

# Anleitungsbuch



# PHILIPS

ALL TRANSISTOR

# *E*lektronik *E*xperimente

mit dem Elektronik-Ingenieur



**Elektro-Akustik**

**Fernmeldewesen**


**Radio**

**Elektronische Signalanlagen**

**Elektronisches Messen und Kontrollieren**





Mit einem  8 Baukasten kannst Du diese elektronischen Geräte bauen:

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| A1 Einfacher Verstärker für Plattenspieler | D1 Lichtkontrollanlage      |
| B1 Morsegerät zum Üben                     | D2 Blinklicht               |
| C1 Rundfunkempfänger mit einem Transistor  | E1 Automatisches Nachtlicht |
| C2 Zwei-Transistor-Rundfunkempfänger       | E2 Feuchtigkeitsanzeiger    |

Mit einem  20 Baukasten, oder dem  8 zusammen mit dem  8/20 Ergänzungskasten, kannst Du diese zweiundzwanzig interessanten Geräte bauen:

**A Elektro-Akustik**

- A1 Einfacher Verstärker für Plattenspieler
- A2 Tonverstärker
- A3 Gegentaktverstärker
- A4 Verstärker für getrennte Wiedergabe von hohen und tiefen Tönen
- A5 Elektronische Orgel

**B Fernmeldewesen**

- B1 Morsegerät zum Üben
- B2 Morsegerät mit Lautsprecher
- B3 Wechselsprechanlage
- B4 Lauschgerät

**C Radio**

- C1 Rundfunkempfänger mit einem Transistor
- C2 Zwei-Transistor-Rundfunkempfänger
- C3 Drei-Transistor-Empfänger mit Lautsprecherwiedergabe

**D Elektronische Signalanlagen**

- D1 Lichtkontrollanlage
- D2 Blinklicht
- D3 Akustisches Relais
- D4 Einbrecher-Alarmanlage
- D4-1 Einbrecher-Alarmanlage mit stromsparender Schaltung
- D5 Einbrecher-Alarmanlage mit anhaltendem Alarmzeichen

**E Elektronisches Messen und Kontrollieren**

- E1 Automatisches Nachtlicht
- E2 Feuchtigkeitsanzeiger
- E3 Zeitschalter
- E4 Universal-Messeinrichtung



Das EE-Anleitungsbuch besteht aus zwei Teilen. Der obere Teil, Buch 1, enthält TECHNISCHE ERLÄUTERUNGEN. Hier findest Du die allgemeinen Bauanleitungen und Beschreibungen der Schaltungen aller Anlagen, die Du bauen kannst.

Im unteren Teil, Buch 2, findest Du die BAUANLEITUNGEN. Sie enthalten die speziellen Hinweise für alle Anlagen und andere wertvolle Informationen. Lies zuerst die Kapitel „Allgemeine Bauanleitungen“ und „Gerätebau“ im Buch 1 und schlage hier immer wieder nach, wenn Dir etwas unklar erscheint. Um

Dir das so leicht wie möglich zu machen, wurden beide Bücher geteilt.

Du benötigst zu diesem Baukasten zwei Batterien von 4,5 Volt.



•  
**I Technische Erläuterungen**  
•

•  
**II Bauanleitungen**  
•



# I. Elektronische Experimente

## DIE ELEKTRONIK IST WELTWEIT VERBREITET

Die Elektronik ist eine junge Technik, die sich täglich ausweitert und Dinge möglich macht, die man früher als Märchen betrachtet hätte. Man findet Radio, Plattenspieler und Fernseher in jedem Heim. Radar und Funkbaken helfen den Schiffen und den Flugzeugen durch den dicksten Nebel und sind im täglichen Gebrauch. Wir sind gar nicht mehr überrascht, wenn Raketen in den Weltraum hinausgeschossen werden, die uns Informationen über geheimnisvolle Strahlungsgürtel und magnetische Felder liefern, die Tausende und sogar Millionen von Kilometern von der Erde entfernt sind.

Nachrichtenübermittlung, Signalgebung, Messen, Überwachen, Kalkulieren und vieles andere wird durch die Elektronik möglich. Vielen Leuten aber ist diese Technik ein Buch mit sieben Siegeln.

In diesem Baukasten findest Du die modernsten Einzelteile. Sie werden es Dir ermöglichen, dieses Buch zu öffnen und es zu verstehen. Du brauchst weder mathematische Kenntnisse, noch ist schwieriges Lernen nötig. Mach nur die Augen auf und denke logisch. Während Du Dich damit beschäftigst, lernst Du die Schaltzeichnungen lesen und weisst dann, was Einzelteile sind. Du erfährst auch, wie diese Einzelteile (z.B. Transistoren) in den Geräten arbeiten.

## ZUSAMMENBAU UND EXPERIMENTIEREN

Mit diesem Baukasten kannst Du viele interessante Geräte basteln.

Sie werden Dir genausoviel Freude beim Zusammenbau wie beim Spielen machen. Du kannst viele interessante Experimente damit machen. Alle diese Dinge sind feuer- und kurzschluss-sicher, weil diese Transistorgeräte mit Batterien arbeiten. Du brauchst nicht einmal einen Lötkolben. So kannst Du ohne grosse Mühe und mit viel Freude viel Wissen und Erfahrung über die Elektronik sammeln. Deine Freunde, Deine Eltern und sogar Fachleute werden über das, was Du auf diesem Gebiet weisst, erstaunt sein.

## INTERESSANT UND EIN GUTER ZEITVERTREIB

Ingenieure und Techniker der grossen PHILIPS-Laboratorien haben die Einzelteile dieses Baukastens erdacht. Sie haben Schaltungen ausgearbeitet mit demselben Wissen und der gleichen Begeisterung, mit der sie am Radio oder Radar, an elektronischen Steuerungsgeräten oder am Fernsehen arbeiten. Die Anwendungsgebiete der Elektronik werden immer grösser. Aus diesem Grunde wird die Nachfrage an geschickten und begeisterten Technikern ebenfalls immer grösser.

Dieser Baukasten wird Dir viel Freude bereiten. Vielleicht wird er Dich anregen, die Technik zu Deiner Lebensaufgabe zu machen. Während des Studiums und bei Deiner späteren Arbeit wird es Dir klar werden, wie viele nützliche Dinge Du gelernt hast, als Du damals in Deinem Zimmer experimentiert hast. Vorläufig wünschen wir Dir aber viele schöne Stunden beim Bau der vielen Geräte, beim Experimentieren und beim Gebrauch aller dieser interessanten Dinge, an denen Du jetzt zu basteln anfangen kannst.

Viel Spass dabei!

2

## INHALTSVERZEICHNIS

|  | Seite |
|--|-------|
| Elektronische Experimente  | 2     |
| Über Spannung und Strom  | 3     |
| Halbleiter   | 11    |
| Erläuterung der Einzelteile und Symbole  | 52    |
| Fehlersuche  | 57    |
| Auseinandernehmen der Bauteile   | 57    |
| Anweisungen für den Zusammenbau  | 58    |
| <b>A. Elektro-Akustik</b>  | 25    |
| A1 Einfacher Verstärker für Plattenspieler zur Verwendung mit Kopfhörern.<br>mit EE 8 und EE 20                                      | 29-58 |
| A2 Tonverstärker für Wiedergabe von Mikrophon und Plattenspieler mit der Möglichkeit, Sprache und Musik zu mischen.<br>mit EE 20     | 30-60 |
| A3 Gegentaktverstärker für leistungsfähige Wiedergabe von Mikrophon und Plattenspieler mit ausgezeichneten Tonqualität.<br>mit EE 20 | 30-62 |
| A4 Verstärker für getrennte Wiedergabe von hohen und tiefen Tönen (Bi-Ampli, pseudo-stereophonische Wirkung).<br>mit EE 20           | 31-62 |
| A5 Elektronische Orgel mit acht Tasten.<br>mit EE 20   | 31-63 |

## B. Fernmeldewesen

Seite 32

|  |       |
|--|-------|
| B1 Morsegerät zum Üben mit Kopfhörer. Hört sich wie echte Radiotelegraphie an. Erweiterung für die Gruppenausbildung möglich.<br>mit EE 8 und EE 20<br>Gegenverkehr<br>Morseverkehr in Gruppen | 33-66 |
| B2 Morsegerät mit Lautsprecher. Telegraphie in beiden Richtungen mit einem Sende/Empfangsschalter möglich.<br>mit EE 20<br>Zweiwegschaltung  | 34-69 |
| B3 Wechselsprechanlage mit Sprech/Hörtaste. Die Sprache wird durch Lautsprecher wiedergegeben.<br>mit EE 20  | 34-70 |
| B4 Lauschgerät. Kann dazu verwendet werden, schwache Töne, wie z.B. Vogelgesang im Freien, zu verstärken.<br>mit EE 20   | 35-72 |

## C. Radio

35

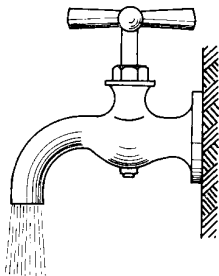
|   |       |
|---|-------|
| C1 Rundfunkempfänger mit einem Transistor. Empfang durch eingebaute Antenne, Kopfhörer-Wiedergabe.<br>mit EE 8 und EE 20<br>Aussenantenne<br>Richtempfänger<br>Kurzwellenbereiche | 39-74 |
|---|-------|



## II. Über Spannung und Strom

### Starker und schwacher Strom

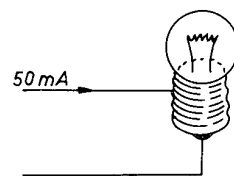
Wenn Du den Wasserhahn aufdrehst, fliesst Wasser heraus. Das Wasser fliesst durch die Wasserleitung. Elektrizität fliesst auch durch eine Leitung; diese ist aber nicht ein hohles Rohr, sondern ein Draht, der im allgemeinen aus Kupfer besteht.



Der Wasserstrahl besteht aus Tropfen, aus Tausenden, sogar Millionen von Tropfen. Der elektrische Strom besteht ebenfalls aus etwas, das wir kleine Elektrizitätstropfen nennen könnten. Diese Tropfen nennt man „Elektronen“. Wenn Du das elektrische Licht einschaltest, strömen die Elektronen in grosser Anzahl durch den Draht. Jawohl, wirklich enorm grosse Mengen.

Wenn eine grosse Lampe brennt, fliessen 6,3 Millionen mal eine Million mal eine Million Elektronen in jeder Sekunde durch die Lampe. Es ist sehr schwierig, mit derartigen Zahlen zu arbeiten. Deshalb nennt man einen Strom von 6,3 Millionen mal eine Million mal eine Million Elektronen per Sekunde einfach einen Strom von einem Ampère. Dieses kann man sogar noch kürzer schreiben, nämlich 1 A. In der Elektronik sind wir im allgemeinen mit Elektronen sparsamer als im Stromnetz. Hier benutzen wir nämlich Strom von viel weniger als 1 Ampère (1 A), tausendmal oder millionenmal weniger.

Um einfacher über diese schwachen Ströme zu sprechen, nennt



man den tausendsten Teil eines Ampères ein „Milli-Ampère“, abgekürzt  $1/1000 \text{ A} = 0,001 \text{ A} = 1 \text{ mA}$ .

Der millionste Teil eines Ampères heisst ein Mikro-Ampère, abgekürzt  $1/1000 \text{ mA} = 0,001 \text{ mA} = 1 \mu\text{A}$ .  $\mu$  ist der griechische Buchstabe mü).

Die Lampe in Deinem Baukasten benötigt z.B. einen Strom von 5 mA, um hell brennen zu können.

### Widerstand

Du weisst sicher, dass das Wasser nicht einfach durch die Leitungsröhre läuft. Es muss durchgepumpt werden, weil das Wasser auf seinem Wege durch das Leitungssystem Widerstand überwinden muss. Genauso ist es mit dem elektrischen Strom, der ebenfalls in der Stromleitung einem Widerstand begegnet. Den geringsten Widerstand bietet ein Kupferdraht. In beiden Fällen — bei Wasser und Strom — ergeben lange Leitungsnetze einen grösseren Widerstand als kurze. Eine dünne Leitung hat mehr Widerstand als eine dicke.

Wenn die elektrischen Drähte nicht aus Kupfer sind, kann der Strom nicht so leicht hindurchfliessen. Z.B. hat Eisen grösseren elektrischen Widerstand als Kupfer. Die Masseinheit des elektrischen Widerstandes ist das Ohm, das folgendes Zeichen hat:  $\Omega$ . Widerstand von ca. 1  $\Omega$ .

