedliches elektrisches Potential anliegt, fließt ein Strom vom höheren Potential durch den Kondensator zum niedrigeren Potential. Auf beiden Kondensatorplatten baut sich dabei eine elektrische Ladung auf und der Strom durch den Kondensator nimmt ab. Ist der Kondensator „voll“, so fließt kein Strom mehr. Polt man nun an den Kondensatorplatten um, so fließt Strom in der umgekehrten Richtung und der Kondensator entlädt sich zunächst. Bleibt der Kondensator an der Stromquelle angeschlossen, so lädt er sich erneut auf. Geschieht das Umpolen so schnell, dass der Strom seine Richtung ändert, bevor der Kondensator dem Stromfluss ein Ende setzt, so bleibt die Leitfähigkeit erhalten.

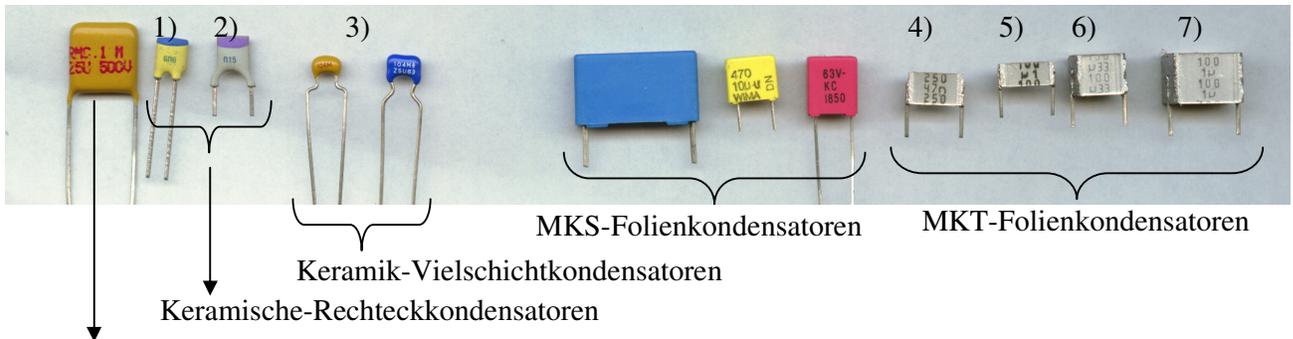
Der Kondensator kann also als **Speicherelement für den elektrischen Strom** angesehen werden.

Das Maß für die **Kapazität** (Speicherfähigkeit) des Kondensators ist **Farad (F)**. Meist gibt man die Kapazität jedoch in kleineren Einheiten an:

μF	(Mikrofarad)	$1 \mu\text{F} = 1 \text{ millionstel Farad}$
nF	(Nanofarad)	$1 \text{ nF} = 1/1000 \mu\text{F}$
pF	(Pikofarad)	$1 \text{ pF} = 1/1000 \text{ nF}$

Schaltzeichen des Kondensators: 

Bauformen:



Keramik-Scheibenkondensator

Bei Keramik-Kondensatoren ist die Kapazität oft nur mit der Lupe vom Bauteil abzulesen: 1) $6\text{n}8 = 6,8 \text{ nF}$ 2) $\text{n}15 = 0,15 \text{ nF} = 150 \text{ pF}$. Manche Bauteile sind mit einem Farbcode versehen, andere sind mit einer Code-Nummer bedruckt: 3) 104M.

Folienkondensatoren tragen meist einen Aufdruck. Bei den MKT-Folienkondensatoren in der Abbildung ist z.B. abzulesen:

Abbildung	Aufdruck	Bedeutung
4)	47 n 250	47 Nanofarad 250 Volt
5)	$\mu 1$ 400	0,1 Mikrofarad = 100 nF 400 Volt
6)	$\mu 33$ 100	0,33 μF = 330 nF 100 Volt
7)	1μ 100	$1\mu\text{F}$ 100 Volt

