



EXPERIMENTE MIT LEDS





Inhalt

1 Die Bauteile.....	3
2 Die erste LED-Leuchte.....	4
3 Mehr Licht!	8
4 Umschaltbare Helligkeit	10
5 Reihenschaltung mit zwei LEDs	13
6 Parallel geschaltet	14
7 Licht-Morsegerät	16
8 Grüne Signale.....	18
9 Ein elektrisches Testgerät	19
10 Rotes und grünes Licht.....	21
11 Ein Farbumschalter.....	23
12 Ein Gelb-Grün-Umschalter	25
13 Einstellbare Helligkeit	26
14 Rot - Grün - Weiß	28
15 Einstellung von Grün bis Rot.....	30
16 Automatisches Blinklicht	31
17 Blinker - Rot und Grün.....	33
18 Wechselblinker	34
19 Ein Wechselblinker mit vier LEDs.....	37
20 Alarmanlage mit Blinkanzeige	38
21 Ein Geschicklichkeitsspiel	39
22 Eine Automatik-Farbwechsel-LED.....	41

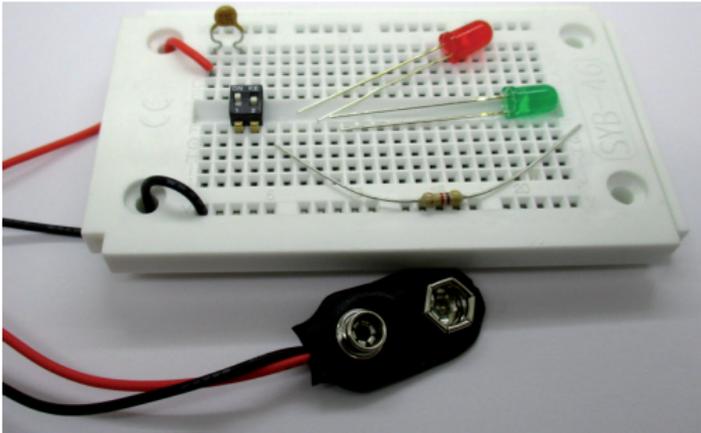
23 Weißes Flackerlicht	44
24 Grünes Flackerlicht.....	45
25 Flackern und Blinken mit sechs LEDs	47



1 Die Bauteile

In diesem Paket geht es um spannende Projekte mit Leuchtdioden und weiteren elektronischen Bauteilen. Zusätzlich finden sich immer wieder Infokästen, die erklären, warum die Versuche so funktionieren, wie sie funktionieren. Natürlich ist es auch möglich, erst einmal nur die eigentlichen Versuche durchzuführen. Nach einer Weile klären sich die technischen Zusammenhänge wie von selbst!

Das Paket enthält die folgenden Bauteile zum Aufbau und zur Verbindung der Bauteile: eine Steckplatte zum Aufbau aller Versuche, ein 9-V-Batterieclip zum Anschluss der Batterie, ein Doppelschalter mit vier Anschlüssen, eine Sicherung mit zwei Drähten und fünf Kabel zum Einstecken in die Steckplatte.



Das Batteriekabel muss möglichst stabil befestigt werden, damit es sich bei den vielen folgenden Versuchen nicht löst. Die blanken Enden des roten und des schwarzen Kabels sollen in

genau die richtigen Kontaktlöcher der Steckplatine gesteckt werden. Man sollte vorher mit einer Nadel kleine Löcher in die Schutzfolie auf der Rückseite der Platine stechen und die Kabel von unten hindurchstecken. Dadurch können sie nicht mehr leicht verrutschen. Der Schalter und die Sicherung sollten genau in die gezeigte Position gesteckt werden. Das passt dann für alle folgenden Versuche. So können keine großen Fehler mehr passieren.

Außerdem gibt es sieben Leuchtdioden (LEDs), darunter fünf bunte LEDs in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau und Pink, eine rote Blink-LED, die ein klareres Gehäuse hat, in dem man einen zusätzlichen kleinen Chip erkennen kann, sowie eine automatische Farbwechsel-LED im klaren Gehäuse.

Achtung, die LEDs dürfen niemals direkt an eine Batterie mit 9 V angeschlossen werden! Man muss immer noch einen Widerstand verwenden, der die elektrische Stromstärke verringert. Es gibt zwölf verschiedene Widerstände, die man anhand ihrer Farbringe unterscheiden kann.

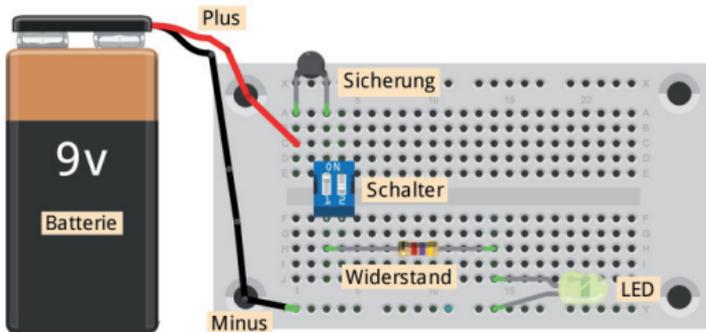
Für noch mehr Abwechslung bei den Versuchen sorgen ein Tastschalter und ein einstellbarer Widerstand (Potentiometer). Damit kann man den Strom einschalten oder die Helligkeit einer LED verstellen.

2 Die erste LED-Leuchte

Für den ersten Versuch braucht man die Steckplatine, den Batterieclip, den Schalter, die Sicherung, eine Leuchtdiode



und einen Widerstand. Das Endergebnis ist ein einfacher Stromkreis mit einer LED. Sie ist zwar nicht besonders hell, aber es gibt schon einen Schalter und alle wichtigen Teile, die auch in den folgenden Experimenten verwendet werden. Auf dem Bild sieht man genau, in welche Löcher des Steckbretts die Bauteile gesteckt werden müssen.



Um die Bauteile auf das Steckbrett zu stecken, eignet sich eine kleine Flachzange. Man setzt die Drähte genau von oben ein. Wichtig ist die richtige Position der Anschlüsse.



Bei der LED muss man die Einbau-
richtung beachten. Der kürzere Draht
ist der Minuspol (die Kathode K), der
längere Draht ist der Pluspol (die Anode
A). Man kann von außen den größeren
Halter für den LED-Kristall auf der Ka-
thodenseite erkennen. Der K-Anschluss hat außerdem eine
kleine Abflachung am Gehäuse. Das ist auch bei den farbigen

LEDs so. Bei der weißen LED gibt es zusätzlich eine gelbliche Leuchtfarbe, die den LED-Kristall bedeckt. Es gibt LEDs, die äußerlich fast gleich aussehen. Aber ein Blick von vorn durch die Linse hilft jederzeit, die weiße LED auch zu erkennen, wenn sie ausgeschaltet ist.

Der Widerstand darf in beliebiger Richtung eingebaut werden. Er trägt Farbringe (Gelb, Violett, Rot und Gold), die einen Zahlenwert darstellen. In diesem Fall besagen die Ringe, dass der Widerstand 4.700 Ohm (4.700 Ω) hat.

Der Batterieclip soll erst dann auf die Batterie gesteckt werden, wenn alles fertig aufgebaut und genau kontrolliert wurde. Dann schiebt man den Schalter 1 in die Stellung ON. Nun sollte die Leuchtdiode (LED) weiß leuchten. Falls es nicht funktioniert, wurde vielleicht die LED falsch herum eingebaut. Man sollte auch alle anderen Verbindungen kontrollieren und alles genau mit dem Aufbaubild vergleichen.

Achtung!

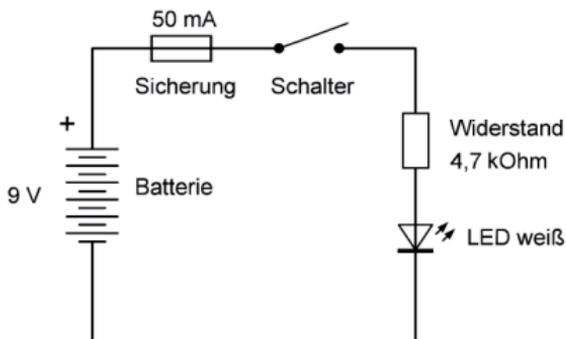
Unbedingt vermeiden muss man Kurzschlüsse der Batterie, denn dann fließen Ströme von mehreren Ampere. Die Batterie wird dabei sehr schnell unbrauchbar. Im Extremfall könnte sie sogar explodieren, oder Drähte könnten glühend heiß werden.



Schaltbilder

Ein Schaltbild zeigt die Verbindungen der Bauteile in vereinfachter Form. Am Anfang ist es vielleicht etwas verwirrend, weil die wirklichen Bauteile anders aussehen. Wenn man sich aber daran gewöhnt hat, sagt ein Schaltbild wesentlich deutlicher, wie alles zusammengehört.

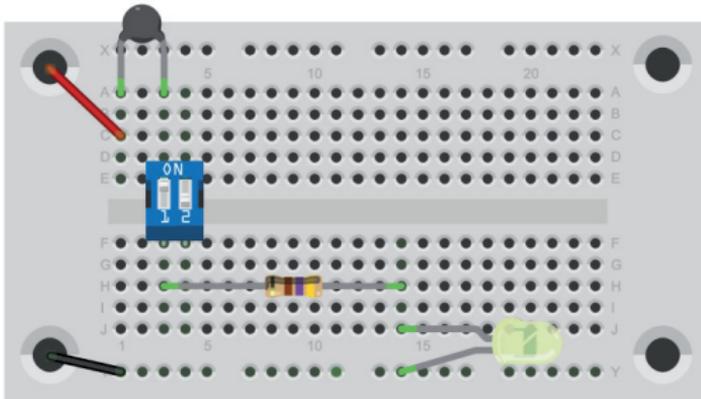
Die Batterie besteht aus sechs Batteriezellen mit jeweils 1,5 V. Der längere Strich steht für den Pluspol. Die Sicherung wird als Kästchen mit einem Draht gezeichnet. Der Schalter zeigt eine geöffnete Verbindung, steht also gerade in Stellung Aus. Der Widerstand wird als Kästchen dargestellt, und die LED enthält einen Pfeil, der die Stromrichtung zeigt. Zwei kleine Pfeile sollen das erzeugte Licht darstellen.