Ein Widerstand von 1000  $\Omega$  nennt man 1 Kilo-Ohm, abgekürzt

3

|           |   |                |
|-----------|---|----------------|
| C2        | Zwei-Transistor-Rundfunkempfänger.<br>Leistungsfähiges Transistorradio mit Kopfhörer.<br>mit EE 8 und EE 20                     | Seite<br>40-79 |
| C3        | Drei-Transistor-Empfänger mit Lautsprecher-<br>Wiedergabe.<br>mit EE 20<br>Das Rundfunkgerät als Wecker                         | 41-79          |
| <b>D.</b> | <b>Elektronische Signalanlagen</b>  | 41             |
| D1        | Lichtkontrollanlage. Eine Lampe zeigt an, ob von<br>der Anlage Licht wahrgenommen wurde.<br>mit EE 8 und EE 20                  | 42-80          |
| D2        | Blinklicht. Eine Lampe blinkt regelmässig, wie<br>z.B. eine Verkehrsampel an einer Kreuzung.<br>mit EE 8 und EE 20              | 42-82          |
| D3        | Akustisches Relais. Eine Lampe zeigt an, ob von<br>der Anlage Geräusche wahrgenommen wurden.<br>mit EE 20                       | 43-83          |
| D4        | Einbrecher-Alarmanlage. Zeigt durch Pfeifton<br>wahrgenommenes Licht oder das Öffnen von<br>Türen und Fenstern an.<br>mit EE 20 | 43-84          |
| D4-1      | Einbrecher-Alarmanlage mit stromsparender<br>Schaltung.<br>mit EE 20  | 44-86          |
| D5        | Einbrecher-Alarmanlage mit anhaltendem<br>Alarmzeichen.<br>mit EE 20  | 44-87          |

|           |  |             |
|-----------|--|-------------|
| <b>E.</b> | <b>Elektronisches Messen<br/>und Kontrollieren</b>   | Seite<br>45 |
| E1        | Automatisches Nachtlicht. Schaltet sich als Not-<br>licht automatisch ein, wenn das Licht im Zimmer<br>erlischt.<br>mit EE 8 und EE 20   | 45-88       |
| E2        | Feuchtigkeitsanzeiger. Eine Lampe zeigt an, wenn<br>das Spürelement zu nass wird. Verwendung<br>z.B. als Warnanlage, dass die Badewanne nicht<br>überläuft, dass die Blumen gegossen werden müs-<br>sen u.a.<br>mit EE 8 und EE 20 | 46-90       |
| E3        | Zeitschalter. Eine Lampe brennt während einer<br>vorher festgelegten Zeit.<br>mit EE 20  | 47-92       |
| E4        | Universal-Messeinrichtung. Zum Prüfen und Mes-<br>sen von Widerständen und Kondensatoren, zum<br>Messen der Lichtstärke (Belichtungsmesser usw.).<br>mit EE 20   | 47-93       |

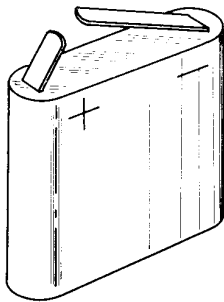


k $\Omega$ , ein Widerstand von 1 Million Ohm heisst 1 Mega-Ohm, abgekürzt 1 M $\Omega$ .

Ein Widerstand von 500.000 Ohm schreibt man also entweder 500.000  $\Omega$  oder 500 k $\Omega$  oder 0,5 M $\Omega$ , je nachdem, wie es am zweckmässigsten ist.

## Spannung

Genauso, wie Du bei der Wasserleitung einen Druck benötigst, damit das Wasser aus dem Hahn fliessen kann, braucht der elektrische Strom eine treibende Kraft, damit er durch die Leitung fliessen kann. Diese Kraft nennt man Spannung. Je grösser also die elektrische Spannung ist, um so weiter kann man den elektrischen Strom über den Kupferdraht leiten. Je grösser also die elektrische Spannung ist, um so stärker ist der elektrische Strom in dem Kupferdraht. Die Masseinheit der



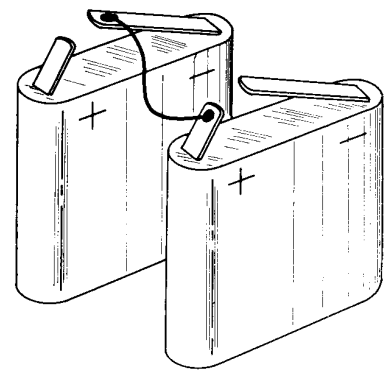
Spannung nennt man Volt. Wenn Du einen Draht hast mit einem Widerstand von 1  $\Omega$  und Du verbindest ihn mit einer Batterie, die eine Spannung von 1 Volt hat, dann fliesst ein Strom von 1 Ampère durch den Draht.

In der Elektronik gibt es Spannungen, die viel grösser sind als 1 Volt. Andere sind viel kleiner. Die Bildröhre eines Fernsehgerätes arbeitet z.B. mit 18.000 Volt, und in diesem

Falle können wir auch 18 Kilovolt (Kilo = 1000) sagen, abgekürzt 18 kV. Aber in einem Rundfunkempfänger begegnen wir auch kleinen Spannungen.

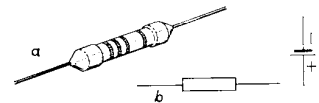
1/1000 Volt heisst 1 Millivolt, abgekürzt mV, 1/1.000.000 Volt ist 1 Mikrovolt, abgekürzt 1  $\mu$ V.

Die Batterien, die wir für unsere elektronischen Experimente verwenden, haben eine Spannung von 4,5 Volt. Wenn wir aber zwei davon „in Serie“ schalten, verdoppelt sich die Gesamt-Spannung und ergibt dann  $4,5 + 4,5 = 9$  V.



## Die verschiedenen Arten von Schaltbildern

Bei elektronischen Geräten benutzen wir Einzelteile, die untereinander durch Kupferdrähte verbunden werden. Die *Schaltbilder* zeigen uns, wie diese Verbindungen verlaufen. In den



Schaltbildern werden die Einzelteile durch Schaltzeichen kenntlich gemacht. Das Schaltzeichen für einen Widerstand siehst Du in der Abbildung b. Daneben kannst Du sehen, wie ein Widerstand in Wirklichkeit aussieht (Abb. a). Abbildung c zeigt das Schaltzeichen für eine Batterie. Abbildung d ist ein

4

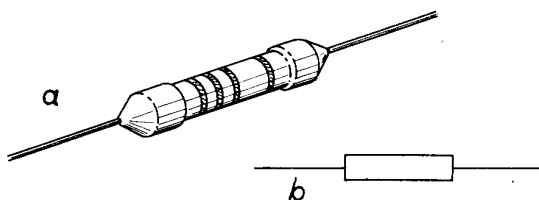
## I. Erläuterung der Einzelteile und Symbole

### WIDERSTÄNDE

#### Kohlewiderstände

In den Baukästen werden Kohlewiderstände verwendet. Diese bestehen aus einer kleinen keramischen Röhre, auf die ein dünner, spiralförmiger Kohlebelag aufgetragen ist. Eine solche Kohleschicht hat einen viel grösseren Widerstand als z.B. Kupferdraht. Die Stärke des Kohlebelages, seine Länge und der Feinheitsgrad der Kohleteilchen bestimmen die Grösse des Widerstandes. Die Kohlewiderstände sind zu klein, um den Widerstandswert durch Ziffern zu kennzeichnen; dieser Wert wird nur durch einen Farbcode angegeben. Auf dem Widerstand sind vier farbige Ringe. Einer dieser Ringe ist silbern oder golden. Wenn man den Farbschlüssel liest, muss sich der silberne oder goldene Ring an der rechten Seite befinden.

Dann bedeutet die Farbe des ersten Ringes (von links nach rechts) die erste Zahl, die Farbe des zweiten Ringes die zweite Zahl und die Farbe des dritten Ringes die Anzahl der Nullen.



Ein goldener Ring zeigt an, dass der Widerstand eine Genauigkeitstoleranz von  $\pm 5\%$  hat und der silberne Ring eine von  $\pm 10\%$ .

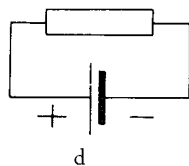
Was die Farben bedeuten, kann man aus der folgenden Aufstellung entnehmen:

| Farbe   | 1. und 2. farbiger Ring | 3. farbiger Ring |
|---------|-------------------------|------------------|
| schwarz | 0                       | —                |
| braun   | 1                       | 0                |
| rot     | 2                       | 00               |
| orange  | 3                       | 000              |
| gelb    | 4                       | 0 000            |
| grün    | 5                       | 00 000           |
| blau    | 6                       | 000 000          |
| lila    | 7                       | 0 000 000        |
| grau    | 8                       | 00 000 000       |
| weiss   | 9                       | 000 000 000      |

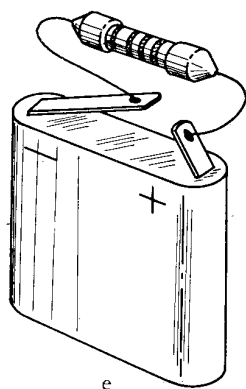
(Der übliche Toleranzwert ist 10%. Hieraus erklärt sich, dass die Widerstandswerte solche „eigenartigen“ Zahlen sind. Die Werte sind 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33 usw. Ein 10-Ohm-Widerstand kann als Maximalgrösse also  $10 \text{ Ohm} + 10\% = 11 \text{ Ohm}$  haben. Ein 12-Ohm-Widerstand kann auch 10% weniger sein:  $12 \text{ Ohm} - 10\% = 10,8 \text{ Ohm}$ . Wenn ein Widerstand mehr als 10% abweicht, fällt er automatisch unter eine andere Wertbezeichnung und wird natürlich entsprechend benannt.)

Schaltbild, und Du kannst es jetzt mit Abbildung e vergleichen, die man „Verdrahtungsanweisung“ nennt.

Dieses ist sozugen eine Skizze eines Gerätes, aus der die Arbeiter in der Fabrik ersehen können, wo die Einzelteile sich befinden sollen und wie die Drähte verlaufen müssen. Du wirst in diesem Buche weiterhin Schaltbilder finden. Die Verdrahtungsanweisungen findest Du auf den einzelnen Bestückungskarten.



d



e

### Wie herum?

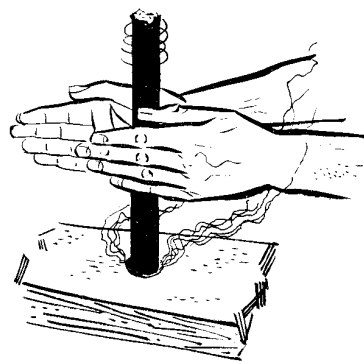
Auf dem Schaltzeichen für die Batterie wirst Du ein Plus- und ein Minuszeichen finden. Diese geben die Richtung an, in der der Strom fließt. Aber pass jetzt gut auf! Diese Richtung wurde festgelegt, bevor man von der Existenz der Elektronen wusste. Man nannte eben eine Seite der Batterie plus und sagte, dass der Strom von plus nach minus fließt. Erst später entdeckte man, dass sich die Elektronen aber in der entgegengesetzten Richtung bewegen, d.h. von — nach +.

Wir sollten aber unsere Grosseltern und Urgrosseltern deshalb nicht auslachen. Man wusste es eben damals noch nicht genau.

Die Batterie ist sozusagen ein kleiner Kasten, in dem sich eine riesige Anzahl von Elektronen befindet. Die Elektronen fließen von der Minus-Seite über den Widerstand und den Verbindungsdraht zur Plus-Seite der Batterie. Die Batterie, die Du benutzt, ist aus chemischen Elementen zusammengesetzt. Der — Pol wird aus einer Zinkelektrode und der + Pol aus einer Kohleelektrode gebildet. Zwischen beiden befindet sich eine feste Masse, die Elektrolyt genannt wird. Gebrauchst Du Deine Batterie für Deine Experimente, so wird das Elektrolyt durch eine chemische Umsetzung verbraucht. Die Batterie verliert langsam ihre Kraft und wird leer. Verbrauchte Batterien kannst Du nicht wieder auffrischen. Sie werden feucht, und es ist besser, wenn Du sie wegwirfst.

### Wechselstrom

Bisher haben wir nur einen Strom betrachtet, der immer nur in derselben Richtung fließt, wie es z.B. immer in der Wasserleitung der Fall ist. Bei der Elektrizität kann es aber anders sein. Dort können nämlich Elektronen für gewisse Zeit in der einen Richtung durch den Draht fließen und dann für eine gewisse Zeit in der anderen und so fort. Wenn dies beim Wasser der Fall wäre, würde



Hier ist eine Liste der Widerstände, die in den Baukästen geliefert werden:

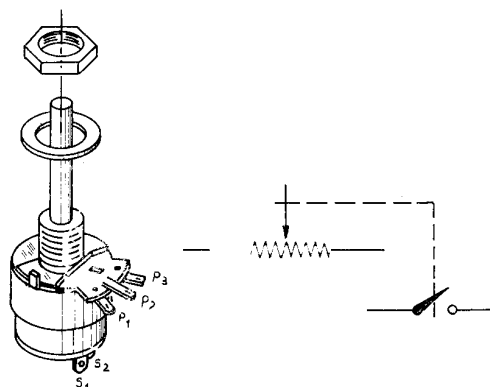
|             | EE 8 | EE 8/20 | EE 20 | Farbcode (-schlüssel) |
|-------------|------|---------|-------|-----------------------|
| 10 Ohm      |      | 1       | 1     | braun/schwarz/schwarz |
| 47 Ohm      | 1    |         | 1     | gelb/lila/schwarz     |
| 120 Ohm     |      | 2       | 2     | braun/rot/braun       |
| 150 Ohm     |      | 1       | 1     | braun/grün/braun      |
| 180 Ohm     |      | 1       | 1     | braun/grau/braun      |
| 220 Ohm     |      | 1       | 1     | rot/rot/braun         |
| 270 Ohm     | 2    |         | 2     | rot/lila/braun        |
| 560 Ohm     |      | 1       | 1     | grün/blau/braun       |
| 680 Ohm     | 1    |         | 1     | blau/grau/braun       |
| 1.500 Ohm   |      | 1       | 1     | braun/grün/rot        |
| 2.200 Ohm   | 1    |         | 1     | rot/rot/rot           |
| 3.300 Ohm   | 1    |         | 1     | orange/orange/rot     |
| 4.700 Ohm   | 1    |         | 1     | gelb/lila/rot         |
| 15.000 Ohm  | 1    |         | 1     | braun/grün/orange     |
| 27.000 Ohm  | 1    | 1       | 2     | rot/lila/orange       |
| 100.000 Ohm | 1    |         | 1     | braun/schwarz/gelb    |
| 330.000 Ohm | 1    |         | 1     | orange/orange/gelb    |
| 680.000 Ohm | 1    |         | 1     | blau/grau/gelb        |

### Potentiometer

Ein Potentiometer wird gebraucht, um die Lautstärke eines Rundfunkempfängers oder eines Tonverstärkers zu regeln. Es ist ein Widerstand, auf dem ein Kontakt bewegt werden kann.

