

# Elektronik Experimente

Eine kleine Einführung in die Elektronik

Rolf Kary-Ehlers

Für Timothy, Yannik und Christoph

# Elektronik Experimente

---

## INHALT

EXPERIMENTE MIT EINEM STECKBOARD .....	3
BAUTEILE FÜR DIE ELEKTRONIK EXPERIMENTE .....	4
DIE BAUTEILE DER ELEKTRONIK .....	4
Der Widerstand (Resistanz).....	5
Die Diode.....	6
Die LED (Lumineszenz Diode).....	7
Der Kondensator (Kapazität).....	8
Die Spule (Induktivität).....	9
Der Transistor.....	10
ELEKTRONISCHE SCHALTUNGEN.....	11
Erster Versuch: Ein einfacher Stromkreis.....	11
Zweiter Versuch: Laden bzw. entladen eines kondensators .....	12
Dritter Versuch: Ein Transistor als Schalter.....	13
Vierter Versuch: Transistor Schalter mit Memory-Funktion .....	14
Fünfter Versuch: Ein Treppenlichtautomat (monostabile Kippstufe) .....	15
Sechster Versuch: Die astabile Kippschaltung .....	16
Siebter Versuch: Messen von Strom und Spannung.....	17
Letzter Versuch: Das Radio .....	18

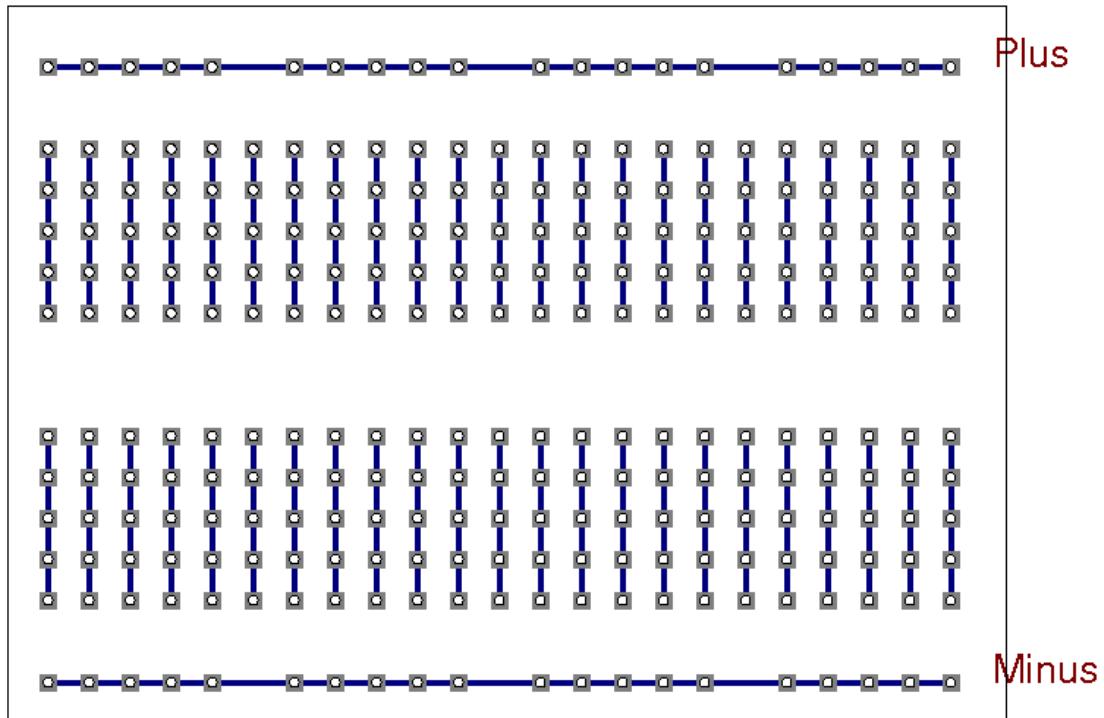
# Elektronik Experimente

---

## EXPERIMENTE MIT EINEM STECKBOARD

Das Steckboard dient zum Aufbauen und Verbinden der elektronischen Bauteile.

Das STECKBOARD



Die elektronischen Bauteile können im Steckboard in die Federkontakte eingesetzt werden. Oben und unten ist jeweils eine Reihe mit 20 Steckkontakten. Dazwischen sind zwei Reihen mit senkrechten Spalten mit je 5 Steckkontakten. In diese Steckkontakte können die Bauteile gesteckt werden und dann mit den rot gekennzeichneten Verbindungsdrähten verbunden werden.

Die obere und untere Reihe wird meistens für die Spannungsversorgung verwendet (siehe Bezeichnung Plus für rotes Batteriekabel und Minus für das weiße bzw. schwarze Kabel). Sie darf aber auch für etwas anderes verwendet werden.

## BAUTEILE FÜR DIE ELEKTRONIK EXPERIMENTE

- Widerstände:
  - 270  $\Omega$  (rot, lila, braun, gold)
  - 390  $\Omega$  (orange, weiß, braun, gold)
  - 2 \* 470  $\Omega$  (gelb, lila, braun, gold)
  - 560  $\Omega$  (grün, blau, braun, gold)
  - 680  $\Omega$  (blau, grau, braun, gold)
  - 820  $\Omega$  (grau, rot, braun, gold)
  - 1 k $\Omega$  (braun, schwarz, rot, gold)
  - 4,7 k $\Omega$  (gelb, lila, rot, gold)
  - 3 \* 10 k $\Omega$  (braun, schwarz, orange, gold)
- LEDs:
  - 2 \* rot
  - grün
  - gelb
- Kondensatoren:
  - 33 $\mu\text{F}$
  - 47 $\mu\text{F}$
  - 470 $\mu\text{F}$
- 1 Diode
- Transistoren: 2 \* BC547
- Batterie: 1.5V Mignon, 9V Block
- 1 Schalter
- 1 Taster
- 6 blaue Messpunkte (Steckkontakte)

## DIE BAUTEILE DER ELEKTRONIK

Im folgenden Kapitel werden die Bauteile der Elektronik kurz vorgestellt. Hier kannst Du nachlesen, wie die Bauteile prinzipiell funktionieren. Im Kapitel „Elektronische Schaltungen“ werden einfache Versuche durchgeführt, die das Verhalten der Bauteile zeigen.

Folgende Bauteile gibt es in der Elektronik:

- Widerstand (Resistanz)
- Diode
- LED (Lumineszenz Diode)
- Kondensator (Kapazität)
- Spule oder Induktivität (Induktivität)
- Transistor
- IC integrierte Schaltung (Integrated Circuit)

# Elektronik Experimente

## DER WIDERSTAND (RESISTANZ)

Der elektrische Widerstand gibt an wie sehr der Stromfluss „gebremst“ wird. Das Formelzeichen für den Widerstand ist ( $R$ ) und die Einheit ist Ohm ( $\Omega$ ).



