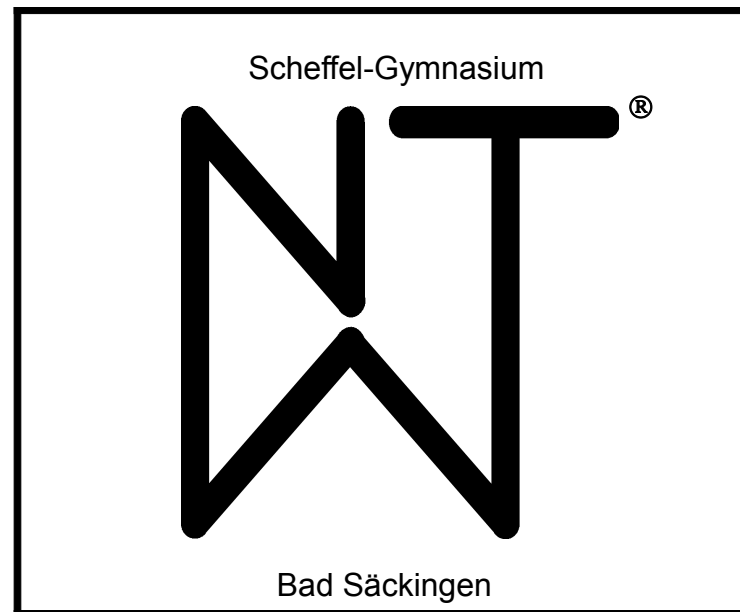


# Praktikum: Elektronische Bauteile, Schaltungen und Löten



St.R. Malte Hüser (2014)  
Scheffel-Gymnasium  
Untere Flüh 7  
79713 Bad Säckingen  
hueser@scheffelygm.de

## A Allgemeine Informationen und Tutorial

In diesem Praktikum werden folgende Schaltsymbole verwendet:

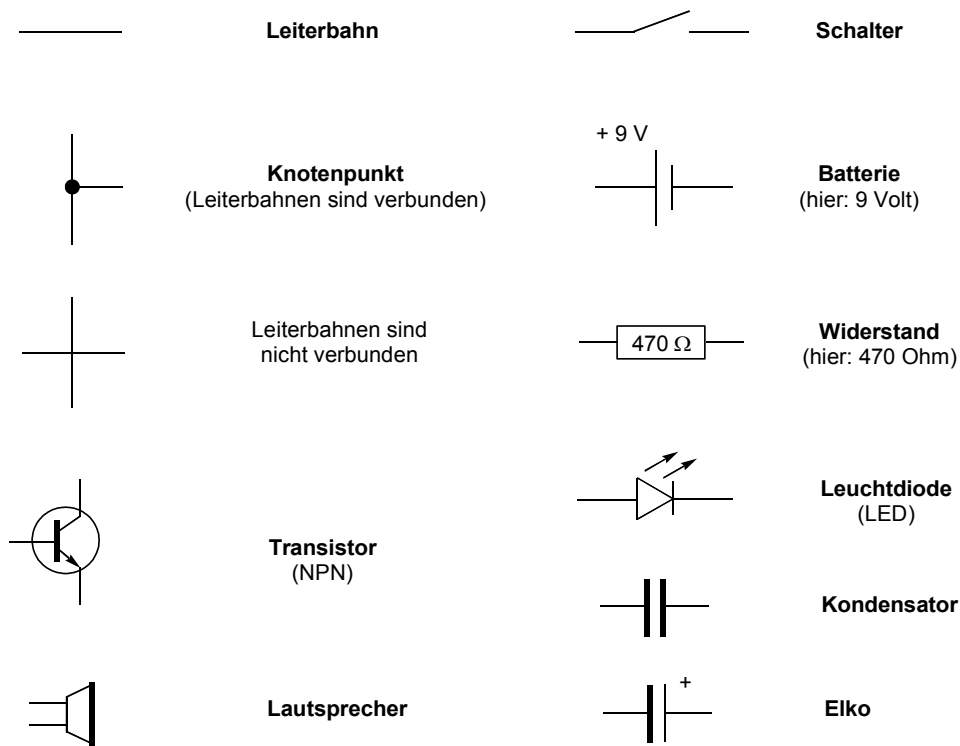


Abbildung 1: Die in diesem Praktikum verwendeten Schaltsymbole.

## Materialien und Kosten für das Praktikum

Bauteile	Stückzahl pro Bausatz	Kosten pro Stück*
Steckbrett	1	8.00 €
9 V Batterie	1	1.20 €
Batterieclip	1	0.20 €
LED rot	2	0.06 €
Tasterschalter mit Anschluß	1	1.60 €
npn Transistor BC 547B	2**	0.08 €
Widerstände** (470 Ω, 1 kΩ, 15 kΩ, 33 kΩ, 47 kΩ, 100 kΩ)	je 2	0.06 €
Kondensator** (Elektrolyt: 100 µF)	2	0.06 €
Kondensator** (6.8 nF)	2	0.06 €
Lochrasterplatinen** (Streifenbahnen)	ca. 5 x 5 cm	2.20 €
Transistorfassung**	2	0.08 €
Leiterbrücken**	6	0.06 €
Lautsprecher mit Anschluß (50 mm, 0.2 W) alternativ: Kopfhörer	1	1.60 €

\* Die Preise beziehen sich auf eigene Recherchen im Internet bei bekannten Anbietern und können daher ggf. Abweichen.

\*\* Verbrauchsmaterialien.