Entsprechend der Stellung dieses Kontaktes kann eine grössere oder kleinere Spannung aufgenommen werden. Auf dem Potentiometer ist ein Schalter, mit dem die Batterie abgeschaltet werden kann. Der Schalter befindet sich auf derselben Achse wie der bewegliche Kontakt des Potentiometers. Wenn man den Knopf ganz nach links dreht (entgegen dem Uhrzeiger), ist abgeschaltet; wenn man nach rechts dreht, wird wieder eingeschaltet.

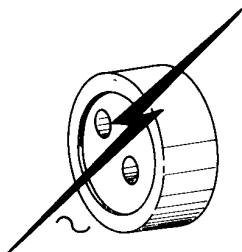
|                                   | EE 8 | EE 8/20 | EE 20 |
|-----------------------------------|------|---------|-------|
| Potentiometer mit Schalter        | 1    | —       | 1     |
| Knopf für Potentiometer           | 1    | —       | 1     |
| Mutter für Potentiometer          | 1    | —       | 1     |
| Unterlegscheibe für Potentiometer | 1    | —       | 1     |





recht wenig Wasser aus dem Hahn fließen. Um nützlich zu sein, braucht aber die Elektrizität nicht aus dem Draht herauszukommen. Um das besser erklären zu können, müssen wir bei Winnetou um Hilfe bitten. Er kann Feuer machen, in dem er einen Stock sehr schnell in einem Loch eines Holzblocks hin und her dreht. Die Reibung erzeugt Wärme. Wenn diese gross genug ist, wird der Stock anfangen zu glimmen. Reibung bedeutet die Überwindung von Widerstand. Wenn Du Deine Hände hin und her reibst, werden sie auch warm. Die eine Hand, die über die andere Hand fährt, überwindet einen Widerstand.

Wenn ein elektrischer Strom durch einen Draht fliesst, muss auch ein Widerstand überwunden werden. Dadurch wird der Draht warm. Ganz gleich, ob die Elektronen sich von links nach rechts, von rechts nach links oder hin und her bewegen. Die Stromstärke und die Grösse des Widerstandes bestimmen, wieviel Hitze entwickelt wird. Gleichgültig, ob es sich um „Gleichstrom“ oder um „Wechselstrom“ handelt. Beispiele von Hitzeentwicklung durch den elektrischen Strom sind Dir natürlich bekannt: im Heizlüfter oder in der Glühlampe.



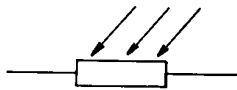
Wechselstrom haben wir in der Steckdose an der Wand. Das sind 220 Volt. Genug, um tödliche Unfälle zu verursachen!

In unserem Baukasten verwenden wir Batterien. Sie reichen für die Geräte, die wir bauen wollen, aus. Sie haben so wenig Spannung, dass kein Schaden entstehen kann.

6

### Lichtabhängige Widerstände

Es gibt Widerstände, deren Widerstandswert nicht konstant ist.



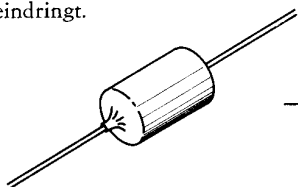
Im Dunkeln haben sie einen sehr hohen Widerstand. Wenn Licht auf die gestreifte, empfindliche Seite fällt, ist der Widerstand viel niedriger. Diese lichtempfindlichen Widerstände nennt man LDR-Zellen (englisch: Light Dependent Resistors).

empfindlichen Widerstände nennt man LDR-Zellen (englisch: Light Dependent Resistors).

### KONDENSATOREN

#### Polyester-Kondensatoren

Ein für Kondensatoren sehr gut zu verwendender Kunststoff ist Polyester. Er wird dabei als Isolator verwendet. Eine Metallschicht (Silber) wird auf eine Seite dieses Kunststoffes aufgetragen. Wenn man zwei solcher Folien aufeinanderlegt und sie fest zusammenrollt, erhält man einen Kondensator. Eine gelbe Schutzschicht schützt ihn und verhindert, dass Feuchtigkeit eindringt.



|            | EE 8 | EE 8/20 | EE 20 | Bezeichnung |
|------------|------|---------|-------|-------------|
| 47.000 pF  | 1    | —       | 1     | 47 K        |
| 100.000 pF | 3    | —       | 3     | 0.1 µF      |

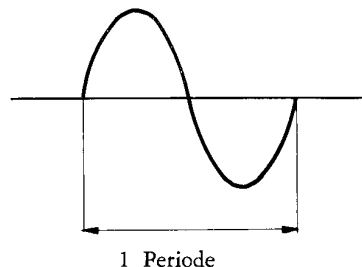
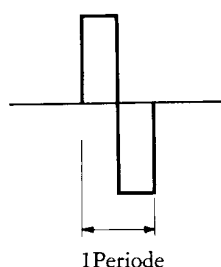
### Frequenz

Wir müssen etwas mehr über den Wechselstrom wissen als nur die Voltzahl. Wir müssen nämlich wissen, mit welcher Geschwindigkeit sich der Strom hin und her bewegt. Stell Dir einmal vor, dass sich der Strom für eine halbe Sekunde von oben nach unten bewegt. Dann während der nächsten halben



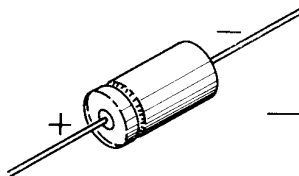
Sekunde von unten nach oben. Also während einer Sekunde einmal nach oben und dann wieder nach unten (Abb.). Dieses einmalige Auf und Nieder oder Hin und Her nennt man eine Periode des Wechselstroms (und der wechselnden Spannung). Die Anzahl der Perioden per Sekunde nennt man die „Frequenz“. In diesem Beispiel ist die Frequenz also eine Periode per Sekunde.

Die Spannung in unserer Haussteckdose hat eine Frequenz von 50 Perioden per Sekunde, und wir nennen diese 50 Hertz (Hz). In der Radiotechnik werden viel höhere Frequenzen benutzt. Sender arbeiten z.B. mit einer Frequenz von 1 Million Hertz. Der Einfachheit halber sagen



### Elektrolyt-Kondensatoren

Hier ist das Isoliermaterial ein ausserordentlich dünner Film von Aluminiumoxyd. Dieses bewirkt einen Widerstand gegen den Strom nur in einer Richtung (genauso wie bei der Diode), so dass der Elektrolyt-Kondensator entsprechend angeschlossen werden muss. Der positive Pol dieser Kondensatoren befindet sich an der Seite, an der eine Rille im Mantel des Kondensators ist. Der Kondensator als ganzes ist mit einem durchsichtigen blauen Plastikmaterial überzogen.



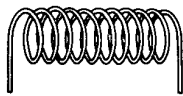
#### Elektrolyt-Kondensatoren

|        | EE 8 | EE 8/20 | EE 20 |
|--------|------|---------|-------|
| 3,2 µF | 1    | —       | 1     |
| 10 µF  | 1    | —       | 1     |
| 100 µF | 2    | —       | 2     |

### Drehkondensator

Der Isolator des Drehkondensators besteht aus dünnen Schichten von plastischem Material. Dazwischen werden zwei Gruppen von Metallplättchen mittels einer Achse so nahe wie möglich aneinander bewegt. Die Kapazität nimmt zu, wenn die Metallplättchen „nach einwärts“ gedreht sind. Der Drehkondensator wird bei Deinem Rundfunkgerät dazu benutzt, einen Sender abzustimmen.

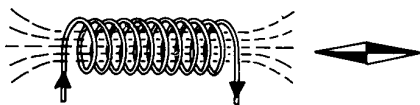
wir für 1.000 Hertz = 1 Kilohertz (kHz) und für 1.000.000 Hertz = 1 Megahertz (MHz). In der Praxis verhält sich der Wechselstrom im allgemeinen nicht so „zackig“ wie unten angegeben, sondern er fließt in einer weicheren Kurve (siehe Abb.). Die Bewegung fängt in einer Richtung langsam an, steigert sich dann und nimmt wieder ab, ändert die Richtung usw. Das Symbol für den Wechselstrom zeigt eine ähnliche Verlaufsform.



#### Spulen

Der Wechselstrom fließt durch Drähte und Widerstände genau in derselben Stärke wie der Gleichstrom. Wenn wir aber einen Draht zu einer Spule formen, merken wir einen Unterschied. Eine Spule setzt dem Wechselstrom einen größeren Widerstand entgegen als dem Gleichstrom. Je höher die Frequenz, desto grösser ist die Anstrengung, die der Wechselstrom machen muss, um durch die Spule zu fließen.

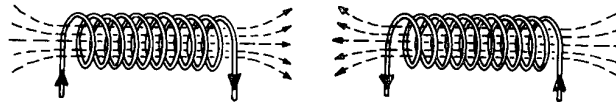
Wie kommt das? Wenn Strom durch eine Spule fließt, wird ein magnetisches Feld geschaffen, das dem eines Magnetstabes entspricht. Eine Spule wird deshalb Eisenspäne und eine Kompassnadel anziehen.



Wenn Wind gegen die Flügel einer Windmühle bläst, drehen sie sich. Wenn Du aber mit einem Motor die Flügel einer Windmühle drehen würdest, würden sie wie ein riesiger Ven-

tilator Wind erzeugen. Wenn Du nun mit der Spule ebenfalls den umgekehrten Versuch machst und diese neben einen Magnetstab legst, wird dann Strom in der Spule fließen? Nein, denn in einer Spule wird nur dann eine Spannung erzeugt, wenn die Spule in einem magnetischen Feld hin und her bewegt wird. Die Spannung entsteht auch dann in der Spule, wenn Du den Stabmagneten um die Spule herum bewegst.

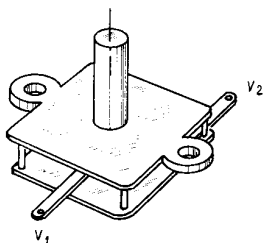
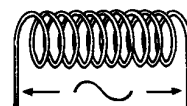
Du hast eben gelernt, wenn Du eine Spule an Deine Batterie anschließt, wird ein magnetisches Feld erzeugt. Polst Du die Anschlussdrähte an der Batterie um, so fließt der Strom in der



Spule entgegengesetzt, und das magnetische Feld ändert ebenfalls seine Richtung (Abb.). Du hast vorher gelesen, dass ein sich änderndes Magnetfeld in der Spule eine Spannung erzeugt. Durch das Umklemmen der Anschlussdrähte an Deiner Batterie änderst Du also immer das magnetische Feld. Durch diesen Auf- und Abbau des Magnetfeldes entsteht in der Spule selbst eine Spannung, die nicht aus Deiner Batterie kommt.

Was macht nun die in der Spule erzeugte Spannung? Die Spannung benimmt sich wie ein Esel, den man am Schwanz zieht. Der Esel versucht, vorwärts zu schreiten. Er stemmt sich

der Kraft entgegen, die ihn zurückziehen will. Die Spannung, die durch die Änderung des magnetischen Feldes in der Spule erzeugt wird, wirkt der Spannung Deiner Batterie entgegen



Drehkondensator  
Knopf dafür

EE 8 EE 8/20 EE 20

1 — 1  
1 — 1

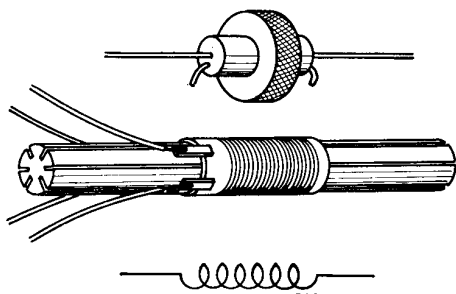
#### SPULEN

Zwei verschiedene Spulen werden benutzt. Ihren Zweck werden wir später bei den Schaltzeichnungen erklären.

Drosselspule  
Abstimmantennenspule

EE 8 EE 8/20 EE 20

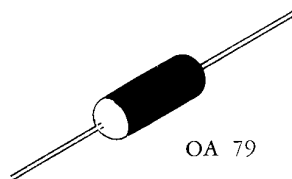
1 — 1  
1 — 1



#### HALBLEITER

Diode OA 79

EE 8 EE 8/20 EE 20  
1 — 1



Transistor AF 116

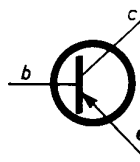
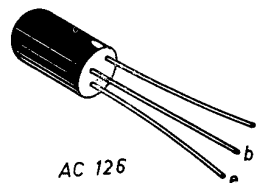
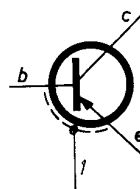
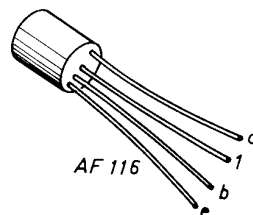
1 — 1

Transistor AC 126

1 1 2

Kühlschelle für AC 126

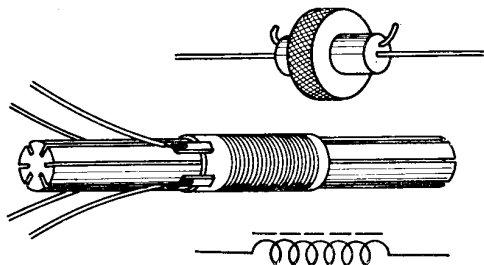
1 1 2





(Abb.). Das Ergebnis dieses Gegeneinander ist, dass der Strom schwächer wird. Das ist dasselbe, als wenn wir den Widerstand vergrössern würden. Je höher die Frequenz des Wechselstroms ist, desto schneller wechselt der Strom seine Richtung und um so grösser ist die Gegenspannung. Der Strom wird also immer schwächer und der scheinbare Widerstand der Spule immer grösser.

