

CE

CONRAD

Vorwort

Alle Jahre wieder gibt es einen Elektronik-Adventskalender mit 24 Versuchen für die 24 Dezembertage im Advent. In diesem Jahr lautet das Thema LEDs. Hinter den 24 Türcchen des Kalenders finden Sie nicht nur Standard-LEDs, sondern mehrere ganz besondere Spezial-LEDs. Sie bringen Farbe und Vielfalt in die Versuche. Zusammen mit anderen Bauteilen wie Widerständen und Transistoren sind auch sehr spezielle Experimente möglich, die neue Erfahrungen eröffnen und viel Spaß bereiten.

Der Elektronik-Adventskalender ist ideal für das gemeinsame Experimentieren von Eltern und Kindern. Ganz zwanglos werden dabei die wichtigsten Grundkenntnisse vermittelt. Kinder unter 14 Jahren sollten nur unter der Aufsicht Erwachsener experimentieren. Achten Sie auf die Sicherheit Ihrer Kinder beim Umgang mit Werkzeugen und mit den Bauteilen. Arbeiten Sie nur mit ungefährlichen Spannungen unter 24 V. Vermeiden Sie Kurzschlüsse der Batterie. Und achten Sie auf den Augenschutz. Ein direkter Blick in eine helle LED kann schädlich für die Augen sein. Bitte weisen Sie Ihre Kinder auf die möglichen Gefahren hin.

Damit es gleich richtig losgehen kann, finden Sie hinter dem ersten Türcchen zwei Bauteile. Später reicht dann immer genau ein Bauteil für einen neuen Versuch. Bitte gönnen Sie sich an jedem Tag im Dezember eine kleine Experimentierpause und bauen Sie alle Versuche sorgfältig so auf, wie es im Handbuch beschrieben ist. Heben Sie gerade nicht benötigte Bauteile gut auf, denn sie kommen bei den folgenden Versuchen wieder zum Einsatz. Übrigens sind mit den Bauteilen natürlich sehr viel mehr als nur 24 Versuche möglich. Vermutlich werden Ihnen noch diverse andere Schaltungsvarianten einfallen.

Wir wünschen eine frohe und kreative Weihnachtszeit!

Alle Versuche im Überblick

1 Grünes LED-Licht	4
2 LED am Batterieclip	4
3 Schaltbare LED-Lampe	5
4 Zweifarbiges LED-Licht	5
5 Farbumschalter	6
6 Rotes Blinklicht	6
7 Rot, Grün und ein Blinker	7
8 Energiesparlicht	7
9 Farbumschalter	8
10 Energiespeicher	8
11 Wechselblinker	9
12 Kerzenflackern	10
13 Mehr Helligkeit	10
14 Vierfach-LED-Blinker	11
15 Gute-Nacht-Licht	12
16 Farbwechsel-LED	12
17 Berührungsschalter	13
18 Lichtsensor	14
19 Bewegungsmelder	14
20 Dämmerungsschalter	15
21 Rot oder Grün	16
22 Farbspiele	16
23 Blitzlicht	17
24 Festliches LED-Licht	18

1. Tag

1 Grünes LED-Licht

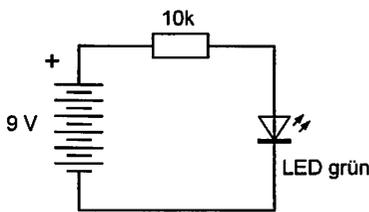
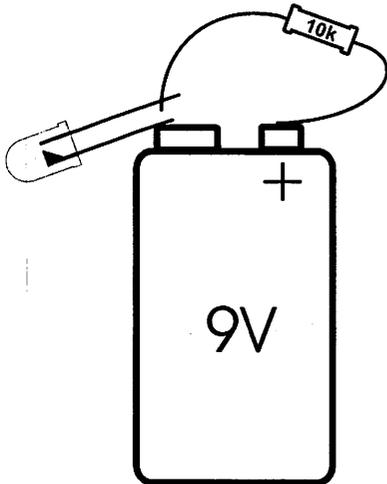
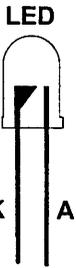
Die LED-Technik entwickelt sich rasant weiter. Immer neue Rekorde in Bezug auf Helligkeit und Wirkungsgrad werden gemeldet. Eine extrem helle LED finden Sie hinter dem ersten Türchen Ihres Kalenders. Diese grüne LED ist schon bei kleinen Strömen unter 1 mA (Milliampere) extrem hell.

Achtung, vermeiden Sie den direkten Blick in eine leuchtende LED aus Entfernungen unter einem Meter. Versuchen Sie nicht, den Blendreiz zu unterdrücken. Helle LEDs können Netzhautschäden verursachen. Insbesondere weißes und blaues LED-Licht erscheint oft weniger hell, als es seiner Gefährlichkeit entspricht. Dagegen wirkt eine grüne LED-Leuchte auch deshalb sehr hell, weil das menschliche Auge für grünes Licht besonders empfindlich ist. Eine LED darf nicht direkt an eine Spannungsquelle gelegt werden, man braucht immer auch einen Widerstand. Ohne diesen Vorwiderstand würde die LED durch zu viel Strom zerstört!

Die LED muss in der korrekten Richtung eingebaut werden. Sie besitzt zwei unterschiedliche Anschlüsse. Der kurze Draht ist der Minuspol (Kathode), der längere Draht ist der Pluspol (Anode). Wenn die LED eingebaut ist, kann man nur noch schlecht sehen, welcher der kurze Draht ist. Es gibt jedoch noch eine zweite Kennzeichnung. Der breitere untere Rand ist an der Kathodenseite abgeflacht. Außerdem ist bei allen LEDs in diesem Kalender der größere Halter im Inneren der LED mit der Kathode verbunden. Hinter Türchen Nr. 1 finden Sie eine grüne LED und einen dazu passenden Widerstand. Zusätzlich benötigen Sie noch eine 9-V-Blockbatterie. Der erste Versuch muss besonders vorsichtig ausgeführt werden. Vermeiden Sie es, dass jemals beide LED-Anschlüsse gleichzeitig die Batterieanschlüsse berühren! Es muss immer der Widerstand in Reihe angeschlossen werden, sonst brennt die LED durch. Halten Sie beide Bauteile an die Batterie, wie es die Zeichnung zeigt. Die LED leuchtet hell auf.

Elektronische Schaltungen stellt man übersichtlich in Schaltbildern dar. Für jedes Bauteil gibt es ein spezielles Symbol. Die LED besteht aus einem Dreieck für die Anode und einem geraden Strich für die Kathode. Das deutet die Stromrichtung an. Zwei kurze Pfeile nach außen stehen für das abgegebene Licht. Der Widerstand ist als rechteckiges Kästchen gezeichnet. Jeder Widerstand hat einen bestimmten Widerstandswert. Hier sind es 10.000 Ohm = 10 Kiloohm (10 k Ω , im Schaltbild kurz 10 k). Das reale Bauteil ist mit Farbringen beschriftet (Braun, Schwarz, Orange für 10.000 und Gold für +/- 5 % Genauigkeit).

Das Schaltbild zeigt eine Reihenschaltung. Der Strom fließt durch Batterie, Widerstand und LED. Der Widerstand hat dabei die Aufgabe, die Stromstärke auf einen sinnvollen Wert zu begrenzen. Je größer der Widerstand, desto kleiner ist die Stromstärke. Bei 10 k Ω wird die LED zwar noch weit unterhalb ihres maximal erlaubten Stroms betrieben, sie leuchtet aber schon sehr hell.

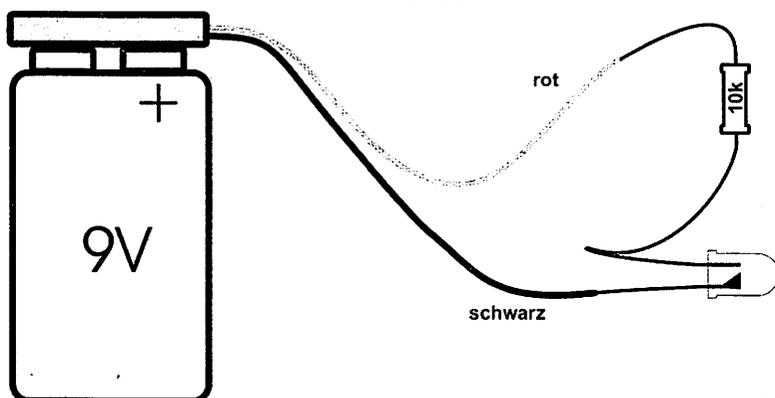


2. Tag

2 LED am Batterieclip

Türchen Nr. 2 verbirgt einen Batterieclip für die 9-V-Batterie und isolierten Kupferdraht. Bauen Sie den Versuch vom ersten Tag noch einmal etwas anders auf. Verwenden Sie den Batterieclip und beachten Sie, dass der schwarze Anschlussdraht der Minuspol ist und der rote der Pluspol. Es erfordert einiges Geschick, drei Kontaktstellen gleichzeitig zusammenzuhalten. Sie können aber Hilfsmittel wie Büroklammern zu Hilfe nehmen. Oder Sie verwenden kurze Drahtstücke, die Sie um die Anschlussstellen biegen. Schneiden Sie kurze Stückchen des isolierten Drahts ab. Aus diesen können Sie dann kleine Klammern oder Federn biegen, die jeweils zwei Drähte zusammenhalten. Der Draht darf seine Plastikisolierung behalten, weil er in diesem Fall nur zur mechanischen Befestigung dient.

Vermeiden Sie unbedingt einen Kurzschluss der Batterie, also eine direkte Verbindung der beiden Pole. Denn dabei könnte die Batterie sehr heiß werden und bei einem länger anhaltenden Kurzschluss im Extremfall sogar explodieren. Außerdem verringern Kurzschlüsse die Lebensdauer der Batterie. Vermeiden Sie auch eine Verbindung der beiden Abschlüsse des Widerstands, denn dann würde sehr viel Strom durch die LED fließen und diese überlasten und zerstören.



Der Widerstand von 10 k Ω bestimmt den Strom, der durch die LED fließt. In diesem Fall kann man davon ausgehen, dass etwa 3 V an der LED liegen, also noch 6 V am Widerstand. Daraus ergibt sich ein Strom von nur 0,6 mA. Zum Vergleich: LEDs werden meist für Ströme von 20 mA ausgelegt. Diese superhelle, blaugrüne LED kommt jedoch schon mit weniger als 1 mA aus, um deutlich sichtbares Licht zu erzeugen. Versuchen Sie einmal, die LED in einem völlig abgedunkelten Raum als Leselampe zu verwenden. Das ist sicherlich ungewohnt und etwas anstrengend. Aber diese Lampe verbraucht auch nur ein Zehntausendstel der elektrischen Leistung einer 60-Watt-Glühlampe.

3 Schaltbare LED-Lampe

Hinter Türchen Nr. 3 finden Sie eine Laborsteckplatine. Damit vereinfacht sich der Aufbau auch relativ komplexer Schaltungen. Das Steckfeld mit insgesamt 270 Kontakten im 2,54-mm-Raster sorgt für eine sichere Verbindung der Bauteile.

