

CE

CONRAD

Vorwort

Wie in den letzten Jahren gibt es auch 2018 wieder einen neuen Conrad-Elektronik-Kalender mit 24 Experimenten für den 1. bis 24. Dezember. Die Themen umfassen Sensoren, Zeitgeber und die akustische Ausgabe. Im Mittelpunkt steht der Präzisionstimer NE555. Dieses universelle IC wurde primär als Zeitgeber entwickelt, eignet sich aber für die unterschiedlichsten Aufgaben von der Umsetzung von Messwerten bis zur Tonerzeugung.

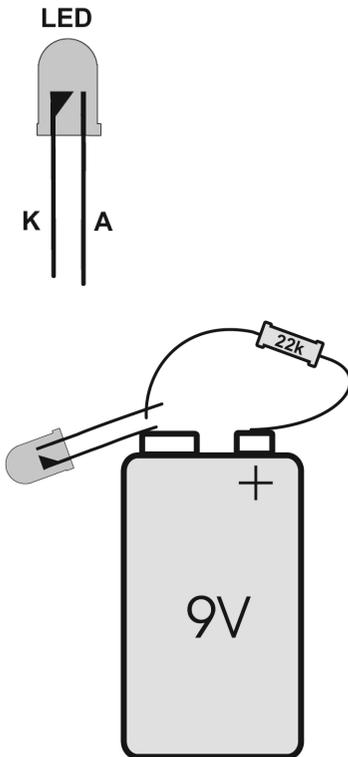
Den Elektronik-Kalender kann man ganz unterschiedlich verwenden. Der eine möchte vielleicht einfach nur alles genau nach Plan aufbauen und den Erfolg genießen, der andere will es dagegen genau verstehen. Die Versuchsbeschreibungen sollen beiden gerecht werden. Deshalb werden Aufbau und Funktion jeweils nur so knapp beschrieben, wie es für den erfolgreichen Aufbau nötig ist. Im Anschluss werden die technischen Hintergründe in knapper Form erläutert. So findet man die entscheidenden Hinweise, mit denen man auch auf die Suche nach weiteren Informationen gehen kann. Die größte Freude bereiten die Experimente übrigens, wenn man zusammenarbeitet. Eltern und Großeltern können vielleicht wertvolle Erfahrungen weitergeben und das Interesse der Kinder und Jugendlichen wecken.

Mit den vorhandenen Bauteilen lassen sich noch wesentlich mehr Schaltungen bauen, als hier gezeigt werden können. Wer die vorgegebenen Versuche mit Interesse durcharbeitet, findet schnell weitere Schaltungsvarianten und ähnliche Anwendungen. Und auch ganz neue Schaltungen lassen sich entwickeln. Ihrem Erfindungsreichtum sind keine Grenzen gesetzt!

Wir wünschen viel Freude und eine frohe Weihnachtszeit!

Alle Versuche im Überblick

1	LED-Test	4
2	Batterieverbindung	5
3	Gesteckter Aufbau	6
4	An/Aus per Berührung	7
5	Zufallsschalter	8
6	Berührungsalarm	9
7	Lichtsensoren	10
8	Blitzlichtsensor	11
9	LED-Blinker	12
10	Wechselblinker	13
11	Tongenerator	14
12	Akustischer Lampentester	15
13	Temperaturschranke	16
14	Temperaturwarner	17
15	Dudelsack	18
16	Licht-Theremin	19
17	Temperaturabhängige Sirene	20
18	Impulsschalter 0,5 Sekunden	21
19	Zeitschalter 10 Sekunden	22
20	Berührungssensoren	23
21	Elektrostatischer Bewegungsmelder	24
22	Fingerorgel	25
23	Passiv-Infrarotmelder	26
24	Lichtgesteuertes Stimmungslicht	27

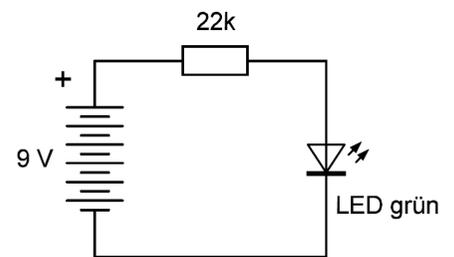
Grüne LED + Widerstand 22 k Ω 

1 LED-Test

Hinter dem 1. Türchen finden Sie eine grüne LED und einen dazu passenden Widerstand. Zusätzlich benötigen Sie noch eine 9-V-Blockbatterie. Der erste Versuch soll einfach nur eine LED zum Leuchten bringen. Eine LED darf niemals direkt an eine Spannungsquelle gelegt werden – man braucht immer auch einen Vorwiderstand. Ohne diesen Widerstand würde die LED überlastet und zerstört! Die LED muss in der korrekten Richtung eingebaut werden. Sie besitzt zwei unterschiedliche Anschlüsse. Der kurze Draht ist der Minuspol (Kathode, K), der längere Draht ist der Pluspol (Anode, A). 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.

Der erste Versuch muss besonders vorsichtig ausgeführt werden. Achtung, vermeiden Sie den direkten Blick in eine leuchtende LED aus Entfernungen von unter einem Meter. Helle LEDs können Netzhautschäden verursachen. 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 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 wird als rechteckiges Kästchen gezeichnet. Jeder Widerstand hat einen bestimmten Widerstandswert. Hier sind es 22.000 Ohm = 22 Kiloohm = 22 k Ω (im Schaltbild kurz 22k). Das reale Bauteil ist mit Farbringen beschriftet (Rot, Rot, Orange für 22000 und Gold für mögliche Abweichungen bis +/-5 %).

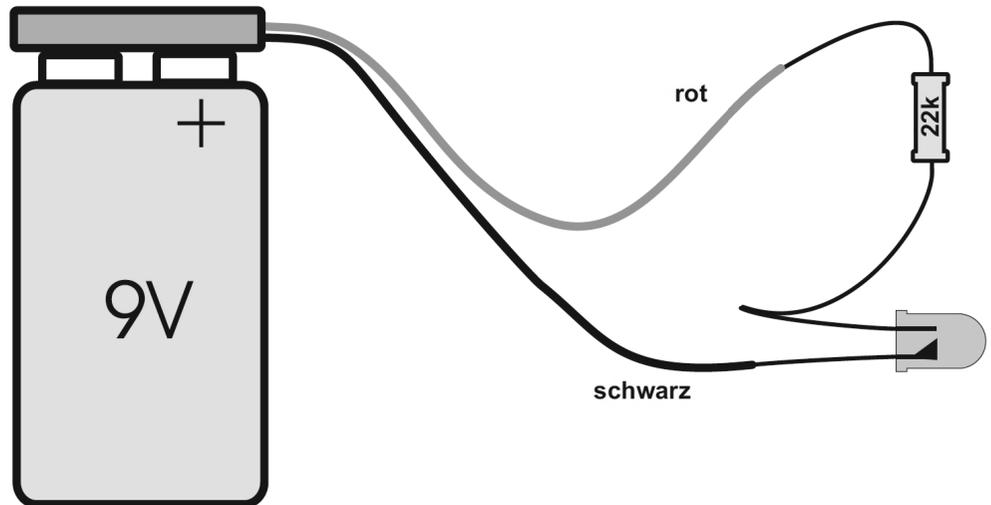


Das Schaltbild zeigt eine Reihenschaltung. Der Strom fließt durch Batterie, Widerstand und LED. Der Widerstand hat dabei die Aufgabe, die Stromstärke auf einen sinnvollen Wert zu begrenzen. Je größer der Widerstand, desto kleiner die Stromstärke. Bei 22 k Ω wird die LED zwar noch weit unterhalb ihres maximal erlaubten Stroms betrieben, sie leuchtet aber schon ausreichend hell.

2 Batterieverbindung

Das 2. Türchen verbirgt einen Batterieclip für die 9-V-Batterie. 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. 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.

Der Widerstand von $22\text{ k}\Omega$ bestimmt den Strom durch die LED. In diesem Fall kann man davon ausgehen, dass etwa 2 V an der LED liegen, also noch 7 V am Widerstand. Daraus ergibt sich ein Strom von nur 0,3 mA. Zum Vergleich: LEDs werden meist für Ströme von 20 mA ausgelegt. Diese grüne LED kommt jedoch schon mit deutlich weniger als 1 mA aus, um gut sichtbares Licht zu erzeugen.



2. Tag

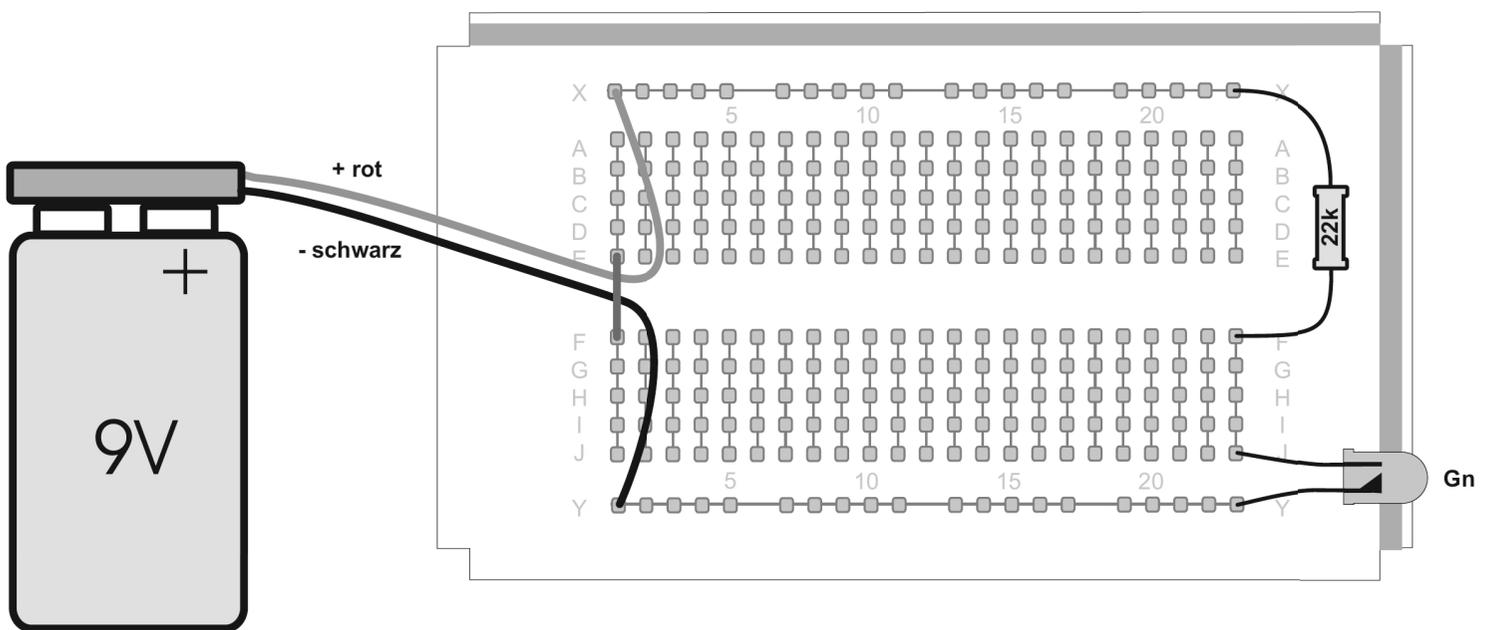
Batterieclip

3 Gesteckter Aufbau

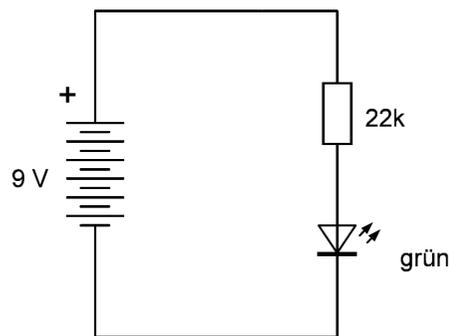
Öffnen Sie das 3. Türchen und nehmen Sie einen aufgewickelten Draht und eine Steckplatine aus dem Fach. Damit vereinfacht sich der Aufbau komplizierter Schaltungen. Das Steckboard mit insgesamt 270 Kontakten im 2,54-mm-Raster (0,1 Zoll) sorgt für eine sichere Verbindung der Bauteile.

Das Steckfeld hat im mittleren Bereich 230 Kontakte, die durch vertikale Streifen mit jeweils fünf Kontakten leitend verbunden sind. Zusätzlich gibt es am Rand 40 Kontakte für die Stromversorgung, die aus zwei horizontalen Kontaktfederstreifen mit je 20 Kontakten bestehen. Das Steckfeld verfügt damit über zwei unabhängige Versorgungsschienen, die hier für den Pluspol und den Minuspol der Batterie verwendet werden.

Das Einsetzen von Bauteilen erfordert 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 angefasst und senkrecht nach unten gedrückt. So lassen sich auch empfindliche Anschlussdrähte wie die verzinnenden Enden des Batterieclips ohne Knicken einsetzen. Manchmal hilft es auch, die Kontakte zuerst mit einer Nadel etwas zu weiten.



Bauen Sie die Schaltung aus dem ersten Versuch noch einmal auf der Steckplatine auf. Wieder handelt es sich um eine Reihenschaltung mit Widerstand und LED. Das Schaltbild zeigt die gleiche Schaltung, aber mit einer etwas anderen Anordnung der Bauteile, die dem realen Versuch möglichst ähnlich ist. Ein zusätzlicher kurzer Draht dient als Zugentlastung für die Batteriekabel und hält sie in ihrer Position fest. Entfernen Sie die Isolierung an den Enden auf einer Länge von 5 mm oder etwas mehr, sodass sie tief eingesteckt werden können und gut gehalten werden. Das gilt auch für alle Drahtverbindungen der folgenden Versuche.