In diesem Fall erkennt man, dass alle Bauteile einen vollständigen Weg bilden, also einen geschlossenen Stromkreis. Nur an einer Stelle ist der Kreis unterbrochen: am gerade geöffneten Schalter.

3 Mehr Licht!

Die LED war im ersten Versuch noch nicht sehr hell. Hier wird nun ein anderer Widerstand eingebaut. Der erste Widerstand hatte $4,7\text{ k}\Omega$ (4.700 Ohm , Gelb, Violett, Rot), dieser hat nur $0,47\text{ k}\Omega$ (470 Ohm , Gelb, Violett, Braun). Er lässt daher deutlich mehr Strom hindurch. Damit wird die LED sehr viel heller.

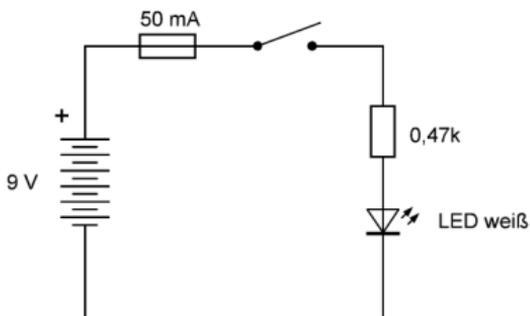


Widerstände und ihre Farbringe

Die Farbringe auf den Widerständen stellen Zahlen dar. Sie werden beginnend mit dem Ring gelesen, der näher am Rand des Widerstands liegt. Die ersten beiden Ringe stehen für zwei Ziffern, der dritte für angefügte Nullen. Zusammen bezeichnen sie den Widerstand in Ohm. Ein vierter Ring gibt die Genauigkeit an. Alle Widerstände haben einen goldenen Ring. Das bedeutet, dass der angegebene Wert um 5% größer oder kleiner sein kann, als durch die Farbringe angegeben.

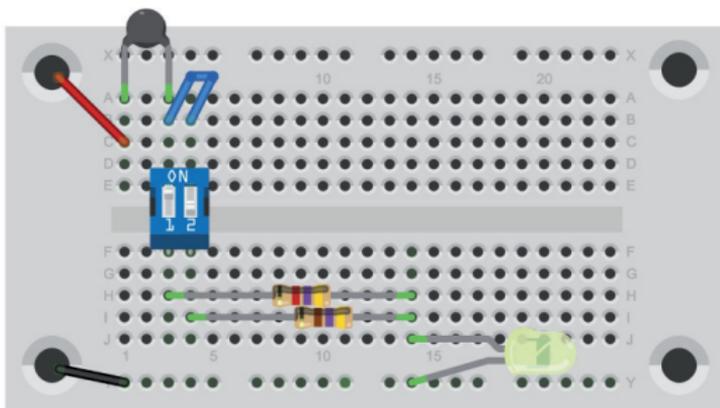
Der Widerstandsfarbcodes

Farbe	Ring 1 1. Ziffer	Ring 2 2. Ziffer	Ring 3 Multiplikator	Ring 4 Toleranz
Schwarz		0	1	
Braun	1	1	10	1 %
Rot	2	2	100	2 %
Orange	3	3	1000	
Gelb	4	4	10000	
Grün	5	5	100000	0,5 %
Blau	6	6	1000000	
Violett	7	7	10000000	
Grau	8	8		
Weiß	9	9		
Gold			0,1	5 %
Silber			0,01	10 %



4 Umschaltbare Helligkeit

Mehr Helligkeit ist manchmal von Vorteil, hat aber auch einen Nachteil. Die Energie der Batterie wird nämlich schneller verbraucht. Praktischer ist es, wenn man sich aussuchen kann, ob man gerade viel oder wenig Licht braucht. Und dafür gibt es den zweiten Schalter, der über ein Kabel mit zwei dünnen Steckern verbunden wird. Wenn er auf ON steht, fließt mehr Strom, und die LED ist heller. Schalter 1 dient weiterhin für geringere Helligkeit. Und fertig ist die ganz besondere LED-Leuchte mit zwei Helligkeitsstufen.



Eigentlich sind es sogar drei Helligkeitsstufen. Schalter 1 ist für die einfache Helligkeit zuständig und Schalter 2 für die zehnfache Helligkeit. Aber wenn beide Schalter an sind, ergibt sich elffache Helligkeit. Man kann es leicht testen: Schalter 2 ist an, und Schalter 1 wird abwechselnd an- und ausgeschaltet. Der Unterschied ist aber sehr gering und kaum noch zu erkennen.

Spannung, Widerstand und Strom

Bekanntlich wird die elektrische Spannung in Volt (V) gemessen. Die Batterie hat 9 V. Und einen Widerstand misst man in Ohm (Ω) oder Kiloohm ($k\Omega = 1.000 \Omega$). Es gibt aber noch eine andere sehr wichtige Messgröße: die elektrische Stromstärke, die man in Ampere (A) oder bei kleinen Stromstärken in Milliampere ($mA = 1/1000 A$) misst.

Mit einem passenden Messgerät könnte man messen, wie viel Strom durch die LED fließt. Aber man kann es auch ausrechnen, wenn man weiß, wie groß die Spannung der Batterie gerade ist und welche Spannung an der LED liegt. Wenn die Batterie noch neu ist, hat sie eine Spannung von 9 V. Die LED braucht ungefähr 3 V. Da bleiben noch 6 V für den Widerstand. Und dann kann man es für die geringe Helligkeit so berechnen:

Strom = Spannung / Widerstand

Strom = 6 V / 4700 Ω

Strom = 0,0013 A = 1,3 mA

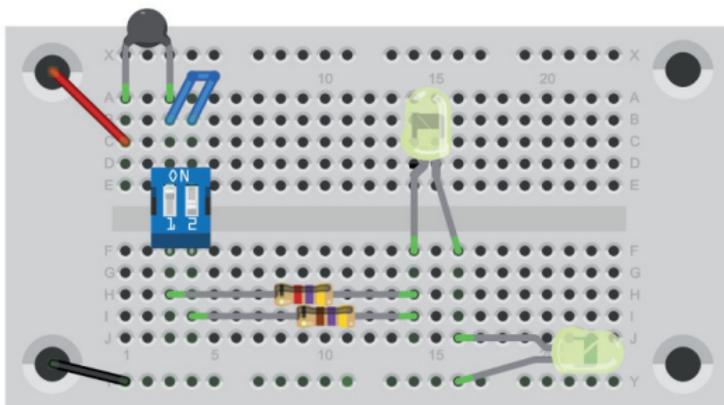
Das ist nicht viel, es fließen nur 1,3 mA, obwohl die LED einen Strom von 20 mA verträgt. Aber die Batterie hält lange! Sie hat meist eine Kapazität von 500 Milliamperestunden (500 mAh), könnte also eine Stunde lang 500 mA liefern oder 500 Stunden lang 1 mA. Oder die Lampe leuchtet etwa 400 Stunden lang mit 1,3 mA, also mehr als zwei Wochen lang.

Für die größere Helligkeit kommt man ungefähr auf den zehnfachen Strom (13 mA) und ist dann schon näher an der erlaubten Grenze von 20 mA. Aber die Batterie schafft das nur rund 40 Stunden lang, also knapp zwei Tage.



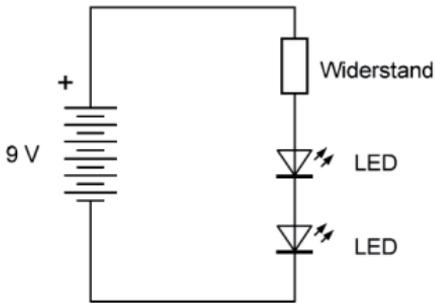
5 Reihenschaltung mit zwei LEDs

Hier kommt eine zweite weiße LED in den Stromkreis. Die Leuchte wird damit noch etwas heller. Die Helligkeit reicht schon aus, um damit in der Nacht zu lesen. Und wieder gibt es zwei Helligkeitsstufen. Man kann je nach Situation entscheiden, wie viel Licht gebraucht wird.



Reihenschaltung

Bei der Reihenschaltung fließt der gleiche Strom durch zwei oder mehr Verbraucher. Es ist ein „unverzweigter Stromkreis“, weil es nur einen Weg gibt. Das bedeutet, die Stromstärke ist an jeder Stelle gleich groß.