SCHALTZEICHEN EINES WIDERSTANDES

Widerstände werden in 3 Gruppen unterteilt:

1. Festwiderstände: Drahtwiderstände, Schichtwiderstände, Massewiderstände
2. Mechanisch veränderbare Widerstände: veränderbare Widerstände, Potenziometer, einstellbare Widerstände
3. Durch physikalische Größen veränderliche Widerstände: temperaturabhängige Widerstände, magnetfeldabhängige Widerstände, spannungsabhängige Widerstände, lichtabhängige Widerstände, dehnungsabhängige Widerstände

Die Widerstandswerte und die Fertigungstoleranz werden durch Zahlen oder Farbringe auf den Widerständen gekennzeichnet.

The diagram illustrates the EIA standard for resistor color coding. It shows a resistor with four color bands: gold (top), purple (second), brown (third), and gold (fourth). Above the resistor, the formula  $47 \cdot 10^1 \pm 5\% =$  is shown, followed by the text "Widerstandswert in  $\Omega$ ". Below the formula is a table with the following data:

Kennfarbe	1.Ziffer	2.Ziffer	Multiplikator	Toleranz in %
	Widerstandswert in $\Omega$			
keine	—	—	—	$\pm 20$
silber	—	—	$10^{-2}$	$\pm 10$
gold	—	—	$10^{-1}$	$\pm 5$
schwarz	—	0	1	—
braun	1	1	$10^1$	$\pm 1$
rot	2	2	$10^2$	$\pm 2$
orange	3	3	$10^3$	—
gelb	4	4	$10^4$	—
grün	5	5	$10^5$	$\pm 0,5$
blau	6	6	$10^6$	$\pm 0,25$
violett	7	7	$10^7$	$\pm 0,1$
grau	8	8	$10^8$	—
weiß	9	9	$10^9$	—

Below the table, the resistor is shown again with the text "Erster Farbring näher am Anschlussdraht". At the bottom, the calculated value is shown as  $4 \quad 7 \times 10^1 \quad \pm 5\% \Rightarrow 470 \Omega \pm 5\%$ .

WIDERSTANDSFARBTABELLE

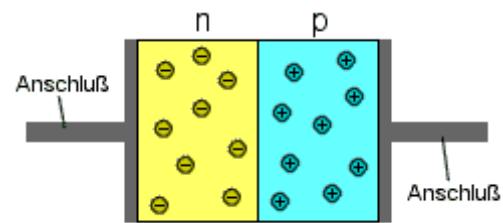
Die Belastbarkeit von Widerständen hängt davon ab wie gut die Stromwärme an die Umgebung abgegeben werden kann. Hohe Belastbarkeit braucht deshalb auch große Bauformen.

# Elektronik Experimente

## DIE DIODE

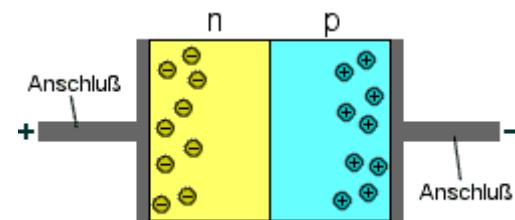
Eine Diode hat die Eigenschaft, Strom nur in einer Richtung durchzulassen.

Eine Diode besteht aus zwei Schichten, einem n-dotierten und einem p-dotierten Halbleitermaterial, die sich berühren. Aufgrund von Abstoßung bzw. Anziehung von gleichen Ladungen findet abhängig von der Polung einer externen Spannungsquelle entweder ein Stromfluss statt oder wird komplett unterbunden. Somit leitet eine Diode nur in eine Richtung.

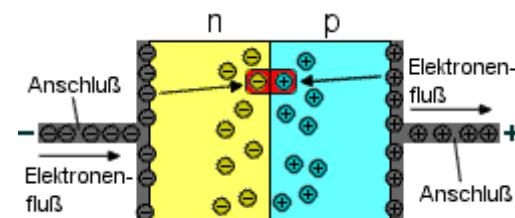


Ohne äußere Spannung befinden sich im n-dotierten Material eine ganze Reihe von negativ geladenen Stellen und in p-dotierten Material positiv geladene. Positiv geladene Stellen heißt hier, dass dort ein (negativ geladenes) Elektron fehlt. Man spricht man auch von Loch. Die Anzahl der freien Elektronen und der Löcher ist eine Materialkonstante und ändert sich nicht. Man kann daher nicht die Löcher mit Elektronen "zuschütten" oder die freien Elektronen aus dem Material entfernen. Man kann durch Anlegen von elektrischen Feldern lediglich ihre Position im Material beeinflussen.

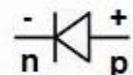
Legt man an die Diode eine Spannung derart gepolt an, dass das n-dotierte Material mit dem positiven und das p-dotierte Material mit dem negativen Pol verbunden ist, so sperrt die Diode. Der Grund hierfür ist, dass sich ähnlich wie bei Magneten gleiche Ladungen abstoßen und unterschiedliche anziehen. Elektronen sind immer negativ geladen und stoßen sich daher ab. Verbindet man das n-dotierte Halbleitermaterial der Diode mit dem positiven Pol einer externen Spannungsquelle, so wandern die Elektronen wegen der Anziehung in Richtung dieses Pols. Gleichzeitig wandern die Löcher aus dem gleichen Grund in Richtung des negativen Pols. Dadurch gibt es in der Mitte der Diode überhaupt keine freien Ladungen, weder Elektronen noch Löcher. Ohne frei bewegliche Ladungen gibt es aber keinen Stromfluss. Somit kann in dieser Richtung kein Strom fließen.



Polt man die Diode jedoch um, wirken ebenfalls Anziehung und Abstoßung. Dieses Mal werden die Elektronen im n-dotierten Material durch die Elektronen der Spannungsquelle in Richtung Mitte verdrängt, wo sie den positiv geladenen Löchern (Loch heißt fehlendes Elektron!) sehr nahe kommen und mit nur wenig Energie d.h. Spannungsdifferenz auf eine Lochposition springen und dieses ausfüllen. Im p-dotierten Material passiert das Gleiche: Die positiv geladenen Löcher werden in Richtung Mitte gedrückt, wo sie einfach verschwinden, weil die Lochstellen von Elektronen aus der n-dotierten Seite besetzt werden. Dies bedeutet, dass ein Stromfluss stattfindet und die Diode leitet.



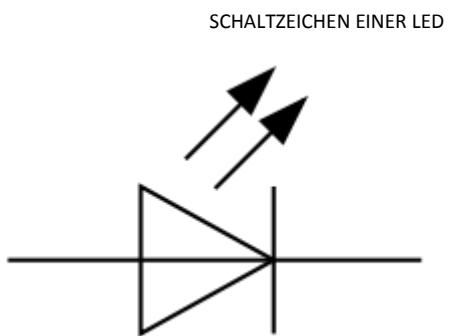
Sehr häufig werden Dioden als sogenannte Gleichrichterdioden verwendet. Diese richten den Wechselstrom aus dem Stromnetz gleich, so dass man einen pulsierenden Gleichstrom erhält. Rechts ist das Schaltbild einer Diode zu sehen. Der Pfeil vor dem Querbalken zeigt die Richtung des Stromes an. Der Querbalken kennzeichnet die Kathode (-, n), der andere Anschluß entspricht der Anode (+, p).