4 An/Aus per Berührung

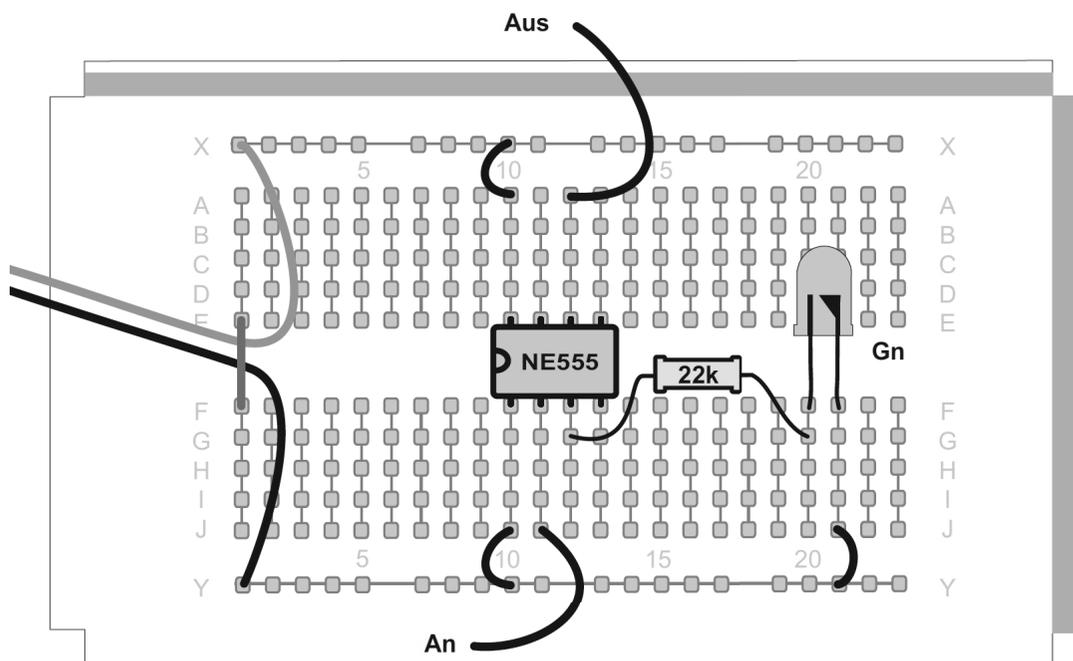
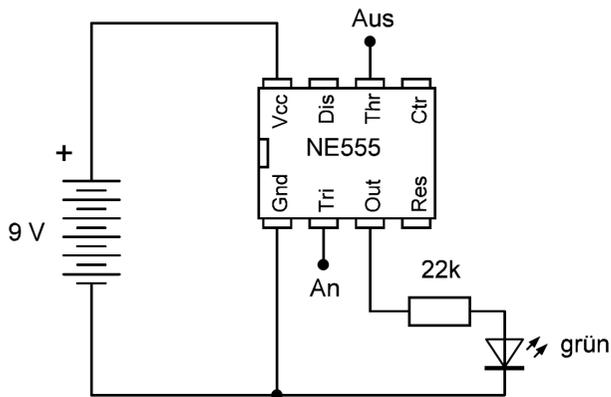
Hinter dem 4. Türchen finden Sie das wichtigste Bauteil dieses Kalenders, eine integrierte Schaltung (ein IC) mit der Bezeichnung NE555. Es handelt sich um einen Präzisionstimer für universelle Anwendungen. Bei einem fabrikneuen IC stehen die Anschlussbeinchen meist etwas nach außen. Richten Sie die Anschlüsse parallel aus, indem Sie jeweils eine Reihe auf eine harte Fläche drücken. Stecken Sie das IC dann in die Steckplatine. Auch hier kann es sinnvoll sein, die Kontakte vorher mit einer Nadel etwas zu weiten. Beachten Sie die Einbaurichtung und die genaue Position. Vermeiden Sie unbedingt eine Verwechslung der Anschlüsse für die Batteriespannung. An Pin 1 liegt der Minuspol (Gnd = Ground, Erde) und an Pin 8 der Pluspol (Vcc, Kollektorspannung).

Am Ausgang (Out, Pin 3) wird eine LED mit Vorwiderstand angeschlossen. Die beiden Anschlüsse Tri (Pin 2) und Thr (Pin 6) sind mit Drähten verbunden, deren andere Seite frei bleibt. Nach dem Anschließen der Batterie kann die LED leuchten oder aus bleiben, das Ergebnis ist zufällig. Berühren Sie nun mehrfach die beiden Drähte mit dem Finger. Damit können Sie die LED ein- und ausschalten. Ohne eine weitere Berührung bleibt der letzte Zustand gespeichert, da der NE555 ein Flipflop enthält, also eine Schaltung mit zwei stabilen Zuständen.

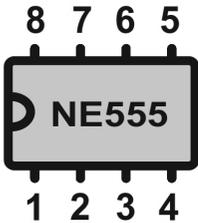
Falls das einfache Berühren der Drähte nicht gleich zum Erfolg führt, können Sie die offenen Enden auch kurz an den Plus- (Aus) und den Minuspol (An) halten. Oder Sie berühren abwechselnd Plus- und Minuspol der Batterie mit der anderen Hand.

4. Tag

NE555



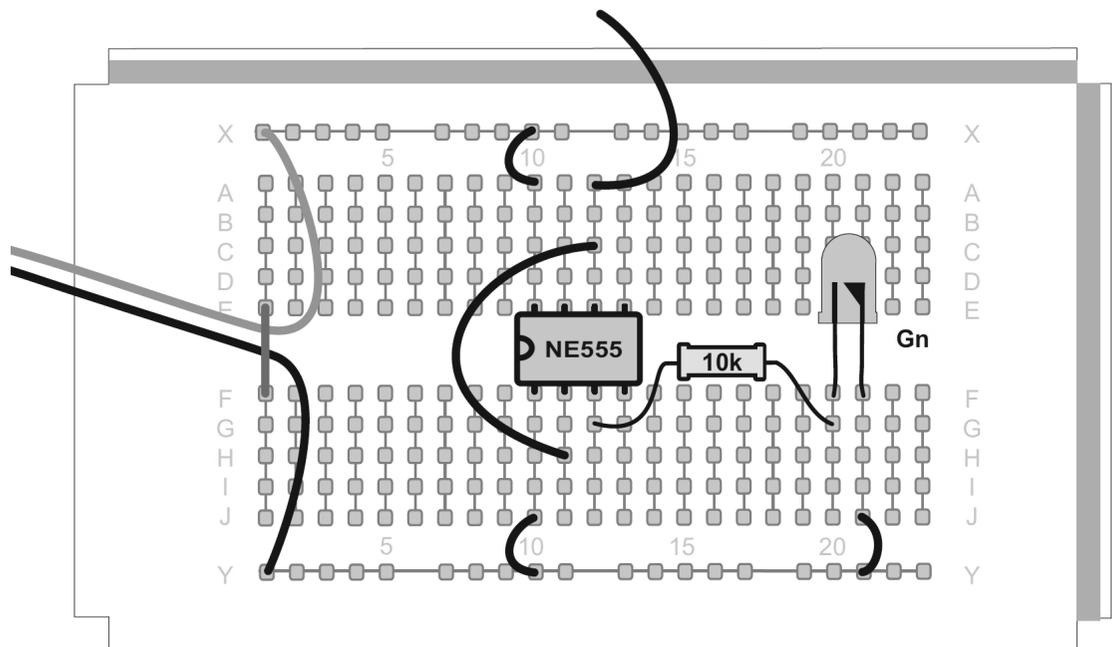
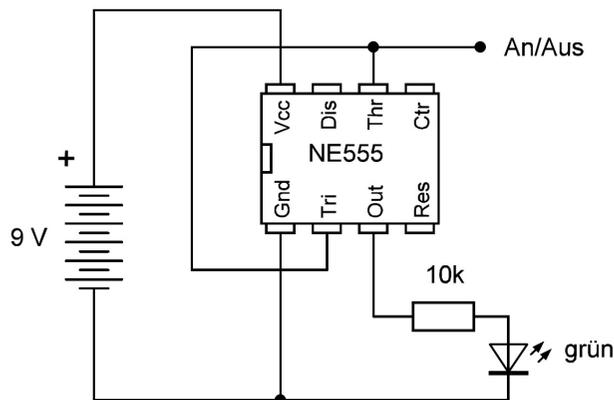
5. Tag

Widerstand 10 k Ω 

5 Zufallsschalter

Einen weiteren Widerstand finden Sie hinter Türchen Nummer 5. Er hat 10 k Ω und trägt die Farben Braun, Schwarz, Orange. Setzen Sie diesen Widerstand nun als Vorwiderstand der LED ein, die damit etwas heller leuchtet als bisher. Verbinden Sie die Eingänge Tri und Thr mit einem Draht, sodass sie nur noch einen gemeinsamen Eingang haben. Damit können Sie den Ausgang ein- und ausschalten. Allerdings kommt hier der Zufall ins Spiel.

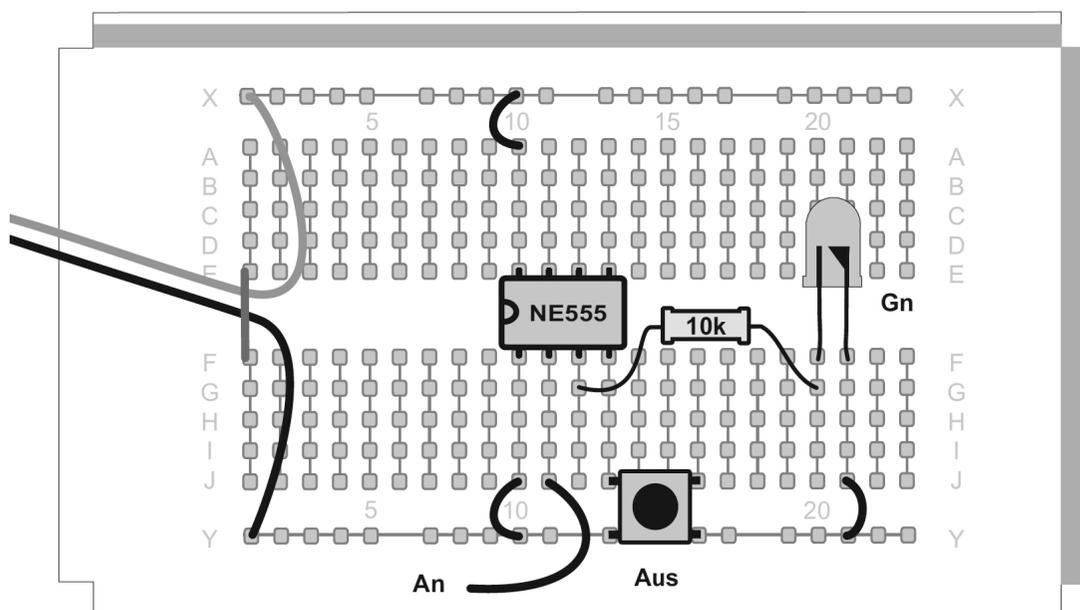
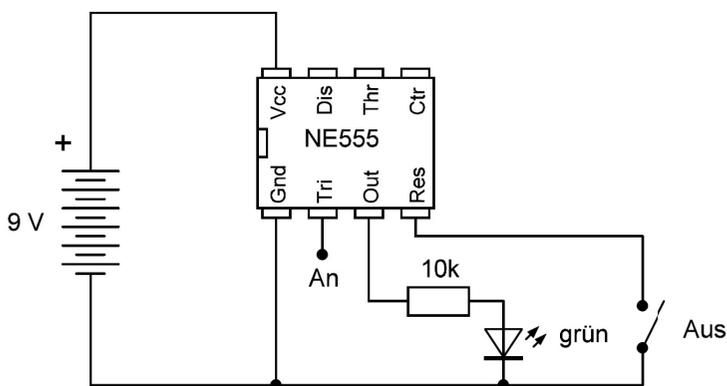
Der Timer NE555 enthält ein RS-Flipflop (Reset, Set = Ausschalten, Einschalten) mit seinem Ausgang an Pin 3 (Out), das über die Eingänge umgeschaltet werden kann. Der Trigger-Eingang Tri schaltet den Ausgang ein, wenn eine Spannung unterhalb von $1/3$ der Betriebsspannung (V_{cc}) angelegt wird. Und der Eingang Thr (Threshold, Schwelle) schaltet den Ausgang aus, wenn eine Spannung oberhalb von $2/3 V_{cc}$ angelegt wird. In beiden Fällen reicht ein kurzer Spannungsimpuls von unter einer Mikrosekunde zum Umschalten. Ein Mensch trägt meist eine zufällige elektrische Ladung oder in geschlossenen Räumen mit elektrischen Leitungen auch eine zufällige Wechselladung. Beim Berühren der Drähte kommt es zu einer Entladung mit kurzen Impulsen, die das Umschalten bewirken. Falls diese zufällige Ladung nicht ausreicht, können Sie mit dem offenen Ende des An/Aus-Drahts abwechselnd V_{cc} und Gnd berühren. Bei einer andauernden Berührung kann die LED scheinbar mit halber Helligkeit leuchten. Tatsächlich wird sie im Takt der Netzspannung ein- und ausgeschaltet. Wenn Sie den Draht loslassen, bleibt der letzte Zustand erhalten, wobei der genaue Zeitpunkt zufällig ist.



6 Berührungsalarm

Öffnen Sie Türchen Nummer 6. Dahinter finden Sie einen Tastschalter. Schließen Sie ihn am Reset-Eingang (Res, Pin 4) des NE555 an. Mit einem Tastendruck schalten Sie den Ausgang ab. Ein offener Draht dient als berührungsempfindlicher Einschalter. Sie können den Versuch wie eine Alarmanlage einsetzen, indem sie den offenen Draht mit einem leitenden Gegenstand verbinden. Wenn jemand Ihren wertvollen Pokal berührt, geht die LED an. Nur mit dem Reset-Taster kann sie wieder gelöscht werden. Die Empfindlichkeit des Alarms hängt auch von der Nähe elektrischer Leitungen und vom Bodenbelag ab. Manchmal kann es nötig sein, etwas mit den Füßen zu scharren, um sich stark genug aufzuladen.