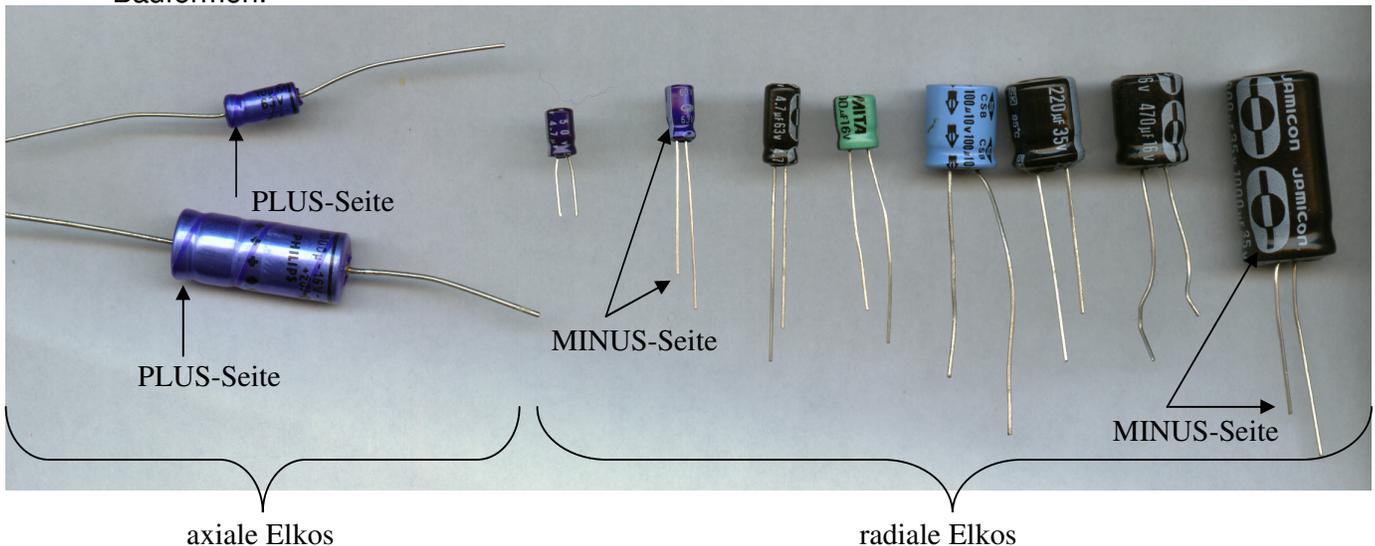
Der Elektrolytkondensator

Der „große Bruder“ des Kondensators ist der Elektrolytkondensator, kurz **Elko** genannt. Elkos sind zylinderförmig und besitzen zwei Anschlussdrähte. Grundsätzlich unterscheidet man axiale und radiale Elkos.

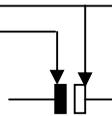
Elkos sind **gepolt**, d.h. sie haben einen **positiven** und einen **negativen Anschluss**. Elkos sind größer als „einfache“ Kondensatoren gleicher Kapazität. Die Größe hängt von zwei Faktoren ab: von der Kapazität und von der Spannungsfestigkeit.

Schaltzeichen des Kondensators: 

Bauformen:

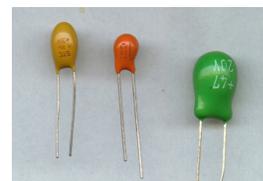


Elkos dürfen auf keinen Fall falsch gepolt werden. Bei fehlerhaftem Einbau und / oder zu hoher Spannung kann ein Elko sogar explodieren und zu bösen Verletzungen führen!
Beim Schaltzeichen bedeutet der **nicht ausgefüllte** „Balken“ immer **PLUS**, der **ausgefüllte** immer **Minus**



	axiale Elkos	radiale Elkos
Anschlussdrähte	axial: wie eine Achse ein Draht an jeder Seite	radial: beide Anschlussdrähte auf einer Seite (im Kreis / Radius) des Zylinders
Montage	liegend	stehend
Kennzeichnung der Pole	meist Einschürung des Gehäuses an der Plus -seite (s. Pfeile in der Abb.)	- kürzerer Anschlussdraht und / oder - an einer Seite aufgedruckter Streifen mit Minussymbolen

Eine Sonderform des Elkos ist der oft kleinere, tropfenförmige **Tantalelko**:

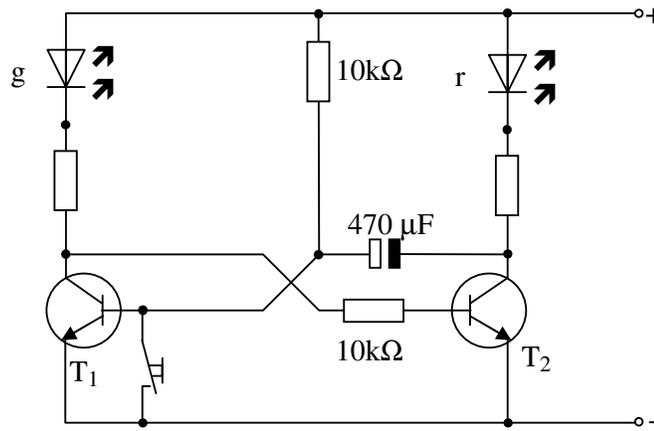




Der monostabile Multivibrator

In vielen Wohnhäusern findet man eine Schaltung, die ebenfalls nur für eine bestimmte Zeit (z.B. 5 Minuten) Strom liefert. Überlege, was hier gemeint sein könnte.

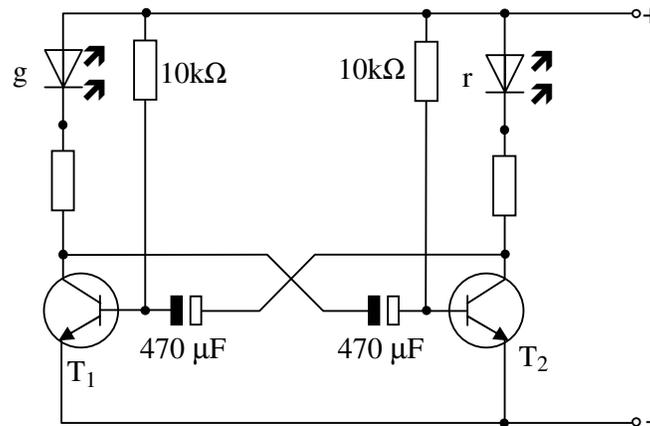
Eine solche Schaltung heißt in der Elektronik **monostabiler Multivibrator**.
Baue die folgende Schaltung auf:





Der astabile Multivibrator (1)

Der monostabile Multivibrator besaß ein Zeitglied. Wir entfernen nun den Taster, bauen die Schaltung etwas um und erweitern sie nach dem folgenden Plan um ein zweites Zeitglied.



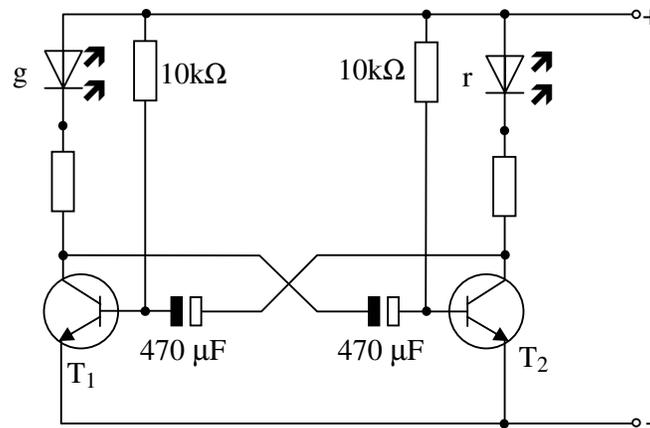
Was ist zu beobachten?



Elektronik

Der astabile Multivibrator (2)

Die eben aufgebaute Schaltung hat keinen stabilen Zustand. Sie kippt ständig hin und her. Diese Schaltung heißt **astabiler Multivibrator**. Das Kippverhalten untersuchen wir nun näher. Tausche die Bauteile nach der unten stehenden Tabelle aus und stoppe die Zeit für das Blinken.



R	10 kΩ	10 kΩ	5,6 kΩ	5,6 kΩ
C	100 µF	220 µF	100 µF	220 µF
Zeit für 10x blinken				
Zeit für 1x blinken				