# Elektronik Experimente

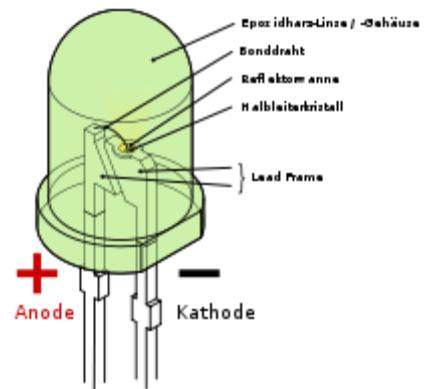
## DIE LED (LUMINESZENZ DIODE)

Es gibt Halbleiterdioden, die elektrischen Strom in elektromagnetische Strahlungsenergie in Form sichtbaren Lichts, UV- oder IR-Strahlung umwandeln. Diese Bauteile sind Licht emittierende Dioden oder LEDs. Die Dioden arbeiten in Durchlassrichtung, wobei die Anode ausreichend positiv in Bezug zur Kathode sein muss. Im Halbleiter rekombinieren Ladungsträgerpaare unter Abgabe einer bestimmten Energiedifferenz, die zudem den Quantengesetzen gehorcht. Dieser Vorgang wird Elektrolumineszenz genannt. Sichtbares Licht wird emittiert, wenn im Halbleiter die Energie der Bandlücke und damit die Differenzenergie im Bereich von 3,2 ... 1,6 eV liegt.



Die ersten im Handel zu erwerbenden roten LEDs gab es 1962 und 10 Jahre später kamen grüne Leuchtdioden dazu. Um 1980 wurden Halbleiterdotierungen entwickelt, die eine orangegelbe Spektralfarbe emittieren. Blaue LEDs mit sehr geringer Effizienz, kleiner Lichtausbeute sind erst seit 1990 bekannt. Die Entwicklung zu heller leuchtenden blauen LEDs war in den Folgejahren erfolgreich. Inzwischen lassen sich alle wichtigen Spektralfarben durch anorganische Lumineszenzdioden in brauchbarer Effizienz abdecken. Parallel hierzu wird die Technologie organischer Lumineszenzdioden, OLEDs verbessert und gewinnt an Bedeutung.

AUFBAU EINER LED



Die Herstellung von LEDs ist komplizierter als die einfacher Dioden.

Die Schichten müssen lichtdurchlässig und frei von Aufbaustörungen im Kristallgitter sein, um definierte Wellenlängen mit hohem Wirkungsgrad zu erhalten. Durch unterschiedliche Epitaxieverfahren lässt man dotierte Halbleiterschichten auf einen Halbleiterwaver aufwachsen. Der LED-Chip besitzt eine Sandwichstruktur, wird mit den Metallanschlüssen verbunden und zur fertigen LED in Kunststoff eingegossen. Das Gehäuse dient zum Schutz und sorgt als optische Linse für eine bestimmbare Lichtverteilung der sonst punktförmigen Lichtquelle.

Gebräuchliche LEDs werden bei einer Spannung von ca. 2V betrieben.

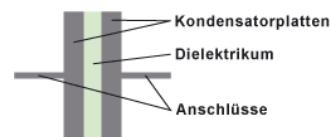
Sie benötigen einen Strom von ca. 2-20 mA.

Hochleistungs-LEDs werden bei ca. 2,5 V bis 3,5 V betrieben. Ihr Strom richtet sich nach Ihrer Leistung. Eine 1W LED benötigt einen Strom von ca. 350 mA. Der Strom sollte immer durch eine entsprechende Schaltung (oft auch nur ein Vorwiderstand) begrenzt werden. Ein zu hoher Strom zerstört die LED sehr schnell oder lässt sie schneller altern. Sie verliert dann an Helligkeit.

# Elektronik Experimente

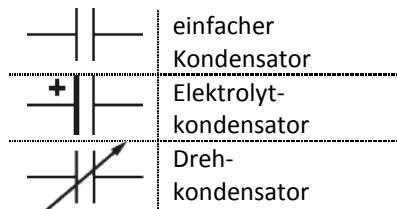
## DER KONDENSATOR (KAPAZITÄT)

Kondensatoren sind Bauelemente, die elektrische Ladungen bzw. elektrische Energie speichern können. Die einfachste Form eines Kondensators besteht aus zwei gegenüberliegenden Metallplatten. Dazwischen befindet sich ein Dielektrikum, welches keine elektrische Verbindung zwischen den Metallplatten zulässt. Das Dielektrikum ist als Isolator zu verstehen.



Legt man an einen Kondensator eine Spannung an, so entsteht zwischen den beiden metallischen Platten ein elektrisches Feld. Eine Platte nimmt positive, die andere Platte negative Ladungsträger auf. Die Verteilung der Ladungsträger ist auf beiden Seiten gleich groß.

Die Kapazität ist die Eigenschaft eines Bauteils eine elektrische Energie zu speichern. Das Formelzeichen für die Kapazität ist „C“ (engl. Capacity), die Maßeinheit ist „Farad“ und wurde nach dem englischen Wissenschaftler „Michael Faraday“ benannt.



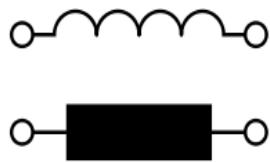
Die Schaltzeichen zeigen verschiedene Arten von Kondensatoren. Die einfachen Kondensatoren sind auch für Wechselspannung geeignet. Die Elektrolytkondensatoren vertragen nur Gleichspannung. Bei einem Drehkondensator kann man die Kapazität verändern. Dadurch kann man bei einem Radio z.B.: den Sender einstellen.

Wird eine zu hohe Spannung angelegt isoliert das Dielektrikum nicht mehr. Es kommt zu einem Durchschlag durch das Dielektrikum. Deshalb steht auf dem Kondensator immer die maximal zulässige Spannung.

Ein Kondensator entlädt sich immer selbst. Die Entladung entsteht durch die Isolation, die Beschaltung, den Kondensatorbelag und das Dielektrikum. Die Entladung nennt man auch Kondensatorverlust. Besonders bei Wechselspannung entsteht durch die Umpolarisierung ein hoher Verlust. Deshalb gibt es spezielle Wechselspannungskondensatoren. In der Tabelle sind einige Kondensator-Typen und ihre Eigenschaften beschrieben:

Typ des Kondensators	Dielektrikum	Kapazitätsbereich	Maximale Spannung	Verlustfaktor
Drehkondensator	Luft	5 - 500 pF	500 V	-
Keramik	Bariumtitannat	1 - 1000 nF	2000 V	3.0
Papier	Papier in Öl	10 - 1000 nF	10000 V	1.0
Glimmer	Glimmer	0.1 - 5 nF	10000 V	0.2
Film	Polystyrol	50 pF - 500 nF	1000 V	0.02
Film	Polypropylen	10 nF - 100 µF	2000 V	0.05
Elektrolyt	Aluminiumoxid	100 nF - 1 F	500 V	10
Elektrolyt	Tantaloxid	10 nF - 1 mF	100 V	10

## DIE SPULE (INDUKTIVITÄT)

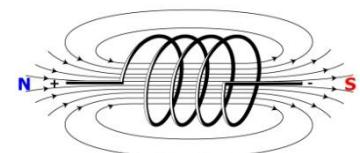


SCHALTZEICHEN EINER SPULE

Eine klassische Spule ist ein fester Körper, der mit einem Draht umwickelt ist. Dieser Körper muss allerdings nicht zwingend vorhanden sein. Er dient meist nur zum Stabilisieren des dünnen Drahts. Spulen gibt es auch in Flachbauweise und als Rechteckformwicklung. Weil es Spulen in vielfältigen Bauweisen gibt, spricht man auch von einer Induktivität.

