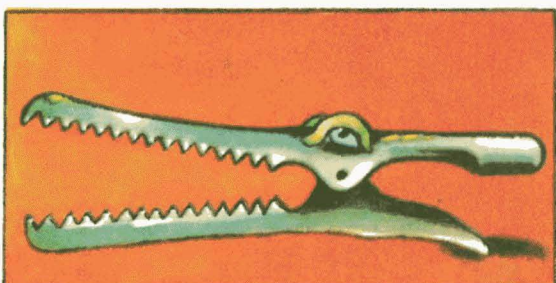
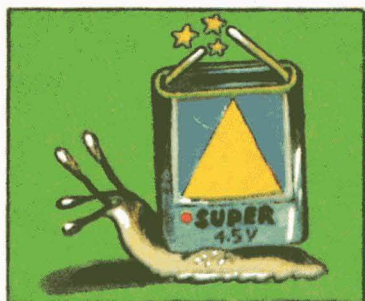
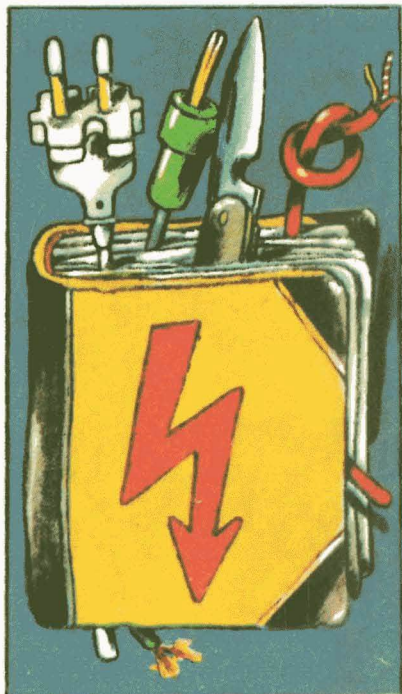


# FREIZEITREIHE



## Das kleine Elektrobastelbuch

Hagen Jakubaschk



# Hagen Jakubaschk · Das kleine Elektrobastelbuch





HAGEN JAKUBASCHK

# **Das kleine Elektrobastelbuch**

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Einband von Ulrich Stülpe  
Technische Zeichnungen von Heinz Grothmann

Lieber junger Leser!

Dieses Büchlein ist kein Lehrbuch. Es will Ideen und Anregungen zu unterhaltsamem Zeitvertreib geben, zu kleinen, einfachen und billigen Basteleien mit interessanten, scherzhaften und auch nützlichen Effekten. Wir wollen uns deshalb auch nicht im einzelnen um die physikalischen Grundlagen kümmern, auf denen die Funktion unserer selbstgebastelten Geräte und der dafür benutzten Einzelteile beruht. Wer sich später dafür interessiert, findet die theoretischen Grundlagen in Schriften dargestellt, von denen am Schluß des Buches eine kleine Auswahl zusammengestellt ist. Wir wollen hier, in unserem Buch, nur erfahren, was man alles mit einfachen Mitteln an elektrotechnischen „Kleinigkeiten“ basteln kann – und wie man es macht, daß sie funktionieren. Deshalb brauchen wir auch beim Nachbau der einen oder anderen Bastelei keine bestimmte Reihenfolge einzuhalten, sondern können getrost „querfeldein“ durch das Buch wandern und uns das herausgreifen, was uns gerade reizt.

Die Bastelobjekte wurden zwar nicht wahllos aneinandergereiht – solche Versuche oder Anwendungen, die in Zweckbestimmung oder Wirkung miteinander verwandt oder ähnlich sind, bilden der besseren Übersicht halber jeweils ein Kapitel –, trotzdem brauchen wir nicht alles schön der Reihe nach zu lesen oder zu erproben.

Der Schwierigkeitsgrad der Basteleien ist allerdings unterschiedlich. Das Buch soll für möglichst viele Leser etwas Interessantes bringen; der eine Bastler hat schon ein wenig Erfahrung und traut sich umfangreichere Arbeiten zu, der andere hat vielleicht noch nie Batterie, Lämpchen und etwas Draht einzeln in der Hand gehabt, um daraus etwas Funktionsfähiges zu bauen. Es wäre freilich unklug, gleich mit dem Kompliziertesten anzufangen, doch jeder Bastler weiß wohl selbst am besten, was er sich zutrauen kann. Und wenn etwas nicht gleich klappt, ist das nicht

schlimm. Auch aus Fehlschlägen lernt man etwas; der nächste Versuch gelingt dann bestimmt.

Natürlich sind alle hier beschriebenen Experimente und Basteleien gründlich erprobt. Einige Voraussetzungen für das gute Gelingen kann uns aber kein Buch vermitteln: Sorgfalt, eigenes Denken und etwas Geduld. Das sind Eigenschaften, die jeder ernsthafte Bastler selbst aufbringen muß. Auch wir wollen uns nicht nachsagen lassen, daß wir zu jenen Bastlern gehören (solche soll es auch noch geben!), die heute dies und morgen jenes beginnen, nichts zu Ende bringen und auch dieses Buch zur Seite legen, nur weil sie vielleicht übersehen haben, daß ein Draht nicht richtig blank, unter der Umhüllung gebrochen oder ein Lämpchen durchgebrannt war. Deshalb lohnt es sich, die wenigen Hinweise am Beginn des ersten Kapitels bei unserer Bastelarbeit zu beherzigen.

Und nun fangen wir an.

# 1. Unsere Stromquellen und Leitungen

Das Wichtigste für unsere Elektrobasteleien ist die Energie, der elektrische Strom. Woher nehmen wir ihn? Natürlich aus Batterien, wenigstens wird das im allgemeinen die praktischste Lösung für unsere Zwecke sein. Wir können elektrischen Strom auch aus der Steckdose entnehmen – aber keinesfalls für unsere Bastelarbeiten! Das wäre viel zu gefährlich und ist deshalb streng verboten! Nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen, mit speziell dafür bestimmten Transformatoren, läßt sich die Netzspannung, die an der Steckdose zur Verfügung steht, in eine ungefährliche niedrige Spannung umformen. Dazu gibt ein späteres Kapitel die notwendigen Hinweise. Diese Lösung kommt nur dann in Betracht, wenn wir bestimmte Geräte längere Zeit betreiben wollen und der Batterieverbrauch auf die Dauer zu kostspielig wird. Technisch hat die Batterie gerade für unsere Basteleien große Vorzüge: Sie ist viel einfacher zu handhaben als ein Netzanschlußgerät (für dessen Preis wir übrigens eine ganze Anzahl Batterien kaufen können), und sie verursacht nicht so leicht einen Schaden, wenn wir einmal etwas falsch machen.

Bevor wir uns ansehen, welche Batterien für uns zweckmäßig sind, noch einige wichtige Hinweise für die Bastelarbeit:

Als Leitungen für die Verbindung der Einzelteile untereinander verwenden wir isolierte Drähte. Geeignetes Material gibt es in jedem Geschäft für Bastlerbedarf zu kaufen, ebenso alle anderen Materialien, die wir benötigen. Unsere Leitungsdrähte müssen isoliert sein, damit es bei Berührung mit anderen Drähten oder Einzelteilen nicht zu Kurzschlüssen kommt; bei einem Kurzschluß nimmt der Strom einen falschen Weg und kann dabei unter Umständen die Batterie oder andere Einzelteile zerstören. An den Verbindungsstellen muß der Draht stets einwandfrei blank



sein; anderswo soll er aber keine blanken Stellen aufweisen. Dazu einige Tips, denn gerade an solchen Kleinigkeiten scheitern erfahrungsgemäß viele Bastelanfänger:

Wir verwenden als Schaltdraht (das sind die kürzeren Verbindungsleitungen innerhalb eines Versuchsaufbaues oder Gerätes) nicht zu steifen Kupferdraht. Gut geeignet ist auch verzinnter Kupferschaltdraht mit einer Plast- oder anderen Kunststoffisolierung, wie sie alle modernen Drahtsorten haben. Gegenüber älteren, mit Gewebefasern umspinnenen Drähten haben sie den Vorteil, daß sie sich leichter „abisolieren“ lassen. Die Plastisolierung läßt sich nach vorsichtigem Einschneiden mit dem Messer (bitte dabei nicht den Draht anschneiden, sonst bricht er später an dieser Stelle ab!) leicht abstreifen, man kann sie aber auch mit einer heißen Schraubenzieherklinge abschmelzen, da die Plastumhüllung beim Erwärmen weich wird.

Die Drahtenden müssen, wenn sie blank aussehen, noch längst nicht wirklich sauber sein. Schon kleine, kaum erkennbare Fett- oder Lackspuren sowie Isolationsrückstände verhindern den sicheren Kontakt und damit den Stromübertritt. Kupferdrähte haben häufig eine Lackisolierung, besonders solche, die für Spulenwicklungen bestimmt sind. Manche Schaltdrähte haben sie zusätzlich unter der Umhüllung. Die Lackisolierung ähnelt häufig der blanken Kupferoberfläche und wird dann leicht übersehen. Man entfernt sie durch vorsichtiges Abreiben des Drahtendes mit einem gefalteten Stückchen feinen Sandpapiers. Für schlecht zugängliche Anschlußstellen eignet sich vorzüglich ein kleiner Glashaarpinsel. Wir wollen uns von Anfang an daran gewöhnen, alle Anschlußstellen der Einzelteile (Anschlußdrähte, Klemmen, Lötösen) blank zu machen. Auch blankes Metall oxydiert im Laufe der Zeit; solche Anschlußstellen sehen dann zwar noch sauber aus, sind es aber nicht wirklich. Das Ergebnis sind schlechter Kontakt und „unerklärlicher“ Mißerfolg.

Wenn einmal ein Draht zu kurz ist, darf man „anstückeln“

– zwei Drähte durch festes Zusammendrehen verbinden –, aber besser ist es, ihn gegen einen längeren Draht auszutauschen. Das sieht sauberer aus, außerdem kann jede Verbindungsstelle, falls sie sich lockert, zu einer zusätzlichen Fehlerquelle werden. Ist sie unvermeidbar, wird die Verbindungsstelle nur wenige Millimeter lang gemacht (wichtig ist nicht eine große, sondern eine feste Verbindungsstelle!), mit einer kleinen Flachzange vorsichtig festgepreßt und zuletzt mit einem Stückchen Isolierband oder Gothaplast-Klebeband isoliert, um Kurzschlüssen vorzubeugen. Es gibt für Bastelzwecke auch Isolierschlauch in verschiedenen Durchmessern, den man über Verbindungsstellen oder über längere blanke Anschlüsse von Bauteilen streift. Davon sollten wir immer einen kleinen Vorrat zur Hand haben.

Für unseren Schaltdraht sind Stärken von 0,5 ... 0,7 mm Durchmesser am günstigsten. Nur für längere Leitungen, zum Beispiel bei Klingelanlagen, nehmen wir etwas stärkeren Draht – etwa 1,5 mm Durchmesser –, um den Strom auf große Entfernungen nicht unnötig zu schwächen.

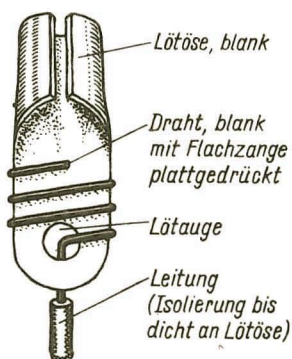
Viele Bauelemente haben Klemmanschlüsse, meistens Schraubklemmen. Sie sind für uns am praktischsten. Sehr vorteilhaft sind auch Klemmleisten, die es als Lüsterklemmen einzeln oder in Reihen zu 12 Klemmen und mehr zu kaufen gibt; man kann hiervon nach Bedarf die nötige Anzahl abbrechen. Mit Lüsterklemmen-Leisten – die wir auch gut auf dem Grundbrett unseres Bastelgerätes festschrauben können – lassen sich selbst umfangreichere Schaltungen mit verhältnismäßig vielen Einzelteilen betriebssicher aufbauen, ohne daß wir löten müssen.

Lötverbindungen sind die zuverlässigste Verbindungsart und deshalb in der Technik die Regel. Löten will allerdings gelernt sein; das Werkzeug allein (LötKolben, Lötzinn, Flußmittel) tut es noch nicht. Und auch ein Buch kann wenig helfen, denn Löten muß man üben. Wir sind gut beraten, wenn wir es uns von einem erfahrenen Bastler,

Lehrer oder Arbeitsgemeinschaftsleiter zeigen lassen. Schlechte Lötverbindungen sind heimtückische Fehlerquellen. Wir wollen deshalb mit dem Aufbau komplizierterer Geräte, bei denen Lötverbindungen unerlässlich sind, noch etwas warten, bis wir ein gewisses Maß an eigenen Erfahrungen gesammelt haben.

Verschiedene Bauelemente haben als Anschlüsse nur Lötösen. Hier können wir uns für einfachere Bastelaufgaben behelfen, wie Bild 1 es zeigt. Wir ziehen das höchstens 10 mm lange blanke Drahtende durch das Lötauge – die Drahtisolierung soll bis an die Lötöse reichen – und legen es stramm mindestens dreimal um die Lötöse. Anschließend pressen wir es mit einer Flachzange fest. So erreichen wir einen ausreichend kontaktsicheren Sitz. Natürlich ist das nur ein kurzfristiger Behelf, für unsere Versuche reicht er jedoch aus.

Für Lämpchen verwenden wir die handelsüblichen billigen Schraubfassungen, und zwar möglichst solche mit Anschluß-Klemmschrauben. Eine der zahlreichen geeigneten Ausführungen zeigt Bild 2. Dort ist auch das technische Schaltzeichen für Glühlampen angegeben. Technische Schaltzeichen benutzt man zur übersichtlichen Darstellung von Stromkreisen. Wir werden die für unsere Arbeit





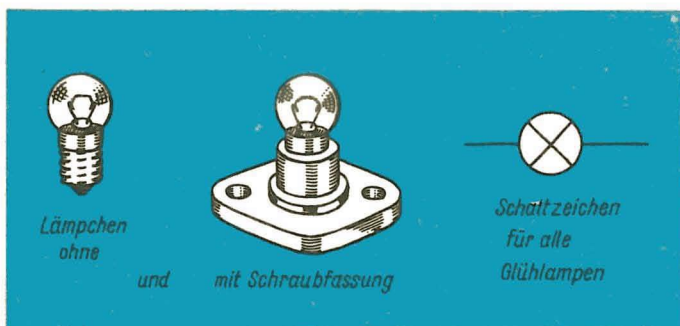


Bild 2

wichtigen in den folgenden Beschreibungen nebenbei kennenlernen. Eine Übersicht der wichtigsten Schaltsymbole der Elektrotechnik befindet sich am Schluß des Buches.

Zunächst schauen wir uns einige Batterieformen an.

Bild 3 zeigt die handelsüblichen Batterieformen, die sich für unsere Zwecke gut eignen. Meistens werden wir mit der 4,5-V-Flachbatterie („Taschenlampenbatterie“) am günstigsten auskommen. Sie enthält drei einzelne stabförmige Zellen.

Für Versuche, bei denen wir kräftigere Ströme brauchen, sind Monozellen der genormten Größe „R 20“ eventuell besser geeignet. Eine Monozelle gibt eine Spannung von 1,5 V ab. Das gilt auch für die kleinere Bauform, die sogenannte Gnomzelle. Sie ist jedoch schneller verbraucht als eine Monozelle und kann auch nicht so kräftige Ströme abgeben. Wir werden sie vor allem für solche Geräte verwenden, bei denen wenig Platz zur Verfügung steht.

Der Vollständigkeit halber sei noch die Stabbatterie der Normgröße „2 R 10“ erwähnt; ihre Spannung beträgt 3 V. Sie enthält in einer Papphülse zwei Einzelzellen zu je 1,5 V, die wir übrigens auch getrennt wie Gnomzellen verwenden können, wenn es die äußeren Abmessungen erfordern. Andere im Handel erhältliche Batteriearten haben für unsere Bastelzwecke vorläufig keine Bedeutung.

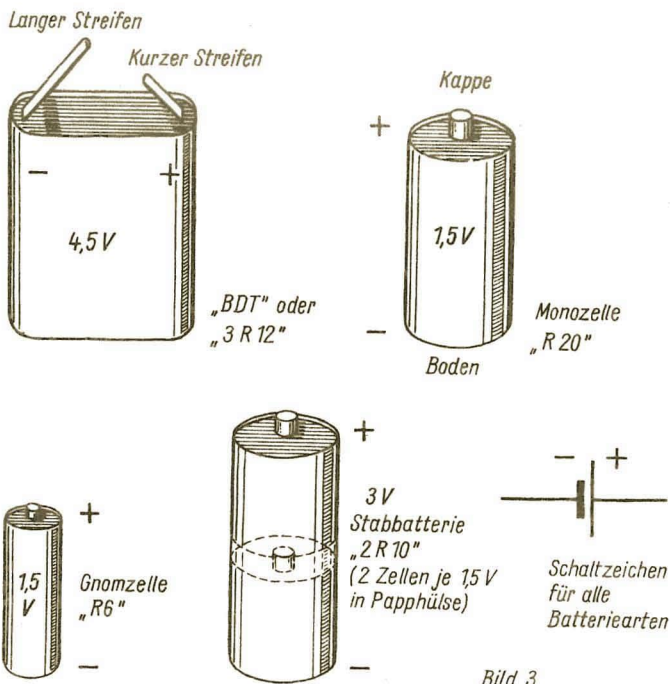


Bild 3

Bild 3 zeigt schließlich das Schaltzeichen für alle Arten von Batterien; über die Art der Batterie sagt das Zeichen nichts aus.

Auf eine genaue Erklärung der Begriffe „Spannung“ und „Stromstärke“ wollen wir hier verzichten. Der fortgeschrittene Bastler muß darüber natürlich ebenfalls Bescheid wissen; ausführliche Erklärungen, auch zur Funktion von Batterien und allen anderen Bauteilen, die uns in diesem Buch noch begegnen werden, finden wir beispielsweise in dem im letzten Kapitel aufgeführten Buch „Radiobasteln — leicht gemacht“. Vorläufig wollen wir uns mit dieser stark vereinfachten Erklärung begnügen: Die Spannung (gemessen in Volt) können wir mit dem Druck in einer Wasserleitung vergleichen, sie ist also die

treibende Kraft; höhere Voltzahl wäre mit steigendem Wasserdruck vergleichbar. Zu hoher Druck zerstört die angeschlossenen Geräte, zu hohe Spannung ebenfalls. Wir wollen uns daher immer an die in den Zeichnungen angegebenen Spannungswerte halten und bei den später beschriebenen Geräten mit einstellbarer Spannung recht vorsichtig beim Experimentieren sein. Lämpchen beispielsweise sind stets für eine bestimmte Spannung vorgesehen, die meistens am Sockel aufgedruckt ist. Bei geringerer Spannung glimmt ihr Glühfaden nur, bei zu hoher strahlt er sehr hell auf, schmilzt aber schon bald durch. Ein solches Lämpchen ist dann unbrauchbar.

Mit dem Begriff der Stromstärke werden wir in diesem Buch weniger zu tun haben. Die elektrische Stromstärke entspricht in unserem Vergleich der Wassermenge, die durch ein Rohr fließt (höhere Stromstärke: größere Wassermenge). Wenn der Wasserdruck (die Spannung) steigt, fließt ein stärkerer Wasserstrom (höhere elektrische Stromstärke); ohne Druck kann kein Wasser fließen – ohne Spannung kein elektrischer Strom.

Wenn wir eine höhere Spannung brauchen, als sie eine einzelne Batterie abzugeben vermag, können wir mehrere Batterien hintereinander schalten. Ein Beispiel dafür ist die 3-V-Stabbatterie. Die 4,5 V unserer Flachbatterie kommen ebenfalls durch innere Reihenschaltung dreier 1,5-V-Zellen zustande. Wir erhalten also beispielsweise eine Spannung von 6 V durch Reihenschaltung von entweder vier Batterien je 1,5 V oder einer 4,5-V-Batterie mit einer 1,5-V-Monozelle. Allerdings muß dabei die Stromrichtung beachtet werden. Verdeutlichen wir uns das an unserem Wasserleitungsbeispiel; die Batterie entspricht hierbei der Wasserpumpe: Um höheren Druck zu erhalten, können zwei Pumpen hintereinander arbeiten, allerdings müssen sie das Wasser in die gleiche Richtung befördern; treiben sie es gegeneinander, so fließt es im Endeffekt überhaupt nicht. Wir müssen daher wissen, an welchem Pol der Batterie der Strom austritt und in welchen Pol er wieder

zurückfließt. Daß zum Stromfluß ein geschlossener Stromkreislauf erforderlich ist, werden wir später bei Versuchen mit Lämpchen feststellen. Auch eine Wasserpumpe hat außer dem Abfluß einen zweiten Anschluß, den Zufluß, durch den das Wasser in die Pumpe einströmt. Die Pumpe kann Wasser nur transportieren, aber nicht erzeugen; auch die Batterie kann den Strom nur treiben, aber nicht herstellen. Deshalb ist die oft gebrauchte Bezeichnung „Stromquelle“ nicht ganz zutreffend.

Eine Batterie hat also stets zwei Pole. Sie werden durch die Bezeichnungen + und – unterschieden. Wie im Bild 3 angegeben, ist bei unseren Batterien stets der Boden (Zinkbecher) der Minuspol, die Kappe (Kohlestift) der Pluspol. Bei der Flachbatterie – das müssen wir uns besonders einprägen – ist stets der längere Anschlußstreifen der Minuspol, der kürzere der Pluspol. Wieweit das praktisch von Bedeutung ist, werden unsere Versuche zeigen. Bei den Baubeschreibungen wollen wir stets auf den polrichtigen Anschluß der Batterie achten, denn es gibt sowohl Bauelemente, bei denen die Stromrichtung keine Rolle spielt (wie Lämpchen, Klingeln), als auch solche, die stromrichtungsabhängig sind (Motoren: Drehrichtung!) oder die nur bei einer bestimmten Stromrichtung funktio-

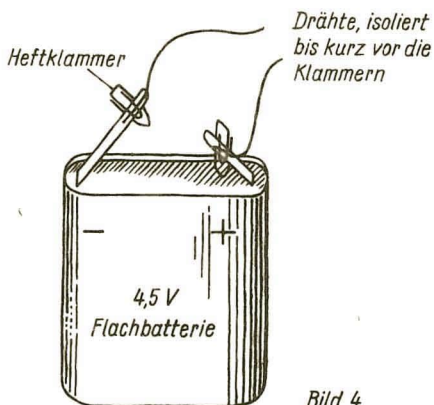


Bild 4



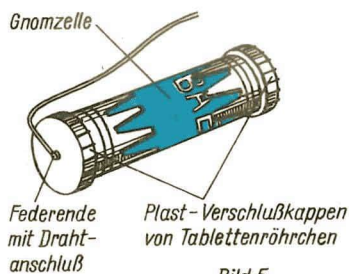
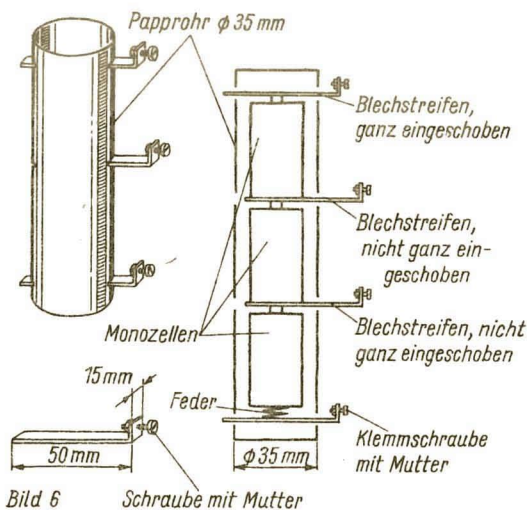


Bild 5

nieren (Transistoren und andere Halbleiter). Nicht zuletzt die Batterien selbst gehören dazu, wenn wir mehrere in Reihe schalten.

Die Leitungsdrähte können wir auf verschiedene Art an der Batterie befestigen. Für Flachbatterien eignen sich gut einfache Heftklammern, mit denen die Drahtenden an den Anschlußfahnen festgesteckt werden (Bild 4). Sie lassen sich auch jederzeit leicht lösen und haben dennoch einen kontaktsicheren Sitz, ohne daß die Enden plötzlich abbrechen, wie es beim häufigen Biegen geschehen kann.

Etwas schwieriger ist es bei runden Batterieformen (Monozelle und Gnomzelle). Hierfür bauen wir uns einen kleinen Klemmhalter. Für Gnomzellen eignen sich gut Plastverschlusskappen von Tablettenröhrchen (Bild 5). Zwei solcher Kappen werden mit einem heißen Nagel in der Mitte durchbohrt. In die Bohrung wird ein kleines Spiralfederstück stramm eingesetzt, das zur einen Hälfte in der Kappe gegen den Batterieanschluß drückt und zur anderen Hälfte auf der Kappe einige Millimeter hervorsteht. In dieses überstehende Federende kann der Leitungsdraht zwischen zwei Federwindungen einfach eingeklemmt werden. Die Federn gewinnen wir aus der Feder eines alten Kugelschreiber-Druckstiftes. Für den Nagel zum Durchstechen der Plastkappe wählen wir eine Stärke, die etwas geringer als der Federdurchmesser ist. Die Feder kann dann in das Loch „eingeschraubt“ werden.



Sie sitzt fest, notfalls drücken wir mit der heißen Nagelspitze das Plastmaterial rund um die Feder etwas an. Wenn die Plastkappen nicht von selbst stramm auf der Gnomzelle sitzen (ihr Innendurchmesser hat gerade die passende Weite), hilft ein über beide Kappen gezogenes Gummi- oder Klebeband. – Ähnlich können wir auch einzelne Monozellen anschließen, wenn wir als Kappen ausgehöhlte Korkstopfen geeigneten Durchmessers verwenden.

Vorteilhafter experimentiert es sich mit einem Halter, wie ihn Bild 6 für Monozellen zeigt. Er kann – je nach der Länge, für die wir uns entscheiden – drei oder vier Monozellen aufnehmen. Ein Papprohr entsprechenden Durchmessers (man kann eine solche Halterung auch für Gnomzellen passend anfertigen) bekommt seitlich Schlitz im Abstand entsprechend der Höhe einer Batterie. In den oberen und unteren Schlitz wird je ein Blechstreifen ganz eingeschoben, wobei eine Feder die eingesetzten Batterien zusammenpreßt. Die Feder biegen wir aus einigen

Windungen Stahl- oder Bronzedraht oder entnehmen sie der abschraubbaren Bodenkappe einer alten Stabtaschenlampe. Ihr Durchmesser soll nur wenig geringer sein als der der Monozelle: die Feder kann dann lose eingelegt werden. Die mittleren Blechstreifen lassen wir entweder fort, oder wir schieben sie nur zur Hälfte ein, weil sonst die Bodenfeder nicht mehr alle Batterien zusammenpressen kann.

An den Blechstreifen können wir dann einen Teil der Gesamtspannung abgreifen, im Bild 6, rechts, zum Beispiel außer 4,5 V (entsprechend dreimal 1,5 V) auch die Spannungen 3 V (erstes und drittes Blech von unten) oder 1,5 V. Mit dieser Vorrichtung läßt sich für Versuchszwecke die Spannung leicht ändern. Die Blechstreifen fertigen wir aus sorgfältig blankgemachtem Material ausreichender Stärke an. Konservenbüchsenblech eignet sich gut, läßt sich leicht auf Maß schneiden, und doppelt gefaltet, ist es auch ausreichend steif; oder wir verwenden Teile aus einem Metallbaukasten. Eine Schraube mit Gegenmutter an jedem Blech dient dem Ankleben der Leitungen.

Wir klemmen unsere Batterien nach Beendigung eines Versuches stets ab oder entfernen sie aus dem Halter. Es kann sonst einmal unbemerkt zu einem Kurzschluß (direkte Verbindung von einem Batteriepol zum anderen) kommen. Das würde die Batterie sehr schnell zerstören. Dauert der Kurzschluß länger als einige Sekunden, wird die Batterie sogar undicht und „läuft aus“. Die dabei austretende Chemikalie ist zwar kaum giftig, hinterläßt aber häßliche Flecken und greift Metalle an. Dadurch können unsere wertvollen Bauteile leicht unbrauchbar werden. Wir bewahren deshalb unsere Batterien grundsätzlich in einem besonderen Kasten so auf, daß sich ihre Pole nicht zufällig berühren können. Ein Pappkarton mit Papptrennwänden eignet sich dafür recht gut.

Wir können auch einmal eine Batterie – korrekt gesagt: ein chemisches Element, das im Prinzip ganz genauso wie

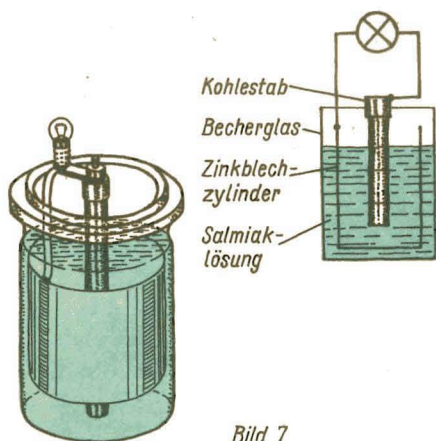


Bild 7

eine Monozelle arbeitet – selbst aufbauen. In ein großes Becher- oder Konservenglas (Bild 7) stellen wir einen möglichst großflächigen Zinkblechzylinder und in dessen Mitte einen Kohlestab, der das Zink nicht berühren darf. Das Glas wird mit einer Salmiaklösung gefüllt. Salmiaksalz bekommen wir in Drogerien, den Kohlestab gewinnen wir aus einer alten, verbrauchten großen Klingelbatterie, oder wir bündeln eine Anzahl Kohlestäbe aus alten Monozellen mit einem Dederonfaden zusammen. Das Bündel wird am oberen, herausragenden Ende mit Kupferdraht als Anschluß umwickelt. Diesem chemischen Element können wir einen Strom entnehmen, der zum Betrieb einer kleinen 1,5-V-Glühlampe ausreicht. Dabei werden wir aber feststellen, daß das Lämpchen schon nach kurzer Zeit immer weniger leuchtet und an dem Kohlestab Gasbläschen entstehen. Streichen wir diese mit einem kleinen Pinsel ab, leuchtet die Lampe sofort wieder hell. Dieser unerwünschte Nebeneffekt wird bei den industriell hergestellten Monozellen durch bestimmte Zusätze beseitigt.



## 2. Spielereien mit Lämpchen

### *Die Taschenlampe als Durchgangsprüfer*

Damit ein Strom fließen und seine Wirkung ausüben kann, muß der Stromkreislauf geschlossen sein. Bild 8 zeigt einen einfachen Lampenstromkreis. Oben im Bild ist das Lämpchen direkt an die Batterie angeschlossen. Der Strom tritt an der langen Anschlußfahne der Batterie aus, durchfließt den Glühdraht der Lampe und tritt an der kurzen Anschlußfahne wieder in die Batterie ein. Daneben ist die gleiche Anordnung mit Hilfe der technischen Schaltzeichen dargestellt. Wird der Stromkreis an einer Stelle unterbrochen (es ist gleichgültig, an welchem Anschluß das geschieht), so kann der Strom nicht mehr fließen, die Lampe erlischt. Zum Unterbrechen des Stromkreises verwendet man Schalter; für unsere Zwecke

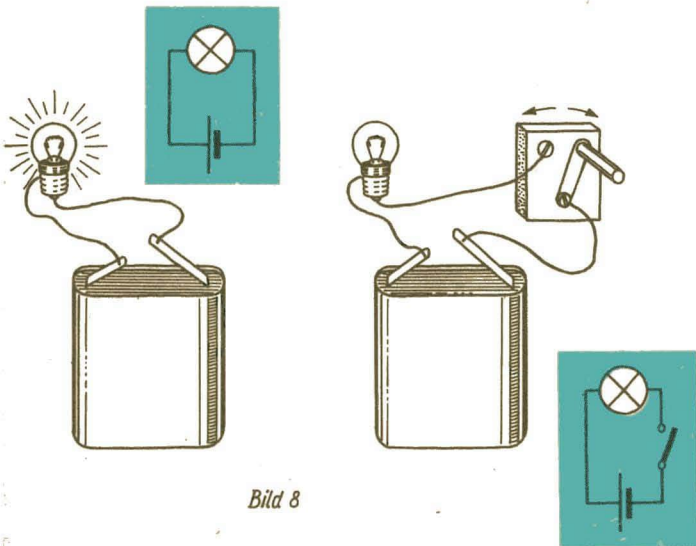


Bild 8

eignen sich gut die billigen kleinen Puppenstuben-Schalter. Im Bild 8, unten, ist der gleiche Lampenstromkreis mit zusätzlichem Schalter gezeigt, daneben wieder die Schalt-skizze, auch Schaltbild oder Schaltung genannt. Nach dem dargestellten Prinzip funktioniert zum Beispiel jede Taschenlampe.

Wir können nach diesem Prinzip auch Leitungsdrähte oder Bauteile, unbekannte Materialien und so weiter darauf prüfen, ob sie elektrisch leitend sind: Der zu prüfende Gegenstand wird an Stelle des Schalters in den Stromkreis eingefügt. Bild 9 verdeutlicht das. An Stelle des Schalters von Bild 8 schließen wir an die Leitungsenden zwei Bananenstecker oder, noch besser, zwei sogenannte Krokodilklemmen an, die es im Geschäft für Bastlerbedarf auch zum Aufstecken auf Bananenstecker gibt. Zwischen die Klemmen (K, K in der Schaltzeichnung) schließen wir das zu prüfende Objekt an. Leitet es den Strom, so ist der Stromkreis geschlossen und die Lampe leuchtet.

Eine solche Prüfeinrichtung ist so praktisch, daß sie immer zur Hand sein sollte. Wegen der bequemeren Handhabung können wir auch eine normale Taschenlampe zu einem solchen Durchgangsprüfer erweitern. Bild 10 zeigt den Aufbau. Für unseren Zweck eignet sich die aufklappbare

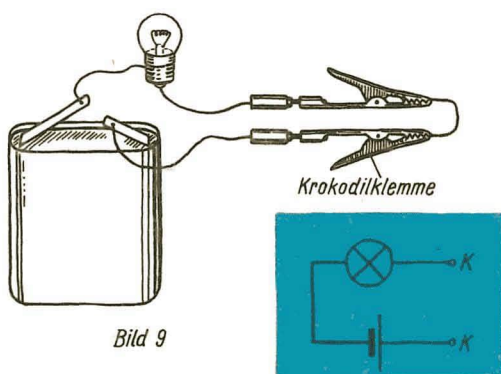


Bild 9

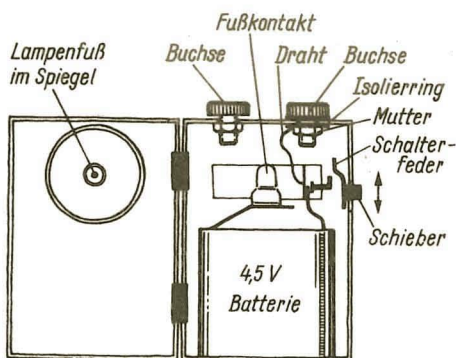


Bild 10

Ausführung mit frontal angebrachtem Lampenspiegel besonders gut. Der Strom verläuft von der langen Batteriefahne über den Fußkontakt in der Lampe zum Fuß des Lämpchens, das bei geschlossener Taschenlampe auf den federnden Fußkontakt drückt, und weiter vom Lämpchengewinde über das Metall des Gehäuses zu dem rechts angebrachten Schalterschieber. Wird dieser nach unten geschoben, so berührt er in der Lampe eine Gegenfeder, von der der Strom zur kurzen Batteriefahne zurückfließt. Ist der Schieber in der oberen Stellung, so hat er keinen Kontakt mit der Gegenfeder; an dieser Stelle ist der Stromkreis dann unterbrochen. Wenn man nun bei ausgeschalteter Lampe diese offene Kontaktstelle (sie entspricht den beiden Punkten K, K im Bild 9) mit einem Prüfobjekt überbrückt, so wird der Lampenstromkreis über dieses Objekt geschlossen.

Wir müssen also zwei Steckbuchsen für den Anschluß zweier Prüflleitungen montieren. Dafür eignen sich die im Handel erhältlichen Telefonsteckbuchsen mit Muttern. Die linke Buchse setzen wir direkt in das Gehäuse ein, das zu diesem Zweck eine 6-mm-Bohrung in das Blech der Oberkante des Gehäuses erhält. Rund um diese Bohrung wird der Lack sauber abgeschliffen, so daß die Buchse

guten Kontakt mit dem Gehäuseblech erhält. Damit ist der eine Pol – er entspricht dem Schaltschieber – anschlussfertig. Der Gegenpol – er entspricht dem Anschluß der kurzen Batteriefahne – erfordert ebenfalls eine Steckbuchse, die wir aber isoliert einsetzen müssen. Wir bohren das Loch für diese Buchse deshalb etwas größer, etwa 7 mm, und schieben auf die Buchse ein schmales ringförmiges Stück Isolierschlauch stramm auf. Es soll nicht breiter sein als die Blechstärke, sonst läßt sich die Buchse nicht richtig festschrauben. Beiderseits wird unter Buchsenrand und Mutter noch je ein Isolerring aus Pappe, PVC oder Hartpapier gelegt. Die Buchse hat dadurch keinen Kontakt zum Gehäuse. Unter ihre Mutter legen wir noch ein kurzes Drahtstück, das – gegen das Gehäuse isoliert – bis zu dem Batterieanschluß der kurzen Fahne führt, wo der Draht ebenfalls mit untergeklemmt wird. In geschlossenem Zustand leuchtet die ausgeschaltete Taschenlampe dann auf, wenn wir außen die beiden Buchsen miteinander verbinden.

Als Zubehör fertigen wir uns noch zwei „Prüfstrippen“ aus isolierter Kupferlitze an, die wir beiderseits mit Bananensteckern versehen. Sie werden bei Bedarf an die Buchsen angesteckt. Die einen Enden können wir zweckmäßig mit aufsteckbaren Krokodilklemmen ausstatten. Mit diesem einfachen Durchgangsprüfer lassen sich Leitungen, Lämpchen, Schalter, Steckverbindungen und anderes jederzeit kontrollieren.

### *Eine Nachttischlampe für das Kinderzimmer*

Für jüngere Geschwister können wir eine kleine ungefährliche Nachtlampe bauen, die das Kind selbst aus- und einschalten darf. Eine solche Bastelei eignet sich, wenn sie gut gemacht ist, auch als Geschenk. Bild 11 zeigt einen Aufbauvorschlag; sicher lassen sich auch viele andere hübsche Formen finden. Als Standfuß nehmen wir eine



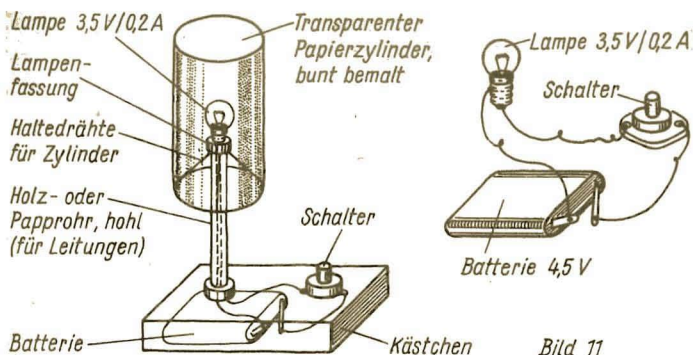


Bild 11

stabile Pappschachtel oder Plastdose passender Größe, in der eine 4,5-V-Flachbatterie Platz findet. Darauf wird ein Puppenstuben-Schalter befestigt. Wer die Lampe etwas komfortabler ausstatten möchte, kann einen handelsüblichen Einbaudruckschalter verwenden, wie er für Starkstromtischlampen üblich ist. Das Fußgehäuse wählen wir dann etwas größer, weil diese Schalter vom Gehäuseinneren her durch ein Loch gesteckt und mit der zugehörigen Gegenmutter befestigt werden; im Kästchen muß vor der Batterie noch ausreichend Platz für den Schalter sein. Auf das Fußkästchen kommt ein knickfestes Papp- oder Holzrohr, das in eine Bohrung des Kästchens eingeleimt wird. Im Innern führen zwei isolierte Drähte zu der Lampenfassung, die wir am oberen Stabende mit einem kleinen Blechwinkel befestigen. Hier klemmen wir auch gleich drei starke Drähte als Haltestreben für den Lampenschirm unter; Stücke von Fahrradspeichen eignen sich dafür gut. Das Lämpchen ist ein Typ für 3,5 V/0,2 A, wie für Taschenlampen üblich.

Im Bild 11 ist rechts angegeben, wie die Leitungen zu verbinden sind; wir kennen dies ja schon vom Bild 8 her. Für den Lampenschirm sollen hier keine genauen Angaben gemacht werden; jeder geschickte Bastler wird sich da etwas ganz Besonderes selbst einfallen lassen. Am

einfachsten ist ein Zylinder aus starkem durchscheinenden Papier, zum Beispiel aus weißem Zeichenpapier, das mit ganz wenig Fett vorsichtig eingerieben wird, bis es ausreichend transparent ist. Er wird auf die drei am äußeren Ende leicht hakenförmig gebogenen Haltedrähte aufgesetzt und dort mit einigen Tropfen Kittmasse befestigt.