### Informationen zum Praktikum

Im folgenden Praktikum wirst du eigenständig elektronische Bauteile und wichtige Schaltungen mit Hilfe von Schaltskizze und Schaltbrett kennenlernen und am Ende eine eigene Schaltung löten. Die theoretischen Grundlagen knüpfen an den Physikunterricht des letzten Jahres an und kommen dir bestimmt bekannt vor. Lies dir bitte **vor** jedem handwerklichem Arbeiten die Anleitungen **vollständig** durch. Besorge dir danach beim Lehrer die verschiedenen Bauteile und baue die Versuche mit Hilfe des Steckbretts auf. Anschließend müssen zu jedem Kapiteln **Auswertungen** und **Hausaufgaben** vorgenommen werden. Diese Aufzeichnungen sowie das Werkstück am Ende dieses Praktikums fließen in die praktische Benotung mit ein. Arbeite daher sorgfältig! Zeige jede funktionierende Schaltung deinem Lehrer, bevor du weiter arbeitest!

Kapitel	Name	Erledigt!
A	Allgemeine Informationen und Tutorial	
B	Der Widerstand	
C	Der Kondensator	
D	Der Transistor	
E	Löten eines Wechselblinkers	
F	Der Lautsprecher und das Morsegerät (Bonus)	

### Informationen zu den Schaltskizzen

Elektronische Schaltkreise bestehen aus einem Spannungserzeuger (auch Stromquelle oder Batterie) und einem Verbraucher (z. B. LED oder Lautsprecher), die von Hin- und Rückleitung leitend miteinander verbunden sind. Der durch den Spannungserzeuger verursachten Stromfluss braucht einen geschlossenen Weg, den sogenannten Stromkreis.

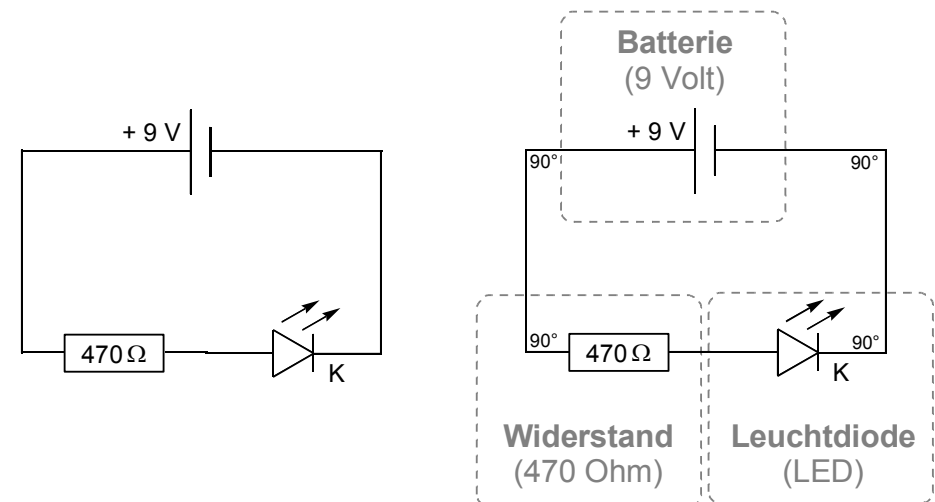


Abbildung 2: Die erste Schaltung aus Batterie, Widerstand und LED.

Um solche Stromkreise möglichst einfach darzustellen, zeichnet man Schaltskizzen (Abbildung 2). Dabei verwendet man für die elektronischen Bauteile verschiedene Symbole (Abbildung 1), die mit Leitern zu einem geschlossenen und rechtwinkligen Stromkreis verbunden werden.

### Informationen zum Steckbrett

Auf das Steckbrett werden elektronische Schaltungen aufgebaut um sie zu testen und mit ihnen zu experimentieren. Das Steckbrett ist mit vielen kleinen Löchern ausgestattet, die in den Reihen (die kurzen mit Zahlen versehenen Bahnen des Steckbretts) leitend miteinander verbunden sind – hier kann also ein Strom fließen. Die elektronischen Bauteile werden über die Drahtbeine in die Löcher gesteckt und so eine elektronische Schaltung gemäß der Schaltskizze aufgebaut. Nachdem die Schaltung überprüft wurde, wird die Batterie über den Batterieclip angeschlossen.

### Tutorial

Um dies besser zu verstehen, bauen wir eine erste Schaltung nach der Schaltskizze (vorherige Seite, Abbildung 2) auf dem Steckbrett auf. Die Schaltung besteht aus einer 9 Volt Batterie als Spannungserzeuger, einer Leuchtdiode (kurz: LED) und einem 470 Ohm Widerstand. Letzteres Bauteil wirst du erst im nächsten Kapitel kennenlernen, aber es ist für die Inbetriebnahme einer LED absolut (überlebens-) wichtig.

Eine funktionierende Schaltung mit Hilfe einer Schaltskizze aufzubauen ist am Anfang gar nicht so einfach. Je mehr Schaltungen du gebaut hast, desto leichter wird es dir fallen. Es verlangt etwas Übung und Durchhaltevermögen. Sollte eine Schaltung aus welchem Grund auch immer nicht funktionieren, hilft es meistens nur neu zu beginnen. Im folgenden erhältst du eine Anleitung, die dir den Start etwas erleichtern soll:

Wir benötigen einen imaginären Start des Stromkreises: den Pluspol der Batterie (rotes Kabel). Dieses wird in eine Leiterbahn des Steckbretts gesteckt. Auf der ganzen Längstbahn (bis zum mittleren Steg) liegt nun dieser Pluspol. Es folgt das nächste Bauteil, der Widerstand. Das eine Bein wird in die Pluspol-Leiterbahn und das andere Bein in eine andere Bahn, ausser der Pluspol-Leiterbahn, gesteckt.