MAGNETFELD EINER SPULE

Die Induktivität ist die Fähigkeit einer Spule in den eigenen Windungen durch ein Magnetfeld eine Spannung zu erzeugen. Man spricht davon, dass die Spule eine Spannung induziert. Der Auslöser ist das Magnetfeld links im Bild. Der Begriff Induktivität wird allgemein als Überbegriff für die verschiedenen Spulen verwendet. Es gibt auch Bauteile, die einen bauartbedingten induktiven Anteil haben. Dann spricht man auch von Induktivität.

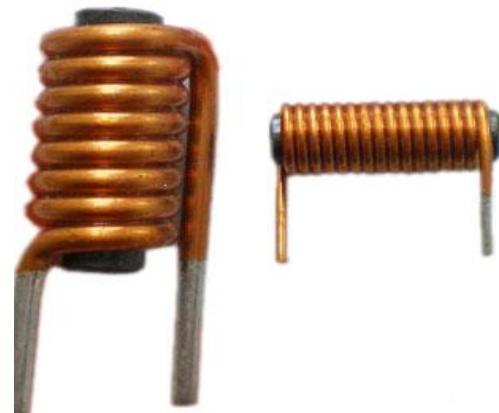


Das Formelzeichen ist das große **L**.

Die Induktivität L hat die Einheit **Ωs**.

Die Einheit **Ωs** hat die Bezeichnung **H** (Henry). In der Elektronik werden meist kleine Spulen mit einer kleinen Induktivität in **mH** angegeben.

Um die Induktivität zu erhöhen wird oft ein Eisenkern verwendet oder auch ein anderes magnetisches Material als Kern in einer Spule verwendet.



SPULEN MIT FERRITKERN

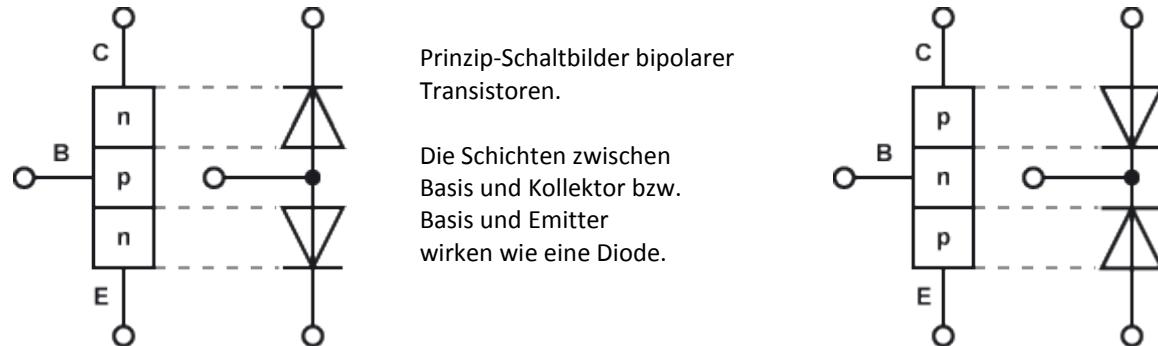
## DER TRANSISTOR

Wenn man von einem Transistor spricht, dann ist damit üblicherweise der bipolare Transistor gemeint. Es gibt aber auch noch den unipolaren Transistor (Feldeffekttransistor), dieser wird später erklärt.

Bipolare Transistoren bestehen aus Silizium. Oder aus Germanium oder Mischkristallen, die nicht sehr häufig verbreitet sind. Die Bezeichnung Transistor ist aus seiner Funktion abgeleitet. Bei einer Widerstandsänderung in einer Schicht wird auch der Widerstand in der anderen Schicht beeinflusst. Aus "transfer resistor" wurde die Bezeichnung Transistor. Transistoren werden überwiegend als Schalter oder Verstärker eingesetzt.

### Aufbau des bipolaren Transistors

Jeder bipolare Transistor besteht aus drei dünnen Halbleiterschichten, die übereinander gelegt sind. Man unterscheidet zwischen einer NPN- (oberes Schaltbild) oder PNP- (unteres Schaltbild) Schichtenfolge. Die mittlere Schicht ist im Vergleich zu den beiden anderen Schichten sehr dünn. Die Schichten sind mit metallischen Anschlüssen versehen, die aus dem Gehäuse herausführen. Die Außenschichten des bipolaren Transistors werden Kollektor (C) und Emitter (E) genannt. Die mittlere Schicht hat die Bezeichnung Basis (B) und ist die Steuerelekrode oder auch der Steuereingang des Transistors.



Bei der Funktionsweise des Transistors muss man die Stromrichtung beachten. Durch das Anlegen einer Spannung  $U_{BE}$  von 0,7 V, ist die untere Diode (Prinzip) in Durchlassrichtung geschaltet. Die Elektronen gelangen in die p-Schicht und werden von dem Plus-Pol der Spannung  $U_{BE}$  angezogen. Da die p-Schicht sehr klein ist, wird nur ein geringer Teil der Elektronen angezogen. Der größte Teil der Elektronen bewegt sich weiter in die obere Grenzschicht. Dadurch wird diese leitend und der Plus-Pol der Spannung  $U_{CE}$  zieht die Elektronen an. Es fließt ein Kollektorstrom  $I_C$ . Bei üblichen Transistoren rutschen etwa 99% der Elektronen von Emitter zum Kollektor durch. In der Basisschicht bleibt etwa 1% der Elektronen hängen und fließen dort ab.

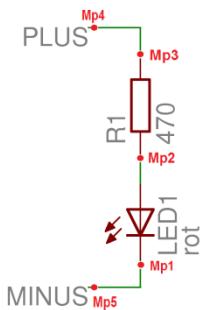
## INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

Die Integrierte Schaltung (IC: engl. Integrated Circuit) ist eine aus mehreren Bauteilen zusammengesetzte Schaltung, die in einem Gehäuse untergebracht ist. Hier sind meistens Dioden, Transistoren, kleine Kondensatoren und Widerstände auf einem Halbleiterkristall untergebracht. Größere Kondensatoren und Induktivitäten werden meistens von außen angeschlossen.

# Elektronik Experimente

## ELEKTRONISCHE SCHALTUNGEN

### ERSTER VERSUCH: EIN EINFACHER STROMKREIS



In diesem Versuch soll eine LED zum Leuchten gebracht werden.