Wird die Lampe sehr oft benutzt, ist allerdings die Batterie bald leer. Deshalb sei hier noch eine andere ungefährliche Lösung genannt. Wenn wir einen Klingeltransformator haben, wie er zum Beispiel für die Geräte Verwendung findet, die im Kapitel 6 beschrieben sind (andere Trafos sind nicht zulässig!), können wir auf die Batterie in unserer Lampe verzichten. Die Batterieanschlußleitungen führen wir dann als dünne zweiadrig-verdrillte Litze heraus. Solche Anschlußlitzen gibt es als Modellbaubedarf; wir können sie auch aus geeignetem beweglichen Leitungsmaterial selbst verdrillen. Die Leitung muß so lang sein, daß sie bis zum Klingeltrafo reicht, der an einem für das Kleinkind unzugänglichen Ort in Nähe einer Steckdose aufgestellt wird. Am sichersten ist der Trafo im Nebenzimmer untergebracht. Die Lampenleitung endet dort entweder in einem Stecker (Puppenstuben-Stecker mit passender Steckdose oder Flachstecker für Radio-Antennenkabel) – dann bekommt der Klingeltrafo die dazugehörige Steckdose und bleibt so noch anderweitig verwendbar –, oder man schließt die Lampe fest am Trafo an. Die Netzschur des Trafos kann ständig in der Steckdose bleiben, da Klingeltrafos zum Dauerbetrieb zugelassen, kurzschlußfest und vorschriftsmäßig berührungssicher sind sowie bei ausgeschalteter Lampe fast keinen Strom verbrauchen. Auf diese Weise ist die Nachttischlampe ständig betriebsbereit.

Wenn wir bei der Herstellung alle scharfen Ecken, Kanten und Spitzen vermeiden und für den Lampenschirm kein Glas verwenden, so kann sich das Kleinkind auch nicht verletzen.

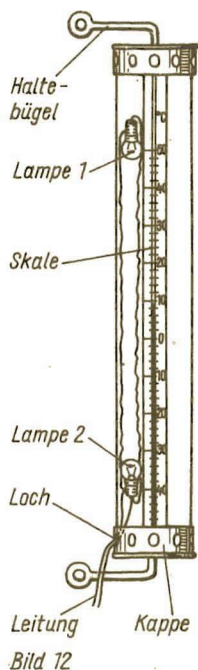
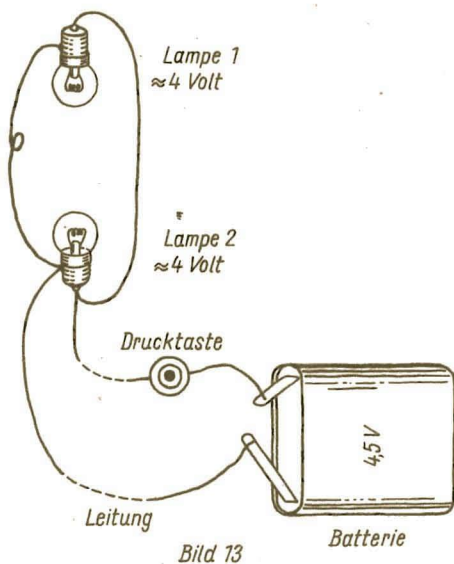
## *Ein beleuchtetes Außenthermometer*

Während langer, dunkler Winterabende ist es schwierig, am Fensterthermometer die Außentemperatur abzulesen. Dieses Problem läßt sich durch eine eingebaute Skalenbeleuchtung lösen. In die üblichen, normalgroßen Fensterthermometer passen Lämpchen der Größe, wie wir sie für Taschenlampen verwenden, nicht hinein. Wir erwerben in einem Geschäft für Modellbahnen zwei Kleinstlämpchen, und zwar weiße oder glasklare 4-V-Lämpchen, sowie passende Fassungen. Ausnahmsweise nehmen wir die kleinste erhältliche Fassung für Lötanschluß. Schraubenschlußfassungen sind zu groß.

Von dem Thermometer lösen wir vorsichtig die untere Kappe, die meistens nur stramm auf das Glasrohr geschoben oder leicht lösbar angekittet ist. Metallkappen haben immer einige Luftlöcher im Kappenrand, durch die wir eine Leitung ziehen können. Bei Plastkappen stechen wir das notwendige Loch mit einem heißen Nagel ein (nicht bohren, denn Plast platzt leicht!), falls es nicht sowieso schon vorhanden ist. Die beiden Lämpchenfassungen verbinden wir so, wie die Bilder 12, 13 und 14 es zeigen; Bild 12 läßt auch den Lampenabstand und die günstigste Lage erkennen. Wenn wir steifen Draht verwenden (Isolierung bis dicht an die Lampenfassung belassen, sonst gibt es Kurzschlüsse!), genügt das bereits, um die Lampen in der richtigen Lage zu halten. An den Lampenfassungen vorhandene Befestigungsglaschen schneiden wir ab oder biegen sie so um, daß die Fassungen sich klemmend in das Thermometerrohr hinter der Skale einschieben lassen. Weitere Befestigungen sind nicht nötig. Die Zuleitungsdrähte führen wir durch das Loch in der unteren Kappe heraus und machen sie gleich so lang, daß sie bis in das Zimmer zu Batterie und Schalter (Bild 15) reichen. Danach wird die untere Thermometerkappe wieder aufgesetzt und die Leitung am Durchführungsloch mit einem kleinen Pfropfen aus Knetmasse oder Kitt

festgelegt. Jetzt schließen wir probeweise erst einmal die Batterie direkt an, um zu sehen, ob die Lampen leuchten und hinter der Skale an der günstigsten Stelle sitzen. Falls sich die Lampen in ihre Fassungen zu leicht einschrauben lassen, legen wir sie, fest eingeschraubt, am Gewinde mit einem kleinen Tropfen Alleskleber oder Nagellack fest, damit sie sich später durch Erschütterungen nicht lösen können. Nunmehr wird das Thermometer wieder an seinen Platz montiert.

Die Leitung führen wir durch eine kleine Bohrung im Fensterrahmen, die wir mit etwas Knetmasse abdichten. Das Einklemmen der Drähte in der Fensterfuge ist zwar einfacher, aber öffnen wir das Fenster häufig, hält der





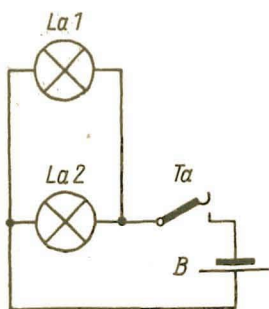


Bild 14

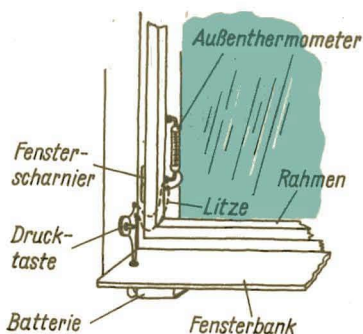


Bild 15

Draht nicht sehr lange. Allerdings läßt sich etwas vorbeugen: An der Stelle, an der die Leitung den Fensterrahmen kreuzt, verwenden wir entweder Litze (Bild 15) oder drehen den Draht dort über einen Bleistift zu einer federnden Spirale. Dann kann die Leitung auch bei häufigem Bewegen nicht so bald brechen. Innen am Fenster sehen wir einen Drucktaster (Klingelknopf) vor, mit dem die Batterie, die ihren Platz unter der Fensterbank bekommt, nur beim Ablesen kurz eingeschaltet wird. Dadurch vermeidet man vor allem ein Aufheizen des Thermometers und somit ein Verfälschen des Temperaturwertes durch die Lampenwärme.

### *Halbhell-Umschaltung für Puppenstube und Modellbühne*

In Puppenstuben und Modellbühnen lassen sich Beleuchtungen einbauen, die auch halbhelles Licht ausstrahlen können. Bild 16 zeigt eine Schaltung für diesen Zweck. Lampe La 1 soll die Modellbeleuchtung darstellen. Wenn der Schalter S geschlossen ist, leuchtet La 1 mit voller Helligkeit auf. Wird S geöffnet, so fließt der Strom über La 2 und La 1, beide liegen in Reihe. Dadurch teilt sich die

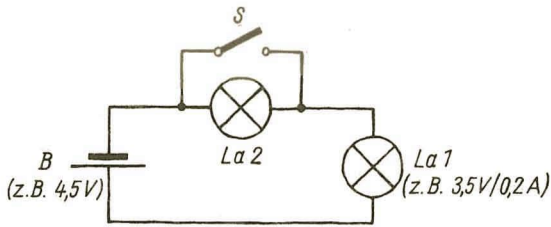


Bild 16

Spannung auf beide Lampen auf, jede leuchtet nur halb hell. La 2 dient hierbei als Vorwiderstand, kann aber zugleich für Beleuchtungszwecke benutzt werden. Voraussetzung ist allerdings, daß die Lampen La 1 und La 2 vom gleichen Typ sind! Jede Lampe muß für die volle Batteriespannung geeignet sein (bei 4,5-V-Batterien also Lämpchen zu je 3,5 ... 4 V, beide für die gleiche – auf dem Sockel angegebene – Stromstärke). Statt der Batterie kann auch ein Modellbahntrafo oder Klingeltrafo benutzt werden. Wird an Stelle von La 2 ein Draht-Drehwiderstand (Drahtpotentiometer, günstigster Wert etwa 50...100  $\Omega$  [Ohm]) angeschlossen, so kann man die Helligkeit auf alle

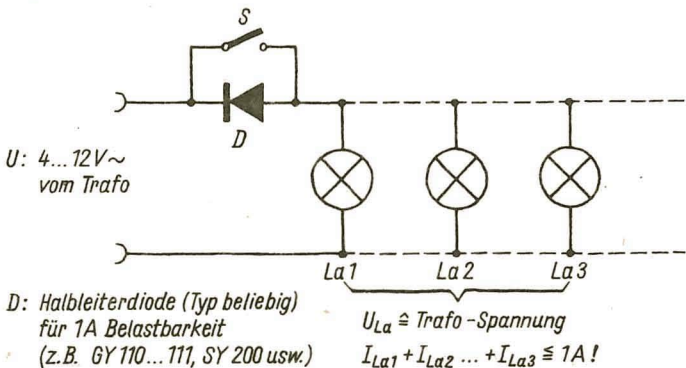


Bild 17

Zwischenwerte einstellen. (Jedes Material setzt dem Stromfluß einen mehr oder weniger großen Widerstand entgegen. Die Maßeinheit für die Größe des Widerstandes ist das griechische Zeichen  $\Omega$  [Ohm].)

Bild 17 zeigt eine andere Schaltung für den gleichen Zweck, die mit einer Gleichrichterdiode arbeitet. Solche Dioden werden uns im nächsten Abschnitt noch beschäftigen. Diese Schaltung ist allerdings nur für Wechselstrom geeignet, also nur für Betrieb mit Modellbahn- oder Klingeltrafos, nicht für Batteriebetrieb. Sie hat den Vorteil, daß bei geöffnetem Schalter S immer die gleiche halbe Helligkeit für alle angeschlossenen Lampen (zum Beispiel La 1 bis La 3 im Bild 17) erreicht wird, unabhängig davon, wie viele Lampen angeschlossen sind. Man kann also auch bei Halbhellbetrieb wahlweise einige der Lampen fortlassen oder hinzuschalten, ohne daß sich an der Helligkeit der übrigen Lampen etwas ändert. Zu beachten ist nur, daß die Summe aller Lampenströme den Wert von 1 A nicht überschreitet; das entspricht je nach Lampentypen (die Lampen brauchen hier nicht typgleich zu sein) etwa fünf bis zehn Lämpchen der üblichen Art.

### *Wenn der Strom seine Richtung ändert . . .*

Wie schon gesagt, hängt die Funktion mancher Bauteile von der Stromrichtung ab. Aus Batterien entnehmen wir immer Gleichstrom. Er hat eine gleichbleibende Richtung – im Gegensatz zu dem von Transformatoren gelieferten Wechselstrom, der seine Richtung in jeder Sekunde 50mal ändert. Das müssen wir beim Hintereinanderschalten von Batterien beachten. Bild 18 zeigt einen Versuch dazu. Die Verbindung zwischen zwei Batterien muß stets vom Minuspol der einen zum Pluspol der anderen Batterie verlaufen. Drehen wir eine Batterie um und verbinden zum Beispiel Plus mit Plus, so arbeiten beide gegeneinander,

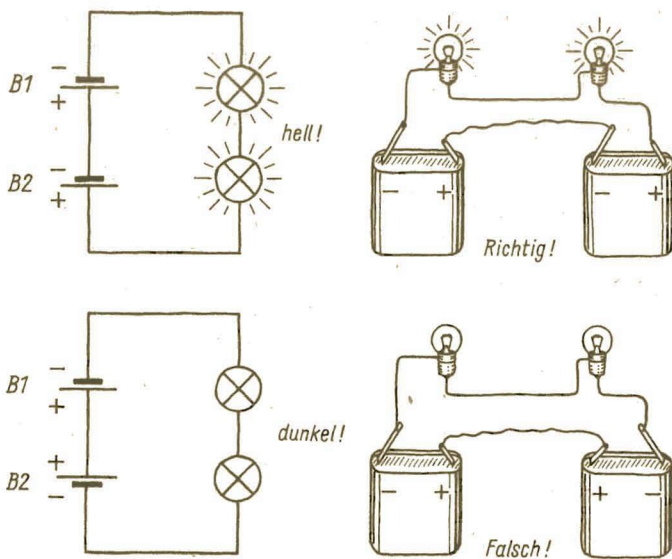


Bild 18

ihre Spannungen heben sich auf, es fließt kein Strom! Bei richtiger Zusammenschaltung addieren sich ihre Spannungen, zum Beispiel bei zwei Flachbatterien je 4,5 V erhalten wir 9 V.

Für ein einzelnes 4-V-Lämpchen wäre das allerdings zuviel, deshalb müßte man entweder eine Lampe für 9 V verwenden oder – wie im Bild 18 gezeigt – zwei Lämpchen gleichen Typs, jede der Spannung einer Batterie entsprechend, hintereinanderschalten, so daß die vorhandenen 9 V sich an den Lämpchen wiederum zur Hälfte aufteilen.

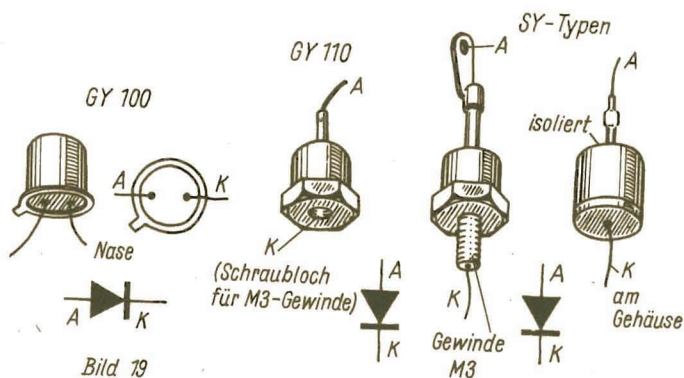
Diesen einfachen Versuch können wir nutzen, um Freunde zu verblüffen, die mit diesen Dingen nicht Bescheid wissen. Wir bauen die Anordnung so auf, daß die Batterien richtig gepolt sind. Dann trennen wir die Batterien oder eine davon wieder ab (Heftklammeranschluß entsprechend



Bild 4 ist dafür praktisch!), drehen die Batterie unauffällig um und bitten den Freund, die Leitung selbst anzuschließen. Er wird dann vergebens erwarten, daß die Lampen leuchten. Das gelingt nur uns, wenn wir die Batterie unauffällig wieder richtig polen.

Die im folgenden beschriebenen Lampenschaltungen mit Dioden können wir zu ähnlichen Spiel- und Scherzzwecken verwenden, aber auch zum Prüfen einer Diode auf ihre richtige Funktion.

Dioden wirken wie Ventile – sie lassen den Strom nur in eine Richtung (von der Katode zur Anode) fließen. In umgekehrter Richtung sind sie für den Strom fast undurchlässig. Es ist also nicht gleichgültig, wie wir eine Diode und die dazugehörige Batterie anschließen. Deshalb zeigt Bild 19 zunächst die wichtigsten für unsere Bastelzwecke geeigneten Dioden. Moderne Dioden sind entweder auf Germaniumbasis hergestellt (ihre Typenbezeichnung beginnt mit GY) oder auf Siliziumbasis (SY-Typen). Für uns sind beide gleichermaßen brauchbar; wir verwenden am besten die billigen, als Bastlerware angebotenen Typen. Zu beachten ist die Strombelastbarkeit. Bei zu starkem Stromfluß wird die Diode beschädigt und unbrauchbar. Das kann sehr schnell passieren. Daher



müssen wir uns bei allen Schaltungen mit Dioden vor versehentlichen Kurzschlüssen hüten!

Es gibt äußerlich verschiedene Bauformen, wie Bild 19 zeigt. Die in einem transistorähnlichen Gehäuse untergebrachten Dioden vom Typ GY 100... 104 sind nur für 0,1 A Stromstärke zugelassen, das entspricht etwa dem Stromverbrauch eines einzelnen Lämpchens. Den zehnfachen Strom – 1 A – vertragen die Typen GY 110... 114 und alle SY-Typen. Diese 1-A-Typen sind deshalb für Bastelzwecke vorteilhafter, falls in der jeweiligen Bauanleitung kein bestimmter Typ angegeben ist.

Die Anschlüsse einer Diode werden als Anode A und Katode K bezeichnet; das für alle Diodenarten gleiche Schaltzeichen ist im Bild 19 mit angegeben und wird uns später noch öfters begegnen. Beim Typ GY 100 hat das Gehäuse eine kleine Nase; die Anode ist der dieser Nase nächststehende Anschluß. Von Transistoren, die drei

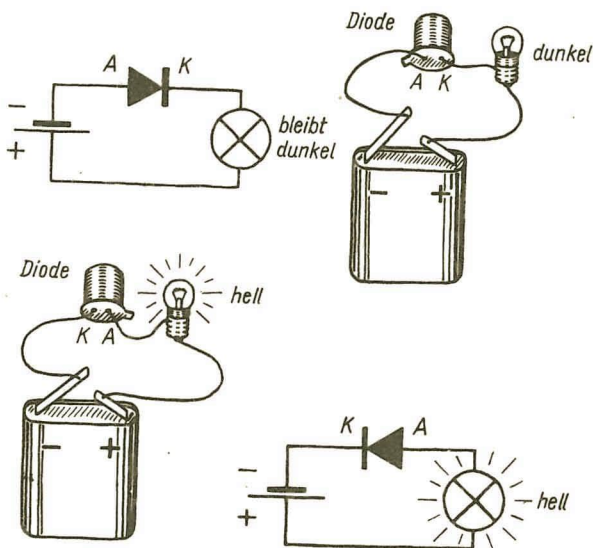


Bild 20

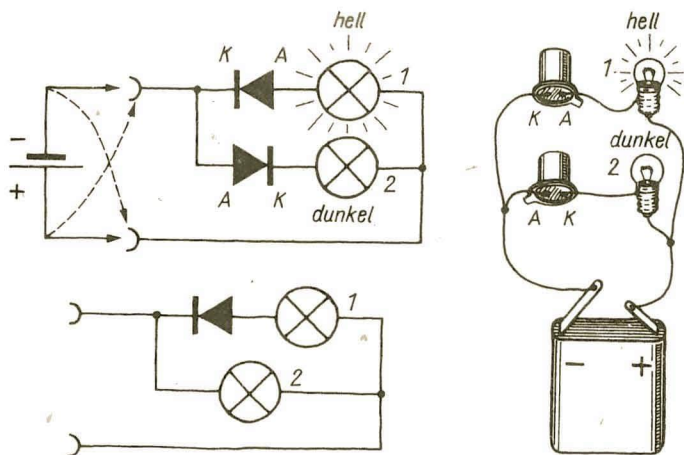


Bild 21

Anschlüsse haben, unterscheidet sich die äußerlich sonst gleich aussehende Diode durch den fehlenden dritten Draht.

Bei den Dioden für stärkere Ströme liegt der Kathodenanschluß K am Schraubgewinde oder Schraubstutzen des Gehäuses, bei einigen gewindelosen SY-Typen am Gehäuse. Bild 19 ermöglicht uns die Bestimmung der richtigen Anschlußlage und damit den fehlerlosen Einbau.

Dioden lassen den Strom von der Katode in Richtung Anode fließen; bei der Batterie treten die Elektronen, die den Stromfluß ergeben, am Minuspol aus. Treffen die vom Minuspol kommenden Elektronen auf die Anode A, so sperrt die Diode (Bild 20, oben), und die Lampe bleibt dunkel. Wird die Diode umgepolert, so arbeitet sie in Durchlaßrichtung (Bild 20, unten); das gleiche wäre der Fall, hätten wir statt der Diode die Batterie umgepolert. Diese Anordnung können wir auch gut zum Prüfen von Dioden auf Funktionstüchtigkeit verwenden. Falls die Lampe bei beiden Diodenpolungen leuchtet, hat die Diode

Kurzschluß und ist unbrauchbar. Bleibt die Lampe bei beiden Polungen dunkel, hat die Diode eine innere Unterbrechung.

Die Ventilwirkung der Dioden können wir ausnutzen, um zwei Lampen über eine einzige gemeinsame Leitung abwechselnd leuchten zu lassen. Bild 21, oben, zeigt dies. Die Funktion beruht auf der einander entgegengesetzten Polung der beiden Dioden. In der gezeichneten Batteriepolung kann nur Lampe 1 leuchten, weil die mit ihr in Reihe liegende Diode in Durchlaßrichtung gepolt ist. Die andere Diode sperrt den Stromfluß für Lampe 2. Wenn die Batterieanschlüsse vertauscht werden (punktiert angedeutet), ist die Stromrichtung umgekehrt, demzufolge sperrt nun die obere Diode, die untere wird durchlässig – Lampe 1 bleibt dunkel, Lampe 2 leuchtet.

Dieser Versuch läßt sich auch mit einer Diode machen, wie im Bild 21, unten, gezeigt ist. Hier wird Lampe 2 stets leuchten, da ihr keine Diode vorgeschaltet ist (für das Lämpchen selbst ist die Stromrichtung gleichgültig), aber je nach Batteriepolung leuchtet Lampe 1 entweder nicht (wenn der Pluspol der Batterie am oberen Anschluß liegt) oder zusätzlich zu 2 auf (wenn der Minuspol der Batterie oben liegt).

Auch diese Versuchsschaltung eignet sich für kleine elektrotechnische Zaubertricks.

### *Lampen unter Wasser*

Reizvolle Beleuchtungseffekte lassen sich mit Lämpchen unter Wasser erzielen, zum Beispiel in einem Aquarium, dessen Oberbeleuchtung ausgeschaltet oder in ihrer Stärke reduziert wird.

Wir verwenden Lämpchen für 3,5 V und eine 4,5-V-Flachbatterie (keine höhere Spannung!). Für unser Vorhaben ist es vorteilhaft, wenn wir die Zuleitungen direkt an die Lämpchen anlöten. Das erleichtert das Abdichten gegen



Wasser, das den Strom leitet und nach einiger Zeit das Metall des Lampenkörpers angreift. Nach dem Anlöten der Zuleitung muß das Ganze sorgfältig von allen Lötmittele Rückständen gereinigt werden, am besten mit Fleckenwasser, weil sich das Lötmittel auf Fische und Pflanzen schädlich auswirken kann. Löten wir nicht, dann verwenden wir kleine Kunststoff-Fassungen mit Schraubanschlüssen. Als Leitung eignet sich nur dünner plastisolierter Schaltdraht. Wir bemessen seine notwendige Länge, schrauben die Lampen ein – glasklare oder farbige – und imprägnieren die betriebsfertige Lampe zuletzt gegen Wassereinflüsse. Das geht sehr einfach: Wir bringen in einem Blechgefäß genügend Kerzenwachs zum Schmelzen und tauchen die Lampe samt Fassung und einigen Zentimetern Zuleitung kurz in das flüssige Wachs ein, lassen abtropfen und den entstandenen dünnen Wachsüberzug festwerden.

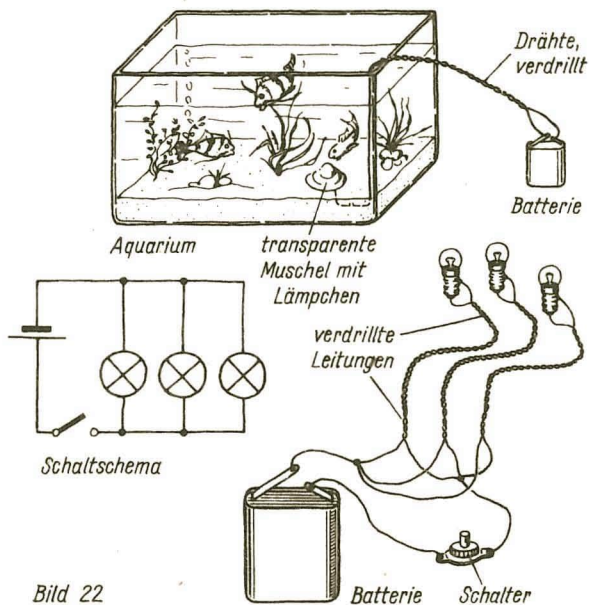


Bild 22

Wenn wir beim Einsetzen der Lampen in das Aquarium (Bild 22) vorsichtig zu Werke gehen und die dünne Wachsschicht nicht beschädigen, dann genügt diese Maßnahme, um für längere Zeit eine ausreichende Isolierung zu bewirken. Nötigenfalls verstärken wir die Wachsschicht durch zwei- oder dreimaliges Tauchen. Der Wachsüberzug wird bei jeder fälligen Aquarienreinigung erneuert. Wenn die Wachsschicht über der Glaskuppe des Lämpchens zuviel Licht absorbiert, lösen wir sie dort durch teilweises Eintauchen in heißes Wasser vorsichtig wieder ab (nicht abschaben, das ergibt Risse im anderen Teil des Wachsüberzuges!). Die Lämpchen verbreiten ein wirkungsvolles Licht, wenn sie im Innern einer aus Steinen gebauten „Felsengrotte“, hinter Pflanzen und Steinen oder unter durchscheinenden dünnen Muscheln so angebracht sind, daß man nicht die Lampe, sondern nur ihren Lichtschein sieht.

Die verdrillten Leitungen – im Bild 22 für drei Lämpchen dargestellt — werden in einer Ecke herausgeführt und über einen gemeinsamen Schalter mit der Batterie verbunden. Natürlich kann man sie auch getrennt einschaltbar bauen.

### *Wir mischen Lichtfarben*

Interessante optische Effekte ergeben sich durch das Mischen verschiedener Lichtfarben. Für diese kleine Spielerei brauchen wir drei Lämpchen in den Farben rot, grün und blau, die wir nach Bild 23 zusammenschalten und eng aneinandersetzen. Wenn wir dafür Metallfassungen mit Befestigungswinkel, sogenannte Knickebeinfassungen, verwenden, können wir die drei Fassungen mit einer gemeinsamen Schraube sternförmig zusammensetzen und erhalten dabei zugleich die Mittelverbindung, die gemeinsame Rückleitung zum Minuspol der Batterie. Über die

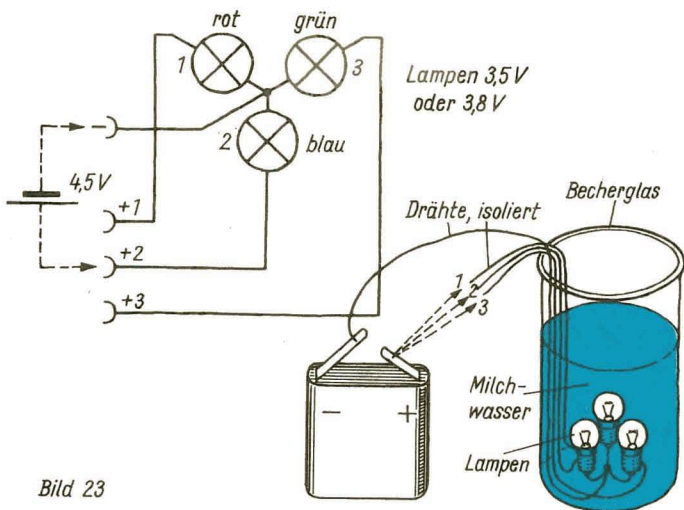


Bild 23

Einzelleitungen +1, +2 oder +3, sie führen zu den Fußkontakten der Fassungen, können wir die Lampen einzeln oder durch Verbinden von 1...3 gemeinsam in Betrieb nehmen. Für den folgenden Versuch „unter Wasser“ dürfen wir auf das Abdichten, wie es im vorigen Abschnitt für die Aquariumbeleuchtung beschrieben wurde, verzichten. Für die Versuchsdauer macht sich die Flüssigkeit nicht störend bemerkbar.

Wir setzen die Lampeneinheit auf den Grund eines Becherglases, das wir mit einer leicht trüben, weißlichen Flüssigkeit füllen. Am einfachsten erhalten wir sie durch Mischen von Wasser mit etwas Milch. Das günstigste Mischungsverhältnis probieren wir aus. Es ist richtig, wenn die einzelne Lampe nicht mehr erkennbar, das farbige Licht aber noch nicht zu sehr geschwächt ist. Wir schalten nun alle Lampen ein, es ergibt sich ein unscharfer, verwaschener leuchtender Farbschleier, der neben den Einzelfarben der Lampen fast alle Farben des Regenbogens aufweist. Das ergibt eine sehr dekorative Wirkung. Um eine möglichst optimale Farbmischung zu erhalten,

muß die Helligkeit der Lampen einzeln einstellbar sein. Dazu benötigen wir als Batterie eine Kombination von Monozellen mit Abgriffen (Bild 6). Wir können dann die gemeinsame Mittelleitung (im Bild 6 am unteren Anschluß, Feder unten) anschließen und für jede einzelne Lampe den günstigsten Abgriff bei 1,5 V, 3 V oder 4,5 V auswählen, entsprechend dem besten optischen Farbeindruck. Da der Effekt auch merklich von Ton und Stärke der Lampenfärbung abhängt, ist es vorteilhaft, wenn wir die Lampen selbst farbig lackieren. Die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau (sie werden auch beim Farbfernsehen als Grundfarben benutzt) reichen für alle Zwischenfarben aus, wenn wir den Farbton gut treffen.

Gefällt uns diese Spielerei, können wir die Lampenkombination auch für den Dauergebrauch geeignet machen, indem wir die Lampen nicht in Milchwasser versenken, sondern in farbloses oder blaßweißes Kerzenwachs eingießen. Als Gußform und Gehäuse dient eine durchsichtige Plastdose; in sie legen wir unsere Lampengruppe ein. Anschließend füllen wir den Behälter mit flüssigem Wachs. Dabei müssen die Lampen sehr dicht zusammensitzen, und der Wachsvergüß darf nicht zu dick werden, denn Wachs schluckt mehr Licht als Milchwasser! Wenn die richtige Mischung nicht gleich gelingt, ist das nicht weiter schlimm; in heißem Wasser kann der Wachsblock leicht wieder geschmolzen werden.

Ein solcher in Wachs vergossener Farbenblock kann auch im Wasser des Aquariums gut aussehen.

Für die Farbmischversuche eignen sich die üblichen Lämpchen der Taschenlampe (3,5 V/0,2 A) am besten. Natürlich können wir auch andere Lämpchen verwenden.

Farbigen Transparentlack, der auf Glas haftet, gibt es in Farbengeschäften zu kaufen, aber auch in Drogerien sowie in Kosmetikgeschäften, und zwar als Nagellack, nicht nur



in Rot, sondern -- für Kostümfeste -- auch in Blau und Grün.

Man kann farblosen Nagellack mit Faserschreiber-Nachfülltinte auch selbst einfärben.

### 3. Wir morsen

#### *Wir bauen eine Morsetaste*

Morseverbindungen kann man mit Lämpchen aufbauen oder mit Summern. Mit Lämpchen wird die Einrichtung billiger, aber das Lesen der Blinksignale ist anstrengend; man muß die Morsezeichen dann recht langsam geben. Eine hörbare Morseverbindung ist „zünftiger“ und macht mehr Spaß. Mit ihr schnell zu morsen ist natürlich Übungssache, die Hand und das Gehör gewöhnen sich aber bald daran.

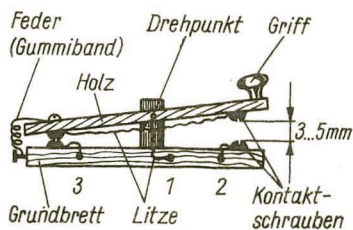
Zunächst wollen wir uns eine Morsetaste bauen. Zwar kann man auch mit einem einfachen Klingelknopf morsen, aber auf die Dauer ist das sehr unpraktisch. Außerdem brauchen wir eine Taste, die als Umschalter wirkt, wenn wir in beide Richtungen Morsezeichen übermitteln wollen. Dazu sind normale Klingeltasten nicht geeignet:

Unsere Morsetaste soll nicht zu klein sein, damit sie sich gut bedienen läßt. Wir nehmen als Grundbrett ein Holzbrettchen von etwa 5 cm Breite und 10 bis 12 cm Länge. Bild 24 zeigt den Aufbau. Als Tasthebel wählen wir ein Vierkantholz in der Länge des Grundbrettes und mit einem Querschnitt von höchstens 1 cm × 1 cm. Auf das Grundbrett schrauben oder leimen wir zwei Holzklötze als Achsenhalterung für den drehbaren Tasthebel. Der Holzstab wird in der Mitte durchbohrt; als Achse dient ein langer Nagel, der im Drehpunkt quer durch die Halteklötze und den dazwischen angeordneten Tasthebel gesteckt wird. Der Hebel soll sich auf dem Nagel leicht drehen lassen. Am vorderen Ende versehen wir ihn mit einem kleinen Griff; eine Holzkugel oder ein kleiner Knauf für Schubfächer eignet sich gut dafür. Hinten wird als Zugfeder ein kleines Gummiband angebracht, das den Hebel beim Loslassen des Griffes stets in die gezeichnete Ruhelage zurückholt. Das Gummiband bemessen wir so; daß

sich der Hebel noch genügend leicht bedienen läßt, andererseits bei losgelassenem Hebel genügend Kontaktdruck für die hinteren Kontaktschrauben erzeugt.

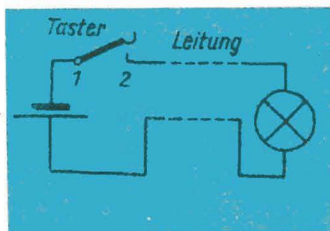
Als Kontaktschrauben verwenden wir kurze, absolut blanke Holzschrauben (mit halbrunden Köpfen); notfalls tun es auch Reißzwecken. An der Unterseite des Tasthebels werden vorderer und hinterer Kontakt mit einem dünnen, an der Unterseite des Hebels durch etwas Klebstoff festgelegten Draht verbunden. Außerdem legen wir unter einen der Hebelkontakte noch das blanke Ende einer möglichst dünnen Kupferlitze. Die Litze legen wir bis zur Hebelmitte ebenfalls fest und führen sie von da mit einer kleinen Schlaufe, die dem Hebel seine Beweglichkeit läßt, bis zum Rand des Grundbretts. Dort bringen wir die Anschluß-Klemmschraube 1 an, unter die wir die Litze klemmen, zusammen mit der später anzuschließenden Leitung. Diese Klemme 1 hat also Verbindung mit beiden Kontakten am Tasthebel.

Auf dem Grundbrett bringen wir nun mit Schrauben oder Reißzwecken vorn und hinten je einen Gegenkontakt für den Tasthebel an. Der vordere Kontakt wird mit der Anschluß-Klemmschraube 2 am Rand des Grundbretts verbunden, der hintere mit der Anschluß-Klemmschraube 3. Für diese Verbindungen verwenden wir einfachen dünnen Draht. Die Höhe des Drehpunktes für den Tasthebel, den wir zuletzt anbringen, probieren wir so



1 bis 3 : Anschluß-Klemmschrauben

Bild 24



aus, daß der Hebel nach fertig montierten Kontakten nur ungefähr 3...5 mm Spielraum hat. Bei losgelassenem Hebel berühren sich durch die Federkraft die hinteren Kontakte, und der Strom findet eine Verbindung von der Anschluß-Klemmschraube 1 zur Anschluß-Klemmschraube 3 vor. Bei gedrückter Taste besteht die Verbindung von 1 nach 2. Unsere Taste arbeitet also als Umschalter.

Für eine einfache Zeichengabe in nur eine Richtung mit einem Lämpchen ist die Schaltung sehr einfach; sie ist im Bild 24 mit angegeben. Wir benötigen dann eine Taste, an der wir nur die Anschlüsse 1 und 2 benutzen. Das Lämpchen kann über eine längere Leitung angeschlossen werden.

Damit die Morsetaste beim Signalgeben auf dem Tisch nicht rutscht, können wir das Grundbrett auf der Unterseite mit Filzstreifen, Gothaplast oder Lenkerklebeband versehen. Wenn wir im Gegenverkehr, in beide Richtungen morsen wollen, braucht jede Seite eine Morsetaste. Es ist also gut, wenn wir gleich zwei Tasten bauen.

## *Das Morsealphabet*

Wer sauber morsen lernen will, muß sich dabei auch gleich an die richtigen Pausenzeiten zwischen den einzelnen Punkten und Strichen gewöhnen. Die Zeit zwischen jedem Punkt oder Strich soll ebenso lang sein wie die Dauer eines Punktes. Die Dauer eines Striches soll der von drei Punkten entsprechen. Zwischen jeweils zwei Buchstaben soll eine Pause von drei Punkten (oder einem Strich) sein und zwischen zwei Wörtern eine Pausenlänge von etwa drei Strichen. Das ist reine Übungssache. Zu Beginn machen wir lieber etwas längere Pausen, damit die Gegenstelle unsere Zeichen besser aufnehmen kann. Und das sind die Zeichen des internationalen Morsealphabets:



A . —	J . — — — —	S ...	1	· — — — —
B — · · · ·	K — · — —	T —	2	· · — — —
C — · · — ·	L . — · · ·	U · · — —	3	· · · — —
D — · · ·	M — — —	V · · · —	4	· · · · —
E ·	N — ·	W · — — —	5	· · · · ·
F · · — ·	O — — — —	X — · · —	6	— · · · ·
G — — — ·	P · — — — ·	Y — · — — —	7	— — · · ·
H · · · ·	Q — — — —	Z — — · · ·	8	— — — · ·
I · ·	R · — ·		9	— — — — ·
			0	— — — — —
				Punkt · — · · · ·
				Komma — — · · — —
				? · · · · · ·
Ä · — · —	Ö — — — ·	Ü · · — —	Ch	— — — — —

### *Morseverbindungen in beide Richtungen*

Als Leitung zwischen unseren beiden Morsestationen verwenden wir normale Klingeldrahtleitung. Falls wir größere Entfernungen, mehr als 10...20 m, überbrücken wollen, soll der Draht jedoch nicht zu dünn sein. Wir können die Leitung entweder wie eine Klingelleitung fest installieren oder für gelegentliche Spiele lose auslegen, durch Türritzen ziehen (aber dann bitte so, daß niemand stolpern und sich verletzen kann!) oder im Freien einfach über Baumäste oder auf den Erdboden legen.

Am einfachsten wird die Schaltung, wenn wir drei Leitungsdrähte benutzen. Haben wir keine dreiadrige Leitung, benutzen wir einzelne Drähte, die entweder verdreht oder in Abständen von 0,5...1 m mit Klebeband zusammengefaßt werden. Bild 25, oben, zeigt die Schaltung für eine dreidrähtige Verbindung. Die Buchstaben a, b, c bezeichnen die Leitungsdrähte. Wir brauchen nur eine Batterie B, am besten eine Taschenlampenbatterie, und dazu passende Lämpchen. Die Batterie ist mit Lampe I und Taste II zu einer Morsestelle vereinigt (wir bauen alles

in ein kleines Pappkästchen ein, das zugleich als Sockel für die Morsetaste dient). Die Gegenstelle hat die Taste I und die Lampe II, die gleich mit an der Taste befestigt werden kann. Wenn Taste II gedrückt wird, leuchtet bei der Gegenstelle Lampe II auf. Wenn dort Taste I gedrückt wird, leuchtet unsere Lampe I auf. Für diese Anlage können wir auch normale Klingelknöpfe nehmen. Wenn wir zwischen den beiden Stationen nur eine normale zweidradige Leitung verwenden wollen, dann brauchen wir

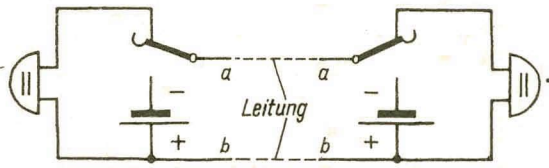
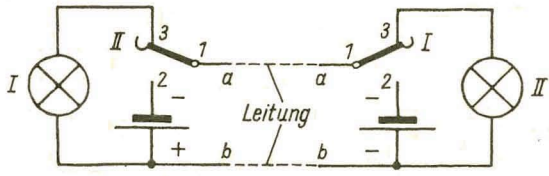
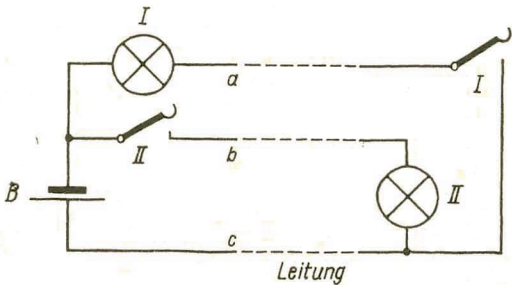


Bild 25

Umschalttasten. Jetzt wird unsere selbstgebaute Morsetaste wertvoll. Im Bild 25, Mitte, ist die Schaltung dafür gezeigt. Wir haben jetzt auf jeder Seite eine Batterie, beide Morsestationen sind also genau gleichartig aufgebaut. Die Batterie der einen Seite speist jeweils die Lampe der anderen Seite. Wenn wir zum Beispiel Taste II drücken, fließt der Strom von der linken Batterie über die Kontakte 2 und 1 der Taste II, Leitung a, auf der Gegenseite über Tastenkontakt 1 und 3 der Taste I zur Lampe II und über die Leitung b zurück zur linken Batterie. Jetzt sehen wir auch, wozu der Ruhekontakt 3 unserer Morsetaste notwendig ist. Er ermöglicht uns die Doppelausnutzung der Leitung für beide Richtungen. Natürlich kann man in diesem Fall nicht von beiden Stationen zugleich morsen. Wenn beide Tasten zugleich gedrückt werden, geschieht gar nichts.

