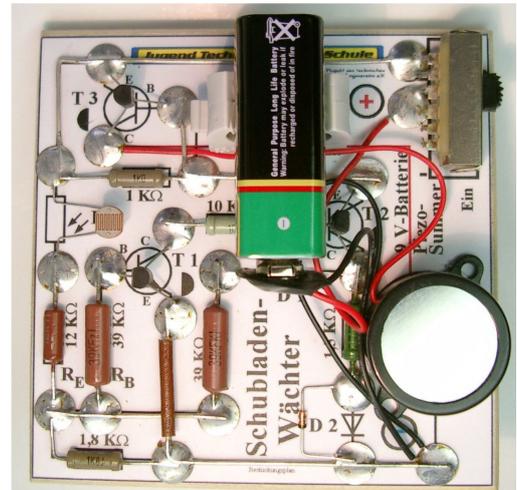
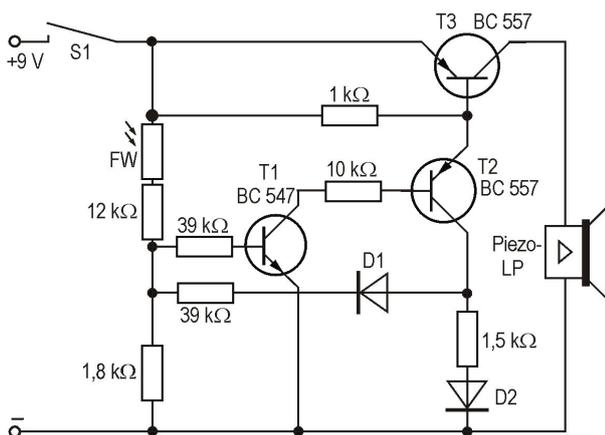


Das Bauprojekt stellt eine Alarmanlage dar, die überall dort eingesetzt werden kann, wo normalerweise kein Licht hin- kommt (Schrank, Koffer, Tresor usw.). Dadurch sind Gegen- stände vor unbefugten Zugriffen geschützt, und ein Warnsi- gnal ertönt in dem Moment, wenn Licht einstrahlt.

Diese Schaltung bildet die Grundlage für einfach aufzubauende Alarmanlagen, z. B. als Schubladenwächter. Zur Steuerung dient ein lichtabhängiger Sensor, auch als Fotowiderstand bzw. LDR bekannt, der den Helligkeitsgrad der Umgebung überwacht. Der Schubladenwächter arbeitet als komplementärer Trigger. Der wesentliche Vorteil von Komplementärschaltungen liegt in der sehr geringen Ruhestromaufnahme. Sie beträgt bei dem vor- liegenden Schaltungsaufbau etwa 100 µA und ist zum Einsatz im Batteriebetrieb bestens geeignet. Diese Eigenschaft resultiert aus der Tatsache, dass gleichzeitig beide Transistoren durchge- schaltet oder gesperrt sind.



**Bild 1: Ansicht der fertigen Baugruppe**



**Bild 2: Stromlaufplan des Wächters**

schaltung. Es fließt Basisstrom. Dieser löst einen um den Stromverstärkungsfaktor vergrößerten Kollektor- strom in Transistor T1 aus. Dieser fließt als Basisstrom wiederum durch Transistor T2 und der schaltet ebenfalls durch. Der Basisstrom für T 3 wird freigegeben und dieser somit auch durchgesteuert. Der Transistor T3 ist der eigentliche "Lastschalter". In der vorliegenden Schaltung schaltet er den Piezo- summer. Die Dioden D1 und D2 garantieren ein einwandfreies Schaltverhalten, besonders bei sinkender Batteriespannung.

Bei der Alarmauslösung durch lichtempfindliche Sen- soren unterscheiden wir zwischen der sogenannten "Dunkelsteuerung" bzw. der "Hellsteuerung". Selbst für den "Elektronikeinsteiger" ist leicht zu erkennen, dass unser Schubladenwächter als Hellschaltung arbeitet. Bei Dunkelheit ist der Fotowiderstand FW sehr hochohmig, und der Stromfluss im Zweig FW-12 kΩ-1,8 kΩ ist so gering, dass die Schwellenspannung von T1 nicht erreicht wird. Der Transistor T1 sperrt und somit sind der komplementäre pnp-Transistor T2 und T3 auch gesperrt. Fällt Licht z. B. beim Öffnen der Schublade auf den LDR (Fotowiderstand) wird er niederohmig, die Basisspannung steigt und T1 steuert durch. Da dieser Vorgang durch Helligkeit ausgelöst wird, sprechen wir von einer Hell-