Um eine LED an einer 9 V Blockbatterie zum betreiben, braucht man einen Vorwiderstand für die LED, um den Strom zu begrenzen. Die rote LED wird zunächst mit einem Strom ( $I$ ) von ca. 15 mA bei einer Spannung von ca. 2V betrieben. Daraus ergibt sich für den Vorwiderstand eine Spannung  $U_{R1}$  von:

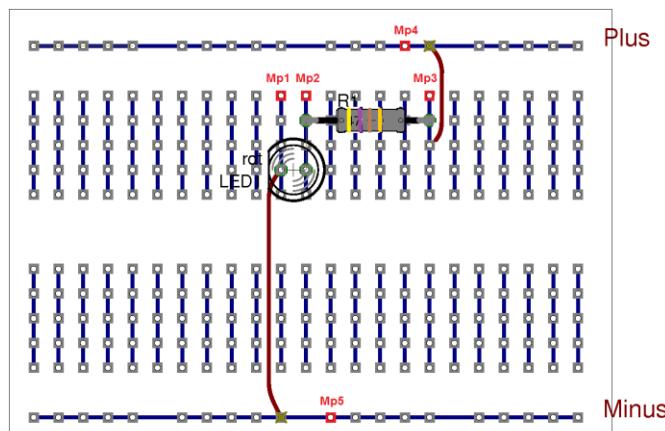
$$U_{R1} = U_{\text{Batterie}} - U_{\text{LED}} = 9V - 2V = 7V$$

$U_{R1}$ : Messpunkte Mp2 und Mp3,  $U_{\text{LED}}$ : Messpunkte Mp2 und Mp1

Der Widerstand berechnet sich aus dem benötigten Strom:

$$R1 = U_{R1} / I_{R1} = 7V / 0,015 A = 466,6 \Omega \approx 470 \Omega$$

Verwendete Bauteile: 1 LED rot, ein Widerstand 470  $\Omega$  (Farbkode: gelb, lila, braun, gold).



Der Vorwiderstand und die LED werden wie im Bild links in die Federkontakte des Steckboards gesteckt. Danach verbindet man mit den Kabeln die Bauteile mit der oberen und unteren Reihe des Steckboards.

Der Pluspol der Batterie wird mit der oberen Reihe des Steckboards verbunden.

Der Minuspol der Batterie wird mit der unteren Reihe des Steckboards verbunden.

Wenn alles richtig verdrahtet wurde, so sollte die LED jetzt leuchten.

Da die LED eine Diode ist, wird wenn man die LED falsch herum in das Board steckt, kein Strom fließen. Einfach mal ausprobieren. Achte auf die linke abgeflachte Seite der LED im Bild oben.

Die LED kann einen Strom maximal 20 mA vertragen. Der Widerstand muss dann geändert werden:

$$R1 = U_{R1} / I_{R1} = 7V / 0,02 A = 350 \Omega. \text{ Der nächste größere Wert in der Standardreihe entspricht } 390 \Omega.$$

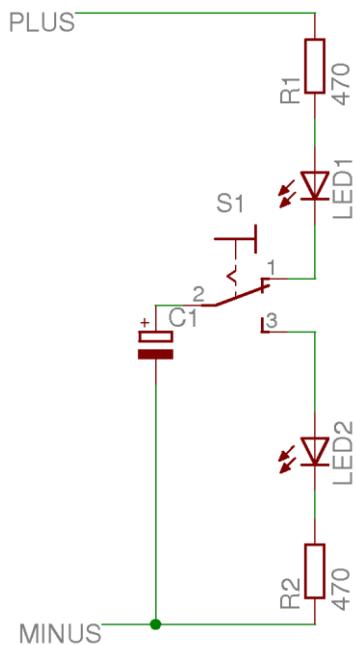
Probiere einfach mal verschiedene Widerstände die größer oder gleich 390  $\Omega$  sind aus und achte auf die Helligkeit der LED.

Rechenaufgabe:

Widerstand R1 in $\Omega$ (Ohm)	Strom IR1 in A (Ampere)	Strom gemessen (Ampere)	Der Strom lässt sich aus der Spannung und dem Widerstand berechnen: $I_{R1} = U_{R1} / R1 = 7 V / 390 \Omega = ? A$ An den roten Messpunkten kannst Du den Strom messen. Entferne die obere Drahtbrücke und miss den Strom zwischen Mp3 und Mp4 mit Hilfe des Messinstrumentes. Siehe Seite 17: Siebter Versuch: Messen von Strom und Spannung.
390			
470			
560			
680			
820			
1000			
4700			
10000			

# Elektronik Experimente

## ZWEITER VERSUCH: LADEN BZW. ENTLADEN EINES KONDENSATORS



Im zweiten Versuch wird ein Kondensator über einen Widerstand aufgeladen.

Verwendete Bauteile:

2 LED: LED1 rot, LED2 gelb

2 Widerstände:  $R1 = R2 = 470 \Omega$  (Farb-Code: gelb, lila, braun, gold)

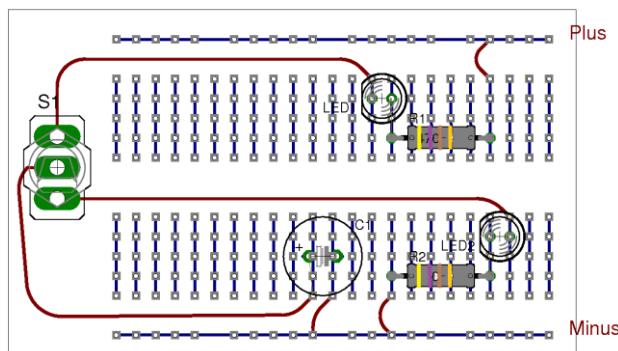
1 Kondensator:  $C1 = 1000 \mu F$

1 Schalter mit angelöteten Kabeln.

Die LED1 (rot) zeigt hierbei den Strom an, der beim Laden des Kondensators fließt.

Die LED2 (gelb) zeigt hierbei den Strom an, der beim Entladen des Kondensators fließt.

Mit dem Schalter S1 kann man zwischen Laden und Entladen umschalten, um diesen kurzen Vorgang zu wiederholen.



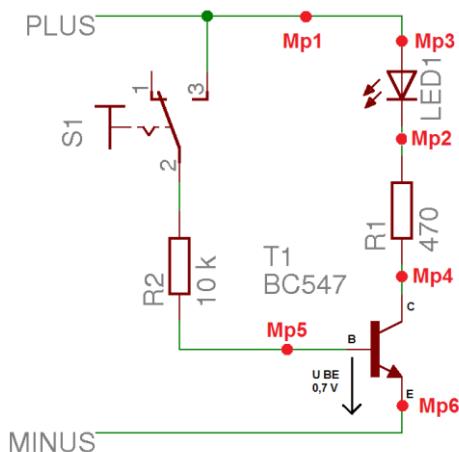
Die Vorwiderstände, die LED's und der Kondensator werden wie im Bild links in die Federkontakte des Steckboards gesteckt. Dabei unbedingt auf die Polung der Batterie und der Bauteile achten: Die LED's sind auf einer Seite abgeflacht, der Kondensator ist mit + und - beschriftet.

