

Wer hat eine ruhige Hand? Dieses elektronische Geschicklichkeitsspiel in Form eines Tannenbaums kann in geselliger Runde viel Spaß machen, geht es doch darum, wer am schnellsten fehlerfrei alle Kurven schafft, ohne den Draht mit dem Griffel zu berühren. Passiert es trotzdem, ertönt aus einem Melodiemodul ein Weihnachtssong.

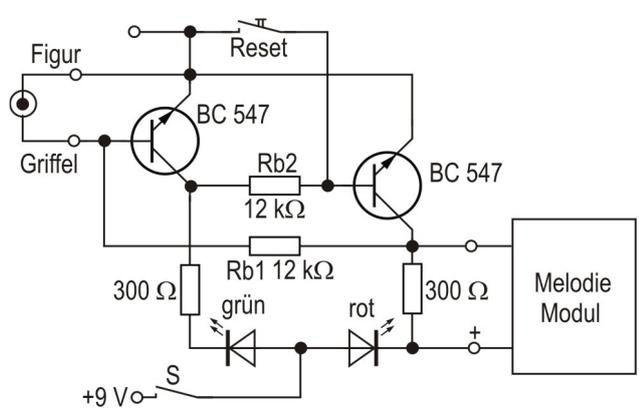
**Elektronikeinsteiger sollten zuerst die Hinweise ab Seite 2 lesen!**

### Arbeitsweise der Schaltung

Die Grundschialtung bildet ein bistabiler Multivibrator, die in der Digitaltechnik auch unter dem Namen Flipflop bekannt ist. Unser diskret aufgebautes Flipflop besteht aus zwei über Kreuz gekoppelten Transistorschaltstufen (Negatoren), d. h., der Eingang der einen Schaltstufe ist mit dem Ausgang der anderen Schaltstufe verbunden und umgekehrt. Wir erreichen so zwei stabile Schaltzustände: T1 leitend - T2 gesperrt und umgekehrt. Aus dieser Erkenntnis leiten wir die Bezeichnung statisches Flipflop ab. Solange von außen nicht in die Potentialverhältnisse der vorliegenden Schaltung eingegriffen wird, bleiben die Schaltzustände unverändert.

Der Set-Befehl und der Reset-Befehl wird durch einen negativen Impuls ausgelöst. Diese Ausführung einer Kippschaltung wird als statisches R/S-Flipflop bezeichnet (R = Reset bzw. S = Set).

Der bistabile Multivibrator ist aus zwei über Kreuz gekoppelten Transistorschaltern aufgebaut.

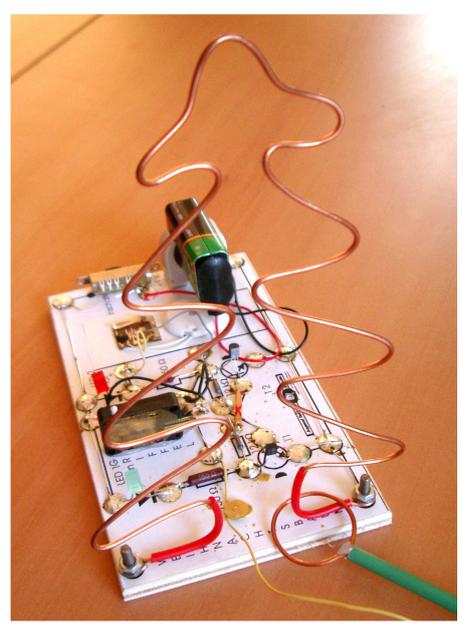


**Bild 2: Schaltung des Geräts**

Transistor T1 auch dann gesperrt, wenn die Set-Taste (Kontaktring) wieder losgelassen wird. Erst nach Betätigung der Resettaste können beide Transistoren erneut umgesteuert werden.

**Diese Bauelemente und Materialien benötigst du:**

- 1 Holzbrett etwa 160 mm x 100 mm x 8 mm,
- 22 Reißzwecken mit Messingköpfen,
- 2 Stück npn-Siliziumtransistoren BC 547 o. ä.,
- 2 Stück LED`s, 1x grün und 1x rot,
- 2 Stück Widerstände 300 Ω,
- 2 Stück Widerstände 12 kΩ,
- 1 Stück Schiebeschalter, 1 Stück Mikrotaster,
- 1 Stück Melodiemodul, 1 Stück Blockbatterie 9 V,
- 1 Stück Batterieclip, Plastikröherschelle zur Halterung, blanker Schaltdraht mit etwa 0,5 mm Durchmesser, Isolierschlauch und Lötzinn. Als Werkzeuge werden LötKolben, Seitenschneider, Abisolier- und Flachzange, Schraubendreher und Maulschlüssel benötigt.