Bevor wir mit dem Morsen beginnen, prüfen wir anhand der Zeichnung noch einmal die richtige Polung, damit es zu keinem Kurzschluß kommen kann.

Statt Lampen können wir auch kleine Summer oder Klingeln für die Puppenstube benutzen. Ein Puppenstubensummer ist übrigens nichts anderes als eine Klingel ohne Glocke und Klöppel; wir können also kleine Klingeln für Morsezwecke noch besser geeignet machen, indem wir den Klöppel kürzen und die Glocke entfernen. Die Summer oder Klingeln werden an Stelle der Lampen angeschlossen, wie im Bild 25, unten, dargestellt. Dort sehen wir auch das Schaltzeichen für Klingel und Summer; der Fachmann nennt die Klingel Wecker.

Klingeln und Summer benötigen allerdings ziemlich viel Strom. Bei sehr langen oder sehr dünnen Leitungen kann das Schwierigkeiten geben, weil eine solche Leitung den Strom merklich schwächt. Wenn unser Bauvorhaben aus diesem Grunde mit Summern nicht funktioniert, ist oft noch eine gute Verbindung mit Lämpchen möglich.

Eleganter ist natürlich die Verwendung richtiger elektronischer Morsesummer. Wir wollen es auch mit ihnen

versuchen. Die Schaltung der Morseverbindung ist dann stets so, wie im Bild 25 dargestellt. Wir werden uns jetzt nur noch mit speziellen Morsesummern beschäftigen. Gegenüber den billigen Puppenstubensummern erfordern sie allerdings etwas mehr Aufwand, häufig sind jedoch die notwendigen Bauteile in der Bastelkiste schon vorhanden.

## *Morsesummer*

Für Verbindungen mit Morsesummern brauchen wir zunächst einmal je Station einen Hörer. Es müssen keine teuren Kopfhörer sein. Für unseren Zweck genügen billige Hörkapseln aus alten Telefonhörern oder solche, wie sie Spielzeugtelefone enthalten. Man bekommt sie auch einzeln zu kaufen. Bild 26 zeigt eine solche Verbindung. Jede Station hat ihre eigene Batterie (B 1 bzw. B 2), Morsetaste (Ta 1, Ta 2 – ihre Anschlußbezeichnungen entsprechen Bild 24) und Hörer H 1 bzw. H 2. Bei einer der beiden Stationen ist außerdem noch der Tongenerator untergebracht (im punktierten Feld gezeichnet). Wenn eine Station ihre Taste drückt, wird der Summton in beiden Hörern, H 1 und H 2, hörbar; wir können also auch unsere eigenen Signale hören!

Den Tongenerator bauen wir aus einer dritten Hörkapsel und einem Kohlemikrofon, wie es ebenfalls in Spielzeug- oder alten Haustelegonen zu finden ist. Preiswerte Mikrofonkapseln gibt es auch einzeln zu kaufen. Die Hörkapsel H und die Mikrofonkapsel Mi setzen wir Öffnung gegen Öffnung direkt zusammen (Bild 26, unten). Es genügt, sie mit einigen starken Gummibändern oder, noch einfacher, mit Klebestreifen über Kreuz zusammenzuhalten. Der Ringkontakt am Hörer und der am Mikrofon werden verbunden. Falls die Kapseln Metallgehäuse haben, ist das Gehäuse dieser Kontakt. Die Mittelkontakte am Hörer und am Mikrofon sind dann die Anschlußpunkte



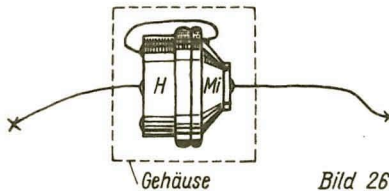
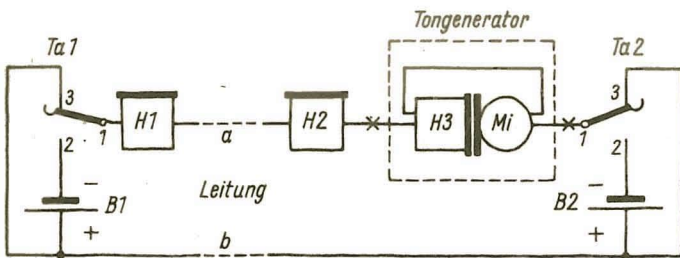
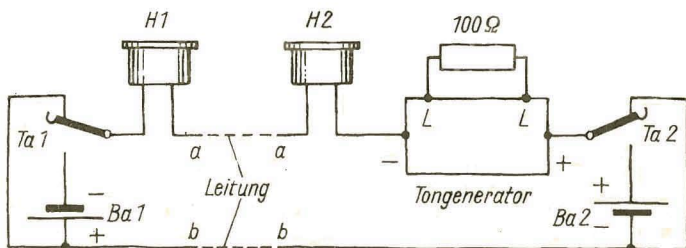


Bild 26

unseres Generators in der Gesamtschaltung (Bild 26, oben). Wir setzen die Kapseln H und Mi in ein passendes kleines Gehäuse (Plast- oder Pappdose) stramm ein und bringen an den Gehäusewänden kleine Blechstreifen als Gegenkontakte für die Fußpunkte von H und Mi an. Dadurch wird der Leitungsanschluß einfacher, denn die Kapseln haben keine Klemmanschlüsse, und falls wir nicht löten können, gestaltet sich das Anbringen der Drähte sonst etwas knifflig. Die Tonerzeugung kommt bei dieser einfachen Anordnung durch „akustische Rückkopplung“ zwischen Hörer und Mikrofon zustande.

Um einen recht kräftigen Ton zu erhalten, probieren wir vorher aus, welche der drei vorhandenen Hörkapseln sich am besten im Zusammenspiel mit der Mikrofonkapsel bewährt; die anderen beiden nehmen wir für H 1 und H 2. Als Batterien genügen 4,5-V-Flachbatterien. Nur bei sehr langen Leitungen oder wenn das Mikrofon nicht sehr gut ist, verwenden wir für B 1 und B 2 je 9 V (jeweils zwei Batterien in Reihe, ähnlich Bild 18), falls eine Batterie noch keinen Toneinsatz ergibt.



B1, B2: 3...4,5 V

Bild 27

Einen echten elektronischen Summer können wir mit einem Transistor aufbauen. Zunächst betrachten wir die Gesamtschaltung der Morseverbindung (Bild 27). Sie entspricht genau der Schaltung von Bild 26 – mit einem Unterschied: Die beiden Batterien sind jetzt in beiden Stationen verschieden gepolt, außerdem sind dafür höchstens 4,5 V erforderlich; auch 3-V-Batterien, die wir zum Beispiel aus Monozellen zusammensetzen können (siehe Kapitel 1), sind gut geeignet. Als Hörer verwenden wir wieder Telefonhörkapseln. Da unser elektronischer Summer bereits zum Betrieb eines Kleinstlautsprechers ausreicht, dürfen wir auf H 2 verzichten und statt dessen bei L, L am Tongenerator einen Kleinstlautsprecher anschließen. Solche Lautsprecher gibt es für wenige Mark in Geschäften für Bastlerbedarf. Wenn wir auf den Lautsprecher verzichten, muß er durch den bei L, L angeschlossenen kleinen Widerstand (Wert ungefähr  $100\ \Omega$ , Größe ungefähr 0,25 W) ersetzt werden.

Bild 28 zeigt die Schaltung dieses vielseitigen kleinen Tongenerators. Die benötigten Einzelteile (Widerstand R, Kondensator C, Transistor T und ein Transistor-Kleinübertrager Typ K 21 oder K 31) sind in der Zeichnung mit angegeben, ebenso die Anschlußfarben des Übertragers und die Lage der Anschlüsse Basis B, Emitter E und Kollektor K am Transistor (Sicht auf dessen Boden, dabei orientieren wir uns nach der Randnase am Gehäuse). Als Transistor verwenden wir, wenn möglich, den leistungs-

stärkeren Germaniumtransistor vom Typ GC 301 oder einen ähnlichen Basteltyp für mindestens 400 mW. Die genauen Werte für C und R sollten wir ausprobieren; sie hängen von den Daten des einzelnen Transistors ab, denn Transistoren sind auch innerhalb der gleichen Typenreihe sehr unterschiedlich, außerdem bestimmen R und C die Tonhöhe, die wir mit diesen Werten in weiten Grenzen ändern können. Wenn der Wert des Widerstandes R nicht passend gewählt ist (das Bild kann dafür nur ungefähre Richtwerte geben!), kann es geschehen, daß gar kein Ton entsteht. Sollte uns das passieren und haben wir keinen Aufbaufehler gemacht, so versuchen wir es mit etwas anderen Werten für R. Widerstände kosten nur wenige Pfennige, und wir brauchen sie immer wieder einmal – also kaufen wir gleich mehrere in verschiedenen Werten ein!

Den Tongenerator bauen wir als kompakten kleinen Baustein auf; die Industrie benutzt für solche Baugruppen

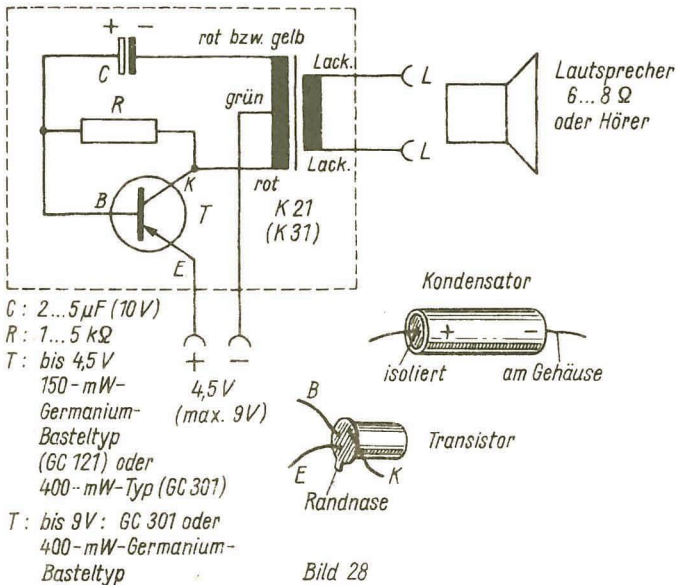
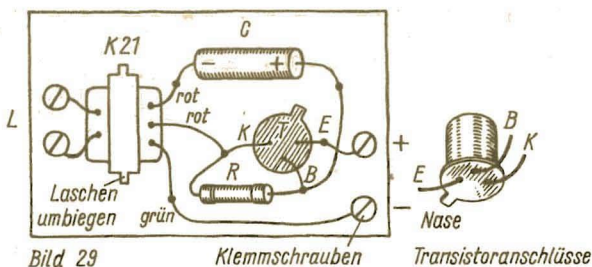


Bild 28



geätzte Leiterplatten. Für uns genügt als Grundfläche eine kleine Pappe- oder Hartfaserplatte. Mit etwas Geschick bringen wir den ganzen Generator bequem in einer Streichholzschachtel unter; die Grundplatte bekommt also eine entsprechende Größe.

Eine mögliche Anordnung der Einzelteile zeigt Bild 29. Wir versehen die Platte überall dort mit Löchern, wo die Anschlußdrähte der Einzelteile liegen und die Befestigungslaschen des Übertragers, die wir unter der Platte umbiegen. Die Drähte der Teile stecken wir durch die Löcher und verbinden sie unterhalb der Platte durch festes Zusammendrehen, noch besser durch Löten. Alle Anschlußdrähte überziehen wir bis dicht an die Verbindungsstellen mit Isolierschlauch, um Kurzschlüsse vor allem dort zu vermeiden, wo Leitungen sich kreuzen oder eng benachbart sind. An den Austrittsstellen der Anschlußdrähte aus den Bauelementen sollten wir übrigens sehr vorsichtig sein und die Drähte nicht mehr als notwendig biegen. Ein abgebrochener Draht macht das Bauelement wertlos! Und dieser Summer repräsentiert bei Verwendung der Bastler-Bauteile immerhin einen Gesamtwert von etwa 7 Mark.

Für die Anschlüsse der Leitungen zur Batterie beziehungsweise zu den Morseleitungen und zum Lautsprecher verwenden wir kurze Schrauben (2...3 mm stark) mit Gegenmutter. Wir stecken die Schrauben von unten durch die Platte. Die Bauteildrähte legen wir unter die



Schraubköpfe. Die äußeren Leitungen schließen wir später von oben mit einer zweiten Gegenmutter an. Übrigens können wir den im Bild 27 an den L-Klemmen eingezeichneten 100- $\Omega$ -Widerstand gleich mit zwischen den Klemmen im Tongenerator (Bild 29) unterbringen. Er kann dort bleiben und stört auch nicht, wenn wir später einen Kleinstlautsprecher bei L anschließen.

An den Verbindungen im Tongenerator müssen wir auf guten Kontakt achten. Falls wir nicht löten, drehen wir die Drahtenden auf nur wenige Millimeter Länge zusammen und drücken die Stelle mit einer kleinen Flachzange fest. Sitzen die Teile dann noch locker auf der Pappe, können wir R, C und T zuletzt mit einigen Tropfen Alleskleber auf der Pappe festlegen. Das erschwert allerdings ein späteres Zerlegen, wenn wir den Summer wieder auseinandernehmen und die Teile anderweitig verwenden wollen. Deshalb sparsam mit Klebstoff umgehen!

Der hier beschriebene Summer eignet sich vor allem für Bastelanfänger. Er ist mit einem Germaniumtransistor versehen. Einen vielseitiger verwendbaren Tongenerator (mit zwei Transistoren, ohne Übertrager) finden wir im Kapitel 10 beschrieben. Er kann – wie wir dort noch sehen werden – unter anderem ebenfalls für das Morsen verwendet werden (Bild 69).

## 4. Es klingelt

### *Wir bauen eine Klingel*

Das wichtigste Organ des Weckers oder der „Klingel“ ist ein Elektromagnet, den wir uns selbst herstellen können. Wir besorgen uns eine leere hölzerne Garnrolle und wickeln sie voll mit dünnem Spulendraht, den wir von alten Trafospulen abwickeln können. Wir brauchen mindestens 100 Windungen; je mehr wir auf der Rolle unterbringen, desto besser. Der Drahtdurchmesser soll 0,2...0,4 mm betragen; geeignet ist Spulendraht mit Lackisolierung (Kupferlackdraht).

Die fertige Spule bekommt einen Weicheisenkern, für den wir am besten ein Bündel passend geschnittener Blumenbindedrähte nehmen. Wenn diese leicht angerostet sind, ist das von Vorteil, denn der Kern soll nicht aus einem massiven Eisenstück bestehen. Notfalls tut es auch ein kräftiger Weicheisenbolzen (kein Stahl!). Diesen Elektromagneten befestigen wir quer auf einem Holzbrett. Das Schema zeigt Bild 30 a. Vor einem Kernende ordnen wir ein Eisenblechstück an, das an einem Ende auf einem als Achse dienenden Nagel drehbar gelagert und am anderen Ende als Klöppel geformt ist. Der Eisenblechanker soll höchstens 4...5 mm von dem Spulenkern entfernt sein. Batterie und Schalter (oder Drucktaste) – die wir schon kennen – sind hier nur mit ihren Schaltzeichen dargestellt. Wenn wir den Schalter schließen, fließt Strom durch die Spule, der Eisenkern wird magnetisch und zieht den Anker an. Dabei schlägt der Klöppel an die Glocke. Wenn wir den Schalter öffnen, müßte der Anker wieder vom Spulenkern weg in die Ruhelage gehen. Das ist mit einem Gummibändchen als Feder leicht zu erreichen. Trotzdem zieht der Anker beim Einschalten jedesmal nur einmal an. Wir hätten also den Strom von Hand dauernd ein- und auszuschalten. Bild 30 b zeigt, wie wir erreichen können,

daß unser Wecker selbst das Ein- und Ausschalten besorgt. Spule und Anker sind hier nur noch schematisch dargestellt. Der Anker erhält einen Kontakt K, über den wir den Strom führen. Sobald der Anker an die Spule gezogen wird, wird der Stromkreis bei K unterbrochen. Die Spule wird stromlos, der Anker fällt – von der Feder gezogen – wieder zurück, dabei schließt sich der Stromkreis bei K erneut, die Spule bekommt wieder Strom, zieht den Anker erneut an und so weiter. Der Anker mit dem Klöppel bleibt jetzt periodisch in Bewegung.

Die Gesamtschaltung eines Klingelstromkreises sieht demzufolge so aus, wie Bild 30 c dies zeigt. Elektromagnete (Spulen mit Anker) werden in technischen Zeichnungen durch ein Kästchen mit Schrägstrich, das die Wicklung andeutet, dargestellt. Wenn Tastenkontakt T geschlossen wird (T ist der „Klingelknopf“), dann ist der Stromkreis von B über T, K, Magnet M zurück zu B geschlossen, der Anker zieht an, K öffnet, unterbricht den Strom und so weiter. M und K gehören also zum Wecker. Der vollständige Wecker wird in technischen Zeichnungen vereinfacht dargestellt durch das Schaltzeichen nach Bild 30 d, das wir in den folgenden Bildern ebenfalls benutzen werden.

Unser Aufbau für eine selbstgebaute Klingel sieht dann ungefähr so aus, wie Bild 31 zeigt. Der Eisenkern der Spule ist meistens U-förmig gebogen, um beide Magnetpole

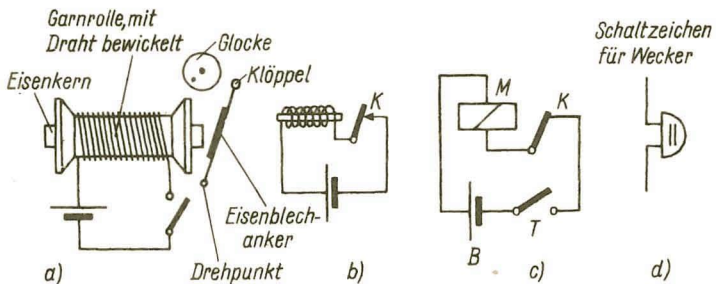


Bild 30

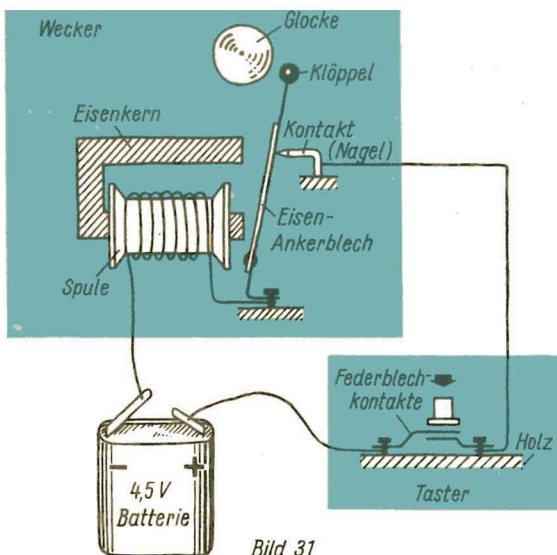


Bild 31

wirksam werden zu lassen und die Anziehungskraft auf den Anker zu verstärken. Wir können das auch erreichen, wenn wir ihn aus einem Bündel Blumendrähte oder Eisenblechstreifen fertigen. Für Anker und Klöppel verwenden wir im einfachsten Fall einen elastischen Federblechstreifen aus Stahl, zum Beispiel ein gestrecktes Stück von einer alten Uhrfeder. Als Kontakt genügt eine Nagelspitze; die Glocke kann von einer alten Fahrradklingel stammen. Auch der Taster läßt sich aus zwei Federblechstreifen leicht selbst bauen, wie das Bild zeigt.

Wenn eine selbstgebaute oder gekaufte Klingelanlage nicht funktioniert, obwohl die Batterie in Ordnung ist (das prüfen wir mit einem Lämpchen), dann untersuchen wir außer der Leitung vor allem die Kontaktstelle der Federbleche im Taster; vielleicht ist sie verschmutzt. Sehr oft liegt es auch am Unterbrecherkontakt, der unsauber ist oder seinen Abstand geändert hat und deshalb keinen



Kontakt mehr gibt. Bei sehr einfachen Weckern (Puppenstubenmodellen) lockert sich manchmal die Verbindung zwischen Spulenende und Ankerbefestigung. In einer Klingelanlage können wir von vornherein unterscheiden, ob der Fehler im Wecker selbst oder in der Leitung beziehungsweise im Taster zu suchen ist, indem wir die Batterie probeweise direkt an die Anschlußklemmen des Weckers halten. Diese Hinweise können uns bei einer Fehlersuche helfen.

Zwischen Taster und Wecker befindet sich bei vollständigen Klingelanlagen eine Leitung. Bild 32, oben, verdeutlicht das. Meistens sind Batterie B und Wecker W einfachheitshalber am selben Platz untergebracht; die Leitung führt zum Taster, beispielsweise an der Tür.

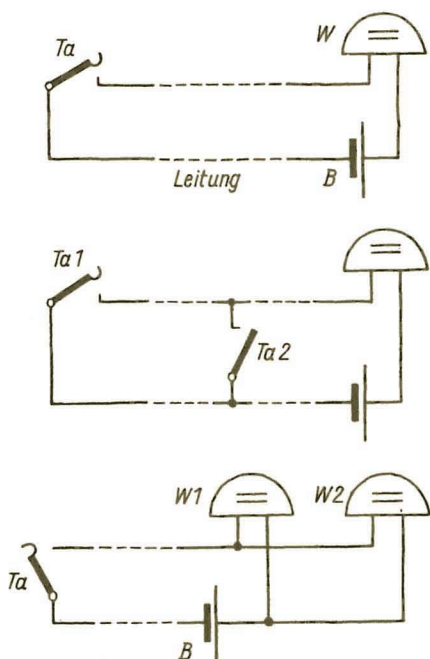


Bild 32

Wenn mehrere Eingänge vorhanden sind, etwa Gartentor und Haustür, kann man auch zwei Taster parallelschalten. Die Leitung führt dann zum nächstgelegenen Taster (Ta 2 im Bild 32, Mitte) und von da zum anderen Taster (Ta 1). Einer der beiden Taster kann dann auch ein Türkontakt sein, der beim Öffnen einer Tür die Klingel selbsttätig ertönen läßt. Dies findet man oft bei Ladentüren. Schließlich kann man zwei Wecker verwenden, wenn das Klingelzeichen in mehreren Räumen gehört werden soll. Die Wecker werden dann ebenfalls parallel angeschlossen (Bild 32, unten). Diese Schaltungsart entsteht aus den Schaltungen von Bild 32, oben oder Mitte, wenn wir die Leitung zum zweiten Wecker (W 2) mit unter die Anschlußschrauben des ersten Weckers klemmen. Jetzt ist allerdings zu bedenken, daß die Batterie nun den doppelten Strom aufbringen muß, sie wird also eine entsprechend kürzere Betriebszeit haben. Ratsam sind dann drei bis vier Monozellen in Serienschaltung (ähnlich Bild 6). Außerdem sollten wir für die Leitung zum Taster möglichst starken Draht verwenden, wenn diese sehr lang ist, sonst wird der Strom zu sehr geschwächt. Für Modellaufbauten mit nur wenigen Metern Leitung ist das allerdings noch nicht erforderlich.

Wie wir einen Türkontakt für eine Klingelanlage selbst

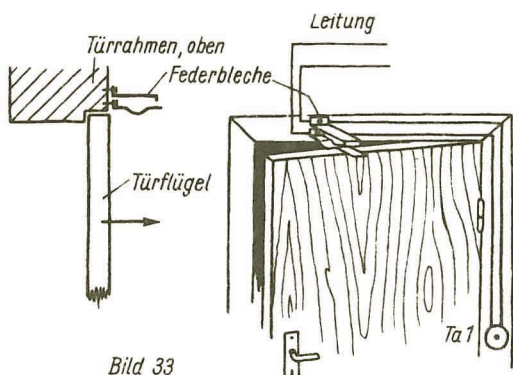


Bild 33

bauen können, zeigt Bild 33. Wir bringen am Türrahmen zwei Federblechstreifen so an, daß der öffnende Türflügel die untere Feder gegen die obere drückt. Die beiden Federn sind die Anschlußpole unseres Tasters Ta im Schaltbild; wenn sie sich berühren, ertönt die Klingel. Damit der Türflügel gut gleitet, wölben wir die untere Feder leicht nach unten, und das Ende der oberen biegen wir zwecks guter Kontaktgabe nach unten, so daß es mit seiner scharfen Kante auf die untere Feder trifft. Diese Ausführung eines Türkontaktes hat einen Vorteil: Die Klingel ertönt immer nur für kurze Zeit, beim Öffnen und Schließen der Tür, und nicht dauernd, solange die Tür offensteht.

Wir können einen solchen Türkontakt zusätzlich zum Klingelknopf anschließen, wie im Bild 33, rechts, angedeutet ist. Dies entspricht der Schaltung im Bild 32, Mitte. Dort wäre Ta 2 der Türkontakt.

### *Wenn die Schwester zu klein ist . . .*

Ein zweiter Taster für eine vorhandene Klingelanlage kann oft gute Dienste leisten. Wenn sich zum Beispiel die Wohnungstürklingel dicht am Treppenabsatz befindet und wir jüngere Geschwister haben, kann es gefährlich werden, wenn sie sich nahe der Treppe nach dem Knopf strecken müssen. Wir bringen dann an der anderen Seite der Tür einen zweiten Klingeltaster in der für das Kind günstigsten Höhe an (Bild 34). Die Leitung für den zweiten Taster führen wir um den Türrahmen herum zu dem schon vorhandenen Taster und in dessen Gehäuse mit hinein. Sie wird dort mit unter die Anschlußklemmen zu der dort ankommenden Leitung geklemmt. Das entspricht wiederum der Schaltung im Bild 32, Mitte. Mit dieser Ergänzung können wir keinen Schaden anrichten; schlimmstenfalls ertönt die Klingel dauernd, wenn wir bei der Leitungsmontage etwas falsch machen und einen

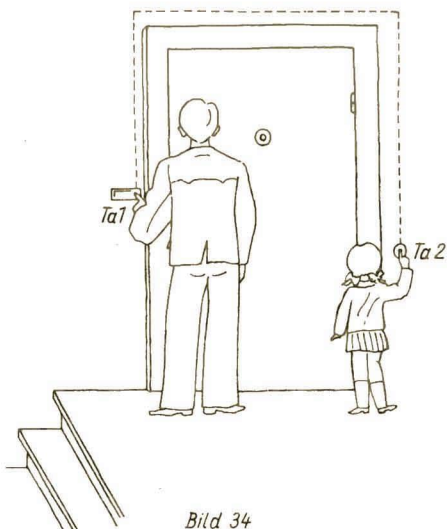


Bild 34

Kurzschluß haben. Die Leitung verlegen wir sauber mit kleinen U-Krampen oder kleinen Nagelstiften (Vorsicht – nicht die Isolation der Leitung beschädigen!).

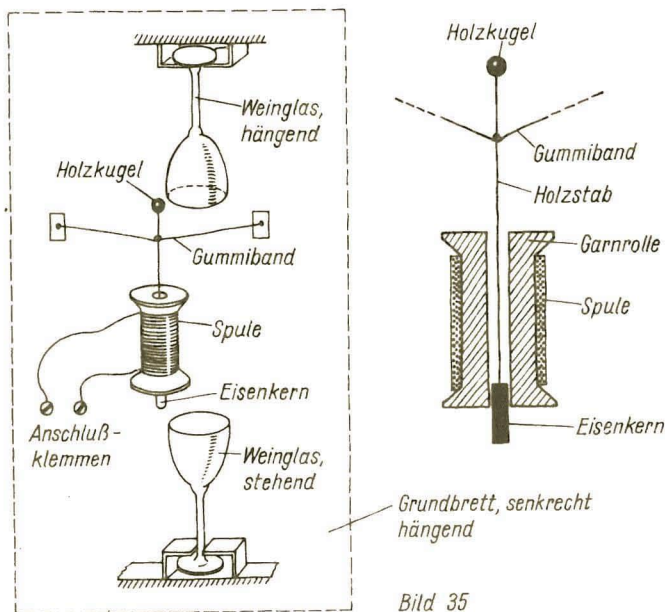
### *Türgong aus Weingläsern*

Seit einigen Jahren sind statt der schrillen Türklingeln Türgongs beliebt, deren melodisches „Bimbam“ angenehmer klingt. Wir bauen einen solchen Türgong selbst. Bild 35 zeigt, wie es gemacht wird. Als „Glocken“ verwenden wir zwei Weingläser. Auf dem Grundbrett, das später senkrecht stehen oder hängen muß, befestigen wir eine Spule, die wir selbst bewickelt haben, wie das für den Bau von Klingeln bereits beschrieben wurde. Die Spule erhält aber keinen fest eingesetzten Eisenkern. Die Drahtenden der Spule führen wir zu zwei Holzschrauben am Rand des Grundbretts, die als Anschlußschrauben für die Leitung dienen. Der Türgong wird später genauso



angeschlossen wie ein Wecker (Bild 32). Ob für den Gong eine 4,5-V-Flachbatterie ausreicht oder ob wir mit einer Batterie aus drei bis vier Monozellen (Bild 6) besseren Erfolg haben, hängt davon ab, wieviel Windungen wir auf der Spule unterbringen und welche Stärke der Draht aufweist.

In der Spule gleitet lose ein Eisenkern, der ungefähr halb so lang wie die Spule sein soll. Wir können dafür einen Schraubenbolzen verwenden oder ein Stück von einem dicken Zimmermannsnagel. An seinem einen Ende befestigen wir mit etwas Kitt oder Alleskleber einen Holzstab und an dessen Ende eine kleine Holzkugel oder ein Klötzchen; im Bild 35, rechts, ist das dargestellt. Der Holzstab hängt an zwei Gummifäden, und zwar so, daß der Eisenkern zu etwa  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{4}$  seiner Länge aus der Spule unten heraushängt. Die richtige Lage erreichen wir am einfachsten, indem wir



die Spule in der Höhe verschiebbar machen und erst zuletzt endgültig befestigen, mit einigen kleinen Nagelstiften oder durch Aufleimen auf das Grundbrett. Wenn das Grundbrett genau senkrecht steht, soll der Eisenkern, von Holzstab und Gummiband gehalten, frei und leicht beweglich in der Spule hängen, ohne zu verklebmen. Als Befestigungspunkte für die Gummibänder – im Bild 35 nur schematisch angedeutet – dienen lange Nägel oder Schrauben, an die wir die Gummis in der richtigen Entfernung vom Grundbrett so anknoten, daß der Eisenkern senkrecht und frei hängt. Die Gummifäden dürfen straff gespannt sein; das Gewicht des Eisenkerns soll sie höchstens 10 mm aus der Waagerechten nach unten durchziehen. Wir bringen nun noch mit kleinen Holzsockeln zwei Weingläser an, das untere stehend, das obere hängend; ein gabelartig geschnittes Holzstück umfaßt den Stiel über dem Fuß. Als Gläser eignen sich alle Größen, die beim leichten Anschlagen einen angenehmen Ton geben. Falls wir mehrere Gläser zur Auswahl haben, suchen wir zwei aus, deren unterschiedliche Töne miteinander harmonieren.

Wenn die Gläser große Durchmesser haben, müssen wir eventuell die Spule im nötigen Abstand vom Grundbrett auf einem Holzklötzchen befestigen und auch die Aufhängepunkte für die Gummibänder entsprechend länger machen. Alle Maße richten sich also nach der Garnrolle und den Gläsern. Den Holzstab machen wir nur so lang, daß oberhalb der Garnrolle gerade noch genügend Platz für die Befestigung der Gummibänder und der Holzkugel bleibt. Die Gläser werden im Abstand von der Spule – und je nach Länge des Holzstabes – so angebracht, daß beim frei hängenden Eisenkern unten zwischen Kern und Glasrand nur wenige Millimeter Zwischenraum ist; oben zwischen Holzkugel und oberem Glasrand ebenso.

Unsere Konstruktion funktioniert ganz einfach: Wenn wir den Klingelknopf drücken, bekommt die Spule Strom, sie wird magnetisch und zieht den Eisenkern in sich hinein.

Dabei schlägt der Holzklöppel an den Rand des oberen Glases. Das gibt den ersten „Gongschlag“. Beim Loslassen des Klingelknopfes wird der Strom abgeschaltet, und der Eisenanker fällt durch sein Gewicht wieder herunter. Dabei bewirken die Gummibänder ein Durchfedern nach unten, so daß der Eisenkern an das untere Glas anschlägt und den zweiten Ton erzeugt.

Das gute Funktionieren hängt vor allem davon ab, ob wir eine Spule mit genügend vielen Windungen (mindestens 100 bis 200 Windungen!) verwenden und die Abstände zwischen dem Anker (Holzkugel bzw. Eisenkern) und den Weinglasrändern richtig ausprobieren, ebenso die Spannung der Gummifäden. Falls die Spule so kräftig wirkt, daß der Klöppel am oberen Glas anliegt und das Nachklingen des Glases verhindert, setzen wir dieses etwas höher (einige Pappringe zwischen Glasfuß und oberem Holzhalter unterlegen), so daß der Klöppel beim Einschalten nur kurz bis zum Glasrand durchfedert. Die gesamte Vorrichtung muß genau senkrecht hängen, damit der Kern in der Spule nicht schleift und dadurch gebremst wird. Wenn wir den Türgong als Klingelanlage ständig benutzen wollen, können wir ihm ein passendes Gehäuse aus gelochter Pappe fertigen.

### *Wecken mit Musik*

Wer frühmorgens oft seine Weckeruhr überhört, der kann sich durch den Dauerton einer elektrischen Klingel oder sogar durch Radiomusik munter machen lassen. Wir verwenden dazu einen üblichen kleinen Wecker, den wir mit einem zusätzlichen Schaltkontakt versehen. Zur eingestellten Zeit schaltet die Uhr eine Klingel oder ein Radio ein.

Um die Uhr nicht zu beschädigen, verzichten wir darauf, sie zu öffnen. Wir nutzen den Umstand, daß sich bei ablaufendem Wecker dessen Aufzugsschlüssel rückwärts

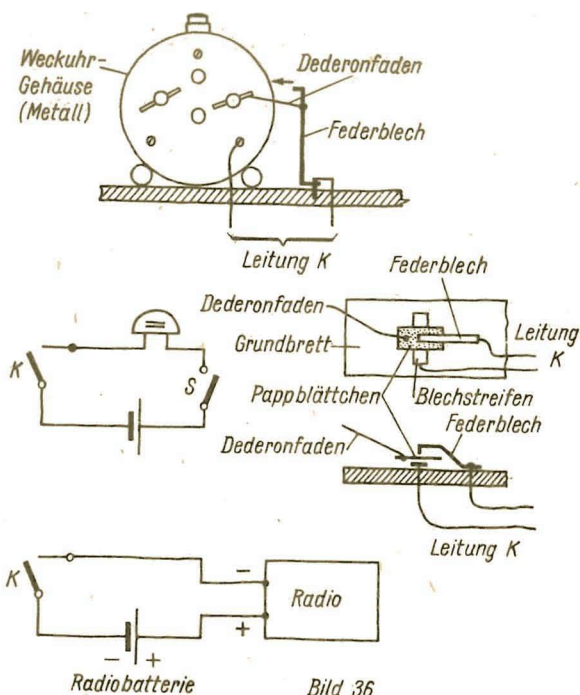


Bild 36

dreht. An dem Schlüssel wird ein Dederonfaden befestigt (dünne Angelschnur) und mit zwei oder drei Windungen um den Schlüsselhals gelegt. Wenn das Uhrwerk abläuft, wickelt sich der Faden auf den Schlüssel auf – vorausgesetzt, wir haben ihn richtig herum aufgelegt –, und durch den Fadenzug wird ein elektrischer Kontakt geschlossen. Bild 36 zeigt Konstruktionsmöglichkeiten dafür (Leitung K entspricht dem Klingeltaster in einer Klingelschaltung).

Den Wecker stellen wir auf ein kleines Grundbrett. Je nachdem, was er für Füße hat, verhindern kleine Randleisten oder Vertiefungen im Brett das seitliche Rutschen der Uhr. Wenn der Wecker ein blankes Metallgehäuse hat, läßt sich der Kontakt besonders einfach



herstellen: Wir klemmen einen Draht unserer Kontaktleitung K an einer Verschlussschraube fest oder wickeln ihn stramm um den Metallfuß. Auf das Grundbrett schrauben wir einen Federblechstreifen (Messingblech oder altes Uhrfederstück) so auf, daß seine zur Uhr hin abgewinkelte Kante einige Millimeter Abstand vom metallenen Rand der Uhr hat. Der sich auf den Uherschlüssel aufwickelnde Faden zieht die Feder an den Uhrrand. Sobald sie diesen berührt, ist der Stromkreis geschlossen. Der Dederonfaden verhindert – wenn er nicht zu dünn ist und reißt – ein nutzloses weiteres Ablaufen des Weckerwerkes.

Wenn sich das Uhrgehäuse nicht als Gegenkontakt eignet, bringen wir neben der Uhr auf dem Grundbrett eine Kontaktvorrichtung aus zwei Federblechstreifen an (Bild 36, Mitte/rechts). Wir befestigen ein Federblech am Grundbrett. Ein zweites biegen wir leicht hakenförmig und schrauben es ebenfalls auf das Brett; es muß mit leichtem Druck gegen das untere Blech pressen, wo es den Kontakt schließt. Wir schieben nun zwischen beide Blechstreifen ein kleines Blättchen aus glattem Karton, das die Kontakte zunächst voneinander isoliert. Wird es herausgezogen, dann berühren sich die Federn, und der Kontakt ist geschlossen. Das Herausziehen besorgt der sich drehende Aufzugsschlüssel der Weckeruhr; er rollt einen Faden auf, der mit dem Blättchen verbunden ist und es herauszieht. Auf diese einfache Weise lassen sich fast alle Weckuhren benutzen, ohne daß an der Uhr – bis auf den Faden am Schlüssel – etwas zu verändern ist.

Bild 36, Mitte/links, zeigt die Schaltung, nach der wir den Kontakt K, der von der ablaufenden Uhr geschlossen wird, mit einer Batterie und einer Klingel zu einem Weckerstromkreis vervollständigen können. Weil diese Einrichtung nach dem Schließen von K „Daueralarm“ gibt und das Rückstellen des Kontaktes (Abwickeln des Fadens vom Uherschlüssel und Wiedereinschieben des Pappblättchens zwischen die Kontaktfedern) frühmorgens, wenn wir noch nicht recht wach sind, seine Tücken hat, sehen

wir im Stromkreis noch einen kleinen Schalter S vor, mit dem wir die elektrische Anlage abschalten können. Natürlich dürfen wir dann abends nicht vergessen, Schalter S einzuschalten!

Mit Musik können wir uns durch die gleiche Kontaktanordnung wecken lassen – vorausgesetzt, wir haben einen kleinen Transistorempfänger zur Verfügung. Wir entfernen aus dem Radio die Batterie und führen die Batterieanschlüsse des Radios mit etwas Litze heraus. Bei manchen Radios sind die Batteriehalter allerdings so konstruiert, daß wir an deren Anschlüsse schlecht herankommen; das ist der Fall bei Geräten, in die größere Batterien einfach einzuschieben sind. Wir behelfen uns dann so, daß wir aus Holz oder Kork ein „Blindstück“ in Größe und Form der Originalbatterie anfertigen und mit Anschlußstücken entsprechend der Originalbatterie versehen.

Diese Anschlußstücke nehmen wir von einer alten, verbrauchten Batterie. Wir durchbohren die Attrappe und führen die Leitung von den Anschlüssen her durch das Blindstück hindurch zur Gehäuseöffnung des Radios (den Batteriedeckel lassen wir fort oder bringen an seinem Rand eine kleine Ausparung für die Leitung an). Auf diese Weise gelingt es uns, die Batterie außerhalb des Radios anzuschließen. Wir schalten nun in eine der Batteriezuleitungen unseren Uhrkontakt K ein, wie das im Bild 36, unten, angedeutet ist. Das Radio wird abends eingestellt und bleibt es auch über Nacht (zum Einstellen schließen wir Kontakt K von Hand). Es ertönt, sobald K durch die ablaufende Uhr geschlossen wird. Die Sache ist also recht einfach, aber auf eines müssen wir dabei sehr genau achtgeben: auf die Batteriepolung; sie ist für das Radio wichtig! Wir sehen uns deshalb vorher an, welcher Anschluß im Radio zum Pluspol und welcher zum Minuspol der Batterie gehört. Die herausgeführten Leitungen kennzeichnen wir entsprechend, am besten, wir verwenden verschiedenfarbige Litze. Bei falsch gepolter

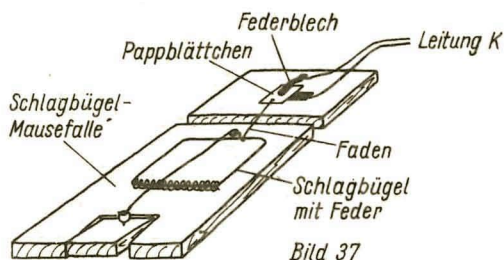
Batterie spielt das Radio nicht, einige Gerätetypen können sogar beschädigt werden!

Selbstverständlich eignen sich nur batteriebetriebene Transistorempfänger. Für netzbetriebene Radios oder andere netzbetriebene Geräte und Stromkreise dürfen wir selbstgebaute Kontakte keinesfalls verwenden!