Auch mit dem Tri-Eingang kann der Ausgang gelöscht werden. Der Taster müsste dazu zwischen Tri und Vcc (Plus) liegen. Die Funktion wäre ähnlich, allerdings gibt es einen Unterschied: Der Reset-Eingang hat Vorrang. Wenn er an Gnd liegt, kann der Ausgang nicht eingeschaltet werden. Dagegen hat das Einschalten mit Tri Vorrang gegenüber dem Ausschalten mit Thr.



6. Tag

Tastschalter

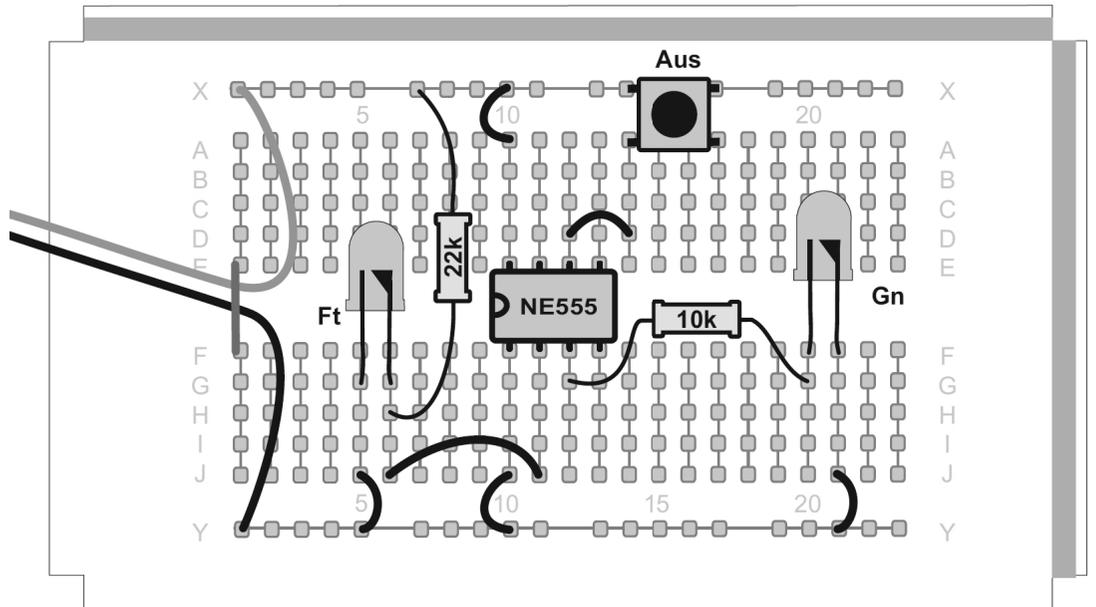
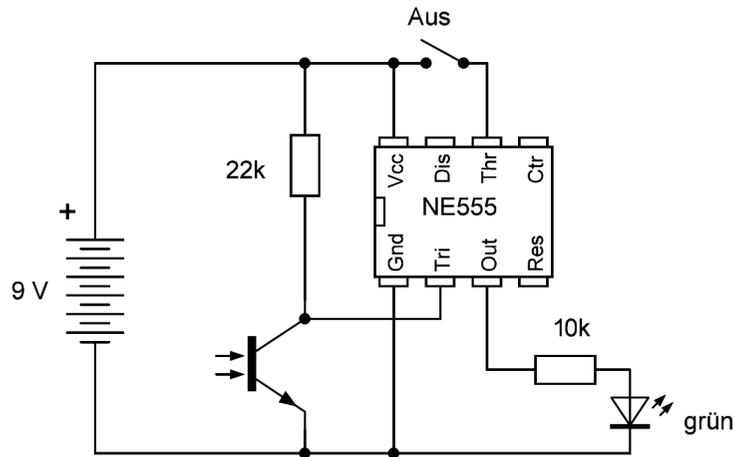


Fototransistor

7 Lichtsensor

Öffnen Sie das 7. Türchen und nehmen Sie einen Fototransistor heraus. Das Bauteil sieht aus wie eine LED in einem klaren Gehäuse. Von vorn sieht man jedoch die dunkle, lichtempfindliche Fläche. Der längere Anschluss ist der Emitter und wird hier an GND angeschlossen. Der kürzere Anschluss heißt Kollektor und führt zum Trigger-Eingang. Bei Dunkelheit ist der Fototransistor ein Isolator. Aber je mehr Licht auf seine empfindliche Fläche fällt, desto mehr Strom leitet er. Die Spannung am Trigger-Eingang sinkt dann. Bei genügender Helligkeit schaltet der NE555 die LED ein. Sie bleibt danach auch bei Dunkelheit an, bis sie mit dem Taster gelöscht wird.

Der Fototransistor arbeitet zusammen mit dem Widerstand von 22 kΩ als Spannungsteiler. Bei Dunkelheit ist die Spannung hoch (9 V), mit steigender Helligkeit sinkt sie. Sobald die Spannung unter 3 V fällt, schaltet der NE555 seinen Ausgang ein. Sie können die beiden Widerstände in der Schaltung tauschen, um die Empfindlichkeit zu ändern. Mit 10 kΩ im Spannungsteiler schaltet der Sensor erst bei größerer Helligkeit ein.



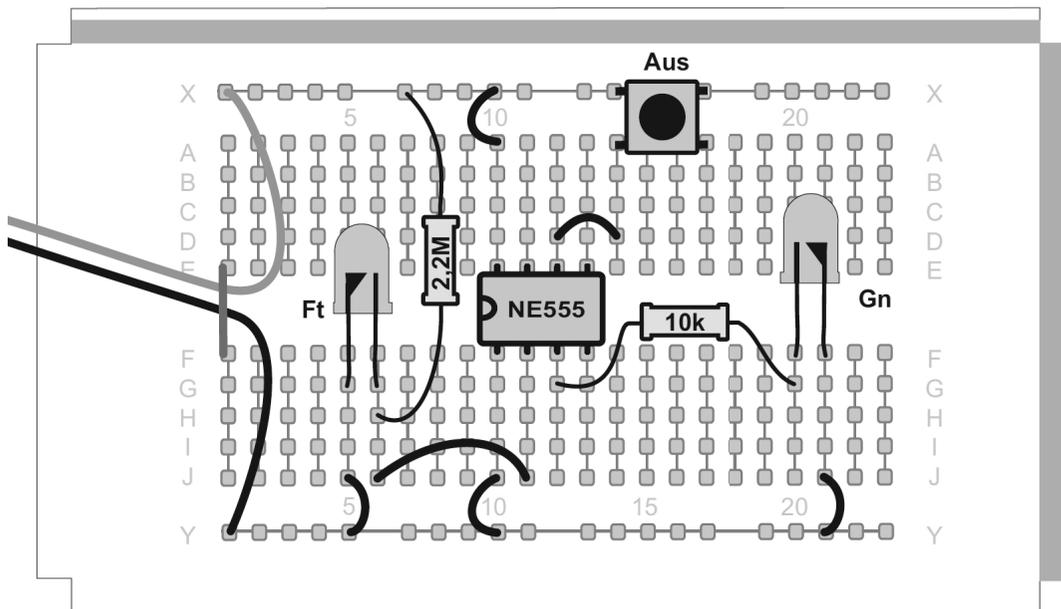
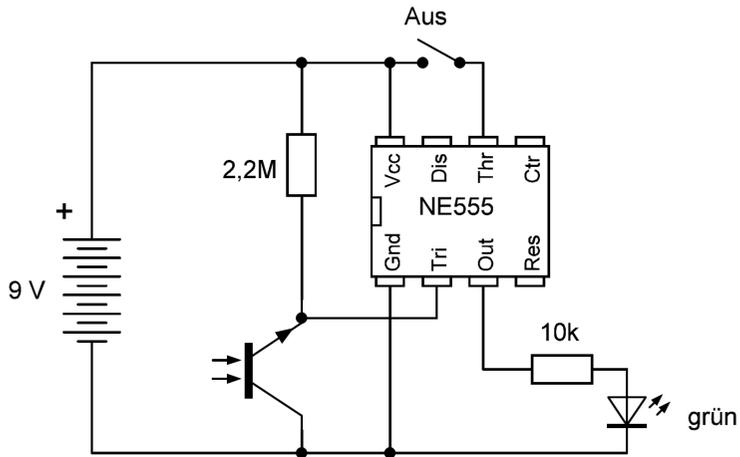
8 Blitzlichtsensor

Einen mit 2,2 MΩ (Rot, Rot, Grün) besonders großen Widerstand finden Sie hinter Türchen Nummer 8. Er wird zusammen mit dem Lichtsensor in einem Spannungsteiler eingesetzt. Damit reicht ein sehr kleiner Strom, um den Ausgang zu triggern. Der Fototransistor wird deshalb „falsch herum“ eingebaut. Mit dem Kollektor am Minuspol funktioniert er ebenfalls, allerdings mit einem geringeren Strom. Bei mäßiger Raumhelligkeit spricht der Sensor noch nicht an. Aber bei einem Lichtblitz oder bei Annäherung einer hellen Taschenlampe geht die LED an.

Testen Sie die Schaltung einmal mit voller Empfindlichkeit, indem Sie den Fototransistor „richtig herum“ mit dem Emittor an Gnd einsetzen. Nun müssen Sie den Raum komplett abdunkeln, um den Ruhezustand zu erreichen. Dann reicht schon ein schwacher Lichtschein, um den Sensor auszulösen.



Widerstand 2,2 MΩ



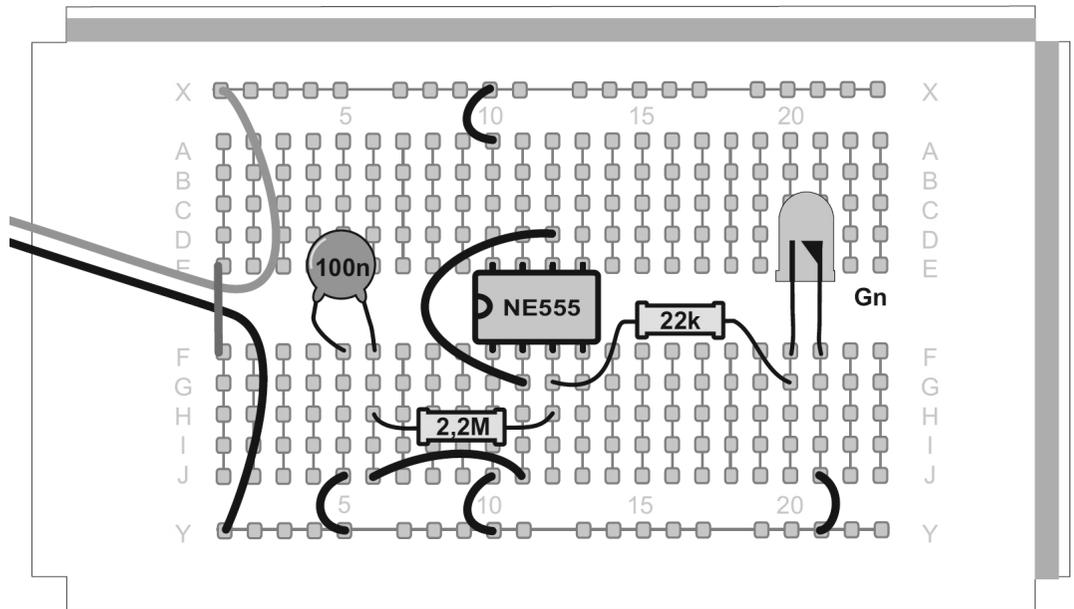
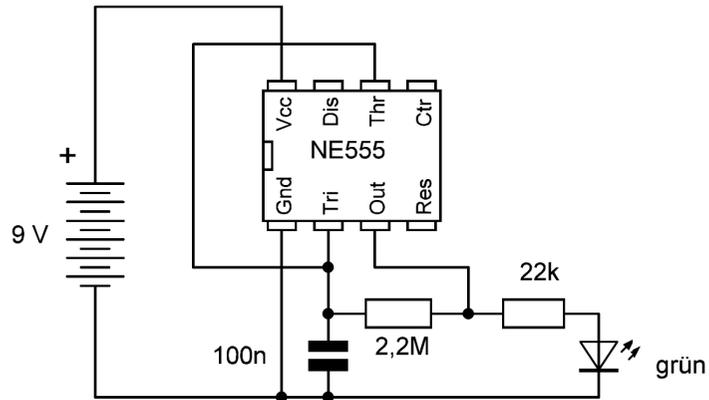


Kondensator 100 nF

9 LED-Blinker

Hinter dem 9. Türchen finden Sie einen keramischen Scheibenkondensator mit der Kapazität 100 nF. Die Beschriftung lautet 104 und steht für 100.000 pF (Picofarad), also 100 nF (Nanofarad). Mit dem Kondensator lässt sich ein elektronischer Blinker bauen. Die LED geht in schneller Folge an und aus.

Der Kondensator wird in dieser Schaltung immer wieder geladen und entladen. Seine Spannung bewegt sich zwischen den beiden Schaltschwellen von 3 V und 6 V. Die Geschwindigkeit hängt von der Kapazität des Kondensators und dem Ladewiderstand ab. In diesem Fall beträgt die Zeitkonstante 100 nF mal 2,2 MΩ, also 0,22 Sekunden. Das entspricht ungefähr einer Schaltperiode des NE555. Die LED blinkt deshalb etwa fünfmal in einer Sekunde.



