

JEDEN TAG EIN NEUER BASTELSPASS

powered by



# ELEKTRONIK RETRO-SPIELE

## Adventskalender



Würfel



Tennis



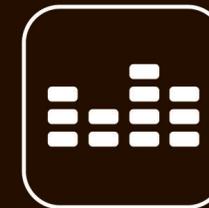
Heißer Draht



Lügendetektor



Tresorknacker



Reaktion

**24 SPIELE**  
DER 70ER UND 80ER  
ZUM SELBERBAUEN!

FRANZIS

# SPIELE-KALENDER

Dieser Elektronik-Kalender bietet Ihnen 24 spannende Experimente mit elektronischen Spielen. Jeden Tag finden Sie ein neues Bauteil, und jeden Tag bauen Sie Ihr Spiel um. Spiel und Spaß in der Adventszeit.

Viele Spiele erinnern an die Anfangszeit der ersten elektronischen Spielgeräte in den 1970er-Jahren. Vielleicht kennen Sie ja noch die vielen Arcade-Games in den Spielhallen. Später kamen Spielecomputer und kleine elektronische Spiele in den Handel. Und auch die ersten Home-Computer der 1980er-Jahre wurden oft für Computerspiele verwendet. Heutige Spielekonsolen sind dagegen wesentlich weiter entwickelt und deutlich leistungsfähiger.

Hier geht es um die ganz einfachen Spiele und um einen Blick zurück auf die Anfänge – Nostalgie pur. Was früher einen

ganzen Computer erforderte, passt dank großer Fortschritte in der Mikrocontroller-technik heute auf einen Chip. Und deshalb ist es nun möglich, dass Sie alles selbst zusammenbauen.

Der Aufbau der Spiele gelingt auch ohne Vorerfahrungen, weil die Aufbauzeichnungen alle Bauteile und alle Drähte genau in ihrer Position zeigen. Sie müssen es nur genau so nachbauen, dann wird es funktionieren. Oft findet man am nächsten Tag ein weiteres Bauteil, das nur noch eingefügt werden muss. Manchmal werden auch Bauteile aus dem Aufbau entfernt, die man dann gut aufbewahren muss, denn sie können später wieder eingesetzt werden.

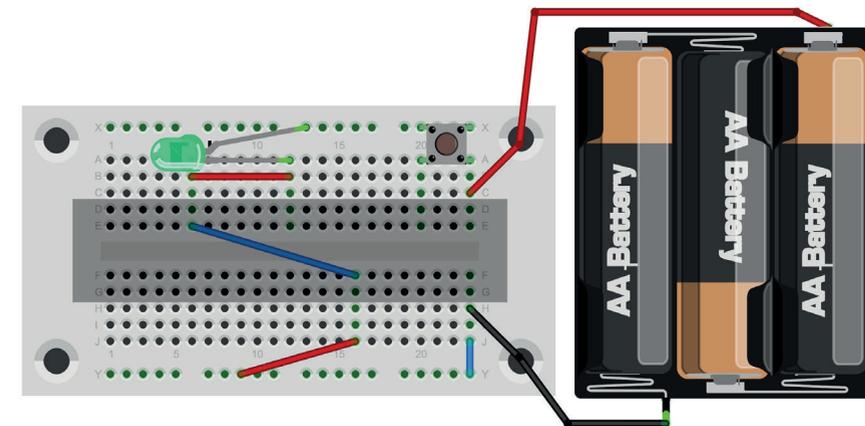
Viel Erfolg und viel Spaß in der Vorweihnachtszeit!



Es ist der erste Tag im Dezember, also Zeit, das erste Türchen des Kalenders zu öffnen. Dahinter finden Sie gleich mehrere Bauteile: neben dem Batteriefach, einem Tastschalter und einer LED auch einen aufgewickelten Draht, von dem einige Stücke für das erste Spiel gebraucht werden. Es geht um ein Suchspiel. Ein Draht in der Mitte (blau gezeichnet) wird mit einem Stück Karton abgedeckt. Ein Spielpartner muss die richtigen Anschlüsse suchen und die beiden rot gezeichneten Drähte einsetzen. Drückt

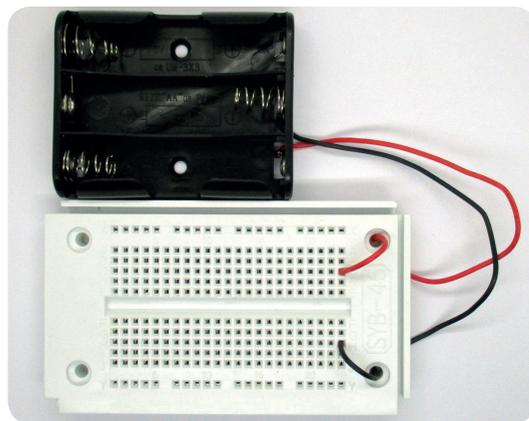
er dann auf den Knopf, leuchtet die LED. Wer möchte, kann das Spiel noch erweitern und mehrere geheime Drähte einbauen. Auf den Karton könnte man ein Labyrinth mit mehreren Wegen zeichnen. Der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt.

Das Spiel dient auch dazu, das Steckboard kennenzulernen und den Aufbau eines Stromkreises zu verstehen. Unter der Kunststoffplatte mit den vielen Löchern befinden sich Metallfedern, die jeweils mehrere



# DIE VERBORGENE LEITUNG

Anschlüsse verbinden. Es gibt zweimal 23 vertikale Streifen mit jeweils fünf Kontakten und zwei längere horizontale Streifen mit jeweils 20 Anschlüssen. Ein Draht muss exakt von oben in die Kontakte gedrückt werden. Dabei hilft eine kleine Flachzange. Drahtstücke müssen passend mit einer Zange abgetrennt und die Enden müssen abisoliert werden. Dazu ziehen Sie an beiden Enden mit den Fingernägeln oder mit einer Zange auf einer Länge von 5 mm die Isolierung ab, sodass das blanke Metall des Drahts zum Vorschein kommt.



Die Anschlüsse des Batteriefachs verwenden weiche Drahtlitze, die am Ende abisoliert und verzinnt ist. Die Enden lassen sich in die Kontakte stecken. Sie sollten möglichst nur einmal eingesteckt werden und dann immer an ihrer Position bleiben, weil sie bei mehrfachem Einstecken leicht abnutzen und weicher werden. Stechen Sie Löcher in die untere Abdeckfolie der Steckplatine und führen Sie die Drähte von unten hindurch. Damit erreicht man eine Zugentlastung und eine stabile Befestigung. Das schwarze Kabel soll genau in Kontakt H23 stecken, das rote in Anschluss C23. Dann muss die Position bis zum 24. Spiel nicht mehr geändert werden. Immer wenn Sie Ihr Spiel ausschalten wollen, entfernen Sie eine Batterie aus dem Batteriefach.

## Info: LED mit eingebautem Widerstand

Die grüne LED benötigt nur eine Spannung von etwa 2 V, die Batterie hat aber 4,5 V. Eine ganz normale LED dürfte niemals so angeschlossen werden, wie es das Aufbaubild zeigt. Sie würde dann stark überlastet und könnte zerstört werden. Die allgemeine Regel lautet: LEDs dürfen nur mit Vorwiderständen verwendet werden. Die in diesem Kalender verwendeten Spezial-LEDs besitzen bereits einen eingebauten Widerstand, den man sogar sehen kann. Die LED hat einen kürzeren Draht, der innen zu einem kleinen Kelch geformt ist, in den der LED-Kristall eingesetzt ist. Dieser Anschluss heißt Kathode und ist der Minus-Anschluss. Der längere Draht ist die Anode, also der Pluspol. Im Kunststoff der LED kann

man auf der Spitze dieses Drahts einen kleinen Block erkennen. Das ist der eingebaute Widerstand, der übrigens ein Kiloohm ( $1\text{ k}\Omega$ ) hat. Die Gehäuse dieser Spezial-LEDs sind kürzer als bei anderen LEDs. Das schützt vor Verwechslungen.

Alle LEDs haben übrigens ein weiteres Kennzeichen für die Anschlüsse. Der kleine Kragen am unteren Rand ist an der Kathoden-Seite abgeflacht, sodass man den Minuspol auch leicht erkennen kann, wenn die LED eingebaut ist. Wenn etwas mal nicht so funktioniert wie geplant, kann es ja an einer falsch herum eingebauten LED liegen. Das ist aber nicht weiter schlimm, man kann sie einfach umdrehen.





# 2

## EINE BOMBE ENTSCHÄRFEN

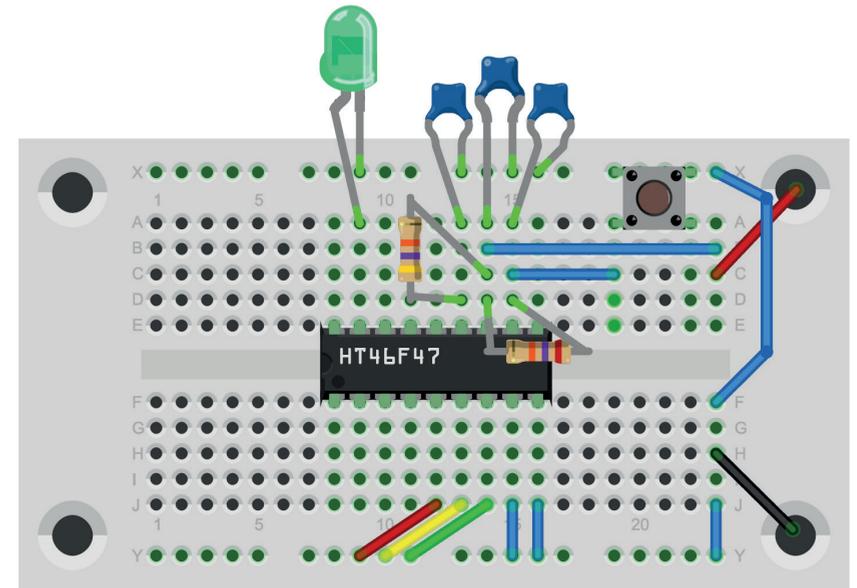
Hinter dem heutigen Türchen befinden sich mehrere ganz wichtige Bauteile. Das wichtigste ist der Mikrocontroller HT46F47 mit seinen 18 Anschlussbeinchen. Diese vielen Anschlüsse deuten darauf hin, dass man diverse Möglichkeiten für unterschiedliche Spiele hat. Aber einige Anschlüsse werden immer gleich verwendet und sind unbedingt nötig, damit der Mikrocontroller überhaupt funktioniert. Dazu muss man einige Drähtchen und zusätzlich zwei Widerstände mit 47 k $\Omega$  (Gelb, Violett, Orange) und 27 k $\Omega$  (Rot, Violett, Oran-

ge) und drei Kondensatoren mit 100 nF (Aufdruck 104) anschließen. Rechts oben auf der Steckplatine findet man den Reset-Schalter.

Alles muss ganz genau stimmen. Aber zuerst einmal werden nur die blauen Drähte berücksichtigt. Nachdem alles richtig angeschlossen und noch einmal sorgfältig kontrolliert wurde, darf die Batterie eingelegt werden. Nun blinkt die grüne LED. Das ist ein großer Erfolg, denn das gesamte System arbeitet damit korrekt. Fast alle

Verbindungen können bei den folgenden Spielen so bleiben.