Das Steckfeld hat im mittleren Bereich 230 Kontakte, die jeweils durch vertikale Streifen mit 5 Kontakten leitend verbunden sind. Zusätzlich gibt es am Rand 40 Kontakte für die Stromversorgung, die aus zwei horizontalen Kontaktfederstreifen mit 20 Kontakten bestehen. Das Steckfeld verfügt damit über zwei unabhängige Versorgungsschienen. Das Einsetzen von Bauteilen benötigt relativ viel Kraft. Die Anschlussdrähte knicken daher leicht um. Wichtig ist, dass die Drähte exakt von oben eingeführt werden. Dabei hilft eine Pinzette oder eine kleine Zange. Ein Draht wird möglichst kurz über dem Steckbrett gepackt und senkrecht nach unten gedrückt. So lassen sich auch empfindliche Anschlussdrähte wie die verzinnnten Enden des Batterieclips ohne Knicken einsetzen.

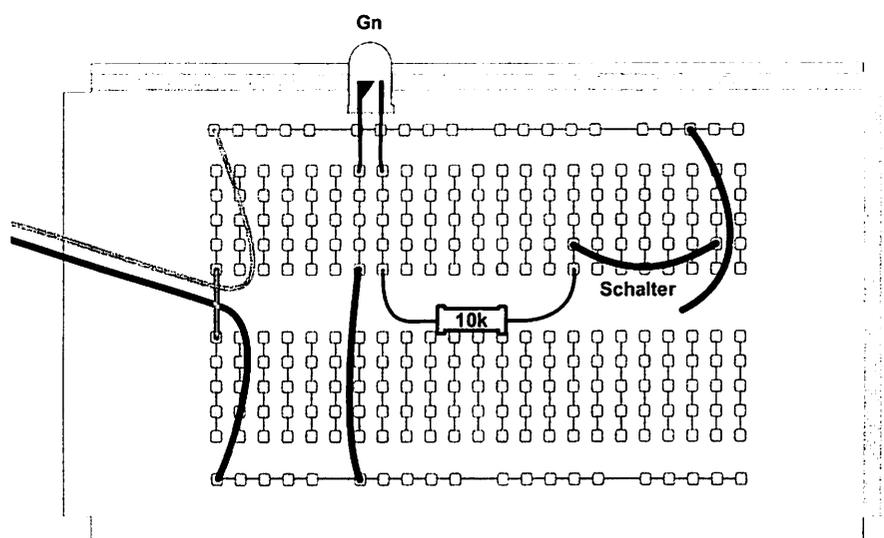
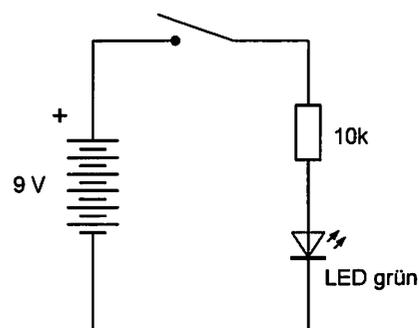
Bauen Sie eine LED-Lampe mit Schaltkontakt. Schneiden Sie mit einer Zange oder zur Not auch mit einer alten Schere ein passendes Stück Draht von ca. 3 cm Länge ab und entfernen Sie an den Enden die Isolierung auf einer Länge von etwa 5 mm. Zum Abisolieren der Drahtenden hat es sich als praktisch erwiesen, die Isolierung mit einem scharfen Messer rundherum einzuschneiden. Achtung, dabei sollte der Draht selbst nicht angeritzt werden, weil er sonst an dieser Stelle leicht bricht.

Mit dem Draht lässt sich auch ein einfacher Schalter bauen. Er besteht aus zwei blanken Drahtstücken, die sich erst mit einem Fingerdruck berühren. Schneiden Sie dazu Drahtstücke von 2 cm Länge ab und entfernen Sie die Isolierung komplett.

Ein zusätzlicher kurzer Draht wird als Zugentlastung eingebaut, um die weichen Anschlussdrähte zu schonen. Der Batterieclip sollte immer verbunden bleiben, damit die Anschlüsse nicht übermäßig abnutzen.

Noch ein Tipp zur leichteren Arbeit mit dem Steckboard: Schneiden Sie die Drähte am Ende schräg an, damit sie eine scharfe Spitze erhalten und leichter in die Kontakte gesteckt werden können. Dies ist auch für die Leuchtdioden, Widerstände und andere Bauteile sinnvoll und verhindert, dass die Anschlussdrähte beim Einstecken schnell umknicken.

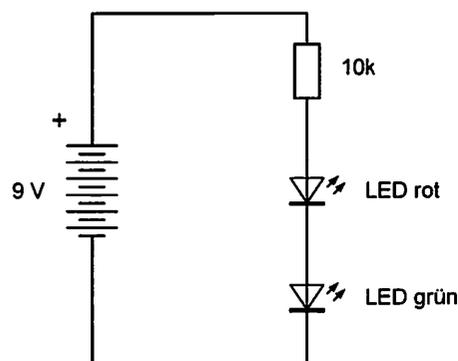
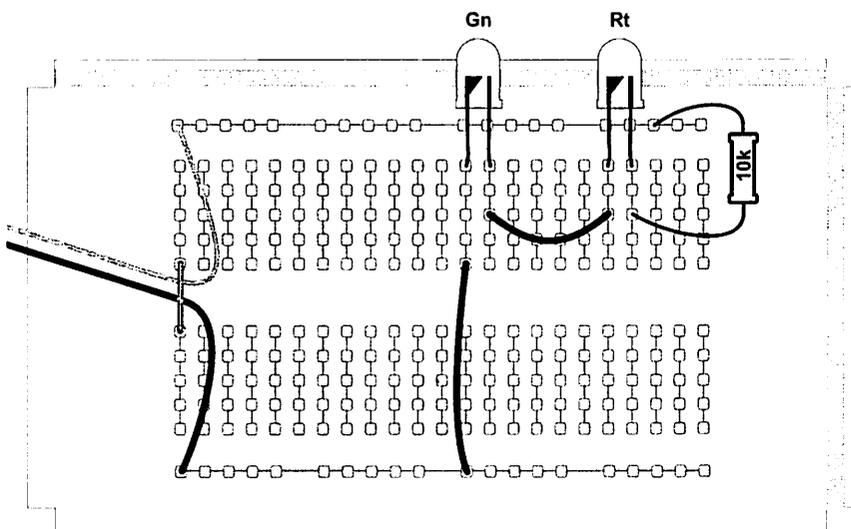
3. Tag



4 Zweifarbiges LED-Licht

Nun wird es bunt, denn hinter Türchen Nr. 4 kommt eine rote LED zum Vorschein. Erweitern Sie Ihre Reihenschaltung um die rote LED. Wieder kommt es auf die Einbaurichtung an. Bei beiden LEDs erkennen Sie den Kathodenanschluss auch daran, dass er in der LED als kelchförmiger Halter für den LED-Kristall ausgeformt ist. Wenn nur eine der beiden LEDs falsch herum eingesetzt wird, leuchtet keine von beiden. Probieren Sie das einmal aus, denn es hilft bei der Fehlersuche in komplexeren Schaltungen, diese mögliche Fehlerursache zu erkennen.

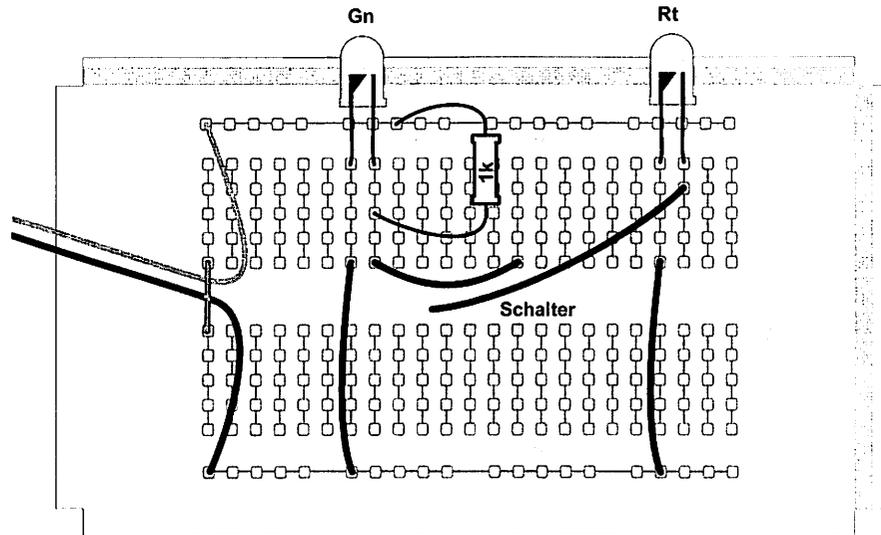
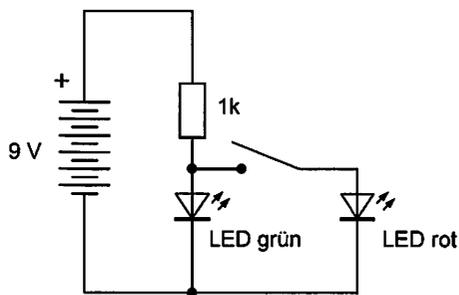
4. Tag



5. Tag

5 Farbumschalter

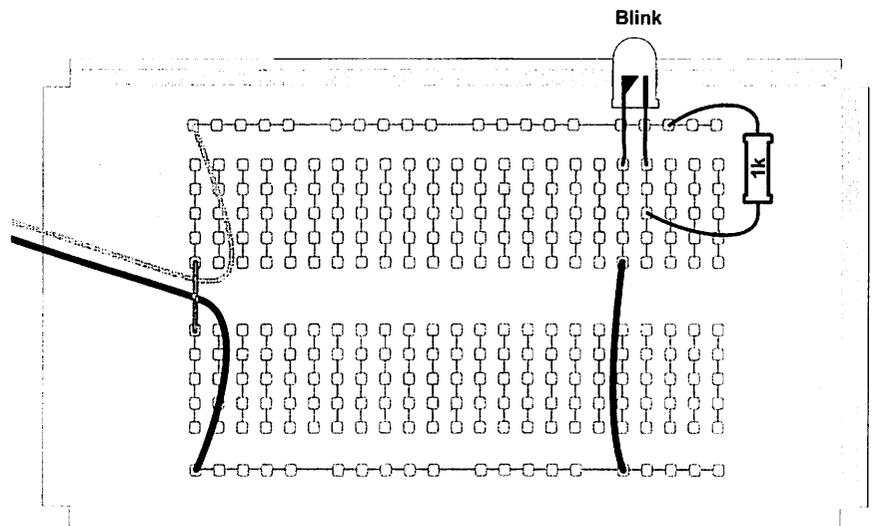
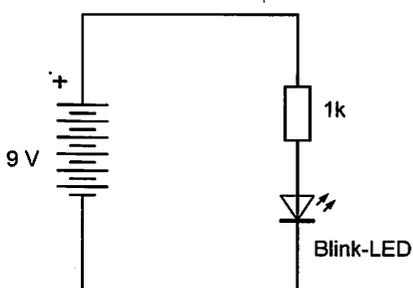
Hinter Tür Nr. 5 wartet ein weiterer Widerstand auf seinen Einsatz. Er hat nur $1\text{ k}\Omega$ (Braun, Schwarz, Rot), lässt also in derselben Schaltung etwa den zehnfachen Strom fließen im Vergleich zum schon vorhandenen $10\text{-k}\Omega$ -Widerstand. In dieser Schaltung gibt es zwei LEDs und einen Schalter, der beide parallel schließt. Bei geöffnetem Schalter leuchtet nur die grüne LED. Bei geschlossenem Schalter könnte man erwarten, dass nun beide LEDs leuchten. Dies ist jedoch nicht der Fall. Tatsächlich geht die rote LED an, aber die grüne LED geht aus. Mit dem Schalter können Sie also zwischen Rot und Grün hin- und herschalten. Der Grund für dieses Verhalten der beiden LEDs ist, dass jede LED eine bestimmte Spannung braucht, damit ein merklicher Strom fließt. Die rote LED arbeitet mit etwa 2 V , die blaugrüne dagegen braucht etwa 3 V . Schaltet man nun die rote LED ein, sinkt die LED-Spannung auf etwa 2 V . Das ist für die blaugrüne LED zu wenig, sodass sie nicht leuchtet.