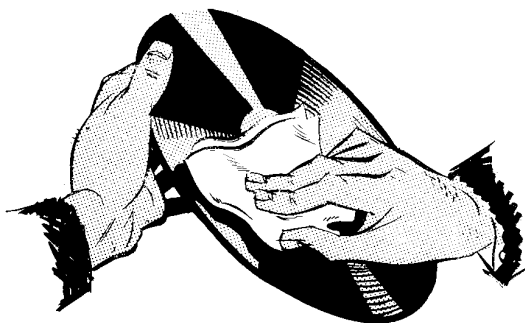
Bei unseren Geräten werden wir uns diese Eigenschaft der Spulen zunutze machen. Hier sind Skizzen von zwei Spulen, die Du in dem Baukasten findest. Unter der Skizze befindet sich das entsprechende Schaltzeichen.



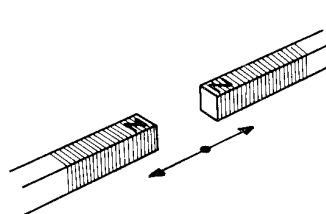
Nun haben wir gesehen, dass der Gleichstrom leicht durch eine Spule fliesst, und dass der Wechselstrom mehr Schwierigkeiten dabei hat. Je grösser die Frequenz des Wechselstroms ist, um so schwieriger ist es für diesen Strom, durch die Spule zu fliessen. Man kann deshalb eine Spule als Hindernis verwenden, das Gleichstrom durchlässt, aber Wechselstrom fast völlig zurückhält.

8

## Elektrisches Feld



Wir haben soeben über das magnetische Feld gesprochen. Es gibt aber auch ein elektrisches Feld. Ein magnetisches Feld wird erzeugt, wenn ein Strom durch einen Draht fliesst. Ein elektrisches Feld befindet sich um einen Gegenstand herum,

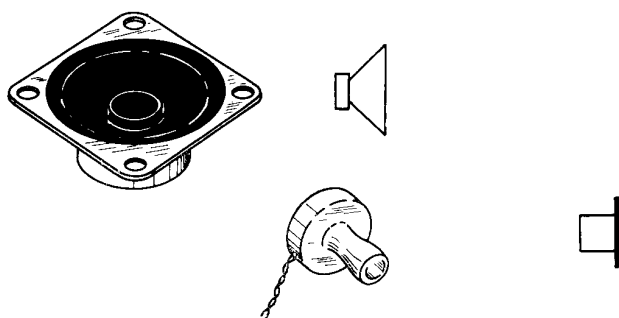


an dem Spannung liegt. Du weisst, dass ein Glasstab oder eine Schallplatte Staub und kleine Papierstücke anzieht, wenn Du sie mit einem Stück trockenem Woll- oder Seidenstoff reibst.

Durch Reibung wird ein solcher Gegenstand elektrisch aufgeladen und unter Spannung gesetzt. Die Elektronen kommen dann an die Oberfläche. Ein Leiter kann auch aufgeladen werden und Staubteile an-

## KOPFHÖRER UND LAUTSPRECHER (zugleich Mikrophone)

Diese verwandeln elektrischen Strom in Schall bzw. umgekehrt. Wir werden das in dem Abschnitt über Niederfrequenztechnik erläutern.



|              | EE 8   | EE 8/20 | EE 20 |
|--------------|--|---------|-------|
| Kopfhörer    | 1  | —       | 1     |
| Lautsprecher | —  | 2       | 2     |
| Mikrophon    | hierfür wird Lautsprecher oder Kopfhörer benutzt |         |       |

Mikrophon Symbol  Plattenspieler Symbol 

## ANDERE EINZELTEILE

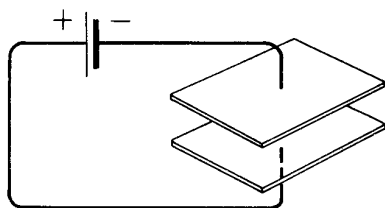
|                                      | EE 8  | EE 8/20 | EE 20 |
|--------------------------------------|-------|---------|-------|
| Lampensockel                         | 1     | —       | 1     |
| Reflektor                            | —     | 1       | 1     |
| Lampe 6 V, 50 mA *)                  | 1     | —       | 1     |
| Metallstreifen für Tasten            | 1     | 7       | 8     |
| Knopf für Morsetaste                 | 1     | —       | 1     |
| Umschalter                           | —     | 1       | 1     |
| Mit Löchern versehenes Versuchsbrett | 1     | —       | 1     |
| Füsse für Versuchsbrett              | 4     | —       | 4     |
| Druckfedern                          | 30    | —       | 30    |
| „Haarnadeln“                         | 30    | —       | 30    |
| Spiralfedern                         | 15    | —       | 15    |
| Gummibänder                          | 2     | —       | 2     |
| Blanker Draht                        | 5 m   | 5 m     | 10 m  |
| Isolierter Draht                     | 5 m   | 5 m     | 10 m  |
| Grosse Gummiringe                    | 3     | —       | 3     |
| Kleine Gummiringe                    | 10    | 15      | 25    |
| Schnur                               | 20 cm | —       | 20 cm |
| 3-mm-Schraube                        | 1     | —       | 1     |
| 3-mm-Mutter                          | 1     | —       | 1     |
| Splinte                              | 10    | 15      | 25    |
| Bestückungskarten                    | 8     | 13      | 21    |

\*) Bitte keine andere Lampe verwenden, sonst könnte der Transistor zerstört werden.

Nicht mitgeliefert:

4,5 V Flachbatterie, wovon zwei benötigt werden. Die Batterien für Transistorgeräte sind besser geeignet als Taschenlampenbatterien, weil sie eine längere Lebensdauer haben.

ziehen. Hierzu braucht man aber eine ziemlich hohe Spannung. Du kannst nicht sehen, dass im elektrischen Feld nicht nur Staubteile, sondern auch Elektronen angezogen und abgestossen werden. Was das Abstoßen anbetrifft: Stell Dir nur vor, was passiert, wenn zwei Magneten eng zusammengebracht werden. Der Nordpol des einen zieht den Südpol des anderen an. Die zwei Nordpole aber stoßen einander ab (Abbildung). Elektronen sind alle negativ aufgeladen und stoßen einander ab, genauso wie gleiche Magnetpole einander abstoßen.



#### Kondensatoren

Jetzt wollen wir einmal sehen, was passiert, wenn zwei Metallplatten mit einer Batterie verbunden werden. (Abbildung). Elektronen fließen vom

negativen Pol zu der oberen Metallplatte. Sie müssen es tun, weil am negativen Pol der Batterie viele, viele Elektronen sind, die sich gegenseitig abstoßen.

Die Drahtverbindung und die Metallplatte geben ihnen die Möglichkeit, sich mit einigen tausend Millionen Elektronen vom negativen Pol der Batterie den Draht entlang in die Platte hineinzuschieben. Einmal dort angelangt, können sie nicht weiter, weil die Luft Elektronen nicht durchlässt.

Aber eine elektrische Aufladung erzeugt ein elektrisches Feld, das sehr wohl durch die Luft geht und auf die andere Metallplatte einwirkt. Auf dieser Platte befinden sich auch Elektronen.

Es gibt in einem Leiter immer Elektronen, auch dann, wenn er nicht an eine Batterie angeschlossen ist. Die Elektronen sind eben in dem Metall vorhanden. Sie fließen aber dort nicht hindurch, solange kein elektrisches Feld auf sie einwirkt. Im elektrischen Feld werden sie in Bewegung gesetzt.

Elektronen sind wie unhöfliche Leute, die in einen Zug einsteigen wollen. Sie drängeln und benutzen ihre Ellbogen. Elektronen sind noch viel schlimmer als diese Leute.

Sie sind immer unhöflich zueinander und schieben sogar aus einer Entfernung, bei der sie sich mit ihren Ellbogen nicht einmal erreichen können. Das elektrische Feld, das von der oberen Metallplatte ausgeht, schiebt daher Elektronen von der



9

## II. Fehlersuche

Wenn ein Gerät nicht gleich funktioniert, schalte es sofort ab und verfähre wie folgt:

1. Überprüfe die Verdrahtung. Vergleiche sie mit der Bestückungskarte. Sieh genau nach, dass Du nicht irgendeine Verbindung oder irgendein Einzelteil vergessen hast. Achte darauf, dass die Drähte auch guten Kontakt in den Drahtklemmen haben und dass sie sich nirgendwo berühren.
2. Achte darauf, dass Du nicht die positiven und negativen Pole der Batterie verwechselt hast und dass die Verbindung zwischen den beiden Batterien nicht vergessen wurde oder sich gelöst hat.
3. Sieh nach, ob die Transistoren richtig angeschlossen sind (Kollektor, Basis, Emitter und Abschirmung.)
4. Prüfe, ob die Diode in der vorgeschriebenen Richtung angeschlossen worden ist.
5. Sieh nach, ob die Elektrolyt-Kondensatoren in der vorgeschriebenen Richtung angeschlossen sind, d.h. mit der Rille an der Seite, wie auf der Bestückungskarte angegeben.
6. Sind die richtigen Widerstände entsprechend dem Farbschlüssel auf dem Schaltbild eingebaut?
7. Schraube die Lampe heraus und prüfe sie direkt an der Batterie, ob sie noch brennt.
8. Prüfe nach, ob die Batterien leer sind. Benutze die hierfür mitgelieferte Lampe. Prüfe aber nur jeweils eine Batterie, denn zwei Batterien in Serie liefern eine Spannung, die die Lampe nicht aushält.

## IV. Auseinandernehmen der Bauteile

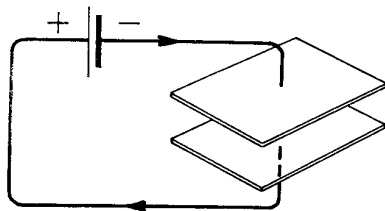
Schalte zunächst den Schalter aus und unterbreche die Verbindungen zur Batterie. Die Verbindung zwischen den beiden Batterien kann bestehen bleiben. Entferne dann die Transistoren. Zu diesem Zweck musst Du die Spiralfedern vorsichtig hinunterdrücken, so dass die Transistorleitungen ohne Schwierigkeiten aus den Drahtklemmen herausgezogen werden können. Ziehe dabei vorsichtig an den Drähten und nicht am Transistor. Wenn ein zusätzlicher Lautsprecher oder ein Plattenspieler angeschlossen ist, entferne auch diese Verbindungsdrähte. Dann entfernst Du Widerstände, Kondensatoren, die Verbindungen zu dem Potentiometer usw. Die Drahtverbindungen der Kohlewiderstände, der Elektrolyt- und Polyester-Kondensatoren wurden beim Zusammenbau umgebogen. Biege diese nicht wieder gerade, weil sie sonst bei der Neuverwendung wieder gebogen werden müssen. Je weniger die Drähte hin- und hergebogen werden, desto geringer ist die Bruchgefahr.

Ziehe die Drähte aus den Anschlusslaschen des Potentiometers, des Drehkondensators usw. heraus. Wenn Du diese lose herumhängen lässt, sind sie nur im Wege und verleiten Dich dazu, Fehler zu machen.

Wir möchten Dir einen guten Rat geben: Lege alle Einzelteile sofort wieder in ihr Fach zurück. Wenn Teile verlorengehen, auf die Erde fallen und Du Dich aus Versehen daraufstellst, werden sie Dir für die weiteren Geräte fehlen. Es kommt dann der Augenblick, wo Du zum Händler gehen musst, um neue Teile zu beschaffen. Das kostet aber Geld! Nachdem Du alle Einzelteile und Drahtklemmen abmontiert hast, kannst Du die Bestückungskarte entfernen und die nächste auflegen.

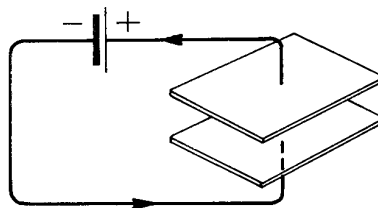
unteren Metallplatte durch den Draht zum Pluspol der Batterie weg. Je höher die Spannung, desto mehr Elektronen können weggeschoben werden. Wir fassen noch einmal zusammen:

Was erfolgt, wenn wir eine Batterie an zwei Metallplatten anschliessen? Ein Elektronenstrom fliesst von dem Minuspol der Batterie



zu der angeschlossenen Platte hin und von der anderen Platte zum Pluspol der Batterie. Das ist aber alles, was passiert. Die Elektronen auf der ersten Metallplatte geraten an die Luft und können nicht weiter: Sehr bald fliesst kein Strom mehr. Jetzt verbinden wir schnell die Batterie anders herum mit den beiden Metallplatten. Das bedeutet, dass Plus jetzt oben und Minus jetzt unten ist. Der Minuspol der Batterie sieht wiederum die Möglichkeit, einige Elektronen loszuwerden, diesmal an die untere Platte, die natürlich „leer“ ist. Wenn einmal die Elektronen die Metallplatte erreicht haben, stossen sie die Elektronen in der oberen Metallplatte mit solcher Kraft ab, dass diese bis in die Batterie geraten. Somit fliesst wiederum ein Strom bis die untere Metallplatte mit Elektronen aufgeladen ist. Vergleiche jetzt einmal die beiden Abbildungen. Zuerst strömten die Elektronen in dem oberen Draht von links nach rechts und dann im umgekehrten Sinne. Wenn wir dauernd die Pole der Batterie umkehren, wird ein Wechselstrom durch den Draht fliessen. Du wirst verstehen: Je schnell

er die Polumkehrung erfolgt, desto öfter fliessen die Elektronen hin und her.



In der Praxis wird keine Umkehrung von Batteriepolen vorgenommen, sondern es wird Wechselstrom verwendet. Zwei Metallplatten, die parallel zueinander liegen, sich

aber nicht berühren, nennt man „Kondensator“ (Schaltzeichen siehe Abb.) Wenn die Frequenz des Wechselstroms grösser wird, fliesst der Strom immer leichter durch einen solchen „Kondensator“. Ein Kondensator ist somit genau das Gegenteil von einer Spule. Er lässt keinen Gleichstrom durch, aber Wechselstrom. Die Ausmasse des Kondensators, d.h. die Platten-grösse und der Abstand dazwischen, bestimmen die „Kapazität“.