## Die einzelnen Arbeitsschritte

Wir kopieren die Vorlage im Anhang im Maßstab 1 : 1 (100 mm x 100 mm) und kleben sie auf ein zuge- schnittenes 8 mm dickes Holzbrett. Beachte: Das Holzbrett sollte in der Länge und Breite etwas größer als das Schaltbild sein. Alle Reißzwecken mit einem Hammer in die mit einem schwarzen Kreis markierten Stellen einschlagen und die Reißzwecken (Bauelementeträger) mit dem Lötkolben verzinnen. An- schließend die Verbindungen, die als schwarze Linien gekennzeichnet sind, zwischen den Punkten mit Schaltdraht herstellen (verlöten). Dann alle Bauelemente auf die Reißzwecken löten. Folgende Reihen- folge ist zweckmäßig: Zuerst die Widerstände, dann Kondensatoren, Transistoren, Fotowiderstand FW, d. h., die Bauhöhe und Temperaturempfindlichkeit der Bauelemente bestimmen die Arbeitsfolge.

**Beachte:** Die Einbaulage (Halbkreis) der Miniplasttransistoren sowie die Polarität der Batterie ( rote Leitung ist der Pluspol). Bei Kurzschlußgefahr (Leitungskreuzungen wie z. B. Emitter von T1) sind unbe-

dingt Isolierschläuche zu verwenden. Dann den Batterieclip anlöten. Als Spannungsquelle dient vorzugsweise eine 9V Blockbatterie. Ein in der Größe passendes Bild ausschneiden und auf die Vorderseite des Holzbrettes kleben. Dabei sind der Phantasie keine Grenzen gesetzt.

### Diese Materialien benötigen wir:

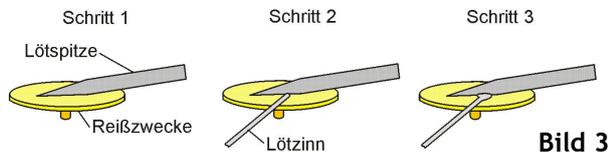
- 1 Stück Holzbrett etwa 100 mm x 100 mm x 8 mm,
- 1 Stück Bild für Vorderansicht,
- 24 Stück Reißzwecken mit Metallkopf,
- 1 Stück npn-Siliziumtransistor T1, z. B. BC 547 A,
- 2 Stück pnp-Siliziumtransistor T2, z. B. BC 557 A,
- 1 Stück Fotowiderstand FW, z. B. von der Fa. Conrad, Best.-Nr. 14 54 75-94,
- 1 Stück Miniatursummer, z. B. von der Fa. Conrad, Best.-Nr.71 01 12-94,
- 2 Stück Universal-Schaltdioden vom Typ 1 N 4148 (SAY 12-18),
- 1 Stück Widerstand 1 k $\Omega$ ,
- 1 Stück Widerstand 1,5 k $\Omega$ ,
- 1 Stück Widerstand 1,8 k $\Omega$ ,
- 1 Stück Widerstand 10 k $\Omega$ ,
- 1 Stück Widerstand 12 k $\Omega$ ,
- 2 Stück Widerstände 39 k $\Omega$ ,
- 1 Stück 9V Blockbatterie,
- 1 Stück Batterieclip, evtl. eine Plastikrohrschelle als Halterung,

Schalt draht mit etwa 0,5 mm Durchmesser, Isolierschlauch und Lötzinn.

Als Werkzeuge werden eine Säge, ein kleiner Hammer sowie ein LötKolben, Seitenschneider, eine Abisolier- und Flachzange benötigt.

## Hinweise für Neueinsteiger

### Vom richtigen Löten

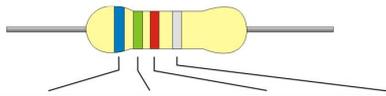


Das Prinzip: Beim Lötvorgang werden Metalle mit Hilfe eines geschmolzenen Lotes - in unserem Fall weiches Lötzinn - miteinander verbunden. Die Spitze des LötKolbens erreicht eine Temperatur zwischen 350 und 400 °C, so dass das Zinn gut schmelzen kann. Im Lot selbst befindet sich eine Ader aus Kolo-

phonium, 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 3 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 ermöglichen (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 zwei bis drei 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 etwas 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 so lange 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 - z. B. bei den Widerständen - entsprechend. 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 %

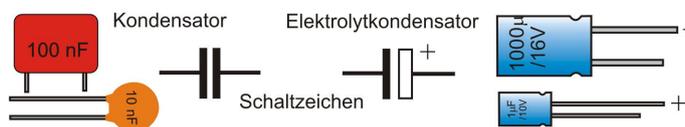
**Bild 4: Farbcode von Widerständen**

bei denen die Werte als Zahlen aufgedruckt und direkt ablesbar ist. Anders bei denen, die mit einem sogenannten Farbcode gekennzeichnet sind. Bild 4 zeigt die entsprechende Tabelle. Die ersten beiden farbigen Ringe geben den Zahlenwert an, der dritte ist der Multiplikator (Anzahl der Nullen).