### *Mausefalle mit Signal*

Der Kontakt, den wir für die Uhr (Bild 36) schon beschrieben haben, eignet sich auch für allerlei andere Zwecke, zum Beispiel für den im Kapitel 10 beschriebenen „elektronischen Stolperdraht“. Eine weitere Anwendung ist die Kopplung mit einer Mausefalle. Dafür eignet sich gut eine handelsübliche kleine Schlagbügelfalle. Vorsicht – der Schlagbügel hat bei manchen Modellen eine erhebliche Kraft; das kann durchaus zu leichten Verletzungen führen. Daher wollen wir diese Falle niemals so aufstellen, daß sie versehentlich von Menschen, besonders von neugierigen kleinen Kindern, berührt werden kann!

Wir „verlängern“ das Grundbrett dieser Mausefalle, indem wir ein zweites kleines hölzernes Grundbrett dahinterstellen, eventuell auch anleimen. Auf diesem Grundbrett befindet sich unser Federblechkontakt mit zwischengeschobenem Pappblättchen, wie er schon im Bild 36 dargestellt wurde. Das Pappblättchen ist über einen Faden mit dem Schlagbügel verbunden; die zuschnappen-





de Falle zieht die Pappe zwischen den Kontaktfedern heraus (Bild 37). Der Kontakt kann über seine Leitung K in der schon bekannten Weise an einen Klingelstromkreis angeschlossen werden. Die Klingel meldet uns dann in der Wohnung, sobald im Keller oder Garten eine Maus in die Falle geraten ist.

Die Einrichtung läßt sich auch für Geländespiele verwenden. Die Falle wird dann beispielsweise in Nähe eines zu bewachenden Zeltens oder Lagerplatzes unter einem Strauch oder besser, unter einigen deckenden Steinen so aufgestellt, daß niemand darauf treten kann – das wäre zu gefährlich. Auf das Auslösestück, das ja schon auf leise Berührung reagiert, legen wir nun keinen Speck, sondern das Ende eines harmlosen dünnen Astes, der quer über dem Weg liegt. Tritt jemand auf diesen Ast, so löst er die Falle und damit den Kontakt unserer Alarmklingel aus.

Natürlich kann man mit diesem Kontakt auch andere Vorrichtungen auslösen, etwa Lampen zur lautlosen Signalgabe oder ein Transistorradio (vergleiche Bild 36).

Ernsthaft bedenken müssen wir immer, daß sich in der Schlagbügelfalle auch Haustiere, zum Beispiel Katzen, oder gar geschützte Tiere fangen und ernsthaft verletzen können. Wenn wir also solche technischen Vorrichtungen in freier Natur anwenden, sollten wir niemals nur Techniker, sondern stets auch Naturschützer sein und an mögliche unbeabsichtigte Folgen denken. Gegebenenfalls läßt sich die Schlagbügelfalle durch das Auswechseln der straffen Feder gegen eine schwächere, die gerade ausreicht, das Pappblatt aus dem Kontakt herauszuziehen, „entschärfen“. Dann kann sie kaum noch Schaden anrichten.



## 5. Wir bauen Telefonverbindungen

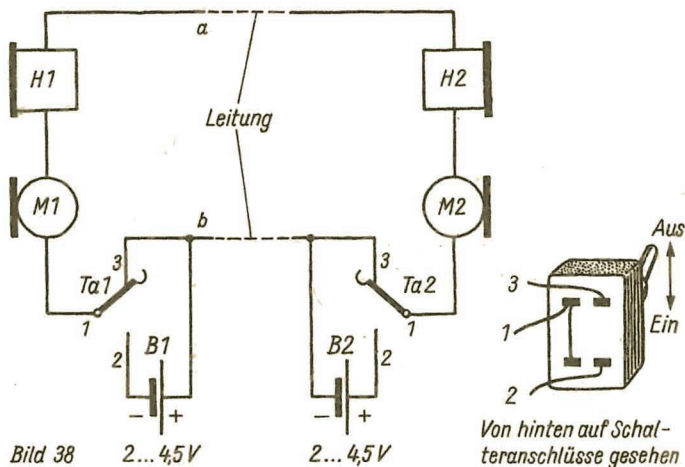
Um eine wirklich brauchbare Hausteiltelefonverbindung zu bauen, brauchen wir einige Bauteile, die wir nicht selbst anfertigen können. Es sind dies vor allem die Handapparate (so werden die Telefonhörer vom Fachmann genannt), die die Hörkapsel und die Mikrofonkapsel enthalten. Recht preiswert sind Spielzeugtelefone und veraltete Ausführungen aus Postbeständen, die aber für unsere Zwecke noch gut verwendbar sind (Mikrofonkapsel und Hörkapsel müssen natürlich intakt sein). Falls wir die Hörkapseln und Mikrofonkapseln einzeln kaufen, können wir uns mit etwas handwerklichem Geschick den dazu passenden Handhalter selbst anfertigen. Im einfachsten Fall benutzen wir Hörkapsel und Mikrofon getrennt, halten die Hörkapsel ohne Gehäuse an das Ohr und bringen das Mikrofon hinter einer Öffnung im Telefonkasten an, den wir aus einer Papp- oder Plastdose selbst bauen.

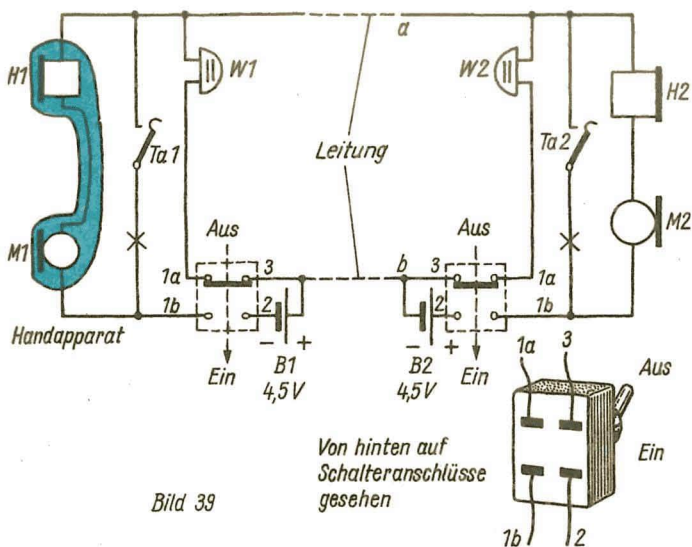
Bevor wir uns der elektrotechnischen Seite zuwenden, noch ein Wort zur Telefonleitung: Wir verlegen normalen zweiadrigen Klingeldraht. Die in diesem Kapitel gezeigten Schaltungen ermöglichen Leitungslängen von mindestens 100 m; das ist mehr, als wir im allgemeinen installieren werden. Solche Leitungen – und das gilt außer für Telefone auch für alle anderen Leitungen – dürfen wir nicht über öffentliche Wege, Plätze oder Straßen verlegen, das ist streng verboten! Im freien Gelände, abseits von öffentlichen Wegen, zum Beispiel in Zeltlagern oder auch im eigenen umzäunten Grundstück, können wir unsere Leitungen verlegen – jedoch nicht in unmittelbarer Nähe anderer Leitungen! Wir wollen darauf achten, daß keine Unfallgefahren entstehen.

Bild 38 zeigt die Schaltung für eine recht einfache, aber leistungsfähige Sprechverbindung. In jeder Sprechstelle ist ein Handapparat mit Hörer H und Mikrofon M vorhanden sowie eine Umschalttaste Ta und eine Batterie B. Beim Installieren müssen wir die für beide Sprechstellen

unterschiedliche Batteriepolung beachten! B 1 ist mit dem Pluspol zur Leitungsader b hin anzuschließen, B 2 dagegen mit dem Minuspol. Falls eine Batterie falsch gepolt ist, kommt keine Sprechverbindung zustande. Ist die Anlage außer Betrieb, befinden sich beide Umschalttasten; Ta 1 und Ta 2, in der Ruhelage (Kontakte 1...3 geschlossen). Wer sprechen möchte, betätigt seinen Schalter. Für diese Umschalter können wir entweder eine morsetastenähnliche Ausführung selbst bauen (Bild 24) und dabei mit etwas Geschick an Stelle des Griffknopfes einen Haken oder eine Aufleggabel für den Handapparat vorsehen, oder wir verwenden für die Umschalter die kleinen handelsüblichen Einbau-Kippumschalter. Wie ein solcher Schalter anzuschließen ist, wurde im Bild 38, rechts, mit angegeben. Schalter und Batterie bringen wir in einem kleinen Pappkästchen oder in einer Plastdose unter.

Die dargestellte Schaltung hat den Nachteil, daß sie keinen besonderen Ruf für die Gegenstelle ermöglicht. Wer sprechen will, schaltet ein oder drückt mehrmals die Taste Ta. Dies wird im Hörer der Gegenstelle als Knacken hörbar, das freilich nicht sehr laut ist und in einiger





Entfernung vom Telefon leicht überhört werden kann. Wenn also die Gegenstelle nicht ständig besetzt ist, macht sich eine etwas komfortablere Schaltung mit „Weckerruf“ notwendig. Bild 39 zeigt eine solche Schaltung. Zu den schon in der vorigen Schaltung benutzten Teilen sind nun eine Ruftaste Ta (einfacher Klingeldruckknopf beliebiger Art) und ein Wecker (Puppenstubenklingel oder -summer) hinzugekommen. Als Einschalter wird hier am besten ein Kippumschalter benutzt, dessen Anschlußweise im Bild 39 mit angegeben wurde.

Wer sprechen möchte, schaltet ein und drückt danach die Ruftaste Ta. Dabei ertönt in der Gegenstelle der Wecker. Um sprechen zu können, betätigt die Gegenstelle ebenfalls ihren Einschalter. Während des Sprechens muß Taste Ta natürlich wieder losgelassen werden.

Diese Schaltung reicht bereits für alle Anwendungen im Haus aus. Sie ist besonders praktisch für die Verbindung zwischen Wohn- und Arbeitsräumen oder zwischen abgelegenen Räumen innerhalb eines Hauses. Eine solche



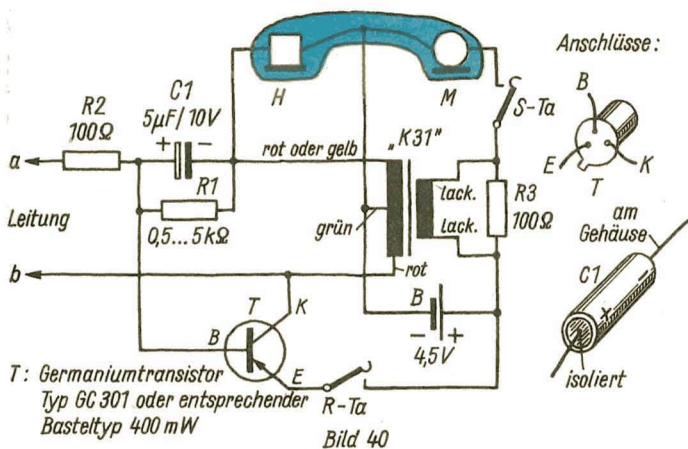
Telefonverbindung könnte vielleicht sogar ein wertvolles Geschenk für die Eltern sein!

Unsere Telefonschaltung ermöglicht eine gute Verständigung über größere Entfernungen; für den Klingelruf gilt wegen des recht starken Stromverbrauches allerdings das, was wir bereits bei den Bastelanleitungen zu unseren Klingelanlagen über Leitungen gesagt haben: Für sehr lange Leitungen nehmen wir nicht zu dünnen Draht, sonst wird der Strom für die Klingeln zu sehr geschwächt. Falls wir bei einer langen dünnen Leitung einmal Probleme haben (wenn zwar die Sprechverständigung gut ist, die Klingeln aber beide nur schwach oder gar nicht ertönen), dann können wir notfalls mit einer zweiten Batterie in jeder Sprechstelle den Mangel der zu langen Leitung ausgleichen. Diese zweite Batterie unterstützt nur die Klingeln. Wir schalten sie deshalb nicht mit der ersten in Reihe, sondern besser zwischen die Leitung von Ta (unterer Anschluß) und die nach M und Schalterkontakt 1 b führende Leitung. Diese Leitung trennen wir bei X auf und schließen hier die zweite Batterie an, die ebenso wie die erste eine 4,5-V-Batterie ist.

Wir müssen aber dabei wieder die richtige Batteriepolung beachten! Die Sprechbatterien B 1 und B 2 sind auch in diesen beiden Sprechstellen unterschiedlich gepolt, und etwaige Hilfsbatterien bei X, die nur in seltenen Ausnahmefällen nötig sein werden, müssen so gepolt werden: links, bei Ta 1, mit Minuspol zu Ta 1 hin; in der rechten Sprechstelle, bei Ta 2, jedoch mit Pluspol zu Ta 2!

Wenn wir mit diesen Telefonschaltungen etwas Bastelerfahrung gesammelt haben, können wir uns schließlich auch an eine vollwertige Feldtelefonschaltung, eine für die Wohnung ebenso gute Einrichtung, wagen. Sie verzichtet auf die „stromfressenden“ Wecker und arbeitet mit einem elektronischen Ruftongenerator. Der Rufton wird von der Hörmuschel mit erheblicher Lautstärke abgestrahlt. Bild 40 zeigt die Schaltung. Sie ist der Übersichtlichkeit halber nur für eine Sprechstelle dargestellt. Alle Sprech-





stellen sind genau gleichartig aufgebaut und werden über die Leitung a, b miteinander verbunden. Dabei muß man darauf achten, daß alle Anschlüsse a und alle Anschlüsse b zusammenlaufen und nicht vertauscht werden (das gilt übrigens auch für die Schaltungen der Bilder 38 und 39!).

Die Schaltung nach Bild 40 ist für viele hundert Meter Leitungslänge brauchbar; dafür ist nahezu jedes Leitungsmaterial geeignet, wenn es nicht einen Kurzschluß oder eine Unterbrechung hat. (Wer gern experimentiert, kann über einige Meter Entfernung statt der Leitungsadern a und b zwei parallel ausgespannte nasse Baumwoll- oder Hanfseile [Wäscheleinen] verwenden! Dieser Versuch gelingt gut, wenn die Leinen mit Kochsalzlösung getränkt sind, er gelingt nicht mehr, wenn sie getrocknet sind.)

Außerdem kann man mit der Schaltung nach Bild 40 auch mehr als zwei (etwa fünf bis sechs) Sprechstellen parallel betreiben, die sämtlich bei a und b verbunden werden; dann hört jeder jeden.

Die Schaltung enthält die drei Widerstände R 1...R 3, einen Elektrolytkondensator (Elko) C 1, einen Tran-

sistor T und einen Kleinstübertrager (Ausgangsübertrager für Transistorradio) Typ K 31, an dessen Stelle auch ähnliche im Handel erhältliche Übertrager geeignet sind. Die ganze Sprechstelle läßt sich nötigenfalls extrem klein aufbauen; den meisten Platz nimmt die Batterie B weg. Es empfiehlt sich eine Montage auf gelochter Pappgrundplatte, wie das ähnlich schon für die Tongeneratorschaltung (Bilder 28 und 29) beschrieben wurde. Alle nötigen Einzelteilanschlüsse sind aus Bild 40 zu ersehen. R 2 und R 3 sind unkritisch im Wert, es genügen dafür bereits Widerstände der Größe 0,1 ... 0,25 W. Letzteres gilt auch für R 1, dessen Widerstandswert allerdings von den Exempleigenschaften des verwendeten Transistors abhängt (der Wert kann also in jeder Sprechstelle etwas anders sein). Man probiert den Wert innerhalb der im Bild 40 angegebenen Grenzen mit einigen verschiedenen Widerständen aus. R 1 bestimmt zusammen mit C 1 die Tonhöhe des Rufes. Wenn sie zu hoch oder zu tief liegt, kann man für C 1 einen etwas anderen Wert wählen, etwa 1 ... 10  $\mu$ F. Die günstigste Tonhöhe ist ungefähr so wie beim Freizeichen des öffentlichen Telefons.

Während C 1 nur Einfluß auf die Tonhöhe hat, kann R 1 bei unpassendem Wert das Entstehen des Ruftones völlig verhindern. Deshalb muß dieser Wert erprobt werden. Übrigens kann man durch verschieden große Werte für C 1 in den einzelnen Sprechstellen unterschiedlich hohe Töne erreichen und damit eine Kennzeichnung der rufenden Sprechstelle; Wert hat das freilich nur bei mehr als zwei Sprechstellen.

Die Bedienung ist einfach: Das Gerät hat lediglich zwei Drucktasten. Für die Ruftonerzeugung drückt man die Ruftaste R-Ta. Der dabei entstehende Rufton ist in allen Hörern – auch dem eigenen – hörbar. Zum Sprechen wird die Sprechaste S-Ta gedrückt. Ein besonderer Ausschalter ist nicht notwendig. Für R-Ta eignet sich ein normaler Klingeltaster am besten. Für die Sprechaste S-Ta sind mehrere Lösungen möglich: Man kan S-Ta als Gabel- oder

Hakenkontakt für den Hörer konstruieren, so daß der Kontakt bei S-Ta schließt, wenn der Hörer abgenommen wird. Man kann dafür auch einen beliebigen Einschalter (Kippschalter, Drehschalter) oder Drucktaster nehmen. Besonders praktisch sind die für Bastelzwecke im Handel manchmal angebotenen Feldtelefon-Handapparate aus Altbeständen. Sie haben außer Hörkapsel und Mikrofon eine im Handgriff eingebaute SprechtaSte, die man für S-Ta anschließt. Wer seinen Handapparat selbst baut, kann S-Ta, aus zwei Federblechen konstruiert, ebenfalls mit im Handgriff unterbringen. Für die Verbindung des Handapparats mit der übrigen Sprechstellenschaltung ist hier ein dreiadriges Kabel notwendig, wie es sich auch aus dem Schaltbild ergibt. Man kann es nötigenfalls selbst aus drei einzelnen isolierten Litzen flechten.

## 6. Wenn Batterien zu teuer werden . . .

### *Was wir über den Netzanschluß wissen müssen*

Wenn wir ein Gerät, das verhältnismäßig viel Strom verbraucht, längere Zeit betreiben wollen, sind sehr bald die Batterien verbraucht – und neue Batterien kosten Geld. Mit der Zeit kann das kostspielig werden. Dann ist der Zeitpunkt für ein Netzanschlußgerät gekommen.

Vom Material her wird ein solches Gerät freilich nicht ganz billig. Das Teuerste ist der Netztransformator, für den wir je nach Ausführung fast 20 Mark aufwenden müssen. Aber im Gegensatz zu Batterien stellt das eine einmalige Ausgabe dar, und es kann nie mehr passieren, daß ein Gerät zum unpassendsten Zeitpunkt wegen erschöpfter Batterie versagt. Trotzdem werden Netzanschlußgeräte nur für fortgeschrittene Bastler vorteilhafter sein; unsere ersten Versuche führen wir in jedem Fall mit Batterien durch.

*Noch etwas anderes ist wichtig und kann gar nicht ernst genug genommen werden: Netzanschluß – das heißt Starkstrom. Starkstrom (Netzspannung) bedeutet: Ein kleiner Fehler, eine kleine Nachlässigkeit können für uns oder gar für unbeteiligte Dritte lebensgefährlich werden! Deshalb merken wir uns als obersten Grundsatz: Für die in diesem Kapitel beschriebenen Geräte verwenden wir nur die angegebenen Arten von Netztransformatoren, also entweder den Klingeltransformator oder einen speziell für Modellzwecke zugelassenen gekapselten Modellbahntrafo – keine anderen Trafotypen! Und das auch nicht, wenn der Modellbahn- oder Klingeltrafo uns im Moment zu kostspielig erscheint und ein anderer Trafo mit ähnlichen technischen Daten gerade zur Hand ist. Wir verzichten auf alle Trafos mit Ausnahme der angegebenen, denn sie allein sind wirklich zuverlässig berührungssicher (Schutztrenntrafo-Ausführungen) und kurzschlußgesichert. Nur mit*



ihnen kann nichts passieren, wenn – und das ist unser zweiter Grundsatz – wir den Netzanschluß (Starkstromseite vom Netzstecker bis zum Netzeingang des Trafos) keinesfalls selbst installieren, sondern diese Arbeit von einem zugelassenen Fachmann oder zumindest von unserem Physiklehrer, der die Sicherheitsvorschriften ebenfalls kennt und genau befolgt, ausführen lassen. Natürlich ist es für uns technisch leicht, am Trafo die Netzzuleitung und den Netzstecker selbst zu installieren, es sieht ja alles so einfach aus. Aber der erfahrene Fachmann weiß, wie viele versteckte Tücken und verhängnisvolle Folgen bei einer scheinbar so einfachen Arbeit auftreten können. Deshalb: Die Netzseite unseres Trafos installieren wir nicht selbst, wir rühren sie auch späterhin nicht an. Und liegt eine Störung vor, ist auch das wieder Sache des Fachmannes! Daraus ergibt sich der dritte, eigentlich selbstverständliche Grundsatz: Wir verwenden nur gekapselte Trafos, deren Netzanschlußklemmen verdeckt sind (die in diesem Buch angegebenen Trafos erfüllen diese Voraussetzung), und wir achten darauf, daß das Gehäuse des Trafos stets völlig geschlossen und unbeschädigt ist. Auch ein versehentlich herabgefallener Trafo, dessen Gehäuse „nur leicht angeplatzt“ ist, gehört zur Überprüfung in die Hand des Fachmannes und wird bis dahin nicht mehr benutzt! Wenn wir diese Grundsätze stets sorgfältig beachten, dann – aber nur dann – ist der Umgang mit Netzanschlußgeräten für uns ungefährlich.

## *Der Netztransformator*

Wir verwenden für alle in diesem Kapitel beschriebenen Schaltungen einen sogenannten Klingeltransformator, und zwar eine moderne handelsübliche, vollständig gekapselte Ausführung für 1 A Belastbarkeit. Notfalls tut es auch der stromschwächere Typ für 0,5 A, der aber für unsere

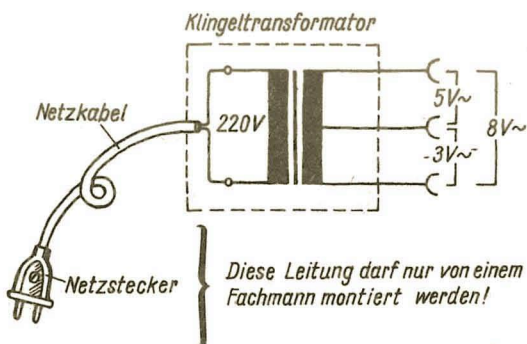


Bild 41

Zwecke recht wenig Reserven hat. Diese Transformatoren (der Techniker nennt Transformatoren kurz Trafos) gibt es entweder für die Ausgangsspannung 6 V oder – für uns vorteilhafter – für die Ausgangsspannungen 3 V, 5 V und 8 V. Bild 41 zeigt das Schaltsymbol für einen solchen Trafo. Das Netzkabel lassen wir in reichlich bemessener Länge von einem Fachmann anschließen, der die richtige Kabelart wählen und auch für die Zugentlastung am Trafogehäuse sorgen wird (trotzdem vermeiden wir unnötige Zugbelastung des Kabels am Trafo!). Für uns zugänglich sind nur die drei Ausgangsklemmen des Trafos (bei einem 6-V-Trafo sind es nur zwei), an denen wir nach Bedarf die gewünschte Spannung (zwischen der mittleren Klemme und einer äußeren Klemme 3 V bzw. 5 V, zwischen den beiden äußeren Klemmen die Summe beider, also 8 V) abnehmen. Es ist sehr praktisch, den Trafo auf ein kleines Grundbrett zu schrauben. Je nach Ausführung des Trafos ist das sogar als zusätzlicher Bodenberührungsschutz vorgeschrieben; der Fachmann weiß das genau. Am Rand des Grundbrettes bringen wir drei Steckbuchsen, passend für Bananenstecker, an und verbinden sie mit den Trafoklemmen. So können wir den Trafo stets leicht mit den nachfolgenden Geräten zusammenschalten.

Wir wollen uns hier nicht mit Betrachtungen über die technisch-physikalischen Unterschiede zwischen Gleich-

spannung, wie sie unsere Batterie liefert, und Wechselfspannung, wie sie der Trafo liefert, aufhalten. Es genügt für uns zu wissen, daß der Strom aus einer Batterie stets gleichmäßig in eine Richtung fließt; für die meisten technischen Geräte, mit denen wir uns beschäftigen, ist das auch erforderlich. Der Strom von einem Trafo wechselt seine Richtung jedoch ständig, und zwar 50mal in jeder Sekunde (das hat etwas zu tun mit der Angabe „50 Hz“ auf dem Trafo und am Stromzähler unseres Lichtnetzes). Daher ist die vom Trafo abnehmbare Spannung auch bei gleicher Angabe in Volt keineswegs das gleiche wie die Spannung von einer Batterie. Bauelemente, die auf die Stromrichtung reagieren (Motoren, Dioden, Transistoren), können wir also nicht ohne weiteres vom Trafo betreiben lassen. Das ist lediglich bei Bauteilen möglich, bei denen die Stromrichtung keine Rolle spielt (in unserem Fall vor allem Lämpchen und Klingeln). Diese können statt aus einer Batterie direkt aus dem Trafo gespeist werden (für solche Zwecke wählen wir statt einer 4,5-V-Batterie für Lämpchen den 3-V-Anschluß, für Klingeln den 5-V-Anschluß). Das klappt aber beispielsweise schon nicht mehr bei Telefonen; der ständige Richtungswechsel der Trafo-Wechselfspannung würde als lautes Brummen hörbar werden und jede Verständigung verhindern. (Davon können wir uns mit den Schaltungen nach den Bildern 38 und 39 – aber nicht nach Bild 40! – versuchsweise überzeugen; passieren kann nichts, wenn wir den Versuch nur kurz durchführen.)

Um mit dem Trafo eine Batterie zu ersetzen, macht sich also ein etwas größerer technischer Aufwand erforderlich, wenn das damit zu betreibende Gerät für Batterie-Gleichstrom bestimmt ist. Die Trafo-Wechselfspannung muß dann zunächst mittels Dioden („elektrische Ventile“, siehe dazu auch Bild 19) „gleichgerichtet“ und anschließend noch „geglättet“ beziehungsweise „gesiebt“ werden, wobei die auch nach der Gleichrichtung noch vorhandenen Stromschwankungen ausgeglichen werden.



## Der Gleichrichter

Für die Gleichrichtung benötigen wir vier Dioden (1-A-Typen) und einen Elektrolytkondensator (Elko) mit möglichst großem Kapazitätswert und für eine Spannung von mindestens 15 V. Bild 42 zeigt die Schaltung dafür, links das Schaltschema mit den notwendigen Kenndaten für die Bauelemente (C 1 ist der Elko), rechts eine räumliche Darstellung der Verbindungen. Wir können die vier Dioden und den Elko auf einer kleinen Platte aus Plast oder Hartpapier befestigen und diese in einer Plastdose unterbringen, in deren Wandung wir Steckbuchsen für die Abnahme der Gleichspannung (Pole + und -) oder Klemmschrauben (Schraubbolzen mit Gegenmutter) einsetzen. Die Dioden haben oft nur einen Anschlußdraht, der zweite Pol ist das Gehäuse. Je nach Bauform benötigen wir dann für jede Diode eine kurze Schraube oder Mutter der Größe M 3, um den zweiten Pol anzuschließen. Bezüglich der verschiedenen Diodenformen vergleichen wir mit Bild 19. Kühlflächen, für deren Montage die Schraubgewinde der Dioden eigentlich bestimmt sind, benötigen wir für unseren Gleichrichter nicht. Die besonderen Eigenschaften unseres Klingeltrafos sorgen dafür, daß es zu einer Überlastung der Dioden kaum kommen kann.

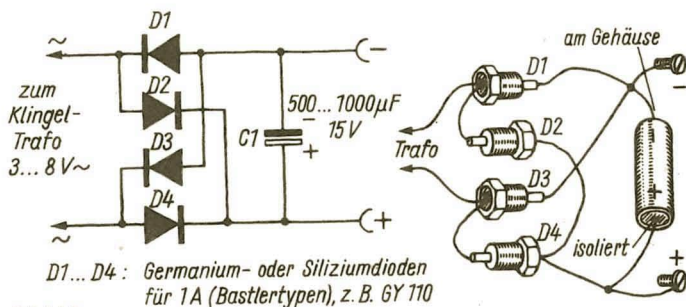


Bild 42



Den Wechselspannungsanschluß von den Dioden zum Klingeltrafo führen wir mit zwei Anschlußblitzen heraus, die wir an den Enden mit passenden Bananensteckern versehen, falls der Trafo entsprechende Steckbuchsen bekommen hat. Natürlich können wir auch den Gleichrichter zusammen mit dem Trafo in ein gemeinsames Gehäuse einbauen. An welche Wechselspannungsklemmen wir die vom Gleichrichter zum Trafo führende Leitung bei diesem anschließen, hängt davon ab, welche Gleichspannung wir benötigen. Für den „Ersatz“ einer 4,5-V-Batterie reicht meistens der 3-V-Anschluß des Trafos schon aus.

Vielleicht ist inzwischen die Frage aufgetreten, wo denn bei unserem Netztrafo Sicherung und Ausschalter sind. Wir verzichten auf beide; in diesem Fall sind sie wegen der speziellen Eigenschaften des Klingeltrafos überflüssig. Ein Klingeltrafo ist ausgangsseitig (Niedervoltseite) kurzschlußfest und benötigt auch netzseitig keine Sicherung – ein für uns sehr wichtiger Vorteil. Außerdem sind Klingeltrafos zum Dauerbetrieb zugelassen. Wir schalten unseren Trafo ab, indem wir den Netzstecker aus der Netzsteckdose ziehen (Verzicht auf den Netzschalter erübrigt für diesen ein besonderes Gehäuse und ermöglicht den Direktanschluß des Netzkabels an den Trafo!). Bleibt der Netztrafo einmal am Netz, so ist sein Stromverbrauch – falls wir am Ausgang nicht irgendwelche Bauteile oder Geräte angeschlossen haben – mit weit unter 1 Watt so gering, daß der Stromzähler darauf nicht einmal reagiert.

## 7. Was man mit Spielzeugmotoren noch machen kann

### *Drehzahl und Drehrichtung*

Wir wollen uns nicht über die verschiedenen Arten von Modellen unterhalten, die man mit Spielzeug-Elektromotoren antreiben kann, wie Modellkräne aus Metall- oder Holzbaukästen. Hierzu hat wohl jeder Bastler genügend eigene Ideen. Uns soll an dieser Stelle die „elektrische Seite“ der Anwendung von Motoren interessieren.

Für viele Modellantriebe ist es wünschenswert, die Drehrichtung des Motors umschalten oder seine Drehgeschwindigkeit regeln zu können. Bild 43 zeigt, wie wir beides erreichen.

Für das Umschalten der Drehrichtung verwenden wir einen doppelpoligen Kippumschalter (S 1). Wenn wir ihn betätigen, vertauschen wir damit die Batteriepole. Da die Drehrichtung des Motors von der Stromrichtung und damit von der Batteriepolung abhängt, ändert der Motor demzufolge seinen Drehsinn.

Die Geschwindigkeit regeln wir durch Verändern der Stromstärke. Dazu eignet sich ein Drehwiderstand. Solche Widerstände gibt es als Drahtpotentiometer im Handel zu kaufen; wir verwenden eine Ausführung für mindestens 1 W Belastbarkeit. Der günstigste Widerstandswert hängt sehr vom Motortyp und von der benutzten Batteriespannung ab. Mit einem handelsüblichen Wert von  $100\ \Omega$  kommen wir für die meisten Typen von Spielzeugmotoren zwischen 4 und 9 V aus.

Beide Bauteile werden befestigt, indem wir die zugehörigen Muttern von außen auf ihre Achsstümpfe geschraubt. Wir montieren sie in ein Plast- oder Pappgehäuse geeigneter Größe. Im Bild 43 ist oben die Schaltskizze dargestellt, unten die Anschlußweise für den Kippumschalter und für das Potentiometer. Diese Bauteile haben – ebenso

wie die meisten kleinen Modellmotoren – Lötanschlüsse. Falls wir nicht löten können, behelfen wir uns mit der Anschlußweise nach Bild 1.

Je nach Motortyp sind eventuell Batterien mit etwas höherer Spannung vorteilhafter; wir verwenden dann statt der üblichen Taschenlampenbatterie beispielsweise eine Kombination von drei bis sechs Monozellen nach Bild 6. Wenn wir einen Monozellen-Halter mit Abgriffen benutzen, können wir durch Wahl der günstigsten Anzapfung an der Batterie (Bild 6) die Drehzahl grob abstimmen und innerhalb des gewählten Bereichs mit dem Drehwiderstand P 1, den wir mit einem dazu passend gekauften Bedienungsknopf versehen haben, die Geschwindigkeit fein regeln. Diese Motorsteuerung bewährt sich gut für Lastenaufzüge, Kräne, Seilbahnen und ähnliche Modelle, bei denen wir in zwei Richtungen fein manövrieren wollen.

Weit verbreitet sind auch Spielzeugautos mit Elektroantrieb; meist ist die Batterie im Fahrzeug eingesetzt. Wenn wir die Batterie herausnehmen und das Auto eine

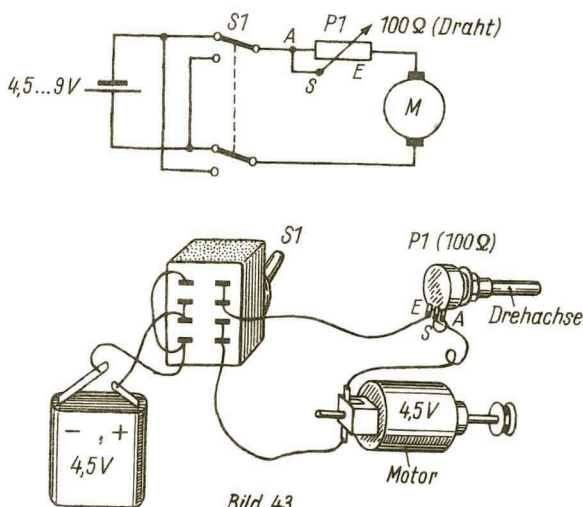


Bild 43

dünne und bewegliche zweiadrige Litze nachschleppen lassen (sie ist im Fahrzeug an Stelle der Batterie oder direkt am Motor anzuschließen), dann können wir das Fahrzeug über dieses „Schleppkabel“ fernsteuern. Hierfür bringen wir Batterie, P 1 und S 1 in einem kleinen, bequem in der Hand zu haltenden Kästchen unter. Von S 1 und P 1 führt ein ausreichend langes dünnes Kabel zum Spielzeugfahrzeug.

### *Ein elektrischer Spielwürfel*

Wir bauen uns mit einem beliebigen kleinen Modellmotor einen elektrisch angetriebenen „Würfelautomaten“, mit dem man garantiert nicht mogeln kann!

Bild 44 zeigt den Aufbau. Der in ein Papp- oder Plastgehäuse montierte Motor trägt auf seiner Achse eine stabile Pappscheibe, deren günstigster Durchmesser bei 5...6 cm liegt. Die Pappscheibe befestigen wir genau in ihrem Mittelpunkt, den wir sorgfältig bestimmt haben, damit sie nicht schleudert und sich bald von der Achse löst. Vorteilhaft ist es, wenn die Motorachse ein kleines Zahnrad oder, noch besser, ein Schraubgewinde hat, das die aufgesetzte Scheibe zuverlässig gegen Verdrehen schützt. Anderenfalls müssen wir die Pappscheibe mit reichlich Alleskleber oder Kunstharzkleber, die beide auch auf Metall gut haften, an der Motorachse befestigen. Wenn diese Verbindung sich allmählich lockert, funktioniert der Würfel nicht mehr!

Die Pappscheibe wird in sechs Sektoren aufgeteilt und mit den Ziffern 1 bis 6 versehen. Durch ein kleines Fenster in der Frontseite eines Gehäuses, hinter dem die Scheibe rotiert, ist immer nur eine Ziffer zu sehen.

Der Motor kann auf einem kleinen Holzsockel befestigt werden. Ihn und seine Batterie bringen wir gleichfalls im Gehäuse unter. Auf die Oberseite des Gehäuses montieren wir einen Druckschalter (Klingelknopf für Puppenstube),



mit dem wir den Motor für jeden Würfelvorgang kurz einschalten.

Wenn wir unseren Würfelautomaten etwas komfortabler ausstatten möchten, fertigen wir die Ziffernscheibe aus transparentem Material an oder sparen in der Scheibe Fenster aus, hinter die wir Transparentpapier mit den Ziffern 1 bis 6 kleben. In das Gehäuse montieren wir ein Lämpchen, das die Zifferfelder von hinten beleuchtet. Das Lämpchen betätigen wir mit einem zweiten Taster. Es wird ebenfalls an die Batterie angeschlossen. Die Schaltzeichnung für die Ausführung mit und ohne Beleuchtung ist im Bild 44 angegeben.

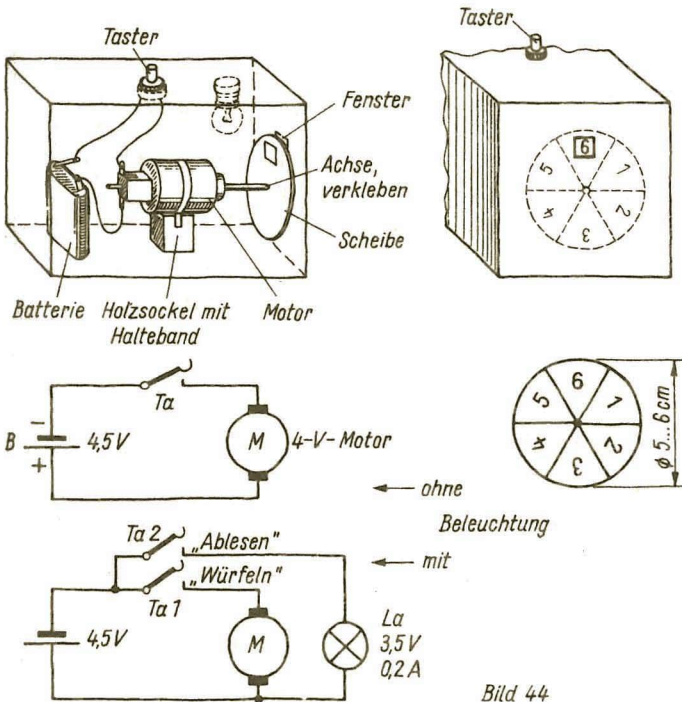


Bild 44

Damit wir beim Würfeln immer ein eindeutiges Ergebnis erhalten und die Scheibe nach dem Abschalten und „Austrudeln“ des Motors nicht zwischen zwei Ziffern stehenbleibt, wäre eigentlich eine kleine Raste notwendig, die dafür sorgt, daß die Scheibe immer genau auf einer Ziffer zum Stillstand kommt. Hier profitieren wir von einer konstruktiv bedingten Eigenart der Spielzeugmotoren, die uns diese Sorge abnimmt:

Alle handelsüblichen kleinen Motoren haben einen dreiteiligen Anker. Zusammen mit dem im Motor vorhandenen Permanentmagneten ergibt sich daraus eine magnetische Bremswirkung für den Anker, die in sechs Ankerstellungen am stärksten ist – gerade an so vielen Stellen, wie wir Ziffern haben. Wir merken das schon ganz deutlich, wenn wir die Motorachse von Hand drehen, es ist dabei so etwas wie eine weiche „Rastung“ spürbar. Der Motor kommt also, wenn er nach Ausschalten des Stromes frei ausläuft, immer in einer von sechs möglichen Stellungen zum Stillstand – in welcher, das hängt ganz vom Zufall ab und ist durch das Ein- und Ausschalten nicht zu beeinflussen. Wir müssen lediglich den Druckschalter immer so lange betätigen, bis der Motor genügend auf Touren gekommen ist.

Bei der Montage des Würfelautomaten wollen wir darauf achten, daß wir die Ziffern erst zuletzt aufschreiben oder die Scheibe beziehungsweise den ganzen Motor noch ein wenig drehen können, damit bei Ruhestellung des Motors sich die Ziffern mit dem Sichtfenster decken.

Für unsere Bastelei verwenden wir nur einen wirklich einwandfreien Motor; Form und Größe sind nicht so wichtig. Motoren, die schon beschädigt oder angerostet sind, deren Achsen manchmal klemmen oder nicht ganz leicht laufen, sind ungeeignet; mit ihnen würden wir häufig dieselbe Zahl bekommen. Nur bei einem einwandfrei laufenden Motor hängt das Ergebnis allein vom Zufall ab.

## 8. Geschicklichkeits- und Ratespiele

### Die elektrische Wasserwaage

Eine Wasserwaage, wie sie von Bau-Facharbeitern benutzt wird, kennt wohl jeder. Wir können ein ähnliches Gerät mit elektrischen Hilfsmitteln herstellen und es auch für Geschicklichkeitsspiele benutzen. Dazu verwenden wir ein flaches Glas- oder Plastgefäß (Bild 45), das wir mit einem großflächigen Korkstopfen verschließen. An dessen Unterseite schrauben wir eine Blechelektrode, die möglichst plan sein muß. Sie wird – wie das Bild zeigt – etwas abgewinkelt, damit die Köpfe der Befestigungsschrauben das Blech nicht überragen. Das Blech soll etwa 25 cm<sup>2</sup> Fläche haben und quadratisch, noch besser rund sein. Eine zweite, ungefähr gleich große Blechelektrode liegt am Boden des Gefäßes. Beide Bleche verbinden wir in der gezeigten Weise mit einem Lämpchen und einer Batterie. Sobald zwischen den Blechen eine Verbindung zu-

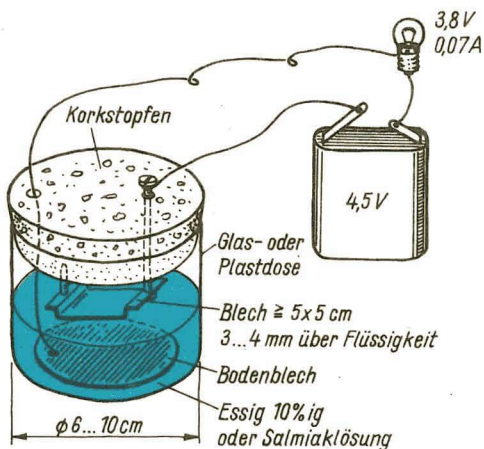


Bild 45

standekommt, leuchtet das Lämpchen auf. (Wenn die Fläche des Korkverschlusses groß genug ist, finden Lämpchen und Batterie oben auf dem Kork Platz. Das Ganze wird dann ein kompaktes Gerät ohne störende Leitungen!)