6. Tag

6 Rotes Blinklicht

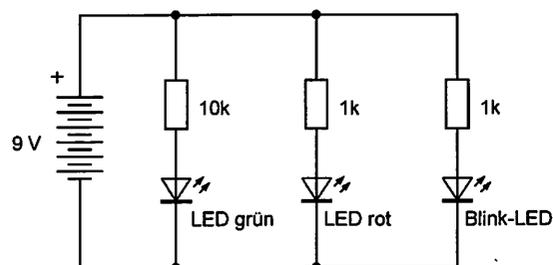
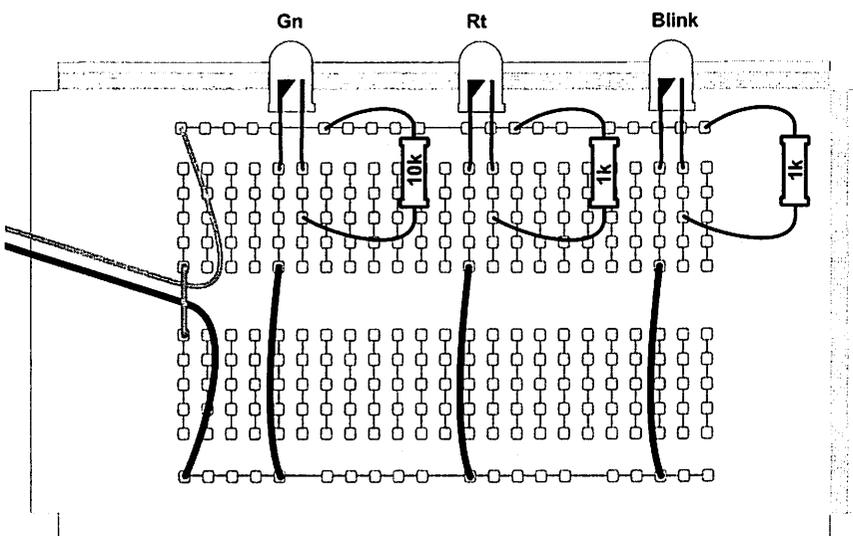
Das Bauteil in Fach Nr. 6 ist eigentlich kein einzelnes Bauelement, sondern selbst schon eine hochkomplexe Schaltung. Es handelt sich um eine rote Blink-LED. Wenn Sie sich die LED mit einer Lupe genau ansehen, erkennen Sie im LED-Gehäuse zwei Chips. Auf dem Kathodenanschluss (kurz) sitzen der relativ kleine LED-Kristall und ein deutlich größerer Silizium-Chip. Die Schaltung auf dem Chip sorgt dafür, dass der LED-Strom immer wieder ein- und ausgeschaltet wird. Bitte schauen Sie sich die LED genau an, damit Sie sie bei späteren Versuchen wiedererkennen, denn auf den ersten Blick kann man die verschiedenen Typen nicht leicht unterscheiden. Nach außen hin wird die Blink-LED wie eine normale LED angeschlossen. Ein Vorwiderstand ist unbedingt erforderlich. Und die Einbaurichtung muss stimmen. Der kürzere Anschlussdraht ist die Kathode (Minusanschluss). Achtung, anders als Standard-LEDs ist die Blink-LED in falscher Anschlussrichtung nicht isoliert, sondern sie leitet. Das liegt an einer internen Silizium-Schutzdiode parallel zum LED-Controller. Wurde die Schaltung korrekt aufgebaut, sehen Sie das rote Blinken.



7 Rot, Grün und ein Blinker

Hinter Türchen Nr. 7 kommt ein weiterer Widerstand mit 1 k Ω (Braun, Schwarz, Rot) zum Vorschein. Damit können Sie nun alle drei bisher vorhandenen LEDs unabhängig voneinander mit eigenen Vorwiderständen betreiben. Die grüne LED besitzt die größte Effizienz und wird deshalb mit dem größten Widerstand und dem kleinsten Strom betrieben. Tauschen Sie auch einmal die Widerstände aus. Sie können damit bestimmen, welche der LEDs den kleineren Strom erhalten soll.

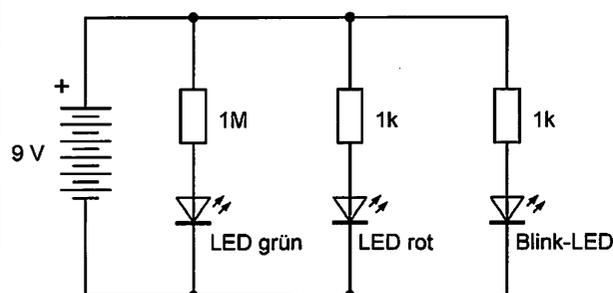
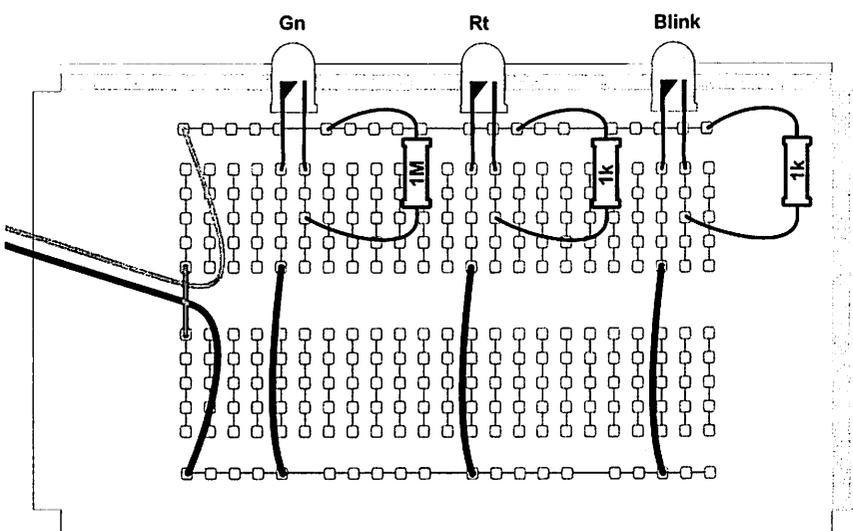
7. Tag



8 Energiesparlicht

Wie sparsam kann man eine LED betreiben? Zur Beantwortung dieser Frage wird ein noch größerer Widerstand benötigt. In Fach Nr. 8 finden Sie einen Widerstand mit einer Million Ohm (1 Megaohm, 1 M Ω , Braun, Schwarz, Grün). Direkt an einer 9-V-Batterie würde ein Strom von 9 μ A (Mikroampere) fließen. Zusammen mit der grünen LED wird der Strom noch geringer und beträgt nur noch etwas weniger als 7 μ A. Die beiden anderen LEDs in der Schaltung dienen zum Vergleich und erhalten einen tausendfach größeren Strom. Trotzdem ist das Leuchten der grünen LED noch gut sichtbar. Schaltet man die beiden anderen LEDs ab, kann eine 9-V-Alkalibatterie theoretisch 100.000 Stunden halten, also rund zehn Jahre lang. Die grüne LED arbeitet so sparsam und mit so geringer Helligkeit, dass es nun ausnahmsweise möglich ist, die LED im Betrieb mit einer Lupe genau zu untersuchen. Sie erkennen dabei zwei dünne Zuleitungsdrähte zum LED-Kristall. Die meisten anderen LEDs benötigen nur einen Draht, weil der LED-Kristall leitend auf seinem Anschluss befestigt ist.

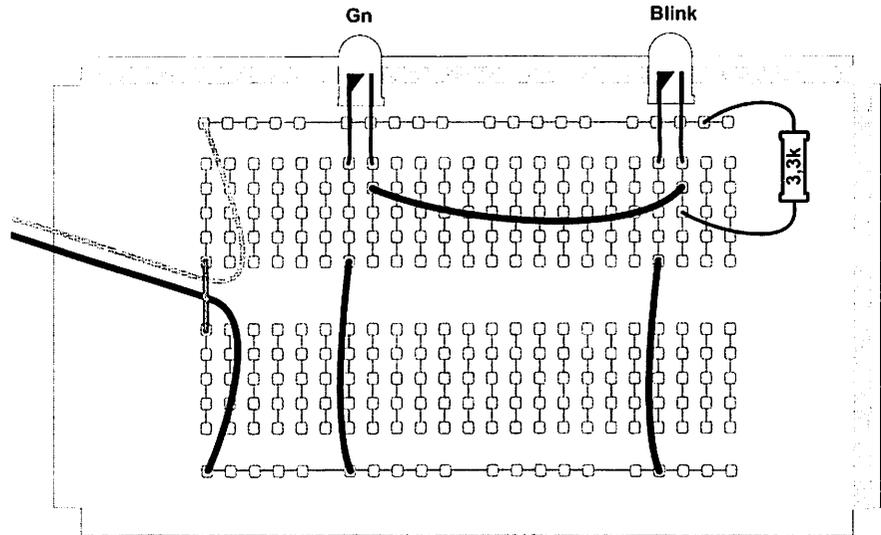
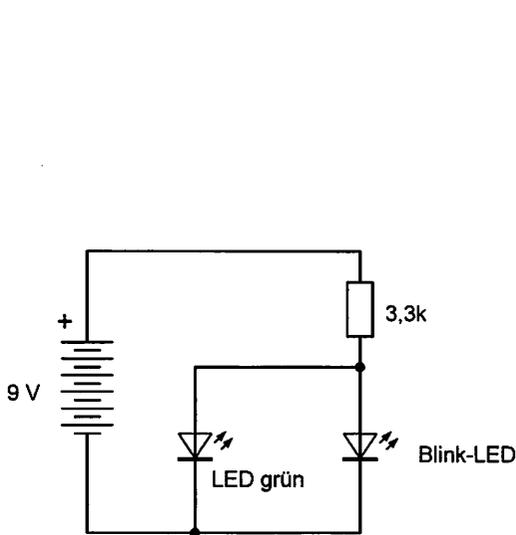
8. Tag



9. Tag

9 Farbumschalter

Hinter dem 9. Türchen kommt ein weiterer Widerstand zum Vorschein. Er hat $3,3\text{ k}\Omega$ (Orange, Orange, Rot) und lässt damit deutlich weniger Strom fließen als der $1\text{-k}\Omega$ -Widerstand. Auch dieser geringere Strom reicht noch aus, um die grüne LED hell leuchten zu lassen. Allerdings wird immer dann die Spannung zu gering, wenn die rote Blink-LED gerade an ist. Die Schaltung funktioniert nach demselben Prinzip wie die Farbumschaltung in Versuch Nr. 5. Weil die grüne LED eine größere Spannung benötigt, leuchtet sich nicht, solange die rote LED parallel geschaltet ist. Deshalb sind beide LEDs abwechselnd an.