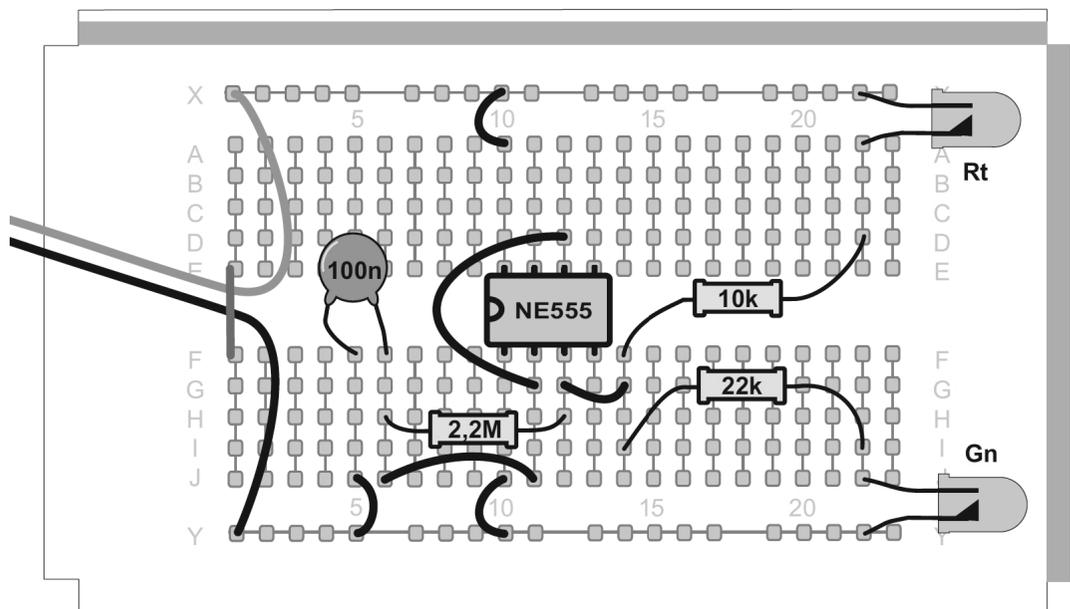
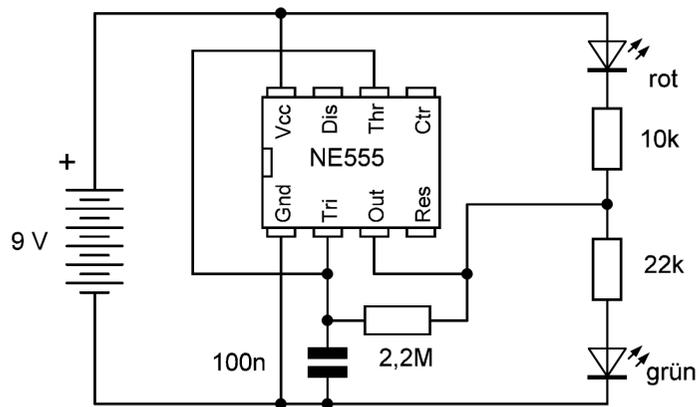
10 Wechselblinker

Hinter Türchen Nummer 10 finden Sie eine rote LED. Damit wird aus dem einfachen Blinker ein Zweifarbenwechselblinker. Jede der beiden LEDs bekommt ihren eigenen Vorwiderstand.

Beide LEDs und beide Vorwiderstände liegen in Reihenschaltung zwischen Vcc und Gnd. Wenn man die Verbindung zum Ausgang des NE555 trennt, leuchten beide wie erwartet gleichmäßig hell. Sobald aber der aktive Blinker angeschlossen wird, schaltet der Ausgang die Spannung immer abwechselnd an Gnd und an Vcc. Damit wird jeweils eine LED abgeschaltet und die andere mit der vollen Spannung versorgt.



Rote LED





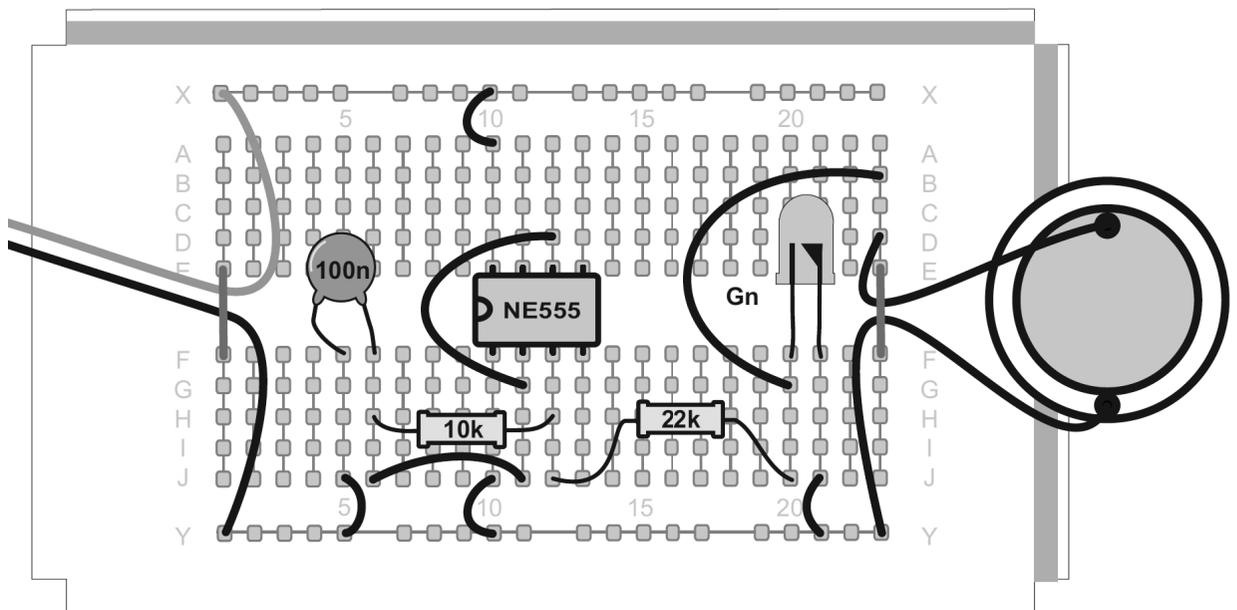
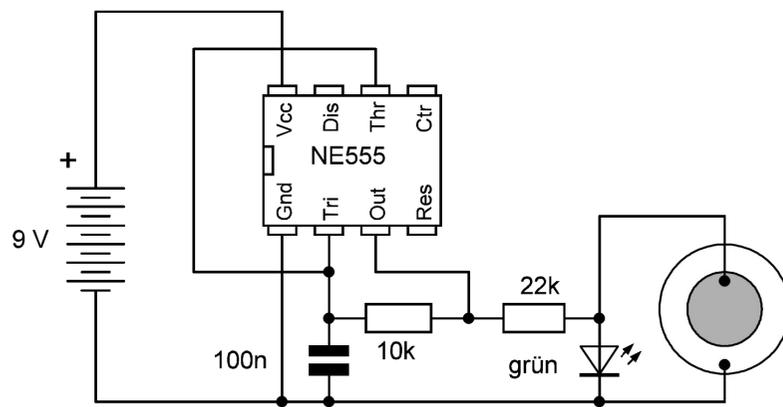
Piezoschallwandler

11 Tongenerator

Hinter dem 11. Türchen verbirgt sich ein Piezoschallwandler. Er dient nun als kleiner Lautsprecher. Bauen Sie eine Zugentlastung aus einem kurzen Draht, um die dünnen Anschlüsse in ihrer Position zu halten. Die Drahtenden können dann permanent in denselben Kontakten bleiben, auch wenn die Piezoscheibe bei einem Versuch nicht verwendet wird. So nutzen sich die feinen Kabelenden nicht ab.

Der Blinker wird mit einem kleineren Ladewiderstand von 10 k Ω für eine höhere Frequenz umgebaut. Das Blinken wird damit so schnell, dass man nur noch ein Flackern erkennt. Gleichzeitig ertönt ein leises Summen aus dem Lautsprecher. Der Piezokristall verbiegt sich mit jeder Änderung der Spannung. Dadurch gerät die Membran in Schwingungen, die als hörbarer Schall abgestrahlt werden.

Die Tonhöhe hängt in erster Linie vom Ladekondensator und vom Ladewiderstand ab. Der keramische Kondensator besitzt eine gewisse Temperaturabhängigkeit, die Sie leicht demonstrieren können. Berühren Sie den Kondensator, um ihn etwas zu erwärmen. Die Tonhöhe steigt dann gut hörbar an.



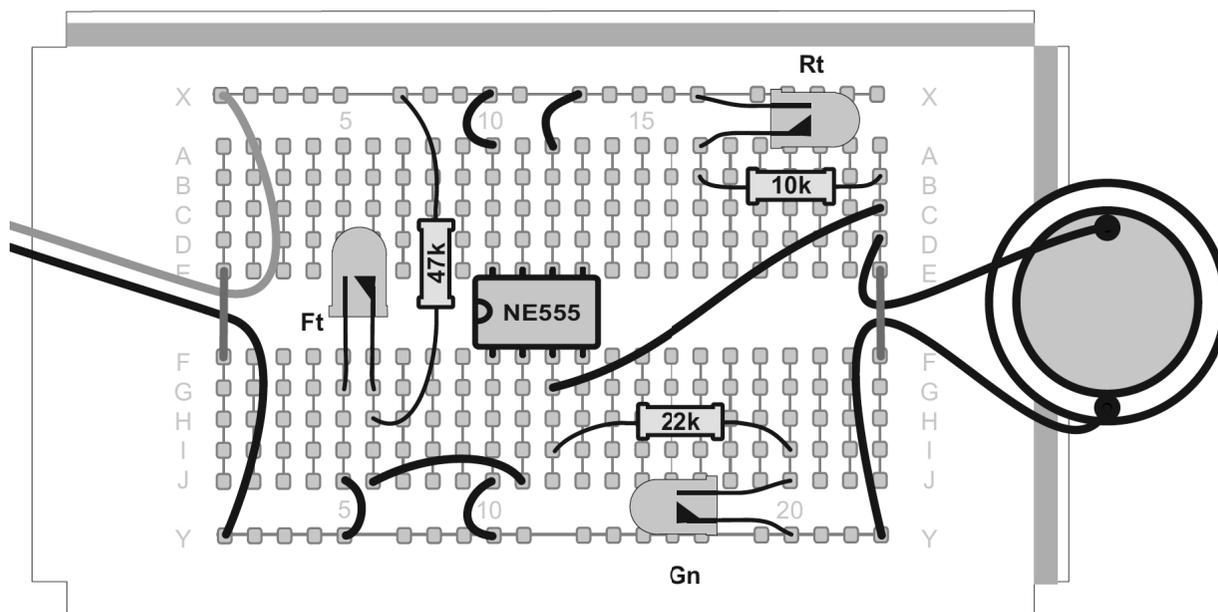
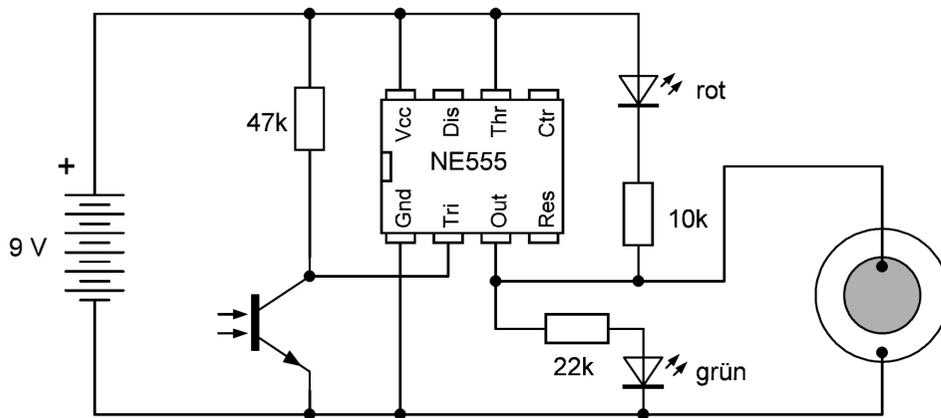
12 Akustischer Lampentester

Sie finden hinter dem 12. Türchen einen Widerstand mit 47 kΩ (Gelb, Violett, Orange). Bauen Sie einen Lichtsensor zur akustischen Untersuchung elektrischer Lampen. Sie können damit das Lampenflackern hören und sehen. Bewegen Sie den Sensor langsam in Richtung Lampe. Bei großem Abstand leuchtet die rote LED, nahe an der Lampe dagegen die grüne LED. Meist gibt es einen Zwischenbereich, in dem beide LEDs leuchten. Zusätzlich hört man dann ein schnarrendes Geräusch aus dem Lautsprecher. Manche Lampen flackern nur wenig, dann erscheint das Geräusch lediglich in einem sehr kleinen Bereich. Andere Typen zeigen dagegen ein sehr starkes Flackern.

12. Tag

Widerstand 47 kΩ

Eine Besonderheit dieser Schaltung ist, dass der Thr-Eingang fest an Vcc liegt. Der Ausgangszustand hängt dann nur noch von der Spannung an Tri ab. Der NE555 arbeitet so als Komparator (Vergleicher) mit einer Schwelle von $\frac{1}{3} V_{cc}$. Nun reichen kleinste Spannungsunterschiede, um die LEDs umzuschalten. Dieser Komparator eignet sich allerdings nicht für langsam veränderliche Eingangsspannungen, weil er im Übergangsbereich zu Eigenschwingungen neigt.