Die Verbindung kommt durch eine elektrisch leitende Flüssigkeit zustande. Wir füllen das Gefäß mit zehnpromzentigem Haushaltessig; noch günstiger ist eine starke Kochsalzlösung oder eine Salmiaksalzlösung, die es für spezielle Batterieformen als Füllsubstanz in Drogerien gibt. Falls wir diese Anordnung längere Zeit benutzen wollen, sollten wir für die Elektrodenbleche verzinnertes Konservenblech verwenden, es wird von der Flüssigkeit am wenigsten angegriffen.

Der Trick bei dieser Anordnung besteht darin, daß wir das Gefäß gerade so weit füllen, daß die Flüssigkeit – wenn das Gefäß genau waagrecht steht – bis etwa 3 mm, höchstens 4 mm unter das obere Blech reicht. Sobald wir das Gefäß leicht ankippen, erreicht der Flüssigkeitsspiegel das obere Blech – und die Lampe leuchtet auf. Dies ist das Zeichen dafür, daß das Gefäß nicht ganz gerade steht. Auch bei Bewegungen kommt Flüssigkeit an die obere Elektrode, und die Lampe blinkt auf.

Wir können dieses Gerät, wie schon gesagt, auch für Geschicklichkeitsspiele verwenden, zu denen wir uns selbst Spielregeln ausdenken. Es gehört schon eine sehr ruhige Hand dazu, das Gefäß von einem Ort zum anderen zu tragen, ohne daß die Lampe aufleuchtet!

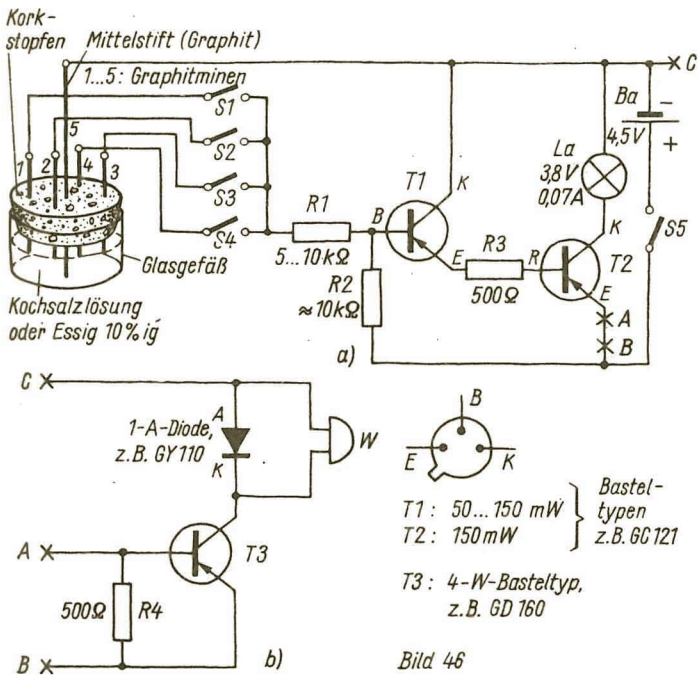
Damit wir die Flüssigkeit genau bis zur gewünschten Höhe einfüllen können, empfiehlt es sich, ein durchsichtiges Gefäß zu nehmen und im Korkstopfen eine Einfüllöffnung vorzusehen.

Diese einfache Einrichtung hat einige Nachteile: Wegen des recht großen elektrischen Widerstandes der Flüssigkeit ist sie nicht sehr empfindlich. Wir brauchen deshalb großflächige Elektroden. Für ernsthaftere Anwendungen muß der Anzeigeteil mit einem Transistorverstärker



ergänzt werden. Bild 46 zeigt eine Schaltung dafür. Als Elektroden verwenden wir jetzt Kohlestifte (aus Monozellen oder Gnom-Stabzellen) oder dicke Graphitminen (aus weichen Bleistiften). In der Mitte des Verschlußstopfens reicht eine Mine bis tief in die Flüssigkeit hinein (Mine Nr. 5 im Bild 46, sie entspricht der unteren Elektrode im Bild 45). Am Rand des Korkstopfens sind vier Minen auf den Umfang verteilt. Sie werden einzeln so weit durchgeschoben, daß sie etwa 1 mm über der Flüssigkeit enden.

Wenn wir nun alle vier Minen verbinden, wirkt das Gerät genauso wie zuvor beschrieben. Die Aufteilung auf einzelne Elektrodenminen hat jedoch den Vorteil, daß wir alle vier über einzelne Schalter (S 1 . . . S 4 im Bild 46a) an



den Transistorverstärker anschließen können. Wenn dann die Lampe La aufleuchtet und damit anzeigt, daß das Gefäß schief steht, kann man einen Schalter nach dem anderen ausschalten (normalerweise sind zunächst alle vier eingeschaltet). Der Schalter, bei dessen Betätigung dann die Lampe erlischt, zeigt durch seine Zuordnung zu einer Mine an, nach welcher Richtung hin das Gerät verkantet ist. Kommt der Kontakt über zwei Minen gleichzeitig zustande – auch das läßt sich durch die einzelne Abschaltung gut feststellen –, dann ist das Gerät in der Richtung geneigt, die zwischen beiden Minen liegt. Wir können also acht verschiedene Neigungsrichtungen feststellen.

Da der Transistorverstärker schon auf geringe Ströme reagiert und über die Elektroden jetzt nicht mehr der volle Lampenstrom fließen muß, dürfen die Leitungen (beliebiger, aber gut isolierter Klingeldraht) zu den Graphitminen auch ziemlich lang sein. Dadurch wird es möglich, von einem entfernten Ort aus, an dem sich die Anzeigevorrichtung mit den Schaltern, dem Transistorverstärker und dem Lämpchen sowie der Batterie befindet, etwaige Lageveränderungen des Gefäßes jederzeit festzustellen. Wenn es nicht erforderlich ist, dabei auch die Richtung der Lageveränderung zu ermitteln, verbindet man alle vier Randminen miteinander und kommt dann mit zwei Leitungsdrähten aus, wobei die Schalter S1...S4 entfallen.

Wollen wir diese Bastelei als Meldegerät einsetzen, ist eine akustische Signalgebung mitunter besser als eine optische. Für diese Variante erweitern wir die Schaltung um einen dritten Transistor, den wir für eine Klingel benötigen (Bild 46 b). Diese Schaltung wird zusätzlich bei den Punkten X A, X B, X C angeschlossen, wozu die Verbindung A–B unterhalb des Transistors T 2 aufzutrennen ist. Geeignete Transistorentypen (Bastlertransistoren) sind im Bild 46 mit angegeben.

Falls die Lampe La bei den ersten Versuchen nicht mit

voller Helligkeit aufleuchtet, können die Widerstände R 1 und eventuell R 2 im Wert etwas abgeändert werden. Für alle Widerstände genügen bereits kleine 0,1-W-Ausführungen.

## Das Nadelöhr

Um in eine Nähnadel einen Faden einzufädeln, bedarf es einer ruhigen Hand. Eine ähnlich ruhige Hand brauchen wir für die folgenden zwei Spiele. Mit unseren Freunden können wir in Wettbewerb treten, wer dabei die wenigsten Fehler macht.

Im Bastlerbedarfshandel gibt es als Rohmaterial für die Herstellung von Leiterplatten das sogenannte kupferkaschierte Halbzeugmaterial. Das sind Hartpapierplatten mit aufkaschierter dünner Kupferschicht. Wir besorgen uns einige Abfallstücke, die mindestens so groß wie eine Postkarte sind. Mit einer Reißnadel oder mit einem andern ähnlich scharfkantigen Schnitz- oder Schneidwerkzeug

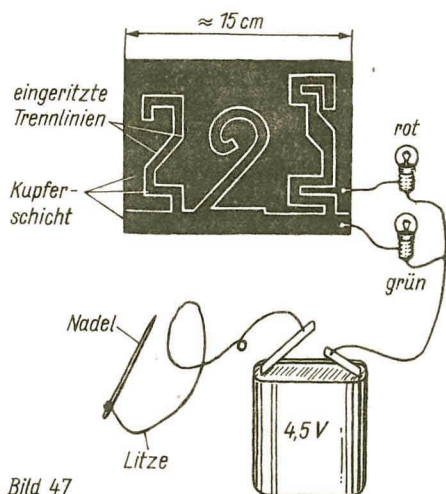


Bild 47

ritzten wir Trennlinien in die Kupferschicht ein. Längs dieser Linien entfernen wir in einer Breite von höchstens 1 mm die Kupferschicht (Bild 47). Wenn das Werkzeug scharf genug ist, läßt sich die Schicht leicht abschälen. Es bleiben dann Figuren stehen, für die wir eine beliebige, aber möglichst komplizierte Form wählen. Diese Figuren – sie bestehen aus Kupferbahnen, die beiderseits durch eingeritzte, kupferfreie Trennlinien begrenzt sind – sollen ebenfalls sehr schmal sein, etwa 2 . . . 3 mm. Das erfordert Geschick und sauberes Schneiden. Wir müssen darauf achten, daß alle Figuren aus jeweils einer durchgehenden (nicht unterbrochenen!) Kupferschicht bestehen und an ihren unteren Enden durch eine gemeinsame Kante miteinander verbunden sind. Diese Kante hat Verbindung mit einer grünen Lampe. Alle Kupferflächen jenseits der Trennkante und außerhalb der Figuren sind mit einer roten Lampe verbunden. Die Lampenleitungen schließen wir mittels Schrauben und Gegenmuttern an die Kupferflächen an. Ist die Platte genügend groß, können wir die beiden Lampenfassungen auch direkt auf die Platte aufschrauben.

Nun fertigen wir einen „Schreibgriffel“ an. Dazu benötigen wir einen Nagel oder eine Nadel sowie einen kleinen Griff, außerdem ein ausreichend langes Stück Litze, das den Griffel mit der Batterie verbindet. Berühren wir mit dem Griffel die Kupferfläche außerhalb der Figuren, dann leuchtet die rote Lampe auf. Berühren wir die Innenfläche der Figuren, leuchtet die grüne Lampe auf.

Die Aufgabe besteht nun darin, mit dem Griffel die komplizierten Figuren „nachzuzeichnen“, ohne dabei über deren Rand zu gleiten. Die grüne Lampe, die beim Nachfahren der Figuren ständig leuchten soll, dient als Kontrolle, daß die Tastspitze die Figur tatsächlich berührt und der Spieler nicht mogelt. Gerät der Griffel über den Rand der Figur hinaus, so erlischt die grüne Lampe. Bei großer Abweichung vom richtigen Weg gelangt die



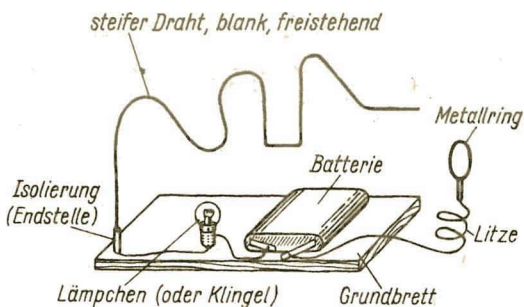


Bild 48

Nadelspitze auf die Kupferfläche außerhalb der Figuren – die rote Lampe leuchtet auf und zeigt den Fehler an. Sieger ist, wer innerhalb einer vorgegebenen Zeit alle Figuren mit den wenigsten Fehlern nachzuzeichnen vermag.

Ein ähnliches Spiel ermöglicht die Anordnung nach Bild 48. Auf einem Grundbrett befestigen wir einen möglichst dicken Draht (er muß steif genug sein, um in seiner ganzen Länge frei zu stehen!), der mit einem Lämpchen und dieses wiederum mit einer Batterie verbunden ist. Die letzten 1...2 cm des Drahtes sind mit Isolierschlauch überzogen, der übrige muß gut blank sein. Wir biegen ihn in eine recht komplizierte, unregelmäßige Form.

Den zweiten Pol der Batterie verbinden wir über eine isolierte, ausreichend lange und bewegliche Litze mit einem Metallring, an den man zweckmäßig noch ein kleines Holzstäbchen als Griff ansetzt. Ein Schlüsselring eignet sich gut; je enger er ist, desto schwieriger ist die Aufgabe zu erfüllen. Sie besteht darin, den Schlüsselring auf das freistehende Drahtende aufzufädeln und – ohne den Draht zu berühren! – längs des Drahtes bis zur Endstelle zu führen. Das ist schwieriger als es aussieht. Jede Berührung des Ringes mit dem Draht gilt als Fehler und wird durch Aufleuchten der Lampe angezeigt.

Statt der Lampe können wir auch eine kleine Klingel vorsehen. Sieger ist, wem es gelingt, den Metallring mit der geringsten Anzahl von Drahtberührungen bis zur isolierten Endstelle zu bringen.

### *Frage-und-Antwort-Spiele*

Ein recht einfaches, aber sehr interessantes Spiel, mit dem wir unser Wissen auf den verschiedensten Gebieten überprüfen können, ist mit Frage-Antwort-Karten möglich. Bild 49 zeigt ein Beispiel. Aus steifem Karton fertigen wir uns eine Anzahl von Karten, etwa so groß wie eine Postkarte. Die zugehörige Spielvorrichtung besteht nur aus einem Durchgangsprüfer mit Batterie und Lämpchen sowie aus zwei über isolierte Litzen angeschlossenen Steckerstiften (als Tastspitzen); siehe Bild 49, unten!

Die Karten erhalten auf der Vorderseite links eine Frage oder – in unserem Bildbeispiel – eine Rechenaufgabe. Rechts stehen die zugehörigen Antworten – aber in anderer Reihenfolge. Zu jeder Aufgabe und zu jeder Antwort gehört ein Loch in der Karte, das etwas größer sein muß als der Durchmesser der Tast-Steckerstifte. Wenn nun das zu einer Frage gehörende Loch mit dem einen Stecker und das zur richtigen Antwort gehörende Loch mit dem anderen Stecker angetastet wird, leuchtet die Lampe auf. Wird ein falsches Antwortloch getastet, bleibt die Lampe dunkel.

Wir bekleben die Karten auf der Rückseite mit Metallfoliestreifen (Haushaltalufolie und Umhüllungen von Schokoladentafeln eignen sich dazu). Diese Streifen verbinden jedes Frageloch mit dem jeweiligen richtigen Antwortloch. Damit keine falschen Verbindungen zustandekommen, müssen wir Kreuzungen der blanken Metallfoliestreifen vermeiden; entweder führen wir den Streifen dann auf einem „Umweg“ zum Ziel (wie im Bildbeispiel für die Aufgabe  $11 \cdot 7 = 77$  gezeigt), oder wir fügen zwischen die

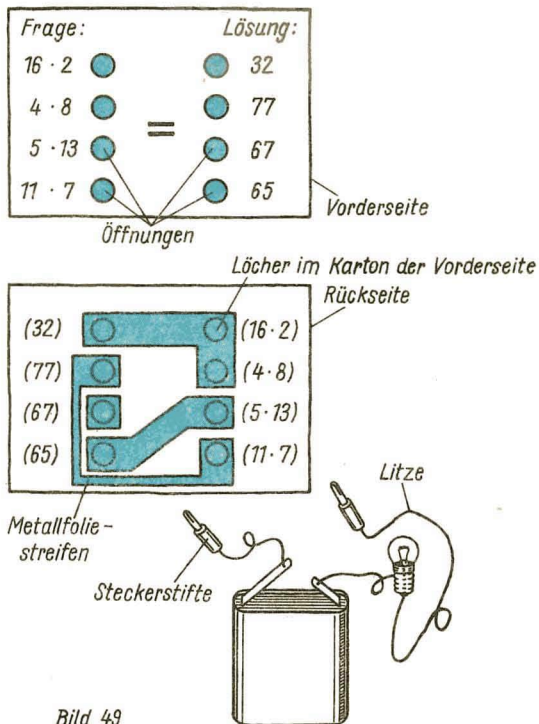


Bild 49

sich kreuzenden Streifen ein Stückchen Klebepapier als Isolierung ein.

Um das Spiel zu erschweren, können wir in der rechten Reihe (Lösungen) auch solche Antworten aufnehmen, zu der es keine Aufgaben gibt (im Bildbeispiel die Zahl 67); die entsprechenden Löcher haben dann natürlich keine Verbindung, werden aber mit einem kleinen Stück Folie hinterklebt, damit von vorn kein Unterschied erkennbar ist! Wenn für zwei Fragen dieselbe Antwort Gültigkeit hat – auch das läßt sich zur absichtlichen Irreführung einrichten –; verbinden wir die betreffenden Fragelöcher (im Bildbeispiel die Aufgaben  $16 \cdot 2 = 32$  und  $4 \cdot 8 = 32$ ).

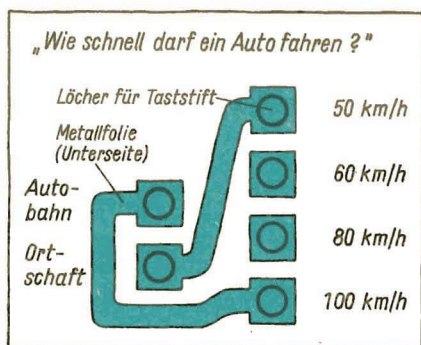


Bild 50

Die präparierte Karte bekleben wir zuletzt rückseitig mit einer zweiten Pappe, so daß die Leitungsführung nicht erkennbar ist und die Folie in den Tastlöchern nicht durchgedrückt werden kann.

Solche Karten sind rasch angefertigt und billig. Je mehr wir davon für die verschiedensten Wissensgebiete vorrätig haben, um so unterhaltsamer wird das Spiel. Ein anderes Beispiel für Fragekarten (bei der die in der Zeichnung angedeuteten Verbindungen natürlich auch nicht von außen sichtbar sind) zeigt Bild 50. Hier ist eine Frage für zwei verschiedene Verhältnisse gestellt. Zu den richtigen Antworten sind wieder zwei aufgenommen, die nur der Irreführung dienen und in jedem Falle nicht stimmen (60 km/h und 80 km/h). Die hier aufgeklebte Metallfolie hat keine Verbindung.

## Schießen mit Licht

Wir wollen uns im „Pistolenschießen“ üben – und zwar auf die denkbar harmloseste Weise: Wir schießen mit Lichtblitzen. Dazu bauen wir uns eine Lichtblitzpistole. Ihr Kernstück ist eine kleine Glühlampe, die in einem gut bündelnden Hohlspiegel angeordnet ist. Diese Kom-



bination bekommen wir fix und fertig in Gestalt einer Stabtaschenlampe mit verstellbarem Spiegel (Bild 51). Die meisten Stabtaschenlampen haben außer dem üblichen Einschalter einen Drucktastenschalter, der für Signalgabe bestimmt ist. Die Taste können wir gleich als „Abzug“ für unseren Lichtblitz verwenden. Wer etwas mehr Aufwand treiben will, benutzt von einer solchen Lampe nur das Vorderteil (Lampenfassung mit Lampe und verstellbarem Spiegel) und montiert es auf einen hölzernen Pistolen- oder Gewehrkolben. An der Stelle des Abzugs bringen wir einen Druckschalter oder einen kleinen Klingeltaster an. Damit das „Schießen“ auf brauchbare Entfernung klappt, muß der Spiegel das Lampenlicht gut bündeln. Wir betreiben daher die Lampe zunächst mit Dauerlicht (eine Batterie im Wert der Lampenspannung direkt mit der Lampe verbinden) und stellen den Hohlspiegel so ein, daß wir auf einige Entfernung einen möglichst kleinen, hellen Lichtfleck erzielen. Es empfiehlt sich, dazu ein Lämpchen

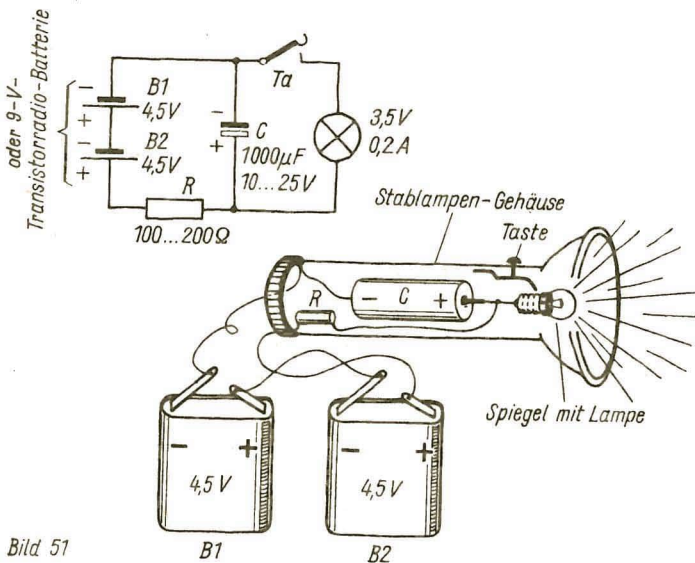


Bild 51

auszusuchen, dessen Glühfaden genau in der Mitte des Glaskolbens sitzt, sonst gelingt die Lichtbündelung weniger gut.

Der einmal eingestellte Spiegel wird mit etwas Lack festgelegt und höchstens später, bei Lampenwechsel, neu eingestellt.

Damit der Schütze nicht mit einem dauernden Lichtstrahl das Ziel „suchen“ kann, verwenden wir eine Schaltung, die auch bei ständigem Drücken der Einschalttaste nur einen kurzen Lichtblitz erzeugt. Sie besteht aus einem Elektrolytkondensator (Elko) C und einem Widerstand R sowie zwei Batterien (wir brauchen 9 V!). Die Werte von R, C und der Batteriespannung – als Batterie genügt hier auch eine kleine 9-V-Transistorradiobatterie, die eventuell im Gewehrkolben Platz findet – stehen in Zusammenhang miteinander und mit dem angegebenen Lampentyp. Wir müssen deshalb alle Werte – auch den Lampentyp! –, die im Bild 51 angegeben sind, einhalten. Drucktaste Ta ist der „Abzug“ der Lichtblitzpistole. Wird Ta geschlossen, blitzt die Lampe kurz, aber hell auf; sie verlischt auch dann sofort wieder, wenn Ta geschlossen bleibt. Nach Öffnen von Ta braucht die Einrichtung ungefähr 2...3 s Zeit, um wieder „nachzuladen“. Wenn wir also Ta mehrmals sehr schnell nacheinander betätigen, entstehen keine oder nur schwache Lichtblitze. Das trägt ebenfalls dazu bei, ein „Suchen“ des Zieles mit dem Licht zu vermeiden.

Verwenden wir ein vollständiges Stablampengehäuse, passen die Teile R und C in den Batterieraum (Bild 51, unten). Wir verbinden die Minuspole von C und B 1 mit dem Lampengehäuse, danach ist der vorhandene Einschaltdruckkontakt benutzbar. Die Batterien trägt der Schütze am besten in der Jackentasche, falls man nicht einen hölzernen hohlen Gewehrkolben anfertigt und alle Teile darin unterbringt.

Worauf wird geschossen? Es gibt für diese Einrichtungen sehr wirkungsvolle elektronische Trefferanzeigen, die aber für uns vorerst leider noch zu kompliziert und außerdem

zu teuer sind (eine solche Anzeige ist zum Beispiel im „Großen Elektronikbastelbuch“ beschrieben). Wir kommen für Spielzwecke auch ohne besondere Anzeigevorrichtung aus, wenn wir auf eine helle Zielscheibe schießen, auf der das Licht gut reflektiert. Hervorragend geeignet dafür ist die ebenfalls für Bastelzwecke käufliche „Mikrolux“-Reflexfolie, wie sie beispielsweise zur Markierung im Straßenverkehr benutzt und auch auf Schultaschen aufgeklebt wird. Sie hat die Eigenschaft, das Licht sehr auffällig und gerichtet zurückzustrahlen. Mit weißer „Mikrolux“-Reflexfolie als Zielscheibe (Postkartengröße) lassen sich die Treffer unserer Lichtblitzpistole sogar bei normalem Raumlicht und auf eine Entfernung von 15...20 m deutlich erkennen – sofern der Schuß traf, was bei dieser Distanz nicht mehr ganz einfach ist. Wir können also durchaus schon ganz ernsthafte kleine sportliche Wettkämpfe austragen.

### *Wer weiß es am schnellsten?*

Bekannt und beliebt sind Spiele um gutes Wissen, bei denen zwei Parteien gegeneinander antreten. Ein Spielmeister stellt Fragen, und wer die richtige Antwort am schnellsten geben kann, hat einen Punkt gewonnen. Bei Fernsehveranstaltungen werden hierfür oft elektronische Anzeigegeräte benutzt. Wir können eine solche kleine Einrichtung leicht selbst bauen und unsere Wettspiele damit spannend und interessant gestalten.

Für die Einrichtung (und auch für die im folgenden Abschnitt beschriebene Start/Ziel-Anzeige) wären eigentlich spezielle elektromagnetische Schalter – sogenannte Relais – notwendig. Sie sind leider nicht ganz billig; je nach Ausführung müssen wir für ein Relais mindestens 5 Mark bezahlen – und wir brauchen zwei davon. Deshalb wollen wir uns Relais, die für unsere Zwecke ausreichen, selbst bauen. Mit handelsüblichen Relais wird die Einrichtung



allerdings betriebsicherer. Da sich die in diesem und dem folgenden Abschnitt beschriebenen Einrichtungen auch für Schulen, Arbeitsgemeinschaften und Bastlerkollektive eignen, sollten wir prüfen, ob wir den Anschaffungspreis für zwei Relais nicht doch aufwenden können. Geeignet sind vorzugsweise Relais für etwa 4 V, sie brauchen nur einen Umschaltkontakt zu haben. Wir können auch Relais für andere Spannungen benutzen, wenn wir die Lämpchen und Batterien dann ebenfalls für die Relaisspannung passend wählen.

Was ist das nun – ein Relais? Das verstehen wir nebenbei, wenn wir uns mit der Selbsterstellung befassen. Wir verwenden für jedes Relais als „Ausgangsmaterial“ eine normale Klingel, einen Wecker für Batteriebetrieb. Es können normal große Ausführungen sein; kleine Puppenstubenklingeln tun es aber auch und nehmen im Gesamtaufbau später nicht so viel Platz weg.

Bild 52a zeigt, wie aus einer Klingel ein Relais entsteht. Wir finden wieder unsere Magnetspule M, dazu die Batterie B1 und den Tastenschalter Ta (vergleiche mit Bild 30!). Die Magnetspule (Anschlüsse 4 und 5) ist jetzt aber nicht mehr mit dem Ankerkontakt verbunden; der Anker, der von der Spule angezogen wird, wenn wir Ta betätigen, dient nur noch als Umschaltkontakt für einen zweiten, getrennten Stromkreis. Normalerweise liegt der Ankerkontakt 1 bei Ruhestellung wegen seiner Federkraft am Gegenkontakt 3 an (das entspricht dem Unterbrecherkontakt bei einer Klingel). Deshalb leuchtet zunächst Lampe L 1. Sobald wir Ta schließen, wird M magnetisch und zieht den Ankerkontakt an. Dabei wird die Verbindung bei 3 unterbrochen – L 1 erlischt –, und der Kontakt berührt jetzt Gegenkontakt 2, so daß Lampe L 2 an die Batterie B 2 angeschaltet wird und aufleuchtet. Dieser Kontakt 2 ist neu; von der Klingel her kennen wir ihn nicht.

Betrachten wir Bild 52b. Zur besseren Übersicht ist hier der bereits bekannte Stromkreis für M, B und Ta mit den



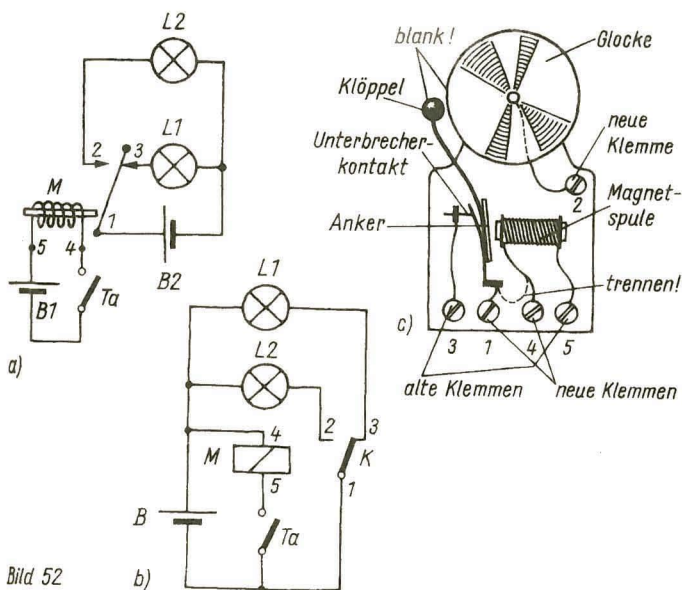


Bild 52

genormten Schaltzeichen dargestellt. K ist der Umschaltkontakt, der vom Spulenanker betätigt wird. Neu ist bei diesem Bild lediglich, daß die beiden Lampen aus derselben Batterie gespeist werden wie der Magnet M. Wenn Ta geöffnet ist, leuchtet L 1 (über K 1–3), wenn wir Ta schließen, leuchtet L 2 (über K 1–2). Wie wir auch hier erkennen, ist die Magnetspule im Gegensatz zur normalen Klingel nicht mehr direkt mit dem Kontakt K verbunden. K bleibt deshalb auch so lange angezogen, wie die Spule M Strom führt, und ist nicht wie der Klöppel einer Klingel in ständiger Bewegung – unser Umschaltrelais soll ja nicht läuten, sondern eben nur seinen Kontakt K umschalten. Bild 55c zeigt, wie wir eine Klingel behelfsmäßig zu einem Relais umbauen können. Die Anschlußklemmen 3 und 5 sind schon vorhanden; die Klemmen 1, 4 und 2 bringen wir zusätzlich an. Die bei einer normalen Klingel vorhandene Verbindung eines Spulenendes mit dem Anker (punktiert

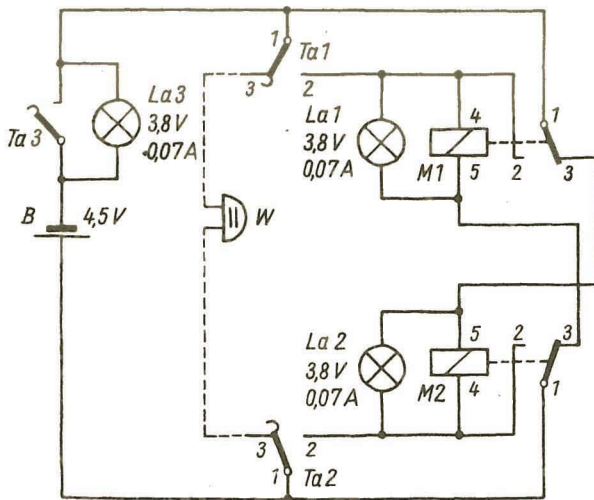


Bild 53

gezeichnet) trennen wir auf und führen den Anker und das abgetrennte Spulenende an die zusätzlichen Klemmen. Dadurch können wir den Unterbrecherkontakt der Klingel getrennt benutzen. Wir brauchen nun noch den Kontakt, der bei angezogenem Anker geschlossen ist (2 in den Bildern). Der Einfachheit halber benutzen wir dafür gleich den Klöppel und die Glocke. Vorsichtig biegen wir den Klöppel so, daß er bei angezogenem Anker sicher am Glockenrand anliegt und dort guten Kontakt gibt (Klöppel und Glocke müssen an der Berührungsstelle sehr sauber und blank sein!). Die Glocke schließen wir über ein kurzes Drahtstück an der hinzugekommenen Klemme 2 an. Damit wäre unser selbstgebautes Relais fertig. Vorsorglich können wir damit die Schaltung nach Bild 52 b aufbauen und das Relais hiermit erproben, bevor wir – mit zwei derartigen Relais – die im folgenden beschriebenen Spielgeräte aufbauen.

Bild 53 zeigt die Schaltung der Signaleinrichtung für das Wettspiel „Wer weiß es am schnellsten?“. Die Batterie B,

Start-Taste Ta 3 und Lampe La 3 befinden sich am Platz des Spielmeisters. Unsere Relais M 1, M 2 und die zu den Spielerplätzen gehörenden Lampen La 1, La 2 sowie die von den Spielern zu betätigenden Tasten (oder Schalter) Ta 1, Ta 2 vereinigen wir (eventuell zusammen mit dem Wecker W, einer ganz normalen, unveränderten Klingel) in einem Kasten, der auf dem Spielertisch steht. Die beiden Gegner sitzen sich am Tisch gegenüber. Für die eine Partei gilt Lampe La 1 und Schalter Ta 1, für die andere Partei entsprechend La 2, Ta 2. Zunächst wollen wir den Wecker W noch fortlassen, er ist nicht unbedingt nötig. Dann können wir für Ta 1 und Ta 2 ebenso wie für Ta 3 normale Klingeldruckknöpfe verwenden.

Die Spielregel ist ganz einfach: Der Spielmeister stellt eine Frage und beendet sie mit dem Kommando „Frage – los!“ Zugleich drückt er dabei seine Taste Ta 3. (Eine Frage kann zum Beispiel lauten: Wie heißt der größte lebende Fisch? Frage – los! Die richtige Antwort wäre Hai – genau: Hammerhai –, nicht etwa Wal, denn dieser ist ein Säugetier!)

Der Spieler, der die Antwort weiß, drückt möglichst schnell seine Taste, zum Beispiel Ta 1. Dabei leuchtet seine Lampe La 1 auf und zeigt an, daß er antworten möchte. Der Spieler muß nun sofort die Antwort geben. Sagt er nichts oder antwortet er falsch, so erhält die Gegenpartei den Punkt.

Die Besonderheit dieser elektrischen Einrichtung besteht darin, daß beim Drücken einer Spielertaste die andere abgeschaltet wird. Wenn Ta 1 zuerst gedrückt wird, zieht der Elektromagnet M 1 seinen Kontakt an, dabei wird der Stromkreis für den anderen Spieler abgeschaltet; falls dieser seine Taste danach drückt, bleibt das wirkungslos! Gleichzeitig leuchtet die eigene Lampe La 1 auf und bleibt auch dann weiter eingeschaltet, wenn der Spieler, der zuerst drückte, seine Taste Ta 1 wieder losläßt. Erst nachdem der Spielmeister die Antwort geprüft und den Siegespunkt vergeben hat, öffnet er seine Taste Ta 3,

wodurch die Spielerlampe erlischt und die Einrichtung bereit ist für die nächste Fragerunde.

Die Einrichtung funktioniert so schnell, daß ein gleichzeitiges Drücken beider Spielertasten praktisch nicht gelingt – hier entscheiden also wirklich Bruchteile von Sekunden, und mogeln kann man auch nicht. Wer freilich zu eifrig ist und seine Taste drückt, bevor er die Antwort weiß, der verschafft seinem Gegner den Punkt, denn es gilt die Regel: Sobald die Lampe leuchtet, muß der Spieler sofort antworten, und zwar richtig – sonst bekommt der andere den Punkt zugeteilt!

Manche Spieler wissen schon die richtige Antwort, während der Spielmeister noch spricht, und ganz Schlaue drücken dann bereits ihre Spielertaste unauffällig nieder, ohne das „Frage – los!“ des Spielmeisters abzuwarten. Damit diese Mogelei nicht unbemerkt bleibt, ist beim Spielmeister Lampe La 3 vorhanden. Normalerweise leuchtet sie nicht. Der Spielmeister drückt Ta 3 zugleich mit seinem Startkommando. Hat einer der Spieler schon vorher Ta 1 oder Ta 2 gedrückt, leuchtet beim Spielmeister – dessen Ta 3 zu dieser Zeit ja noch nicht geschlossen ist – die Lampe La 3 auf und zeigt an, daß ein Spieler vor dem Startkommando gedrückt hat.

Mit einem Wecker (W im Bild 53) können wir unsere Einrichtung noch effektvoller machen. Wenn wir W verwenden, muß allerdings Lampe La 3 beim Spielmeister fortbleiben. Sie wird dann auch nicht gebraucht. Für die Spielertasten Ta 1, Ta 2 brauchen wir Umschaltkontakte. Hierfür verwenden wir entweder zwei selbstgebaute

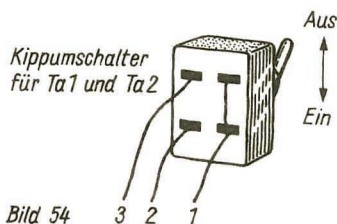


Bild 54



Morsetasten (Bild 24, die Anschlußziffern stimmen überein), oder wir nehmen statt Drucktasten zwei einpolige Kippumschalter in der handelsüblichen Ausführung. Wie sie richtig anzuschließen sind, zeigt Bild 54.

Das Startsignal wird jetzt durch den Wecker W gegeben. Sobald der Spielmeister seine Frage beendet hat („Frage – los!“ braucht nun nicht gesagt zu werden), drückt er seine Taste Ta 3. In diesem Moment ertönt als Startzeichen der Wecker W. Falls einer der Spieler mogelt und seine Taste schon vorher umgeschaltet hat, bleibt das Startsignal aus. Ansonsten funktioniert die Einrichtung wie beschrieben.

Technisch gesehen handelt es sich hier um eine sogenannte gegenseitige Blockierung der beiden Spielerplätze mit ihren Tasten und Lampen. Man kann diese Einrichtung außer für Fragespiele auch für viele andere Spielarten verwenden, bei denen es um schnelles Reagieren geht.

### *Start/Ziel-Anzeige für Sportspiele*

Wie schon im vorigen Abschnitt gesagt, können wir die Einrichtung nach Bild 53 auch für viele andere Spiele verwenden, zum Beispiel für Wettläufe. Hierbei arbeiten wir mit dem üblichen Zielband, das der Sieger zerreißt. Das zieht allerdings ein technisches Problem nach sich: Mit einem zerreißenen Zielband können wir nicht ohne weiteres die Schaltung nach Bild 53 benutzen, denn dort muß ja (bei Ta 1 oder Ta 2) ein Kontakt geschlossen werden! Ein kleiner Trick hilft uns hier weiter. An einen der Pfosten, zwischen denen das Zielband ausgespannt ist, bringen wir eine selbstgebaute Taste (etwa nach Bild 24) so an, daß sie mit ihrer Bodenfläche zum Zielband hin weist. Das Zielband wird nun am Tastengriff befestigt und betätigt die Taste, wenn an ihm gezogen wird (im Bild 24 würde es vom Griff weg nach unten führen). Als Zielband verwenden wir dann einen leicht reißenen Wollfaden, der zur besseren Sichtbarkeit mit einigen kleinen Papierfäden

chen beklebt wird. Auch ein Fadenkontakt ähnlich den Bildern 36 und 37 ist möglich; in diesem Fall zieht das Zielband das Pappblättchen zwischen den Kontakten heraus.

Sehr zuverlässig sind solche Zielkontakt-Lösungen leider nicht; deshalb hier noch eine Abwandlung des Funktionsprinzips aus dem vorigen Abschnitt, bei der das Zielband durch Zerreißen selbst die Zielanzeige auslöst.

Als Zielband brauchen wir ein elektrisch leitendes Material. Wir nehmen entweder einen dünnen, leicht reißenden Draht, dann darf er nicht zu stark sein, damit er die Wettkämpfer nicht verletzt; dünner Spulendraht eignet sich gut, wir wickeln ihn von alten Trafo- oder Relaispulen und ähnlichen unbrauchbaren Radio- oder Elektronikbauteilen ab. Oder wir nehmen Aluminiumfoliebänder, die wir aus alten, unbrauchbaren Rundfunk-Becherkondensatoren erhalten oder aus Aluminiumhaushaltfolie gewinnen, wenn wir sie der Länge nach in etwa 5 cm breite Bänder schneiden. Nehmen wir Draht, heften wir zur besseren Sichtbarkeit wiederum einige kleine Papierfähnchen an.

Bild 55 zeigt zunächst die Schaltung für unsere Start/Ziel-Einrichtung. Wir brauchen hier die doppelte Batteriespannung; auch die Lämpchen für die Zielanzeige La 1 und La 2 müssen dafür bemessen sein. Falls wir handelsübliche Relais bei M 1, M 2 verwenden, sollen die Lämpchen und die Batterie das Doppelte der vorgeschriebenen Relais-Betriebsspannung haben – für 6-V-Relais also 12 V usw. – und Widerstand R ungefähr den gleichen Ohmwert wie eine Relaispule. Beide Relais müssen vom gleichen Typ sein.