Und jetzt kommt das Spiel! Der ganze Aufbau ist eine tickende Zeitbombe, die unbedingt entschärft werden muss. Im Plan sind drei Drähte eingezeichnet: ein roter, ein gelber und ein grüner. Nur einer dieser Drähte allein entschärft die Bombe; welcher der



entscheidende ist, muss herausgefunden werden. Probieren Sie die Verbindungen nacheinander aus. Wenn man den richtigen Draht zum richtigen Zeitpunkt erwischt, bleibt die LED aus; macht man es falsch, bleibt die LED an, und die Bombe explodiert.

Anders als im richtigen Leben kann man aber den Draht entfernen, auf den Reset-Schalter drücken und es noch einmal probieren. Wer erkennt die Regel? Wie genau muss man diese Bombe entschärfen?

### Info: Bauteile und Anschlüsse

Der Mikrocontroller vom Typ HT46F47 hat 18 Anschlüsse. Wenn man ihn wie im Bild gezeigt einsetzt, ist die Beschriftung lesbar. Außerdem gibt es am linken Rand eine Kerbe. Der erste Pin unten links ist Pin 1. Er soll genau im Kontakt F8 stecken. Pin 9 unten rechts steckt dann im Kontakt F16. Pin 10 liegt oben rechts und belegt Kontakt E16, Pin 18 oben links Kontakt E8.

Die richtige Position ist ganz wichtig, weil später weitere Bauteile hinzukommen, die nur so passen werden. Außerdem ist es ganz wichtig, dass die Batterie an den richtigen Anschlüssen liegt. Der Anschluss für die negative Betriebsspannung (GND) ist Pin 9, der positive Pol (VCC) liegt an Pin 12. Falls die Batterie falsch angeschlossen wird, kann der Mikrocontroller zerstört

werden. Deshalb muss vor dem ersten Einlegen der Batterien alles ganz genau kontrolliert werden. Die obere und die untere horizontale Kontaktleiste sind an den Minuspol gelegt. Das bleibt bei allen folgenden Spielen so. Wenn eine LED angeschlossen wird, muss der kürzere Draht (die Kathode) grundsätzlich an diesem Minus-Anschluss liegen.



# KOPF ODER ZAHL



Hinter dem dritten Türchen kommt eine rote LED zum Vorschein. Mit zwei Farben kann man schon einiges anfangen. Kopf oder Zahl heißt das Spiel, Rot oder Grün ist hier die Frage. Zu Beginn blinken beide LEDs so schnell, dass es wie ein Flackern aussieht.

Der bisherige Reset-Schalter ist nun an anderer Stelle eingebaut und kann das Flackern beenden. Wenn man ihn betätigt, bleibt eine der Farben stehen, aber man weiß vorher nicht, welche.

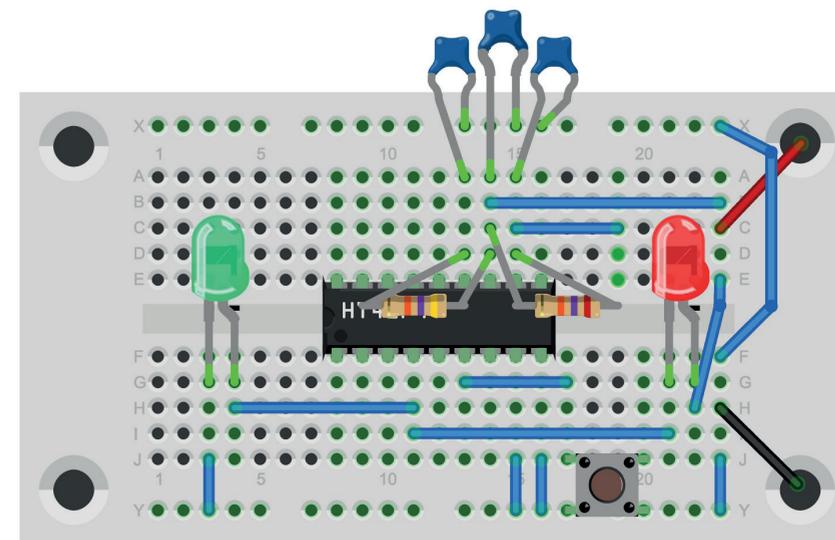
Was genau damit gespielt wird, bleibt jedem selbst überlassen. Beispielsweise könnten sich zwei Personen besondere sportliche Übungen ausdenken. Einer sagt:

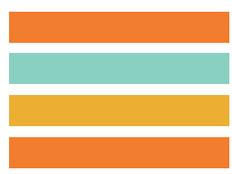
„Rot!“, der andere sagt: „Grün!“ – derjenige, dessen Farbe kommt, muss sich an der Aufgabe versuchen.

## Info: Reihenschaltung und Schaltausgang

Die rote und die grüne LED sind bei diesem Spiel in Reihe geschaltet und liegen direkt an der Batterie. Das ist übrigens auch hier wieder nur deshalb erlaubt, weil die LEDs eingebaute Widerstände haben. Ohne den Mikrocontroller würden beide LEDs leuchten. Pin 4 des Mikrocontrollers hat aber einen internen

elektronischen Umschalter, der den Pin abwechselnd an GND und VCC legt. Damit wird jeweils eine der LEDs abgeschaltet und die andere voll eingeschaltet. Dieser und andere Anschlüsse werden als sogenannte Ausgänge verwendet, die man am besten mit einem automatischen Schalter vergleichen kann.





# 4

## SPIELAUTOMAT

Hinter dem vierten Türchen finden Sie eine weitere grüne LED. Mit insgesamt drei LEDs kann nun ein kleiner Spielautomat gebaut werden, wie er sonst nur im Casino oder in der Kneipe zu finden ist. Alle drei LEDs werden in einer Reihe an die benachbarten Anschlüsse des Mikrocontrollers gelegt. Die kurzen Anschlüsse (Kathoden) müssen wieder an die untere Minus-Schiene angeschlossen werden.

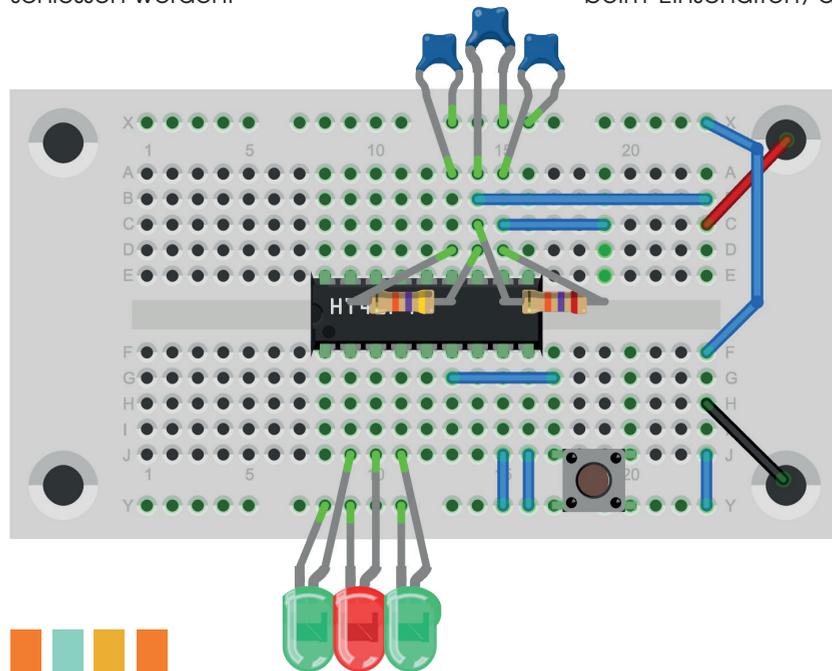
Nun blinken alle LEDs schnell, ähnlich wie sich die Rollen eines Automaten drehen. Ziel des Spiels ist es, mit dem Button die LEDs so anzuhalten, dass alle drei LEDs gleichzeitig leuchten (111). Nur so können Sie den Jackpot knacken.

Das Spiel beinhaltet auch ein Unterprogramm zum Würfeln. Dazu müssen Sie beim Einschalten, also beim Einlegen der

Batterien, den Taster gedrückt halten. Wenn man ihn dann loslässt, erscheint die erste gewürfelte Zahl, nach jedem neuen Tastendruck erscheint eine weitere Zahl. Ein Würfel mit nur drei LEDs?

Ja, das geht tatsächlich, wenn man das Ergebnis als Binärzahl abliest:

1 = 001      2 = 010      3 = 011  
4 = 100      5 = 101      6 = 110

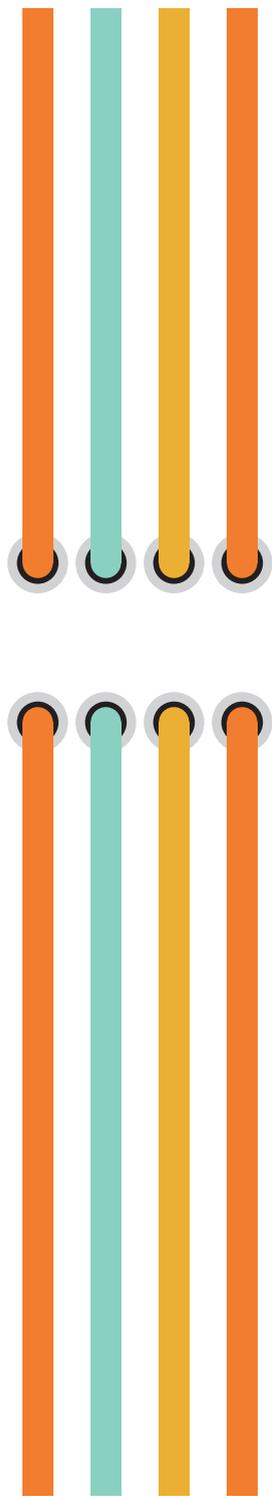


### Info: Binärzahlen

Computer rechnen mit Binärzahlen, weil dabei jede Ziffer nur zwei Zustände kennt, 0 oder 1, die sich leicht mit Stromkreisen abbilden lassen: Sie sind dann an oder aus. Mit vier Stellen (4 Bit) kann man Zahlen bis 15 (dezimal) darstellen. Das Bit ganz rechts hat die Wertigkeit 1, das links daneben die Wertigkeit 2. Jeweils eine Stelle weiter nach links verdoppelt den Wert eines Bits. Und wenn man alle vier addiert (1 + 2 + 4 + 8), erhält man die höchste darstellbare Zahl: 15. Bei allen Zahlen bis 7 ist die vierte Stelle eine Null. Daher braucht man nur drei LEDs, um Zahlen bis 6 darzustellen.

Mit jedem weiteren Bit verdoppelt sich der Zahlenumfang. Später werden auch 5-Bit-Zahlen im Bereich 0 bis 31 verwendet.