Vereinfachtes
Schaltbild einer
Reihenschaltung

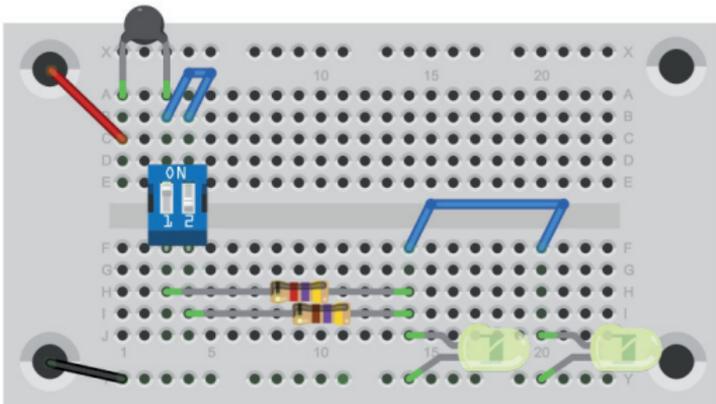
Die Spannung teilt sich auf die Verbraucher im Stromkreis auf. In diesem Fall sind es zwei LEDs und ein Widerstand. Jede weiße LED braucht ungefähr 3 V. Zwei LEDs haben also einen Spannungsabfall von 6 V. Und weil die Batterie 9 V hat, bleibt ein Spannungsabfall von 3 V am Widerstand. In diesem Fall wird also die Batteriespannung zu gleichen Teilen auf drei Verbraucher aufgeteilt. Genauso verteilt sich der Energieverbrauch. Der Widerstand erzeugt nur etwas nutzlose Wärme, aber die LEDs sorgen für das gewünschte Licht. Weil diesmal lediglich ein Drittel der Spannung am Widerstand liegt, wird auch nur ein Drittel der Energie „verschwendet“. Die Schaltung mit zwei LEDs in Reihe ist daher besser als die mit nur einer LED, da hier zwei Drittel verloren gehen.

6 Parallel geschaltet

Diesmal sollen die LEDs parallel geschaltet werden. Dazu wird ein zweites Kabel eingesetzt. Auf den ersten Blick leuch-

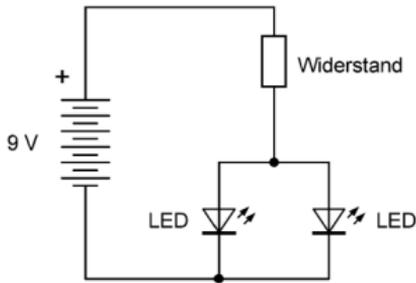


ten beide LEDs wie beim letzten Versuch. Aber tatsächlich sind sie jetzt etwas weniger hell.



Parallelschaltung

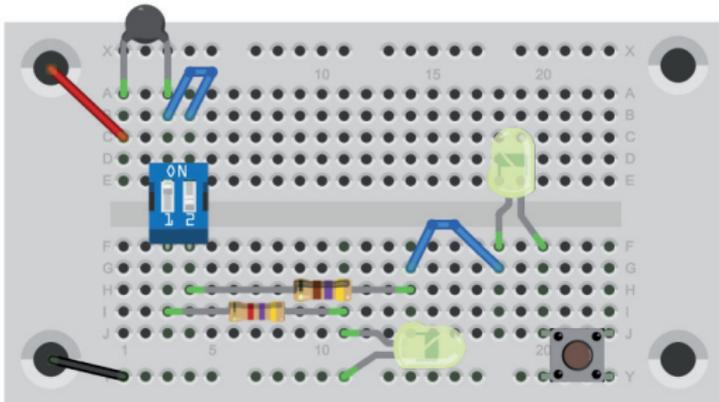
Die Parallelschaltung wird auch „verzweigter Stromkreis“ genannt. Der Strom durch den Widerstand teilt sich nämlich auf zwei LEDs auf. Die Hälfte des Stroms fließt durch die eine LED, die andere Hälfte durch die andere LED. Ein kleiner Test kann das beweisen: Wenn man das Kabel zwischen beiden LEDs entfernt, geht eine LED aus, aber die andere wird heller. Durch sie fließt dann nämlich der ganze Strom.

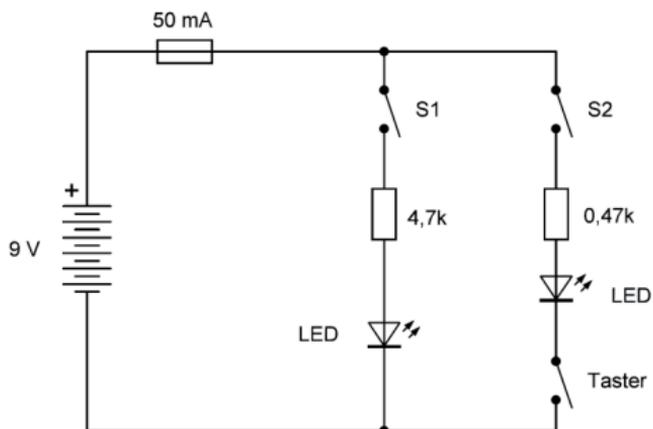


Parallelschaltung
mit zwei LEDs

7 Licht-Morsegerät

Ein Tastschalter schaltet in diesem Versuch die Signal-LED ein und aus. So entsteht ein einfaches Morsegerät. Die Signal-LED wird mit großer Helligkeit betrieben. Zusätzlich gibt es eine LED mit schwächerem Dauerlicht, die über den Schalter 1 eingeschaltet werden kann.





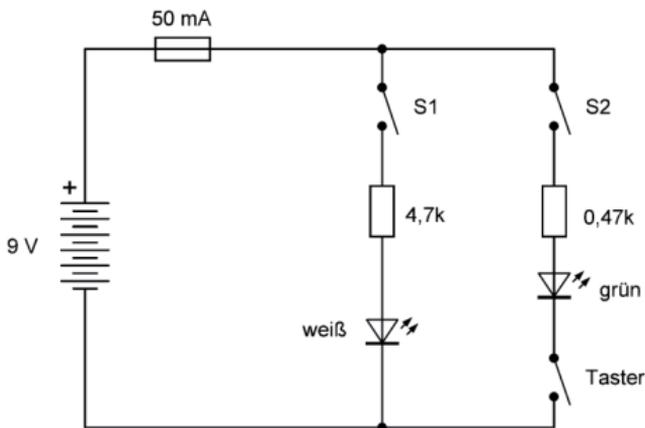
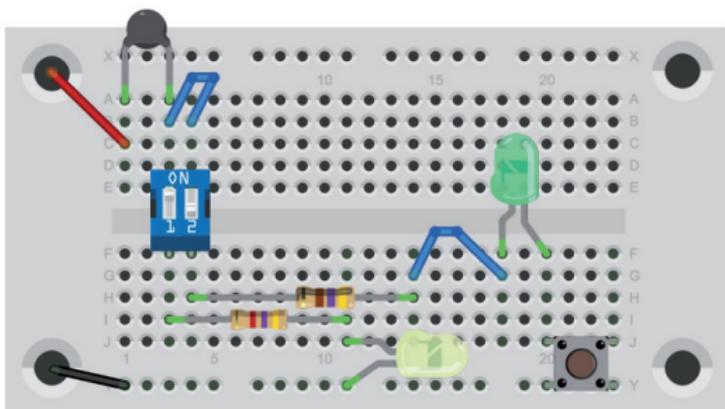
Infos Morsezeichen

Morse Code

A	•—	M	—•—	Y	—••—	6	—••••
B	—•••	N	—•	Z	—•••	7	—•••••
C	—••••	O	—•—	Ä	—••	8	—••••••
D	—••	P	•••••	Ö	—••••	9	—•••••••
E	•	Q	—•••••	Ü	••••	.	••••••••
F	•••••	R	•••	Ch	—•••••••	/	•••••••••
G	—•••	S	•••	0	—••••••••	?	•••••••••
H	••••	T	—•	1	••••••••	!	••••••••
I	••	U	•••	2	••••••••	:	•••••••••
J	••••••	V	••••	3	•••••••	"	••••••••
K	—•••	W	••••	4	••••••	'	•••••••••
L	••••	X	—•••	5	•••••	=	—•••••

8 Grüne Signale

Hier wird eine grüne LED anstelle der weißen Signal-LED eingebaut. Das Licht dieser LED ist über noch größere Entfernungen zu erkennen. Damit lassen sich Botschaften mit Freunden austauschen, die sich in Sichtweite befinden.



9 Ein elektrisches Testgerät

In diesem Experiment wird ein Testgerät gebaut, mit dem man überprüfen kann, welche Dinge Strom leiten. Der Widerstand mit $10\text{ k}\Omega$ (Braun, Schwarz, Orange) soll den Strom durch die LED noch weiter verringern, denn viel Helligkeit wird hier nicht gebraucht. Dazu gibt es zwei Kabel mit Testspitzen. Mit ihnen kann man beliebige Gegenstände berühren. Wenn die LED angeht, weiß man, dass Strom hindurchfließt. Alle Metalle leiten Strom, aber auch andere Dinge wie zum Beispiel Bleistiftminen.

Auch schwache Leiter werden erkannt. Wenn man beide Drähte mit den Fingern berührt, sieht man ein sehr schwaches Licht. Die Haut leitet also etwas Strom. Wenn man die Finger mit Wasser befeuchtet, fließt mehr Strom. Das ist übrigens ungefährlich, weil die Batterie nur eine Spannung von 9 V hat. Bei großen Spannungen über 48 V kann es dagegen schon gefährlich werden. Und bei der Netzspannung von 230 V besteht Lebensgefahr! Man darf Drähte nur dann berühren, wenn man genau weiß, dass die Spannung maximal 12 V ist.

Zusätzlich zu einem Testobjekt kann auch der Tastschalter den Stromkreis schließen. Das hilft, zu unterscheiden, ob der untersuchte Gegenstand ein guter oder ein schlechter Leiter ist. Wenn die Testkabel ein Objekt berühren, leuchtet die LED. Dann drückt man zusätzlich auf den Taster. Wird die LED noch heller? In dem Fall handelt es sich um einen schwachen Leiter. Wenn man aber einen Metallgegenstand oder einen



Zusatzversuch

Das Testgerät eignet sich auch zur Untersuchung elektrischer Bauelemente. Die Widerstände aus dem Paket leiten den Strom unterschiedlich gut. Eine LED leitet nur in einer Richtung. Und man kann überprüfen, ob eine Glühlampe noch funktioniert oder schon durchgebrannt ist.