Für selbstgebaute Relais bei M 1, M 2 gelten die Angaben im Bild 55. Für die Batterien brauchen wir kräftige Exemplare, die den hier notwendigen starken Strom liefern können. Am besten schalten wir dafür 6 bis 7 Monozellen in Reihe. Widerstand R muß allerdings dann mit mindestens 6... 10 W belastbar sein. Solche kräftigen Ausführungen

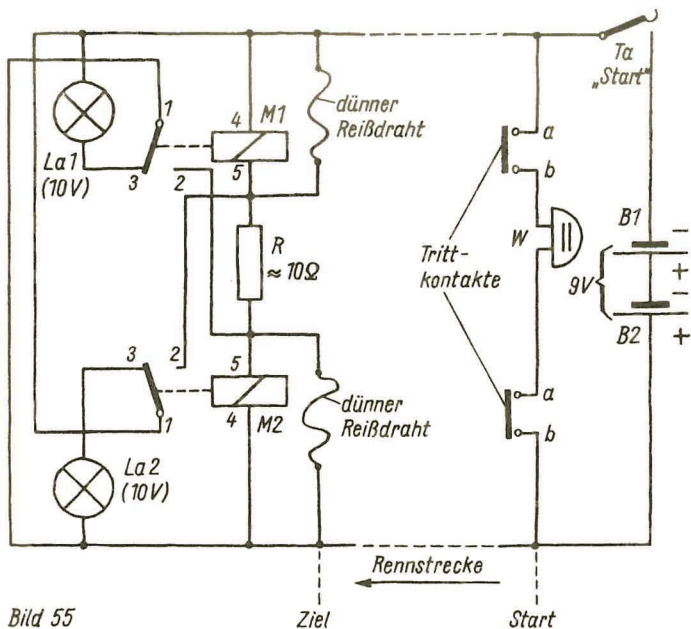


Bild 55

sind nicht immer zu haben; das Geld dafür können wir sparen, wenn wir R aus einem Stückchen Widerstandsdraht selbst fertigen. Gut geeignet ist ein Stück Heizspirale (Reste unbrauchbarer Spiralen aus elektrischen Heizöfen oder Kochplatten genügen). Von den üblichen Heizspiralen für 220 V und 700... 900 W brauchen wir etwa 1/5 bis 1/7 ihrer Gesamtlänge; damit erreichen wir für R ungefähr den richtigen Wert. Manchmal bekommt man auch alte, ausrangierte Kraftfahrzeuglampen, die zwar noch leuchten, deren Glaskolben aber schwarz geworden ist. Solange der Glühfaden nicht unterbrochen ist, können wir sie ebenfalls für R benutzen; geeignet sind Lampentypen für 12 V/10 W oder 6 V/3 W.

Wie wir die einzelnen Teile am praktischsten montieren, wollen wir später betrachten. Zunächst zeigt uns Bild 55

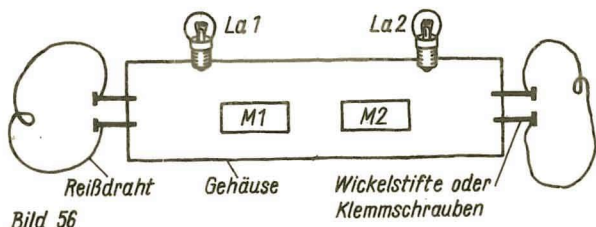


die richtigen Verbindungen. Vorgesehen ist eine Wettlaufstrecke für zwei Spieler. Vor dem Start stehen beide Spieler auf Trittkontakten. Das ist notwendig, um einen Fehlstart (Loslaufen eines Spielers vor dem Startsignal) zu erkennen. Der Schiedsrichter drückt – statt Startschuß – die Starttaste Ta. Wenn beide Spieler auf ihren Trittkontakten stehen, dann ist der Signalstromkreis für den Wecker W geschlossen. W ertönt, das Klingelzeichen gilt als Startsignal. Startet ein Spieler vorzeitig, bleibt das Klingelsignal aus, weil der Wecker W durch einen offenen Trittkontakt abgeschaltet ist. – Die Starttaste Ta, für die man auch einen beliebigen Schalter nehmen kann, muß während des ganzen Wettlaufs geschlossen sein. Sie setzt zugleich die Zielanzeige in Betrieb, die sich von der im vorigen Abschnitt beschriebenen Anzeige unterscheidet:

Die Ziellampen La 1 und La 2 leuchten beim Start zunächst beide auf. Sobald ein Läufer sein Zielband zerreißt, erlischt seine Lampe – die Lampe der anderen Rennstrecke bleibt eingeschaltet und verlischt auch nicht, wenn dort das Zielband ebenfalls reißt. Der Sieger wird also hier durch die erloschene Lampe angezeigt! Dies ist technisch bedingt; denn wir verfügen bei unserem selbstgebauten Relais nur über einen Umschaltkontakt. Daß die Lampen vor Erreichen des Zielbandes leuchten, hat einen Vorteil: Wir können uns von der Funktionstüchtigkeit der gesamten Anlage überzeugen und feststellen, ob die Zielanzeige tatsächlich eingeschaltet (Ta „Start“ beim Schiedsrichter geschlossen) ist. (Die Betriebssicherheit ist bei Verwendung käuflicher oder aus Altbeständen der Fernmeldeämter erhältlicher Relais, die außerdem erheblich weniger Batteriestrom als unsere selbstgebauten Relais verbrauchen, so gut, daß diese Einrichtung ohne weiteres auch für ernsthafte Schulwettkämpfe eingesetzt werden kann!)

Nun noch einige Hinweise für die Montage der Einzelteile. Wie wir die Geräte im einzelnen aufstellen, wird sehr vom Anwendungszweck und den vorhandenen Raumverhält-





nissen am Wettkampfort abhängen; es können deshalb nur einige Anregungen gegeben werden. Die Zielanzeige mit den Relais M 1, M 2 und den Anzeigelampen La 1, La 2 kann man in einem Kästchen unterbringen. Am besten eignet sich ein langgestreckter flacher Kasten, der auch den Anschlüssen für die Lampen und für das Zielband Platz bietet (Bild 56).

Die Enden des zwischen zwei Stangen oder Pfosten ausgespannten Zieldrahtes machen wir gut blank und wickeln sie am Kasten des Zielanzeigers einfach um zwei hervorstehende Anschlußstifte (Nägel oder Schrauben). Verwenden wir für das Zielband Aluminiumfoliebänder, befestigen wir diese am Zielpfosten mit Reißzwecken, unter die wir Verbindungsdrähte zum Zielanzeiger mit unterlegen. Es empfiehlt sich, den Reißdraht eventuell doppelt zu spannen, damit beide Enden am Pfosten der Seite ankommen, auf der das Anzeigegerät steht. Damit wird eine Leitungsführung quer über die Rennstrecke vermieden.

Die Starteinrichtung mit den Trittkontakten, dem Wecker W und den Batterien bringen wir in einem eigenen Kästchen unter, von dem eine Leitung zur Taste Ta führt. Für die Taste verwenden wir einen Schalter oder Druckknopf, den der Starter bequem in der Hand halten kann. Eine weitere Leitung aus normalem, aber möglichst starkem zweiadrigen Klingeldraht verlegen wir längs der Rennstrecke zum Zielgerät, wie das auch aus Bild 55 hervorgeht. Verläuft die Rennstrecke gerade, muß diese Leitung so lang sein wie diese. Um Leitungslänge zu

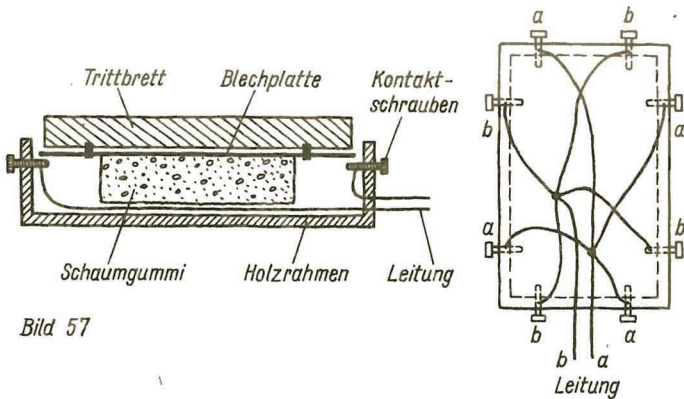


Bild 57

sparen, kann man die Rennstrecke auch oval oder mit einem Wendepunkt anordnen, so daß sich Start und Ziel dicht beieinander befinden, wie das Bild 58 zeigt.

Noch ein Wort zu den Trittkontakten am Start. Sie müssen natürlich sehr stabil sein. Bild 57 gibt dafür einen Aufbauvorschlag. Wir fertigen einen festen Holzrahmen, eine Art flachen Holzkasten, mit einer ausreichend großen Grundfläche, um beim Start darauf stehen zu können. Nach oben wird der Kasten durch ein starkes Trittbrett abgeschlossen, das etwas kleiner ist als die Rahmenöffnung und in ihr leicht gleiten kann. Die Unterseite des Trittbrettes versehen wir mit einer blanken Blechplatte.

Den Holzrahmen kleiden wir mit einer genügend starken, federnden Schaumstoffschicht aus; dafür eignen sich Abfallschnitzel aus Polstererwerkstätten und die billigen im Handel erhältlichen 3...5 cm starken Sitzkissen aus Schaumstoff ohne Bezug. Schließlich schrauben wir durch die Holzwandung noch acht lange kräftige Schrauben, die wir im Kasten mit Leitungsdraht über Kreuz verbinden, wie Bild 57, rechts (Draufsicht), zeigt. Das zuletzt aufgelegte Trittbrett wird durch den federnden Schaumstoff so in der Schwebe gehalten, daß seine Blechplatte die Schrauben nicht berührt. Tritt jemand auf das Brett, so

wird die Blechplatte auf die Schrauben gepreßt und liegt dort fest auf (das Ganze muß also stabil genug sein, das Gewicht eines Menschen zu tragen). Dadurch ist der Kontakt geschlossen. Die acht über Kreuz verbundenen Schrauben geben dem Trittblech eine kippssichere Auflage und erhöhen die Kontaktsicherheit. Im unbelasteten Zustand hebt der Schaumstoff das Kontaktblech samt Trittblech von den Schrauben ab. Die Leitungen a, b der Trittkontakte entsprechen den Anschlüssen im Bild 55. Bild 58 zeigt schließlich eine mögliche Gesamtanordnung mit ovaler Rennstrecke, Gerätekästen, Trittkontakten und den zwischen ihnen lose auslegbaren Leitungen. Wir können für den Transport alle Leitungen mit Steckern und die zugehörigen Anschlüsse an den Gehäusen mit Steckbuchsen versehen – dann aber müssen wir alle Stecker und Buchsen eindeutig kennzeichnen, damit es beim Anschließen nicht zu Verwechslungen kommt!

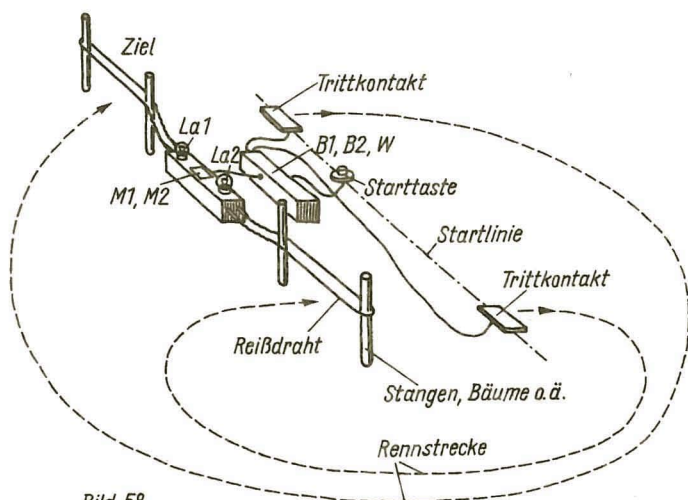


Bild 58

## 9. Blinklichtgeber und Leitstrahlboje

Mit Transistoren lassen sich vielseitig verwendbare kleine Blinklichtgeber bauen. Ein solches Gerät schaltet eine kleine Lampe selbsttätig ein und aus; es vermag auch zwei Lampen periodisch abwechselnd aufblinken zu lassen. Der Aufbau ist verhältnismäßig einfach, nur gelegentlich werden wir etwas Geduld beim Ausprobieren der richtigen Widerstandswerte brauchen. Eine Grundregel wollen wir dabei stets beachten: Transistoren sind sehr empfindlich gegen Überlastungen. Bei Kurzschlüssen können sie sofort Schaden nehmen. Wir müssen deshalb besonders an den Lampenfassungen auf stabile, zuverlässige Drahtanschlüsse achten und auf gute Isolierung der Leitungen. Erfahrungsgemäß kommt es bei unachtsamem Arbeiten an den Lampenfassungen besonders leicht zu versehentlichen Kurzschlüssen – und das kostet fast immer einen Transistor!

Für den Aufbau eines Blinklichtgebers verwenden wir am besten wieder eine Platte, die wir für die Anschlüsse der Einzelteile mit Löchern versehen (dies wurde bereits beim Aufbau des Tongenerators beschrieben). Am Rand der Platte sehen wir Klemmschrauben-Anschlüsse für die Leitungen zu den Lampen und zur Batterie vor; alle anderen Teile kommen auf die Oberseite der Platte. Bei geschickter Raumaufteilung wird der Blinklichtgeber nicht viel größer als eine Streichholzschachtel sein. Wir legen ihn in ein passendes Gehäuse (Pappschachtel oder Plastdose), aus dem wir die Anschlußleitungen durch eine Öffnung herausführen. Der Blinkgeber selbst hat keine Bedienungsorgane. Die Plastdose können wir wetterfest abdichten und dann auch im Freien verwenden. Wir überziehen die Anschlußdrähte der einzelnen Bauteile auf der Lochplatte mit dünnem Isolierschlauch, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Alle weiteren Einzelheiten entsprechen den Beschreibungen zu den Bildern 28 und 29; der besseren



Übersicht wegen werden wir uns im folgenden auf die Beschreibung der Schaltung beschränken. Nur dieser eine Hinweis noch: Verwenden wir eine Blinklichtanlage in der Nähe öffentlicher Wege und Straßen, arbeiten wir stets nur mit weißem Blinklicht, weil man farbige Lampen leicht mit öffentlichen Verkehrssignalen verwechselt (Schlußlichter, Warnlampen). Das kann zum Beispiel Autofahrer täuschen und zu Unfällen führen; es ist daher auch gesetzlich nicht zulässig. Abseits öffentlicher Wege, in einem Grundstück oder Garten, in der Wohnung oder im Ferienlager dürfen wir auch mit farbigen Lampen arbeiten.

Es gibt viele Anwendungsmöglichkeiten für eine Blinklichtanlage; Modellbahnanlagen sind nur ein Beispiel. Wenn unsere Schule einen Übungsgarten für Verkehrserziehung hat, so können wir sie auch dort einsetzen. Einige weitere Beispiele zeigen die folgenden Abschnitte. Bevor wir unser Gerät in Betrieb setzen, prüfen wir noch einmal die richtige Batteriepolung; stimmt sie nicht, arbeitet auch das Gerät nicht! Bei den Lampen verwenden wir die vorgeschriebenen Typen. Stärkere als die angegebenen oder mehrere Lampen benutzen wir nicht, wenn die Schaltzeichnung nur eine vorsieht. Anderenfalls werden die Transistoren durch zu starke Lampenströme überlastet und können Schaden nehmen.

Bevor wir uns mit der Schaltung des Blinklichtgebers näher befassen, wollen wir uns mit einer sehr interessanten Anwendung vertraut machen, die sich beispielsweise für Geländespiele, insbesondere für abendliche Bootsfahrten empfiehlt. Das Grundprinzip gleicht einem Blindlandeverfahren bei Flugzeugen, nur werden dort Funkstrahlen benutzt, während wir uns der Lichtstrahlen bedienen.

Der Blinklichtgeber, den wir anschließend beschreiben, ist für den Betrieb von zwei Lämpchen geeignet, die abwechselnd aufleuchten. Die Leuchtzeit für jedes Lämpchen läßt sich getrennt regulieren, so daß beispielsweise beide Lampen entweder gleich lang abwechselnd aufleuchten oder – wie wir es für die Leitstrahlboje

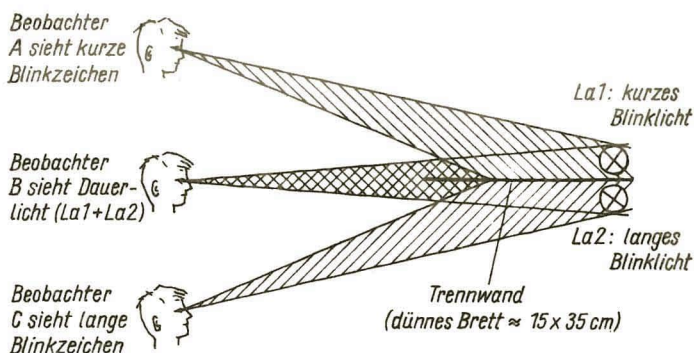


Bild 59

brauchen – ein Lämpchen immer nur kurz aufleuchtet und lange dunkel bleibt, das andere im „Gegentakt“ kurz dunkel bleibt und lange leuchtet. Sehen wir uns zunächst einmal die Anordnung der Lämpchen an (Bild 59). Sie ist entscheidend für die Wirkungsweise.

Wir befestigen beide Lampenfassungen dicht nebeneinander auf einem Grundbrett. Zwischen den Lampen verläuft eine Trennwand aus starker Pappe oder ähnlichem lichtundurchlässigem Material, die sich in Richtung zum Betrachter recht weit nach vorn zieht. Bild 59 zeigt schematisch die Draufsicht dieser Anordnung. Die Lampen La 1 und La 2 werden vom Blinklichtgeber (im Bild 59 nicht dargestellt) geschaltet, und zwar gibt La 1 kurze Blinkzeichen mit langen Dunkelpausen, La 2 lange Blinkzeichen mit kurzen Dunkelpausen. Es leuchtet also immer eine Lampe; die andere ist währenddessen dunkel. Die Blinkzeit für beide Lampen zusammen liegt für diese Anwendung am günstigsten bei etwa 1 s (das ist am Blinklichtgeber einstellbar).

Was geschieht nun, wenn ein entfernter Beobachter diese Anordnung im Dunkeln sieht? Steht er etwas seitlich – bei A –, so sieht er nur La 1, die andere Lampe ist für ihn durch die Trennwand verdeckt. Beobachter A sieht also kurze Blinkzeichen. Ein bei C stehender Beobachter sieht

nur La 2 und demzufolge lange Blinkzeichen. Nur wenn der Beobachter genau in Verlängerung der Trennwand, bei B, steht, kann er beide Lampen sehen. Da sie aber immer abwechselnd aufleuchten und auf einige Entfernung nicht zu unterscheiden sind, sieht Beobachter B scheinbar Dauerlicht! Ein entfernter Beobachter sieht also zunächst einmal an der Länge der Blinkzeichen, ob er zu weit links oder rechts von der gedachten Verlängerungslinie der Trennwand steht und nach welcher Seite er sich bewegen muß, um auf die Mittellinie zu kommen. Sobald er Dauerlicht sieht, hat er diese Linie erreicht und kann nun auch im Dunkeln ganz gerade auf die Lampen zugehen. Falls er dabei seitlich vom Weg abkommt, sieht er sofort wieder lange oder kurze Blinkzeichen, kennt damit die Richtung seiner Wegabweichung und kann wieder auf die Mittellinie zurückkehren.

Das scheinbare Dauerlicht bildet für den Beobachter einen schmalen „Leitstrahl“, der in der Verlängerungsrichtung der Trennwand verläuft und ihn mit seinem Boot genau in einer schmalen, geraden „Fahrrinne“ hält und sicher ans Ufer gelangen läßt oder ihn – an Land – in stockdunkler Nacht an Hindernissen vorüber zu einer kleinen Brücke und über diese zum Ziel führt. Voraussetzung für den Erfolg ist das ganz exakte Ausrichten der Leitstrahlboje; anderenfalls fallen die Spieler ebenso sicher neben der Brücke in den Graben, oder sie verfehlen die Lücke im Schilf und gelangen dadurch mit dem Boot nicht an das Ufer.

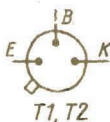
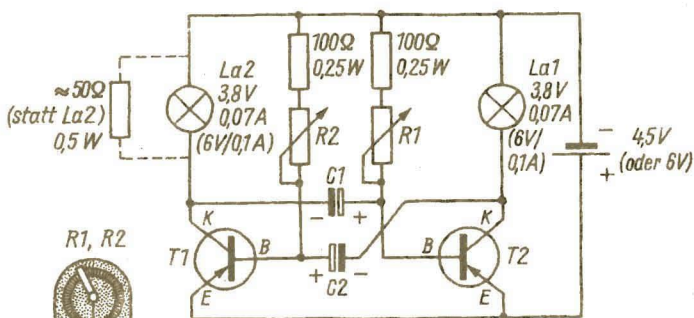
Wichtig ist, daß die Lämpchen dicht an der Trennwand sitzen, damit der Leitstrahlbereich mit scheinbarem Dauerlicht möglichst schmal wird. Darauf hat auch die Länge der Trennwand Einfluß. Weiße Blinklampen sind nachts noch in fast 300 m Entfernung gut zu erkennen. Mit einer 60 cm langen Trennwand ergibt sich auf diese Distanz ein nur etwa 5 m breiter Leitstrahlbereich; man kann also mit dieser Ortungsboje sehr genau manövrieren. Ähnliche Geräte werden übrigens auch bei der Küstenfischerei zum



nächtlichen Auffinden von ausgelegten Netzen und für Durchfahrten in felsigen Ufergebieten benutzt.

Nun zum eigentlichen Blinklichtgeber. Bild 60 zeigt seine Schaltung. Vorhanden sind zwei Lampen – La 1, La 2 –, die abwechselnd blinken. Brauchen wir nur eine Lampe, ordnen wir die andere verdeckt an (wenn wir sie entfernen, blinkt auch die andere Lampe nicht!) oder ersetzen sie durch einen Widerstand (bei La 2 punktiert angedeutet). Die letztgenannte Variante ist für einfache Modellanwendungen mit nur einer Lampe das beste. Für die Leitstrahlboje benötigen wir natürlich beide Lampen, ebenso für Warnblinklampen beiderseits einer Kreuzung (Modellbahnanlagen).

Die Blinkzeiten für die Lampen probieren wir je nach Anwendungszweck aus. Sie werden bestimmt durch die Größe der Elkos C 1, C 2. Für lange Blinkzeiten müssen sie 2000  $\mu\text{F}$  oder noch höheren Wert haben, für kürzere Blinkzeiten genügen 500  $\mu\text{F}$  oder weniger. Beide Elkos



$R1, R2 : 2,5 \text{ k}\Omega$  } maßgebend für  
 $C1, C2 : 1000 \mu\text{F} \approx 6\text{V}$  } Blinkzeiten

$T1, T2 : \text{Germaniumtransistor-Basteltypen}$   
 $150 \dots 400 \text{ mW (GC 121 o.ä. bis } 4,5 \text{ V)}$   
 bzw.  $400 \text{ mW (GC 301 bis } 6 \text{ V)}$

Bild 60



dürfen ungleich groß sein, wenn wir stark ungleiche Blinkzeiten oder (mit nur einer Lampe La 1 und einem Widerstand statt La 2) kurze Blinkzeit und lange Pausenzeit haben wollen. Mit den im Bild 60 angegebenen Werten erreichen wir ungefähr 1...2 s als längste Blinkzeiten. Genau läßt sich die Blinkzeit für jede Lampe mit den kleinen Einstellreglern R 1 (für La 1) und R 2 (für La 2) einstellen. Es sind verstellbare Widerstände (Kleinstpotentiometer), die für Schraubenziehereinstellung bestimmt sind und keinen Bedienungsknopf erhalten. Wir stellen die Blinkzeit nur einmal bei der Erprobung ein und belassen sie dann so. Aussehen und Anschlußweise sind im Bild 60 mit gezeigt, ebenso die Anschlüsse der Transistoren.

Wir bauen den Blinklichtgeber für die gewohnte 4,5-V-Batterie auf. Verwenden wir ihn im Freien, können wir zu dem etwas lichtstärkeren Lampentyp 6 V/0,1 A (Fahrradrückstrahlerlampe) greifen; dafür gelten im Bild 60 die Wertangaben in Klammern. Für längeren Dauerbetrieb empfiehlt sich eine leistungsfähigere Batterie (für 6 V aus vier Monozellen, zum Beispiel nach Bild 6).

Auf eine Eigenheit dieser einfachen Blinkschaltung sei noch hingewiesen: Bei ungünstigen Werten von R 1 oder R 2 kommt kein Blinken zustande. Es kann also sein, daß sich mit diesen Einstellreglern nicht der ganze Drehbereich ausnutzen läßt und in Nähe eines Endanschlages das Blinken aussetzt. Das liegt an möglichen Unterschieden in den Transistordaten, die wir nicht messen können. Wie schon an anderer Stelle erwähnt, weisen Transistoren erhebliche herstellungsbedingte Wertunterschiede auf, selbst bei gleicher Typenbezeichnung. Für uns ist das nicht weiter wichtig, solange wir mit R 1 und R 2 überhaupt einen Einstellbereich finden, in dem das Blinken wunschgemäß einsetzt. Erreichen wir in keiner Einstellung von R 1 und R 2 ein Blinken, so hat einer der Transistoren vielleicht doch zufällig sehr schlechte Eigenschaften (bei Basteltypen besteht die Möglichkeit, denn sie sind

2-Wahl-Exemplare aus den normalen und erheblich teureren Typenserien), oder er ist defekt geworden (etwa durch Kurzschluß an einer Lampe). Deshalb: Vor dem ersten Anschließen der Batterie nochmals alle Verbindungen genau kontrollieren, damit nicht unbemerkt ein Fehler unterlaufen oder auch nur ein Draht locker ist.

Wenn wir den Blinklichtgeber zu der vollständigen Leitstrahlboje erweitern wollen, bringen wir ihn, wie einleitend gesagt, in einem kleinen Plastkästchen unter, nachdem er zuvor ausprobiert wurde und die günstigsten Blinkzeiten eingestellt sind. Dieses Kästchen und die Batterie finden hinter den Lampen auf dem Grundbrett Platz, auf dem auch die Trennwand steht (also im Bild 59 rechts, hinter den Lampen).

## 10. Überwachen und melden

### Die Alarm-Box

Mit der Alarm-Box, einem Scherzartikel, können wir Freunde verblüffen. Aus starker Pappe bauen wir eine pyramidenförmige Schachtel, die so ausbalanciert wird, daß sie nach Einbau aller Teile auf der Spitze stehen kann, aber bei leichter Berührung sofort umfällt (Bild 61). Sie enthält eine 4,5-V-Taschenlampenbatterie, einen Wecker (Puppenstubenklingel) und ein frei hängendes Pendel. Das Pendel fertigen wir aus einer Stricknadel oder Fahrradspitze an, die an beiden Enden völlig blank sein muß. Es hängt in einer kleinen blanken Drahtöse, die innen am Deckel befestigt wurde. Diese Öse ist über ein Stück Leitungs-

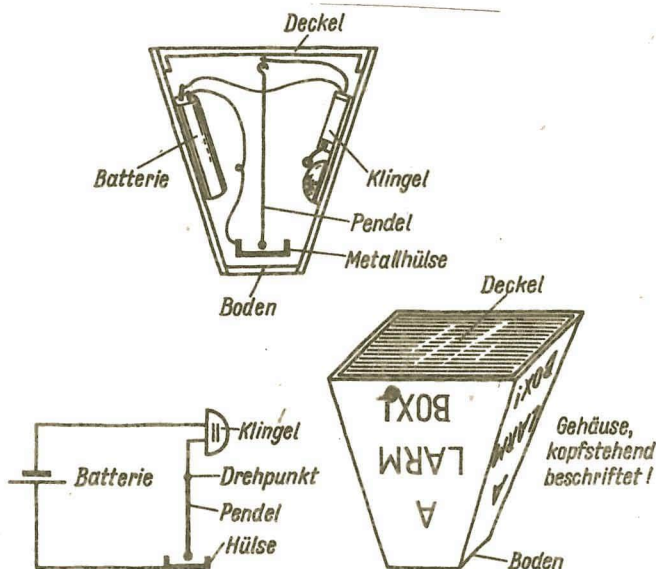


Bild 61

draht mit der Klingel verbunden. Der andere Klingelanschluß führt zu der gegenüber befestigten Batterie (am besten legen wir die Batterie mit einigen Klebebandstreifen an der Innenwand fest). Für den Anschluß der Batterie eignen sich hier wie bei unseren früheren Versuchen Heftklammern (Bild 4). Der zweite Batteriepol ist mit einer Metallhülse oder einem Metallring im Fuß der Alarm-Box verbunden, der einen Durchmesser von 10...20 mm hat und ebenso hoch sein darf. Diese Hülse läßt sich aus einem Streifen blanken Bleches (Konservenblech) biegen. Sie wird dann am unteren Rand mit einigen Tropfen Alleskleber am Boden der Schachtel festgelegt.

Pendel und Innenwandung der Hülse müssen blank sein, um guten Kontakt zu geben.

Steht die Box genau senkrecht, hängt das Pendel frei in der Hülse, ohne sie zu berühren. Wenn die Box jedoch verkantet wird oder umfällt, dann liegt das Pendel an der Hülse an und schließt den Klingelstromkreis. Die Klingel ertönt – unsere Alarm-Box „macht Krach“. – Die im Bild 61 mit angegebene Schaltzeichnung läßt erkennen, daß es sich hier um einen ganz normalen, einfachen Klingelstromkreis handelt, bei dem das Pendel die Funktion des Klingelknopfes übernimmt.

Ist alles fertig eingebaut und die Funktion erprobt, so befestigen wir in der Schachtel, in Nähe des oberen Randes, noch einige kleine Ballastgewichte (Metallstückchen oder kleine Kieselsteine, die sich mit Alleskleber leicht festlegen lassen), um das nötige Gleichgewicht herzustellen. Die Box muß sicher stehen, aber bei leichtem Neigen umfallen. Die Nichteingeweihten führen wir irre, indem wir die Box zuletzt noch bunt und auffällig beschriften – aber kopfstehend! Jeder, der das Geheimnis nicht kennt, wird nun die Schachtel auf ihre große Grundfläche – die in Wahrheit die Oberseite ist – stellen, weil so die Schrift aufrecht steht. Dann aber hat das Pendel Berührung mit der Metallhülse. Den Irreführten wird es



erst nach längerem Probieren gelingen, die Alarm-Box zum Schweigen zu bringen.

Die Anwendung als Alarmgerät, etwa als Türwächter, ist ganz einfach. Wir stellen die Box kopfüber so hinter die Tür, daß sie beim Öffnen der Tür vom Türflügel umgestoßen wird. Oder: Wenn wir im Ferienlager unseren Zeltplatz sichern wollen, spannen wir einige dünne Fäden unauffällig in 15 . . . 20 cm Höhe über den Erdboden und lehnen in deren Mitte die Box so an, daß sie beim Berühren eines Fadens mit dem Fuß sofort umfällt und läutet.

### *Der elektronische Stolperdraht*

Für Alarmzwecke eignen sich auch Fadenkontakte gut. Wir haben eine solche Einrichtung schon in einem früheren Kapitel (Bilder 36 und 37) kennengelernt. Bild 62 zeigt sie nochmals in einer für Melde- und Alarmanlagen geeigneten Form. Den scherzhaften Ausdruck „Stolperdraht“ wollen wir aber nicht wörtlich nehmen. Wir verwenden dünne Wollfäden, die zwar stark genug sind, den Pappstreifen zwischen den Kontakten herauszuziehen, die aber leicht genug reißen, falls sich die Pappe einmal verklemmt, und niemand stolpern lassen.

Den Kontakt fertigen wir uns wieder aus einem geeignet gebogenen Federblech und einem Gegenkontakt an und schalten ihn mit einer Batterie und einer Klingel zu einem Klingelstromkreis zusammen. Aus Bild 62 ist alles deutlich zu entnehmen. Wir müssen nur darauf achten, daß das obere Federblech so gebogen wird, daß die Pappe leicht genug darunter hervorgleiten kann (deshalb Pappe mit glatter Oberfläche verwenden oder kleine Plättchen aus glattem Plast, Zelluloid oder dergleichen). Andererseits muß die Feder genügend Spannkraft haben, um bei herausgezogener Pappe den Gegenkontakt wirklich zu berühren. Für sie eignet sich Konservenblech, noch besser Messing.

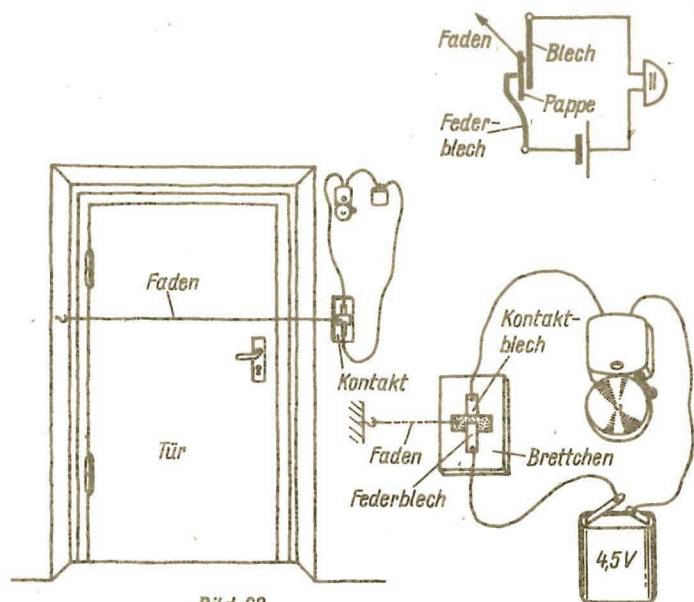


Bild 62

Im Bild 62 ist ein mögliches Anwendungsbeispiel für unsere Einrichtung dargestellt: die Sicherung einer Tür oder eines Durchgangs. Das Brettchen, auf das wir den Kontakt geschraubt haben, befestigen wir provisorisch mit einigen Reißzwecken oder Klebestreifen am Türpfosten. Ist bereits eine Türklingelanlage vorhanden, können wir sie für diese Einrichtung mit verwenden. Die beiden Kontaktfedern werden dann einfach dem vorhandenen Klingeltaster parallelgeschaltet, etwa so, wie das früher schon für den Türkontakt (Bilder 32 und 33) beschrieben wurde.

### Wegnahmesicherungen

Wenn es uns nur darauf ankommt, einen bestimmten Gegenstand gegen Wegnahme zu sichern – solche

Einrichtungen können wir auch für kleine Zauberkunststücke verwenden —, dann ist es eventuell zweckmäßiger, den Stromkreis durch den zu sichernden Gegenstand selbst unterbrechen zu lassen. Bild 63 zeigt eine Möglichkeit dafür. Der Gegenstand, den wir sichern wollen, muß eine blanke metallische Grundfläche haben. Anderenfalls befestigen wir am Boden eine Blechplatte oder etwas Aluminiumfolie (von Schokoladentafeln). Der Gegenstand bekommt seinen Platz auf einem harmlos wirkenden Untersatz, einer leeren Konfektschachtel oder dergleichen, in dem sich unser Tongeneratorbaustein nach den Bildern 67 und 68 mit Batterie und Lautsprecher befindet sowie der dort unsichtbar bleibende Ausschalter. An der Oberseite trägt dieser Behälter nur zwei metallische, unverdächtig aussehende „Zierleisten“ oder wie Verzierung wirkende Schraubenköpfe oder auch Münzen als Kontakte. Auf ihnen steht der zu sichernde Gegenstand mit seiner Metallgrundfläche.

Die beiden „Zierleisten“ (Anschlüsse a, b im Bild 63) verbinden wir mit den Anschlüssen e und f des Tongenerators (Bild 67). Sie sind also über das Bodenmetall des Gegenstandes verbunden. Nimmt jemand den Gegenstand weg, so wird die Verbindung unterbrochen, und unser Gerät gibt sofort einen Warnton.

Man kann das Gerät auch an anderer Stelle, beispielsweise im Nebenzimmer, aufstellen und die Kontaktleisten auf

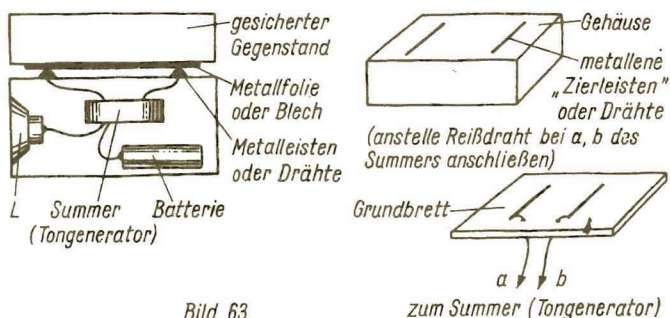


Bild 63

einem einfachen Grundbrett befestigen oder in Form zweier Stricknadeln dem zu sichernden Gegenstand lediglich unterlegen. Den Kontaktuntersatz (Bild 63, rechts) verbinden wir dann über eine längere Leitung mit dem entfernt stehenden Tongenerator. Diese räumliche Trennung hat einen zusätzlichen Vorteil: Der „Dieb“ merkt nicht, daß er einen „stillen Alarm“ ausgelöst hat. Übrigens können wir auf einfache Weise gleich mehrere Gegenstände mit einer einzigen Einrichtung dieser Art

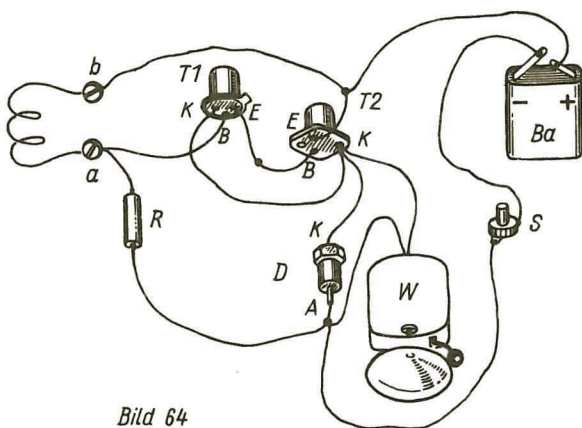
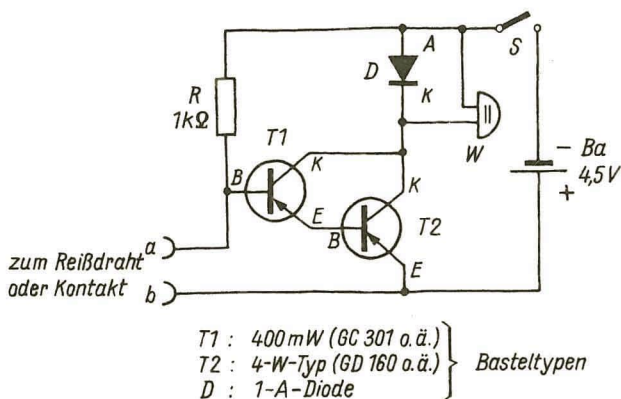


Bild 64



schützen. Wir verwenden dann mehrere Grundbretter, die in Reihe geschaltet werden: Leitung b des einen Brettes zu a des nächsten, dessen Leitung b zu a des folgenden und so weiter, die Leitungen a und b des ersten beziehungsweise letzten Brettes zum Tongenerator.

Falls wir keinen Transistorsummer mit Lautsprecher aufbauen wollen oder aus anderen Gründen eine normale Klingel als Alarmglocke vorziehen, können wir für die Wegnahmesicherung auch die etwas unkomplizierter zu bauende Schaltung nach Bild 64 verwenden. Sie arbeitet mit zwei Transistoren, die direkt einen Wecker W betätigen. Wir sparen dabei Übertrager und Lautsprecher, allerdings brauchen wir nun eine Klingel und einen Leistungstransistor (T 2); viel billiger wird es also nicht. Dieses Gerät läßt sich für weniger geübte Bastler etwas leichter aufbauen, das Bild 64 zeigt deshalb außer der Schaltung auch eine Verdrahtungsskizze, aus der zugleich die Transistorenanschlüsse ersichtlich sind.

Es hat auch einen Nachteil: Während der gesamten Bereitschaftszeit verbraucht es ständig Strom aus der Batterie, und zwar erheblich mehr als die Ausführung mit Lautsprecher.