Danach verbindet man mit den roten Kabeln die Bauteile mit der oberen und unteren Reihe des Steckboards und steckt die Kabel, die am Schalter angelötet sind, in die Federkontakte bei LED1, LED2 und dem Kondensator.

Am Schluß wird die Batterie mit der oberen und unteren Reihe des Steckboards verbunden. Je nach Schalterstellung sollte jetzt die rote bzw. gelbe LED kurz aufleuchten.

# Elektronik Experimente

## DRITTER VERSUCH: EIN TRANSISTOR ALS SCHALTER



leuchten und so z.B. vor Glatteis warnen.

Verwendete Bauteile:

1 LED: LED1 rot, gelb oder grün, such es Dir aus

1 Widerstand: R1 = 470  $\Omega$  (gelb, lila, braun, golden)

1 Widerstand: R2 = 10 k $\Omega$  = 10000  $\Omega$  (braun, schwarz, orange, golden)

1 Schalter mit angelöteten Kabeln.

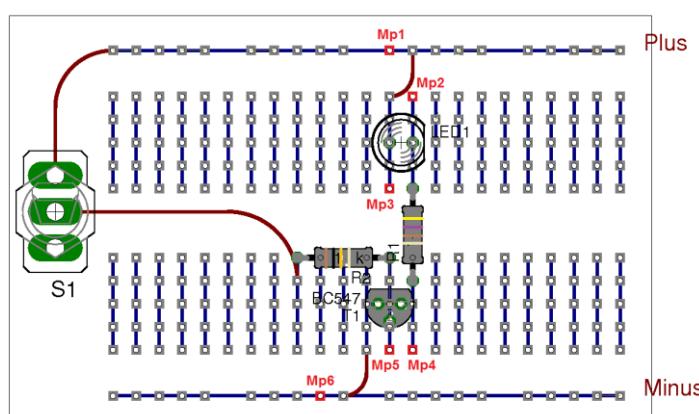
Im dritten Versuch wird die LED1 über einen Transistor ein bzw. ausgeschaltet:

Wird der Schalter eingeschaltet fließt durch den Widerstand R2 ein Strom in die Basis (B) des Transistors. Da der Widerstand groß ist fließt nur ein sehr geringer Strom:

$$I_{\text{Basis}} = U_{R2} / R2 \approx (9-0,7) \text{ V} / 10000 \Omega \approx 0,0009 \text{ A} \approx 0,9 \text{ mA}$$

Dieser Strom reicht aus, um den Transistor zwischen dem Kollektor (C) und dem Emitter (E) leitend zu machen. Über den Vorwiderstand R1 fließt dann ein Strom durch die LED1 und diese leuchtet.

Nimmt man für R1 z.B. einen temperaturabhängigen Widerstand, so würde die LED erst unterhalb einer bestimmten Temperatur



die Federkontakte auf der Plus-Leiste und am Widerstand R2. Am Schluss wird wieder die Batterie an der oberen und unteren Leiste angeschlossen.

An den Messpunkten kannst Du die Spannungen über den Bauteilen messen: Siehe auch Seite 17: Siebter Versuch: Messen von Strom und Spannung.

Die Vorwiderstände, die LED's und der Transistor werden wie im Bild links in die Federkontakte des Steckboards gesteckt. Dabei unbedingt auf die Polung der Bauteile achten: Die LED und der Transistor sind auf einer Seite abgeflacht.

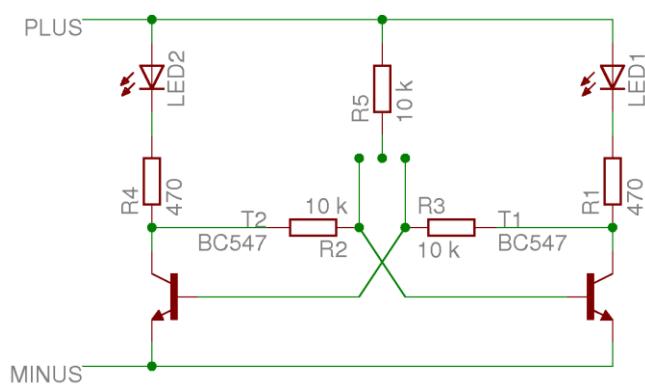
Danach verbindet man mit den roten Kabeln die Bauteile mit der oberen und unteren Reihe des Steckboards und steckt die Kabel, die am Schalter angelötet sind, in

Messpunkte:	Was wird gemessen	Gemessener Wert (V)
<b>Mp3, Mp2</b>	Spannung über LED1	
<b>Mp2, Mp4</b>	Spannung über R1	
<b>Mp4, Mp6</b>	Spannung zwischen Kollektor und Emitter des Transistors	
<b>Mp5, Mp6</b>	Spannung über Basis und Emitter des Transistors	
<b>Mp1, Mp5</b>	Spannung über R2, wenn der Schalter geschlossen ist	

Da die Bauteile Toleranzen haben, kann der Messwert von den oben angegebenen Werten abweichen.

# Elektronik Experimente

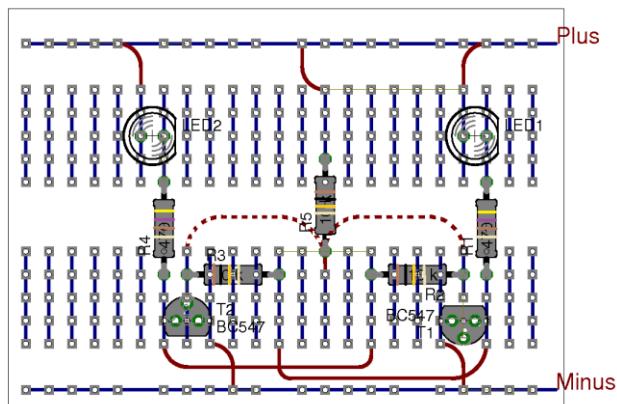
## VIERTER VERSUCH: TRANSISTOR SCHALTER MIT MEMORY-FUNKTION



Im vierten Versuch werden zwei LEDs über je einen Transistor eingeschaltet. Dabei ist die Basis der Transistoren mit dem Ausgang des jeweils anderen Transistors verbunden.

Nach dem Einschalten leuchtet nur eine LED. Angenommen es ist Transistor T1, der die LED1 steuert. Da die Basis des Transistors T2 mit dem Kollektor des Transistors T1 verbunden ist, kann kein Strom zur Basis des Transistors T2 fließen. Deshalb leuchtet LED2 nicht, da Transistor T2 sperrt.

Verbindet man nun mit Hilfe der gestrichelt gezeichneten Kabel kurz den Widerstand R5 mit der Basis von T2, so fließt ein Strom in die Basis von Transistor T2 und dieser wird leitend. LED2 leuchtet und in die Basis von T1 fließt kein Strom mehr. Verbindet man den Widerstand R5 mit der Basis von T1 so leuchtet LED1 wieder. Die Schaltung „merkt“ sich den Zustand.