### Fotowiderstand (LDR) engl. Light Dependent Resistor

Fotowiderstände sind lichtabhängige Widerstände. Durch das Licht (Photonen) werden in den Fotowiderständen freie Ladungsträger erzeugt. Der Widerstandswert wird um so geringer, je stärker die Licht-einstrahlung ist. Fotowiderstände werden für Lichtschranken, Dämmerungsschalter und Alarmanlagen verwendet.

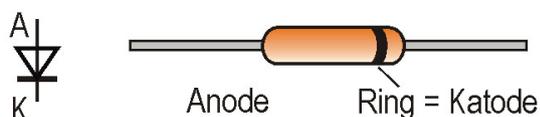
### Kondensatoren



**Bild 5: Bauformen und Schaltzeichen von Kondensatoren**

Das einfachste Bauelement dieser Gruppe besteht aus zwei gegenüber liegenden Metallplatten. Legt man an sie eine Gleichspannung an, so fließt kein Strom, sondern die Platten laden sich auf und wirken sozusagen als Speicher, die eine bestimmte Kapazität aufnehmen können. Je größer die Fläche der Platten, um so mehr Kapazität - die übrigens in Farad (F) angegeben wird - können sie speichern. Wenn man die Spannung vom Kondensator trennt und die Platten mit einem Draht kurzschließt, entladen sie sich wieder. Bild 5 zeigt zwei unterschiedliche Bauformen: Links der normale Kondensator, rechts der Elektrolytkondensator, auch kurz als Elko bezeichnet. Dieser kann durch seine Aufbauweise wesentlich mehr Kapazität aufnehmen und speichern, da ein chemisches Substrat (Elektrolyt) integriert ist. **Wichtig:** Die Anschlüsse des Elkos sind gepolt, d. h., sie dürfen nicht vertauscht werden. Deshalb ist auch das Schaltzeichen anders. Die positive (Plus-)Seite besitzt ein weißes Feld, die negative ist schwarz. Da in der Praxis Kapazitäten in der Größe von Farad ganz selten vorkommen, werden die Bauelementewerte in  $\mu\text{F}$  (Mikrofarad), nF (Nanofarad) und pF (Pikofarad) angegeben. Außer der Kapazität ist auch die Spannungsfestigkeit von Bedeutung. Bei Elektrolytkondensatoren wird sie stets mit angegeben. Zum Beispiel bedeutet 100/16, dass das Bauteil eine Kapazität von 100  $\mu\text{F}$  besitzt und für eine maximale Spannung von 16 V ausgelegt ist. Bei den Keramik- oder Folienkondensatoren bis 63 V ist meist nur die Kapazität aufgedruckt.

### Dioden



**Bild 6: Diode als Schaltzeichen und Bauelement**

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 gebräuchlichen 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 $\Omega$  (Kilohm) 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. In der Regel besitzen Widerstände zwei axiale Anschlüsse. Es gibt Typen,

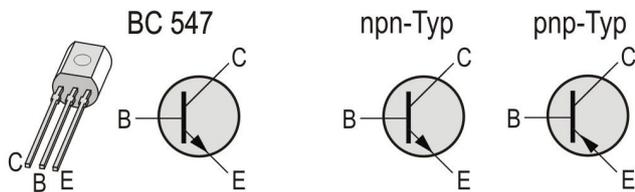
Das einfachste Bauelement dieser Gruppe besteht aus zwei gegenüber liegenden Metallplatten. Legt man an sie eine Gleichspannung an, so fließt kein Strom, sondern die Platten laden sich auf und wirken sozusagen als Speicher, die eine bestimmte Kapazität auf-