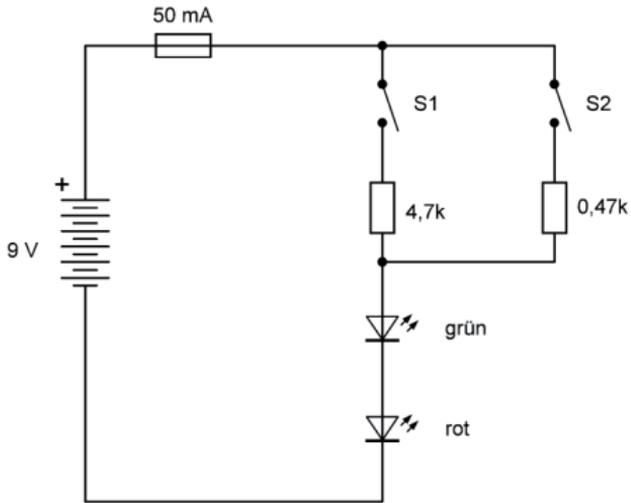
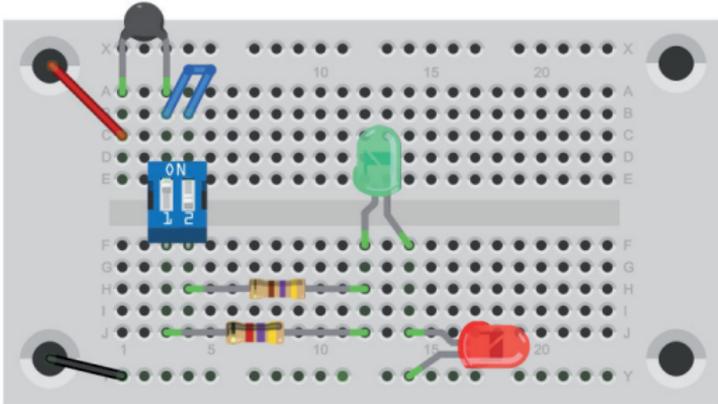
10 Rotes und grünes Licht

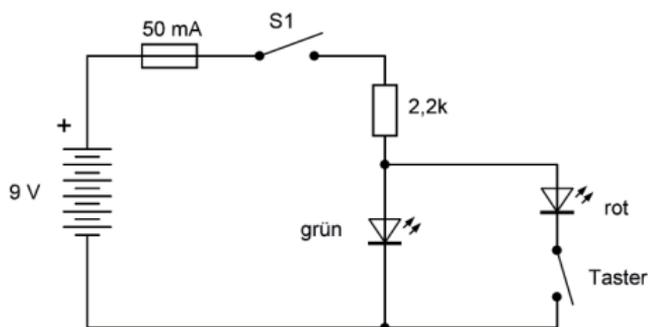
Ziel dieses Versuchs ist der Vergleich der Helligkeiten verschiedenfarbiger LEDs. Eine rote LED soll in Reihe zur grünen LED geschaltet werden. Durch beide fließt der gleiche Strom, wie auch schon beim Versuch 5, als zwei weiße LEDs in Reihe geschaltet wurden. Aber welche erscheint heller, die rote oder die grüne LED? Man kann wieder Helligkeitsstufen wählen, indem man S1 oder S2 einschaltet.

Zusatzversuch

Beide LEDs sollen auf ein weißes Papier scheinen. An den Stellen, an denen sich die Farbkreise überschneiden, sollte die Mischfarbe Gelb erscheinen.







Die PTC-Sicherung

Alle Versuche verwenden eine Sicherung, die in Aktion tritt, wenn mal ein Fehler passiert. Sollte man versehentlich einen Kurzschluss verursachen, könnte ein Draht glühend heiß werden, oder die Batterie könnte überhitzen und im schlimmsten Fall sogar explodieren. Aber die Sicherung kann das verhindern.

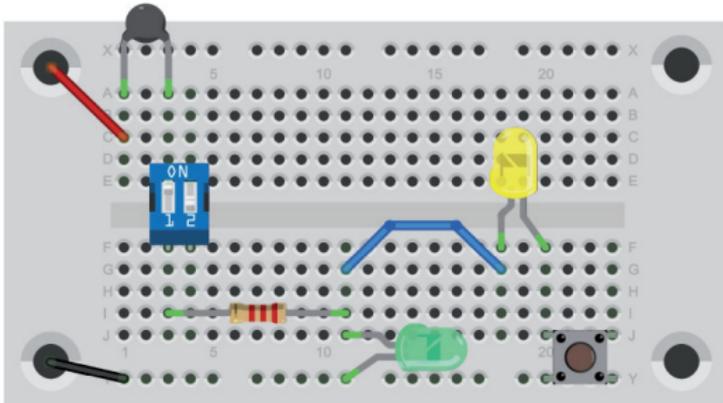


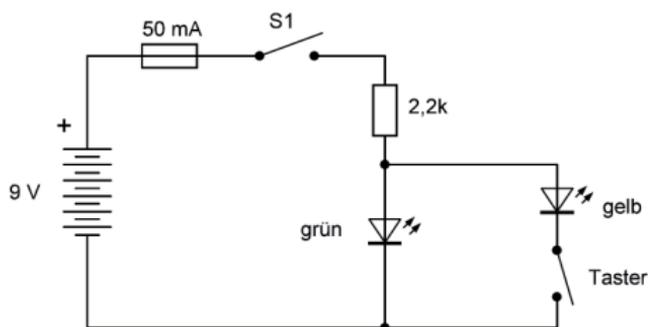
Viele Sicherungen brennen einfach durch, wenn man einen Kurzschluss baut. Aber diese Speziälsicherung ist anders. Es handelt sich um eine selbstrückstellende Sicherung, die man auch PTC-Sicherung nennt. Wenn bei einem Kurzschluss ein

zu großer Strom fließt, wird die PTC-Sicherung heiß und lässt nur noch sehr wenig Strom hindurch, weil ihr Widerstand stark ansteigt. Daher kommt auch der Name. PTC steht für „Positiver Temperatur-Koeffizient“ und bedeutet, dass der Widerstand steigt, wenn die Temperatur steigt. Bei einer Spannung von 9 V wird eine Temperatur von etwa 60 Grad erreicht. Schaltet man dann den Strom ab und beseitigt den Fehler, kühlt die Sicherung ab und ist wieder wie neu.

12 Ein Gelb-Grün-Umschalter

Der Farbumschalter soll diesmal mit einer gelben LED getestet werden. Man kann sie genauso einsetzen wie die anderen Farben. Aber besonders interessant ist die Frage, wie sich die gelbe LED zusammen mit der grünen LED verhält. Und tatsächlich funktioniert auch der Grün-Gelb-Umschalter.

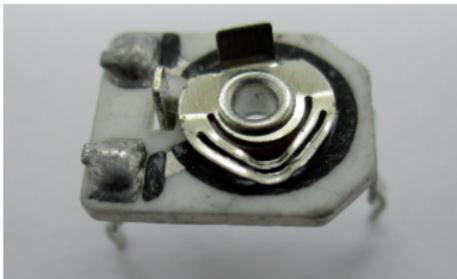
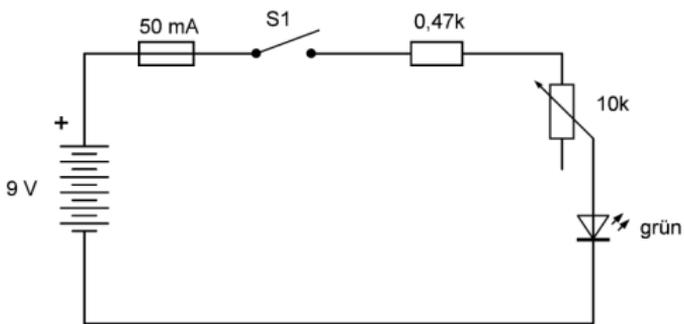
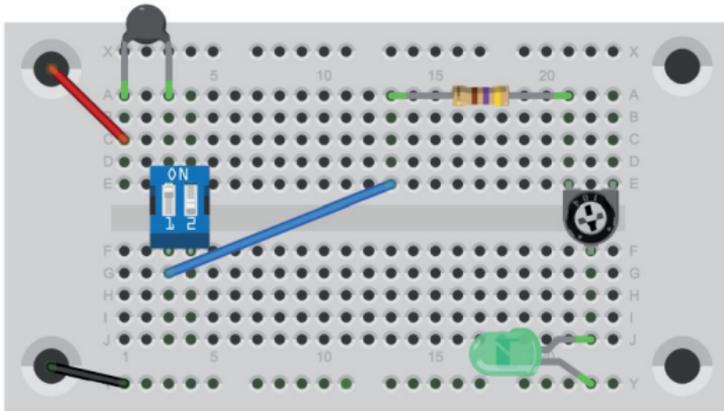




13 Einstellbare Helligkeit

Das Potentiometer (kurz Poti) ist ein einstellbarer Widerstand mit drei Anschlüssen. Solche Bauteile verwendet man auch als Lautstärkereglern in Radios. Aber hier soll damit die Helligkeit einer grünen LED eingestellt werden.

Je weiter man den Drehknopf nach rechts dreht, desto heller wird die LED. Bisher wurden ja schon unterschiedliche Widerstände zwischen $0,47\text{ k}\Omega$ und $10\text{ k}\Omega$ verwendet. Das Poti kann zwischen $0\text{ k}\Omega$ und $10\text{ k}\Omega$ eingestellt werden. Weil aber ein Vorwiderstand von $0\ \Omega$ nicht erlaubt ist und die LED überlasten könnte, wird noch ein Widerstand mit $0,47\text{ k}\Omega$ in Reihe geschaltet. Der Gesamtwiderstand ist dann zwischen $0,47\text{ k}\Omega$ und $10,47\text{ k}\Omega$ einstellbar.