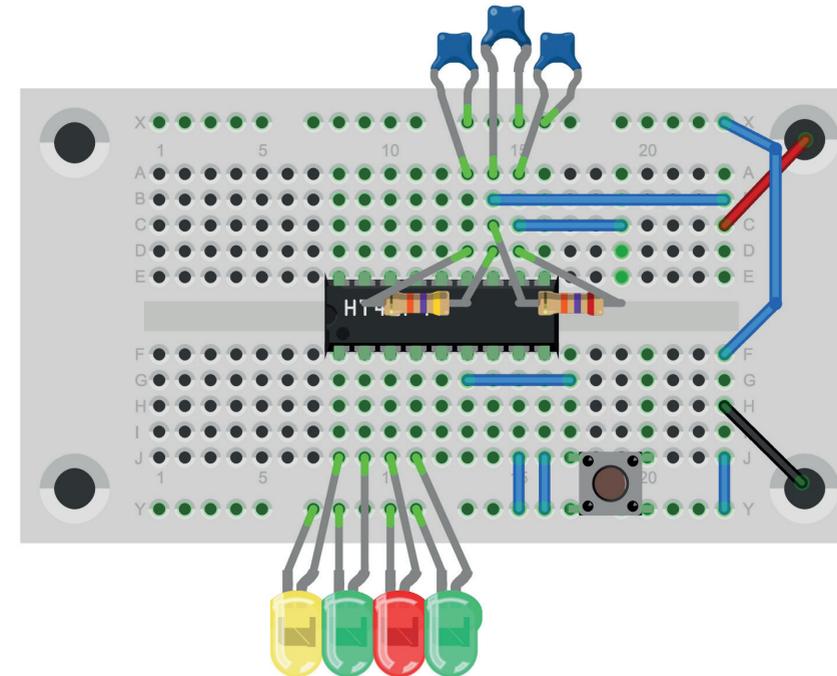
8	4	2	1	Dezimal
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15



# SPIELAUTOMAT MIT VIER LEDS

Öffnen Sie das fünfte Türchen, und Sie finden eine gelbe LED. Damit wird der Spielautomat erweitert und das Spiel noch schwieriger. Wieder blinken alle LEDs und müssen mit dem Taster gestoppt werden. Zur Abwechslung soll diesmal erreicht werden, dass alle LEDs aus sind (0000).

Das ist ein reines Glücksspiel, denn die LEDs blinken so schnell, dass es unmöglich ist, den richtigen Zeitpunkt zu sehen. Theoretisch sollte im Durchschnitt auf 16 Spiele ein Treffer kommen. Überprüfen Sie das einmal mit einer größeren Anzahl von Durchläufen. Aber erst bei sehr vielen Spielen werden sich Theorie und Praxis annähern.





# HEISSER DRAHT 2

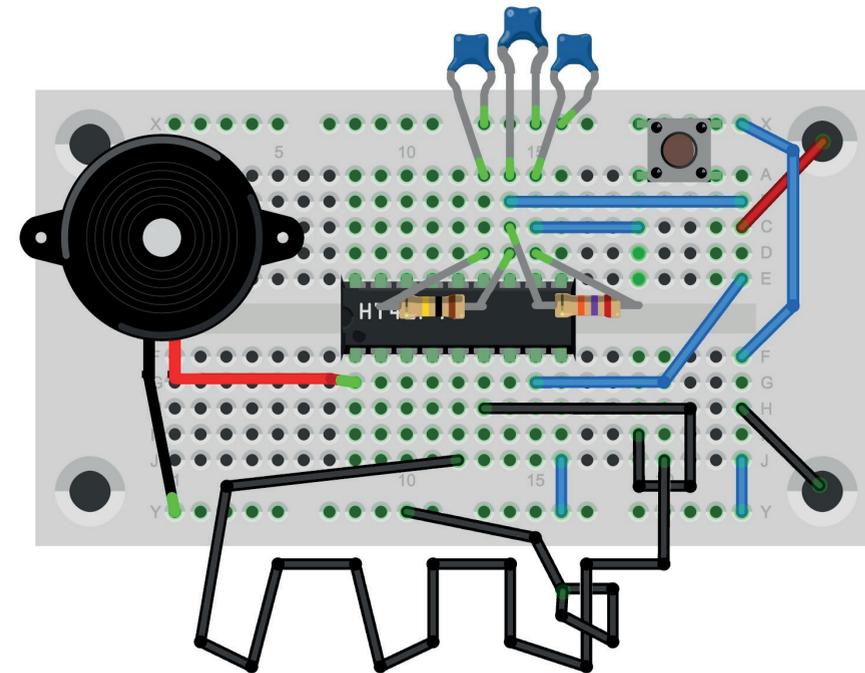
Türchen Nummer 7 hält einen Widerstand mit 100 k $\Omega$  (Braun, Schwarz, Gelb) für Sie bereit. Er wird nun anstelle des kleineren Widerstands von 47 k $\Omega$  (Gelb, Violett, Orange) eingesetzt.

Das Ergebnis ist, dass der Mikrocontroller nur noch mit halber Geschwindigkeit arbeitet. Alles andere bleibt gleich. Der heiße Draht funktioniert genauso wie vorher, aber diesmal sind die erzeugten Töne um eine Oktave tiefer.

## Info: Taktfrequenz

Jeder Computer und jeder Mikrocontroller arbeitet mit einer Taktfrequenz, die oft mit einem Quarz stabilisiert wird. Der Mikrocontroller HT46F47 besitzt einen internen Oszillator, mit dem eine Taktfrequenz bis 12 MHz eingestellt werden kann. Die Frequenz wird über den Widerstand an Pin 13 festgelegt. Mit 47 k $\Omega$  bekommt man eine Frequenz von etwa 4,5 MHz. Bei 100 k $\Omega$  ist die Frequenz un-

gefähr halbiert, man hat also nur noch 2,25 MHz, der Controller wird langsamer. Zum Vergleich: Der Home-Computer Sinclair ZX81 von 1981 lief mit 3,25 MHz und hatte einen Arbeitsspeicher von 1 KB. Inzwischen ist alles in einem Chip integriert, daher läuft beim HT46F47 alles deutlich schneller und mit wesentlich mehr Speicher von 2 KB. Deshalb sind sämtliche Spiele schon im Speicher vorhanden.

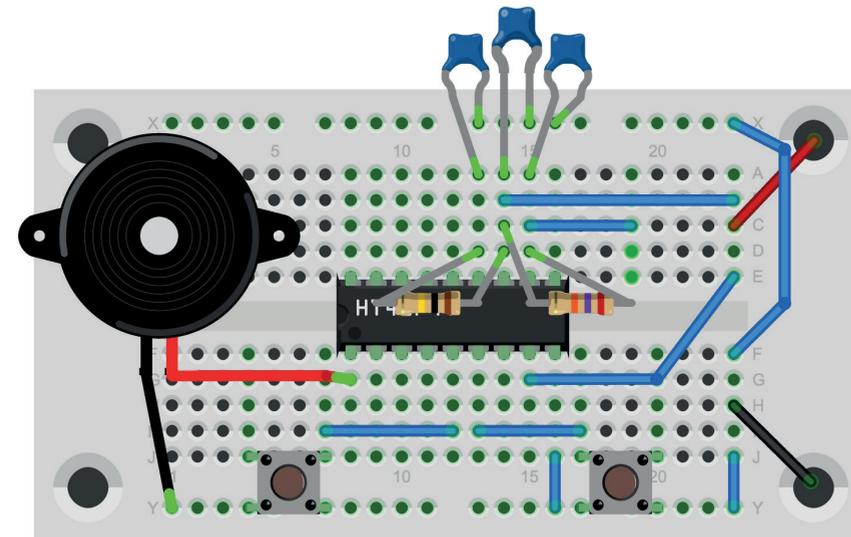


# 8

## QUIZ-BUZZER

Hinter dem heutigen Türchen versteckt sich ein weiterer Tastschalter. Mit ihm ist es nun möglich, einen Quiz-Buzzer zu bauen, um spannende Quizduelle zu bestreiten. Dazu muss man den heißen Draht abbauen und stattdessen zwei Tastschalter gegen GND anschließen. Es läuft weiterhin dieselbe Software, deshalb bleibt der Programm-Auswahl-Pin an VCC. Der bisherige Reset-Schalter wird als zweiter Taster gebraucht. Weil Sie nicht mehr auf Reset drücken können, muss das Spiel durch Anlegen der Batteriespannung gestartet werden. Für einen Neustart nehmen Sie eine Batterie aus dem Fach heraus und setzen sie wieder ein.

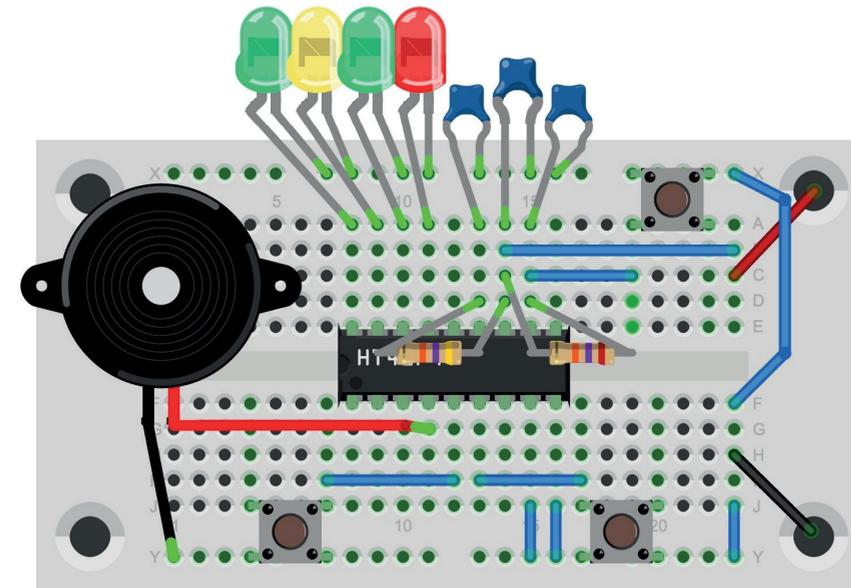
Nun benötigen Sie noch einen Quizmaster, der schwierige Fragen stellt, sowie zwei würdige Kontrahenten, die die Antworten finden sollen. Der Quizmaster stellt eine Frage, und wer seinen Button zuerst drückt, darf zuerst antworten. Weil zu jedem Button ein anderer Ton gehört, ist es immer klar, wer zuerst gedrückt hat.



# KONZENTRATIONSSPIEL

Das neunte Türchen verbirgt einen weiteren Tastschalter. Damit hat man nun wieder den bewährten Reset-Schalter für den Controller zur Verfügung, Sie müssen also nicht immer die Batterie vom Board trennen, um ein Programm neu zu starten. Das ist diesmal besonders wichtig, denn Sie werden bei dem Reaktionsspiel des heutigen Tages mit Sicherheit mehrere Versuche benötigen. Der Piezo-Schallwandler ist diesmal an einem anderen Pin angeschlossen und erzeugt während des Laufs des Spielautomaten ein ratterndes Geräusch. Die LEDs werden jetzt an den oberen Ausgängen angeschlossen. Sie blinken diesmal so langsam, dass man es gut verfolgen kann. Damit es nicht zu langsam wird, ist wieder der Widerstand mit 47 k $\Omega$  am Takt-Eingang Pin 13 angeschlossen.

Das Spiel geht folgendermaßen: Sie drücken den Reset-Schalter, um das Spiel neu zu starten, und müssen dann die LEDs genau beobachten. Sobald erstmalig die beiden linken LEDs an sind (1100), müssen Sie ganz schnell reagieren und den Stopp-Button (rechts) drücken. Wenn eine der beiden rechten LEDs leuchtet, haben Sie das Spiel verloren. Aber Sie können über die Reset-Taste einen neuen Versuch starten. Alternativ können Sie auch den linken Knopf drücken. Dann gehen alle LEDs an (1111). Sobald Sie loslassen, folgen erst der nächste Zustand 0000 und danach alle weiteren bis zum Ziel 1100.