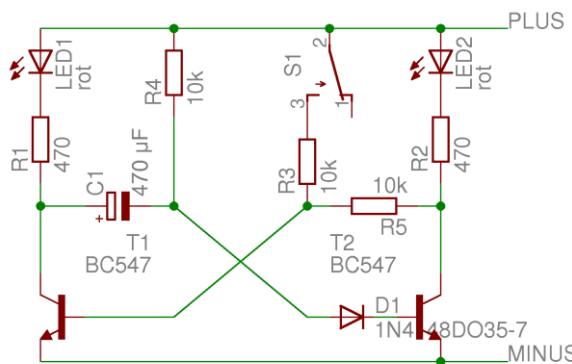


Die Vorwiderstände, die LEDs und der Transistor werden wie im Bild links in die Federkontakte des Steckboards gesteckt. Dabei unbedingt auf die Polung der Batterie und der Bauteile achten: Die LEDs und die Transistoren sind auf einer Seite abgeflacht.

Danach verbindet man mit den roten Kabeln die Bauteile mit der oberen und unteren Reihe des Steckboards und steckt die Kabel, die am Schalter angelötet sind, in die Federkontakte auf der Plus-Leiste und am Widerstand R2. Am Schluss wird wieder die Batterie an der oberen und unteren Leiste angeschlossen.

# Elektronik Experimente

## FÜNFTER VERSUCH: EIN TREPPENLICHTAUTOMAT (MONOSTABILE KIPPSTUFE)



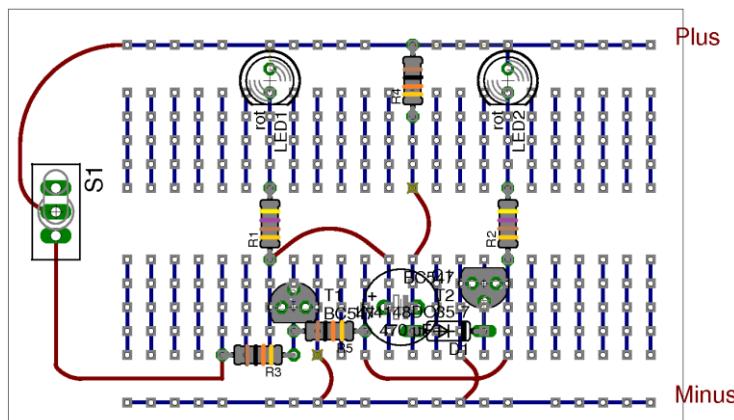
Auch im fünften Versuch werden zwei LEDs über je einen Transistor eingeschaltet.

Hier ist die Basis des Transistors T1 mit dem Ausgang des Transistors T2 über den Widerstand R5 verbunden. Die Basis des Transistors T2 ist über die Diode D1 und den Kondensator C1 mit dem Ausgang des Transistors T1 verbunden. Nach dem Einschalten leuchtet zunächst die LED2, da die Basis des Transistors T2 über den Widerstand R4 mit Strom versorgt wird. Der Widerstand R5 zieht die Basis des Transistors T1 auf Minus und dieser sperrt.

Schaltet man nun den Schalter S1 kurz ein, so fließt über den Widerstand R3 ein Strom in die Basis von T1, so dass dieser leitend wird und die LED1 zu leuchten beginnt. Der Kondensator C1 ist über die LED1 und den Widerstand R1 zuvor aufgeladen worden, daher sinkt die Spannung an der Basis des Transistors T2 und es kann kein Strom mehr fließen. Die LED2 erlischt, da der Transistor T2 nun sperrt. Die Schutzdiode D1 verhindert das die Spannung an der Basis des Transistors T2 unter 5 V sinkt. Der Kondensator wird nun über den Widerstand R4 entladen, so dass die Spannung an der Basis wieder steigt und der Transistor nach einiger Zeit wieder leitend wird. Die Schaltung hat nun wieder den Zustand nach dem Einschalten erreicht.

Die Zeit für das Entladen des Kondensators wird wie folgt berechnet:

$$t = R4 * C1 * 0.69 = 10000 * 0.00047 * 0.69 = 3.243 \text{ Sekunden}$$



Die Vorwiderstände, die LEDs und der Transistor werden wie im Bild links in die Federkontakte des Steckboard gesteckt. Dabei unbedingt auf die Polung der Batterie und der Bauteile achten: Die LED und die Transistoren sind auf einer Seite abgeflacht.

Danach verbindet man mit den roten Kabeln die Bauteile mit der oberen und unteren Reihe des Steckboards und steckt die Kabel, die am Schalter angelötet sind, in die Federkontakte auf der Plus-Leiste und am Widerstand R2. Am Schluss wird wieder die Batterie an der oberen und unteren Leiste angeschlossen.

Diese Schaltung kann für viele Anwendungen verwendet werden.

- Treppenlichtautomat (relativ lange Schaltzeit)
- Entprellen eines Tasters. Die Federkontakte eines Schalter bzw. Tasters, erzeugen oft mehrere kurze Impulse, die z.B. beim Einstellen einer Uhrzeit stören würden. Die Schaltzeit ist hier nur geringfügig länger als das Prellen des Tasters.

# Elektronik Experimente

## SECHSTER VERSUCH: DIE ASTABILE KIPPSCHALTUNG

In einer Kippschaltung arbeiten die Transistoren als elektronische Schalter. Die Transistoren schalten abwechselnd selbst vom leitenden in den gesperrten Zustand. Ihrem Verhalten nach wird die Schaltung auch als Multivibrator bezeichnet. In der Schaltung unten werden mit Hilfe der Transistoren LED1 und LED2 abwechselnd eingeschaltet.

SCHALTBILD ASTABILE KIPPSTUFE

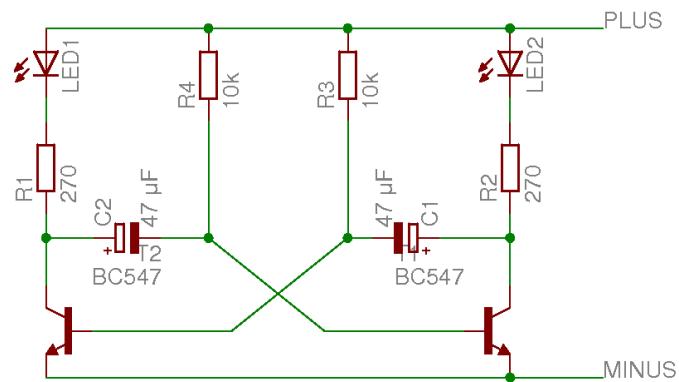
Die Blinkfrequenz (Einschaltdauer der LEDs) kann wie folgt berechnet werden:

$$t_1 = R_3 * C_1 * 0.69$$

$$t_2 = R_4 * C_2 * 0.69$$

$$t = 10000 * 0.000047 * 0.69 = 0.3243 \text{ s}$$

Oder einfach mal ausprobieren, wenn man einen größeren oder kleineren Widerstand bzw. Kondensator einsetzt.