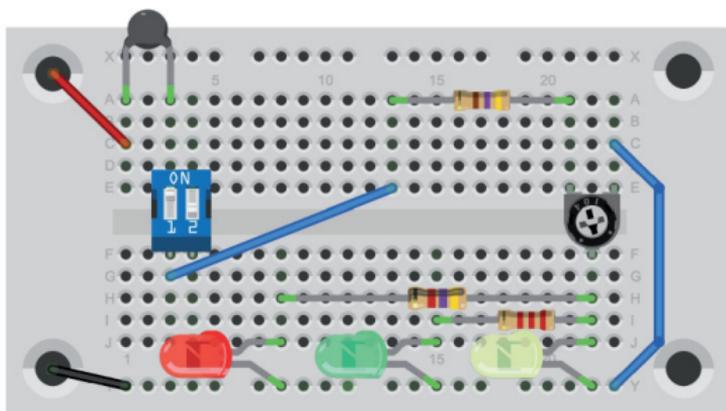


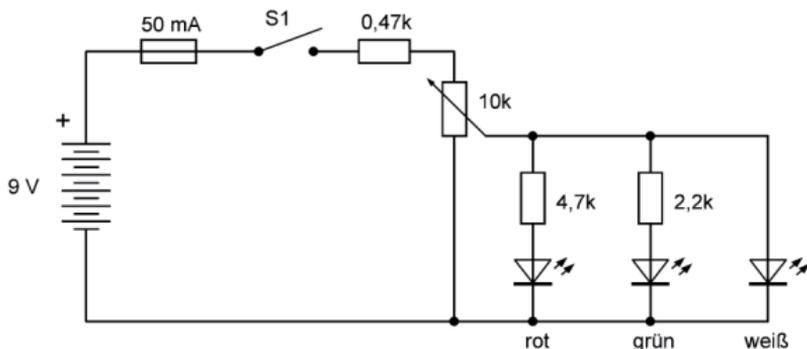
Das geöffnete Poti

14 Rot - Grün - Weiß

Mit einem weiteren Kabel kann auch der dritte Anschluss des Potis verbunden werden. Damit kann man die elektrische Spannung in der Schaltung einstellen. Am Schleifer des Potis sind insgesamt drei LEDs angeschlossen. Die rote und die grüne LED haben ihren eigenen Vorwiderstand. Die weiße LED ist zwar direkt angeschlossen, aber bei voller Helligkeit wirkt der Widerstand von 470Ω .

Dreht man den Knopf ganz nach links, sind alle LEDs aus. Dreht man dann langsam nach rechts, geht zuerst die rote LED an, dann die grüne und als letzte die weiße LED. Damit ist klar: Die rote LED braucht am wenigsten Spannung, die weiße LED am meisten. Man kann auch einmal die gelbe LED testen und sie anstelle der roten oder der grünen LED einsetzen.

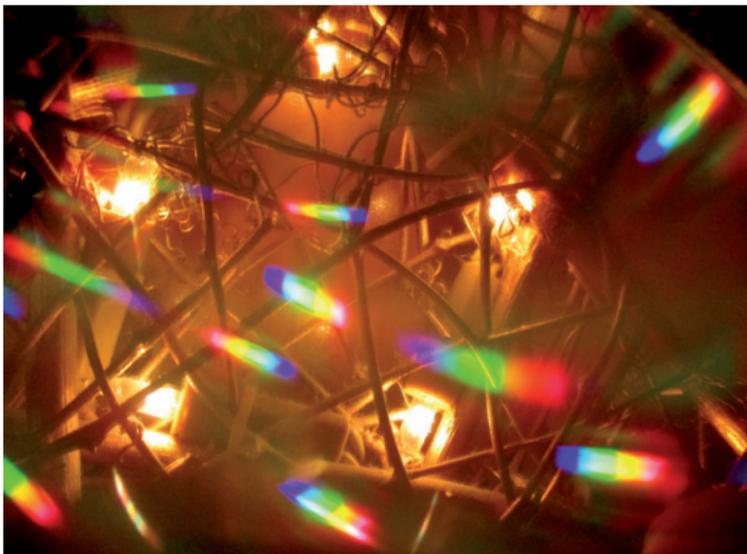




Zusatzversuch: Spektralfarben

Eine CD kann wie ein Spiegel verwendet werden, um die drei LEDs anzuschauen. Durch eine passende Änderung des Winkels sieht man die weiße LED als Streifen in allen Regenbogenfarben. Das Lichtspektrum wird auseinandergezogen, weil die CD enge Linien hat, die zu einer Interferenz der Lichtwellen führen. Die Linien der roten und der grünen LED werden auch etwas auseinandergezogen, aber sie enthalten nur einen kleinen Teil des Lichtspektrums.

Die weiße LED ist eigentlich eine blaue LED. Aber über dem LED-Kristall gibt es einen Leuchtstoff, den das blaue Licht dazu anregt, auch alle anderen Farben abzustrahlen. Wenn die LED ausgeschaltet ist, kann man den gelblichen Leuchtstoff im Inneren sehen. Es ist ein ähnliches Material wie in Leuchtstoffröhren und Energiesparlampen.



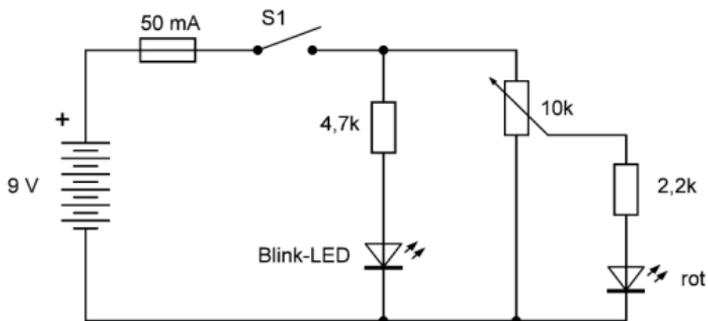
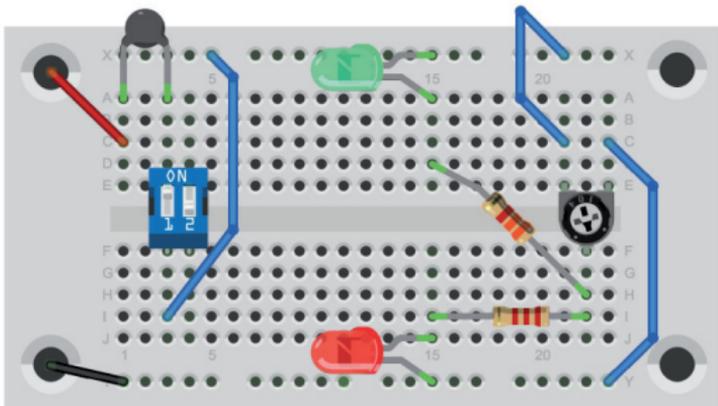
15 Einstellung von Grün bis Rot

In diesem Versuch entsteht ein LED-Licht mit einstellbarer Farbe. Es leuchtet entweder rot oder grün oder in beiden Farben. Mit dem Poti kann man die Helligkeit beider LEDs einstellen. Wenn die grüne LED bei einer Linksdrehung heller wird, leuchtet die rote schwächer. Und wenn man das Poti mehr nach rechts dreht, wird die rote LED heller und die grüne schwächer.

Leuchtet man mit den LEDs ein Blatt Papier an und richtet sie so aus, dass sie einen gemeinsamen Lichtfleck erzeugen, ergeben rotes und grünes Licht zusammen die Farbe Gelb.



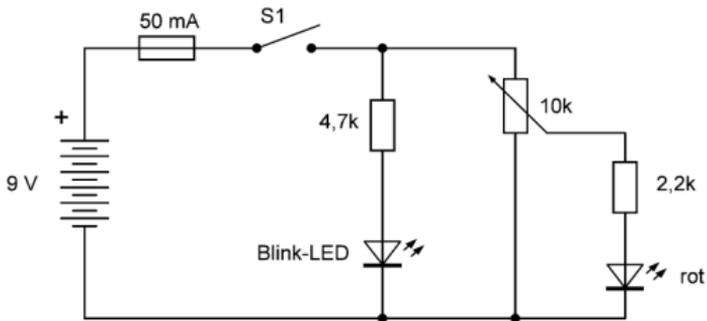
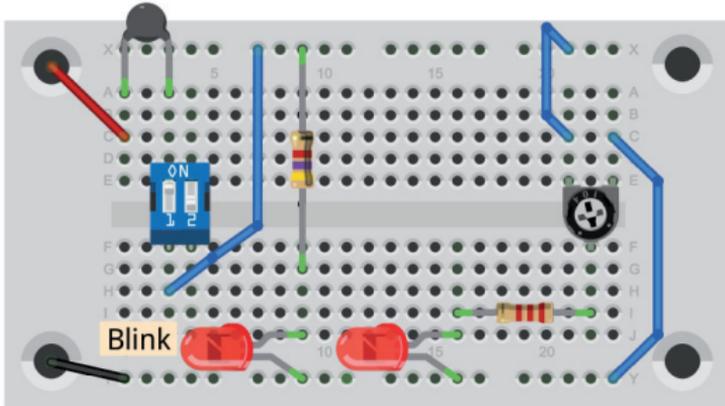
Mit dem Poti kann man alle Farben und alle Zwischentöne im Bereich Rot - Gelb - Grün einstellen.



16 Automatisches Blinklicht

Die rote Blink-LED ist eine spezielle Leuchtdiode mit zusätzlicher interner Elektronik. Wenn man sie wie eine normale LED

mit einem Vorwiderstand einbaut, schaltet sie sich immer wieder ein und aus. Nur zum Vergleich soll die rote LED mit einstellbarer Helligkeit daneben platziert werden.