Nun folgt die Leuchtdiode, die wir ab jetzt nur noch LED nennen. Bei dem Bauteil fällt zunächst auf, dass die Beine im Gegensatz zum Widerstand unterschiedlich lang sind und das hat folgenden Grund: Der Strom kann nur in eine Richtung durch die LED fließen, nämlich vom langen (+) zum kurzen (-) Bein. Daher wird das lange Bein (man nennt es auch die Anode) der LED in die Widerstand-Leiterbahn und das kurze Bein (man nennt es auch Kathode) in eine andere Leiterbahn (außer in die Pluspol-Leiterbahn bzw. Widerstandsleiterbahn) gesteckt. In der Schaltskizze ist das kurze Bein mit einem K (Merkhilfe: **k**urz oder **K**athode) versehen. Um zum Schluss den Stromkreis zu schließen, verbinden wir die freie LED-Leiterbahn mit dem Minuspol der Batterie, in dem wir das schwarze Kabel in ein Loch der LED-Leiterbahn stecken. Wenn du alles richtig gemacht hast, sollte die LED nun leuchten. Sollte die Schaltung nicht funktionieren, muss umgehend die Batterie aus der Schaltung entfernt werden, da es sonst zu Überhitzungen kommen kann.

Nachdem du deine Schaltung dem Lehrer gezeigt hast, kannst du die Auswertung vornehmen und anschließend zum nächsten Kapitel übergehen.

Auch wenn der Aufbau einer funktionierenden Schaltung dich mit viel Stolz erfüllt, solltest du während den weiteren Arbeiten die Batterie wieder vom Stromkreis nehmen um deren Lebensdauer zu schonen.

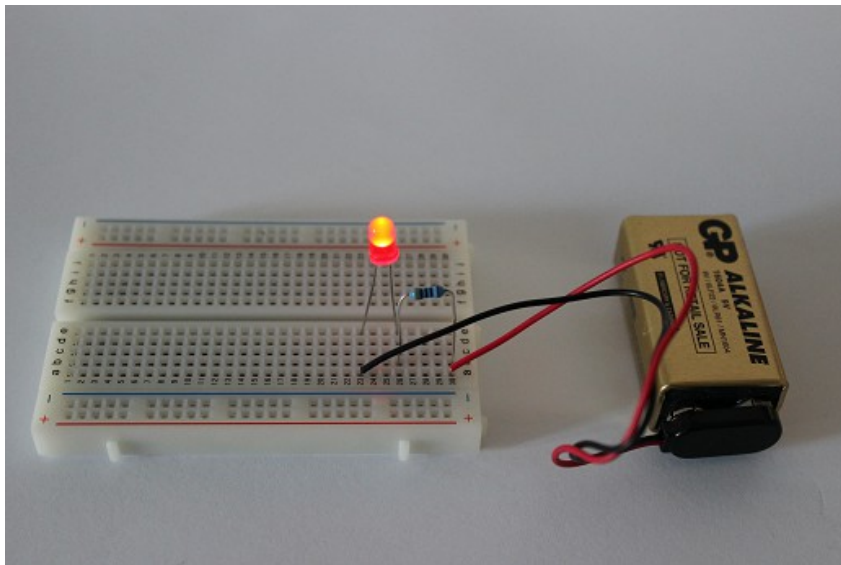


Abbildung 3: Die erste Schaltung auf dem Steckbrett.

### Auswertungen

- A1 Übertrage die Schaltzeichen (Abbildung 1) in Tabellenform sowie die erste Schaltskizze in deinen Ordner.
- A2 Recherchiere im Internet die Begriffe *technische Stromrichtung* und schreibe dir eine kurze Merkhilfe zu dem Begriff in deinen Ordner. Zeichne außerdem die technische Stromrichtung mit Pfeilen in die erste Schaltskizze ein.
- A3 Wie funktioniert eine LED und was verbirgt sich hinter der Abkürzung? Notiere dazu Erklärungen in deinen Ordner. Zur Hilfe kannst du im Internet recherchieren.

## B Der Widerstand

### Informationen

Den Widerstand kennst du bestimmt noch aus dem Physikunterricht. Dieses elektronische Bauteil setzt dem Stromfluss einen, wie der Name schon sagt, Widerstand entgegen. Der Strom kann durch den Widerstand nicht ungehindert fließen, somit wird die Stromstärke verringert. Ein großer Widerstand verringert den Strom stärker, als ein kleiner Widerstand. Die Maßeinheit des Widerstandes ist nach dem deutschen Physiker Ohm (Georg Simon Ohm, 1789–1854) benannt und wird mit dem griechischen Buchstaben Omega ( $\Omega$ ) abgekürzt.

Ringfarbe	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring (Multiplikator)
schwarz	0	0	0	-
braun	1	1	1	x 10
rot	2	2	2	x 100
orange	3	3	3	x 1000
gelb	4	4	4	x 10000
grün	5	5	5	x 100000
blau	6	6	6	x 1000000
violett	7	7	7	x 10000000
grau	8	8	8	x 100000000
weiß	9	9	9	x 1000000000
gold	-	-	-	x 0.1
silber	-	-	-	x 0.01

Abbildung 4: Widerstandstabelle

### Bestimmung des Ohm-Wertes mit Hilfe einer Widerstandstabelle

Welchen Ohm-Wert ein Widerstand hat, kann man mit Hilfe der aufgedruckten Farbringe herausfinden. Jede Farbe bedeutet eine Zahl (Abbildung 4). Die drei linken Ringe ergeben den Zahlenwert und der vierte von links die Anzahl der Nullen am Ende des Zahlenwertes. Der fünfte Ring sagt etwas über die Qualität des Widerstandes aus und ist bei unseren Versuchen nicht weiter wichtig. Solange man die Bedeutung der Farbringe nicht auswendig kennt, arbeitet man am besten mit der Widerstandstabelle oder einer Widerstandsuhr.

Am Beispiel des schon bekannten 470 Ohm Widerstandes soll dir das kurz erklärt werden (Abbildung 5): Der Ring, der einen etwas größeren Abstand zu den anderen Ringen hat, ist Ring 5, also der letzte und für unsere Versuche unwichtige Ring. Du schaust dann so auf den Widerstand, dass der 5. Ring rechts liegt und zählst von links aus. Der erste Ring ist gelb, also 4. Der zweite Ring ist violett, also 7 und der dritte Ring ist schwarz, also 0. Bisher ergibt das den Zahlenwert 470. Der vierte Ring gibt den sogenannten Multiplikator an, das ist die Anzahl der Nullen des Zahlenwertes aus der vorherigen drei Ringen. In unserem Fall ist er schwarz, also kein Multiplikator. Damit ergibt sich 470 Ohm als Wert für den Widerstand.