**Bild 1: Ansicht der ruhigen Hand**

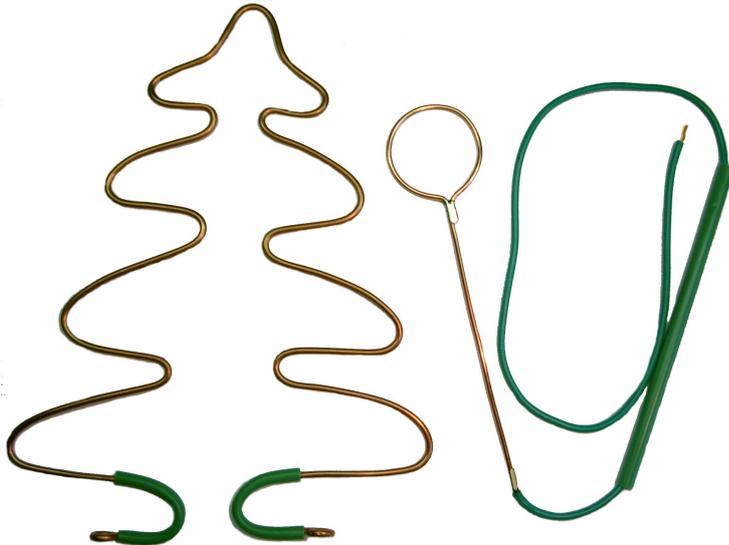
Unser Geschicklichkeitsspiel setzt voraus, dass beim Einschalten der Betriebsspannung die grüne LED leuchtet, folglich wird Transistor T1 leitend und sein Kollektor nimmt annähernd Massepotential (L) an. Er ist also praktisch nach Minus durchgeschaltet. Dieses Potential gelangt über Rb2 an die Basis von Transistor T2, der daraufhin sperrt. Am Ausgang liegt jetzt annähernd die Betriebsspannung (H), die den T1 durchgeschaltet lässt. Schließen wir jetzt die SET-Taste (Kontaktring), nimmt die Basis von T1 Null-Potential an und T1 wird gesperrt. Das "H"-Potential am Kollektor von Transistor T1 steuert den Transistor T2 durch und dessen Kollektor nimmt "L"-Potential an. Das L-Potential am Kollektor T2 hält über Rb1 den

Zum Aufkleben von Schalter, Taster und Batteriehalterung leistet eine Heißklebepistole gute Dienste. Für den Baum und den Kontakttring benötigen wir Kupferdraht mit einem Durchmesser von etwa 2 mm, ein Trinkröhrchen und passenden Isolierschlauch.

### Und so wird´s gemacht:

Wir kopieren den Bestückungsplan vom Anhang und kleben ihn auf das Holzbrett. **Beachte:** Das Holzbrett sollte in Länge und Breite etwas größer als die Vorlage sein. Dann Reißzwecken mit einem Hammer in die mit einem schwarzen Kreis markierten Stellen einschlagen und anschließend mit einem LötKolben verzinnen. Danach alle Verbindungen, die mit schwarzen Linien gekennzeichnet sind, zwischen den Lötunkten (Reißzwecken) mit Schaltdraht verlöten. Dort, wo sich Leitungen kreuzen, muss eine mit Isolierschlauch überzogen werden.

Bauelemente auf die Reißzwecken löten. Folgende Reihenfolge ist dabei zweckmäßig: Zuerst die Widerstände, dann Kondensatoren, Transistoren, d. h., die Bauhöhe und Temperaturempfindlichkeit der Bauelemente bestimmen die Reihenfolge. Beachte die Polung der Leuchtdioden und die Einbaulage der Transistoren. Als Hinweis dient der schwarze Halbkreis. Die Form entspricht in etwa den Bauteilen. Die Beinchen der Transistoren vorsichtig auseinander biegen und die Enden etwas abwinkeln, damit sie gut auf den Lötunkten aufsitzen, dann vorsichtig einlöten.