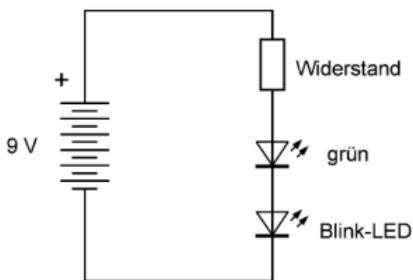
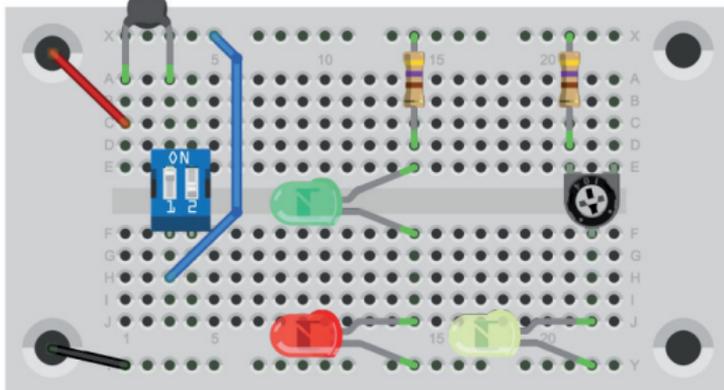
Die Blink-LED

Die Blink-LED enthält einen Transistor als elektronischen Schalter. Zusätzlich sind weitere Transistoren und andere Bauelemente nötig, die zusammen eine komplexe Schaltung bilden und die Aufgabe haben, den genauen Zeitablauf zu steuern. Alles zusammen ist auf einem kleinen Stück Silizium aufgebaut, der neben dem LED-Kristall eingebaut ist.

17 Blinker - Rot und Grün

Nun soll der Blinker so erweitert werden, dass zwei LEDs gleichzeitig blinken. Die grüne LED wird dazu in Reihe zur roten Blink-LED geschaltet. Zusätzlich gibt es eine weiße LED, deren Helligkeit mit dem Poti eingestellt werden kann.

Damit blinken beide LEDs im gleichen Takt. Wenn man aber genau hinsieht, erkennt man, dass die grüne LED nie ganz ausgeht. Durch die Blink-LED fließt also auch dann noch etwas Strom, wenn sie gerade aus ist. Der Controller in der Blink-LED läuft nämlich weiter und misst die Zeit, bis die rote LED wieder eingeschaltet werden soll.



Das Prinzip der
Reihenschaltung

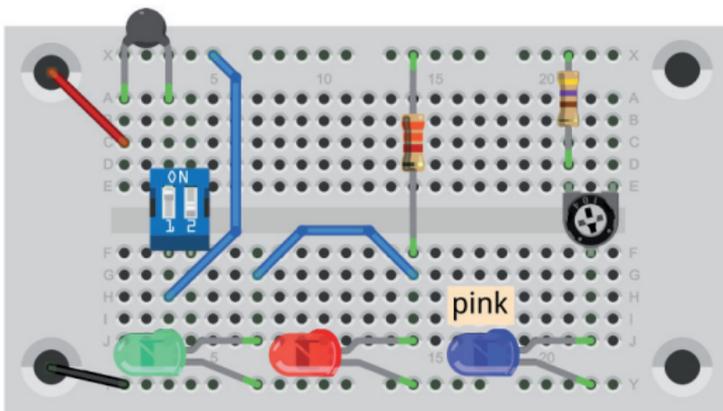
18 Wechselblinker

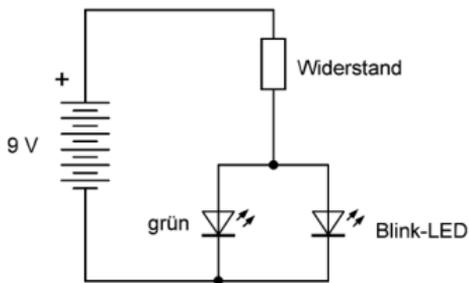
Wie der Farbwechsel funktioniert, wurde schon in Versuch 11 getestet. Aber dort wurde ein Tastschalter eingesetzt, um eine rote LED einzuschalten. Diesmal ist es der automatische Schalter, der in der Blink-LED mit eingebaut ist, der LED-Controller. Hier werden die rote Blink-LED und die grüne LED parallel geschaltet. Und weil die grüne LED mehr Spannung

braucht als eine rote LED, leuchtet sie nur in den Blinkpausen.

Außerdem wird nun die LED mit der Farbe Pink eingesetzt. Sie soll zunächst mit einstellbarer Helligkeit ausprobiert werden.

Vertauscht man die grüne und die pinkfarbene LED, blinkt die pinkfarbene LED, und die grüne zeigt ein gleichmäßiges Leuchten mit einstellbarer Helligkeit. Damit ist bewiesen, dass auch eine pinkfarbene LED mehr Spannung braucht als eine rote LED.





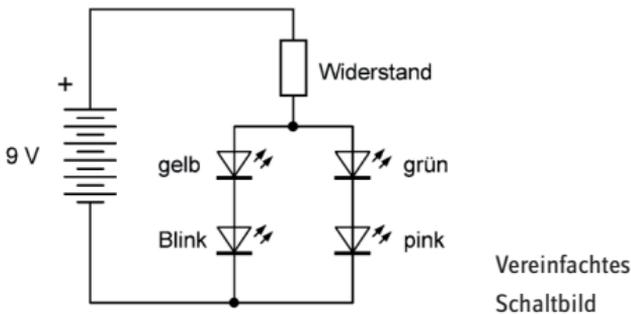
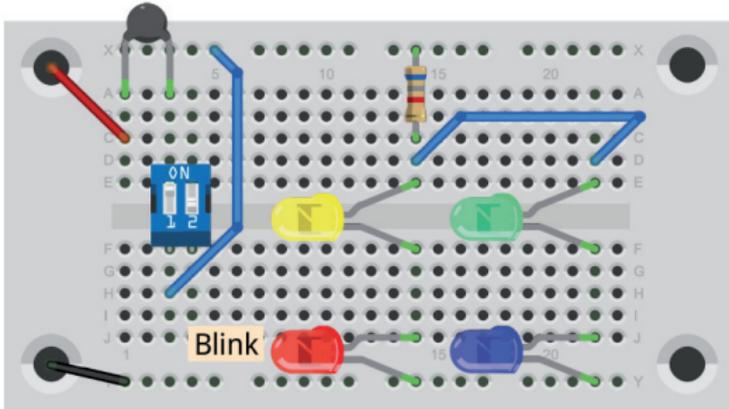
Aufbau der pinkfarbenen LED

Die pinkfarbene LED ist ähnlich aufgebaut wie die weiße LED. Der eigentliche LED-Kristall strahlt blaues Licht ab. Er ist aber mit einem Leuchtstoff überzogen, der einen Teil des blauen Lichts einfängt und als rotes Licht wieder abstrahlt. So kommt es, dass die pinkfarbene LED eigentlich zwei Farben hat: Rot und Blau. Der Blick über eine CD verrät es ...



19 Ein Wechselblinker mit vier LEDs

Nun soll ein Wechselblinker mit vier Farben gebaut werden. Eine gelbe LED liegt in Reihe zur Blink-LED und blinkt daher im gleichen Takt. Parallel dazu liegt eine Reihenschaltung aus einer grünen und einer pinkfarbenen LED. Diese beiden LEDs brauchen mehr Spannung und leuchten immer dann, wenn Rot und Gelb gerade aus sind.



Zusatzversuch:

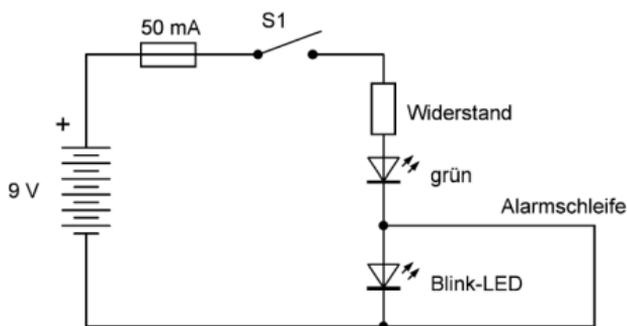
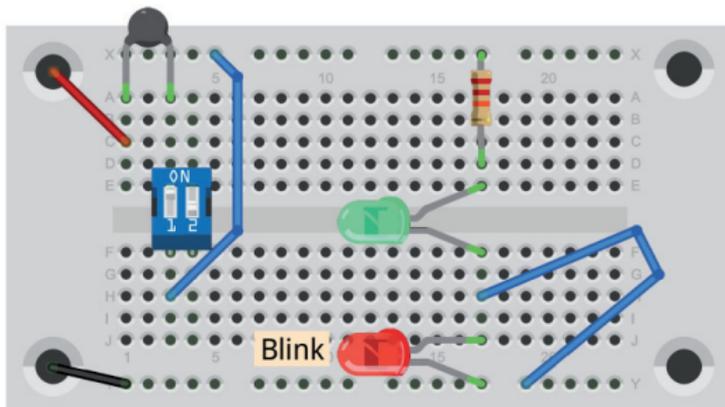
In der Schaltung sollen unterschiedliche Vorwiderstände getestet werden. Je kleiner der Widerstand, desto größer wird die Helligkeit. Aber funktioniert die Umschaltung auch noch mit den kleinsten Widerständen?

20 Alarmanlage mit Blinkanzeige

Mit zwei LEDs kann eine einfache Alarmanlage gebaut werden. Die grüne LED leuchtet dauerhaft, die rote zunächst nicht, weil das Kabel sie kurzschließt. Grün bedeutet: Alles in Ordnung! Man kann einen Faden an das Kabel binden und es an der Tür befestigen. Wenn jemand den Raum betritt, zieht er damit das Kabel heraus. Dann blinken die rote und die grüne LED. Der Alarm ist ausgelöst.