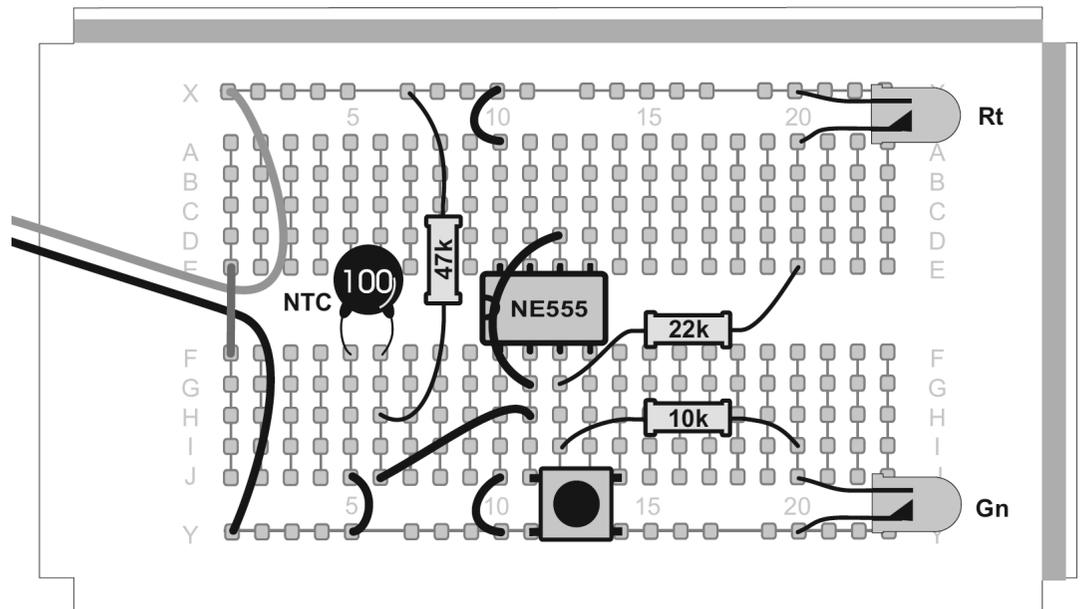
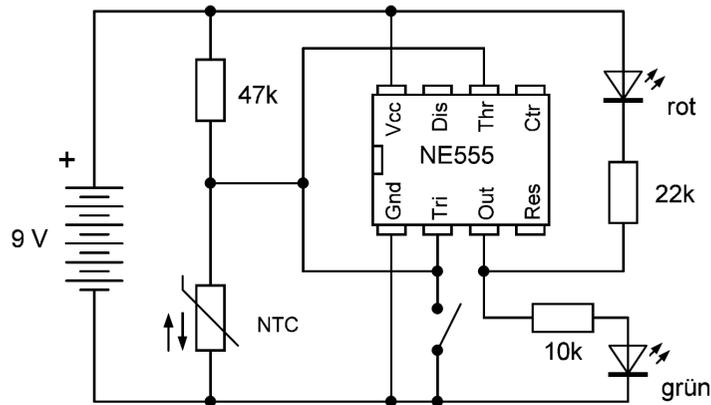


NTC-Widerstand 100 kΩ

13 Temperaturschranke

Hinter Türchen Nummer 13 finden Sie einen Temperatursensor. In dieser Schaltung reagiert der Sensor auf die Handwärme eines Menschen. Wenn Sie den Sensor einige Sekunden lang zwischen zwei Finger nehmen, steigt seine Temperatur deutlich über 26 Grad. Dann drücken Sie kurz auf den Taster und schalten damit die grüne LED ein. Sie dürfen eintreten. Nach kurzer Zeit wechselt die Anzeige wieder auf Rot. Falls der Sensor vorher nicht erwärmt wurde, springt die Anzeige sofort wieder auf Rot. Ihre Handwärme ist also Ihr Zugangsschlüssel für den berechtigten Eintritt.

Der Temperatursensor ist ein NTC-Widerstand mit 100 kΩ bei 25 Grad. NTC bedeutet negativer Temperaturkoeffizient. Der Widerstand des Sensors sinkt also mit steigender Temperatur. Bei 26 Grad beträgt der Sensorwiderstand nur noch etwa 94 kΩ, sodass die Spannung am Tri-Eingang gerade 2/3 VCC ist.



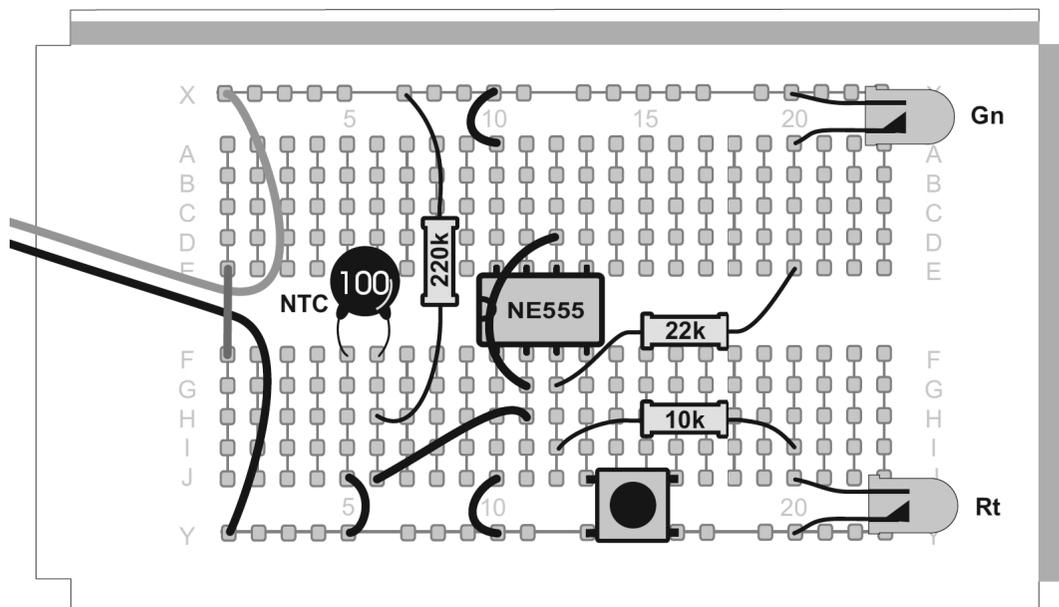
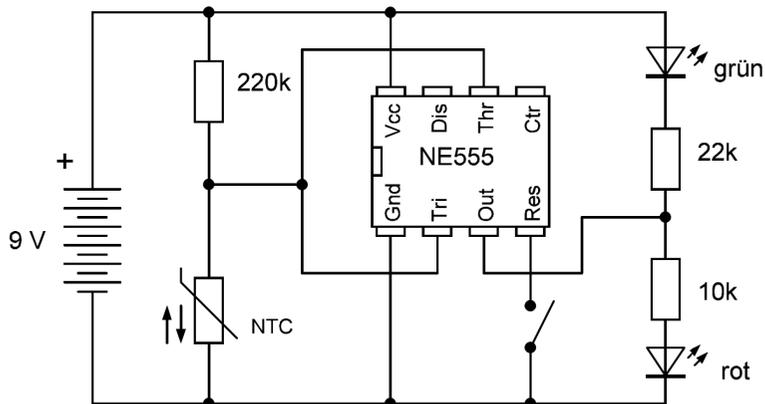
14 Temperaturwarner

Einen Widerstand mit 220 k Ω (Rot, Rot, Gelb) finden Sie hinter dem 14. Türchen. Bauen Sie damit eine einfache Temperaturanzeige, die Ihnen mitteilt, ob Ihr Raum zu stark beheizt wird. Alles unterhalb von 23 Grad ist gut, dann bleibt die grüne LED an. Über 23 Grad dagegen gilt als zu warm, es wird unnötig viel Energie verschwendet. Dann geht die rote LED an. Drücken Sie auf den Taster und versetzen Sie die Schaltung damit in den grünen Zustand. Erwärmen Sie den Sensor zum Test mit dem Finger, bis die Anzeige rot wird. Dieser Zustand bleibt auch nach einer Abkühlung erhalten, bis Sie wieder auf den Taster drücken. Sie können also jederzeit sehen, ob die Temperatur irgendwann die Schwelle von 23 Grad überschritten hat.

Der NTC-Sensor hat einen Nennwiderstand von 100 k Ω bei 25 Grad. Wäre der andere Widerstand gerade 200 k Ω , läge die Schaltschwelle bei 25 Grad, denn dann wäre das Verhältnis beider Widerstände 1 zu 2, die Spannung also gerade $1/3 V_{cc}$. Mit einem Vergleichswiderstand von 220 k Ω liegt die Schwelle bei einem Sensorwiderstand von 110 k Ω , der bei etwa 23 Grad erreicht wird. Erst wenn der Sensorwiderstand 440 k Ω überschreitet, kippt die Schaltung von allein in den grünen Zustand. Die Temperatur läge dann bei etwa -2 Grad. Sie können die Schaltschwellen geringfügig verschieben, indem Sie den Widerstand von 2,2 M Ω parallel zum NTC-Sensor (tiefere Temperaturschwelle) oder parallel zum Widerstand mit 220 k Ω (höhere Temperatur) einbauen.

14. Tag

Widerstand 220 k Ω



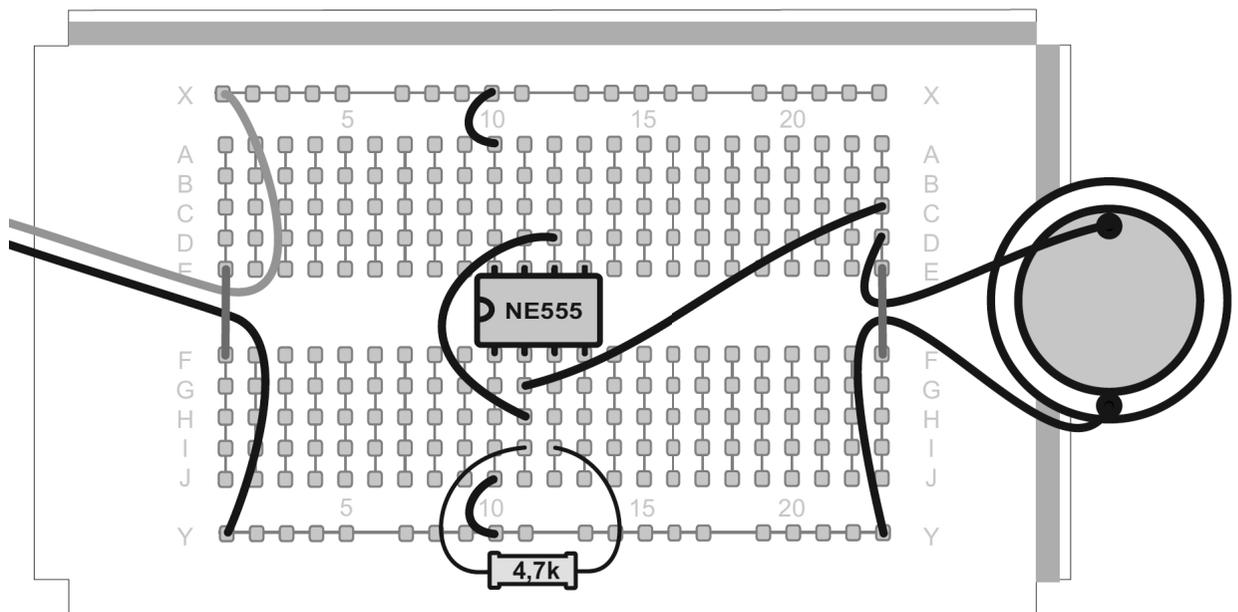
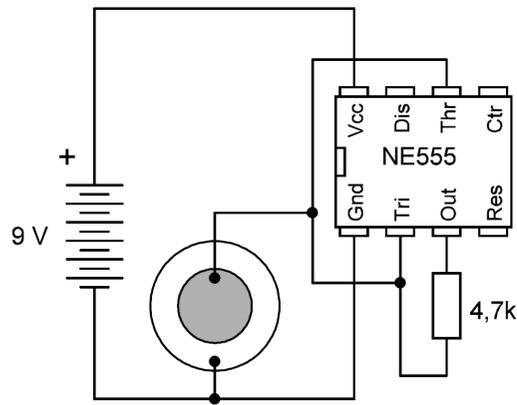
15. Tag

Widerstand 4,7 kΩ

15 Dudelsack

Das 15. Türchen bringt einen Widerstand mit 4,7 kΩ (Gelb, Violett, Rot) zum Vorschein. Bauen Sie ihn in den Tongenerator mit nur drei Bauteilen ein. Sie hören einen hohen Ton. Halten Sie dann das Schalloch des Schallwandlers ganz oder teilweise zu. Der Ton verändert sich. Ändern Sie zusätzlich den Abstand zur Tischplatte. Auch damit können Sie die Tonhöhe und den Klang verändern. Mit etwas Übung lässt sich dieses Instrument ähnlich wie ein Dudelsack spielen.