# 10

## SPIEL MIR EIN LIED

Hinter Türchen Nummer 10 finden Sie einen weiteren Widerstand. Er hat 10 k $\Omega$  (Braun, Schwarz, Orange) und dient dazu, das nächste Programm auszuwählen. Bisher gab es nur zwei Programme, die mit 0 V und 4,5 V am Auswahl-Eingang gewählt wurden. Aber der Controller erkennt auch andere Spannungen. In diesem Fall liegt ein Spannungsteiler mit 10 k $\Omega$  und 100 k $\Omega$

am Eingang, sodass nur eine kleine Spannung gemessen wird. Der Mikrocontroller weiß dann nach einem Neustart sofort, welches Programm gestartet werden soll. Und das ist eine kleine automatische Orgel.

Das Spiel verwendet einen Draht, der nach außen führt. Man kann ihn berühren, um den erzeugten Ton zu ändern. Ohne Be-

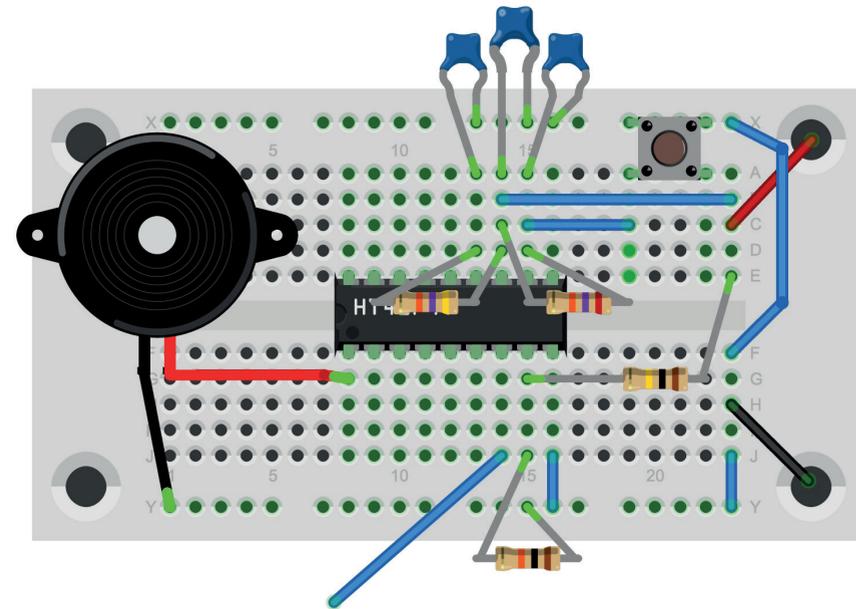
rührung entsteht meist eine ansteigende oder absteigende Tonfolge, die auf einen mittleren Ton zustrebt. Durch die Berührung kann der Ton höher oder tiefer werden. Und auch eine Bewegung der Füße beeinflusst die Tonhöhe. Wenn Sie sich in der Nähe elektrischer Leitungen befinden, kann sich die Tonhöhe ganz unregelmäßig ändern.

Diesen Effekt können Sie verstärken, wenn eine zweite Person die Steckplatine mit dem Batteriefach in der Hand hält. Mit etwas Geschick und wiederholten Berührungen können Sie die Melodie beeinflussen. Wer weiß, vielleicht entdecken Sie in sich einen Meister der atonalen Musik.

### Info: Elektrische Ladungen

Das hört sich alles wie Zauberei an, aber tatsächlich beruht es auf der Physik. Das Programm misst immer wieder die elektrische Spannung am Eingang und steuert so die Tonhöhe. Es handelt sich aber um einen offenen, extrem hochohmigen Eingang, der sich ganz beliebig auf eine zufällige Spannung aufladen kann.

Kleinste Ladungen können die Spannung ändern. Jeder Mensch trägt immer gerade irgendeine elektrische Ladung, die sich durch Reibung schnell ändern kann. In der Nähe einer elektrischen Wechselstrom-Leitung tragen Sie selbst auch eine gewisse Wechselspannung, die zu einer abwechselnden Tonfolge führen kann.

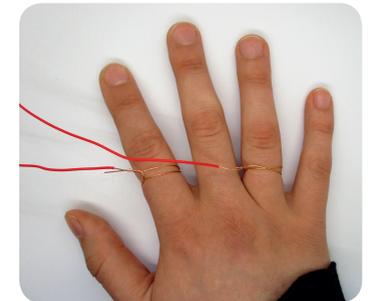
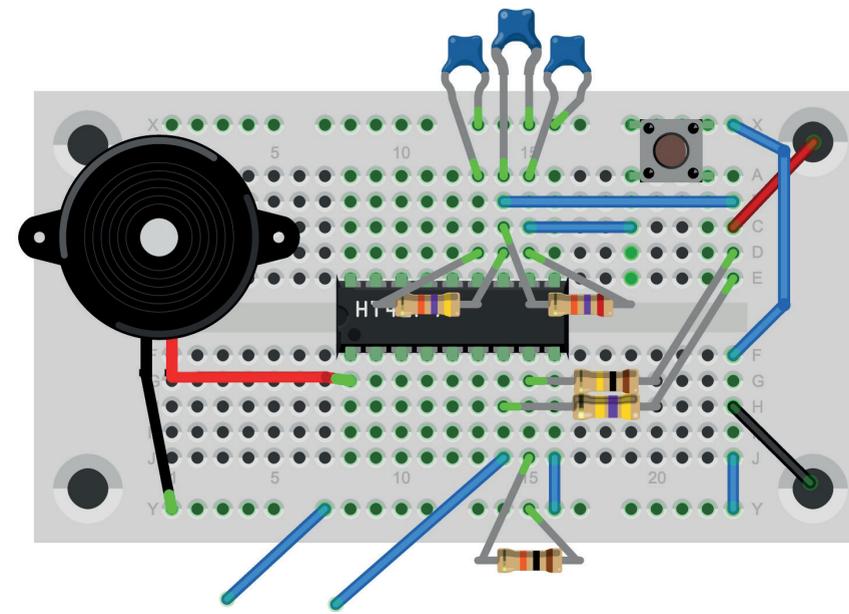


# LÜGENDETEKTOR

Hinter dem heutigen Türchen befindet sich wieder ein Widerstand, der für das heutige Spiel gebraucht wird. Er hat  $470\text{ k}\Omega$  (Gelb, Violett, Gelb) und wird diesmal nicht für die Programmauswahl, sondern für eine Spannungsmessung gebraucht. Am Eingang liegt ein Spannungsteiler aus diesem Widerstand und einem zweiten Widerstand, der durch Drahtkontakte an zwei Fingern der Testperson gebildet wird. So entsteht ein Lügendetektor, der den Hautwiderstand misst und in eine Tonhöhe umsetzt. Wenn die Testperson bei einer strengen Befragung lügt, gerät sie ins Schwitzen, was die Leitfähigkeit der Haut erhöht. Das hört man dann an einem höheren Ton. Das Programm ist übrigens immer noch das gleiche wie das der automatischen Orgel vom letzten Tag und wird deshalb wieder mit dem Widerstand von  $10\text{ k}\Omega$  ausgewählt.

Die Fingerkontakte werden aus Drahtstücken hergestellt, die nicht zu fest um zwei Finger gewickelt werden. Anschließend be-

ginnt das Spiel für zwei Personen. Der eine stellt Fragen, der andere muss sie beantworten – mit oder ohne Lügen. Man muss natürlich immer bedenken, dass dieser Lügendetektor nur ein Spiel ist und nicht zweifelsfrei beweisen kann, dass jemand lügt. Die Befragung beginnt ganz harmlos, so dass erst einmal eine Entspannung eintritt, wobei der Ton tiefer wird. Dann wird ganz langsam ein unangenehmes Thema aufgeworfen, das den Befragten unter Druck setzt. Und wenn schließlich die entscheidende Frage mit einer Lüge beantwortet wird, kann sich der Ton erhöhen. Das hängt allerdings davon ab, wie sensibel jemand ist. Eine Person mit extrem starken Nerven kann auch eine Lüge verbergen, sodass der Lügendetektor versagt. Aber die meisten Menschen reagieren mit schnellerem Puls und stärkerem Schwitzen, was die Leitfähigkeit der Haut messbar erhöht. Wenn man zusätzlich hört, wie der Ton höher wird, fühlt man sich ertappt, was die Sache noch schlimmer macht.



## Info: Hautwiderstand

Der menschliche Körper leitet elektrischen Strom, weil er Wasser enthält. Das ist auch der Grund dafür, dass höhere Spannungen wie die Netzspannung gefährlich sind. Unterhalb von  $24\text{ V}$  kann aber nichts passieren, weil der Widerstand der Haut so groß ist, dass nur noch ein sehr kleiner Strom unter  $1\text{ mA}$  fließt. Im Normalfall liegt der Hautwiderstand zwischen etwa  $100\text{ k}\Omega$  und  $1\text{ M}\Omega$ . Hier wird der Strom zu-

sätzlich durch den Widerstand mit  $470\text{ k}\Omega$  begrenzt. Der maximale Strom liegt unter  $10\text{ }\mu\text{A}$  und ist absolut nicht spürbar. Gefährlich wird es ab  $100\text{ mA}$ , also einem zehntausendfachen größeren Strom, der erst bei sehr viel größeren Spannungen fließen kann. Aber auch der sehr kleine Strom reicht schon für eine Messung aus, die Auskunft über den Hautwiderstand und über eventuelle Lügen geben kann.



# 12

## HÖRTEST

Hinter dem 12. Türchen befindet sich ein Widerstand mit 15 k $\Omega$  (Braun, Grün, Orange). Er dient wieder dazu, das aktuelle Programm auszuwählen. Das heutige Spiel ist ein Hörtest, mit dem jeder feststellen kann, welchen höchsten Ton er noch hört.

Nach dem Start des Spiels hören Sie zuerst einen relativ tiefen Ton. Er wird schnell höher, und Sie müssen den Knopf drücken, sobald Sie den eigentlichen Ton nicht mehr wahrnehmen. Man hört dann zwar immer noch ein Knacken mit jedem Umschalten auf ei-

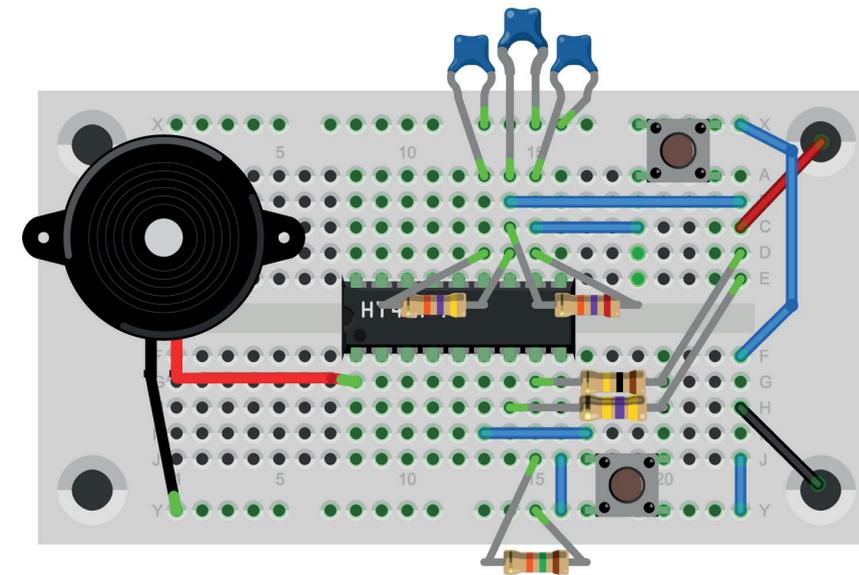
nen neuen Ton, aber nicht mehr den Ton selbst. Die letzte Tonhöhe wird dann festgehalten, damit andere überprüfen können, ob sie diesen Ton noch wahrnehmen. Meist können Kinder die höchsten Töne hören, ältere Menschen dagegen erreichen ihre

Grenze schon eher. Jugendliche und junge Erwachsene haben normalerweise den vollen Frequenzumfang. Allerdings kann das Gehör durch übermäßige Lärmbelastung vorschnell altern.