Für diese Alarmanlage wurde ein großer Widerstand mit $22\text{ k}\Omega$ (Rot, Rot, Orange) verwendet. Eine Alarmanlage muss lange in Betrieb sein. Deshalb ist es entscheidend, dass nur wenig Strom fließt. Hier sind es etwa $0,3\text{ mA}$. Eine neue Batterie mit 500 mAh könnte die Anlage rund 1.500 Stunden lang betreiben, also mehr als zwei Monate. Echte Alarmanlagen sind meist mit dem Stromnetz verbunden. Aber wenn es um ganz große Werte in einem Museum geht, verwendet man für den Fall eines Stromausfalls zusätzlich eine Batterie oder einen Notstrom-Akku.



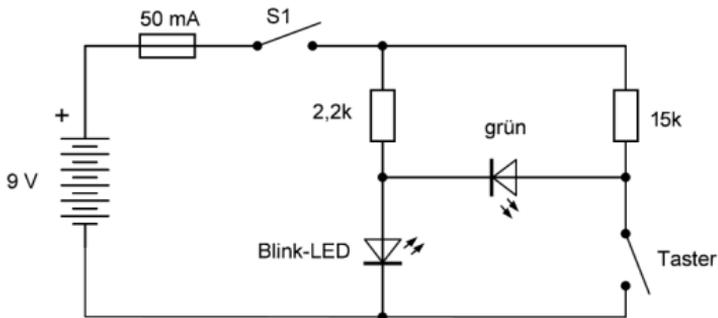
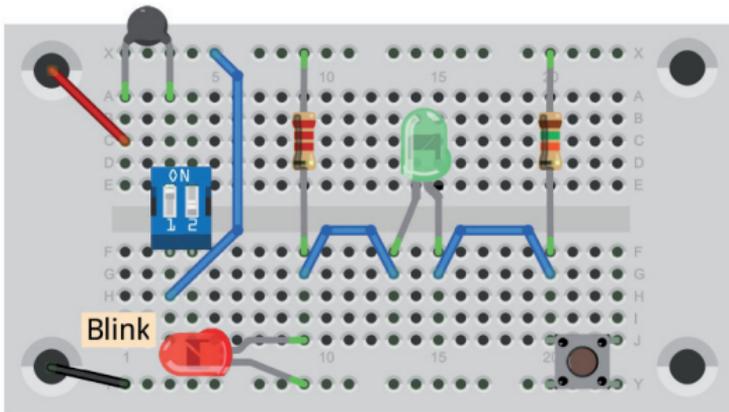


21 Ein Geschicklichkeitsspiel

Bei diesem Spiel muss man versuchen, den Taster ganz genau im Takt der roten Blink-LED zu betätigen. Wenn man den Taster drückt, bleibt die grüne LED aus. Wenn man ihn loslässt, blinkt sie im gleichen Takt wie die rote Blink-LED. Der Widerstand für die grüne LED hat $15\text{ k}\Omega$ (Braun, Grün, Orange) und lässt deshalb nur wenig Strom fließen. Das ist wichtig, weil

man bei diesem Spiel die LEDs genau ansehen muss, aber trotzdem nicht geblendet werden darf.

Der Taster soll nun immer wieder gedrückt und nur dann kurz losgelassen werden, wenn die Blink-LED gerade aus ist. Verpasst man den Zeitpunkt, blitzt die grüne LED auf. Es kommt auf eine schnelle Reaktion an! Wie oft gelingt es, den Schalter zu betätigen, ohne dass die LED einmal aufblitzt?

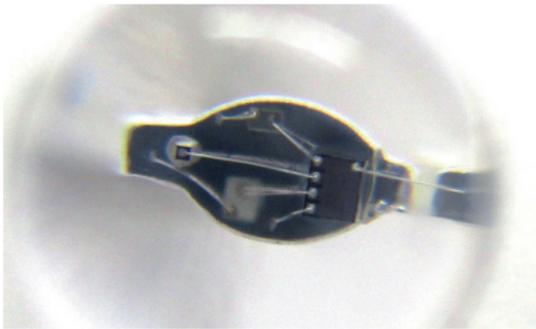


Brückenschaltung

Eine Brückenschaltung besteht aus zwei Reihenschaltungen und einem Bauteil zwischen beiden. Auf der linken Seite enthält die Reihenschaltung einen Widerstand und die Blink-LED. Auf der rechten Seite sind es ein Widerstand und ein Schalter. Zwischen beiden liegt eine LED und bildet die Brücke. Die entscheidende Frage ist nun: Ist die Spannung auf der linken Seite oder auf der rechten Seite höher? Die grüne LED kann nur leuchten, wenn links die Blink-LED gerade angeschaltet und rechts der Schalter gerade aus ist. Nur dann ist nämlich die Spannung rechts größer als links, sodass Strom durch die grüne LED fließt.

22 Eine Automatik-Farbwechsel-LED

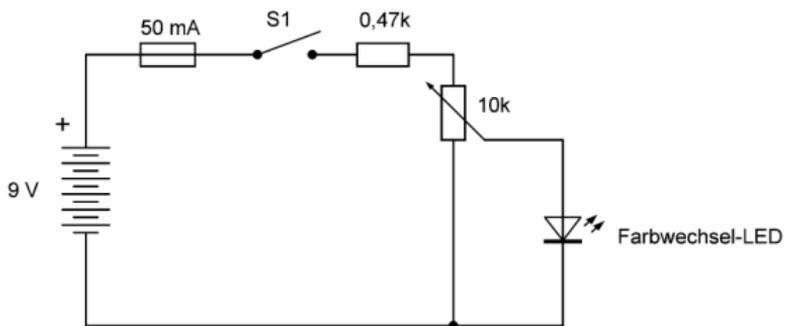
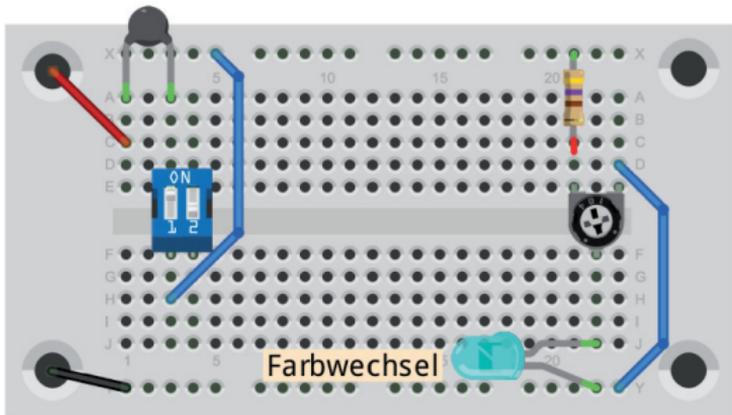
Die automatische Farbwechsel-LED enthält drei LEDs in den Farben Rot, Grün und Blau. Weil sie ein klares Gehäuse hat, kann man die vordere Rundung wie eine Lupe verwenden und alles im ausgeschalteten Zustand in starker Vergrößerung betrachten. Erkennbar sind der Siliziumchip mit komplizierten Strukturen und die dünnen Drähtchen zu den drei LED-Kristallen. Der Farbwechsel-Controller schaltet die drei LEDs in schneller Folge ein und aus.



Achtung, man darf niemals direkt in die LED schauen, wenn sie eingeschaltet ist. Besonders das blaue Licht kann die Netzhaut schädigen. Weil das Auge für blaues Licht weniger empfindlich ist, erscheint die blaue LED weniger hell, ist aber trotzdem besonders gefährlich für die Augen.

Die Farbwechsel-LED wird bei diesem Versuch mit einstellbarer Helligkeit betrieben. Man kann einen weiteren Versuch durchführen. Das Poti ist als Spannungsteiler angeschlossen, sodass sich auch sehr kleine Spannungen ab 0 V einstellen lassen. Dreht man den Knopf langsam nach rechts und erhöht damit die Spannung, wird zuerst nur die rote LED flackern. Dann kommt die grüne hinzu. Und erst bei deutlich größerer Spannung leuchtet auch die blaue LED. Damit gilt auch hier die Spannungsreihe der LED-Farben. Je kürzer die Wellenlänge des Lichts, desto mehr Spannung benötigt die LED.





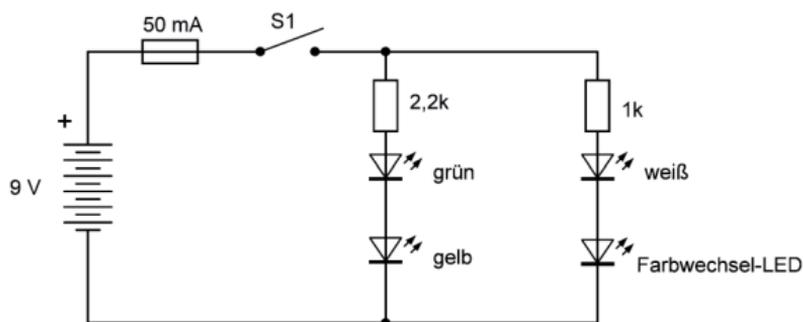
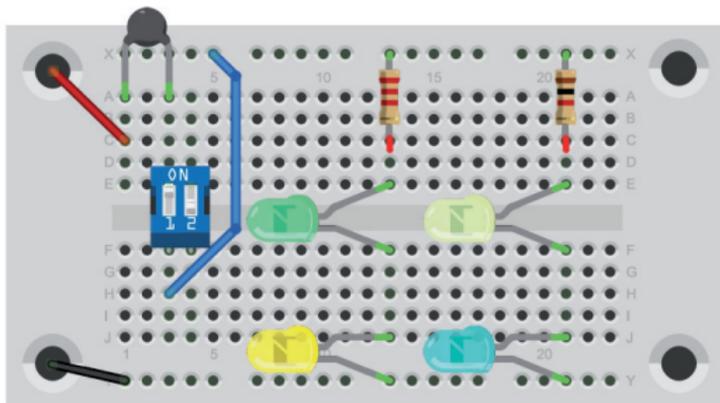
Pulsweitenmodulation

Die einzelnen LEDs werden nicht nur ein- und ausgeschaltet, sondern erscheinen auch heller oder dunkler. Manchmal steigt die Helligkeit gleichmäßig an. Da könnte man vermuten, dass eine Art Poti eingebaut ist, um die Stromstärke zu verändern. Aber tatsächlich werden die LEDs in schneller Folge ein- und ausgeschaltet. Wenn man den ganzen Aufbau schnell hin- und herbewegt, kann man Lichtstriche unterschiedlicher Länge sehen. Die Länge der Impulse wird verändert und damit die durchschnittliche Einschaltdauer. Die Veränderung (Modulation) der Pulslänge erzeugt den Eindruck einer Helligkeitsänderung. Das bezeichnet man als Pulsweitenmodulation (PWM).