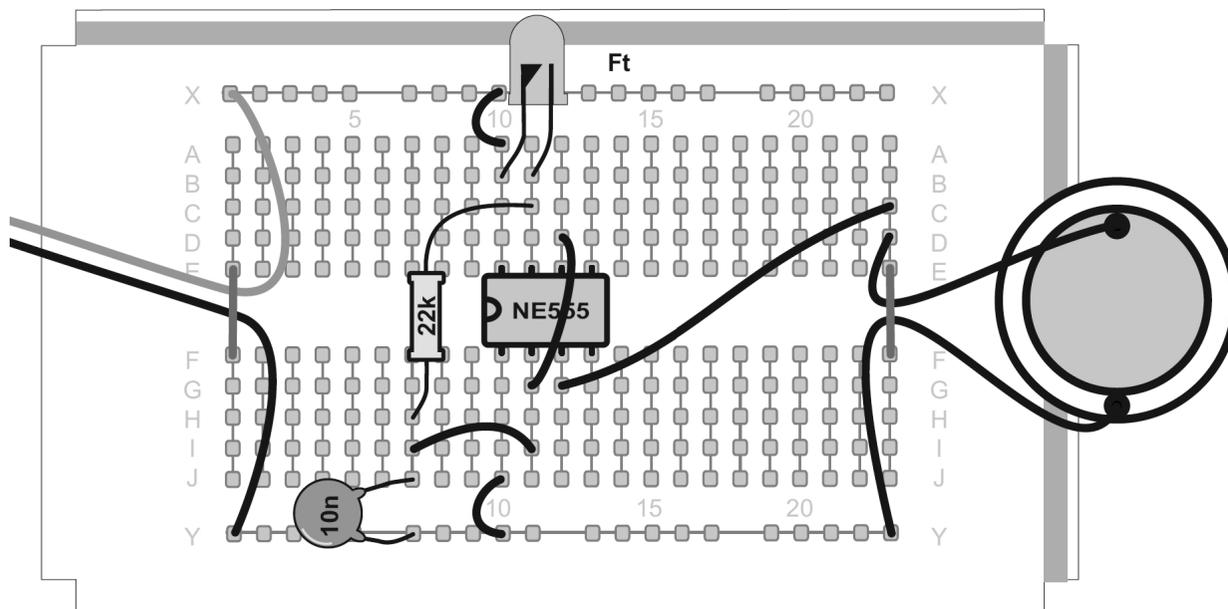
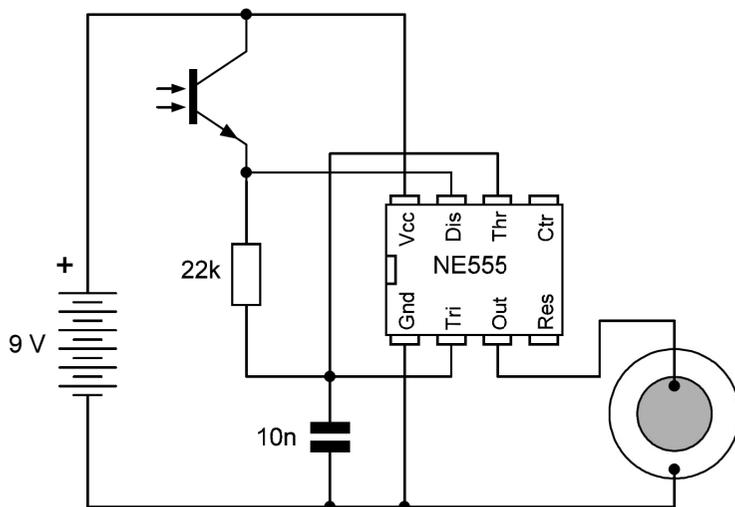
Der Piezoschallwandler arbeitet in dieser Schaltung zugleich als Kondensator. Er wird in schneller Folge bis 6 V aufgeladen und dann bis 3 V entladen. Die Kapazität der Piezoscheibe und der Widerstand von 4,7 kΩ bestimmen die Frequenz. Zugleich gerät die Scheibe in Schwingungen und erzeugt dadurch selbst eine Spannung. Durch Berührungen und Reflexionen von der Tischplatte kann die Höhe der Schwingungen beeinflusst werden. Damit ändern sich zugleich die Zeit bis zum Erreichen der Umschaltunkte und die Frequenz. Der Widerstand bestimmt die Frequenzlage. Setzen Sie statt 4,7 kΩ einmal 10 kΩ ein - Sie erhalten so einen tieferen Tonbereich.



16 Licht-Theremin

Hinter Türchen Nummer 16 finden Sie einen kleinen Kondensator mit 10 nF (103). Bauen Sie damit ein weiteres Musikinstrument. Ein Theremin spielt man ohne direkte Berührung durch Veränderung des Abstands zum Instrument. Hier wird ein Lichtsensor eingesetzt, der den Ton bei steigender Beleuchtung erhöht. Spielen Sie das Instrument mit einer Taschenlampe. Je näher Sie an den Sensor kommen, desto höher wird der Ton. Wenn zusätzliches Kunstlicht auf den Sensor fällt, erhält man oft einen schnarrenden Ton, der auf das mehr oder weniger starke Lichtflackern zurückzuführen ist.

Die veränderte Oszillatorschaltung verwendet den Ausgang Dis (Discharge, Entladen) und erreicht damit einen großen Tonumfang. Der Fototransistor liefert einen lichtabhängigen Strom, der den Kondensator bis auf $2/3 V_{cc}$ auflädt. Dann wird der Entladeausgang aktiv und sorgt für die Entladung bis zur unteren Schwelle von $1/3 V_{cc}$. Die Spannung am Ladekondensator ändert sich immer wieder zwischen den Schwellen 3 V und 6 V. Je heller es ist, desto schneller ist die Aufladung, und desto höher wird der erzeugte Ton.



16. Tag

Kondensator 10 nF

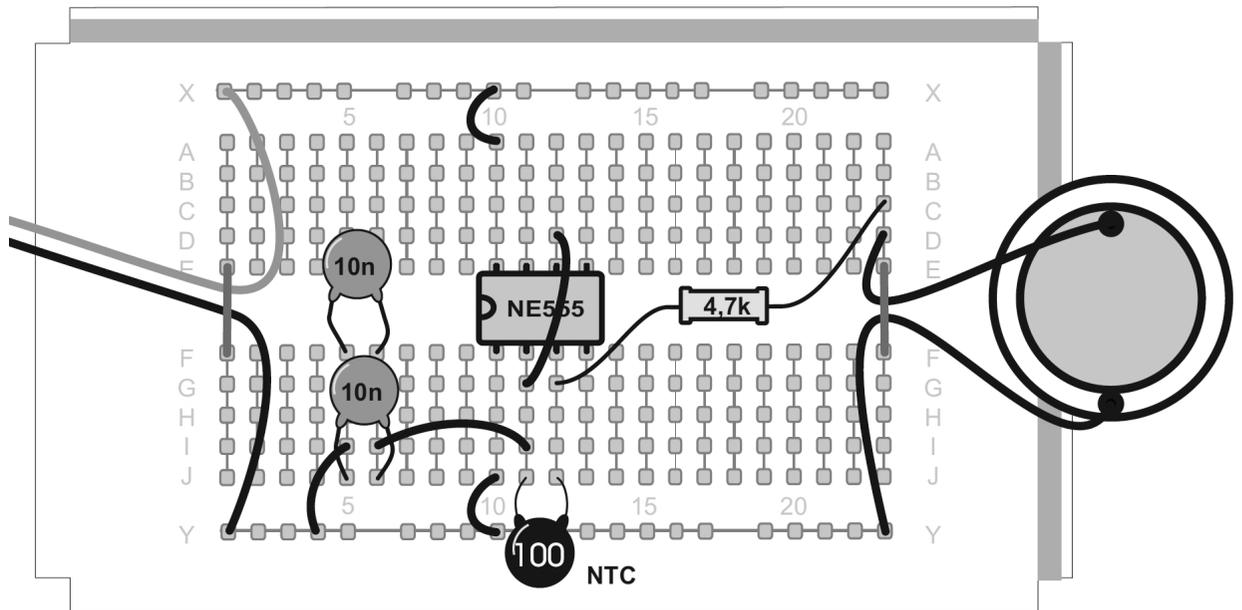
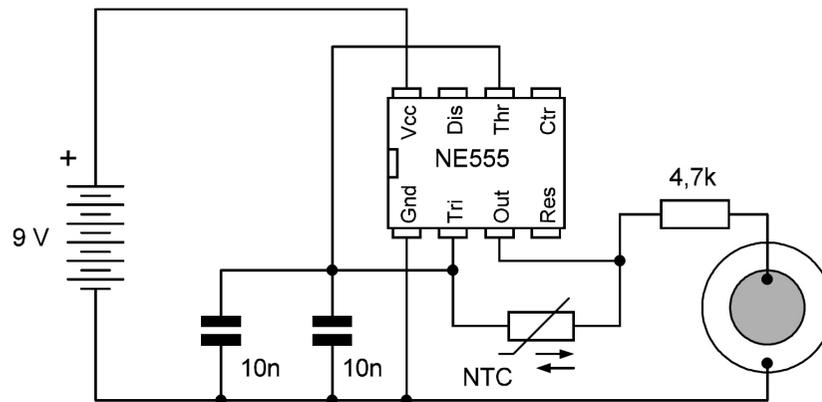
17. Tag

Kondensator 10 nF

17 Temperaturabhängige Sirene

Ein Kondensator mit 10 nF (103) verbirgt sich hinter Türchen Nummer 17. Durch die Parallelschaltung mit zweimal 10 nF erhält man einen Kondensator mit 20 nF und damit einen tieferen Ton. Diesmal bestimmt der NTC-Tempersensor die Tonhöhe. Wenn Sie den Sensor anfassen, steigt die Frequenz. Sie können damit akustisch überprüfen, wer die wärmsten Hände hat. Wenn jemand gleichzeitig die blanken Drähte des NTC-Sensors berührt, steigt die Tonhöhe wegen der Leitfähigkeit der Haut noch etwas an.

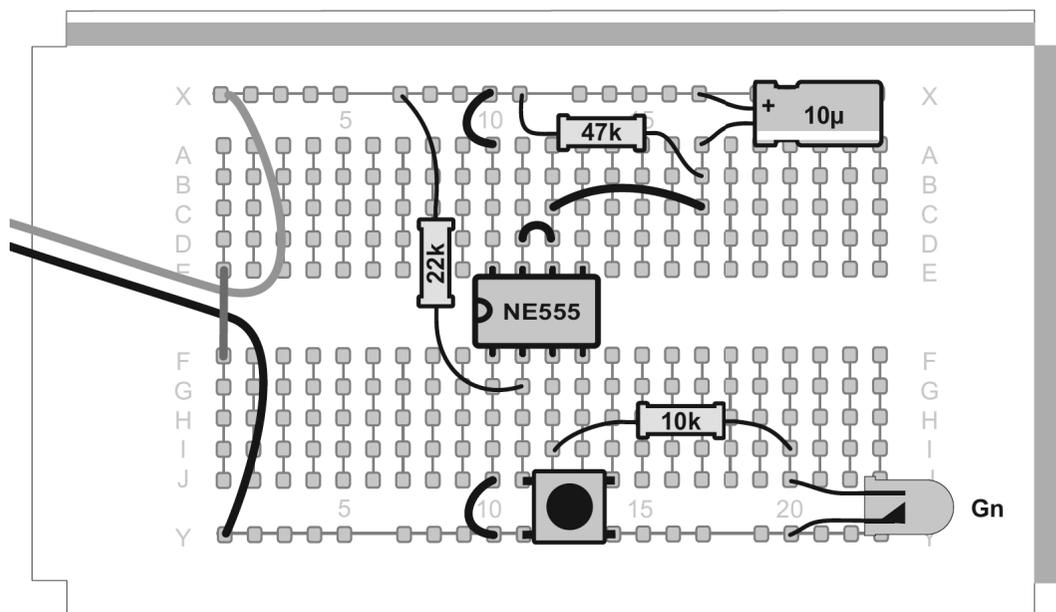
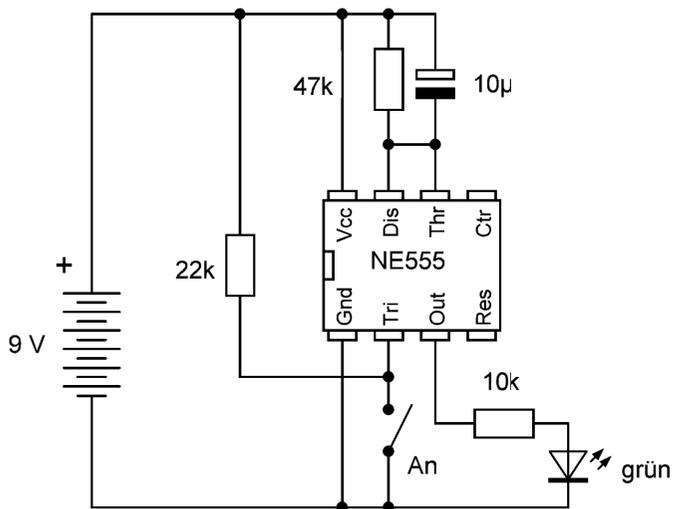
Nehmen Sie einen der Kondensatoren aus der Schaltung, erhalten Sie einen Ton mit der doppelten Frequenz, also die nächsthöhere Oktave. Wenn Sie beide Kondensatoren in Reihe schalten, halbiert sich die Kapazität, und die Frequenz verdoppelt sich noch einmal. Die Lautstärke können Sie erhöhen, indem Sie den Widerstand von 4,7 kΩ durch eine Drahtbrücke ersetzen.



18 Impulsschalter 0,5 Sekunden

Hinter Türchen Nummer 18 findet sich ein Kondensator mit 10 μ F. Es handelt sich um einen Elektrolytkondensator (Elko), bei dem die Einbaurichtung beachtet werden muss. Der negative Anschluss ist mit einem weißen Strich gekennzeichnet. Starten Sie den Impulsschalter mit einem kurzen Druck auf den Taster. Jeder Lichtimpuls ist gleich lang und dauert rund eine halbe Sekunde. Solche Zeitschalter wurden oft als Belichtungszeitgeber in Fotodunkelkammern eingesetzt.

Die Schaltung bildet ein monostabiles Flipflop. Die berechnete Zeitkonstante ist das Produkt aus der Kapazität und dem Widerstand, in diesem Fall 0,47 Sekunden. Die tatsächliche Schaltzeit ist theoretisch um 10 % länger, allerdings liegen die Toleranzen der Bauteile, besonders des Elkos, in der gleichen Größenordnung. Die Impulsdauer beträgt damit ungefähr 0,5 Sekunden. Testen Sie auch andere Widerstände, um veränderte Schaltzeiten zu erreichen.