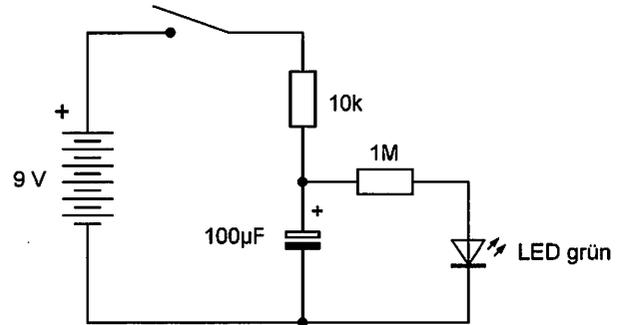
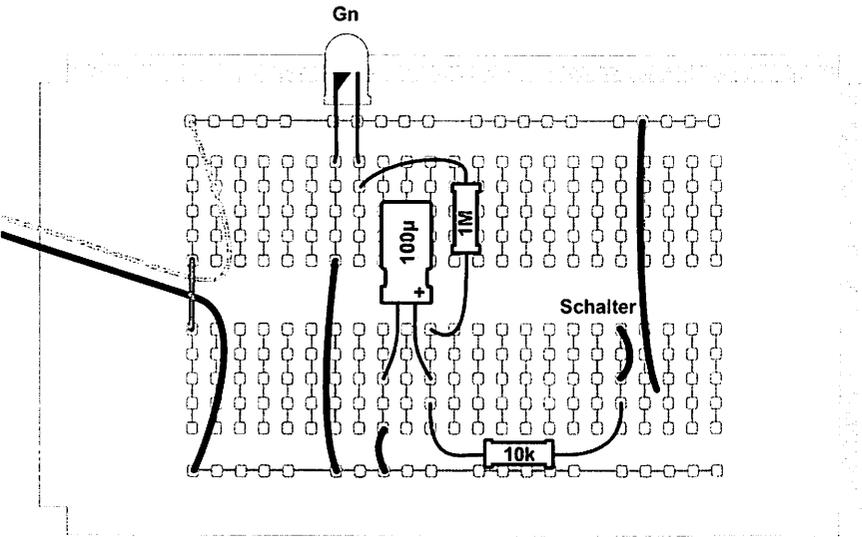


10. Tag

10 Energiespeicher

Öffnen Sie das 10. Fach. Darin kommt ein Kondensator zum Vorschein. Es handelt sich um einen Elektrolytkondensator (Elko) mit einer Kapazität von $100\text{ }\mu\text{F}$ (Mikrofarad). Dieses Bauteil speichert elektrische Energie. Im Inneren gibt es zwei Metallfolien, die elektrisch aufgeladen werden können. Eine Besonderheit des Elektrolytkondensators ist, dass man die Polung beachten muss. Der Minuspol liegt am kürzeren Draht und ist mit einem weißen Balken gekennzeichnet. Achtung, vermeiden Sie eine falsche Polung! Legt man einen Elko falsch herum an eine Spannung, kann er nach kurzer Zeit zerstört werden und im Extremfall sogar aufplatzen, wobei eine ätzende Flüssigkeit austritt.

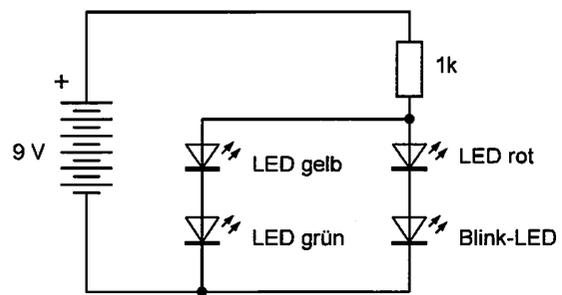
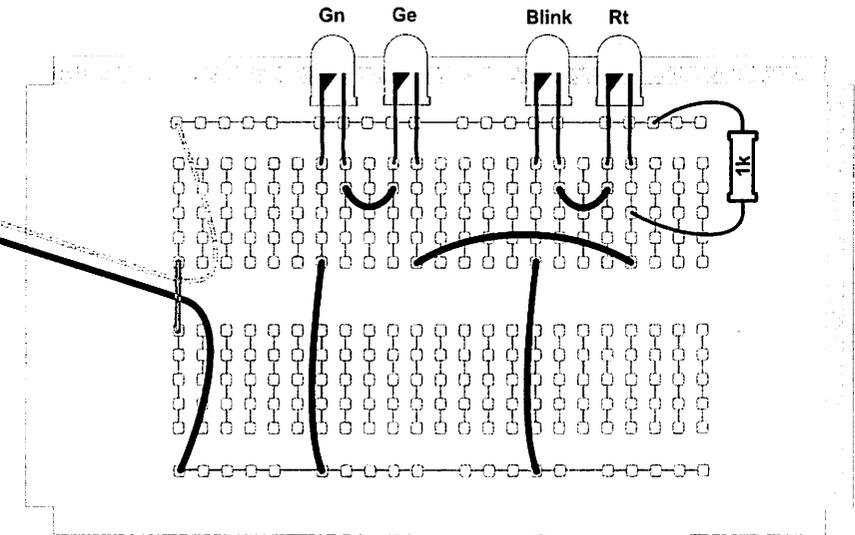
Schließen Sie den Schalter. Die LED wird allmählich heller und erreicht nach etwas mehr als einer Sekunde ihre größte Helligkeit. Lassen Sie nun den Schalter los. Der Elko entlädt sich langsam und kaum merklich über die LED und ihren Vorwiderstand von $1\text{ M}\Omega$. Jeweils nach etwa vier Minuten ist der Strom und damit auch die Helligkeit auf ein Zehntel gefallen. Wenn Sie aber den Raum völlig verdunkeln, gewöhnen sich Ihre Augen etwa mit der gleichen Geschwindigkeit an die Dunkelheit. Nach insgesamt zwölf Minuten ist die Helligkeit nur noch ein Tausendstel der Anfangshelligkeit, aber wahrscheinlich können Sie das Licht immer noch erkennen. Wer hat die besten Augen und sieht das Licht der grünen LED am längsten?



11 Wechselblinker

Hinter Türchen Nr. 11 wartet eine gelbe LED auf ihren Einsatz. Insgesamt haben Sie nun bereits vier LEDs. Aber nur eine davon ist eine Spezial-LED mit internem Controller, die rote Blink-LED. Trotzdem können Sie mit der richtigen Schaltung erreichen, dass alle vier LEDs blinken. Die Schaltung ist eine Erweiterung des Wechselblinkers aus Versuch Nr. 9. Wichtig ist, dass die LEDs mit der größeren Spannung im Nebenzweig der Blink-LED liegen. Dann schalten sich alle vier LEDs gleichzeitig um. Einmal leuchten beide roten LEDs, im anderen Moment die grüne und die gelbe. Machen Sie den Test und vertauschen Sie die rote und die grüne LED, dann hört das Blinken auf.

11. Tag

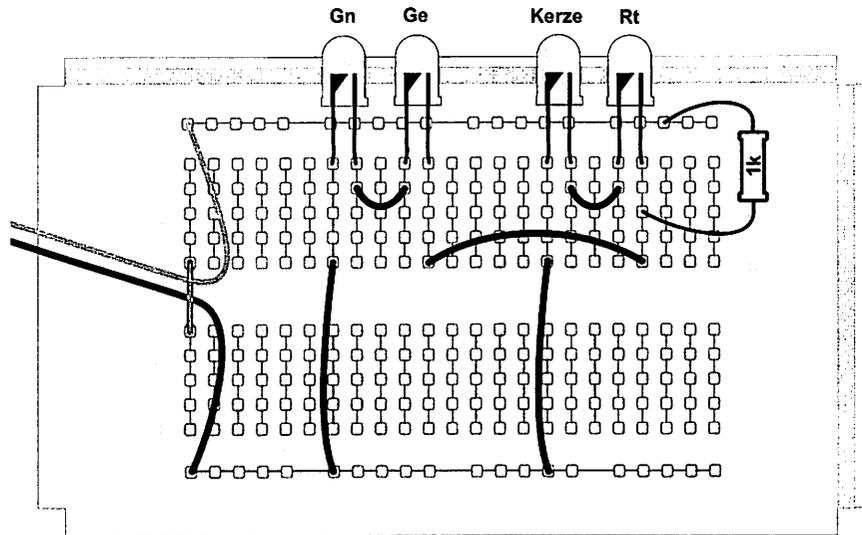
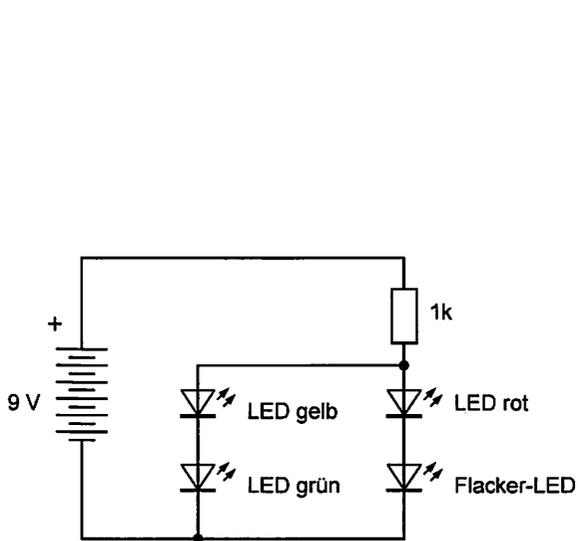


12. Tag

12 Kerzenflackern

In Fach Nr. 12 finden Sie eine weitere Spezial-LED, eine gelbe Flacker-LED, wie sie in LED-Kerzenlichtern verwendet wird. Diese LED besitzt ein glasklares Gehäuse, durch das man im ausgeschalteten Zustand den Silizium-Chip mit der LED-Steuerung und den LED-Chip erkennen kann. Auch diese LED besitzt eine eingebaute Schutzdiode und leitet in Gegenrichtung.