Die Kapazität ist die Fähigkeit des Kondensators, sich aufzuladen. Je grösser die Kapazität, desto leichter kann der Wechselstrom hindurchfliessen. Die Kapazität misst man in Farad, abgekürzt F. Das Farad ist reichlich gross. Deshalb benutzt man meistens das Mikrofarad ( $\mu\text{F}$ ), das eine Million mal kleiner ist und das Picofarad (pF), das noch eine Million mal kleiner ist. Manchmal wird auch das Nano-Farad (nF) verwendet, das gleich Eintausend pF ist. Also:

$$\begin{aligned} 1 \text{ F} &= 1.000.000 \mu\text{F} \\ &= 1.000.000.000 \text{ nF} \\ &= 1.000.000.000.000 \text{ pF} \end{aligned}$$

10

### III. Anweisungen für den Zusammenbau

Lies zuerst: Allgemeine Bauanleitungen (Teil I)

#### A. Elektro-Akustik

##### A1 - EINFACHER VERSTÄRKER FÜR PLATTENSPIELER

Mit diesem Verstärker kannst Du Schallplatten klar und laut über einen Kopfhörer abhören. Du kannst dadurch Schallplatten hören, ohne andere zu stören.

Die allgemeine Bauanleitung findest Du auf Seite 18 der techn. Erläuterungen. Benutze jetzt Bestückungskarte A1. Lege sie so auf das Versuchsbrett, dass die Löcher auf der Bestückungskarte mit den Löchern auf dem Versuchsbrett übereinstimmen.

Hast Du die Batterien und das Potentiometer aufgebaut? Falls nicht, mache dieses zuerst. Stecke dann „Haarnadeln“ in alle Löcher der Bestückungskarte und setze die Federn darauf. Spare die Löcher, die mit S1 + P1, P2 und P3 bezeichnet sind, aus. Baue dann alle auf der Bestückungskarte eingezeichneten Einzelteile auf.

Es sind folgende Widerstände erforderlich:

|  |
|--|
| 270 Ohm ( $\Omega$ ), Farbschlüssel rot, lila, braun |
| 3.300 Ohm Farbschlüssel orange, orange, rot          |
| 4.700 Ohm Farbschlüssel gelb, lila, rot              |
| 100.000 Ohm Farbschlüssel braun, schwarz, gelb       |
| 330.000 Ohm Farbschlüssel orange, orange, gelb       |
| 680.000 Ohm Farbschlüssel blau, grau, gelb           |

Baue auch die Polyester- und Elektrolyt-Kondensatoren ein und achte dabei darauf, dass die Elektrolyt-Kondensatoren die

richtige Stellung haben. Die Transistorendrähte dürfen nicht durcheinandergebracht werden — sei hierbei mindestens ebenso vorsichtig, als wenn Du eine belebte Strasse überquerst.

Dann kommen die blanken Drähte an die Reihe (die einfachen Linien auf der Bestückungskarte).

Verbinde nun einen isolierten Draht mit der Drahtklemme P3 Deines Potentiometers. Stecke diesen durch das Loch in dem Versuchsbrett (wo keine Drahtklemme ist) und verbinde ihn durch eine Drahtklemme mit dem 10  $\mu\text{F}$ -Kondensator. Auf die gleiche Art muss ein Draht von dem 3,2  $\mu\text{F}$ -Kondensator zur P2-Drahtklemme des Potentiometers geführt werden (wieder ein isolierter Draht durch das Loch bei P2). Es führt auch ein Draht von der unteren Drahtklemme des Kopfhörers durch das Loch mit der Bezeichnung S1 + P1 zu Punkt S1 und weiter zu Punkt P1 auf dem Potentiometer. Dann müssen noch die Batterien angeschlossen werden. Von dem langen Streifen der einen Batterie aus muss ein Draht zu dem oberen rechten Punkt B der Zeichnung führen. Von dem kurzen Streifen der anderen Batterie aus muss ein isolierter Draht zu dem Schaltpunkt S2 auf dem Potentiometer gehen.

Du musst deshalb diesen Draht irgendwo durch ein Loch im Versuchsbrett stecken. Prüfe nach, ob der lange Streifen der einen Batterie schon mit dem kurzen Streifen der anderen Batterie verbunden ist. Falls nicht, mache dies jetzt.

Wenn Du damit fertig bist, verbinde den Kopfhörer mit den beiden Drahtklemmen auf der rechten Seite der Bestückungskarte, wo Du die Zeichnung und das Symbol des Kopfhörers siehst. Dann wird der Plattenspieler auf der linken Seite der Bestückungskarte angeschlossen.



### III. Halbleiter

## Leiter und Nicht-Leiter (Isolatoren)

Die Elektronen können leicht durch Kupfer, Eisen, Silber und Aluminium fließen — diese Stoffe nennt man Leiter.

Elektronen können nicht durch die Luft— auch nicht durch einige feste Stoffe, wie Porzellan, Glimmer, Gummi usw. Der Widerstand dieser Stoffe, die man „Nicht-Leiter“ (Isolatoren) nennt, ist viele tausend millionenmal grösser als der eines Leiters. Die Halbleiter liegen hier irgendwo dazwischen, und man könnte sie ebensovogut Halb-Isolatoren nennen.

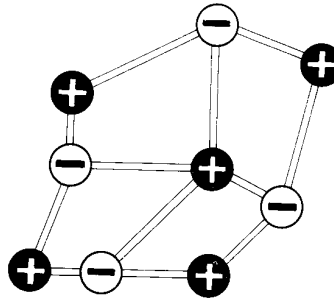
Nun haben die Halbleiter auch andere Eigenschaften, die es möglich machen, Dioden und Transistoren herzustellen. Die für uns wichtigsten Halbleiter sind Silizium und Germanium. Zur Herstellung von Dioden und Transistoren ist es wichtig, dass das Material von grösster Reinheit ist. Das Verhältnis der Verunreinigungen im Material darf nicht grösser als 1 : 10.000.000 sein. Das wäre dasselbe, als wenn in der Bundesrepublik nur 5 Schmutzfinken wären. Wenn man nun nach vielen Schwierigkeiten das Germanium so rein wie irgendmöglich gemacht hat, setzt man ihm einige „Unreinheiten“ wieder zu: Ein winziges bisschen von gewissen Stoffen, wie Arsen (ein sehr bekanntes Gift, Hauptbestandteil von Rattengift) und Indium, in einem Verhältnis wie etwa ein Teil zu 100 Millionen Teilen.

## Elektronen und „Löcher“

Du kannst bei einem Stück Metall nicht sehen, was drinnen ist. Wir wissen aber bereits, dass in dem Metall viele Elektronen sind. Elektronen sind kleine Tropfen Elektrizität — elektrische Ladungen — aber im allgemeinen nimmt man dies nicht wahr. Das kommt daher, weil das Metall auch eine Gegenladung hat, die die Elektronenaufladung ausgleicht.

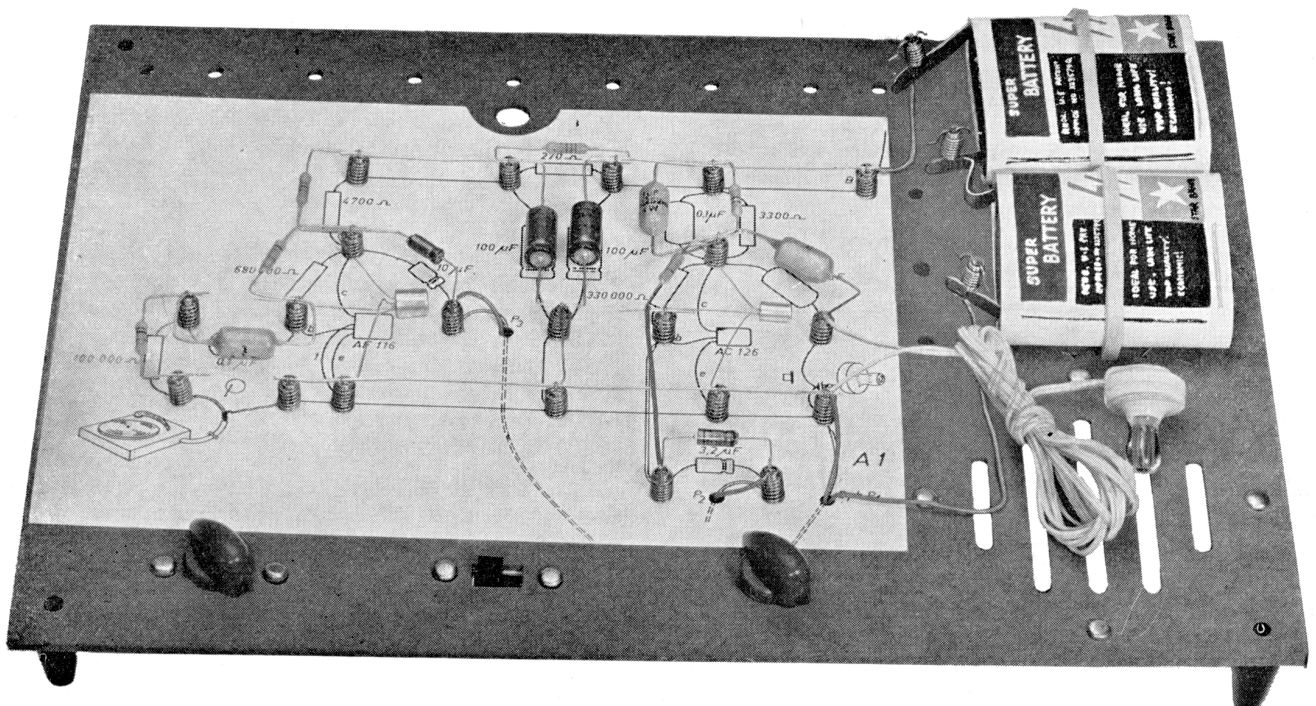
Stelle gleichartige Magnete aufeinander mit dem Nordpol des einen auf den Südpol des anderen. Du wirst dann sehen, dass andere Eisenteilchen gar nicht oder kaum angezogen werden. Die entgegengesetzten magnetischen Aufladungen heben sich gegenseitig auf. Es kommt auf das Gleichgewicht an. Wenn

wir ein Elektron aus dem Metall herausnehmen könnten, würde ein „Loch“ übrigbleiben. Die Aufladungen der Elektronen und der Löcher sind dann nicht länger gleich gross, das Gleichgewicht ist zerstört.

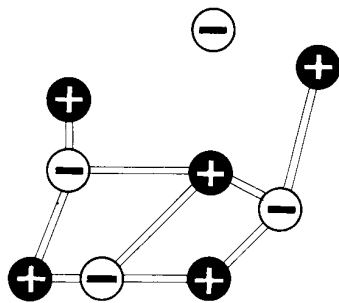


Elektronen (negative Aufladungen) und „Löcher“ (positive Aufladungen).

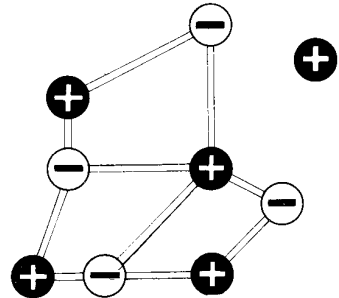
Wie sieht es nun bei reinem Germanium aus? Es ist voll von Elektronen und „Löchern“. Sowohl die Elektronen als auch die



„Löcher“ sind fest in dem Material verankert, und man kann sie nicht so einfach bewegen wie in einem Leiter. Deshalb ist Germanium ein schlechter Leiter. Wenn wir nun etwas Arsen dazubringen, wird eine Anzahl Elektronen ein bisschen beweglicher.



Wenn wir etwas Indium hinzufügen, bemerken wir, dass die „Löcher“ sich ein bisschen besser bewegen lassen. Nun wollen wir ein Beispiel verwenden, das zwar ein klein wenig hinkt, das Dir aber die Sache gut veranschaulichen wird. Falls Du anstelle von 10 Zehnmarkscheinen einen Hundertmarkschein in Deinem Portemonnaie hättest, würdest Du nicht so leicht etwas ausgeben, als wenn Dein ganzes Geld aus Kleingeld bestünde. Genauso würdest Du nicht so gern eine Rechnung über DM 100,— bezahlen, als nur eine von 10 Rechnungen über je DM 10,—.

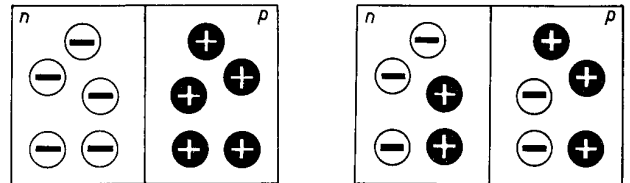


## „Grenzverkehr“

Lass uns einmal zwei kleine Germaniumblöcke nehmen, wovon der eine mit Arsen verunreinigt ist, so dass die negativen Elektronen in ihm bewegt werden können. Der andere Block wird mit Indium verunreinigt, damit die positiven „Löcher“ beweglich werden. Man nennt diese beiden Germaniumtypen „n“ bzw. „p“. (Abb.)

Was passiert nun, wenn wir diese beiden kleinen Blöcke nebeneinanderstellen?

Die beweglichen Elektronen in dem n-Germanium (mit Arsen) entdecken die beweglichen Löcher in dem p-Germanium (mit Indium). Elektronen stoßen sich gegenseitig ab. „Löcher“ tun



miteinander dasselbe, aber Elektronen und „Löcher“ ziehen einander an. Das Ergebnis dieser Anziehungskräfte ist, dass eine Anzahl von Elektronen einen kleinen Ausflug zum p-Germanium mit seinen anziehenden „Löchern“ macht. Andererseits bewegen sich gleichzeitig eine Anzahl von „Löchern“ hinüber zu dem n-Germanium (Abb.).

Nicht alle Elektronen und „Löcher“ machen diesen kleinen

12

Das Symbol und die Zeichnung des Plattenspielers sind dazu da, damit Du keine Fehler machst.