Abbildung 5: Skizze eines Widerstandes mit Farbcodierung.

**Versuche**

Baue die folgende Schaltung (Abbildung 6) auf dem Steckbrett auf und variiere den (Vor)Widerstand  $R_1$  wie es in der Tabelle angeben ist. Achte besonders darauf, wie sich die Leuchtstärke der LED ändert. Unter keinen Umständen darfst du die LED ohne Widerstand betreiben!

Widerstand $R_1$
470 $\Omega$
1 k $\Omega$
15 k $\Omega$
100 k $\Omega$

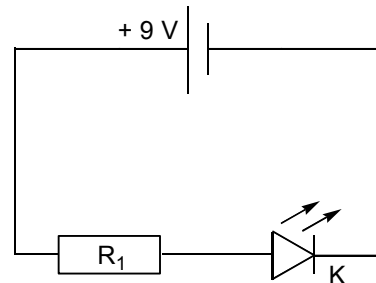


Abbildung 6: Verschiedene (Vor)Widerstände zum Betreiben einer LED.

Im Anschluss an den Versuch sollen nun jeweils zwei Widerstände in die Schaltung eingebaut werden. Man unterscheidet zwischen der Möglichkeit einer Reihenschaltung und einer Parallelschaltung von Widerständen (Abbildung 7). Nachdem du beide Schaltungen gesteckt hast solltest du die Leuchtstärke mit den Beobachtungen aus dem ersten Versuch vergleichen.

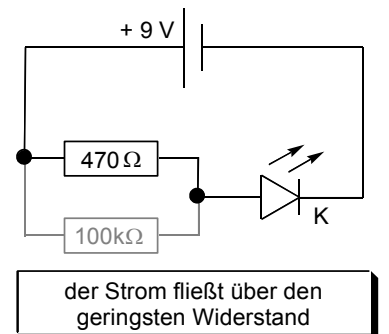
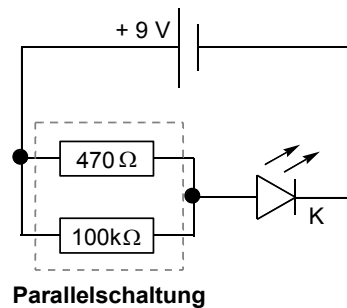
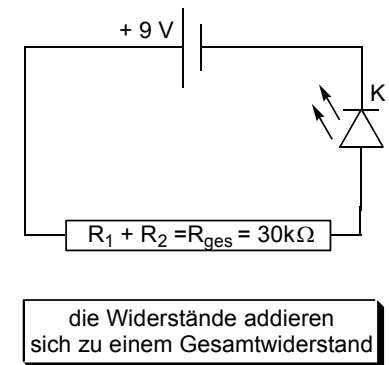
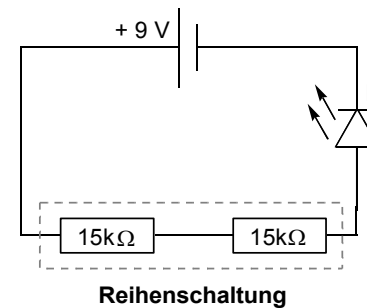


Abbildung 7: Reihen- und Parallelschaltung von zwei Widerständen zum Betreiben einer LED.

Wie du siehst, leuchtet die LED mit zwei 15 Kilo-Ohm Widerstände hintereinander, also in Reihe geschaltet, aber im Vergleich zu einem einzelnen 15 Kilo-Ohm Widerstand deutlich schwächer. Man sagt, mehrere Widerstände in Reihe geschaltet, addieren sich zu einem Gesamtwiderstand.

Bei der Parallelschaltung hingegen sehen die Ergebnisse anders aus. Die LED leuchtet trotz sehr großem 100 Kilo-Ohm Widerstand relativ hell. Wie du siehst, fließt der Hauptanteil des Stroms über den geringeren Widerstand, so dass die LED hell leuchten kann.

### Auswertungen

- B1 Notiere zunächst deine Beobachtungen zu den verschiedenen Schaltungen tabellarisch in deinen Ordner und schreibe anschließend je eine allgemeine Erklärung zu den Versuchsergebnissen aus den drei Schaltungen.
- B2 Suche dir einen Widerstand aus der Tabelle aus und skizziere ihn mit seiner Farbcodierung und Zuordnung des Zahlenwerts in deinen Ordner.
- B3 Recherchiere den Begriff *Vorwiderstand* im Internet und beantworte außerdem die bisher noch offenen Fragen, warum ein Widerstand für eine LED überlebenswichtig ist und warum der Name Vorwiderstand eigentlich irreführend ist?

## C Der Kondensator

### Informationen

Um einen Kondensator zu verstehen, solltest du dich nochmal kurz an den Physikunterricht erinnern. Auf die Frage, was genau Strom ist, antwortet der Physiker: Es handelt sich um negativ geladene Teilchen, die sogenannten Elektronen, die von einem Pol der Batterie über den Stromkreis zum anderen Pol der Batterie wandern.

Den Aufbau eines Kondensators kann man sich wie zwei Metallplatten vorstellen, die mit sehr geringem Abstand gegenüberstehen (Abbildung 8). Ein Kondensator ist daher eine Unterbrechung des Stromkreises, durch den nach unserem bisherigen Verständnis kein Strom fließt. Wird ein Kondensator an den Stromkreis angeschlossen, passiert aber etwas anderes Merkwürdiges: der Kondensator hat die Eigenschaft sich mit negativ geladenen Teilchen aufzuladen und diese Ladungen zu speichern; der Strom fließt also in den Kondensator und wird dort gespeichert. Wenn man ihn dann vom Stromkreis nimmt, verhält er sich ähnlich wie eine Batterie nur mit deutlich kürzerer Lebensdauer.