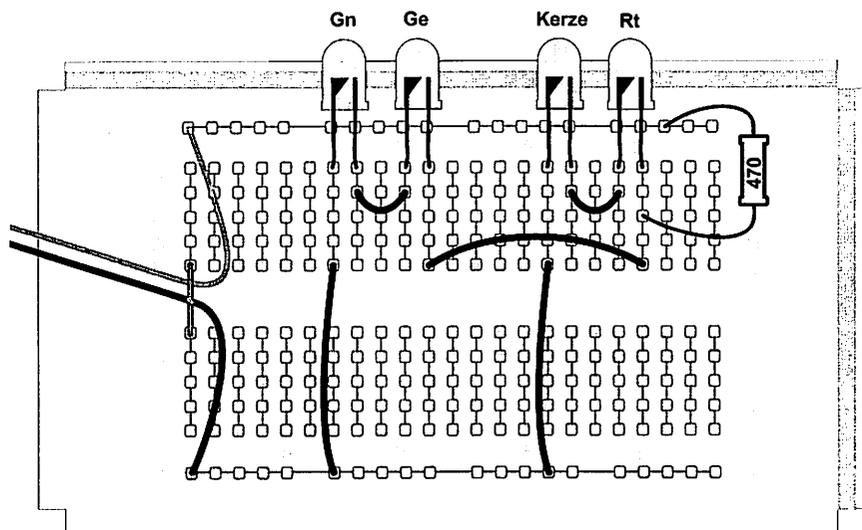
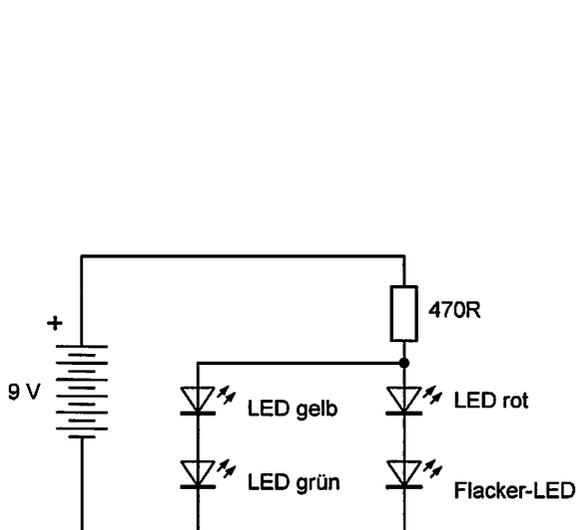
Setzen Sie die Kerzen-LED statt der Blink-LED in die Schaltung von Tag 11 ein. Sie erkennen das gelbe Kerzenflackern. Und auch die anderen LEDs flackern. Die Helligkeit der gelben Kerzen-LED wird nämlich durch sehr schnelles Ein- und Ausschalten des Stroms verändert.



13. Tag

13 Mehr Helligkeit

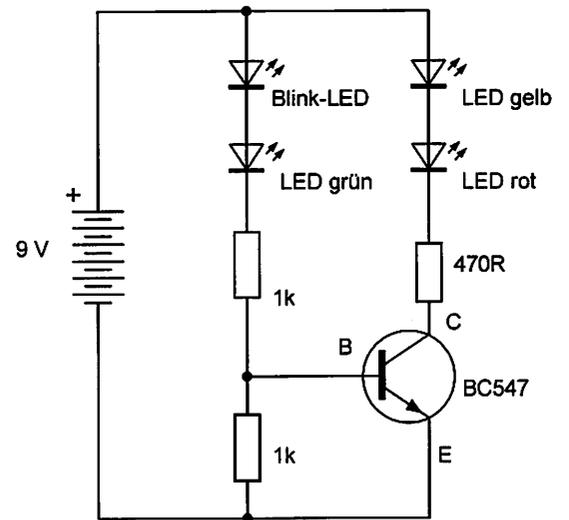
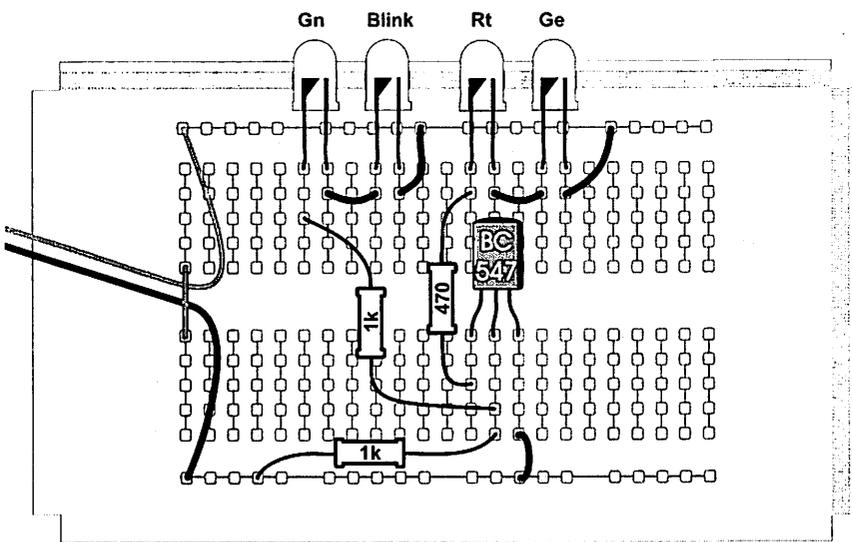
Einen Widerstand mit 470 Ω (Gelb, Violett, Braun) finden Sie in Fach Nr. 13. Im Vergleich zum bisher verwendeten 1-k Ω -Widerstand erreichen Sie damit ungefähr den doppelten Strom und die doppelte Helligkeit. Testen Sie auch andere Widerstände bis 10 k Ω und entscheiden Sie selbst, welche Helligkeit die richtige ist. Einerseits will man nicht geblendet werden, aber andererseits soll das LED-Licht vielleicht auch aus größerer Entfernung sichtbar sein. Es kommt also auf den jeweiligen Einsatzzweck an, wie die Schaltung ausgelegt werden muss.



14 Vierfach-LED-Blinker

Öffnen Sie Tür Nr. 14 und entnehmen Sie ein Bauteil mit drei Anschlüssen, den Transistor. Ein Transistor dient der Verstärkung von Strömen und kann auch als elektronischer Schalter eingesetzt werden. Ein kleiner Strom durch den Basisanschluss (B) reicht aus, um einen größeren Strom durch den Kollektor (C) einzuschalten. Beide Ströme fließen durch den gemeinsamen Emitter-Anschluss (E). Beim Einbau des Transistors muss die Anschlussfolge genau beachtet werden. Schaut man auf die Beschriftung BC547, sind die Anschlüsse von links nach rechts C, B und E.

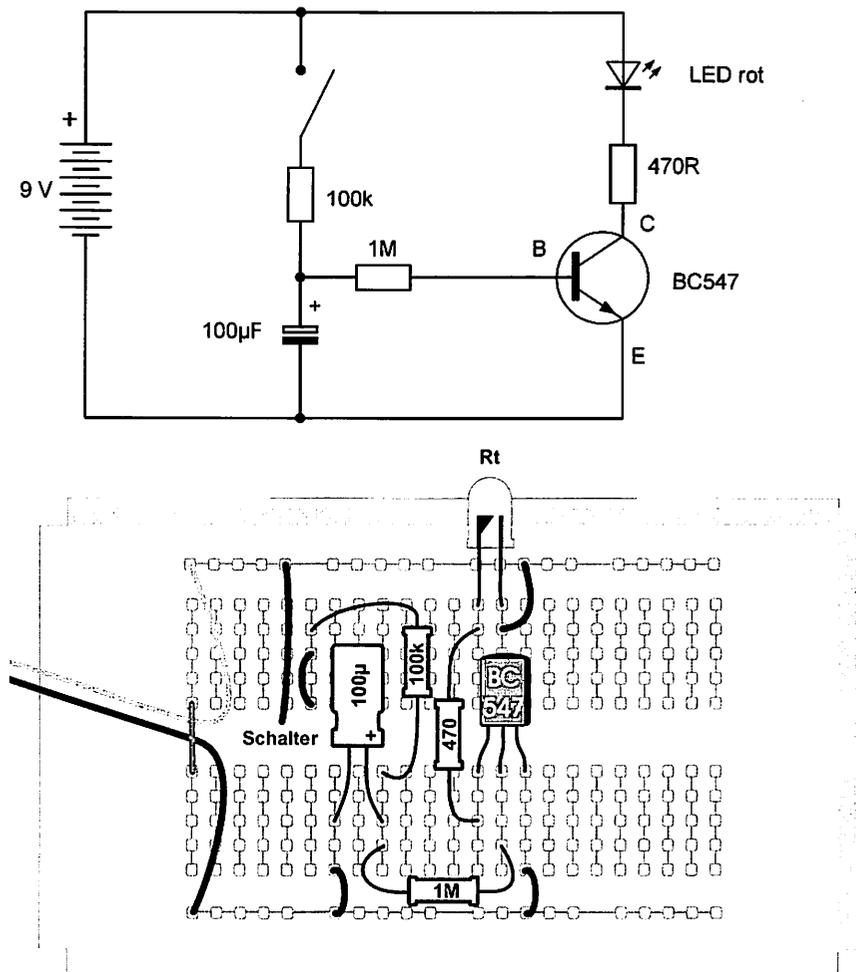
Mit dem Transistor als Schalter wird hier eine Vierfachblinkschaltung aufgebaut. Die Blink-LED schaltet zugleich den Basisstrom des Transistors ein und aus. Immer wenn Basisstrom fließt, schaltet der Transistor den Kollektorstrom ein. Die drei zusätzlichen LEDs blinken daher im selben Takt.



15. Tag

15 Gute-Nacht-Licht

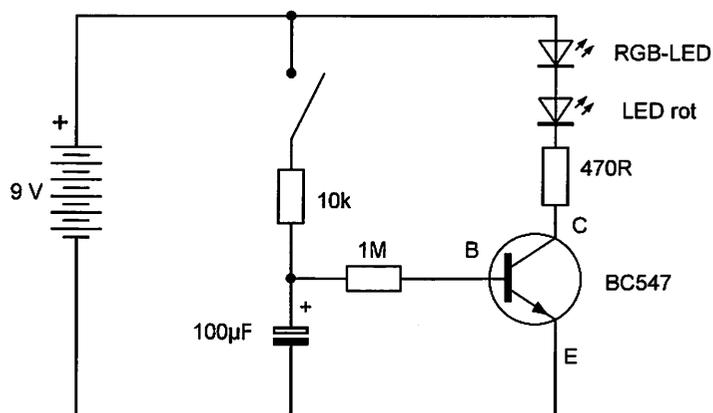
In Fach Nr. 15 finden Sie einen Widerstand mit 100 k Ω (Braun, Schwarz, Gelb). Über diesen Widerstand wird der Elko langsam aufgeladen. Mit dem Betätigen des Schalters geht die rote LED allmählich an. Da nun der Elko geladen ist, bleibt das Licht auch nach dem Loslassen des Schalters für längere Zeit an und wird dann ganz langsam schwächer. Dieses Licht erleichtert den Übergang vom Tag zur Nacht.