Es könnte jedoch eine Schwierigkeit auftreten. Die meisten Plattenspieler werden nämlich mit einem Stereo-Tonabnehmer geliefert. Bei diesem besteht das Verbindungskabel aus zwei inneren Drähten und einer oder zwei Abschirmungsumhüllungen. Beide Innendrähte müssen mit der linken, die Abschirmung mit der rechten Drahtklemme verbunden werden. Bei einem nicht für Stereo eingerichteten Gerät gilt: Innendraht links, Abschirmung rechts anschliessen.



Wenn alles fertig und noch einmal nachgeprüft ist, stecke den Stecker des Plattenspielers in die Steckdose. Du darfst aber nur an die Steckdose gehen, wenn Du die Erlaubnis Deiner Eltern hast. Schalte jetzt den Verstärker ein. Dies machst Du, indem Du den Knopf auf dem Potentiometer nach rechts drehst.

Du kannst nun spielen, was Dein Herz begehrt. Die Lautstärke kannst Du mit dem Potentiometer regeln. Wenn über den Kopfhörer nichts zu hören ist, sieh bitte in dem Abschnitt über Fehlersuche nach.

## A2 - TONVERSTÄRKER

Dieser Verstärker ist der grosse Bruder des vorhergehenden. Die Wiedergabe erfolgt über einen Lautsprecher. Ausser dem Plattenspieler kann auch ein Mikrophon angeschlossen werden. Wir benutzen als Mikrophon den kleinen Kopfhörer.

Wir benutzen jetzt die Bestückungskarte A2. Sie wird auf das Versuchsbrett gelegt, so dass die Löcher übereinstimmen. Dann werden in alle Löcher Drahtklemmen gesteckt; ausser in die, die mit S1 + P1, P2, P3, S3, S4 und S5 bezeichnet sind. Diese sind die Zuleitungslöcher.

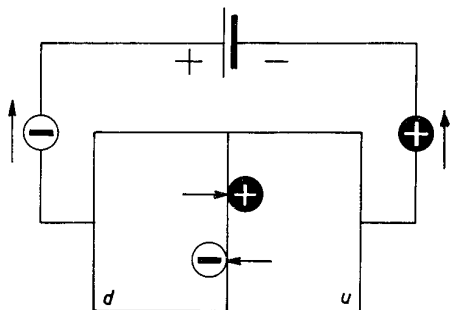
Die erforderlichen Widerstände sind:

- 270 Ohm, rot, lila, braun
- 3.300 Ohm, orange, orange, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange
- 100.000 Ohm, braun, schwarz, gelb
- 330.000 Ohm, orange, orange, gelb
- 680.000 Ohm, blau, grau, gelb

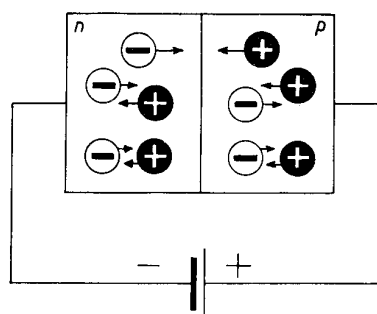
Baue jetzt auch die Einzelteile und die blanken Verbindungsdrähte auf. Dann pass auf, dass Du keine Fehler machst, wenn Du die Transistoren AC 126 und AF 116 anschliesst. Vergiss auf keinen Fall die Kühltülle an dem Transistor AC 126 auf der rechten Seite. Achte darauf, dass keiner der Elektrolyt-Kondensatoren umgedreht wird.

In der rechten oberen Ecke der Bestückungskarte siehst Du das Symbol für den Lautsprecher. Darüber und darunter ist eine Drahtklemme. Von der unteren Drahtklemme aus muss

Ausflug mit. Elektronen, die in dem p-Germanium angekommen sind, ziehen die „Löcher“, die bei dem n-Germanium angekommen sind, wieder zurück und umgekehrt. Ein Stadium des Ausgleichs wird erreicht, bei dem eine Anzahl Elektronen eine Stellung an einer Seite der Grenzschicht und eine Anzahl von „Löchern“ dasselbe an der anderen Seite einnehmen.



Jetzt werden wir eine Batterie anschliessen, und zwar an ein ganz gewöhnliches Stück *reinen* Germaniums. Es passiert gar nichts, weil in diesem Zustand das Germanium ein Nicht-Leiter ist. Wenn wir aber den positiven Pol der Batterie mit einem p-Germanium und den negativen mit einem n-Germanium verbinden (Abb.), dann geschieht etwas. Der Pluspol der Batterie zieht die Elektronen an, die sich an der Grenzschicht des p-Germaniums befinden. Er stösst gleichzeitig die dort befindlichen „Löcher“ zu der Grenzschicht zwischen p- und n-Germanium hin ab. Aber im n-Germanium befinden sich immer



noch Elektronen und im p-Germanium immer noch „Löcher“. Da nun die Grenze frei geworden ist, wird eine Anzahl von Elektronen und „Löchern“ auf die andere Seite hinüberwandern.

In der Hauptsache sehen wir eine Bewegung von Elektronen von dem n- zum p-Germanium und bei den „Löchern“ eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung von p nach n. Diese Bewegungen werden solange andauern, wie die Batterie angeschlossen ist, d.h. solange ein elektrischer Strom fliesst. Somit benimmt sich die Kombination von n- und p-Germanium wie ein ziemlich guter Leiter.

### „Einbahnstrasse“

Wenn wir nun die Batterie anders herum anschliessen, erleben wir eine Überraschung. Die Elektronen streiken, es fliesst kein Strom. Wie kommt das?

Der positive Pol der Batterie ist jetzt mit dem n-Germanium verbunden und zieht die dort befindlichen beweglichen Elektronen an. Die Anziehungskräfte, die Elektronen und „Löcher“ aufeinander ausüben, können sich nicht gegenüber der viel stärkeren Kraft der Batterie behaupten (Abb.).

13

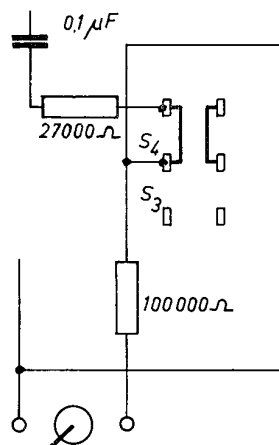
ein isolierter Draht zu einem der beiden Lautsprecher-Anschlüsse führen. Dieser wird durch das Loch im Versuchsbrett rechts von der Drahtklemme gesteckt und läuft dann weiter unter dem Versuchsbrett entlang. Von der oberen Drahtklemme geht auf gleichem Wege ein Draht zu dem Lautsprecher, und zwar durch das Loch dicht neben dieser Drahtklemme. Auf die gleiche Weise läuft ein isolierter Draht von dieser Drahtklemme zum negativen Pol (langer Streifen) der einen Batterie. Von dem positiven Pol (kurzer Streifen) der anderen Batterie muss ein Draht zu der Anschlusslasche S2 des Potentiometers führen.

Verbinde den Kopfhörer mit den beiden am weitesten links befindlichen Drahtklemmen des Gerätes in der Nähe des Symbols für den Kopfhörer und auch den Plattenspieler mit der zweiten und dritten Drahtklemme, zwischen denen Du das Symbol für den Plattenspieler siehst.

Alles in Ordnung?

Nun gut, dann schalte ein und fange an zu spielen! Schiebe den Schalter nach rechts für Mikrophon-Wiedergabe und nach links für Plattenspieler-Wiedergabe.

Bei der Einstellung auf Mikrophon-Wiedergabe könntest Du einen Pfeifton hören. Halte den kleinen Kopfhörer, den Du als Mikrophon benutzt, weiter vom Lautsprecher weg. Drehe das Potentiometer nach links, so dass der Ton leiser wird. Sollte der Anschluss des Plattenspielers Schwierigkeiten machen, sieh nach, was hierüber in dem Abschnitt über den Verstärker A1 steht.



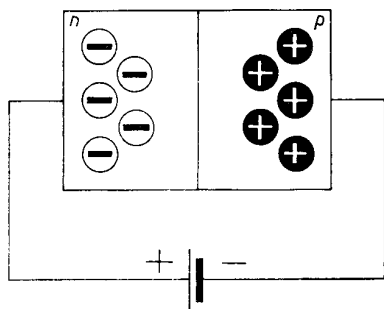
### Sprache und Musik

Du kannst den 100.000 Ohm-Widerstand auch an die Kontaktlasche S4 statt an den Schaltkontakt S3 anschliessen (Abb.).

Ausserdem musst Du zwischen S5 und dem 0,1 µF Kondensator einen 27.000 Ohm Widerstand (rot, lila, orange) anbringen.

Dadurch wird es möglich, während der Musik zu sprechen. Wenn der Schalter auf „Plattenspieler“ eingestellt ist, hast Du nur die Plattenspieler-Wiedergabe, und wenn der Schalter auf „Mikrophon“ steht, spielt der Plattenspieler weiter; aber Du kannst während der Musik auch sprechen, wenn Du das Mikrophon verwendest.

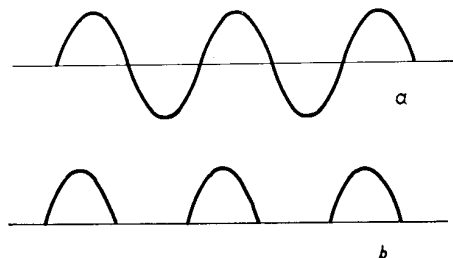




folgen kann. Das Ergebnis: kein Strom!

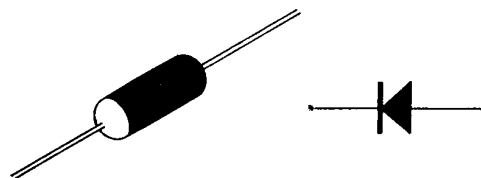
### Die Diode

Was passiert, wenn Wechselstrom an eine solche „Germaniumdiode“ angeschlossen wird? Während der halben Periode, bei der die Spannung am p-Germanium positiv und am n-Germanium negativ ist, fließt ein Strom. Während der folgenden



halben Periode, wenn die Spannung umgekehrt ist, fließt kein Strom. Der Strom fließt aus diesem Grunde durch die Diode in einer Richtung und ist deshalb Gleichstrom, wenn er auch nur stossweise fließt (mit Unterbrechungen) (Abb.).

Sieh Dir das Schaltzeichen für die Diode sehr gut an; der Pfeil (Abb.) zeigt die Richtung an, in der die „Löcher“ durch die Diode fließen. Die Elektronen bewegen sich somit dem Pfeil entgegengesetzt. Das Zeichen auf der Diode ist an der negativen Seite, das ist die Seite, die mit dem n-Germanium verbunden ist.



### Der Transistor

Eine Diode, so hast Du eben gelernt, besteht aus einem p-Germanium und einem n-Germanium. Legt man eine kleine Platte von p-Germanium gegen die n-Germanium-Seite, so erhält man zwei Scheiben p-Germanium mit einer dünnen Scheibe n-Germanium dazwischen (Abb.). Die obere Scheibe des p-Germaniums nennen wir Kollektor, die untere heisst Emitter, und die n-Germanium-Scheibe, die Füllung, nennt man die Basis. Lass uns jetzt einige Versuche machen:

14

### A3 - GEGENTAKTVERSTÄRKER

Dies ist ein Plattenspieler-Verstärker, der es Dir ermöglicht, eine grössere Klangfülle und bessere Wiedergabequalität als mit dem vorhergehenden zu erreichen. Hier werden zwei Lautsprecher benutzt.

Wir brauchen Dir über den Aufbau nichts mehr zu sagen. Inzwischen bist Du soweit, dass Du dies spielend fertigbringst. Wir benötigen in diesem Gerät folgende Widerstände:

10 Ohm, braun, schwarz, schwarz  
1.500 Ohm, braun, grün, rot  
27.000 Ohm, rot, lila, orange (2 x)  
100.000 Ohm, braun, schwarz, gelb  
330.000 Ohm, orange, orange, gelb  
Natürlich musst Du den positiven Pol (kurzer Streifen) der einen Batterie mit Schaltkontakt S2 verbinden.

Du musst besonders darauf achten, dass jetzt zwei Lautsprecher angeschlossen werden müssen. Einer davon ist schon auf dem Versuchsbrett und wird auf die übliche Art mit den Lautsprecher-Drahtklemmen verbunden. Aber pass auf: In diesem Fall muss der Draht von der oberen Lautsprecher-Drahtklemme (wo Du B siehst) mit der Anschlusslasche des Lautsprechers bei dem auf dem Metallgehäuse aufgedruckten kleinen roten Kreis verbunden werden (Abb.). Der zweite Lautsprecher wird am besten auf einem kleinen Schallbrett oder in einem kleinen Kasten aufgebaut. Dieser zweite Lautsprecher muss mit denselben Lautsprecher-Drahtklemmen verbunden werden. Achte darauf, dass der mit einem roten Punkt gekennzeichnete Anschluss ebenfalls zur Drahtklemme B geführt wird. Tust Du dies nicht, erhältst Du weniger tiefe Töne, weil die Lautsprecher dann gegeneinander arbeiten.

### A4 - VERSTÄRKER FÜR GETRENNTE WIEDERGABE VON HOHEN UND TIEFEN TÖNEN

Dies ist ein sehr interessanter Plattenspieler-Verstärker. Hierfür werden zwei Lautsprecher verwendet, der eine zur Wiedergabe der tiefen Töne, der andere für die hohen Töne. Du kannst die Geigen und Trompeten von den Cellos und Trommeln besser unterscheiden. Die Musik wird dadurch naturgetreuer. Einige der besten Rundfunkgeräte sind sogenannte Bi-Ampli-Geräte, d.h. sie arbeiten etwa so wie dieser Verstärker.

Verwende die Bestückungskarte A4. Vorausgesetzt, dass Du so klug warst, die Geräte A1, A2 und A3 zuerst zu bauen, wird Dir das Basteln dieses Plattenspieler-Verstärkers nur wenig Mühe machen.