AUFBAU DER ASTABILEN KIPPSTUFE

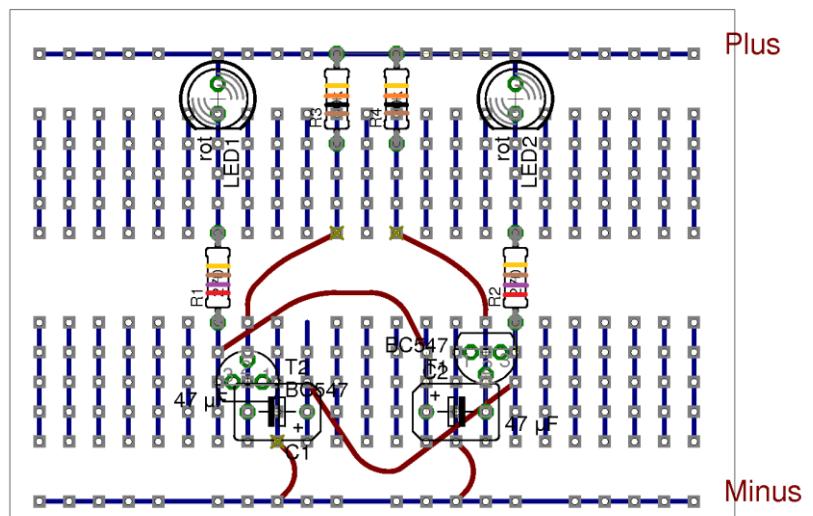
Auf dem Steckboard kann die Schaltung übersichtlich aufgebaut werden. Man sieht, dass die Bauteile fast so wie im Schaltbild oben positioniert werden können.

Beim Stecken der Bauteile auf die Polarität der Kondensatoren achten.

Die LEDs und auch die Transistoren sind auf einer Seite abgeflacht.

Mit Hilfe der roten Kabel werden die Bauteile elektrisch verbunden.

Nachdem alle Verbindungen gesteckt wurden, kann die Batterie angeschlossen werden. Auch hier muss wieder auf die Polarität geachtet werden.



Ein Blinker im Auto könnte so aufgebaut werden. Verwendet man kleinere Kondensatoren kann man mit einem astabilen Multivibrator auch einen Tongenerator aufbauen und z.B. den Lautsprecher ansteuern.

# Elektronik Experimente

## SIEBTER VERSUCH: MESSEN VON STROM UND SPANNUNG.

Mit Hilfe des Messinstrumentes kannst Du Spannung, Strom, Widerstand und auch elektronische Bauteile wie Dioden oder Transistoren messen. Dies wird mit Hilfe des Drehschalters am Messgerät vor dem Messen eingestellt. Nach dem Messen sollte das Gerät wieder in die Stellung **OFF** geschaltet werden, um die Batterie zu schonen.



Beim der Messung muss man immer sehr vorsichtig sein.

**Achtung!** Das Messinstrument ist in der Lage 250 V Wechselstrom aus der Steckdose zu messen. Das darf aber nur von Fachkundigen Personen durchgeführt werden. Finger weg von der Steckdose.

**Achtung!** Vor einer Messung sollte man immer überlegen, was man messen möchte. Ein Fehler, der sehr häufig vorkommt ist, dass der Messbereich falsch gewählt worden ist. Wenn man z.B. eine Spannung messen möchte und das Messgerät auf den Strommessbereich eingestellt ist, kann das Messgerät Schaden nehmen, da unter Umständen ein sehr hoher Strom fließt.

Das Messgerät hat folgende Messbereiche:

• Gleichspannung: <ul style="list-style-type: none"><li>○ 250 V</li><li>○ 200 V</li><li>○ 20 V</li><li>○ 2 V (2000 mV)</li><li>○ 0.2 V (200 mV)</li></ul>	• Gleichstrom: <ul style="list-style-type: none"><li>○ <b>10 A</b></li><li>○ 200 mA</li><li>○ 20 mA</li><li>○ 2 mA</li><li>○ 200 <math>\mu</math>A</li><li>○ 20 <math>\mu</math>A</li></ul>	• Widerstand: <ul style="list-style-type: none"><li>○ 2000 k<math>\Omega</math></li><li>○ 200 k<math>\Omega</math></li><li>○ 20 k<math>\Omega</math></li><li>○ 2000 <math>\Omega</math></li><li>○ 200 <math>\Omega</math></li></ul>	• Wechselspannung: <ul style="list-style-type: none"><li>○ 250 V</li><li>○ 200 V</li></ul> • Diodenprüfung: <ul style="list-style-type: none"><li>○ 1 mA</li></ul> Messstrom
---	---	---	---

Im ersten und dritten Versuch kannst du die Spannung über den Bauteilen mit Hilfe der angegebenen Messpunkte messen. Diese sind sowohl in der Schaltung als auch im Aufbauplan eingezeichnet. Auf dem Steckboard werden dafür die blauen Steckkontakte als Messpunkt eingesetzt, um zu den Messspitzen des Messgerätes sicheren Kontakt zu haben. Das Messgerät muss dafür auf den Messbereich Gleichspannung mit z.B. 20 V eingestellt werden.

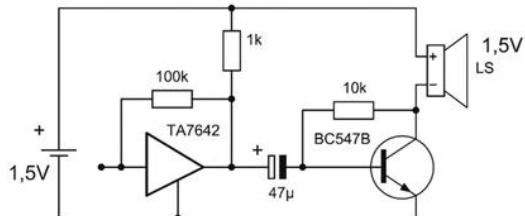
Um den Strom zu messen muss die Schaltung an einer geeigneten Stelle unterbrochen werden. Dafür wird z.B. eine Drahtbrücke (rotes Kabel entfernt), das Messgerät wird auf den Messbereich Gleichstrom mit z.B. 20 mA eingestellt und dann die Messspitzen an die Messpunkte gehalten.

Im Messbereich für Widerstand kann man die Widerstände nachmessen indem man die Messspitzen an die Drahtenden der Widerstände hält. Die meisten Widerstände im Baukasten können im Messbereich 2000  $\Omega$  gemessen werden. Fall man den Farocode vergessen hat oder die Farben nicht gut erkennbar sind, kann man die Widerstände auch nachmessen.

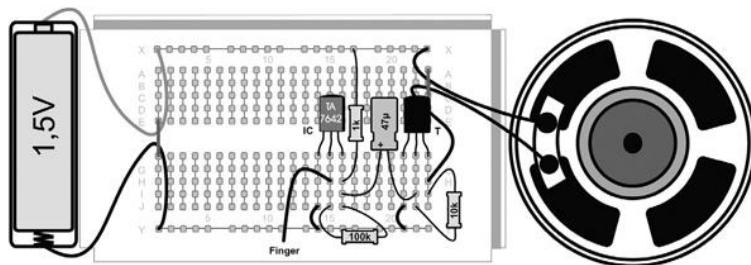
# Elektronik Experimente

## LETZTER VERSUCH: DAS RADIO

Im Internet habe ich von dem Radiobaukasten zwei Schaltungen gefunden, so dass das Radio auch noch mal aufgebaut werden kann.



Ein einfacher Verstärker für ein Mikrofon. Da kein Mikrofon im Bausatz vorhanden ist, kann man auch den Finger nehmen und damit den Lautsprecher zum Brummen bringen.



Hier ist der vollständige Schaltplan und auch der Aufbau für das Radio.

Damit dürfte dann auch die Lautstärke etwas höher sein.