### Info: Töne und Frequenzen

Der Ton beginnt bei 1,5 kHz und endet bei etwa 40 kHz. Ein junger Mensch hört Töne bis etwa 20 kHz, im Alter kann die Grenze dagegen deutlich unter 10 kHz liegen. Aber erst wenn Töne von 3 kHz nicht mehr gehört werden, wird man ernsthaft schwerhörig. Den letzten Ton von 40 kHz sollte kein Mensch mehr wahrnehmen

können. Für Hunde und Katzen kann der Ton aber sehr unangenehm sein. Schalten Sie dann schnell ab. Sie können den höchsten Ton auch verwenden, um einen Fledermausdetektor zu testen, denn die Rufe von Fledermäusen liegen ebenfalls in diesem Bereich.

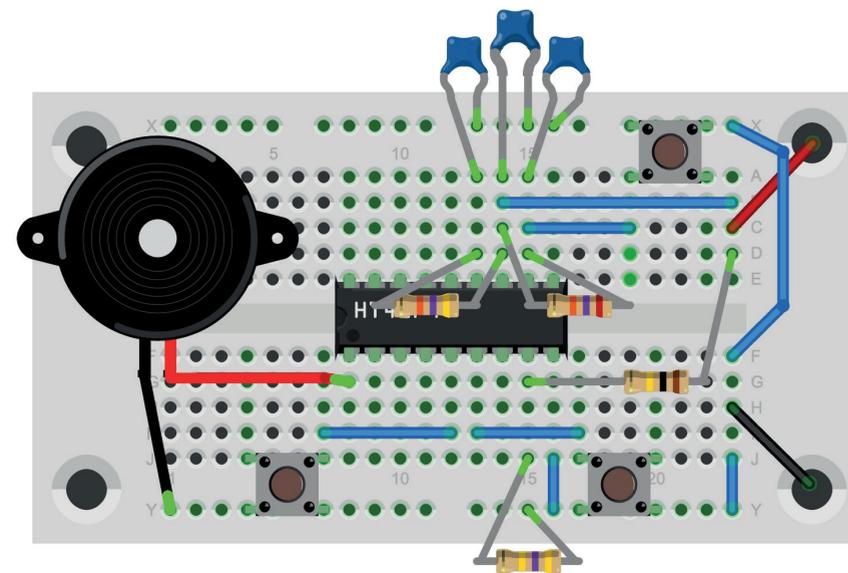


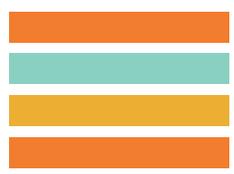
# TRESORKNACKER

Hinter dem heutigen Türchen findet sich ein weiterer Tastschalter. Er wird für das geheime Codeschloss eines Tresors benötigt. Das Schloss hat lediglich zwei Tasten, aber nur der rechtmäßige Besitzer (in diesem Fall die Königin von England) weiß, wie man sie bedient. Werden Sie zum Panzerknacker und finden Sie den geheimen Code heraus. Der Aufbau startet ein neues Programm. Dazu braucht man bekanntlich einen neuen Widerstand. In diesem Fall ist er mit  $470\text{ k}\Omega$  (Gelb, Violett, Gelb) schon vorhanden, weil er für den Lügendetektor gebraucht wurde.

Nun können Sie das Spiel starten. Sie haben zwei Taster, die in einer ganz bestimmten Reihenfolge gedrückt werden müssen. Sie wissen aber weder, mit welchem Taster Sie beginnen müssen, noch, wie viele Tastendrucke insgesamt gebraucht werden. Probieren Sie es einfach mal aus. Immer wenn

das Schloss eine falsche Eingabe erkennt, hören Sie einen tiefen Ton. Sobald Sie die richtige Kombination gefunden haben, ertönt dagegen die Siegerfanfare und zeigt an, dass sich das Schloss öffnet. Sie können eigentlich beliebig viele Versuche unternehmen, um die geheime Kombination herauszubekommen. Bedenken Sie aber, dass jeder Fehlversuch über eine Standleitung direkt an Scotland Yard gemeldet wird. Es dauert dann nur wenige Minuten, bis Sie verhaftet werden.



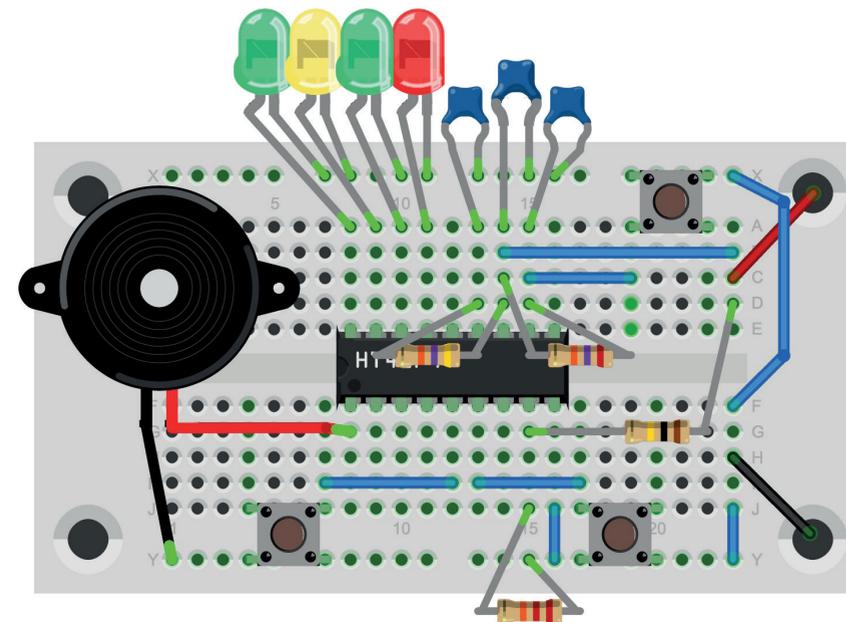


14

## TENNISTRAINER

Hinter Türchen Nummer 14 finden Sie einen Widerstand mit  $22\text{ k}\Omega$  (Rot, Rot, Orange), der zur Auswahl eines weiteren Programms gebraucht wird. Diesmal handelt es sich um ein einfaches Tennis-Trainingsspiel. Sie müssen einen Ball mit dem linken Taster abschlagen. Ihr Gegner ist der Computer, der den Ball immer wieder zurückspielt. Die Ballposition wird durch vier LEDs dargestellt. Sobald der Ball wieder links angekommen ist, schlagen Sie genau im richtigen Moment erneut ab. Bei einem Treffer hören Sie einen hohen Ton. Wenn Sie den Abschlag verpassen, ertönt ein tieferer Ton.

Ganz rechts tritt der Computer in Aktion und spielt den Ball automatisch zurück. Wenn Sie aber in diesem Moment auf die rechte Taste drücken, hält das Spiel an, und der Ball bleibt rechts liegen. Erst ein erneuter Druck auf die rechte Taste startet das Training wieder neu.



# TENNIS FÜR ZWEI

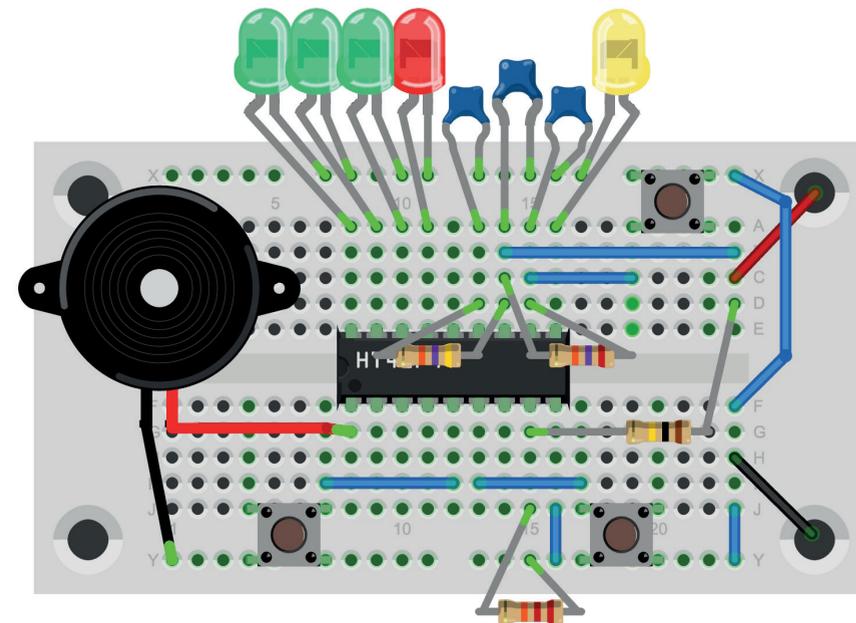
Heute finden Sie eine weitere grüne LED im Kalender. Damit bauen Sie die LED-Reihe so um, dass die ersten drei LEDs grün sind. Zusätzlich wird eine fünfte LED an Pin 10 angeschlossen. Das erweiterte Tennisspiel wird gestartet, indem Sie beim Einschalten oder bei einem Reset die rechte Taste gedrückt halten. Nun können zwei Personen den Ball

abwechselnd abschlagen, oder Sie lassen die rechte gegen die linke Hand spielen. Wieder hört man bei jedem Treffer einen hohen Ton, bei einem Fehler einen tiefen. Die fünfte LED ändert laufend ihre Helligkeit. Sie wird umso heller, je weiter sich der Ball auf der rechten Seite befindet.

## Info: Helligkeitssteuerung

Bisher wurden alle LEDs entweder ganz an- oder ganz ausgeschaltet. Das entspricht dem normalen Verhalten eines Schalters, und im Mikrocontroller befinden sich ja elektronische Schalter. An Pin 10 liegt ein ganz besonderer Ausgang, mit dem man mehr machen kann, als ihn nur ein- und auszuschalten. Hier kann

die Helligkeit in vielen Stufen verändert werden. Tatsächlich verbirgt sich dahinter auch ein Schalter, der so schnell ein- und ausgeschaltet wird, dass man nur die mittlere Helligkeit sieht. Das Verfahren nennt sich Pulsweitenmodulation (PWM). Man verändert dabei das Verhältnis zwischen An-Zeit und Aus-Zeit.