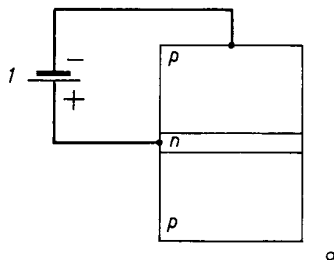
Du brauchst folgende Widerstände:

680 Ohm, blau, grau, braun  
1.500 Ohm, braun, grün, rot  
27.000 Ohm, rot, lila, orange (2 x)  
100.000 Ohm, braun, schwarz, gelb  
330.000 Ohm, orange, orange, gelb

Selbstverständlich darfst Du nicht vergessen, den positiven Pol der einen Batterie (kurzer Streifen) mit Kontakt S2 auf dem Potentiometer zu verbinden.

### 1. Versuch

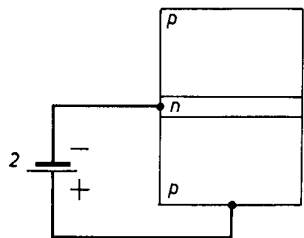
Wenn man eine Batterie zwischen der Basis und dem Kollektor (in der Art wie in der Zeichnung a angegeben) verbindet (negativer Pol an den Kollektor, positiver Pol an die Basis), kann kein Strom fließen.



### 2. Versuch

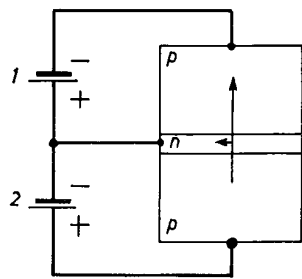
Wir verbinden die Batterie mit dem positiven Pol an den Emitter und den negativen Pol an die Basis.

Strom wird fließen (Abb. b). „Löcher“ wandern von dem Emitter zur Basis.



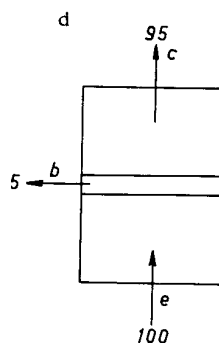
### 3. Versuch

Schliesse jetzt 2 Batterien so an wie in Abb. c angegeben, d.h. wie Versuch 1 und 2 zusammen. Jetzt würdest Du erwarten, dass sich in diesem Falle gegenüber dem 2. Versuch nichts verändern wird. So eigenartig wie dies sein mag, es scheint sich doch viel verändert zu haben. Als Ergebnis der Spannung von Batterie 2 bewegt sich eine Anzahl von „Löchern“ von dem Emitter (positive Ladung) nach der Basis. Wenn sie erst



einmal auf der Basis angekommen sind, haben die wandernden „Löcher“ zwei Möglichkeiten: Sie können als artige „Löcher“ direkt zum negativen Pol der Batterie 2. Aber es gibt noch einen weiteren negativen Pol, der sie anzieht, nämlich der von Batterie 1.

Der kürzeste Weg zu einem negativen Pol ist für „Löcher“, die von dem Emitter kommen, direkt durch die Basisplatte und nicht seitwärts zur Batterie 2. „Löcher“ sind sehr empfindsam und wählen den kürzesten Weg. Du kannst auch sagen, dass sie den Weg des geringsten Widerstandes wählen, und das ist nicht einmal so dumm.



Was sehen wir nun, wenn auch Batterie 1 angeschlossen ist? Dann gibt es einen plötzlichen Stromfluss durch die Kollektorleitung und fast gar keinen Strom durch die Basisleitung. Wenn Batterie 2 abgeschaltet wird, hört der Strom, der durch die Kollektorleitung wiesst, auf. Nicht der ganze Strom geht an den Kollektor, denn ein kleiner Teil des von dem Emitter kommenden Stromes (2-5 %) geht von der Basis direkt zurück an die Batterie; der

15

Verbinde den Lautsprecher auf Deinem Versuchsbrett mit den Drahtklemmen unter und über dem Symbol des Lautsprechers, neben dem Du das Bass-Symbol siehst (Abb.). Dieser Lautsprecher gibt die tiefen Töne wieder. Der Lautsprecher für die hohen Töne wird durch zwei isolierte Drähte angeschlos-



sen. Auf der Bestückungskarte ist der Lautsprecher für hohe Töne durch das Lautsprechersymbol mit dem Violinschlüssel bezeichnet (Abb.). Die Drähte für den Lautsprecher für hohe Töne können z.B. einen Meter lang sein, so dass der Lautsprecher in grösserer Entfernung von dem Lautsprecher für tiefe Töne aufgestellt werden kann. Dadurch wird die getrennte Wiedergabe von hohen und tiefen Tönen betont. Der Hochtönlautsprecher braucht nicht auf einem Schallbrett aufgebaut zu werden.

### A5 - ELEKTRONISCHE ORGEL

Dies ist eine elektronische Orgel, auf der Du ohne grosse Übung eine Reihe einfacher Lieder spielen kannst. Du kannst mit den acht Tasten acht verschiedene Töne erzeugen und kannst mit Hilfe eines Potentiometers Deine Orgel auf eine hohe, mittlere oder tiefe Tonlage einstellen. Wie Du dies machst, sagen wir Dir nach dem Zusammenbau.

Dies ist eines der schwierigsten Geräte in dem Baukasten. Wir hoffen, dass Du nicht damit anfängst, bevor Du einige Erfahrung mit anderen Geräten gesammelt hast. Entferne erst die Lampe, und packe sie zum späteren Gebrauch gut weg. Die Bestückungskarte A5 wird anders herum aufgelegt als die für die anderen Geräte. Lege das Versuchsbrett so vor Dich hin, dass das Potentiometer und der Drehkondensator hinten sind, und lege dann das Schaltbild so auf das Versuchsbrett, dass Du alle Zahlen von vorn lesen kannst. Lass uns nun wie gewöhnlich mit dem Aufbau beginnen. Vergiss nicht, wenn Du die Drahtklemmen befestigst, dass diese Klemmen nicht in die Zuleitungslöcher P1 + P2, P3 und S8 oder in die Löcher gehören, die mit den Buchstaben A mit einem Pfeil oder C mit einem Pfeil bezeichnet sind. Sie gehören auch nicht in die Löcher für die acht Tasten vorn auf der Bestückungskarte.

Die erforderlichen Widerstände sind:

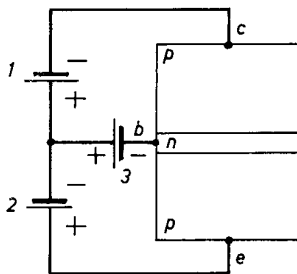
- 120 Ohm, braun, rot, braun (2 x)
- 150 Ohm, braun, grün, braun
- 180 Ohm, braun, grau, braun
- 220 Ohm, rot, rot, braun
- 270 Ohm, rot, lila, braun (2 x)

Rest (95-98 %) geht aber direkt zum Kollektor. (Abb. d).

### Welche Funktion hat der Transistor?

Der Transistor verstärkt den elektrischen Strom.

Vergleiche diese Abbildung mit Abb. c auf Seite 15. Du wirst sehen, dass wir in der Basisverdrahtung eine dritte Batterie (3) mitangeschlossen haben. Was wird jetzt passieren? Die Spannung zwischen Emmitter (e) und Kollektor (c) bleibt dieselbe. Die Spannung zwischen Emmitter (e) und Basis (b) nimmt zu, weil die Batterien 2 und 3 in Serie geschaltet sind und zusammenarbeiten.



Als Ergebnis wird die Strom von dem Emmitter zur Basis stärker; er wird sich zum Beispiel verdoppeln. Dann wird der Strom durch die Basis- und durch die Kollektorverdrahtungen ebenfalls zunehmen.

Beispiel:

| ohne dritte Batterie:      | mit dritter Batterie: |
|----------------------------|-----------------------|
| emitter-Strom 20 mA = 100% | 40 mA = 100%          |
| Basisstrom 1 mA = 5%       | 2 mA = 5%             |
| Kollektorstrom 19 mA = 95% | 38 mA = 95%           |

Somit bleibt der Kollektorstrom 19-mal so gross wie der Basisstrom. Wenn wir uns jetzt die Ströme allein ansehen, erkennen wir folgendes: Wenn wir den (kleinen) Basisstrom

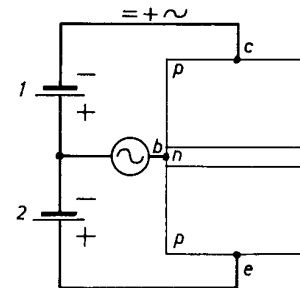
(Emitter-Basis) verdoppeln, verursacht dieses, dass der (grosse) Kollektorstrom (Emitter-Kollektor) sich auch verdoppelt.

Wenn in einem Gerät der Basisstrom eines Transistors verändert wird, verändert sich der Kollektorstrom entsprechend.

In unserem Beispiel:

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| Veränderung des Basisstroms     | 2 — 1 = 1 mA    |
| Veränderung des Kollektorstroms | 38 — 19 = 19 mA |

Nur ein kleiner Strom geht von Batterie 3 aus; Batterie 3 ist somit kaum belastet. Trotzdem verursacht sie aber eine Veränderung des Basisstroms. Wir sehen, dass diese Basisstrom-Veränderungen in dem Kollektorstrom 19-fach verstärkt sind. Deshalb ist der Transistor ein Stromverstärker. Statt Batterie 3



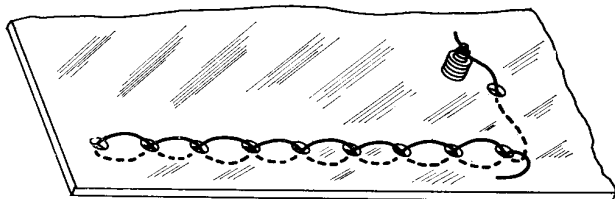
können wir auch eine Wechselspannungsquelle anschliessen, wie z.B. ein Plattenspieler-Tonabnehmerkristall. Dieses wird schwachen Wechselstrom in der Basisleitung aber starken Wechselstrom in der Kollektorleitung hervorbringen. In unserem Beispiel war die Verstärkung 19-fach. In der Praxis kann diese erheblich höher sein, z.B. 100-

fach, so dass ein ausserordentlich schwacher Strom (von wenigen Mikro-Ampère) von einer Antenne oder einem Tonabnehmer durch ein paar Transistoren auf z.B. 0,1 Ampère verstärkt werden kann. Dies ist für einen Lautsprecher ausreichend.

16

- 560 Ohm, grün, blau, braun
- 680 Ohm, blau, grau, braun
- 2.200 Ohm, rot, rot, rot
- 3.300 Ohm, orange, orange, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 15.000 Ohm, braun, grün, orange
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange
- 100.000 Ohm, braun, schwarz, gelb
- 680.000 Ohm, blau, grau, gelb

Du musst natürlich genau darauf achten, dass die Transistoren richtig verbunden und dass die Elektrolyt-Kondensatoren in der richtigen Richtung aufgebaut sind.



Nun musst Du einen Draht durch die vorderen Löcher des Versuchsbrettes fädeln. Dies ist ein blanker Draht, und Du kannst auf der Zeichnung genau sehen, wie er verlaufen muss. Wenn Du dies getan hast, musst Du die Tasten einbauen. Lies herzu im Abschnitt Gerätebau nach, und sieh Dir die Abbildung auf Seite 24 an.

Zum Schluss — wir nehmen an, dass Du nichts vergessen hast — muss der noch immer freie positive Pol der einen Batterie (kurzer Streifen) durch einen isolierten Draht mit dem Schaltkontakt S7 verbunden werden.

### Einstellen und Spielen

Drücke eine Taste. Du müsstest einen Ton hören. Solltest Du nichts hören, hast Du doch noch einen Fehler gemacht, und Du prüfst am besten das ganze Gerät noch einmal gründlich durch. Wenn alles richtig arbeitet, drücke nacheinander die Tasten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8. Du wirst dann hören, dass der Ton, der aus dem Lautsprecher kommt, immer höher wird. Aber es ist wahrscheinlich trotz allem noch keine richtige Tonleiter. Drehe nun den Potentiometerknopf solange, bis Du eine gute Tonleiter bekommst, d.h. do-re-mi-fa-so-la-si-do. Falls nötig, bitte Deinen musikalischen Bruder oder Deine Schwester oder einen Freund oder eine Freundin, Dir dabei zu helfen. Du brauchst Dich nicht im geringsten zu schämen, dass Du bei Deiner Orgel Hilfe benötigst. Schliesslich hast Du sie ganz allein gebastelt, und das kann nicht jeder.

Du kennst natürlich das Sprichwort: „Übung macht den Meister“. Das gilt auch für die elektronische Orgel. Du hast sie selbst gebastelt — nun übe, dass Du auch gut darauf spielen kannst.

Wenn Du erst einmal genügend Erfahrung gesammelt hast, wirst Du gut spielen. Du kannst dann zuerst eine Strophe mit Einstellung des Potentiometers in der niedrigen Tonlage spielen und dann eine zweite in einer höheren Tonlage. Dazu musst Du das Potentiometer vorsichtig bis zur höheren Tonlageneinstellung drehen. Merke Dir diese Einstellung genau, damit Du nicht ständig neu ausprobieren musst.

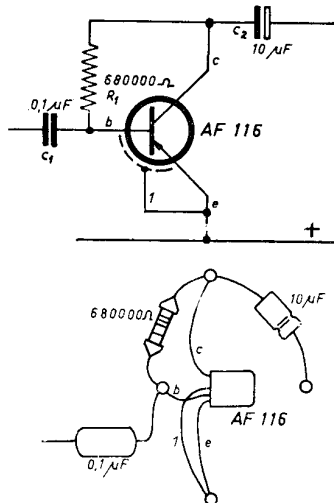
Wenn Du einige Stücke spielen willst, besorge Dir ein Lehrbuch für eine Blockflöte (Sopran-Blockflöte) oder ein Schulliederbuch; do ist 1, re ist 2 usw. Du wirst sehen, wie gut Du vorankommst.