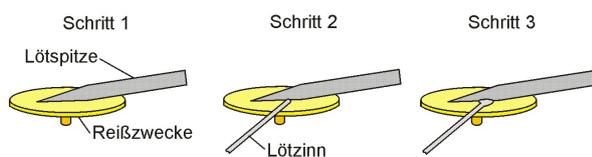


Jetzt müssen wir nur noch den Baum sowie den Griffel aus Draht biegen (Bild 3). Mit etwas Geschick kriegen wir das schon hin. Der Griffel erhält einen Kontakttring, dessen Durchmesser den eigentlichen Schwierigkeitsgrad angibt. An das andere Ende löten wir isolierte Litze an. Anschließend schieben wir auf den Griffel den Trinkhalm.

Mit zwei Senkschrauben M 4 x 16 mm und zwei Muttern (M 4) befestigen wir den Baum auf der Grundplatte. Der eine Baumfuß muß mit der Minusleitung elektrisch verbunden sein.

### Hinweise für Neueinsteiger

#### Vom richtigen Löten



Das Prinzip: Beim Lötvorgang werden Metalle mit Hilfe eines geschmolzenen Lots - in unserem Fall weiches Lötzinn - miteinander verbunden. Die Spitze des LötKolbens erreicht eine Temperatur zwischen 350 und 400°C, so dass das Zinn gut schmelzen kann. Im

Lot selbst befindet sich eine Ader aus Kolophonium, das als Flussmittel dient und das Zinn besser mit den Metallen verbindet.

Kein Meister ist bisher vom Himmel gefallen, nur mit ein wenig Übung kann man gute Lötverbindungen herstellen. Deshalb beginnen wir mit dem einfachen Verzinnen der Reißzwecken. Bild 4 verdeutlicht uns den Vorgang etwas besser: Am besten, man nimmt den LötKolben wie einen Kugelschreiber in die Hand. Die heiße Spitze des LötKolbens wird möglichst flach auf die Reißzwecke aufgelegt, um eine gute Wärmeübertragung zu erreichen (Schritt 1). Man wartet etwa drei bis vier Sekunden und berührt mit dem Lötzinn die Spitze so lange, bis es flüssig wird (Schritt 2). Nun wird so viel Zinn an die Stelle abgegeben, wie man für die gesamte Fläche benötigt (Schritt 3). Die Menge ist Gefühlssache, es reichen je nach Durchmesser des Zinns etwa 2 bis 3 Millimeter.

Nun verteilen wir das Zinn, indem die LötKolbenspitze unter leichtem Druck auf der Reißzwecke hin und her bewegt wird, bis die gesamte Oberfläche mit einer glänzend silbrigen Schicht überzogen ist. Damit ist das Verzinnen schon beendet. Mit der Zeit bekommt man auch das richtige Gefühl dafür.

Das anschließende Anlöten der Brücken (schwarze Linien zwischen den Reißzwecken) ist ebenfalls mit et-

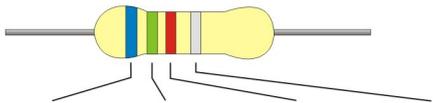
was Übung beherrschbar. Der verwendete Draht sollte möglichst gerade sein, um flach aufzuliegen.

**Achtung:** Beim Löten wird auch der Draht heiß. Wir sollten in jedem Fall die Wärme mit einem geeigneten Werkzeug, z. B. einer kleinen Flachzange, ableiten. Mit ihr kann man dann den Draht so lange auf der Reißzwecke fixieren, bis er sich gut mit dem geschmolzenen Zinn verbunden hat. Beim Abkühlen der Lötstelle nicht wackeln, bis das Zinn erstarrt ist! Anderenfalls kann es eine sogenannte kalte Lötstelle geben, die nicht glänzt und geringen Kontakt gibt.

Die Anschlüsse der Bauelemente biegt man sich vorher zurecht und kürzt sie entsprechend (z. B. bei den Widerständen). Die Positionen sind auf der Kopiervorlage gut zu erkennen. Wichtig: Dort, wo sich Leitungen kreuzen, dürfen sie sich nicht berühren, da sonst die Gefahr eines Kurzschlusses besteht. Eine Leitung muss mit einem Stück Isolierschlauch überzogen werden.