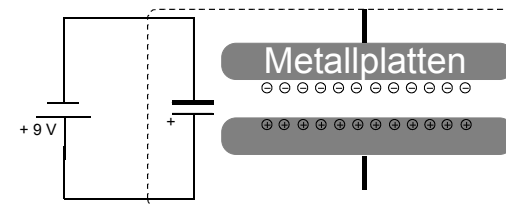


Abbildung 8: Schematischer Aufbau eines Kondensators.



Man braucht natürlich eine Maßeinheit um anzugeben, wie gut ein Kondensator Ladungen bzw. Elektronen speichern kann. Daher wird die Kapazität, die Fähigkeit eines Kondensators Elektronen zu speichern, nach dem berühmten Physiker Faraday (Michael Faraday, 1791-1867) mit der Einheit Farad (kurz: F) angegeben.

Die Unterschiede bei verschiedenen Kondensatoren liegen in den unterschiedlichen Speicherkapazitäten der Ladungen. In unseren Versuchen haben wir es mit Kondensatoren zu tun, die eine Kapazität im Bereich von ein paar Millionstel Farad bzw. ein Milliardstel Farad haben, das nennt man ein Mikrofarad, abgekürzt  $\mu\text{F}$ , und Nanofarad, abgekürzt nF.

Heute bestehen die Kondensatoren natürlich nicht aus zwei dicken gegenüberliegenden Platten, sondern aus zwei hauchdünnen Metallfolien, die aus Gründen der Platzersparnis zu einer Rolle aufgewickelt wurden. Zwischen den beiden Folienschichten befindet sich ein salzartiger Stoff namens Elektrolyt. Dieser gibt den Elektrolyt-Kondensatoren seinen Spitznamen: Elko. Die Eigenschaft Elektronen zu speichern wird so optimal ausgenutzt.

### Versuche

Beim Einbau der Elkos ist zu beachten, dass sie nicht einfach beliebig in die Schaltung eingebaut werden können. Ähnlich wie bei der LED gibt es einen Pluspol, der korrekt an die Batterie angeschlossen werden muss. In den Schaltskizzen und auf den Bauteilen ist dies durch ein entsprechendes Zeichen angegeben. Baue die Schaltung gemäß der Skizze (Abbildung 9) auf. Unser Elko hat 100 Mikro-Farad. Achte besonders auf den korrekten Einbau. Als Vorwiderstand für die LED, mit dessen Aufgabe du ja nun bestens vertraut bist, wählen wir einen 1 Kilo-Ohm Widerstand. Wenn du alles korrekt gemacht hast sollte die LED hell leuchten.

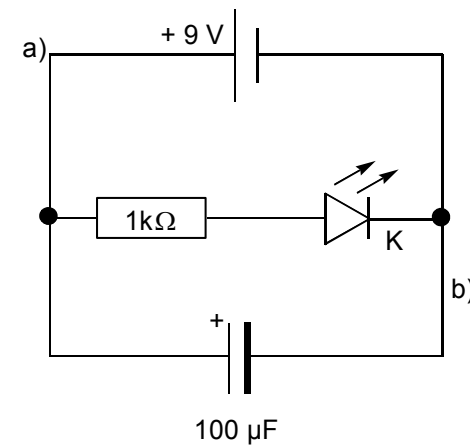


Abbildung 9: Schaltung mit LED und parallel geschaltetem Kondensator.

Unterbreche nun den primären Stromkreis, in dem du das Batteriekabel an der Stelle a) aus dem Steckbrett ziehst und beobachte die LED.

Wenn du diesen Versuch wiederholst und an der Stelle b) zusätzlich einen Tasterschalter einbaust, kannst du den Kondensator schalten, wann du es möchtest.

### Auswertungen

- C1 Zeichne die Schaltskizze (Abbildung 9) in deinen Ordner und erkläre anschließend deine Beobachtungen zusammenfassend.
- C2 Recherchiere im Internet den Aufbau eines Elektrolyt-Kondensators und zeichne eine Skizze mit Beschriftungen in deinen Ordner.
- C3 Recherchiere ein berühmtes Anwendungsbeispiel aus der Fotografie für die die Schaltung eines Kondensator unabdinglich ist.

## D Der Transistor

### Informationen

Wie du sicherlich schon festgestellt hast, hat der Transistor drei Anschlussbeine. Man bezeichnet sie als **C**ollector, **B**asis und **E**mitter. Wenn du auf die flache Seite unseres Transistors mit der Bezeichnung BC 547B schaust, solltest du rechts unten den Buchstaben E erkennen. Dieser kennzeichnet das Emitter-Anschlussbein. In der Mitte befindet sich die Basis und links davon ist der Collector.

Es gibt viele unterschiedliche Transistoren mit unterschiedlichen Aufgaben, am wichtigsten ist die Stromverstärkung. Um die genaue Funktionsweise der Stromverstärkung zu verstehen, helfen dir die folgenden Versuche und Erklärungen zum Transistor. Zuvor solltest du aber mit den Namen der Anschlussbeine vertraut sein (Abbildung 10)!



Abbildung 10: Transistor.