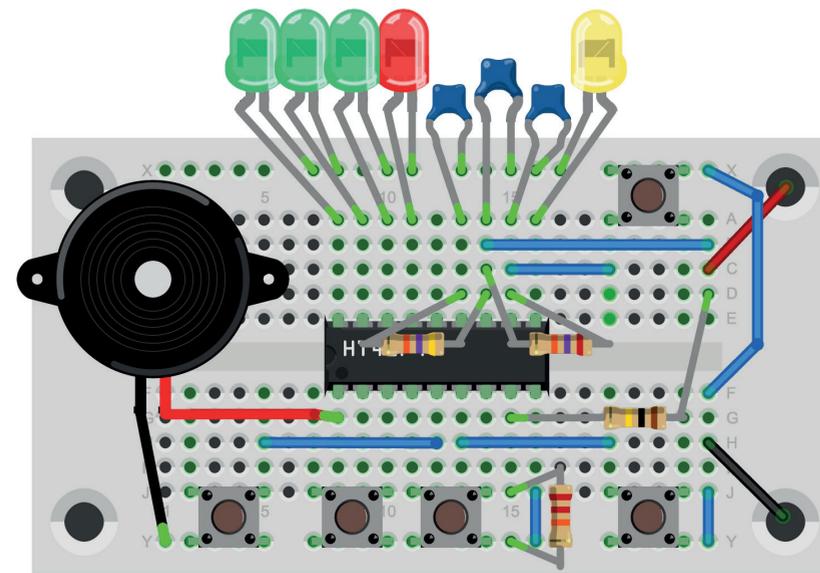
# 16

## DER PROFI-TRESORKNACKER

Hinter Türchen Nummer 16 kommt ein weiterer Tastschalter zum Vorschein. Damit gibt es nun vier Taster in einer Reihe und den Reset-Taster. Der Tresor der Königin wurde noch einmal erheblich verbessert, weil er bisher viel zu leicht zu öffnen war. Man muss beim Start auf den linken Taster drücken, damit der Tresor (gut getarnt) hinter dem Tennisspiel erscheint.

Insgesamt muss man diesmal vier Tasten genau in der richtigen Reihenfolge drücken. Zuerst leuchtet die obere linke LED und zeigt an, dass man die erste Taste drücken soll. Die Tasten darf man nur kurz drücken, weil ein längerer Druck als zwei Betätigungen gewertet wird. Erst wenn man

die richtige Taste gefunden hat, springt die Anzeige weiter nach rechts, bei jedem Fehler geht es zurück auf Position 1. Bei jeder richtigen Taste ertönt ein hoher Ton. Wenn man die Kombination getroffen hat, leuchtet die LED ganz rechts auf und zeigt an, dass das Schloss geöffnet wird. Zugleich hört man die Siegerfanfare. Wer die Kombination herausgefunden hat, kann damit den Tresor beliebig oft öffnen. Aber bei jedem Neustart gibt es eine neue geheime Kombination.

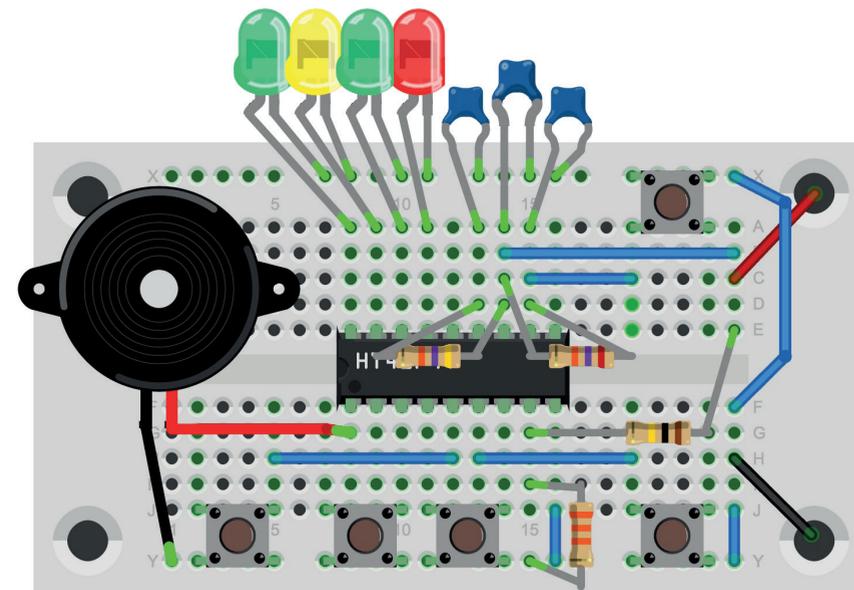


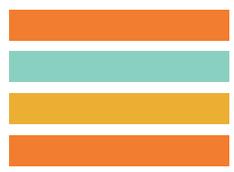
# HAU DEN MAULWURF

Hinter dem heutigen Türchen befindet sich ein Widerstand mit  $33\text{ k}\Omega$  (Orange, Orange, Orange), mit dem Sie wieder ein neues Spiel auswählen können. Es handelt sich um ein altes Jahrmarktspiel, bei dem man versuchen muss, aus Löchern schauende Maulwürfe mit dem Hammer zu treffen. „Whack a Mole!“ – „Hau den Maulwurf!“

Sie starten das Spiel und sehen eine der LEDs leuchten. Sie haben nur wenig Zeit, den passenden Taster zu dieser LED zu drücken. Es ist also ein Reaktionsspiel, denn der Maulwurf wird nicht lange aus genau diesem Loch schauen. Wenn Sie rechtzeitig gedrückt, den Maulwurf also getroffen haben, erklingt ein Ton. Haben Sie falsch oder zu spät gedrückt, hören Sie einen anderen Ton.

Aber es dauert nicht lange, und schon schaut der Maulwurf durch ein anderes Loch heraus! Wenn Sie zehnmal richtig getroffen haben, hören Sie die Siegerfanfare. Wenn Sie dagegen mehrmals danebengehauen haben, kommt ein Verloren-Klang, und das Spiel startet neu.



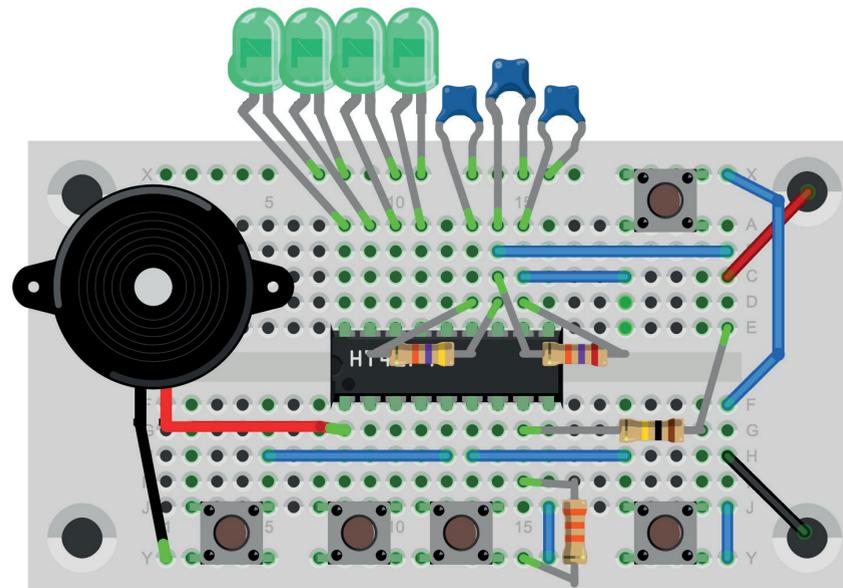


# 18

## REAKTIONSTEST

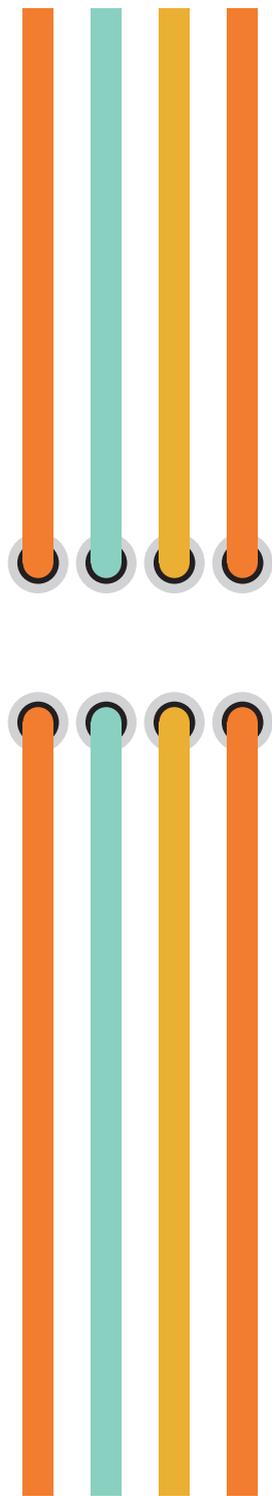
Hinter Türchen Nummer 18 entdecken Sie eine weitere grüne LED. Damit haben Sie insgesamt vier gleiche LEDs, mit denen Sie ein Reaktionsspiel bauen können. Drücken Sie beim Start auf den linken Taster, damit mit dem Widerstand von 33 k $\Omega$  nicht das Maulwurfspiel, sondern das Reaktionsspiel startet. Tatsächlich braucht das Spiel nur zwei Tasten. Sie können aber die vier Tasten auf der Steckplatine lassen, weil sie beim nächsten Spiel schon wieder gebraucht werden.

Sie sehen einen schnell von links nach rechts wachsenden Leuchtbalken aus bis zu vier LEDs. Sobald die erste LED an ist, müssen Sie den rechten Knopf drücken. Meist schaffen Sie das aber nicht ganz, und dann leuchten schon zwei oder drei LEDs. Jede LED steht für eine Zehntelsekunde. Die übliche Reaktionszeit beträgt 0,2 bis 0,3 Sekunden. Wenn Sie es jedoch in zwei Zehntelsekunden schaffen, ertönt eine Siegerfanfare.



Sollten Sie den Taster erst drücken, wenn alle vier LEDs an sind, wissen Sie, dass Sie dringend mal richtig entspannen müssen. Das Programm wechselt daher automatisch zu einem Entspannungslicht. Nun sieht man nur noch die ganz rechte LED, die sanft blinkt und dabei immer wieder heller und dunkler wird. Sie können die Blinkgeschwindigkeit nach Belieben einstellen. Mit der rechten Taste wird das Blinken schneller, mit der linken langsamer. Stellen Sie die Geschwindigkeit zum Beispiel so ein, dass das Blinken Ihrem Atemrhythmus entspricht. Konzentrieren Sie sich dann ganz auf Ihren Atem und erreichen Sie damit die vollständige Entspannung. Soll es dann mit dem Reaktionstest weitergehen, drücken Sie einfach noch mal den linken Taster und die Reset-Taste.