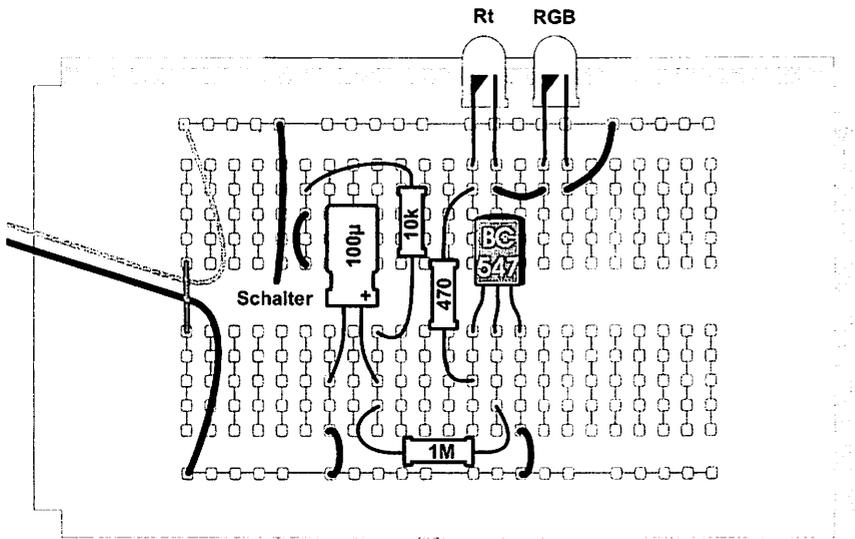
16. Tag

16 Farbwechsel-LED

Eine ganz besondere LED finden Sie in Fach Nr. 16: die automatische RGB-Farbwechsel-LED. Sie enthält drei LED-Kristalle in den Farben Rot, Grün und Blau sowie eine komplexe Steuerschaltung, die dafür sorgt, dass alle drei LED-Kristalle in einem komplizierten Muster einzeln und gemeinsam aufleuchten können. Auch Mischfarben und Überblendungen werden gebildet. Der interne LED-Controller erzeugt dazu sogenannte PWM-Signale (Pulsweitenmodulation), mit denen sich die Helligkeit jedes LED-Kristalls stufenlos verändern lässt.



Wenn Sie die LED im ausgeschalteten Zustand mit einer Lupe betrachten, erkennen Sie drei LED-Kristalle und den Silizium-Chip. Die RGB-LED wird wie eine normale LED mit einem Vorwiderstand betrieben. Hier wird sie einfach mit in die bestehende Schaltung des letzten Tags eingebaut. Die bunten Farbwechsel schalten sich dann nach einiger Zeit automatisch ab.

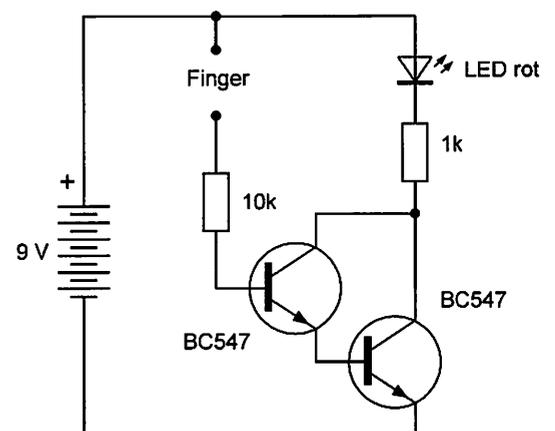
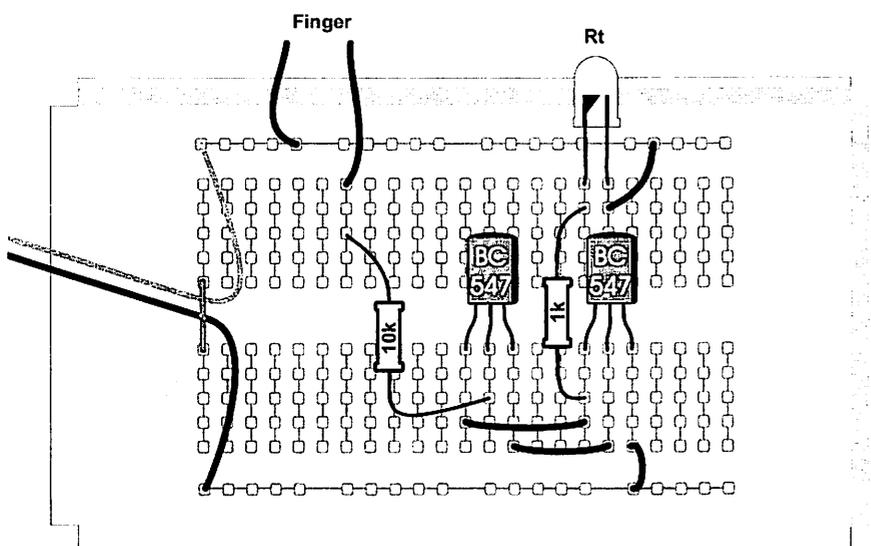


17 Berührungsschalter

Ein Transistor ist gut, aber zwei Transistoren sind besser. Den zweiten Transistor finden Sie in Fach Nr. 17. Ein einzelner Transistor verstärkt den Basisstrom etwa 500-fach. Schaltet man zwei Transistoren zusammen, beträgt die Gesamtverstärkung etwa $500 * 500 = 250.000$. Nun reicht bereits ein winziger Steuerstrom von $1 \mu\text{A}$ (Mikroampere), um eine LED einzuschalten. Es genügt schon der Strom durch einen Finger, wenn man zwei Metallkontakte berührt. Erst ein 1.000-fach größerer Strom von 1 mA (Milliampere) ist gerade zu spüren. Ein Widerstand von $10 \text{ k}\Omega$ sorgt dafür, dass auch bei einer direkten Verbindung ein Strom von weniger als 1 mA fließt. Sobald Sie die Drähte berühren, geht die LED an.

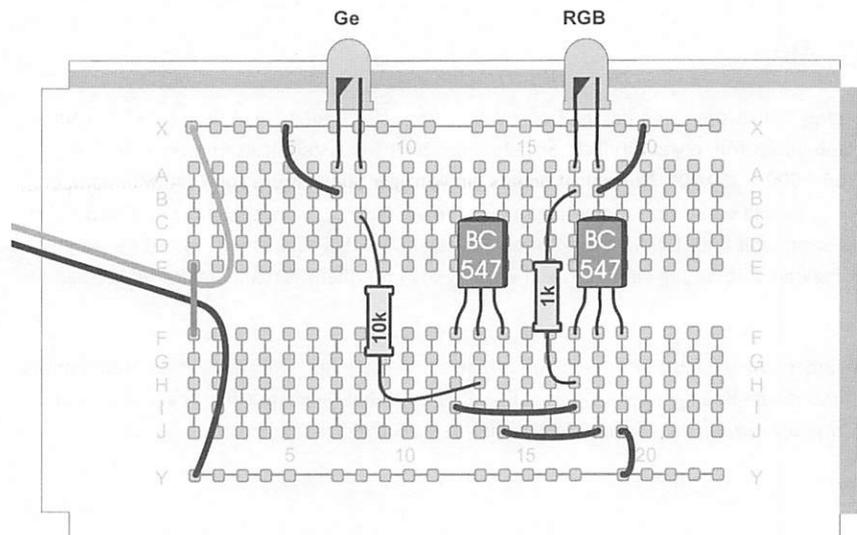
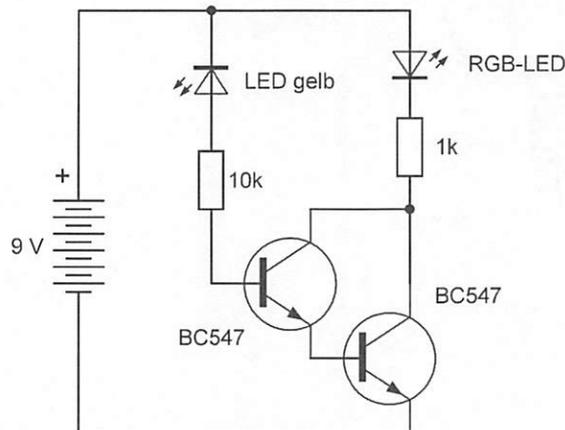
Dieser Versuch verletzt scheinbar eine wichtige Sicherheitsregel: Man sollte keine leitenden Teile eines Stromkreises berühren. Nur unter ganz besonderen Bedingungen ist dies zulässig, nämlich bei ungefährlicher Spannung unter 24 V und bei ausreichender Strombegrenzung. In diesem Fall bestehen keine Sicherheitsbedenken.

17. Tag



18 Lichtsensor

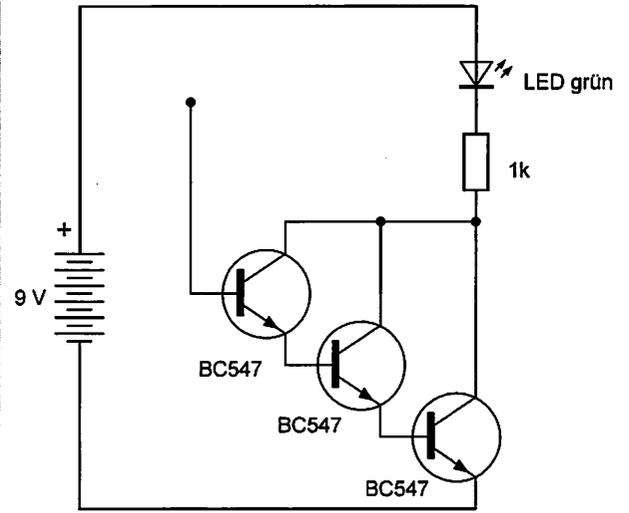
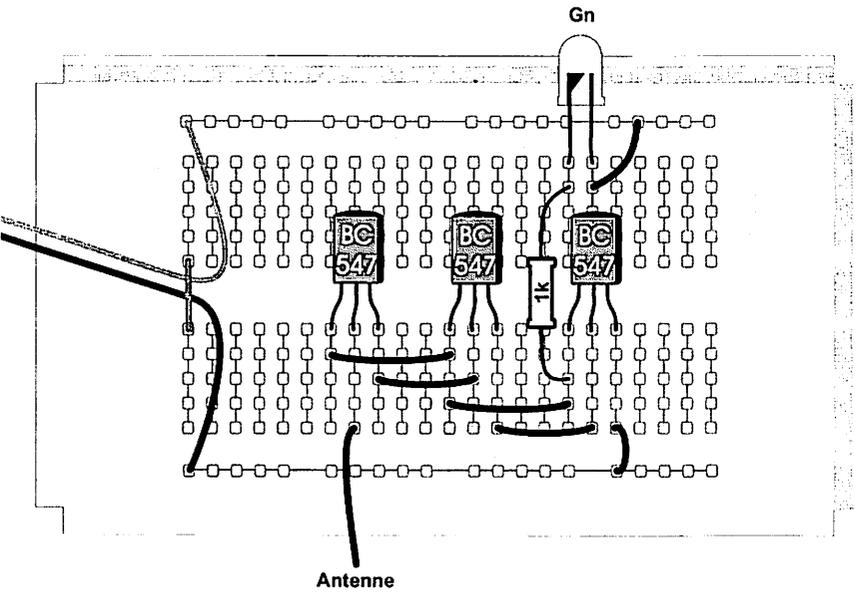
Bei diesem Versuch wird die gelbe LED aus Fach Nr. 18 „falsch herum“, also mit der Kathode am Pluspol, eingebaut. Sie leuchtet damit nicht. Aber die LED wird auf diese Weise zu einer Fotodiode. Wenn Licht auf sie fällt, fließt ein kleiner Strom. Dieser wird durch beide Transistoren so weit verstärkt, dass die Farbwechsel-LED gut sichtbar leuchtet. Testen Sie die Schaltung bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen. Je mehr Licht auf den Lichtsensor fällt, desto heller leuchtet die RGB-LED. Wenn Sie die gelbe LED mit der Hand abschatten, geht die RGB-LED aus.