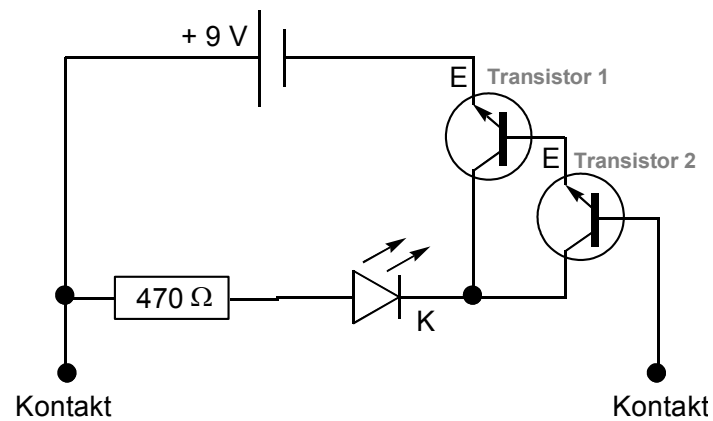


Abbildung 12: Schaltung für einen Lügendetektor.

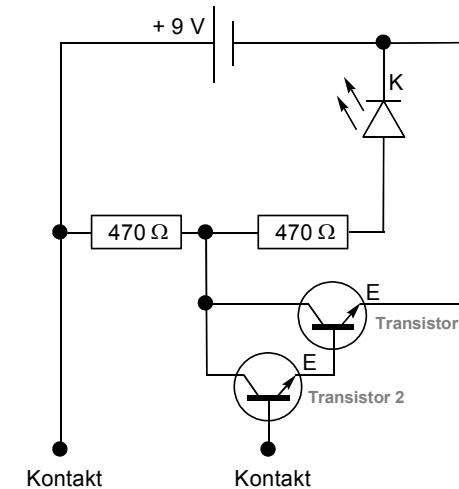


Abbildung 13: Schaltung für einen Wasserstandsanzeiger.

Baue die Schaltung gemäß der Schaltskizze (Abbildung 13) auf. Sobald du mit deinen angefeuchteten Fingern die Kontakte berührst, sollte die LED erlöschen. Es fließt ein geringer Strom in die Basis von Transistor 2 und wird in diesem verstärkt. Sein Emitterstrom fließt wiederum in die Basis von Transistor 1 und wird dort abermals verstärkt. Transistor 1 wird also leitend und bietet dem Strom daher die Möglichkeit mit geringerem Widerstand an der LED vorbei zu fließen. Somit erhält die LED keinen Strom mehr und leuchtet nicht.

### Auswertungen

- D1 Zeichne die Schaltskizzen (Abbildung 12 und 13) in deinen Ordner. Notiere zu beiden Schaltungen kurz deine Beobachtungen und erkläre anschließend mit Hilfe der Informationen aus dem Text wie die Schaltungen funktionieren und wie sie dabei Lügner entlarven bzw. Trockenheit der Blumenerde anzeigen können.
- D2 Informiere dich im Internet aus welchem Material Transistoren heute bzw. früher hergestellt worden und was man unter den Begriffen *Halbleiter*, *Leiter* und *Nichtleiter* versteht? Notiere deine Ergebnisse.

## E Löten eines Wechselblinkers

### Informationen

Du hast mittlerweile schon vier elektrische Bauteile kennen gelernt. Allerdings hast du sie bisher einzeln betrachtet. In den folgenden Versuchen gilt es nun, mehrere dieser Bauteile zu einer komplexen Schaltung zusammenzubauen; dem Wechselblinker. Du solltest daher mit den einzelnen Bauteilen und ihrer Funktion gut vertraut sein! Wenn du die Schaltung erfolgreich aufgebaut hast, wirst du sie auf eine Lochrasterplatte übertragen und fest einlöten.

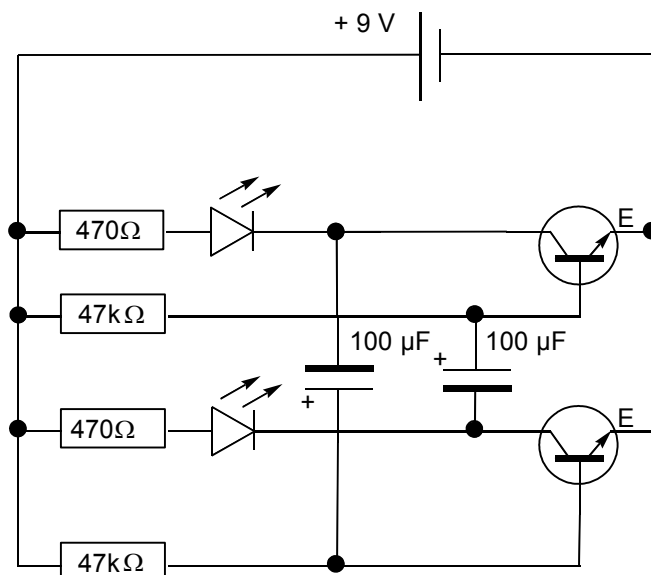


Abbildung 14: Schaltskizze für den Wechselblinker.

### Versuche

Baue den Wechselblinker gemäß der Schaltskizze (Abbildung 14) auf. Bei dem Schwierigkeitsgrad dieser Schaltung hilft es, sich zunächst eine Skizze auf dem Papier anzufertigen und beim Zusammenbau der elektronischen Bauteile auf dem Steckbrett eine gewisse Symmetrie einzuhalten. Starte dafür zunächst mit den beiden Transistoren und stecke sie so auf das Steckbrett, dass ihre Emitter Beine in einer Leiterbahn sind.

Verbinde dann jeweils den Collector des einen Transistors mit der Basis des anderen Transistors durch einen  $100\ \mu\text{F}$  Kondensator. Beachte dabei die korrekte Polung.

Ist diese Kombination von Bauteilen geschafft, legst du dir den Pluspol der Batterie auf eine Leiterbahn und verbindest von dort aus die verschiedenen Widerstände mit den restlichen Bauteilen. Zum Schluss verbindest du den Minuspol der Batterie mit der Emitter Leiterbahn der beiden Transistoren.

Wenn du Erfolg hast, sollten die beiden LEDs nach dem Anschließen der Batterie im zeitlichen Abstand von ca. einer Sekunde wechselblinken!