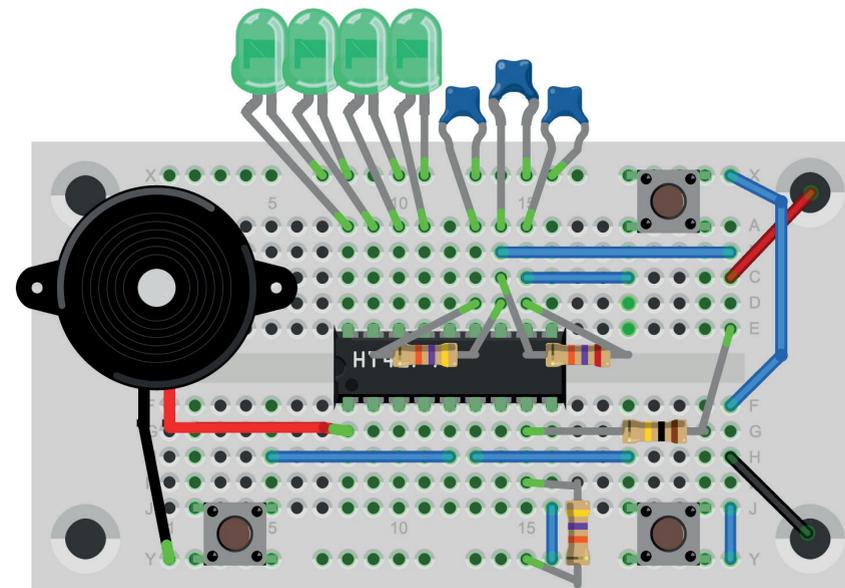


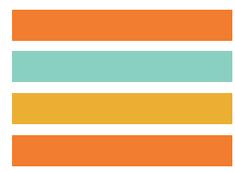


# DER EINARMIGE BANDIT

Hinter dem 19. Türchen verbirgt sich ein Widerstand mit  $47\text{ k}\Omega$  (Gelb, Violett, Orange). Damit wählen Sie ein einfaches Glücksspiel aus. Es ist dem einarmigen Banditen in Kneipen und Spielhallen nachempfunden, wenn auch in einer stark vereinfachten Form.

Sie starten das Spiel mit der linken Taste. Nun laufen vier Walzen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, die nacheinander gestoppt werden sollen. Im Gegensatz zum realen Spiel hat hier jedoch jede Walze nur zwei Zustände, 1 und 0. Sie versuchen zu erreichen, dass alle vier im gleichen Zustand stehen bleiben, also bei 0000 oder bei 1111. Mit jedem Druck auf die linke Taste stoppen Sie eine weitere Walze. Die rechten LEDs kann man mit einer guten Reaktion bewusst zum richtigen Zeitpunkt stoppen, die linke ist allerdings so schnell, dass man etwas Glück braucht.





20

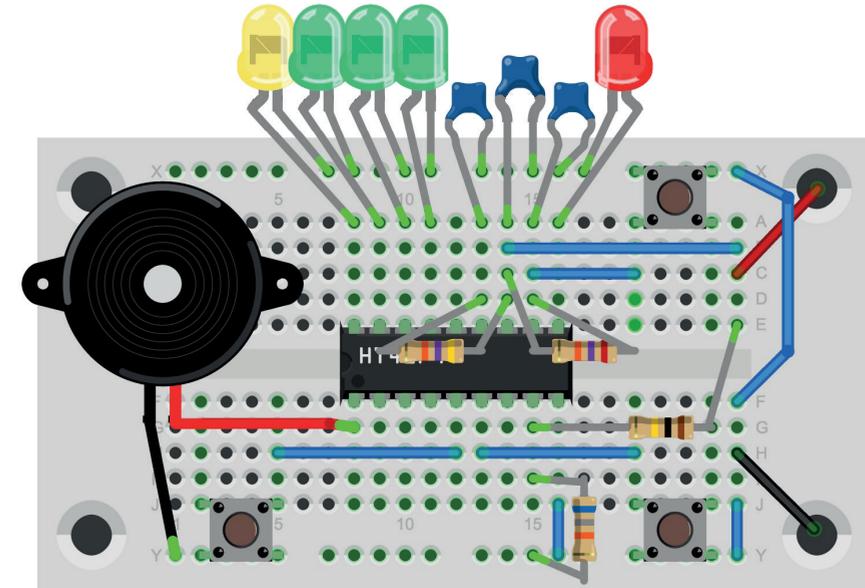
Hinter Türchen Nummer 20 kommt ein neuer Widerstand mit 68 kΩ (Blau, Grau, Orange) zum Vorschein. Damit starten Sie ein einfaches Roulette. Mit einem Druck des Croupiers auf die linke Taste beginnt die Kugel zu rollen. Es dauert unterschiedlich lange, bis sie langsam ausrollt. Am Ende bleibt die LED-Anzeige bei einer binären Zahl zwischen 00000 und 11111 (= 31) stehen. Die Spieler sitzen dem Croupier gegenüber und sehen die Binärzahl richtig herum mit der niederwertigsten Ziffer rechts. Die rechte LED (gelb) steht für gerade und ungerade, die linke (rot) für Rot und Schwarz. Nebenbei finden Sie ein Spielfeld für dieses Roulette und die Spielregeln in Kurzform. Achtung, Spielsuchtgefahr! Bitte spielen Sie nicht um Geld!

Der Croupier bittet darum, die Wetten zu platzieren. Dann sagt er: „Rien ne va plus“ (nichts geht mehr), und startet das Roulette mit dem Tastendruck. Die Kugel beginnt zu rollen und bleibt nach einiger Zeit liegen. Die Zahlen 0 und 31 sind weder ge-

# ROULETTE

rade noch ungerade und weder rot noch schwarz. Nun kann der Croupier die Gewinne anhand der obigen Tabelle verteilen. Dazu legt er den gewonnenen Betrag mit auf das Feld, und der Spieler darf seinen Gewinn einstreichen.

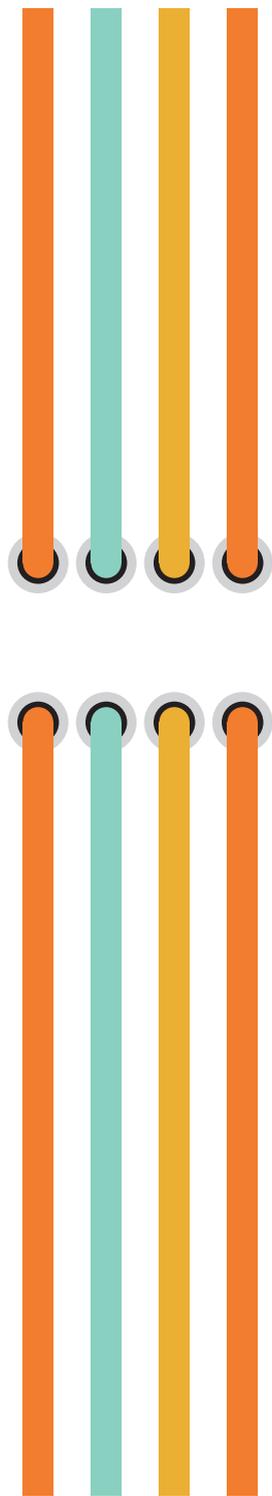
	↓	↓	↓
<b>BLACK</b> 0xxxx	1 00001	2 00010	3 00011
	4 00100	5 00101	6 00110
	7 00111	8 01000	9 01001
	10 01010	11 01011	12 01100
	13 01101	14 01110	15 01111
<b>RED</b> 1xxxx	16 10000	17 10001	18 10010
	19 10011	20 10100	21 10101
	22 10110	23 10111	24 11000
	25 11001	26 11010	27 11011
	28 11100	29 11101	30 11110
	0 00000	31 11111	
	<b>EVEN</b> xxx0	<b>UNEVEN</b> xxx1	



## Info: Roulette-Spielfeld und -Regeln

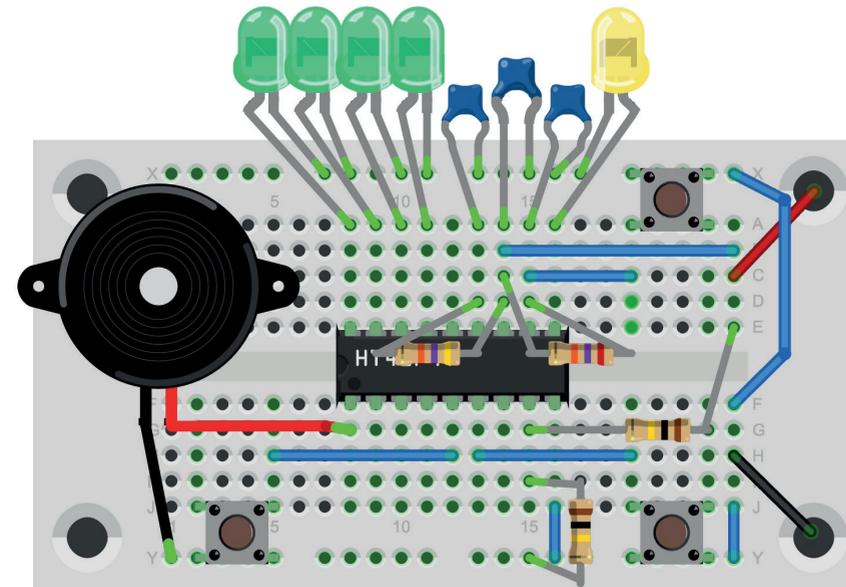
Wette	Gewinn	Setzen
Gerade/Ungerade	× 2	Felder: Even/Uneven
Rot/Schwarz	× 2	Felder: Red/Black
Reihe (↓)	× 3	Reihe mit Pfeil
Zahl Chance	× 30	auf eine Zahl
doppelte Chance	× 15	auf den Strich zwischen zwei Zahlen
dreifache Chance	× 10	auf den Punkt zwischen drei Zahlen (geht nur bei 0/31)
vierfache Chance	× 7	auf das Kreuz zwischen vier Zahlen





# 17 UND 14

Hinter dem heutigen Türchen finden Sie einen Widerstand mit  $100\text{ k}\Omega$  (Braun, Schwarz, Gelb), mit dem Sie ein neues Spiel starten können. Es ähnelt dem bekannten Blackjack (17 und 4), wobei allerdings die Grenze bei  $17 + 14 = 31$  liegt. Dann wären alle fünf LEDs an. Mit jedem linken Tastendruck wird eine zufällige Zahl bis maximal 10 gezogen und zur bisherigen Summe hinzuaddiert. Sie sehen immer zuerst die neue Zufallszahl und dann die neue Summe. Wenn Sie über 31 kommen, haben Sie verloren. Sie können aber rechtzeitig Ihr Spiel beenden, indem Sie die rechte Taste drücken. Dann beginnt das Spiel der Bank. Kommt diese näher an die 31 heran, haben Sie verloren. Wenn Sie gewonnen haben, ertönt die Siegerfanfare.