## Hinweise zu den wichtigsten Bauelementen

### Widerstände

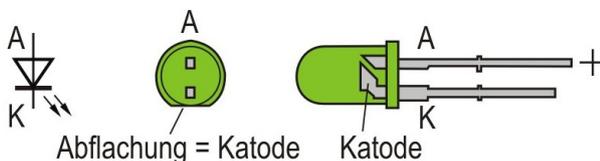


Farbe	1. Ring Ziffer 1	2. Ring Ziffer 2	3. Ring Anzahl der Nullen (Multiplikator)	4. Ring Toleranz
schwarz	—	0	—	
braun	1	1	1	
rot	2	2	2	
orange	3	3	3	
gelb	4	4	4	
grün	5	5	5	
blau	6	6	6	
violett	7	7	7	
grau	8	8	8	
weiß	9	9	9	
silber				±10 %
gold				±5 %

**Bild 5: Farbcode bei Widerständen**

In der Regel besitzen Widerstände zwei axiale Anschlüsse. Es gibt Typen, bei denen der Wert als Zahl aufgedruckt und direkt ablesbar ist. Anders bei denen, die mit einem sogenannten Farbcode gekennzeichnet sind. Bild 5 zeigt die entsprechende Tabelle. Die ersten beiden farbigen Ringe geben den Zahlenwert an, der dritte ist der Multiplikator (Anzahl der Nullen).

### Lichtemitterdioden - LEDs



**Bild 6: Schaltzeichen und Bauform von LEDs**

rotes Licht ausgestrahlt. Ein mit Stickstoffatomen versetztes ("dotiertes") Galliumphosphid ergibt grünes Licht. Blaues Licht erhält man mit Silicium-Carbid.

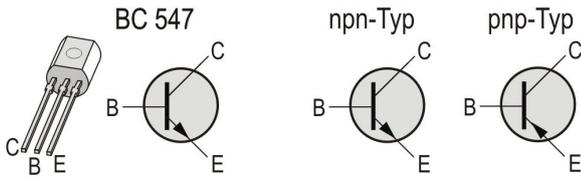
Eine LED verhält sich im Stromkreis wie jede andere Diode, sie lässt den Strom nur in eine Richtung durch (Durchlassrichtung); anders herum sperrt sie (Sperrichtung). Das Schaltsymbol deutet die Richtung ziemlich eindeutig an. Die LED leuchtet, wenn in Durchlassrichtung Strom fließt. Deshalb auf richtige Polung achten! Sie benötigt einen Vorschaltwiderstand, der den Strom begrenzt. Zum Betrieb braucht Sie nur eine Spannung zwischen 1,6 V und 3,5 V.

Widerstände leiten den Strom schlechter als normaler Draht. Sie haben die Aufgabe den Strom zu begrenzen, so dass über dem Widerstand eine bestimmte Spannung abfällt. Merke: Je höher der Widerstandswert ist, desto geringer ist bei gleicher Batteriespannung der Strom und um so höher die über dem Widerstand abfallende Spannung.

Die gebräuchlichsten Typen bestehen aus einem Keramikrohr, auf dem eine Kohleschicht aufgedampft ist. Je nach Schichtdicke besitzen sie unterschiedliche Widerstandswerte, die international in Ohm ( $\Omega$ ) angegeben werden. Außer Ohm sind auch Werte in  $k\Omega$  (Kiloohm) und  $M\Omega$  (Megaohm) üblich. Widerstände sind je nach Baugröße für verschieden starke Ströme bzw. Spannungen ausgelegt. Deshalb ist auch deren Leistungsangabe in W (Watt) entscheidend. In normalen Elektronikschaltungen sind kleine Typen zwischen 0,1 W und 0,25 W sehr gebräuchlich. Hochlastwiderstände ab etwa 4 W sind nicht mehr mit einer Kohleschicht versehen, sondern besitzen Wicklungen aus Widerstandsdraht.

LEDs sind Dioden, bei denen das Licht durch Elektronenübergänge an Halbleitern zu Stande kommt. Geht ein Elektron von einem höheren in einen niedrigeren Energiezustand über, wird dabei Energie in Form von farbigem Licht frei. Ist das Halbleitermaterial ein Gemisch aus Galliumarsenid und Galliumphosphid, wird

## Transistoren



**Bil 7: Bauform und Anschlüsse beim BC 547. Rechts die verschiedenen Transistortypen.**

Diese Bauelemente bilden sozusagen das Herzstück unserer Schaltung. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Transistortypen (siehe Schaltzeichen), die sich in der Polarität unterscheiden. Bedingt durch die Reihenfolge der internen Halbleiterschichten (npn = negativ-positiv-negativ, pnp = positiv-negativ-positiv), fließen die Ströme in jeweils entgegengesetzter Richtung. Im Grunde ist das Funktionsprinzip von npn- bzw. pnp-Transistoren aber gleich.