nehmen können. Je größer die Fläche der Platten, um so mehr Kapazität - die übrigens in Farad (F) angegeben wird - können sie speichern. Wenn man die Spannung vom Kondensator trennt und die Platten mit einem Draht kurzschließt, entladen sie sich wieder. Bild 5 zeigt zwei unterschiedliche Bauformen: Links der normale Kondensator, rechts der Elektrolytkondensator, auch kurz als Elko bezeichnet. Dieser kann durch seine Aufbauweise wesentlich mehr Kapazität aufnehmen und speichern, da ein chemisches Substrat (Elektrolyt) integriert ist. **Wichtig:** Die Anschlüsse des Elkos sind gepolt, d. h., sie dürfen nicht vertauscht werden. Deshalb ist auch das Schaltzeichen anders. Die positive (Plus-)Seite besitzt ein weißes Feld, die negative ist schwarz. Da in der Praxis Kapazitäten in der Größe von Farad ganz selten vorkommen, werden die Bauelementewerte in  $\mu\text{F}$  (Mikrofarad), nF (Nanofarad) und pF (Pikofarad) angegeben. Außer der Kapazität ist auch die Spannungsfestigkeit von Bedeutung. Bei Elektrolytkondensatoren wird sie stets mit angegeben. Zum Beispiel bedeutet 100/16, dass das Bauteil eine Kapazität von 100  $\mu\text{F}$  besitzt und für eine maximale Spannung von 16 V ausgelegt ist. Bei den Keramik- oder Folienkondensatoren bis 63 V ist meist nur die Kapazität aufgedruckt.

Dioden sind zweipolige Halbleiter, die den Strom nur in eine Richtung durchlassen. Deshalb ist das Schaltzeichen auch so gestaltet wie bei den LEDs, allerdings ohne beide Pfeile. Je nach verwendetem Halbleitermaterial unterscheidet man Silizium- oder Germaniumdioden,

wobei hauptsächlich die erstgenannten Typen als Universaldioden in Elektronikschaltungen verwendet werden. An jeder Diode entsteht in Durchlassrichtung ein kleiner Spannungsabfall. Er beträgt bei Siliziumdioden zwischen 0,6 V und 0,8 V, etwas geringer ist er bei Germaniumtypen. Dioden lassen sich hervorragend als Gleichrichter für Wechselspannungen einsetzen. So findet man sie auch in Netzteilen, um Gleichspannung zu gewinnen oder einfachen Rundfunkempfängern als Demodulator. Kleine Merkhilfe: Wenn du nicht weißt, wo beim Schaltsymbol die Katode oder Anode liegt, drehe es in Gedanken so, als wäre es ein geschriebenes "K", links ist dann die Katode.

### Transistoren



**Bild 7: Bauform und Schaltzeichen von Transistoren**

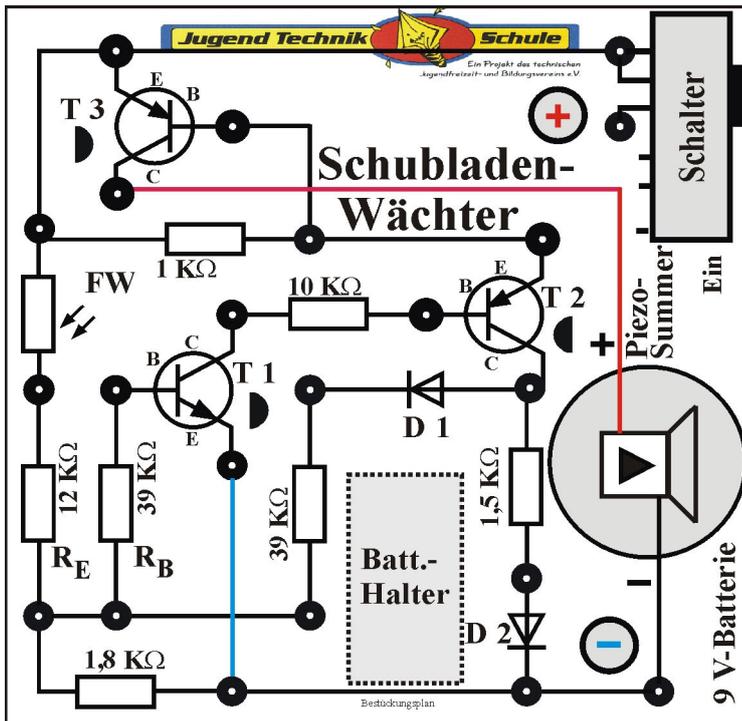
Diese Bauelemente bilden sozusagen das Herzstück unserer Schaltung. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Transistortypen (siehe Schaltzeichen), die sich in der Polarität unterscheiden. Bedingt durch die Reihenfolge der internen Halbleiterschichten (nnp = negativ-positiv-negativ, pnp = positiv-negativ-positiv), 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 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!**

Aufbauplan im Maßstab 1 : 1



Vorschlag für ein Frontbild