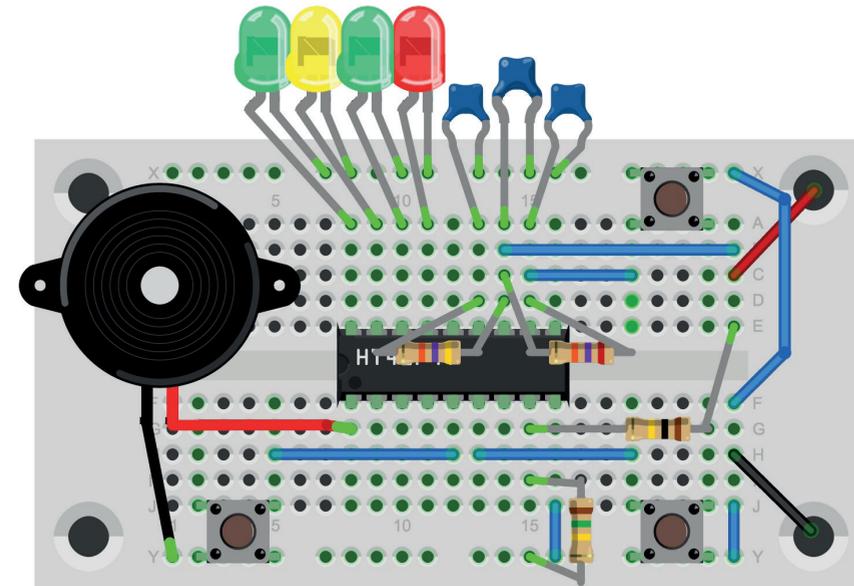


# 22

Hinter Türchen Nummer 22 befindet sich ein Widerstand mit 150 k $\Omega$  (Braun, Grün, Gelb). Damit starten Sie das Stroboskop. Das ist ein Blitzlicht, bei dem alle angeschlossenen LEDs gemeinsam kurze Lichtblitze abgeben. Mit den beiden Tastern können Sie die Geschwindigkeit einstellen. Betrachten Sie bei völliger Dunkelheit bewegte Gegenstände allein im Licht des Stroboskops. Bewegungen werden dabei in Einzelbilder aufgelöst. Wenn Sie einen drehenden Motor oder einen Lüfter an Ihrem Computer beleuchten, können Sie eine Stroboskop-Geschwindigkeit einstellen, bei der die Drehbewegung scheinbar einfriert oder sehr langsam wird.

Ein ähnlicher Effekt ist aus dem Piezo-Lautsprecher zu hören. Er erzeugt einen Ton, der im Takt des Stroboskops immer nur ganz kurz eingeschaltet wird. Wenn die Tonfrequenz und die Stroboskop-Frequenz fast genau in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander stehen, entstehen besondere Ton-Effekte. Mal hört es sich an wie ein Klingelton, mal wie ein Dieselmotor. Sie können mehrere markante Geräusche einstellen und dann jemanden raten lassen, welches Geräusch wohl gemeint ist.

## STROBOSKOP UND SOUNDEFFEKTE

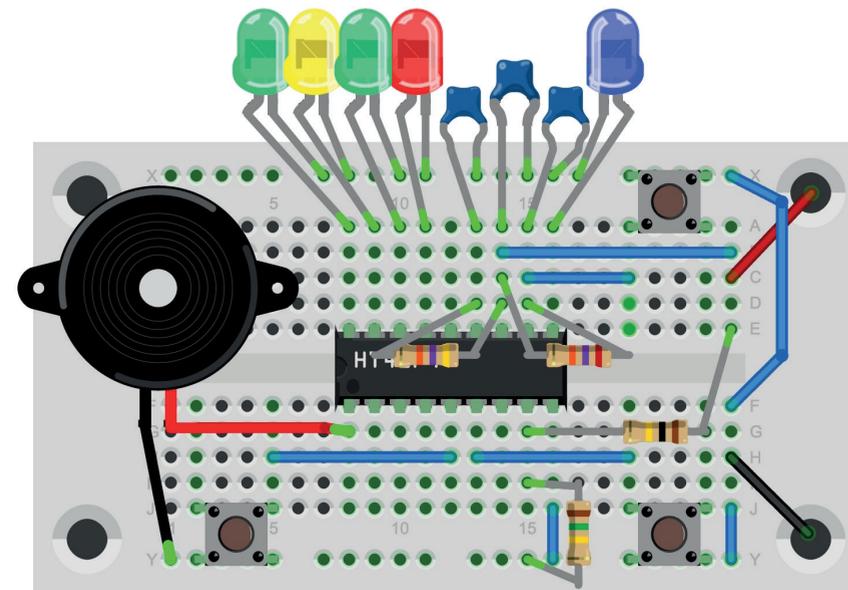


# DIE ELEKTRONISCHE GRILLE

Hinter dem vorletzten Türchen finden Sie eine blaue LED. Damit kommt noch mehr Farbe in Ihr Spiel. Mit einem blauen Licht kann man in der Dunkelheit geheimnisvolle Lichteffekte erzielen. Hinzu kommen die besonderen Geräusche einer Grille. Dieser ganz andere Soundeffekt entsteht, wenn man das Unterprogramm des Stroboskops mit der linken Taste und Reset startet: Sie halten die linke Taste gedrückt, während Sie einmal kurz auf Reset drücken.

Die elektronische Grille erzeugt seltene, sehr hohe Töne, die man nur schlecht orten kann. Zusätzlich entstehen in unregelmäßiger Folge ganz schwache blaue Lichtblitze.

Eine Grille im Haus nervt! Also sucht man sich ein passendes Opfer. Das ganze Gerät wird irgendwo in einem Raum versteckt, und anschließend beginnt die Suche, erschwert durch die hohen Töne und das schwache Licht. Sobald die Grille gefunden ist, muss nur auf den rechten Knopf gedrückt werden. Dann ertönt die Sieger-Fanfare, das Licht geht für kurze Zeit voll an, um das Versteck zu beleuchten, und danach ist endlich wieder Ruhe.



23





# 24

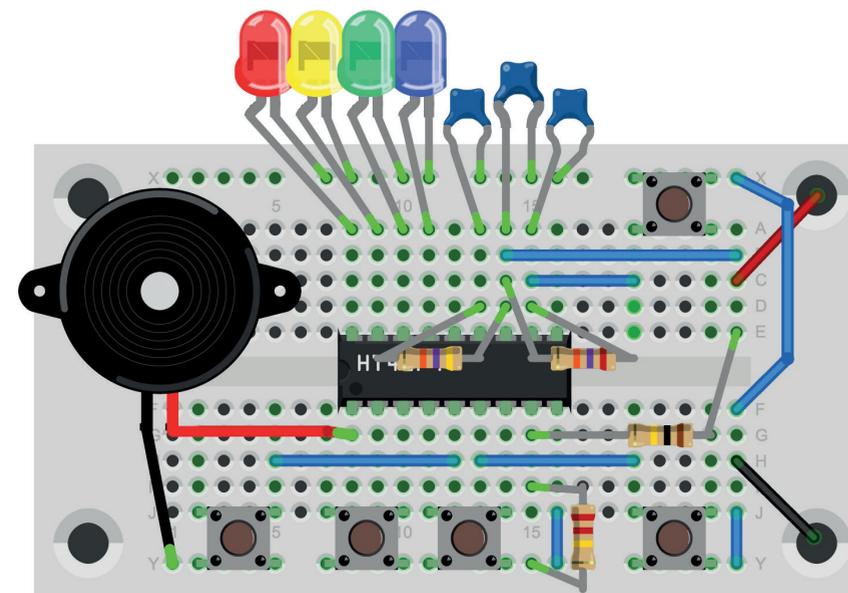
Das letzte Türchen bringt einen Widerstand von 220 k $\Omega$  (Rot, Rot, Gelb) zum Vorschein. Damit starten Sie ein anspruchsvolles Spiel, das seit 1978 unter dem Namen „Senso“ bekannt ist und im englischen Sprachraum „Simon“ genannt wird, manchmal auch „Simon Says“. Es wurde von mehreren Firmen, darunter Atari, als kleines Handgerät gebaut. Später erschien es immer wieder in neuen Varianten.

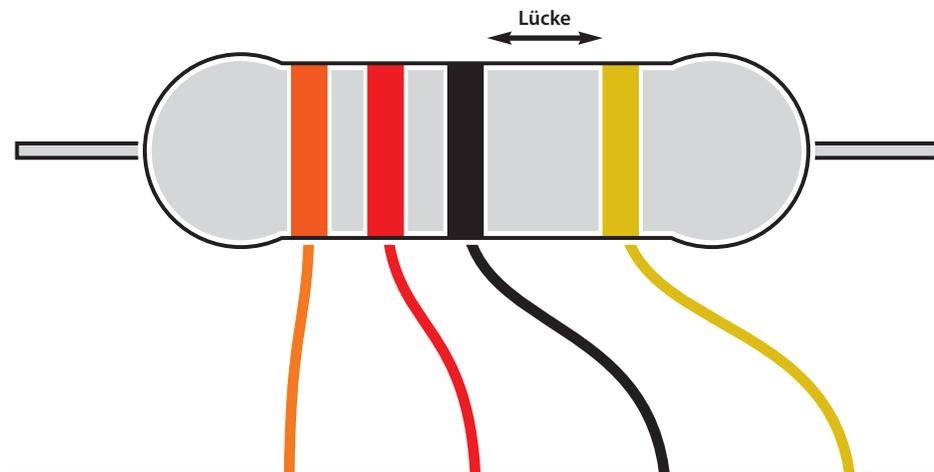
Bei diesem Spiel gibt es vier unterschiedliche Farben, die in einer zufälligen Reihenfolge aufleuchten. Zu jeder Farbe gibt es einen eigenen Ton. Die Aufgabe besteht darin, sich die Farben zu merken und die Folge mit den Tasten zu wiederholen. Die linke Taste schaltet die rote LED ein, die zweite von links die gelbe und so weiter. Außerdem werden die zugehörigen Töne

# SENSO

gespielt. Beim ersten Durchlauf müssen Sie sich nur eine Farbe merken, beim zweiten schon zwei. So geht es weiter bis zu einer Abfolge von zehn Farben und Tönen. Wenn Sie die Zehnerfolge korrekt wiederholen können, haben Sie das Spiel gewonnen. Es ertönt die bekannte Sieger-Fanfare. Sollten Sie aber vorher eine falsche Taste drücken, endet das Spiel vorzeitig mit dem Verlierer-Sound. Man muss sich dabei sehr konzentrieren. Veranstalten Sie ein Turnier. Wer schafft die meisten fehlerfreien Spiele?

Überlegen Sie am Ende im Kreise der Familie oder Ihrer Freunde einmal, welches der 24 Spiele Ihnen am besten gefallen hat. Und das kann dann mit wenigen Änderungen wieder aufgebaut werden. So bleibt der Spaß auch über die Weihnachtszeit hinaus erhalten.





	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	1M	
Violett	7	7	10M	
Gau	8	8		
Weiß	9	9		
Gold			0,1	5%
Silber			0,01	10%

#### Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek

Die deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische 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.

#### 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.

#### Kurzschlüsse vermeiden!

Eine direkte Verbindung zwischen Minus- und Pluspol muss unbedingt vermieden werden, weil Drähte und Batterien heiß werden können und weil die Batterien sich dann schnell verbrauchen. Im Extremfall können Drähte glühend heiß werden, und die Batterie kann explodieren. Es besteht Brand- und Verletzungsgefahr. Verwenden Sie nach Möglichkeit nur normale Zink-Kohle-Batterien (6F20), die einen geringeren Kurzschlussstrom liefern und deshalb weniger gefährlich sind als Alkalibatterien (6RL61). Verwenden Sie keinesfalls Akkus!

#### 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.



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.

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

**Autor:** Burkhard Kainka  
**Idee/Konzeption:** Michael Büge/Burkhard Kainka  
**Lektorat:** Sibylle Feldmann  
**Layout & Satz:** Nelli Ferderer, nelli@ferderer.de  
**Art & Design (Cover):** www.ideehoch2.de

GTIN 4019631 150295



**FRANZIS**

© 2018 Franzis Verlag, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar 2018/01

GTIN 4019631150295