Läutet die Klingel bei der ersten Erprobung nicht oder nur schwach, müssen wir Widerstand R im Wert etwas verringern – jedoch nicht unter  $100\Omega$ . Funktioniert sie auch dann noch nicht, so haben wir einen Aufbaufehler gemacht, oder ein Transistor ist defekt. Je niedriger R im Wert liegt, desto größer ist andererseits der Ruhestromverbrauch! Abhängig vom Wert des Widerstandes R, reicht eine Taschenlampenbatterie für höchstens 50 . . . 100 Betriebsstunden, wobei der hohe Klingelstromverbrauch im Alarmfall nicht mit eingerechnet wurde. Diese Schaltung, für die wir Germanium-Basteltransistoren entsprechend den Angaben im Bild 64 verwenden, ist also ungünstiger als die mit Transistoren und Lautsprecher. Benutzt wird sie ebenso wie diese, entweder mit Reißdraht (der hier allerdings nicht so extrem lang werden kann wie

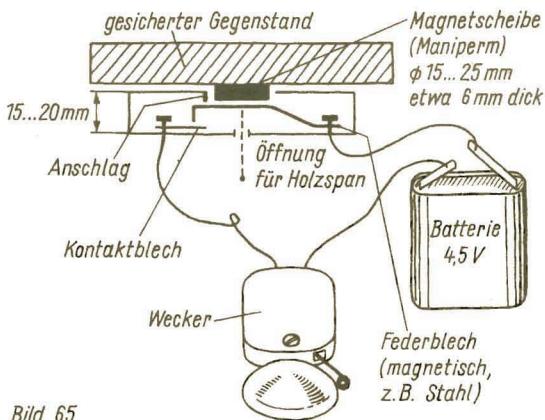


Bild 65

bei der Ausführung nach Bild 67 – ein weiterer Nachteil!) oder mit Kontaktuntersätzen entsprechend Bild 63. Schließlich zeigt Bild 65 noch eine andere Konstruktion für eine Wegnahmesicherung, die unkompliziert ist und auch Bastelanfängern mühelos gelingen wird. Sie arbeitet mit einem einfachen Klingelstromkreis und kommt ohne Transistoren aus. Hierfür versehen wir den zu sichernden Gegenstand mit einem kleinen Magnetplättchen (Maniperm-Magnetscheibe, als Spielzeugbedarf erhältlich). Gut geeignet sind die runden oder eckigen Ausführungen mit 15...25 mm Durchmesser und einer Stärke von etwa 6 mm. Statt des einen Magnetplättchens können wir auch mehrere als „Füße“ unter die Ecken des zu sichernden Gegenstandes kleben. Die im Bild 65 gezeichnete Kontaktvorrichtung braucht dann nur unter einem der Magneten vorhanden zu sein. Batterie und Klingel finden im Untersatz Platz; zum besseren Erkennen der Verbindungen sind beide im Bild außerhalb des Untersatzkästchens dargestellt. Für „stillen Alarm“ ordnen wir Klingel und Batterie wieder über eine längere Leitung in einem Nebenraum an. Oben erhält der Untersatz eine Öffnung, in die das Magnetplättchen „eintaucht“. Darunter befindet sich ein

Federkontakt, auf dessen richtiges Anbringen wir Sorgfalt verwenden müssen. Ein magnetisches Federblech (altes Uhrfederstück) wird so gebogen, daß es mit leichtem Druck auf dem Gegenkontakt aufliegt und bei aufgesetztem Gegenstand an dessen Magneten haften kann, ohne dann das am Boden angeordnete Gegenkontaktblech zu berühren. Wird der Gegenstand zusammen mit der Magnetscheibe abgehoben, so löst sich die Feder vom Magneten; ein Anschlagstift am Rand der oberen Öffnung verhindert dabei ein Überdehnen der Feder nach oben, er hilft gewissermaßen, die Feder vom Magneten zu trennen. Die Feder drückt nun entsprechend ihrer Formung gegen das untere Kontaktblech. Dadurch wird der Klingelstromkreis geschlossen, die Klingel gibt Alarm.

Es ist wichtig, daß die Feder bei fehlendem Magneten nur leicht auf dem Gegenkontakt aufliegt, weil es sonst passieren kann, daß der Magnet zu schwach ist, um die Feder von allein wieder anzuheben! Wir müßten die Feder dann durch eine Bohrung im Boden mit einem Holzspan nach oben gegen den Magneten drücken. Deshalb probieren wir die richtige Höhe der Feder und deren günstigste Abstände vom Magneten und vom Kontaktblech geschickt aus. Um diese Arbeit gut ausführen zu können, empfiehlt es sich, eine Seitenwand des Untersatzkästchens zunächst fortzulassen; man kann dann bei aufgesetztem Magneten die Abstände gut kontrollieren und gegebenenfalls korrigieren.

### *Achtung, das Wasser kocht!*

Für die Anzeige hoher Temperaturen gibt es elektronische Einrichtungen, die für uns vorerst noch zu kompliziert in Aufbau und Einstellung und zu kostspielig im Materialaufwand sind. Fortgeschrittene Bastler finden im „Großen Elektronikbastelbuch“ entsprechende Anleitungen. Für unsere Zwecke gibt es eine einfache und billige andere

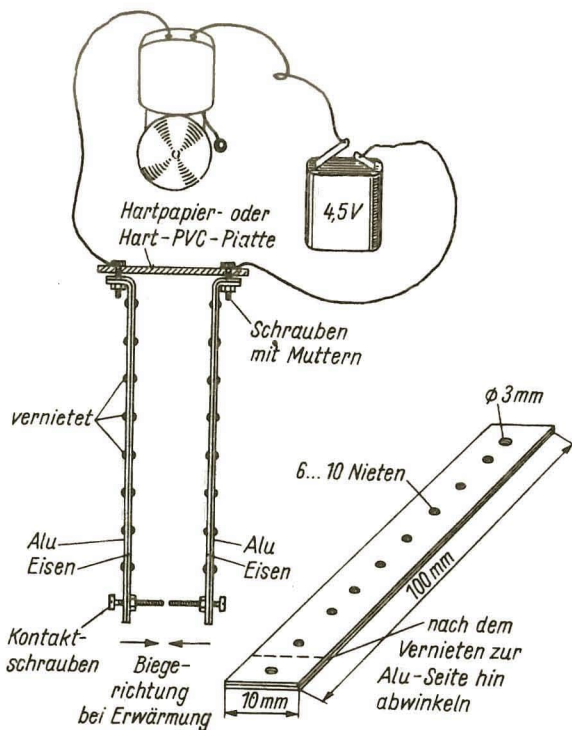


Bild 66

Einrichtung, die auch schon für viele praktische Zwecke ausreicht. Mutters Wäschetopf zum Beispiel können wir damit ohne weiteres vor dem Überkochen bewahren.

Wir machen uns die Eigenschaft von Metallen zunutze, sich bei Erwärmung auszudehnen, und zwar je nach Art des Metalls in verschiedenem Maße. Aluminium dehnt sich bei Erwärmung fast doppelt so sehr aus wie Eisen. Hierauf beruht unser Kochwassermelder. Bild 66 zeigt seinen Aufbau.

Wir brauchen je zwei Streifen aus Aluminiumblech und aus Eisenblech mit den im Bild 66 angegebenen Maßen; Stärke höchstens 1 mm. Wir bekommen sie als Abfallstücke in



jeder Schlosserei. Je einen Eisen- und Aluminiumstreifen – sie werden zusammen eingespannt – versehen wir mit Bohrungen für 6 . . . 10 Nieten, mit denen wir beide Streifen auf ihrer Länge verbinden. An den Enden bohren wir Löcher für die Kontakt- und Befestigungsschrauben. Eine solche Kombination aus Eisen- und Aluminiumblech wird Bimetallstreifen genannt. Wenn wir diesen Streifen erwärmen, dehnt sich das Aluminium stärker aus als das Eisen. Weil aber beide durch die Nieten fest verbunden sind, treten dort starke Kräfte auf; die Verbindungen müssen also sehr fest sein. Wenn wir keine massiven Nieten verwenden können, müssen wir notfalls stramm eingepaßte kurze Schrauben (M 3) mit Gegenmuttern nehmen und diese so fest wie möglich anziehen. Das ist jedoch nur ein Notbehelf, denn die Schrauben dehnen sich beim Erwärmen ja auch aus und sitzen dann bald zu locker.

Da Aluminium und Eisen fest verbunden sind, bleibt dem ganzen Streifen nichts anderes übrig, als sich zum Ausgleich der unterschiedlichen Längenausdehnung zu krümmen, und zwar zur Eisenseite hin. Diese Krümmung ist nicht sehr groß, reicht aber aus, um einen Kontakt zu betätigen. Wir befestigen die beiden Streifen, deren Enden abgewinkelt werden, an einer mindestens 5 mm dicken Hartpapier- oder besser Hart-PVC-Platte. Am anderen Ende erhalten die Streifen Kontaktschrauben, die wir mit Gegenmuttern in ihrer Länge verstellbar machen. Wenn möglich, verwenden wir hierfür Messingschrauben; sie sind kontaktsicherer als Eisenschrauben. Die Bimetallstreifen sind so befestigt, daß ihre Eisenseiten einander gegenüberstehen. Beim Erwärmen biegen sie sich zueinander hin, bis sich bei einer bestimmten Temperatur die Kontaktschrauben berühren und damit den im Bild 66 mit eingezeichneten Klingelstromkreis schließen. Der Abstand der Kontaktschrauben soll bei normaler Raumtemperatur nur etwa 1 mm betragen; später können wir die Schrauben nach Versuchen so einstellen, daß die

Streifen gerade Kontakt geben, wenn – für unseren Anwendungszweck – das Wasser den Siedepunkt erreicht.

Unser Temperatormelder wird also durch das zu kontrollierende Wasser erhitzt. Wenn wir die Bimetallstreifen auf ganzer Länge (einschließlich der Leitungsanschlußstellen, nur die Spitzen der Kontaktschrauben müssen blank bleiben!) mehrfach mit dickem Lack oder Alleskleber überziehen und jeden Anstrich gut trocknen lassen, können wir den Melder getrost direkt in das Wasser hängen. Die geringen Blankstellen an den Kontaktschrauben beeinflussen die Funktion nicht. Das empfiehlt sich freilich nur bei Waschwasser – für Wasser, das dem Genuß dienen soll, ist das zu unhygienisch! Aber auch dafür können wir den Melder verwenden, wenn wir ein möglichst schmales, passendes Glasröhrchen finden, in das sich die Streifen einführen lassen. Damit die Wärme gut auf den Bimetallstreifen übergehen kann, füllen wir das Röhrchen mit Speiseöl und hängen es an einem kleinen Drahtbügelhalter bis knapp unter seinen Rand in das zu kontrollierende Wasser.

Übrigens befinden sich in elektrischen Heizkissen auch kleine Bimetallstreifen als Schutzabschalter. Falls wir irgendwo ein altes, defektes Heizkissen bekommen, dessen Reparatur nicht mehr lohnt, können wir es zerlegen und einen der darin enthaltenen Bimetallschalter (es sind meistens zwei vorhanden) für unsere Zwecke verwenden. Er hat üblicherweise auch eine kleine verstellbare Kontaktschraube, mit der wir den Kontaktzeitpunkt auf die gewünschte Temperatur einstellen können. Allerdings funktionieren diese Heizkissen-Bimetallschalter in umgekehrter Weise: Beim Erreichen der vorgesehenen Temperatur öffnen sie ihren Kontakt; normalerweise ist er geschlossen. Zum Signalisieren der Temperatur eignet sich ein einfacher Klingelstromkreis dann weniger, aber wir können als Anzeigerät alle für Reißdrähte und entsprechende Wegnahmesicherungen bereits benutzten

Schaltungen (zum Beispiel Bild 64 oder 67) verwenden. Schließen wir dort einen Heizkissen-Bimetallschalter statt des Reißdrahtes oder Kontaktes an, so ertönt das Signal, wenn die Schalttemperatur des Bimetallschalters überschritten wird. Kombinieren wir unseren selbstgebauten Bimetallschalter mit diesen Schaltungen, löst das Unterschreiten der eingestellten Temperatur ein Signal aus.

Unsere Bimetallschalter können auch der Kontrolle von Zentralheizungen oder Ofenheizungen dienen, wenn wir sie dicht über dem Heizkörper oder in der Wärmeröhre des Ofens anbringen. In der Industrie werden sie oft auch als Brandmelder benutzt. Experimentell können wir diese Anwendung nachahmen, indem wir unseren selbstgebauten Bimetallkontakt über einer Kerzenflamme erhitzen; er darf dann aber keinen Schutzanstrich haben, denn Schutzüberzüge, besonders aus Lack und Alleskleber, sind sehr leicht brennbar!

### *Ein Universal-Signalbaustein*

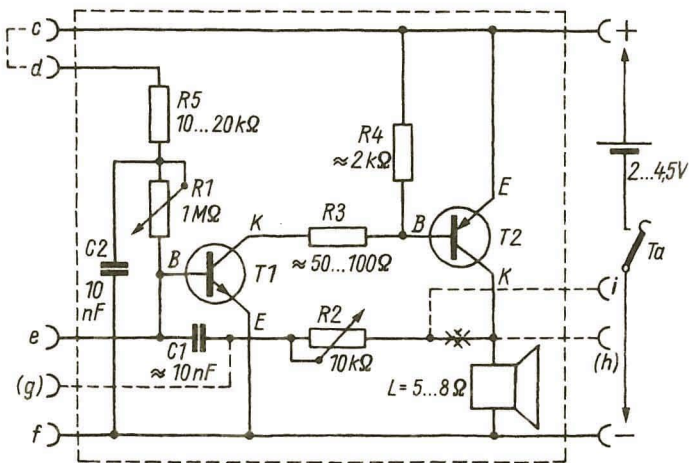
Viele interessante und nützliche Überwachungs- und Meldevorrichtungen lassen sich mit Hilfe elektronischer Bauteile verwirklichen. Wir wollen hier zunächst einen einfachen „Baustein“ beschreiben, den wir für die in den weiteren Abschnitten genannten Anwendungen und auch für die elektronische Notentafel im Kapitel 11 vielseitig einsetzen können. Deshalb wird dieser Baustein eine Anzahl von Anschlüssen haben, von denen je nach Verwendungszweck immer nur einige benutzt werden. Damit lassen sich Funktion und Verhalten des Bausteins ändern, ohne daß wir ihn jedesmal umbauen müssen.

Wir fertigen diesen Baustein am besten wieder auf der schon in früheren Kapiteln erwähnten Grundplatte aus starker Pappe an, die wir überall dort, wo wir Anschlußdrähte der Bauteile hindurchführen wollen, mit kleinen Löchern versehen. Die Bauteile verbinden wir dann



unterhalb der Pappe. (Auf sichere, feste Verbindungen achten, am besten löten! Vorsicht vor Kurzschlüssen, blanke Drähte isolieren und besonders auf Leitungskreuzungen achten!) Dadurch werden die Bauelemente bereits einigermaßen fest sitzen. Wo nötig, legen wir sie oberhalb der Pappe noch mit einigen Tropfen Alleskleber fest, sobald der Aufbau fertig ist und funktioniert.

Für die Pappe genügt eine Grundfläche von  $4\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ ; wer geschickt ist, kann den Baustein noch erheblich kleiner aufbauen. Ob wir ihn mit einem Gehäuse versehen (Plastdose oder Pappschachtel), und wenn ja, welche Form es bekommen soll, richtet sich nach dem jeweiligen



*C1* : je nach gewünschter Tonhöhe

*R2* : Tonhöhe fein

*R1* : Funktion siehe Beschreibung

Für Erprobung : c-d verbinden,  
i-h verbinden, e, f, g nicht  
anschießen

(Wenn Anschluß i vorgesehen wird,  
Verbindung ~~✕~~ weglassen!)

Bild 67

*T1* : npn-Siliziumtransistor

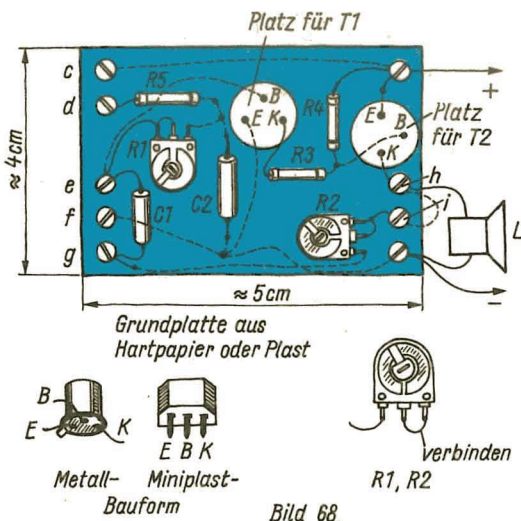
100... 600 mW

(Basteltyp, z. B. SF 121, SF 126,  
SF 216 o. ä.,  
auch Miniplasttyp)

*T2* : pnp-Germanium-Basteltyp

400 mW, z. B. GC 301 o. ä.





Verwendungszweck des Bausteins. Für die Anschlüsse der Leitungen – sie sind in allen folgenden Bildern mit Kleinbuchstaben (a...i) bezeichnet – verwenden wir am Rand der Grundplatte Schrauben mit Gegenmutter. Unter jeweils eine zweite Gegenmutter klemmen wir dann bei Bedarf die äußeren Anschlußleitungen.

Der Baustein ist seiner Funktion nach ein spezieller Tongenerator. Bild 67 zeigt die Schaltung (der Lautsprecher L ist zur besseren Übersicht mit innerhalb des Generators gezeichnet; praktisch wird er aber über die Klemmen h und – außen angeschlossen, wie die folgenden Bilder teilweise zeigen). Bild 68 bringt einen Vorschlag für eine mögliche Anordnung der Einzelteile auf der gelochten Grundplatte. Die punktiert gezeichneten Verbindungen verlaufen unterhalb der Pappe. Die Batterie (je nach Anwendung 2...4,5 V) wird stets bei + und – angeschlossen, eventuell je nach Verwendung über einen Taster oder Schalter Ta (Bild 67).

Als Lautsprecher nehmen wir einen der für Bastelzwecke

billig im Handel erhältlichen Kleinstlautsprecher für Transistorradios, dessen Widerstand mindestens  $5 \Omega$ , am günstigsten  $8 \Omega$  betragen soll. Die im Bild 67 punktiert gezeichneten Verbindungen zu den Anschlußklemmen g und i benötigen wir nur, wenn wir auch die im Kapitel 11 beschriebene elektronische Notentafel bauen wollen; dann wird R 2 rechts nur an i angeschlossen, und die punktiert durchkreuzte Verbindung entfällt. Falls wir die Notentafel nicht vorgesehen haben, können g, i entfallen, R 2 wird dann im Baustein direkt mit L und dem Kollektor K von T 2 verbunden.

Wir können den Baustein mit dem Lautsprecher L auch fest zusammenbauen, da er ohnehin immer gebraucht wird. Deshalb ist er im Bild 67 mit innerhalb des Bausteins angedeutet und in den späteren Bildern zum Teil nicht extra gezeichnet (dort gilt er dann als im Baustein vorhanden).

Zunächst bauen wir die Schaltung nach den Bildern 67 und 68 auf und erproben sie. Das muß mit Geduld und Sorgfalt geschehen. Diese Spezialschaltung ist zwar sehr vielseitig verwendbar und – wenn sie erst einmal arbeitet – auch sehr betriebssicher, doch ist sie erheblich von den Eigenschaften der verwendeten Transistoren abhängig, wie wir das zuvor schon bei ähnlichen Schaltungen erwähnt haben. Deshalb werden wir einige Widerstandswerte eventuell ausprobieren und etwas ändern müssen. Dazu einige Hinweise:

Zur ersten Erprobung ist der Lautsprecher angeschlossen; die Klemmen c–d werden verbunden, h–i ebenso (sofern Klemme i vorgesehen ist). Klemmen e, f, g bleiben offen. Nun werden R 1 und R 2 wechselseitig eingestellt, bis sich ein kräftiger Ton ergibt. Die Widerstände haben Einfluß auf die Tonhöhe und den Klangcharakter. Wir belassen beide etwa in der Mitte des Drehbereiches, in dem eine Tonerzeugung zustandekommt. Ist dieser Drehbereich sehr gering oder kommt trotz einwandfreier Verbindungen (nachprüfen!) gar kein Toneinsatz zustande, so können die Transistoren ungünstige Exemplardaten haben. Wir verän-

dern dann R 3 versuchsweise etwas im Wert (aber nicht weniger als  $30 \Omega$  für R 3 wählen!); möglicherweise ist für R 3 dann auch ein höherer Wert ( $200 \dots 500 \Omega$ ) notwendig. R 4 und R 5 sind dagegen im Wert ziemlich unkritisch. Für die Tonhöhe ist außer R 1 und R 2 vor allem C 1 ausschlaggebend. Diesen Kondensator können wir in weiten Grenzen ändern: kleinere Werte ergeben einen höheren Ton, bis zu hellem Pfeifen; größere Werte bewirken einen schnarrenden Ton (günstig für Signalanwendungen). Falls wir den Baustein später auch für die elektronische Notentafel verwenden wollen, wählen wir C 1 so, daß sich zusammen mit der Einstellung von R 1 und R 2 ein einigermaßen angenehmer Ton (dem Kammer-ton a' angenähert, Frequenz ungefähr 440 Hz) ergibt. Mit dem im Bild 67 für C 1 angegebenen Wert wird das in etwa erreicht. Für eine vielseitige Verwendbarkeit ist bei R 1 und R 2 ein möglichst großer Drehbereich, in dem ein Ton entsteht, bedeutsam. Beim Aufbau achten wir darauf, daß der Einstellwiderstand R 1 auch später noch zugänglich ist, denn je nach Anwendungszweck des Bausteins muß dieser Widerstand ab und zu nachgestellt werden.

Wir erproben den Generator am besten mit einer 4,5-V-Batterie. Wenn alles in Ordnung ist, muß er – notfalls durch geringes Nachstellen von R 1 – dann auch schon mit geringeren Batteriespannungen (ab etwa 2 V) arbeiten. Der kleine Baustein erzeugt einen recht kräftigen, weit hörbaren Ton und verbraucht sehr wenig Strom.

Wir können den fertigen Baustein bereits als Morse-Übungsgerät benutzen. Ta ist dann unsere Morsetaste. – Hier einige Anwendungsbeispiele für den Baustein:

#### Anwendung: Morseverbindung

Eine Morseverbindung in beide Richtungen benötigt zwei Morsetasten und einen zweiten Kleinstlautsprecher für die Gegenstelle. Damit wir wieder mit einer zweidräftigen

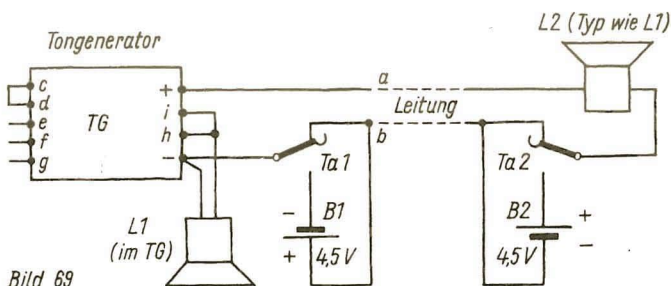


Bild 69

Leitung zur Gegenstelle auskommen, benutzen wir die Schaltung nach Bild 69. Als Morsetasten brauchen wir Umschalttasten, die wir, wie schon im Kapitel 3 beschrieben, selbst bauen (Bild 24).

Morsetaste Ta 1 und Batterie B 1 gehören zusammen mit dem Tongeneratorbaustein TG zu unserer Morsestelle. (Den Tongeneratorbaustein werden wir hier wie in den folgenden Anwendungsbeispielen nur noch als Baustein mit seinen Anschlußbezeichnungen darstellen; im Baustein TG befindet sich also stets die Schaltung nach Bild 67.) Die Gegenstelle besteht aus Ta 2, ihrem Lautsprecher L 2 (wir verwenden den gleichen oder einen ähnlichen Typ wie im TG als L 1 benutzt) und Batterie B 2. Beim Anschluß der Batterien Polung beachten! Sie ist in der Gegenstelle umgekehrt! B 1 liegt mit Plus an Leitung b, B 2 mit Minus an Leitung b. Betätigen wir eine der Tasten, wird der Ton in beiden Lautsprechern hörbar. Arbeitet der TG hierbei nicht sofort, kann das am zusätzlichen Einfluß von L 2 liegen. Eventuell muß dann R 1 im TG etwas nachgestellt werden.

#### Anwendung: Feuchtemelder

Der Baustein eignet sich gut zum Nachweis geringer Feuchte. Bild 70 zeigt die Anschlußweise für einen Feuchtemelder (der Lautsprecher ist hier nicht eingezeich-



net; er befindet sich im TG oder außen an dessen Anschlüssen h, -). Das Prinzip ist einfach: In einem beliebigen kleinen, mit Wasser gefüllten Behälter sind voneinander isoliert zwei Graphitminen eingesetzt, die in das Wasser tauchen (Graphit aus weichen Bleistiften eignet sich dafür sehr gut; gegenüber Metallelektroden haben sie den Vorteil, vom Wasser nicht angegriffen zu werden; für Versuche tun es aber auch zwei Kupferdrähte). Solange das Wasser eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den Graphitelektroden herstellt, schweigt der Lautsprecher. Fehlt das Wasser oder reichen die Minen nicht mehr bis in die Flüssigkeit, wird das Tonsignal ausgelöst.

Der Stromverbrauch ist bei fehlendem Ton sehr gering; eine Taschenlampenbatterie ermöglicht mehrere hundert Stunden Dauerbetrieb! Ein weiterer Vorteil: Der Stromfluß zwischen den Graphitminen bleibt äußerst gering, wodurch sonst mögliche Auswirkungen auf die Flüssigkeit hier nicht zu befürchten sind. Deshalb und weil schon geringe Feuchte den Ton verstummen läßt, eignet sich diese Einrichtung gut als Pflanzenwächter (Bild 70, unten): Die

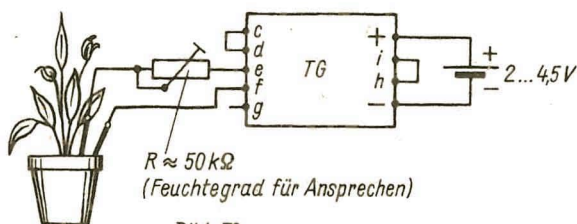
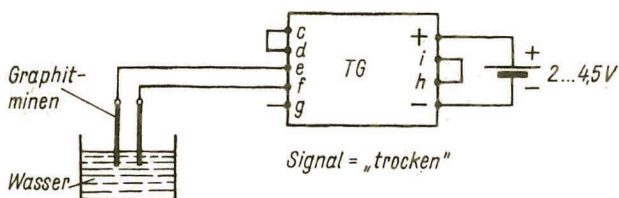


Bild 70

beiden Graphitminen werden etwa 20 mm voneinander entfernt tief in die Erde eines Blumentopfes oder Blumenbeetes gesteckt. Damit das Gerät nicht erst anspricht, wenn die Pflanze schon vertrocknet ist, sondern bereits bei einer geringen Restfeuchte, ist zusätzlich ein Einstellwiderstand R vorgesehen, den wir am Anschluß e des TG anbringen. Ihn stellen wir so ein, daß der Tongenerator noch schweigt, wenn die Pflanze normal feucht ist, der Ton aber schon einsetzt, wenn die Erde das für die Pflanze kritische Maß an Trockenheit erreicht hat.

Wichtig für die Funktion: Zuerst R 1 im TG so einstellen, daß der TG bei ausreichend feuchter Erde schweigt! Erst danach wird R (Bild 70, unten) eingestellt, falls der Generator bei zu trockener Erde noch nicht ertönt.

Die Schaltung nach Bild 70 kann übrigens auch für mehrere Blumentöpfe verwendet werden und in der Anordnung von Bild 70, oben, auch für Hydrotöpfe. Bei der Mehrfachanwendung werden die Elektroden jedes Topfes in Reihe geschaltet – von der Elektrode des ersten Topfes zum nächsten, von dessen zweiter Graphitmine weiter zum dritten Topf und so weiter, die „äußeren“ Minen des ersten und letzten Topfes werden dann wie im Bild 70 angeschlossen.

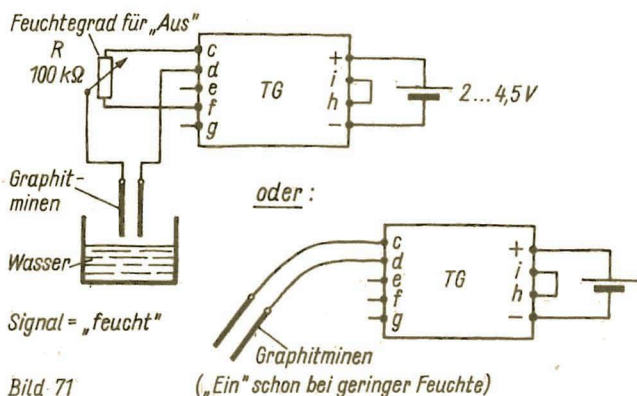
#### Anwendung: Reißdraht- und Wegnahmesicherungen

Die Eigenschaft, daß beim Unterbrechen der Verbindung e–f am TG der Ton einsetzt, können wir auch für Reißdraht- oder Wegnahmesicherungen und ähnliche Signalisierungen anwenden. Der Reißdraht oder die entsprechenden Kontakte (zum Beispiel nach den Bildern 62 oder 63) werden dann bei e und f angeschlossen.

## Anwendung: Wasserstandmelder

Soll ein bestimmter Wasserstand signalisiert werden – zum Beispiel in der Badewanne, um ein Überlaufen zu vermeiden –, gilt die Anschlußweise nach Bild 71. Dabei trennen wir die sonst immer vorhandene Verbindung c–d auf und schließen an dieser Stelle die Elektroden an (je nach Anwendungszweck Graphitminen, Kontakte oder dergleichen), Klemmen e–f–g können dabei frei bleiben (Bild 71, unten). Dann allerdings reagiert das Gerät schon bei sehr geringer Feuchte; die Berührung der Elektroden mit dem leicht angefeuchteten Finger genügt, um das Tonsignal auszulösen. Voraussetzung ist auch hier wieder die richtige Einstellung von R 1 im TG (Bild 67); sie wird eventuell etwas anders sein als die bei den Anwendungen nach Bild 70 gefundene.

Wir installieren den Wasserstandmelder, indem wir die durch ein kleines Plastisolierstück gehaltenen Graphitelektroden kurz vor dem oberen Rand der Wanne befestigen. Damit nicht bereits ein einzelner verspritzter Wassertropfen, Dampf oder Kondenswasser das Signal auslösen, verwenden wir einen zusätzlichen Einstellwiderstand (R im Bild 71, oben; Bauform wie R 1 im TG), den



wir direkt an den Klemmen c und f des TG anordnen. Die Elektroden werden nun zwischen den Mittelanschluß von R und der Klemme d angeschlossen. R (Bild 71) und R 1 im TG (Bild 67) stellen wir wechselseitig ein, bis der Tongenerator nur dann Signal gibt, wenn die Elektroden wirklich Berührung mit dem zu kontrollierenden Wasserspiegel haben.



## 11. Elektronische Musik

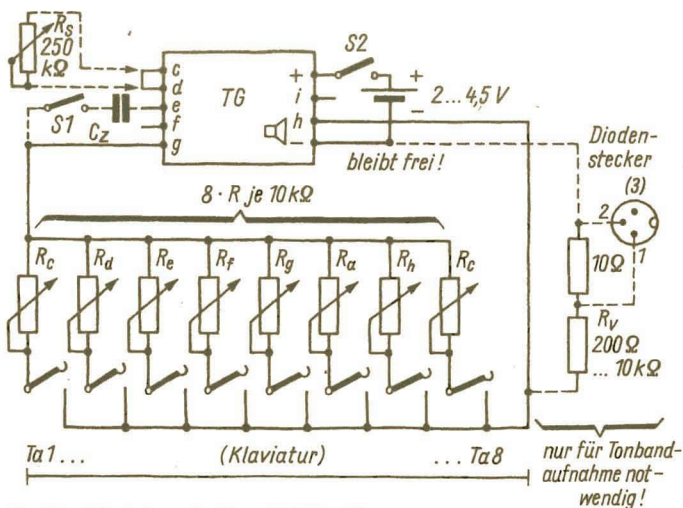
### *Die Elektronenorgel*

Im Kapitel 10 haben wir den Bau eines Universal-Signalbausteins für Tonerzeugung beschrieben (Bilder 67 und 68). Dieser Tongenerator TG hat den Vorteil, daß sich seine Tonhöhe ohne Schwierigkeit ändern läßt. Für die acht Grundtöne einer Oktave gelingt das schon durch Regulierung des Widerstands R 2 (Bild 67). Wenn wir R 2 aus dem Baustein herausverlagern und mehrfach vorsehen, können wir auf recht einfache Weise das Grundmodell einer „elektronischen Orgel“ gewinnen. Freilich hat ihr Klang nichts mit einer Orgel oder einem anderen Musikinstrument üblicher Art gemeinsam. Er hört sich aber recht originell an und genügt vollauf für das Zustandebringen einfacher Melodien.

Haben wir den Baustein TG aufgebaut und uns von seiner einwandfreien Funktion überzeugt, können wir ihn zu einer einfachen „Orgel“ erweitern, wie Bild 72 zeigt.

Die Verbindung h-i am TG wird jetzt aufgetrennt (der Lautsprecher ist im oder am TG wie gewohnt angeschlossen, vergleiche Bild 67!) und im TG der Widerstand R 2 dadurch stillgelegt. Ihn sehen wir jetzt außerhalb des TG vor, und zwar achtfach, entsprechend den acht vorgesehenen Grundtönen. Die Aufgabe von R 2 im TG übernimmt jetzt – je nachdem, welche „Klaviatur“-Taste (Ta 1 . . . 8) wir drücken – einer der Widerstände Rc . . . Rh, Rc. Alle im Bild 72 punktiert gezeichneten Verbindungen sowie S 1, Cz, Rs lassen wir zunächst einmal weg; ihr Zweck wird später erklärt.

Für die Klaviatur schrauben wir acht einfache kleine Puppenstuben-Klingelknöpfe nebeneinander. Wir können uns aber auch eine echte Tastatur selbst herstellen, indem wir sie aus einem alten Spielzeuginstrument ausbauen und unter den Tasten kleine Federblechkontakte anbringen,



Im TG: R2 wirkungslos (Anschluß i frei!)

C1: Tonhöhe grob (Oktave)

R1: Tonhöhe fein (dabei  $R_S$  in Mittelstellung)

Nachstimmen:  $R_S$     Einzeltonstimmen:  $R_C \dots R_h$

S1,  $C_Z$ : Oktave wechseln ( $C_Z \approx 10 \dots 33 \text{ nF}$  je nach Tonhöhe)

Bild 72

oder wir verwenden – sehr günstig – Weichenstell-tasten von Modelleisenbahnen, die es unter anderem auch achteilig zu kaufen gibt. Wir wählen eine Ausführung mit großflächigen Tasten, die äußerlich einer Klaviatur ähnlich ist. Drückt man eine der Tasten, so wird der zugehörige Einstellwiderstand an den TG statt des dortigen R 2 angeschlossen. Damit setzt die Tonerzeugung ein. Wir stellen nun die Widerstände  $R_c \dots R_h$ ,  $R_c$  (dazu verwenden wir ebensolche Kleinstpotentiometer wie für R 2 im TG) nach Gehör etwas verschieden ein, so daß die Tonhöhe bei jeder Taste verschieden ist. Durch sorgfältiges Einstellen wird unsere „Orgel“ Taste für Taste und Ton für Ton „gestimmt“. Voraussetzung ist allerdings, daß wir die Tonhöhe erst einmal mit R 1 im TG (notfalls sogar

durch Ändern des dortigen C 1) ungefähr im richtigen Bereich haben, sonst reicht der Einstellbereich bei den ersten oder letzten Reglern unserer Klaviatur nicht mehr aus!

Weil die Tonhöhe auch etwas vom Alter der Batterie abhängt und ein klein wenig sogar von der Temperatur der Umgebung, erscheint es zweckmäßig, wenn wir zusätzlich eine Möglichkeit vorsehen, die ganze Tonlage unseres Instrumentes zu verschieben. Wir brauchen dann nicht jedesmal alle Tastaturregler einzeln nachzustellen. Hierfür können wir am TG die Verbindung c-d auftrennen und dort einen Einstellwiderstand  $R_s$  (punktiert gezeichnet) anschließen. Für ihn verwenden wir ein normalgroßes Potentiometer mit Drehachse und passendem Einstellknopf, das wir im Gehäuse unserer Orgel neben die Tastatur montieren, so daß wir die Tonlage des ganzen Instrumentes jederzeit nachstellen können. Die Einzeltöne ändern sich untereinander kaum, wenn die Batterie altert. Es ist lediglich  $R_s$  an unserer Orgel von außen zugänglich, an die einzelnen Tasten-Regler und an R 1 im TG brauchen wir nicht mehr heranzugehen, wenn das Instrument einmal richtig gestimmt wurde.

Noch zwei weitere Ergänzungen können wir wahlweise vorsehen: Wenn wir einen Schalter S 1 anordnen, mit dem sich zwischen den TG-Klemmen e und g ein Hilfskondensator  $C_z$  anschließen läßt, dann können wir beim Spielen sogar die Oktave wechseln! Wenn S 1 geschlossen ist, spielt das Instrument gegenüber seiner ursprünglichen Stimmung insgesamt eine Oktave tiefer. Damit haben wir alle notwendigen Töne beisammen, um einfache Melodien spielen zu können. Wer das ernsthaft betreiben will, dem sei dazu noch ein Tip gegeben:

Die für kritische Ohren ausreichend genaue Umschaltung auf eine Oktave tiefer klappt (ohne das beim Spielen lästige Nachstellen von  $R_s$ , wenn S 1 umgeschaltet wurde) nur dann, wenn der Wert von  $C_z$  exakt dem Wert des für C 1 im TG eingesetzten Kondensators entspricht.  $C_z$  muß also



genau gleich C 1 sein. Leider haben handelsübliche Kondensatoren immer gewisse herstellungsbedingte Toleranzen; diese kleinen Wertabweichungen sind schon als ungenaue Tonlage merkbar. Man kann das mit Rs ausgleichen, aber wenn wir einen weiteren Einstellregler aufwenden und ihn zwischen S 1 und Cz einschalten, lassen sich mit ihm die Kondensatortoleranzen ausgleichen. Dieser (nicht eingezeichnete) Einstellregler zwischen S 1 und Cz (Wert etwa 1 . . . 5 k $\Omega$ ) wird einmalig so eingestellt, daß der Ton beim Schließen von S 1 (ohne Nachstellen von Rs) tatsächlich exakt eine Oktave tiefer liegt.

Schließlich ist im Bild 72 noch eine Ergänzung angegeben, die es gestattet, unsere selbstgespielten Melodien auf Tonband aufzunehmen, sogar ohne Mikrofon, weil wir ja elektrische Schwingungen erzeugen, die erst unser Lautsprecher im TG hörbar macht. Wir greifen die elektrischen Schwingungen unseres Generators parallel zum Lautsprecher ab, also zwischen den Klemmen – und h am TG, und führen sie über Anpaßwiderstände einem Diodenstecker zu. Dieser Stecker (Bild 72, rechts) wird über ein kurzes Stück handelsüblichen Diodenkabels angeschlossen; in unserem Fall genügt bei Leitungslängen bis zu etwa 1 m sogar normale Litze, wie wir sie für Schwachstromleitungen verwenden. Sie muß nicht unbedingt abgeschirmt sein. Einen zu allen Tonbandgeräten passenden Diodenstecker erhalten wir im Handel; seine Leitung muß angelötet werden. Den Wert des Widerstandes Rv probieren wir aus, er hängt vom Typ des Tonbandgerätes ab und davon, ob wir an diesem den Anschluß für Mikrofon oder den für Rundfunkgeräte benutzen; beides ist mit passend ausprobiertem Rv möglich. Rv ist richtig bemessen, wenn wir unseren Orgelton am Tonbandgerät mit annähernd normaler Aussteuerung aufnehmen können, also etwa in der Stärke wie Rundfunksendungen. Übrigens können wir das Tonbandgerät nicht beschädigen, wenn wir es mit unserer Orgel verbinden, auch dann nicht, wenn wir etwas falsch



gemacht haben. Schlimmstenfalls kommt keine Aufnahme zustande.

Das vom Diodenstecker kommende Kabel (im Stecker die Stifte 1 und 2 benutzen, Stift 3 bleibt frei; Lage wie im Bild 72 gezeichnet – von hinten auf Lötösen des Steckers gesehen) führt in das Gehäuse unserer Orgel, wo auch  $R_v$  und der  $10\text{-}\Omega$ -Widerstand untergebracht sind.

Solche Basteleien sind keine bloße Spielerei, denn das Gerät eignet sich gut für musikalische Übungen, und Tonbandaufnahmen ermöglichen die Eigenkontrolle. Dieses elektronische Instrument ist freilich kein Objekt für Bastelanfänger, wer aber schon einige einfachere Geräte aus diesem Buch erfolgreich nachgebaut hat, kann sich getrost an sein kleines Meisterwerk, die Orgel, wagen. Auch die Sparbüchse wird dabei nicht hoffnungslos überfordert: Alle Teile (Material der Bilder 67 und 72) kosten – wenn wir auf die verbilligten Bastlerbauteile zurückgreifen – kaum mehr als 25 bis 30 Mark. Dabei ist zu bedenken, daß sich der TG vielseitig verwenden läßt; im Kapitel 10 sind eine Reihe von Möglichkeiten genannt, und eine weitere, die „elektronische Notentafel“, wollen wir anschließend vorstellen. Es handelt sich dabei um eine Abwandlung unserer Orgel.

Zuvor einige Aufbauhinweise zur Orgel: Den TG-Baustein haben wir als kleine Baugruppe vor uns. Wir bauen oder beschaffen uns nun ein kleines flaches oder pultförmiges Gehäuse, das auf dem Tisch stehen kann und auf dessen Oberseite wir die Tastatur anbringen. Sie bestimmt die Gehäusegröße. Darüber finden  $R_s$  und – wenn vorhanden –  $S_1$  ihren Platz; auch den Batterie-Einschalter  $S_2$  wollen wir nicht vergessen. Im Gehäuse ist dann genug Platz für den TG und die Batterie sowie für eine kleine Montageleiste, auf der direkt unter der Tastatur die Einstellwiderstände  $R_c \dots R_h$ ,  $R_c$  angeordnet werden. Sie sind zum Stimmen der Orgel durch die abnehmbare Bodenplatte zugänglich. Für den TG-Lautsprecher sehen wir an der Gehäuseseite eine kleine verkleidete Schallöffnung vor.

Zweierlei ist allerdings wichtig, wenn wir Freude an unserem Instrument haben wollen: Zuverlässige Verbindungen (das bedeutet: wenn irgend möglich, nur Lötverbindungen) und möglichst kurze Leitungsführungen. Vor allem die Leitungen von Klemme h zu den Tasten und von diesen zu den Einstellreglern und zurück zu Klemme g des TG halten wir sehr kurz, ebenso die Verbindungen zu Cz, S I und Rs. Die Anschlüsse am TG sollten wir aber vielleicht auch dann, wenn wir alle Verbindungen in der Orgel und im TG löten, als Klemmschrauben vorsehen; dann bleibt der TG jederzeit herausnehmbar und auch für andere Zwecke verwendungsfähig.