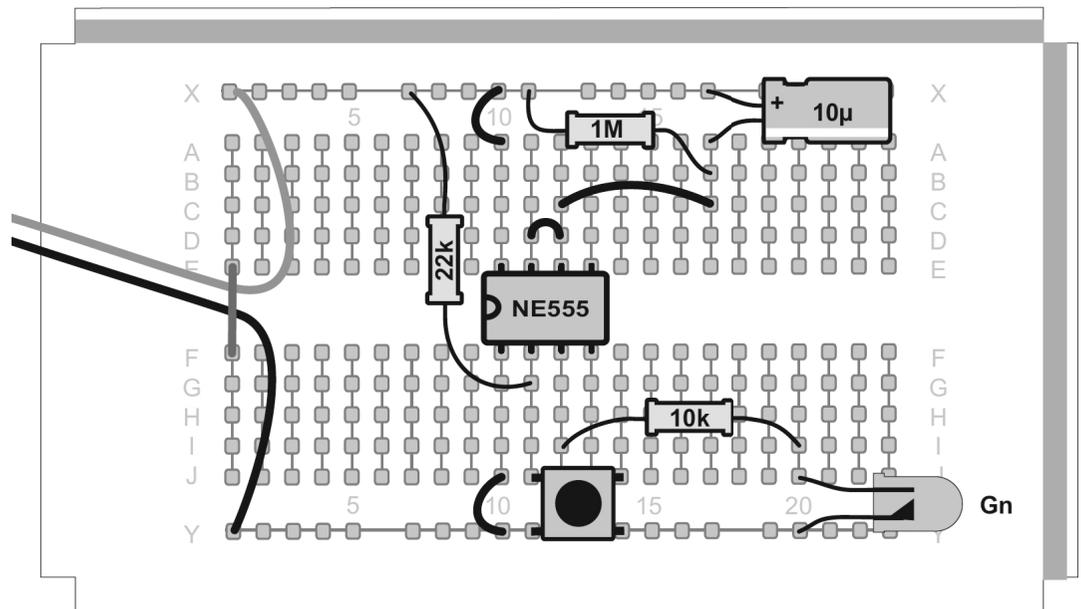
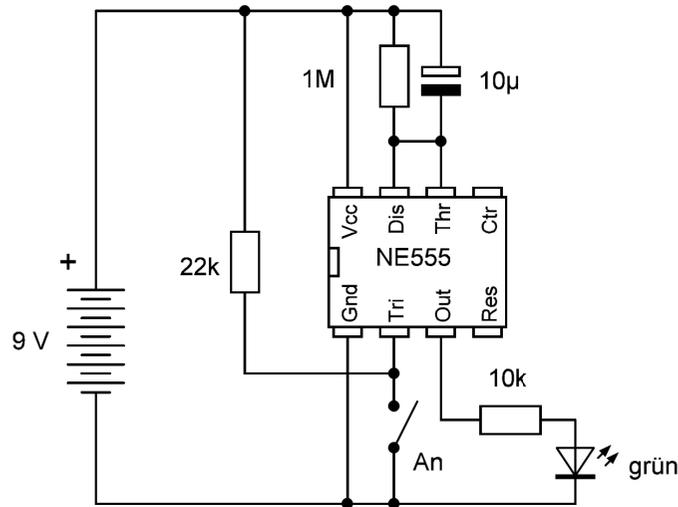
19. Tag

Widerstand 1 MΩ

19 Zeitschalter 10 Sekunden

Türchen Nummer 19 bringt einen Widerstand mit 1 MΩ (Braun, Schwarz, Grün) zum Vorschein. Damit verlängern Sie die Schaltzeit auf etwa 10 Sekunden. Die Schaltung funktioniert nun ähnlich wie ein Flurlichtautomat. Mit jedem Tastendruck wird das Licht eingeschaltet. Das Ausschalten steuert der Automat allein.

Testen Sie auch den größten Widerstand mit 2,2 MΩ. Damit erhalten Sie eine Schaltzeit von mehr als 20 Sekunden. Sehr kurze Impulse erreichen Sie mit einem Kondensator von nur 100 nF.



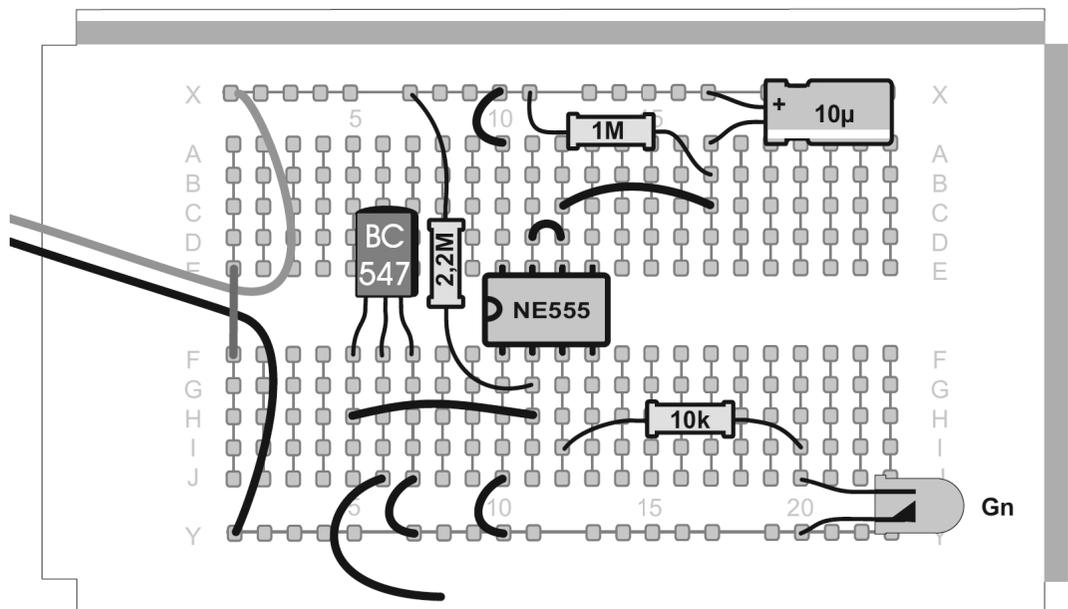
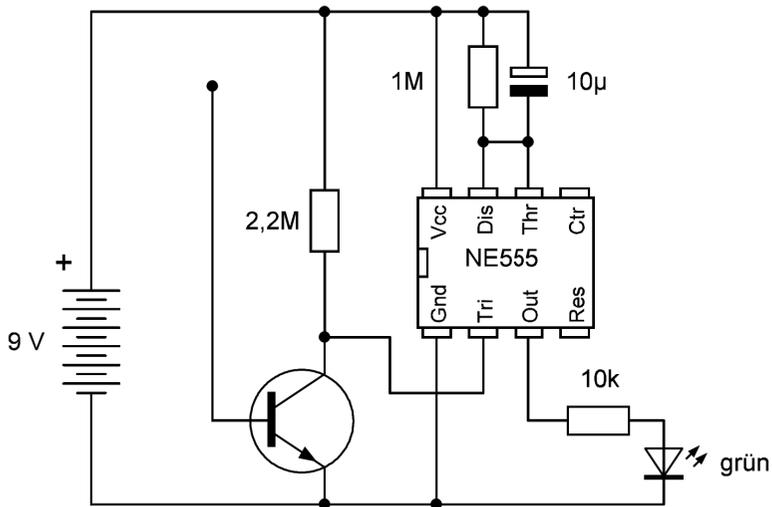
20 Berührungssensor

Öffnen Sie Türchen Nummer 20 und nehmen Sie einen Transistor BC547 heraus. Der Zeitschalter soll damit um einen Berührungskontakt erweitert werden. Sie müssen nun nicht mehr auf einen Taster drücken, sondern es reicht, den offenen Drahtanschluss zu berühren. Der Transistor verstärkt die dabei auftretenden kleinsten Signalströme und startet damit den Zeitschalter.



Transistor BC547

Die Anschlüsse des Transistors sind der Emittter E, die Basis B und der Kollektor C. Schaut man so auf die flache Seite des Transistors, dass man die Beschriftung lesen kann, sind die Anschlüsse von rechts nach links in der Folge E, B, C angeordnet. Der Emittter liegt an Minus (Gnd), der Kollektor an Plus. Ein kleiner Basisstrom steuert einen bis etwa 300-fach verstärkten Kollektorstrom. In diesem Fall wird der Basisstrom durch die Berührung geliefert und stammt letztlich von den elektrischen Leitungen im Raum. Der Transistor verstärkt diese Brummsignale und steuert damit den Trigger-Eingang an.



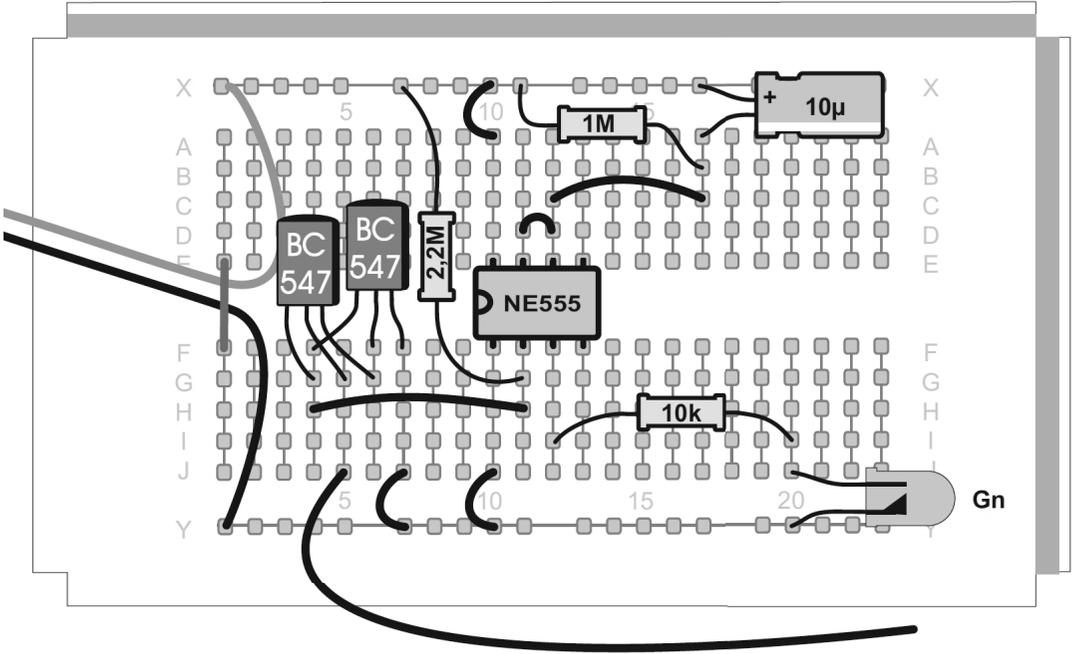
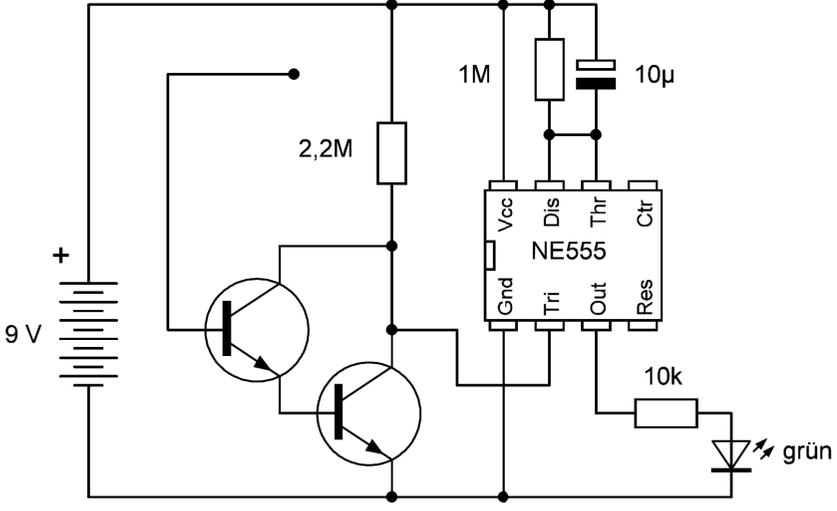


Transistor BC547

21 Elektrostatischer Bewegungsmelder

Ein weiterer Transistor BC547 befindet sich hinter Türchen Nummer 21. Damit kann die Verstärkung noch einmal deutlich vergrößert werden. Der Zeitschalter startet nicht erst bei einer direkten Berührung des Sensordrahts, sondern schon bei der Annäherung einer Person. Jeder Mensch lädt sich beim Gehen auf einem isolierenden Bodenbelag etwas auf. Diese elektrische Ladung wird erkannt und löst den Zeitschalter aus. Manchmal muss man allerdings erst etwas mit den Füßen scharren, damit die LED angeht.

Wer sich mit Schuhen auf einem isolierenden Bodenbelag oder einem Teppich bewegt, lädt sich meist auf eine mehr oder weniger hohe elektrische Spannung auf. Manchmal spürt man beim Berühren einer Türklinke einen elektrischen Schlag. Schon wenn man in die Nähe eines Drahts kommt, wirken elektrische Kräfte, die zu einer Verschiebung freier Elektronen im Draht führen. Bei jeder Änderung des elektrischen Felds fließt daher ein sehr kleiner Strom. Dieser wird in der Schaltung mit zwei Transistoren so weit verstärkt, dass er den Zeitschalter auslöst.