### Informationen zum Löten

Nachdem du dich vergewissert hast, dass deine Schaltung funktioniert, muss diese auf die Platine übertragen werden. Die Platine hat genau wie beim Steckbrett Leiterbahnen (auf der Kupferseite), daher sollte es dir besonders einfach fallen, die Schaltung zu übertragen. Allerdings kann es sein, dass du bei der Platine etwas besser mit dem Platz umgehen musst. Das heißt, du solltest versuchen jede Leiterbahn sinnvoll zu nutzen. Beachte

außerdem, dass die Transistoren mit Hilfe von Transistorfassungen in die Platine eingelötet werden. Daher solltest du den Beinabstand der Transistorfassungen berücksichtigen. Hast du die Bauteile übertragen, kannst du dir mit Hilfe des Folienstifts Markierungen machen, damit du später weißt an welcher Stelle du welches Bauteil platzieren wolltest. Ist der Bestückungsplan deiner Platine erstellt, kannst du loslegen und die Bauteile einlöten. Beachte, dass du nun nicht mehr die Möglichkeit hast die Funktion deiner Schaltung zu überprüfen, daher sollte sie auf jeden Fall korrekt sein bevor du weiterarbeitest! Deshalb sollte dein Tischnachbar deinen Bestückungsplan kontrollieren.

Danach beginnt der eigentliche Lötvorgang. Vergewissere dich, dass die Lötspitze sauber und verzinnt ist, andernfalls kannst du damit nicht richtig löten. Man startet immer mit den niedrigsten Bauteilen und arbeitet sich zu den nächst höheren vor. In diesem Fall startet man mit den Widerständen. Richtig in der Platine fixiert, kannst du dann die Beine mit den Kupferbahnen verlöten (Abbildung 15).

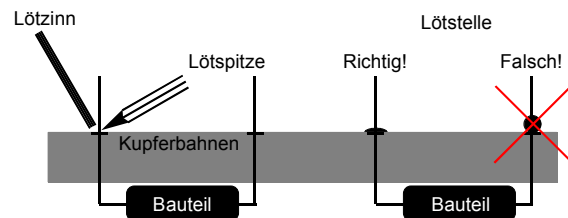


Abbildung 15: Korrektes Löten und Lötstelle.

Dabei solltest du von der einen Seite das Bein und die Kupferbahn auf der Platine durch kontrolliert festes Andrücken des LötKolbens erwärmen und dann nach 3-5 sek. von der anderen Seite ein wenig Lötzinn fließen lassen, um so Bauteil und Platine zu verbinden. Nachdem die Lötstelle in absoluter Bewegungslosigkeit abgekühlt ist, sollte sie einem Vulkan ähneln und silbrig glänzen. Andernfalls handelt es sich um eine kalte Lötstelle, die korrigiert werden muss.

Im Anschluss an die Widerstände folgen die nächst höheren Bauteile: die Transistorfassungen. Da Transistoren sehr wärmeempfindlich sind, sollte man sie nicht einfach so einlöten. Man lötet daher eine Transistorfassung auf die Platine, in welche man dann die Transistoren stecken kann. So werden letztere nicht beim Lötvorgang überhitzt und damit ggf. defekt.

Anschließend werden die anderen Bauteile der Höhe nach ansteigend eingelötet (Kondensatoren, LEDs, Batterieclips, sonstige Kabel). Kontrolliere abschließend alle Lötstellen und schneide erst nach der Kontrolle die überstehenden Beine der Bauteile ab.

**Auswertungen**

E1 Vergewissere dich, dass deine Schaltung korrekt gelötet ist und funktioniert. Außerdem sollte sie mit deinem Name versehen sein. Diese Schaltung wird benotet. Dabei werden Faktoren wie Aufbau, Anordnung und die sauberen Lötstellen in der Benotung berücksichtigt.

	Vorgang	Erledigt!
<b>Vorher</b>	Lötstation aufbauen und auf Vollständigkeit überprüfen	
	Hilfsmittel richten (Messing-Schwamm, etc.)	
	Schutzbrille aufsetzen/Fenster öffnen	
	Lötkolben auf ca. 360°C vorheizen	
	Bauteile gut fixieren, Platine ggf. in die dritte Hand eingespannen	
	nötige Materialien (Bauteile, Drahtbrücken, etc.) und Werkzeuge griffbereit legen	
	Lötspitze am Messing-Schwamm säubern	
<b>Löten der Bauteile – von klein nach groß</b>		
<b>Nachher</b>	Alle Lötstellen sauber gelötet?	
	Alle Beine der Bauteile mit einem Seitenschneider abgeschnitten?	
	Lötspitze gesäubert und verzinnt?	
	Lötstation weggeräumt?	
	Abfälle beseitigt und Hände gewaschen?	

Abbildung 16: Checkliste für den Lötvorgang.

**F Der Lautsprecher und das Morsegerät (Bonus)**

**(Vor)Versuche**

Um die Funktionsweise eines akustischen Morsegeräts zu verstehen, musst du dir zunächst ein bisher noch unbekanntes aber wichtiges Bauteil, den Lautsprecher, etwas genauer ansehen. Denn ein Morsegerät erzeugt schließlich Signale, die mit Hilfe eines Lautsprechers hörbar werden.

Baue dir dazu eine einfache Schaltung zur Inbetriebnahme einer LED auf (Abbildung 17). Modifiziere die Schaltung indem du Schalter und Lautsprecher gemäß der Schaltskizze einbaust. Jedes mal, wenn du den Stromkreis über den Taster schließt, sollte die LED leuchten und du solltest außerdem ein kurzes „Knacken“ hören. Dieses „Knacken“ ist einfach zu erklären, wenn man sich den Aufbau eines Lautsprechers vor Augen hält: Im Wesentlichen ist er aus zwei Komponenten aufgebaut; einem starken Dauermagneten und einer beweglichen Spule, die aus aufgewickeltem Kupferdraht besteht und in der

Mitte einen Eisenkern enthält. Fließt durch die endlosen Windungen der Spule ein Strom, entsteht im Inneren der Spule ein Magnetfeld, welches mit dem Dauermagneten wechselwirkt. Da die Spule mit der Membran fest verbunden ist, bewegen sich beide und man hört die einzelne Bewegung der Membran als ein „Knacken“.