23 Weißes Flackerlicht

Die Farbwechsel-LED soll nun eine weiße LED im Takt mitflackern lassen. Damit eine große Helligkeit erreicht wird, muss ein relativ kleiner Widerstand mit $1\text{ k}\Omega$ (Braun, Schwarz, Rot) eingebaut werden. Die Farbwechsel-LED soll den Strom durch die weiße LED modulieren. Sie muss dazu in Reihe geschaltet werden. Auch die Helligkeit der weißen LED wird nun manchmal in Sprüngen verändert und manchmal scheinbar stufenlos größer. Zwei andere LEDs sind zum Vergleich ebenfalls in Reihe geschaltet, leuchten aber mit gleichbleibender Helligkeit.





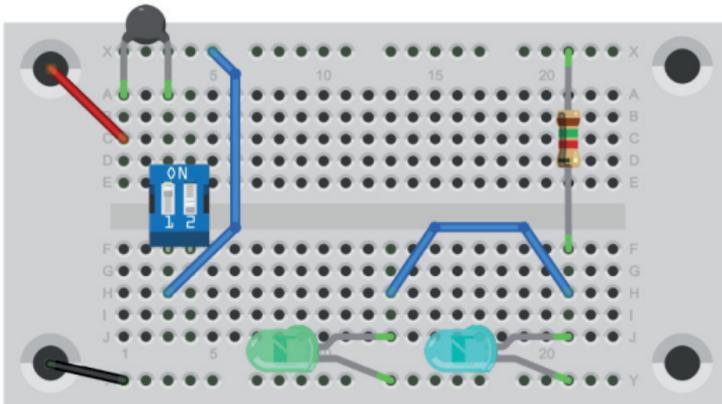
24 Grünes Flackerlicht

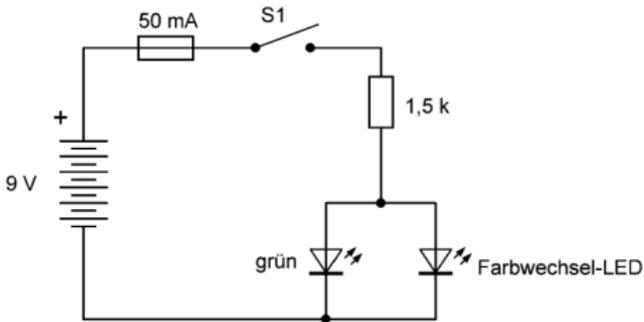
Diesmal soll die grüne LED im Gegenteil zur Farbwechsel-LED leuchten. Sie muss dazu parallel geschaltet werden. Der geeignete Widerstand hat $1,5\text{ k}\Omega$ (Braun, Grün, Rot). Immer wenn der Farbwechselcontroller gerade die rote LED einschaltet, geht die grüne LED aus. So entsteht ein interessantes

Flackern der grünen LED. Und auch an der grünen LED sieht man manchmal stufenlose Änderungen der Helligkeit.

Zusatzversuch

Man kann in dieser Schaltung viele unterschiedliche Widerstände zwischen $470\ \Omega$ und $22\ \text{k}\Omega$ testen. So lassen sich ganz unterschiedliche Helligkeiten einstellen. Das Ziel kann mehr Helligkeit sein (kleinerer Widerstand) oder eine längere Batterielebensdauer (größerer Widerstand).

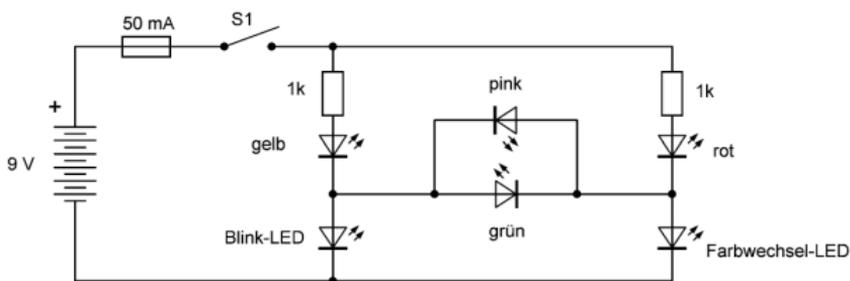
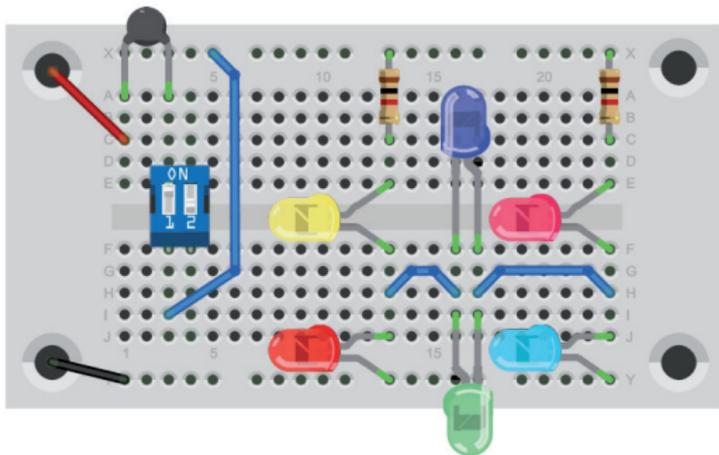




25 Flackern und Blinken mit sechs LEDs

Mit insgesamt sechs LEDs und zwei gleichen Widerständen von $1\text{ k}\Omega$ (Braun, Schwarz, Rot) soll zum Abschluss ein farbenfrohes und abwechslungsreiches LED-Licht gebaut werden, bei dem alle LEDs blinken oder flackern. Eigentlich enthält das Paket ja nur zwei LEDs mit einem eingebauten Controller. Aber es gibt ja einige Schaltungstricks, mit denen auch weitere LEDs blinken oder flackern können.

Die Schaltung besteht aus zwei LED-Reihenschaltungen und einer Brückenschaltung mit zwei gegensätzlich gepolten LEDs. Man beachte die Einbaurichtung jeder LED. Falls etwas nicht funktioniert, könnte es daran liegen, dass eine LED falsch herum eingebaut wurde.



Sechs LEDs sind nun eingebaut, aber zwei weiße LEDs sind noch ohne Aufgabe. Es kann eine reizvolle Aufgabe sein, sie zusätzlich einzubauen. Dazu gibt es ganz unterschiedliche Möglichkeiten. Anregungen liefern die vorgestellten Experimente. Insgesamt lassen sich mit den vorhandenen Bauteilen noch unzählige neue Schaltungen entwickeln.

Impressum

Liebe Kunden!



Dieses Produkt wurde in Übereinstimmung mit den geltenden europäischen Richtlinien hergestellt und trägt daher das CE-Zeichen. Der bestimmungsgemäße Gebrauch ist in der beiliegenden Anleitung beschrieben.

Bei jeder anderen Nutzung oder Veränderung des Produktes sind allein Sie für die Einhaltung der geltenden Regeln verantwortlich. Bauen Sie die Schaltungen deshalb genau so auf, wie es in der Anleitung beschrieben wird. Das Produkt darf nur zusammen mit dieser Anleitung weitergegeben



Das Symbol der durchkreuzten Mülltonne bedeutet, dass dieses Produkt getrennt vom Hausmüll als Elektroschrott dem Recycling zugeführt werden muss. Wo Sie die nächstgelegene kostenlose Annahmestelle finden, sagt Ihnen Ihre kommunale Verwaltung.

© 2018 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Autor: Burkhard Kainka

GTIN 4019631150196

Produziert im Auftrag der Firma Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, 92240 Hirschau

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträger oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Alle in diesem Buch vorgestellten Schaltungen und Programme wurden mit der größtmöglichen Sorgfalt entwickelt, geprüft und getestet. Trotzdem können Fehler im Buch und in der Software nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag und Autor haften in Fällen des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit nach den gesetzlichen Bestimmungen. Im Übrigen haften Verlag und Autor nur nach dem Produkthaftungsgesetz wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht ein Fall der zwingenden Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz gegeben ist.

Elektrische und elektronische Geräte dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden! Entsorgen Sie das Produkt am Ende seiner Lebensdauer gemäß den geltenden gesetzlichen Vorschriften. Zur Rückgabe sind Sammelstellen eingerichtet worden, an denen Sie Elektrogeräte kostenlos abgeben können. Ihre Kommune informiert Sie, wo sich solche Sammelstellen befinden. Dieses Produkt ist konform zu den einschlägigen CE-Richtlinien, soweit Sie es gemäß der beiliegenden Anleitung verwenden. Die Beschreibung gehört zum Produkt und muss mitgegeben werden, wenn Sie es weitergeben.