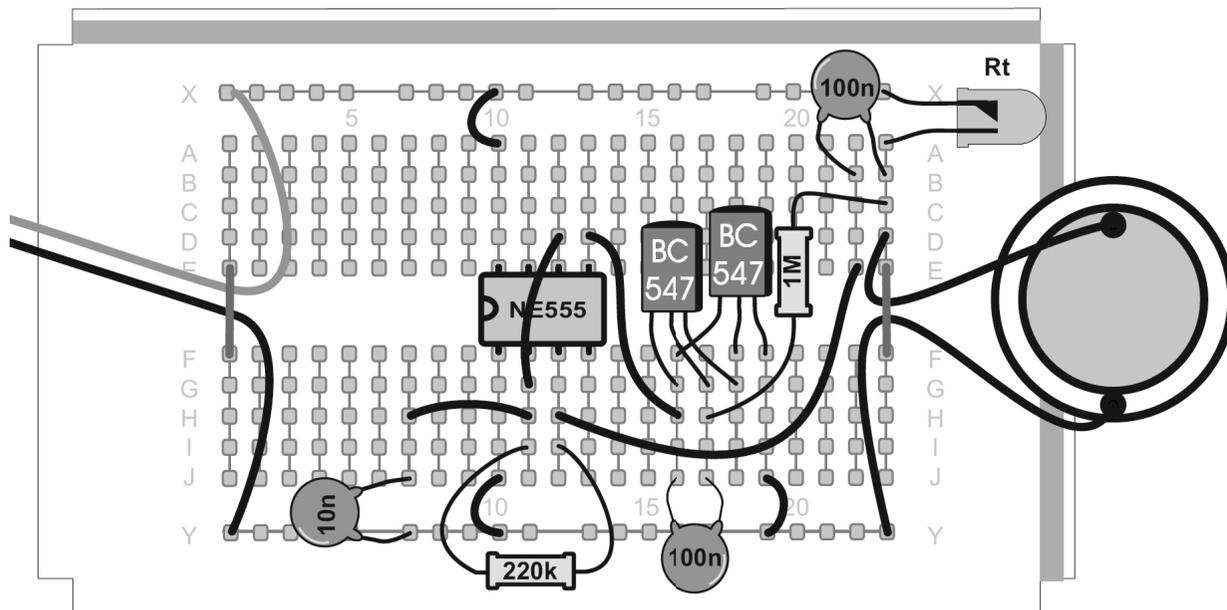
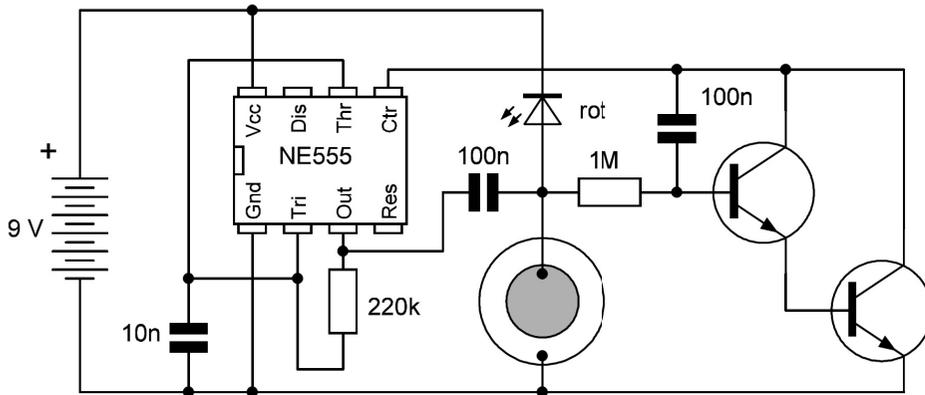
22 Fingerorgel

Hinter dem 22. Türchen kommt ein weiterer Kondensator mit 100 nF (104) zum Vorschein. Er wird nun für ein ganz besonderes Musikinstrument gebraucht. Die Tonhöhe wird diesmal durch einen Druck auf die Membran des Piezolausprechers verändert. Mit etwas Übung lassen sich damit einfache Melodien spielen.



Kondensator 100 nF

Der Piezoschallwandler hat in diesem Versuch eine doppelte Funktion. Einerseits ist er der Lautsprecher des Instruments, andererseits ist er ein Drucksensor, der bei jedem Fingerdruck eine elektrische Gleichspannung erzeugt. Das Signal wird mit zwei Transistoren verstärkt und mit einem Kondensator von den Resten der Tonfrequenz befreit. Der verstärkte Steuerstrom verändert die Spannung am Control-Eingang Ctr, wo im Ruhezustand die Vergleichsspannung $2/3 V_{cc}$ liegt. Je tiefer diese Spannung gezogen wird, desto höher wird der erzeugte Ton. Die rote LED liefert je nach Beleuchtung einen kleinen Fotostrom, der die richtigen Anfangsbedingungen für den Transistorverstärker einstellt.



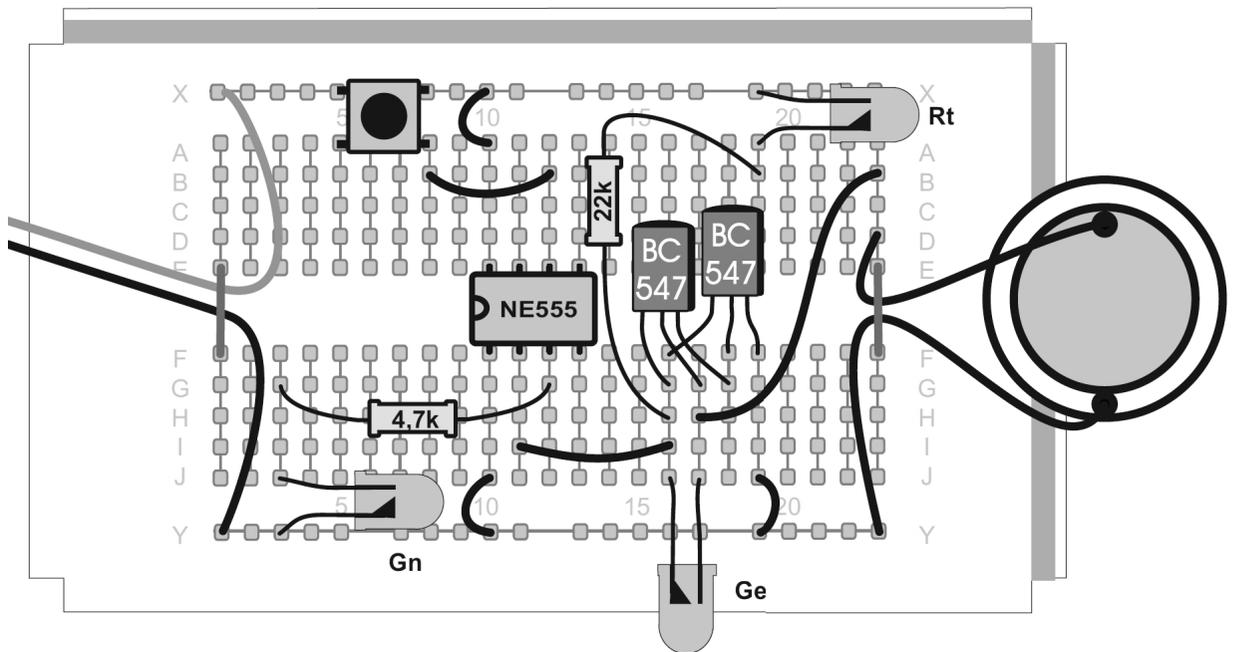
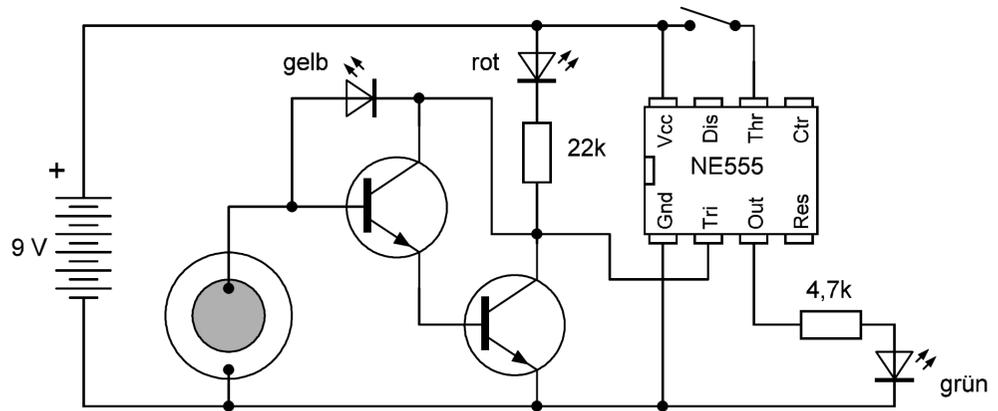


Gelbe LED

23 Passiv-Infrarotmelder

Hinter Türchen Nummer 23 finden Sie eine gelbe LED. Sie wird hier als Fotodiode verwendet, die für den richtigen Anfangsstrom der Schaltung sorgt. Der Versuch funktioniert am besten bei nicht zu hellem Licht. Man wartet zunächst, bis sich an der roten LED eine geringe, konstante Helligkeit einstellt. Damit ist die maximale Empfindlichkeit erreicht. Nun hält man seine Hand bis auf 5 cm an die offene Rückseite des Piezosensors. Er erwärmt sich durch die infrarote Wärmestrahlung der Hand etwas und erzeugt eine elektrische Spannung, die mit zwei Transistoren verstärkt wird. Die Helligkeit der roten LED ändert sich deutlich. Sobald das Signal groß genug wird, schaltet sich die grüne LED ein. Der aktive Zustand kann mit einem Druck auf den Taster wieder beendet werden.

Die Empfindlichkeit des Sensors kann noch erhöht werden, indem man die versilberte Kontaktfläche der Piezoscheibe mit einem Bleistift etwas schwärzt. Die übrige Funktion des Piezowandlers wird dadurch nicht beeinträchtigt. Die Polung der erzeugten Spannung ist nicht mit Sicherheit voraussagbar. Bei einer Erwärmung kann die rote LED heller oder dunkler werden. Entfernt man die Hand vom Sensor, wird die gegenteilige Änderung beobachtet. Damit wird der Alarm entweder bei Annäherung oder bei Entfernung ausgelöst. Dieses Verhalten kann man leicht umkehren, indem man die beiden Anschlüsse der Piezoscheibe vertauscht.



24 Lichtgesteuertes Stimmungslicht

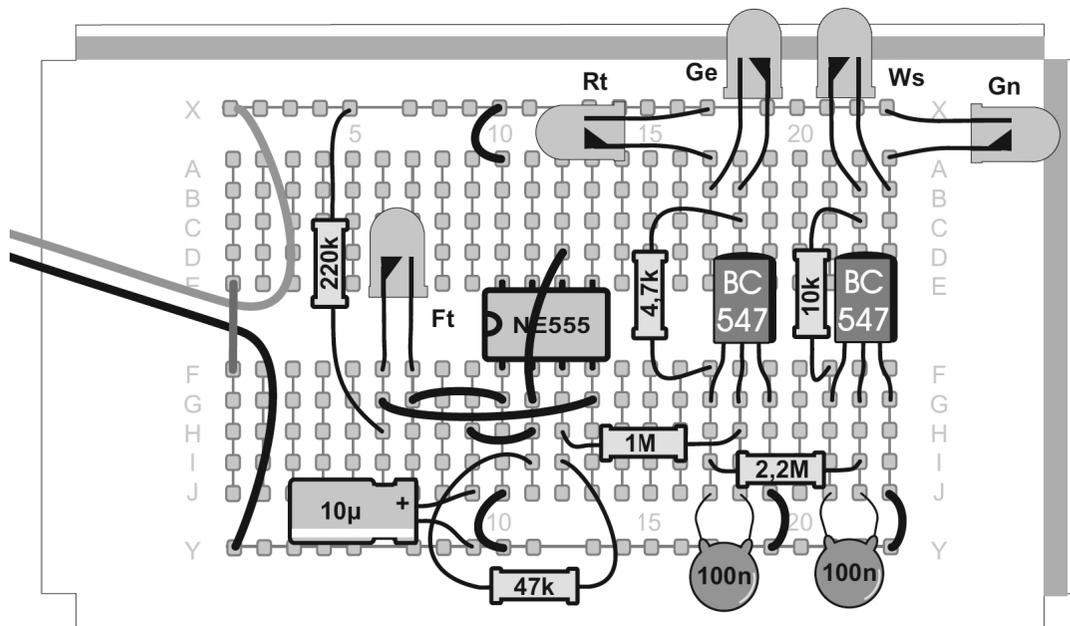
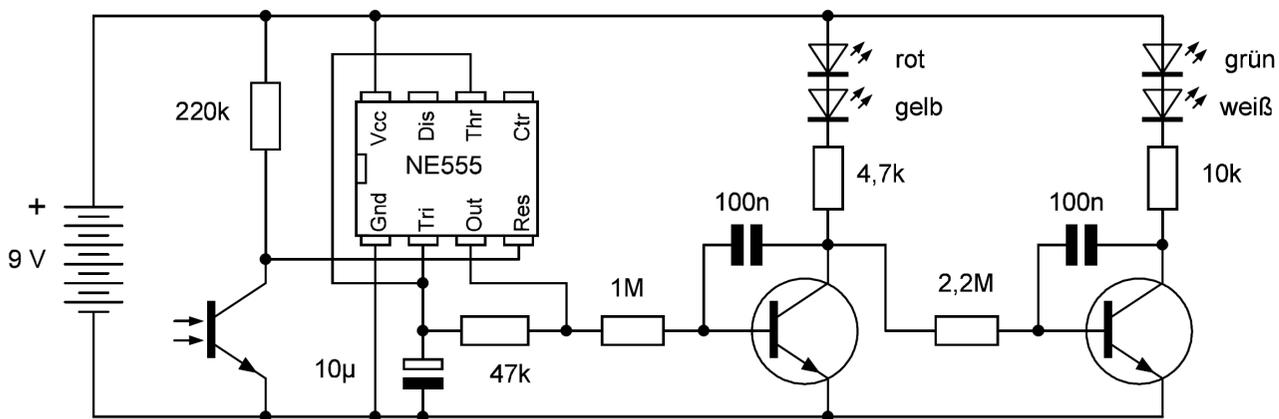
Hinter dem letzten Türchen finden Sie eine weiße LED. Bauen Sie nun ein festliches Weihnachtslicht mit vier LEDs unterschiedlicher Farbe auf. Die LEDs blinken im Gegentakt und mit weichen Übergängen, sodass der Eindruck eines sanften Flackerns entsteht. Das Flackern wird unterdrückt, solange es noch hell ist. Erst wenn Sie den Raum etwas abdunkeln, wird die Schaltung aktiv.



Weiß LED

Der Fototransistor aktiviert bei großer Helligkeit den Reset-Eingang des NE555. Wenn die Schaltung auch bei hellem Licht funktionieren soll, muss der Fototransistor aus der Schaltung entfernt werden. Der Timer arbeitet dann in der üblichen Blinkschaltung. Beide Transistoren bilden langsame, invertierende Schalter. Zusammen mit einem Kondensator zwischen Kollektor und Basis hat man ein Tiefpassfilter, das für die sanften Übergänge sorgt.

Am Ende dieser Versuchsreihe entwickeln Sie sicher viele weitere Ideen dazu, was Sie mit den Bauteilen noch probieren könnten. Denn hier konnte nur ein kleiner Teil aller möglichen Anwendungen gezeigt werden. Einzelne Schaltungen können verändert und für besondere Zwecke optimiert werden. Oder Sie setzen ganz neue Ideen um. Bleiben Sie kreativ!



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.

© 2018 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar

Autor: Burkhard Kainka

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.

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.