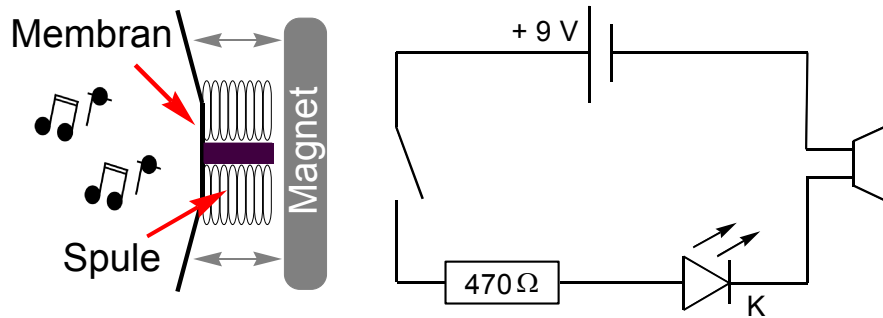


Abbildung 17: Skizze zum Aufbau eines Lautsprechers und Schaltskizze für den Versuch.

Der Kopfhörer (z. B. deines MP3-Players) funktioniert übrigens auf die gleiche Art und Weise, mit dem Unterschied, dass der Lautsprecher viel kleiner als unser Lautsprecher ist.

Baue die Schaltung gemäß der Skizze (Abbildung 18) auf. Achte auf den korrekten Einbau der beiden Transistoren. Bei dem Einbau der Kondensatoren muss diesmal keine Stromrichtung beachtet werden, da es sich um polungsfreie Kondensatoren handelt. Wenn du alles richtig gemacht hast, solltest du beim Betätigen des Tasterschalters einen knackenden Ton hören. Unter Umständen funktioniert deine Schaltung nicht beim ersten Mal. Versuche zunächst den Fehler zu finden oder beginne nochmal und ziehe alle Bauteile aus dem Steckbrett.

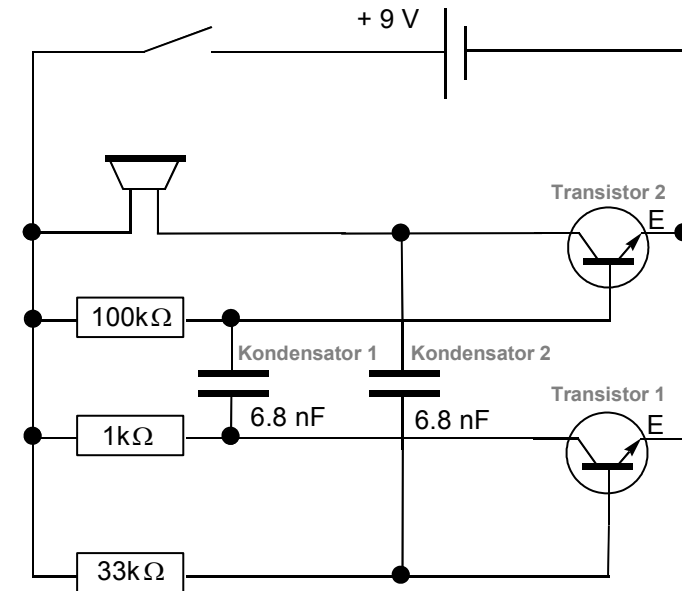


Abbildung 18: Schaltskizze für das Morsegerät.

Nun wäre noch die Frage zu klären, wie aus einem „Knacken“ ein Ton entstehen kann? Und genau da kommt die Schaltung aus dem vorherigen Kapitel – der astabile Wechselblinker ins Spiel. Wenn du dir die Schaltskizze genauer anschaust, siehst du, dass die beiden Basis-Anschlüsse der Transistoren unterschiedlich starken Strom bekommen, denn sie haben unterschiedliche Widerstände vorgeschaltet. Zu Beginn ist nur die Basis von Transistor 1 mit genügend Strom versorgt, Transistor 1 ist leitend und Transistor 2 gesperrt. Nebenbei lädt sich der Kondensator 1



auf. Sobald dieser voll aufgeladen ist, kann ein Strom in die Basis von Transistor 2 fließen. Dadurch wird Transistor 2 dann leitend und durch den Lautsprecher fließt ein Strom. Transistor 1 sperrt wiederum, weil zunächst der Kondensator 2 aufgeladen wird. Sobald dessen Kapazität erschöpft ist, beginnt das Spiel von vorne.

Dieses Wechselspiel schaltet also ständig den Strom für den Lautsprecher an und aus. Falls du Schwierigkeiten hast das zu verstehen, zeichne dir mit unterschiedlichen Farben die jeweiligen Wege des Stroms in die Schaltskizze ein.

Wie du siehst, werden durch die Schaltung einfach nur viele „Knackgeräusche“ erzeugt, in etwa 5000 pro Sekunde. Was einer Frequenz von 5000 Hz (Rudolf Hertz, 1857-1894) entspricht. Das nimmt das menschliche Ohr dann nicht mehr als „Knacken“, sondern als einen hohen Ton wahr. Neben einem Morsegerät hältst du also gerade den Beginn der elektronischen Musik in deiner Hand. Denn die Töne, die das Morsegerät erzeugt, sind durch Variation der Aufladedauer der Kondensatoren in der Tonhöhe beeinflussbar. Man kann daher auch schon fast von einem Tongenerator sprechen.

### **Auswertungen**

F1 Übermittle deinem Tischnachbarn eine Nachricht mit Hilfe des internationalen Morsealphabets.