19 Bewegungsmelder

In Fach Nr. 19 finden Sie einen weiteren Transistor. Mit insgesamt drei Transistoren kann ein winziger Strom so weit verstärkt werden, dass eine LED eingeschaltet wird. Der Eingang des dreifachen Verstärkers ist an einem Drahtstück als Antenne angeschlossen. Halten Sie nun Ihre Hand nahe an den Draht, aber nicht näher als 10 cm. Bewegen Sie dann Ihre Schuhe auf dem Teppich oder einem anderen isolierenden Bodenbelag. Die LED geht im Takt Ihrer Bewegung an und aus. Testen Sie nun größere Entfernungen. Je nach Art des Bodens und Länge der Antenne kann Ihr elektrostatischer Sensor einen Menschen bereits aus einiger Entfernung erkennen.

Durch Reibung und Bewegung werden elektrische Ladungen getrennt. Ein Mensch kann sich dabei auf mehr als 1.000 V aufladen. Manchmal bekommt man beim Berühren leitender Gegenstände einen elektrischen Schlag. Und manchmal bemerkt man anziehende Kräfte, wenn z. B. eine Kunststoffolie elektrisch geladen haftet. Solche elektrischen Kräfte wirken auch auf die Elektronen in einem Draht und können sie in Bewegung setzen. Dabei fließt ein winzig kleiner Strom, den die drei Transistoren so weit verstärken, dass die LED leuchtet.

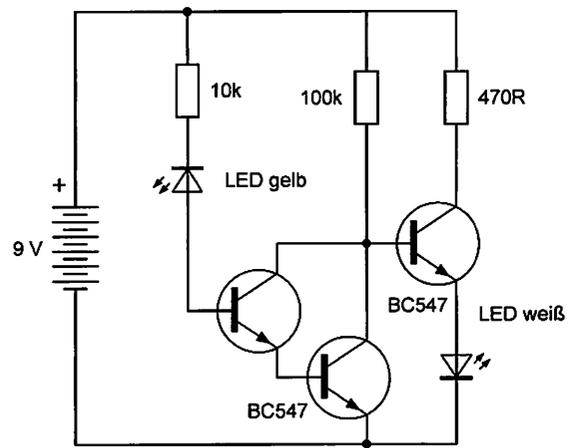
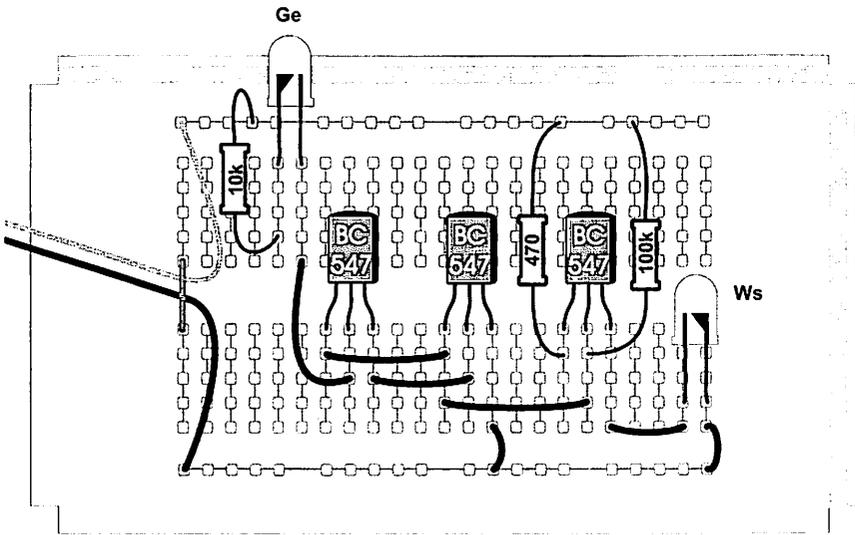


20 Dämmerungsschalter

20. Tag

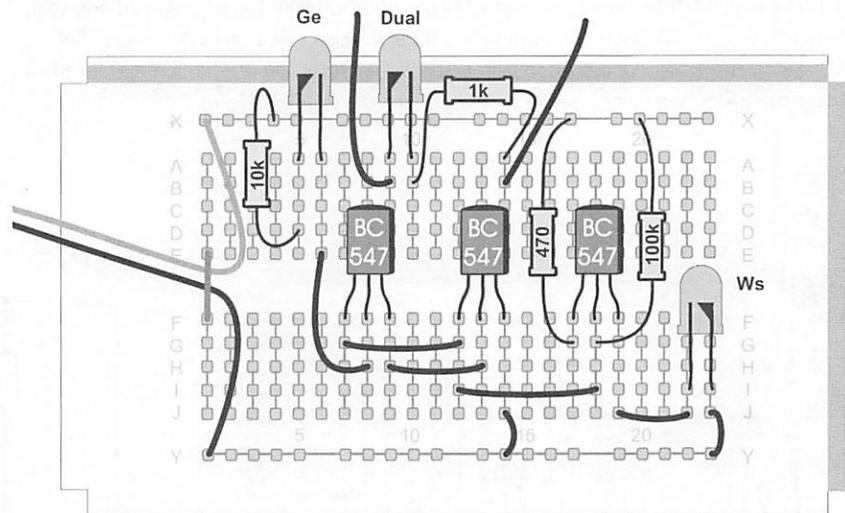
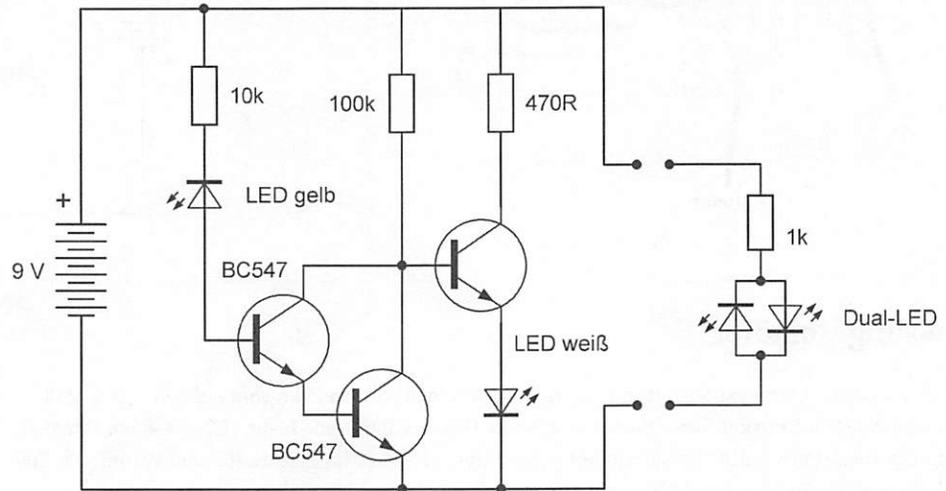
Hinter Türchen Nr. 20 kommt eine weiß leuchtende LED zum Vorschein. Blickt man von vorn auf den LED-Kristall, erkennt man einen gelblichen Farbstoff. Tatsächlich ist die weiße LED eigentlich eine blaue LED, die einen Farbstoff zum Leuchten anregt. Die Art des Leuchtstoffs bestimmt den Farbton, also z. B. Tageslichtweiß oder Warmweiß. Eine weiße LED wird wie eine farbige Standard-LED immer mit einem Vorwiderstand betrieben.

Die Schaltung soll die weiße LED automatisch bei Dunkelheit einschalten und bei hellem Umgebungslicht ausschalten. Eine gelbe LED dient als Lichtsensor. Der Fotostrom wird mit zwei Transistoren so weit verstärkt, dass er bei ausreichender Umgebungshelligkeit den Basisstrom des eigentlichen Schalttransistors ableiten kann. Bei Dunkelheit erhält der rechte Transistor dagegen ausreichend viel Basisstrom und schaltet die weiße LED ein.



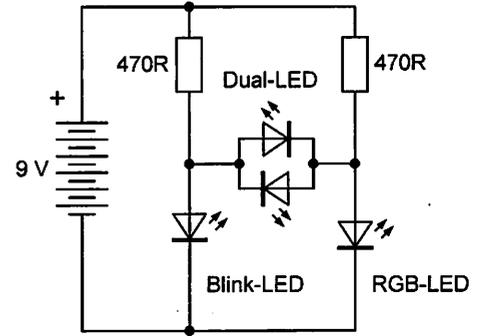
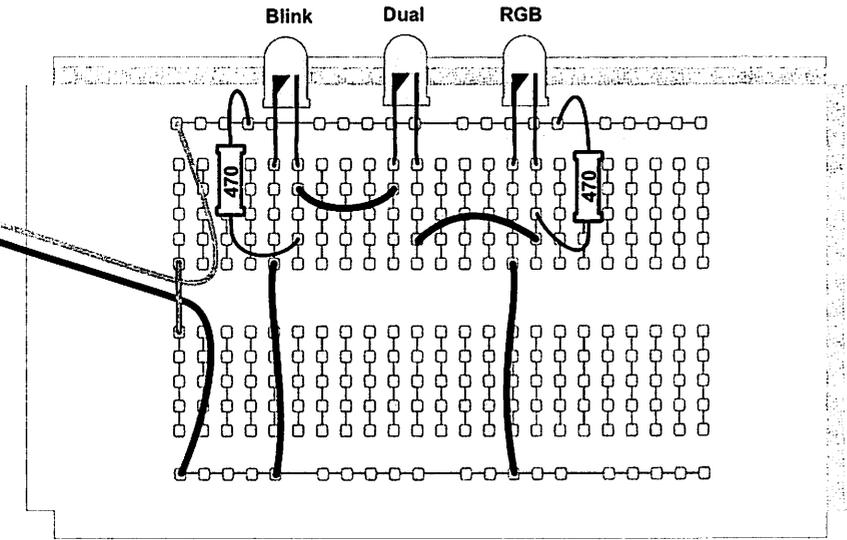
21 Rot oder Grün

Hinter dem 21. Türchen finden Sie eine weitere besondere LED, die Dual-LED. Sie enthält in einem klaren LED-Gehäuse einen roten und einen grünen LED-Kristall. Beide Leuchtdioden sind antiparallel zusammengeschaltet. Anders als bei einer normalen LED fließt daher Strom in beiden Richtungen. Aber abhängig von der Stromrichtung leuchtet einmal der rote und einmal der grüne LED-Kristall. Baut man die Dual-LED wie eine Standard-LED ein, leuchtet sie rot. Vertauscht man die Anschlüsse, leuchtet sie grün. Diese Eigenschaft kann verwendet werden, um die Polarität einer Batterie zu testen. Bauen Sie die Testschaltung mit zwei Prüfkabeln. Die Farbe der LED zeigt nun an, wie die Kabel mit der Batterie verbunden wurden. Ein solches Testgerät kann nützlich sein, wenn man Steckernetzteile mit unbekannter Polarität untersuchen will. Hier wird der Versuch zusätzlich zur bestehenden Schaltung vom Vortag auf das Steckboard gebaut. Verwenden Sie zwei Testkabel zum Anschluss an die Stromversorgung.