### *Die elektronische Notentafel*

Die „elektronische Notentafel“ ist besonders für Notenübungen geeignet und auch als lustiges kleines Spielzeug verwendbar. Sie funktioniert wie die Orgel, aber statt der Klaviatur verwenden wir jetzt metallene „Notenlinien“ und metallene Notensymbole, die wir mit einem Zeigestock antasten. Bild 73 zeigt die Ausführung. Als Notentafel verwenden wir ein Grundbrett beliebiger Größe, das wir stramm mit Kupferdrähten oder besser noch mit Bronzedrähten als Notenlinien bespannen. Diese Drähte werden jeweils an einem Ende mit einem zu dem betreffenden Ton gehörenden Einstellregler für das einmalige Stimmen verbunden. Die acht zugehörigen Einstellregler (sie entsprechen den Reglern Rc . . . Rh, Rc im Bild 72) finden hinter der Tafel Platz. Die Enden der Notenlinien-Drähte führen wir durch die Tafel zu ihnen nach hinten. Außerdem fertigen wir aus einer Stricknadel, die wir mit einem kleinen Holzgriff versehen und bis kurz vor die Spitze mit Isolierschlauch überziehen, einen Zeigestock oder Griffel und schließen ihn über eine genügend lange, bewegliche Litze, die wir an der Tafel rechts unten zugentlasten, an Klemme h des TG an. Der

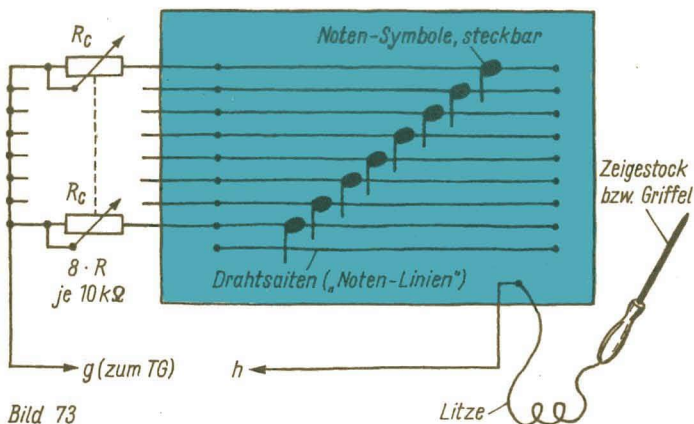


Bild 73

TG selbst kann mit allen übrigen Teilen (entsprechend der Schaltung von Bild 72) ebenfalls hinter der Tafel befestigt werden. Sobald wir jetzt mit der Griffelspitze eine Notenlinie oder ein Notensymbol berühren, wird der entsprechende Stromkreis geschlossen; das entspricht genau dem Schließen einer der Tasten  $Ta_1 \dots Ta_8$  im Bild 72.

Unter die Saiten der Notentafel legen wir ein Notenblatt, auf dem die zu spielende Melodie aufgezeichnet ist. Berühren wir die Notenlinie an der Stelle, wo eine Note eingezeichnet ist, erklingt der zugehörige Ton.

Eine andere Möglichkeit: Wir fertigen aus leichter Pappe mit aufgeklebter Aluminiumfolie einzelne Notensymbole und klemmen sie hinter die gespannten Notenlinien. Man kann dann mit dem Griffel die Noten direkt antasten. Diese Variante ist im Bild 73 dargestellt.

## 12. Allerlei Originelles

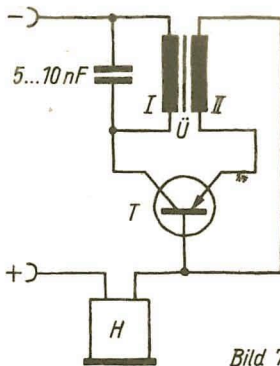
### *Strom aus dem Rollmops*

Dies ist kein Scherz – man kann tatsächlich mit einem Rollmops oder sauren Hering Strom erzeugen! Auch Äpfel und Zitronen sind geeignet, wirksam ist jeweils die darin enthaltene Säure. Allerdings sind die damit erreichbaren Ströme sehr, sehr schwach. Lämpchen oder andere brauchbare Objekte kann man damit nicht betreiben. Die winzigen Strommengen reichen aber aus, einen Transistor zur Funktion zu bringen. Wir bauen uns daher zunächst einmal einen Transistorsummer, der imstande ist, schon mit extrem geringen Spannungen und Stromstärken zu arbeiten.

Bild 74 zeigt die Schaltung dieses empfindlichen Summers. Bei + und – wird die Stromquelle angeschlossen. Der Summer besteht nur aus einem Transistor T (jeder beliebige Germanium-Basteltransistor eignet sich, der Typ ist ganz unkritisch) und einen Übertrager  $\dot{U}$  sowie dem Ohrhörer H. Für den Hörer wählen wir die kleinen Ohrhörer, wie sie als Zubehör für Taschenradios zu haben sind, oder irgend einen anderen Hörer; sogar eine Telefonhörkapsel genügt. Der Übertrager  $\dot{U}$  soll ein möglichst kleiner NF-Übertrager sein; es eignen sich alle Bauarten mit einem Übersetzungsverhältnis zwischen 1:3 und 1:10. Dabei wird die Wicklung mit der höheren Windungszahl für I (Bild 74) angeschlossen, die mit der niedrigeren Windungszahl für II. Die richtige Polung beider Wicklungen wird ausprobiert (Probetrieb des Summers ist mit einer 1,5-V-Batterie möglich). Unter anderem können Übertrager aus alten Telefonen verwendet werden, ebenso die bekannten Kleinstübertrager für Transistorradios (K 20, K 30, K 21, K 31).

Wie hoch man die Empfindlichkeit für sehr geringe Ströme treiben kann, hängt außer von der Qualität des Transistors





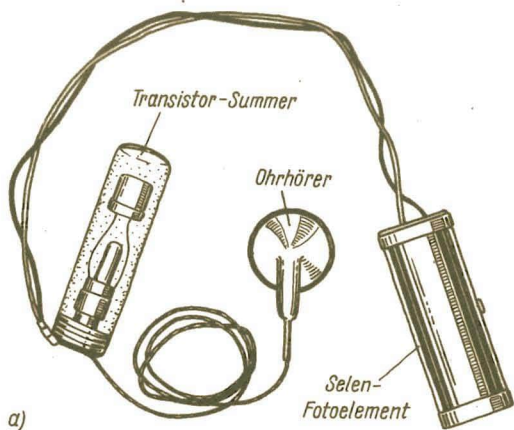
- T: beliebig, Germanium-  
Transistor 50...150 mW*
- Ü: Übertrager  $\approx 1:5$   
(K20, K21, 5K10 u.ä.)*
- H: Ohrhörer oder Kopfhörer*

Bild 74

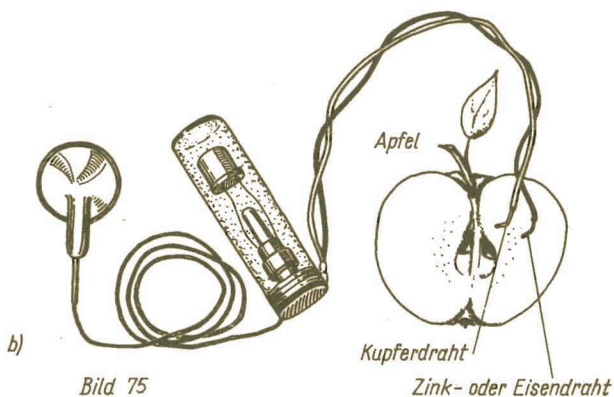
allerdings auch von der besonderen Eignung des Übertragers ab, doch ungewöhnlich gute Ergebnisse sind für unsere Zwecke nicht notwendig. Das Versuchsmuster für dieses Buch wurde mit einem Übertrager vom Typ K 20 erprobt; die damit erreichten Werte geben eine kleine Vorstellung davon, mit welcher geringen Energien ein Transistor auskommt: Es arbeitete bereits mit einer Spannung von nur 0,1 V und nahm dabei nur 0,000 01 A Strom auf, ein Hundertstel Milliampere! Das entspricht einem Leistungsverbrauch von einem Millionstel Watt. Im Hörer wird dabei schon ein erstaunlich kräftiger Summton hörbar.

Der Kondensator an Wicklung I ist übrigens nicht unbedingt erforderlich, er ergibt nur einen etwas angenehmeren Summton. Die wenigen Bauteile finden bequem in einem Tablettenröhrchen Platz, und auf den Korkstopfen kann man den Übertrager aufkleben, an dem der Transistor befestigt ist.

Für die Stromversorgung dieses kleinen Summers gibt es nun einige originelle Möglichkeiten: Zunächst kann man den Summer durch eine „Sonnenbatterie“ speisen. Dazu nehmen wir ein Selen-Fotoelement, das wir zum Beispiel aus einem alten, defekten Foto-Belichtungsmesser ausbauen oder das wir käuflich erwerben. Die richtige



a)



b)

Bild 75

Zink- oder Eisendraht

Anschlußpolung probieren wir aus. Bereits das Licht eines trüben Tages reicht aus, im Hörer einen Summton zu erzeugen. Damit haben wir zugleich experimentell bewiesen, daß das Licht eine Kraft ausüben kann: Die Membran im Hörer wird ja in mechanische Schwingungen versetzt, die wir als Summen wahrnehmen, und die Antriebsenergie dafür liefert das Licht, das vom Selenelement in elektrischen Strom verwandelt wird. Der Transistor bewirkt eine periodische Stromunterbrechung, deshalb

schwingt die Membran im Hörer. Dieser mit „kosmischer Energie“ gespeiste Generator wäre demzufolge unbegrenzt lebensfähig und würde – sich selbst überlassen – auch in 50 oder 100 Jahren noch summen!

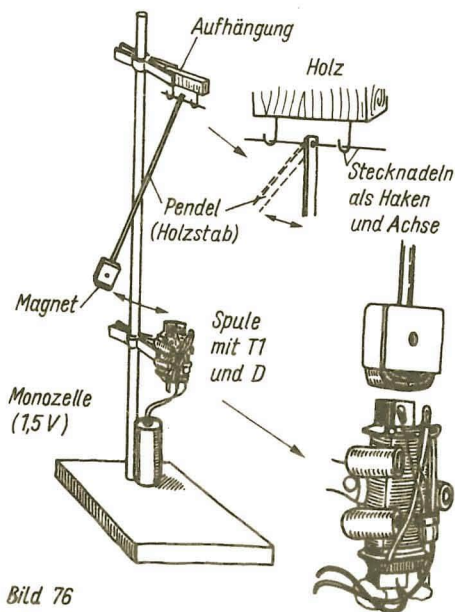
Bild 75a zeigt den Betrieb des kleinen Summers mit einem Selen-Fotoelement, dessen Energieabgabe übrigens in diesem Fall nicht größer ist als die elektrische Energie, die bei jedem Herzschlag im Herzmuskel entsteht!

Hier einige originellere Methoden, geringe, für unseren Summer aber schon ausreichende Ströme zu erzeugen: Wir stechen in einen Apfel zwei Elektroden ein – einen Kupferdraht und einen Zink- oder Eisendraht; das Kupfer ist der Pluspol dieser „Apfel-Batterie“. Unreife oder saure Äpfel sind besonders geeignet, und mit einer Zitronenscheibe statt des Apfels beginnt der Summer sogar recht kräftig zu schnarren. Weitere Ersatzmöglichkeiten für ungewöhnliche „galvanische Batterien“ sind Essig- oder Zitronenwasser, jeweils mit Kupfer und Zink oder Eisen als Elektrodendrähte. Verwenden wir als Pluspol einen Kohlestift (Bleistiftmine) und als Minuspol einen Streifen Zinkblech, so genügt sogar schon etwas Selterswasser. Schließlich können wir auf ein Stück Zinkblech einen Rollmops oder sauren Hering legen und ihn mit einem Kohlestift (dicke Bleistiftmine oder Kohlestab aus einer alten Batterie) berühren; daß unser Summer auch dabei kräftige Töne von sich gibt, wird unseren Freunden wie Zauberei vorkommen.

## Das geheimnisvolle Pendel

Wir bauen ein Pendel, das durch eine Batterie bewegt wird, aber ohne Motor und Kontakte – überhaupt ohne einen erkennbaren Antrieb. Für Nichtfachleute ist sein Anblick ziemlich verblüffend, daher eignet sich das Pendel gut für kleine „Zaubervorstellungen“.

Der Antrieb erfolgt elektromagnetisch. Bild 76 zeigt den Aufbau. Das Pendel ist ein einfacher Holzstab (eventuell Besenstiel) von beliebiger Länge (jedoch nicht kürzer als 10 cm), das mit einer Stecknadel als Achse versehen und an zwei gebogenen Stecknadeln aufgehängt wird. Wichtig ist nur, daß diese Aufhängung möglichst leicht beweglich ist, also eine geringe Reibung aufweist. Am unteren Pendelende kleben wir einen kleinen Permanentmagneten (Maniperm-Scheibenmagnet) an oder auch einen Stab-





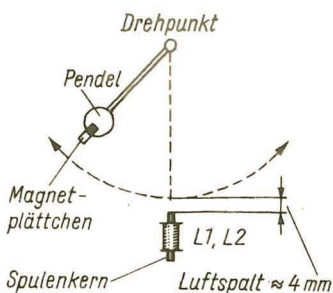


Bild 77

magneten. Maniperm-Scheiben etwa in Größe eines Zehnpfennigstückes sind gut geeignet. Unter dem Pendel ordnen wir eine Spule mit senkrecht stehender Achse fest an, deren Spulenkern vom Magneten des ruhig hängenden Pendels nur etwa 2...4 mm Abstand haben soll. Den besten Abstand probieren wir aus; mit einem kräftigeren Magneten erreichen wir erheblich größere Abstände, was aber für diese Pendelform nicht so wichtig ist wie für die später beschriebene Abwandlung. Bild 77 zeigt diese Anordnung noch einmal schematisch.

Der Antrieb besteht aus der Spule und der Transistorschaltung (Bild 78). Als Transistor T 1 eignet sich jeder kleine Germanium-Basteltransistor (Siliziumbauelemente sind hier ungeeignet!). Als Diode D nehmen wir eine beliebige Germaniumdiode für 0,1 oder 1 A (alle GY-Typen und ähnliche Germanium-Basteltypen sind verwendbar). Beide Bauelemente können direkt an der Spule befestigt werden. Als Antrieb reicht – je nach Abstand zwischen Spule und Pendel sowie Stärke des Magneten – schon eine kleine 1,5-V-Batterie aus; wir können aber auch 4,5 V benutzen. Eine 1,5-V-Monozelle ergab beim Versuchsmuster eine ununterbrochene Betriebszeit von fast einem Jahr (!); danach fiel das Pendel herab, weil die Stecknadel-Aufhängung durchgeschliffen war.

Die Spule soll einen offenen Stabkern und zwei Wicklun-

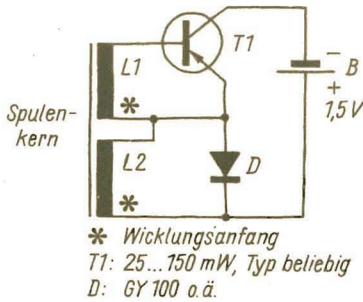


Bild 78

gen haben, L 1 und L 2; jede Wicklung hat etwa 1200 Windungen. Deshalb können wir diese Spule kaum selbst wickeln, wer aber über sehr dünnen Draht, eine Garnrolle und viel Geduld verfügt, kann es versuchen. Als Kern dafür nimmt man am besten ein Bündel Eisendraht, zum Beispiel Blumenbindendraht. Besser jedoch, wir nehmen einen alten Telefonübertrager, auf dem stets mindestens zwei geeignete Wicklungen sind (Polung eventuell ausprobieren, wenn Wicklungsanfang nicht angegeben!) und von dem wir eine Kernhälfte einfach abschrauben, so daß in der Spule ein Stabkern übrigbleibt. Man kann auch einen Transistor-Kleinübertrager nehmen – zum Beispiel Ausgangsübertrager vom Typ K 21 oder K 31, deren Lautsprecherwicklung nicht benutzt wird –, wenn man dessen Kern vorsichtig auseinandernimmt und die Kernbleche einseitig so einlegt, daß der Kern nach einer Seite hin offenbleibt. Beim Zusammenbau aller Teile achten wir auf die richtige Polung der Diode (siehe dazu Bild 19), der Batterie und auch des Transistors, dessen Anschlüsse wir schon in vielen Bildern gesehen haben. Das Pendel schwingt nicht von selbst an. Wir müssen es anstoßen – dann aber tritt sein Magnet in Wechselwirkung mit der Spule, und diese verleiht dem Pendel jedesmal, wenn es sich der Spule nähert, einen magnetischen

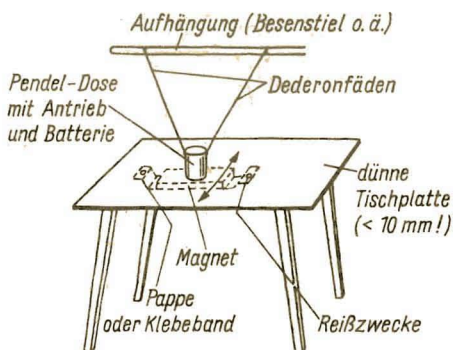
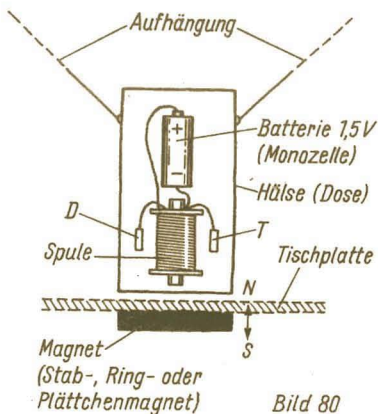


Bild 79

„Schubs“, so daß es weiterschwingt. Dabei ist der richtige Abstand zwischen Spulenkern und Pendelmagnet wichtig; das Pendel schwingt sonst zu weit aus oder bleibt wieder stehen.

Das „Zauberpendel“ läßt sich nach dem gleichen Prinzip auch noch in einer anderen Variante ausführen, denn es ist gleichgültig, ob der Magnet schwingt und Spule mit Batterie stillstehen oder ob der Magnet stillsteht und der Antriebsmechanismus am Pendel schwingt. Wir können also in eine kleine, am besten runde Plastdose die Spule mit Batterie, T 1 und D unterbringen und diese an einem Pendel oder an zwei Fäden aufhängen; zwei Fäden sind notwendig, damit das Pendel nur in einer Richtung schwingen kann. Bild 79 zeigt eine solche Anordnung, Bild 80 skizziert die Lage der Teile in der pendelnden Dose. Wenn die Dose undurchsichtig ist, sieht sie ganz harmlos aus. Wir brauchen dann nur einen Magneten unter sie zu legen, und schon bleibt sie, einmal angestoßen, in Bewegung!

Wenn wir die Aufhängefäden sehr lang machen, ergibt sich eine geheimnisvoll langsame und weitausholende Schwingbewegung. Der unauffällige Magnet kann auch noch versteckt, zum Beispiel an der Unterseite der Tischplatte befestigt werden. Dadurch entsteht aber zwangsläufig ein



unangenehm großer Abstand zwischen Pendel und Magnet; wir brauchen dann einen kräftigen Magneten (Ringmagnet aus einem alten, defekten Lautsprecher, dessen stählerner Mittelbolzen entfernt werden muß) und notfalls auch eine 4,5-V-Batterie.

### *Punktschweißen*

Wir können mit unseren Mitteln keine echte, dauerhafte Punktschweißverbindung herstellen, das wäre auch zu gefährlich. Das Prinzip der Punktschweißung läßt sich jedoch als Experiment recht eindrucksvoll vorführen. Wir müssen dafür einen kräftigen (aber natürlich ganz ungefährlichen) elektrischen Funken erzeugen. Dies geschieht durch einen kurzen kräftigen Stromstoß, indem wir einen ausreichend großen Kondensator entladen. Bild 81 zeigt den Aufbau.

Wir verwenden einen Elektrolytkondensator (Elko) mit einer Kapazität von mindestens  $1000 \mu\text{F}$  für mindestens 10 V. Elkos dieser Größe sowie höherer Kapazitäten gibt es außer in Rollen- auch in Becher-Bauform. Diese haben



Schraubgewindebefestigung und nur einen Lötanschluß – den Pluspol. Der Minuspol ist in diesem Fall das Gehäuse. Im Bild 81 sind beide Bauformen dargestellt. Als Betriebsspannung nehmen wir – damit der Effekt ausreichend kräftig ausfällt – 9 V. Unsere „Punktschweißelektroden“ sind zwei spitze Steck- oder Nähnadeln. Den „Schweißversuch“ führen wir auf möglichst dünner blanker Aluminiumfolie (Haushalt-Alufolie, Verpackung von Schokoladentafeln oder Zigaretten) durch. Zunächst schließen wir die Batterie an; dabei wird der Elko über die Lampe, die hier als Widerstand dient und einen Batterie-Kurzschluß verhindern soll, aufgeladen. Wenn wir nun die beiden Nadelspitzen auf die Alufolie aufsetzen, entsteht unter der Nadelspitze durch die plötzliche Entladung des Elkos ein recht ansehnlicher und hörbar knisternder oder leise knallender Funke. Er ist ganz ungefährlich, reicht aber aus, um die Stecknadelspitze mit der Alufolie zu verschweißen. Wir merken diese Haftung

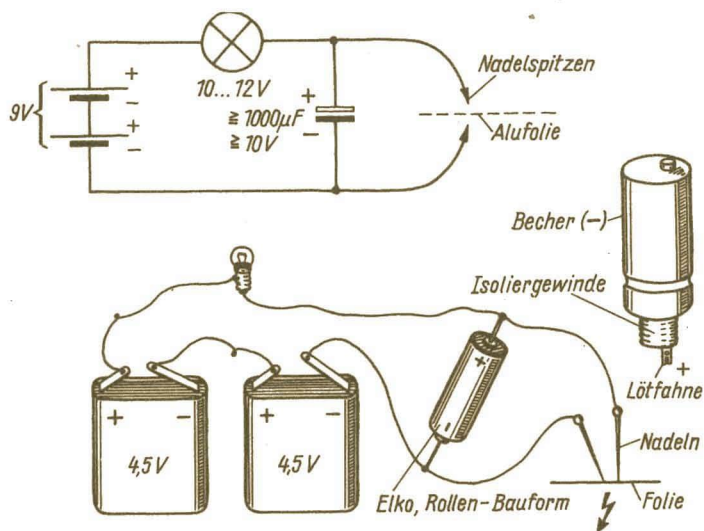


Bild 81

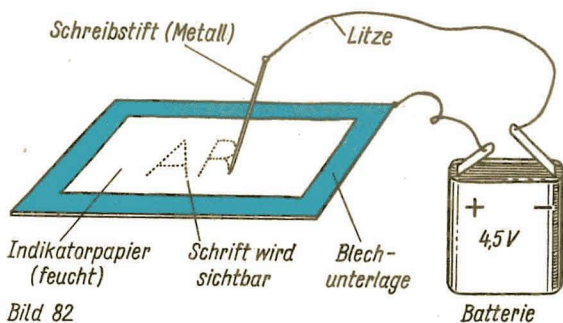
beim Abheben deutlich; die aufleuchtende Lampe zeigt ebenfalls an, daß die Schweißung erfolgt ist.

Für eine neue Schweißung heben wir die Nadeln wieder ab, warten einige Sekunden, bis sich der Elko erneut aufgeladen hat, und führen den Versuch erneut aus. Bei metallisierter Papierfolie (von Zigarettenpackungen) ist die Aluminiumschicht so dünn, daß sie regelrecht verdampft; wir können dann mit dieser Einrichtung punktweise ganze Muster „einbrennen“, ohne daß sich dabei irgend etwas spürbar erhitzt. Wenn wir beide Nadelspitzen direkt zusammenbringen, kann es gelingen, sie so stabil zu verschweißen, daß sie aneinander hängenbleiben. Dieses Schweißverfahren spielt in der Industrie, wo es natürlich mit viel stärkeren Strömen und speziellen Geräten ausgeführt wird, eine große Rolle.

### *Zauberschrift elektrisch*

Hier noch eine kleine Spielerei, die jedem auf Anhieb gelingen wird. Wir benutzen eine Blechtafel als Schreibunterlage und einen metallischen Schreibstift (Stricknadel mit stumpfer Spitze oder leere metallene Kugelschreibermine). Die Blechunterlage schließen wir an den Pluspol einer Taschenlampenbatterie an, den Schreibstift über eine bewegliche Litze an den Minuspol. Bild 82 zeigt diese Anordnung.

Als Schreibpapier nehmen wir Indikatorpapier, zum Beispiel rotes Lackmuspapier, das im Chemieunterricht Verwendung findet. Am geeignetsten ist das handelsübliche gelbe Indikatorpapier „Unitest“. Weitere Möglichkeiten sind „Polreagenzpapier“ (ein spezielles Indikatorpapier für Elektrozwecke) oder eine Selbstanfertigung aus saugfähigem Papier, das mit einer geeigneten Indikatorlösung getränkt wird, zum Beispiel mit Lackmustinktur (rot) oder Phenolphthalein (farblos). Diese Substanzen bekommen wir in Drogerien, doch das Beste wird es sein, den



Chemielehrer zu bitten, uns bei der Beschaffung zu helfen. Wir können uns eine Lösung zum Tränken unseres „Spezialpapiers“ auch selbst zubereiten, und zwar aus dem Saft rohen oder nicht lange gekochten Rotkohls. In diesem Fall wird der Schrifteffekt allerdings nicht ganz so eindrucksvoll; deshalb soll der Saft möglichst konzentriert und bläulichviolett sein. Ist der Saft ausgesprochen blaufarben, so setzen wir ganz wenige Tropfen Essig zu, bis die Farbe gerade violett – nicht hellrötlich – wird. Das „Zauber-Schreibpapier“ muß für unseren Versuch sehr feucht bis naß sein. Das Indikatorpapier tauchen wir also zuvor in Wasser, bevor wir es auf die Blechplatte legen.

Wenn wir mit dem Metallstift nun auf dem Papier schreiben, so bewirkt der Stromübergang vom Stift durch das nasse Papier zur Blechplatte chemische Vorgänge, die eine deutliche Verfärbung an den Stellen ergeben, die wir mit dem Stift überfahren. Das hellgelbe „Unitest“-Indikatorpapier wird kräftig tiefblau, rotes Lackmuspapier zeigt ebenfalls blaue Schrift; bei Papier, das mit Phenolphthalein getränkt wurde, erscheint die Schrift rot, und das mit Rotkohlsaft präparierte Papier zeigt einen grünlich-blauen Effekt. Erscheint die Schrift auf dem mit Rotkohlsaft getränkten Papier zu schwach, fügen wir der Tränkflüssigkeit eine Prise Salz zu; das erhöht die elektrische Leitfähigkeit. Diese Farbänderungen kommen nur dann zustande, wenn die Batterie angeschlossen und

richtig gepolt ist (diesen Umstand können wir ausnutzen, um bei unbekanntem Batterien die Polarität festzustellen; wenn die Schrift erscheint, liegt der Pluspol an der Blechplatte).

Wir können diese „Zauberei“ noch etwas raffinierter gestalten und unsere Freunde vor ein weiteres Rätsel stellen, wenn wir in eine der Batteriezuleitungen einen „Geheimschalter“ anbringen, beispielsweise einen unter dem Teppich verborgenen Klingelknopf, den wir unauffällig mit dem Fuß betätigen (auch der Anschluß für die Blechplatte kann unsichtbar verlegt werden). Dann schreibt unser „Zauberstift“ nur dann, wenn wir es wollen und ein Zauberwort sprechen – und dabei heimlich den Schalter betätigen. Schließlich hat ja jede Zauberei ihre natürliche Erklärung!

Anwendungen für diese Spielerei lassen sich viele ausdenken. Wenn wir einen „Geheimschalter“ verwenden wie oben erwähnt, können wir den Freund gleichmäßige Linien ziehen lassen und dabei durch entsprechende Betätigung des Tastenschalters den Strom so ein- und ausschalten, daß beim Linienziehen Morsezeichen entstehen.



## 13. Empfehlenswerte Bücher

Nun sind wir am Ende des Buches angelangt. Wir haben dieses und jenes gebaut und dabei erkannt, wie es funktioniert. Warum es gerade so und nicht anders funktioniert, wissen wir allerdings nicht. Darüber steht fast nichts in diesem Buch. Im Vorwort war davon die Rede, daß es über die Grundlagen und physikalischen Zusammenhänge der Elektrotechnik andere gute Bücher gibt, in denen wir nachlesen können. Denn sollten wir an Basteleien, wie dieses Buch sie beschrieb, Spaß gefunden haben und bald mehr und Größeres bauen wollen, kämen wir ohne etwas Theorie nicht mehr aus.

Die Theorie muß durchaus nicht trocken und langweilig sein! Im Gegenteil, wenn wir den Weg zielstrebigster Bastler- oder Amateurtätigkeit weitergehen, werden sich die Grenzen zwischen praktischer Betätigung und dem tieferen Verständnis dafür, was da eigentlich vor sich geht, immer mehr verwischen. Auch theoretisches Fachwissen kann man gewissermaßen „spielend“, beim Experimentieren, lernen. Und dann ist die Theorie plötzlich gar nicht mehr langweilig!

Wir haben bereits einige Bastelerfahrungen gewonnen und können uns mit Hilfe von Büchern, die Bauanleitungen und zugehörige theoretische Erklärungen enthalten, zielgerichtet weiterbilden. Diese intensive Beschäftigung mit den interessanten Zweigen Elektrotechnik, Elektronik und Rundfunktechnik wird für uns nicht viel anders sein als die Beschäftigung mit diesem Buch es war – nur eben gründlicher, eingehender, technisch exakter.

Für alle, die es genauer wissen wollen, die nun auch erfahren möchten, worauf die Funktion unserer Geräte und Versuche beruht, was Strom eigentlich ist, warum eine stromdurchflossene Spule magnetisch wird, was schließlich ein Transistor ist und was in ihm vorgeht, für sie ist nachfolgend eine Auswahl geeigneter Literatur zusam-

mengestellt. Diese Bücher enthalten wieder zahlreiche Versuche und Bauanleitungen, und sie enthalten auch das, was unser Buch absichtlich nicht enthielt: die Erklärung all der theoretischen Zusammenhänge, durch deren Kenntnis und Verständnis sich der Fachmann und der erfolgreiche Amateur vom gelegentlichen Bastler unterscheidet.

Lesen wir also weiter:

Ladislav Smrž, „Elektrotechnik – leicht gemacht“ (Der Kinderbuchverlag Berlin)

Backe/König, „Elektrotechnik selbst erlebt“ (Urania-Verlag Leipzig)

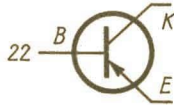
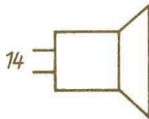
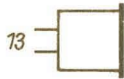
Jakubaschk, „Radiobasteln – leicht gemacht“ (Der Kinderbuchverlag Berlin)

Jakubaschk, „Das große Elektronikbastelbuch“ (Militärverlag der DDR Berlin)

Anhang:

## Die wichtigsten Schaltsymbole der Elektrotechnik

- 1 Batterie allgemein: chemische Stromquelle. Polaritätsangabe kann entfallen. Das Symbol sagt nichts über eine bestimmte Spannung oder Zellenzahl aus, daher Angabe der Spannung erforderlich, wenn die Schaltung mit Wertangaben versehen ist.
- 2 Glühlampe allgemein. Für bestimmte Lampentypen werden Spannungs- und Stromstärkewerte mit angegeben.
- 3 Schalter allgemein. Einpoliger Ausschalter.
- 4 Einpoliger Umschalter.
- 5 Taster, Druckkontaktschalter ohne Rastung. Kontaktgabe nur, solange Taster gedrückt wird; Beispiel: Klingeltaster.
- 6 Wie 5, aber Umschalttaster. Wird immer in der Stellung gezeichnet, die der Kontaktgabe bei nichtgedrückter Taste entspricht; Beispiel: Morsetaste.
- 7 Gleichstromwecker mit Unterbrecherkontakt; Beispiele: Klingel oder Summer für Batteriebetrieb. (Nicht für elektronische Summer!)
- 8 Kraftmagnet (Elektromagnetspule) allgemein; Beispiele: Spulen in Weckern, Summern oder Relais.
- 9 Leitungskreuzung. Die kreuzenden Leitungen haben keine Verbindung!
- 10 Leitungsverbindung (zwei verschiedene Darstellungsmöglichkeiten). Die Verbindungsstellen werden durch Punkte gekennzeichnet.
- 11 Steckbuchse für Steckeranschluß.
- 12 Anschlußstelle allgemein; Beispiel: Schraubklemmenanschluß.
- 13 Hörkapsel allgemein; Beispiel: Telefonhörmuschel, Kopfhörer, Ohrhörer.
- 14 Lautsprecher allgemein. In Schaltungen mit Wertanga-



Zu 22 und 23:  
B: Basis  
K: Kollektor  
E: Emitter



- ben ist Angabe des Lautsprecherwiderstandes erforderlich.
- 15 Mikrofon allgemein. Das Symbol sagt nichts über Mikrofon-Bauart und elektrische Werte aus (wenn erforderlich, Angabe im Schaltbild). In diesem Buch stets als Fernsprech-Kohlemikrofonkapsel zu verstehen.
  - 16 Gleichrichter allgemein (elektrisches Ventil). Wird heute meistens für Halbleitergleichrichter (Dioden) benutzt. Angabe „Anode, Katode“ kann entfallen. In Schaltbildern mit Wertangaben ist Angabe der elektrischen Daten oder Typenbezeichnung erforderlich (Belastbarkeitswerte).
  - 17 Kondensator allgemein. Insbesondere für Foliekondensatoren, deren Polung gleichgültig ist, Wertangaben: Kapazität (in Pikofarad – pF –, Nanofarad – nF –, Mikrofarad –  $\mu\text{F}$  –;  $1 \mu\text{F} = 1000 \text{ nF} = 1000000 \text{ pF}$ ) und maximal zulässige Spannungsfestigkeit (in V). Für die Schaltungen in diesem Buch genügen Ausführungen für wenigstens 12...15 V.
  - 18 Elektrolytkondensator (Elko). Sonderform von Kondensatoren für hohe Kapazitätswerte. Notwendige Wertangaben wie unter 17 erläutert. Polaritätsangabe + und – kann entfallen. Beim Einbau auf richtige Polung achten, sonst Zerstörung des Kondensators! Bei Elkos mit Metallgehäuse ist stets das Gehäuse der Minuspol.
  - 19 Widerstand allgemein. Wertangabe in Ohm –  $\Omega$  –, Kiloohm –  $\text{k}\Omega$  – oder Megaohm –  $\text{M}\Omega$ .  $1 \text{ M}\Omega = 1000 \text{ k}\Omega = 1000000 \Omega$ . Zusätzlich Angabe der Belastbarkeit notwendig (beim Einkauf); sie erfolgt in Watt (W). Für alle Schaltungen in diesem Buch genügen – wenn die Beschreibung nichts anderes angibt – Widerstandsgrößen für mindestens  $1/10 \text{ W}$  Belastbarkeit, ebenfalls geeignet sind  $1/4 \text{ W}$  und  $1/2 \text{ W}$  (Nenngrößen 0,05 W, 0,125 W, 0,25 W, 0,5 W, 1 W, 2 W usw.) In Schaltbildern wird oft nur der Widerstandswert angegeben.

- 20 Regelbarer Widerstand zur ständigen Bedienung (mit Drehachse und dazu passend käuflichem Bedienungsknopf), auch Potentiometer genannt. Wertangaben wie unter 19 erläutert.
- 21 Regelbarer Widerstand für Abgleichzwecke, nicht für ständige Bedienung. Einstellbar mittels Schraubenzieher. Trimmwiderstand, Trimpotiometer. Wertangaben wie unter 19 genannt.
- 22 Transistor; hier: pnp-Typ. Geeignet für Bastelzwecke: Germaniumtransistoren (Typenbezeichnung beginnt mit GC oder GF). Von den verschiedenen technischen Daten ist für unsere Bastelarbeiten nur die Belastbarkeit in Milliwatt (mW) bzw. Watt (W) zu beachten. Bastlertransistoren gibt es für 100 mW, 150 mW, 400 mW sowie für 1...4 W (letztere sind GD-Typenreihen). Unterscheidung gegen npn-Siliziumtransistoren: Pfeilrichtung des Emitters beachten!
- 23 Transistor; hier: npn-Typ. Ebenfalls als Bastlertypen erhältlich; Typenbezeichnung beginnt mit SC oder SF. Für Bastelzwecke sind Belastbarkeitsgruppen zwischen 100 mW und 600 mW erhältlich. Sinngemäß gilt das unter 22 Gesagte.
- 24 Transformator (Trafo) allgemein. Bei Schaltungen mit Wertangaben ist für beide Trafowicklungen zumindest die Angabe der Spannung notwendig; Beispiele in diesem Buch: Netztransformator, Klingeltrafo mit einer Ausgangswicklung (z. B. 6 V). Symbol sagt nichts über Bauform und Baugröße aus.
- 25 Transformator (Trafo) wie unter 24, jedoch eine Wicklung angezapft; Beispiele in diesem Buch: Klingeltransformator für 3 und 5 V (äußere Anschlüsse der angezapften Wicklung demzufolge  $3 + 5 = 8$  V), ferner Kleinstübertrager (Lautsprechertrafo, Ausgangstrafo) für Transistorgeräte, beispielsweise Typen K 21 und K 31. Im Schaltbild Angabe der technischen Daten oder – bei vorgeschriebenen Typen – der Anschlußbezeichnungen notwendig.

Eine eingehendere Erklärung zu Funktion, Aufbau und Wirkungsweise dieser und anderer Bauelemente finden wir im Buch „Radiobasteln – leicht gemacht“, das ebenfalls im Kinderbuchverlag Berlin erschienen ist.

# Inhalt

Vorwort .....	5
1. Unsere Stromquellen und Leitungen .....	7
2. Spielereien mit Lämpchen .....	19
Die Taschenlampe als Durchgangsprüfer .....	19
Eine Nachttischlampe für das Kinderzimmer ..	22
Ein beleuchtetes Außenthermometer .....	25
Halbhell-Umschaltung für Puppenstube und Modellbühne .....	27
Wenn der Strom seine Richtung ändert .....	29
Lampen unter Wasser .....	34
Wir mischen Lichtfarben .....	36
3. Wir morsen .....	40
Wir bauen eine Morsetaste .....	40
Das Morsealphabet .....	42
Morseverbindungen in beide Richtungen .....	43
Morsesummer .....	46
4. Es klingelt .....	52
Wir bauen eine Klingel .....	52
Wenn die Schwester zu klein ist .....	57
Türgong aus Weingläsern .....	58
Wecken mit Musik .....	61
Mausefalle mit Signal .....	65
5. Wir bauen Telefonverbindungen .....	67
6. Wenn Batterien zu teuer werden .....	74
Was wir über den Netzanschluß wissen müssen	74
Der Netztransformator .....	75
Der Gleichrichter .....	78
7. Was man mit Spielzeugmotoren noch machen kann .....	80
Drehzahl und Drehrichtung .....	80



Ein elektrischer Spielwürfel . . . . .	82
8. Geschicklichkeits- und Ratespiele . . . . .	85
Die elektrische Wasserwaage . . . . .	85
Das Nadelöhr . . . . .	89
Frage-und-Antwort-Spiele . . . . .	92
Schießen mit Licht . . . . .	94
Wer weiß es am schnellsten? . . . . .	97
Start/Ziel-Anzeige für Sportspiele . . . . .	103
9. Blinklichtgeber und Leitstrahlboje . . . . .	110
10. Überwachen und melden . . . . .	117
Die Alarm-Box . . . . .	117
Der elektronische Stolperdraht . . . . .	119
Wegnahmesicherungen . . . . .	120
Achtung, das Wasser kocht! . . . . .	125
Ein Universal-Signalbaustein . . . . .	129
Anwendung: Morseverbindung . . . . .	133
Anwendung: Feuchtemelder . . . . .	134
Anwendung: Reißdraht- und Wegnahmesicherungen . . . . .	136
Anwendung: Wasserstandmelder . . . . .	137
11. Elektronische Musik . . . . .	139
Die Elektronenorgel . . . . .	139
Die elektronische Nötentafel . . . . .	144
12. Allerlei Originelles . . . . .	146
Strom aus dem Rollmops . . . . .	146
Das geheimnisvolle Pendel . . . . .	150
Punktschweißen . . . . .	154
Zauberschrift elektrisch . . . . .	156
13. Empfehlenswerte Bücher . . . . .	159
 Anhang: Die wichtigsten Schaltsymbole der Elektrotechnik . . . . .	 161



4. Auflage 1980

© DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN — DDR 1975

Lizenz-Nr. 304-270/321/81-(90)

Lichtsatz: Neues Deutschland, Berlin

Repro: Karl-Marx-Werk Pößneck

Druck und buchbinderische Weiterverarbeitung:

LVZ-Druckerei „Hermann Duncker“, Leipzig

LSV 7891

Für Leser von 10 Jahren an

Bestell-Nr. 629 621 4

DDR 4,80 M





# FREIZEITREIHE

Kann man sich mit Musik wecken lassen und Mausefallen bauen, die ihre Beute signalisieren? Kann man mit Licht schießen und aus Rollmöpsen Strom gewinnen? Ja, das alles ist möglich – wenn man etwas von Elektrotechnik versteht.

Jungen Lesern werden in diesem Buch vielfältige Anregungen für das gefahrlose Basteln einfacher, aber origineller und nützlicher elektrotechnischer Geräte und Anlagen gegeben und auch die grundlegenden Kenntnisse dazu vermittelt. Selbst der Anfänger kann gleich experimentieren und bauen: Morseverbindungen, Alarmanlagen, elektrische Geschicklichkeits- und Ratespiele, Telefonverbindungen und manch anderes mehr.

Der Kinderbuchverlag Berlin