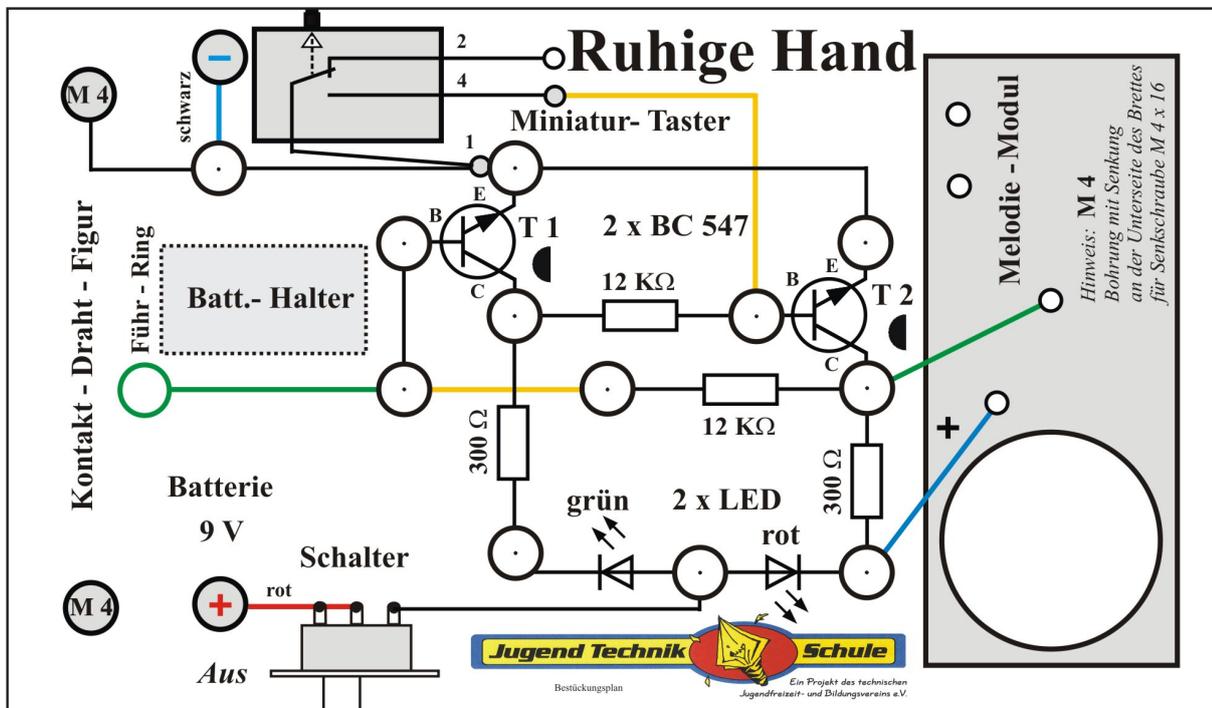
Sie besitzen in der Regel drei Anschlüsse, die als Basis (B), Emitter (E) und Kollektor (C) bezeichnet sind.

Diese Bauelemente können entweder als Verstärker oder wie in unserem Fall als Schalter arbeiten und werden als bipolare Transistoren bezeichnet.

Werden in einer Schaltung zwei Transistoren von Typ npn und pnp eingesetzt, die bis auf ihr Aufbauschema (Polarität) sonst die gleichen Daten (Stromverstärkung u.s.w.) aufweisen, nennt man beide komplementär. In unserem Fall haben wir eine komplementäre Schaltung aufzubauen, deren Vorzug u. a. die geringe Stromaufnahme im Bereitschaftszustand ist.

**Merke:** Beim pnp-Transistor zeigt der Stromrichtungspfeil des Emitters zur Basis, beim npn-Transistor zeigt er von der Basis weg. Die Transistoren und deren Anschlüsse dürfen nicht verwechselt werden, da sonst Zerstörungsgefahr besteht!

**Viel Spaß beim Basteln wünscht die JugendTechnikSchule!**



Kopiervorlage im Maßstab 1:1