22 Farbspiele

Die Dual-LED kann in einer geeigneten Schaltung automatisch ihre Farbe wechseln. Für die folgende Wechselblinkerschaltung benötigen Sie den nächsten Widerstand mit 470Ω (Gelb, Violett, Braun) aus Fach Nr. 22. Die Dual-LED liegt in einer Brückenschaltung mit zwei automatisch schaltenden LEDs, der roten Blink-LED und der Dreifarben-LED. Beide schalten in mehr oder weniger schneller Folge ihre eingebauten LEDs ein und aus. Wenn zufällig gerade eine der beiden Automatik-LEDs eingeschaltet und die andere gerade ausgeschaltet ist, fließt ein Brückenstrom durch die Dual-LED. Sie leuchtet dann entweder rot oder grün. Im Endergebnis blitzt die Dual-LED in unregelmäßiger Folge rot und grün auf. Insgesamt ergibt sich ein interessantes Farbenspiel.

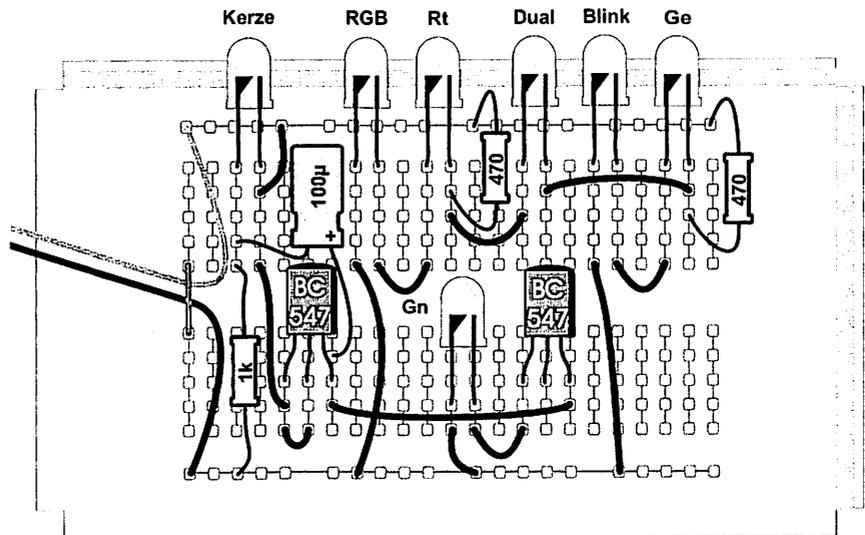
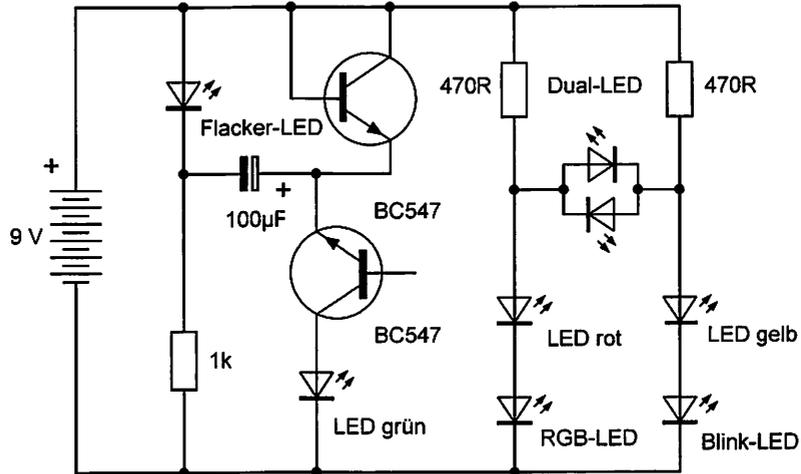


23 Blitzlicht

Hinter Türchen Nr. 23 finden Sie einen weiteren Widerstand mit 470 Ω (Gelb, Violett, Braun). Weihnachten ist nahe, und da sollen alle LEDs gemeinsam zum Einsatz kommen. Deshalb wird nun die Schaltung des letzten Tags um zwei weitere LEDs erweitert. Im rechten Teil der Schaltung flackern die Farbwechsel-LED, die rote Blink-LED, die rot-grüne Dual-LED entsprechend ihrer Einbaurichtung und zwei weitere Standard-LEDs.

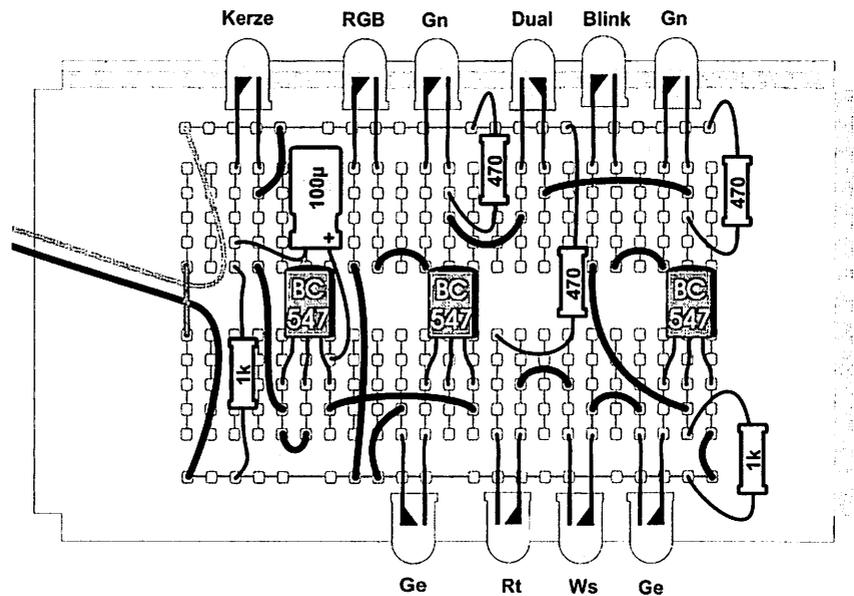
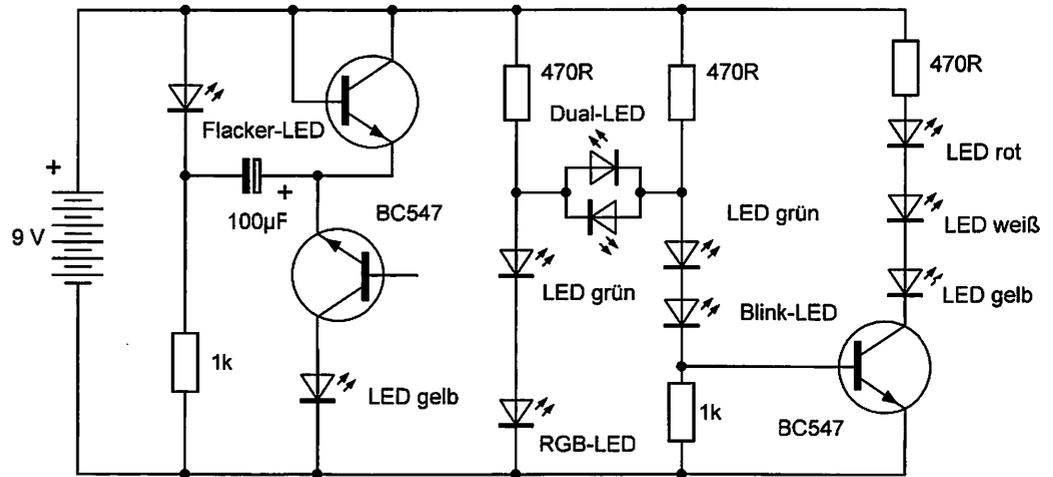
Der linke Teil der Schaltung ist ein ganz besonderes Blitzlicht. Der untere Transistor wird sozusagen falsch herum und mit nicht angeschlossener Basis betrieben. Bei einer bestimmten, ausreichend hohen Spannung beginnt der Transistor dann plötzlich zu leiten und erzeugt einen hellen Lichtblitz an der grünen LED. Die dafür notwendige Spannung liegt bei etwa 12 V. Für die höhere Spannung sorgt eine besondere Schaltung. Dieser Spannungswandler verwendet die gelbe Flacker-LED als Rechteckgenerator und den Elko mit 100 µF. Ein zusätzlicher Transistor arbeitet als Gleichrichterdiode. So erzeugt man aus der Batteriespannung von 9 V eine Spitzenspannung bis über 12 V. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung dauert es einen Augenblick, bis der Elko genügend weit aufgeladen ist. Dann sieht man ein unregelmäßiges grünes Blitzlicht.

23. Tag



24 Festliches LED-Licht

Für diese Schaltung brauchen Sie eine weitere grüne LED, die hinter dem letzten Türchen wartet. Nun, am 24. Dezember, sollen alle zehn LEDs gemeinsam zum Einsatz kommen. Die neue Schaltung entsteht aus einer Erweiterung des letzten Versuchs. Damit jede der LEDs blitzt, flackert oder blinkt, wird noch ein weiterer Schalttransistor eingesetzt. Die rote Blink-LED liefert den Takt, in dem die drei LEDs im rechten Teil der Schaltung blinken sollen.



Diese Schaltung ist zwar schon relativ komplex, sie zeigt aber längst nicht das Ende der Möglichkeiten. Und es gibt immer noch etwas zu verändern oder zu verbessern. Vielleicht bevorzugen Sie andere Farbkombinationen oder eine Angleichung der Helligkeiten. Werden Sie kreativ und probieren Sie eigene Ideen aus. Greifen Sie dabei auf Grundschaltungen zurück und kombinieren Sie unterschiedliche Schaltungen. So bauen Sie Ihre eigene LED-Beleuchtung nach Ihrem ganz persönlichen Geschmack.

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 werden.



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.

Warnung! Augenschutz und LEDs:

Blicken Sie nicht aus geringer Entfernung direkt in eine LED, denn ein direkter Blick kann Netzhautschäden verursachen! Dies gilt besonders für helle LEDs im klaren Gehäuse sowie in besonderem Maße für Power-LEDs. Bei weißen, blauen, violetten und ultravioletten LEDs gibt die scheinbare Helligkeit einen falschen Eindruck von der tatsächlichen Gefahr für Ihre Augen. Besondere Vorsicht ist bei der Verwendung von Sammellinsen geboten. Betreiben Sie die LEDs so wie in der Anleitung vorgesehen, nicht aber mit größeren Strömen.

© 2014 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern 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.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

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.