## IV. Allgemeine Bauanleitungen

### Zeichnungen und Karten

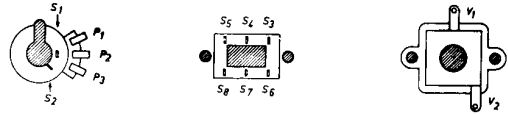
Du kannst eine Anzahl von verschiedenen Geräten bauen und auch viele Experimente mit dem Baukasten durchführen. Dies ist dank eines „Zusammenbausystems“ möglich. Die Grundlage für jedes Gerät ist das Versuchsbrett. Es ist mit Löchern versehen. Auf ihm können alle Einzelteile aufgebaut werden. Dieses Versuchsbrett hat einen mittleren Teil, auf dem die verschiedenen Bauteile zusammengesteckt werden können. Die „Aussenfläche“ wird für gewisse Bauteile, die dauernd montiert sind, verwendet.

In Laboratorien werden Schaltbilder verwendet, damit man sehen kann, welche Einzelteile in einem Gerät benutzt und wie diese miteinander verbunden werden. Die Einzelteile werden auf den Schaltbildern durch Symbole gekennzeichnet. In Fabriken werden Verdrahtungspläne benutzt, und diese nennt man manchmal auch Bestückungskarten.

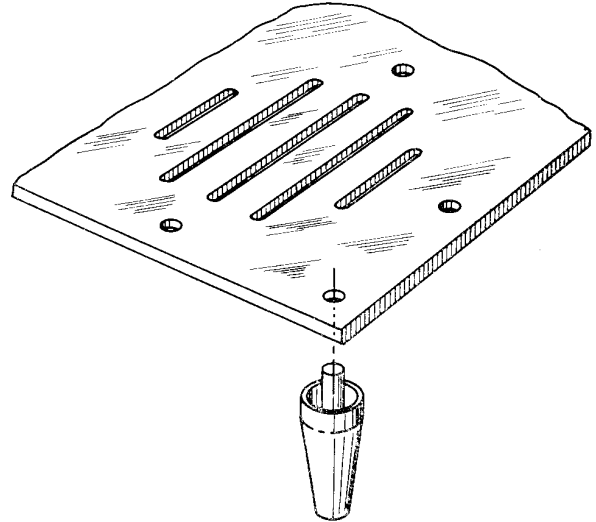


### Befestigung der Teile

Bevor Du damit beginnst, eines der vielen Geräte aus Deinem Baukasten zusammenzubauen, mußt Du die auf die „Aussenfläche“ gehörenden Teile befestigen.

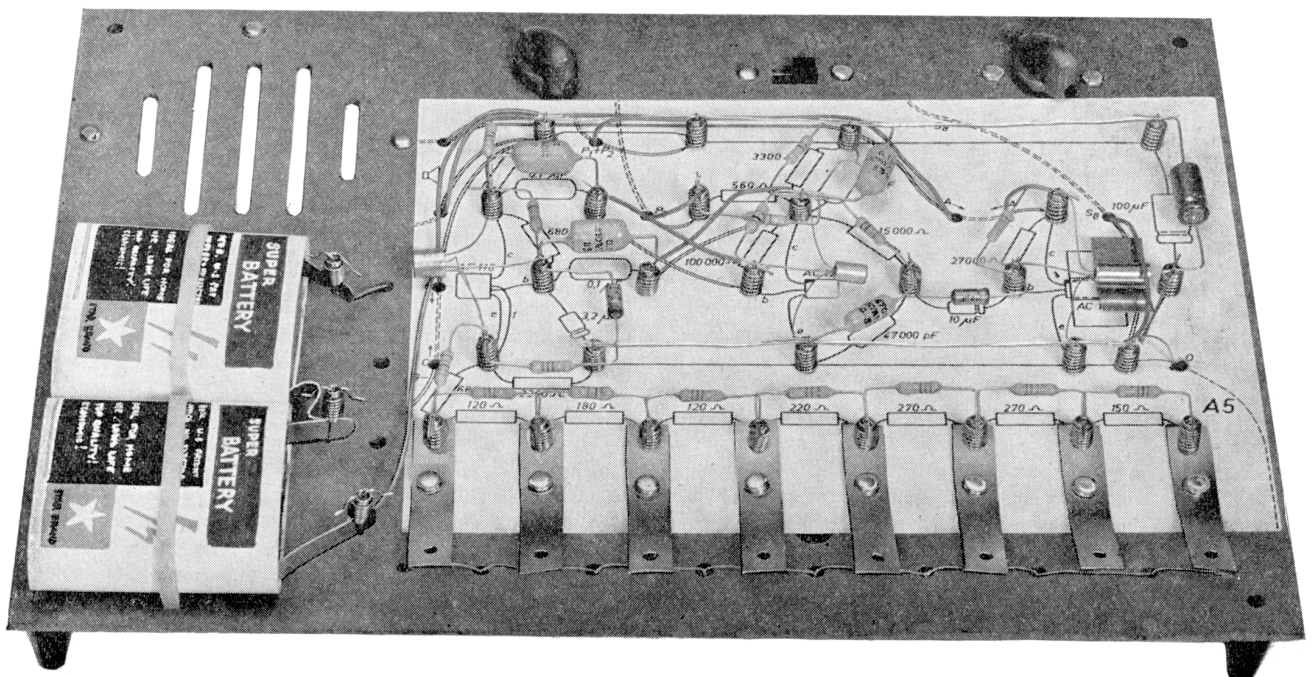


Zuerst befestigst Du die vier Füße unter dem Versuchsbrett



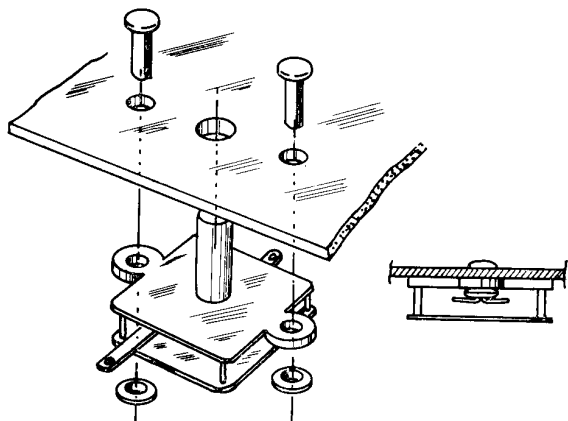
17

Schaltbild Seite 31



(Abbildung). Nun nimmst Du den schmalen Streifen, auf dem die Verbindungen des Potentiometers, des Schiebeschalters und des Abstimmkondensators eingezeichnet sind. Dieser Streifen muss *unter* dem Versuchsbrett angebracht werden. Die Löcher in diesem Streifen müssen mit den Löchern auf dem Versuchsbrett übereinstimmen. Die Markierung auf dem Streifen muss sichtbar sein. Jetzt kannst Du das Potentiometer anbringen.

Drücke die Achse dieses Potentiometers durch das „Schlüsselloch“, durch den Papierstreifen und das Versuchsbrett hindurch. Schiebe dann die Skala des Potentiometers von oben über die Achse des Potentiometers, stecke die Unterlegscheibe auf und schraube die Mutter auf dem Gewinde fest. Dann kannst Du den Knopf auf der Achse des Potentiometers an-



18

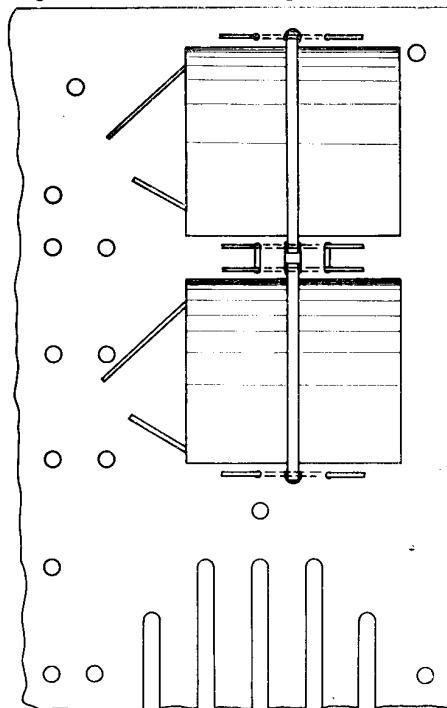
## B. Fernmeldewesen

### B1 - MORSEGERÄT ZUM ÜBEN

Wenn Du die Sendetaste dieses Gerätes drückst, hörst Du einen Pfeifton in Deinem Kopfhörer. Wenn Du die Taste kurz drückst, hörst Du einen Ton, den man einen Punkt nennt. Wenn Du länger auf die Taste drückst, hörst Du einen längeren Ton, den man einen Strich nennt. Vor langer Zeit wurden Vereinbarungen getroffen, in denen für jeden Buchstaben des Alphabets und für jede Zahl ein Schlüssel festgelegt wurde, der sich aus Punkten und Strichen zusammensetzt. Dieser Morsec Schlüssel wird in der ganzen Welt benutzt. Sicherlich hast Du im Radio schon Funker gehört, die auf der Kurzwelle senden. Wenn Du das Morsec Alphabet auswendig gelernt hast und es tüchtig übst, dann bist Du in der Lage, solche Funksprüche zu verstehen. Dabei wirst Du allerdings feststellen, dass manche Funksprüche für Dich viel zu schnell gesendet werden und dass sie auch nicht alle auf deutsch gesendet werden. Dagegen lässt sich natürlich nichts machen; aber wenn Du mit einem Freund zusammenarbeitest, kannst Du nach Herzenslust üben und Nachrichten übermitteln.

In den allgemeinen Bauanleitungen findest Du die notwendigen Hinweise für die Montage. Arbeite nach Bestückungskarte B1. Lege sie so auf das Versuchsbrett, dass alle Löcher übereinstimmen. Vorher hast Du natürlich schon die Batterien und das Potentiometer angeschlossen und hast das Versuchsbrett so hingelegt, dass das Potentiometer vorn ist. Lege die Bestückungskarte B1 so hin, dass alle Zahlen von vorn darauf

bringen. Vergiss nicht, die Mutter — wie auch die kleine Schraube in dem Knopf — recht fest anzuziehen. Achte darauf, dass die Spitze des Knopfes auf der Null steht, wenn er ganz nach links gedreht ist. Die Skala liegt diesem Buche bei.



zu lesen sind. Nun musst Du alle Drahtklemmen in den auf der Vorlage markierten Löchern befestigen, ausser in denen, die mit P1 + S1, P2, P3, A und B bezeichnet sind. In die Löcher für die Morsetaste darfst Du keine Drahtklemme stecken. Danach befestigst Du die langen blanken Drähte, d.h. die Drähte, die den durchgehenden schwarzen Linien entsprechen.

Wenn Du das getan hast, musst Du die Einzelteile zusammenbauen. Zuerst die Widerstände:

- 47 Ohm, gelb, lila, schwarz
- 270 Ohm, rot, lila, braun (2 x)
- 680 Ohm, blau, grau, braun
- 100.000 Ohm, braun, schwarz, gelb

Dann kommen die Polyester-Kondensatoren und die Elektrolyt-Kondensatoren an die Reihe. Achte sorgfältig darauf, dass die Rille im Mantel des Elektrolyt-Kondensators genau an dem angegebenen Platz liegt. Dann schliesse den Transistor AC 126 an. Der Punkt auf dem Gehäuse des AC 126 gibt den Kollektordraht an. Diesen Punkt findest Du auch auf der Bestückungskarte, die Du genau beachten musst. Danach kannst Du die drei eingezeichneten, isolierten Drähte anschließen. Von dem 3,2 µF Elektrolyt-Kondensator aus geht ein isolierter Draht durch das mit P3 gekennzeichnete Loch unter dem Versuchsbrett zu dem Kontakt P3 des Potentiometers.

Desgleichen führt ein isolierter Draht von dem 10 µF Elektrolyt-Kondensator durch das mit P1 + S1 markierte Loch unter dem Versuchsbrett durch zu dem Kontakt P1 des Potentiometers und weiter zu S1. Vergiss nicht den Draht zu Kontakt P2. Dann führe einen blanken Draht von dem 10 µF

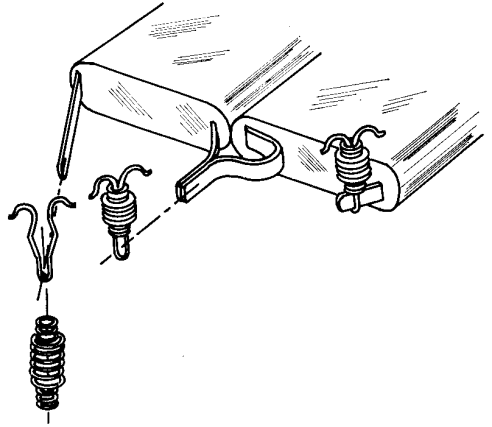
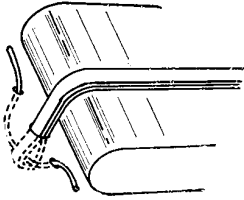


### Einbau des Abstimmkondensators (Abbildung).

Das geschieht mit zwei Splinten und zwei kleinen Gummiringen. Die Splinte werden durch das Versuchsbrett von oben durchgesteckt und dann durch die Ösen des Drehkondensators. Dann werden die Gummiringe über die Splinte geschoben. Danach biegt man die beiden Splintenden auseinander. Pass auf, dass Du nicht aus Versehen die Splinte in den Kondensator hineindrückst.

Befestigung des Schiebeschalters. Dieser wird in der Mitte zwischen dem Potentiometer und dem Drehkondensator eingebaut. Der Schiebeschalter wird genauso wie der Drehkondensator mit zwei Splinten und zwei Gummiringen festgemacht.

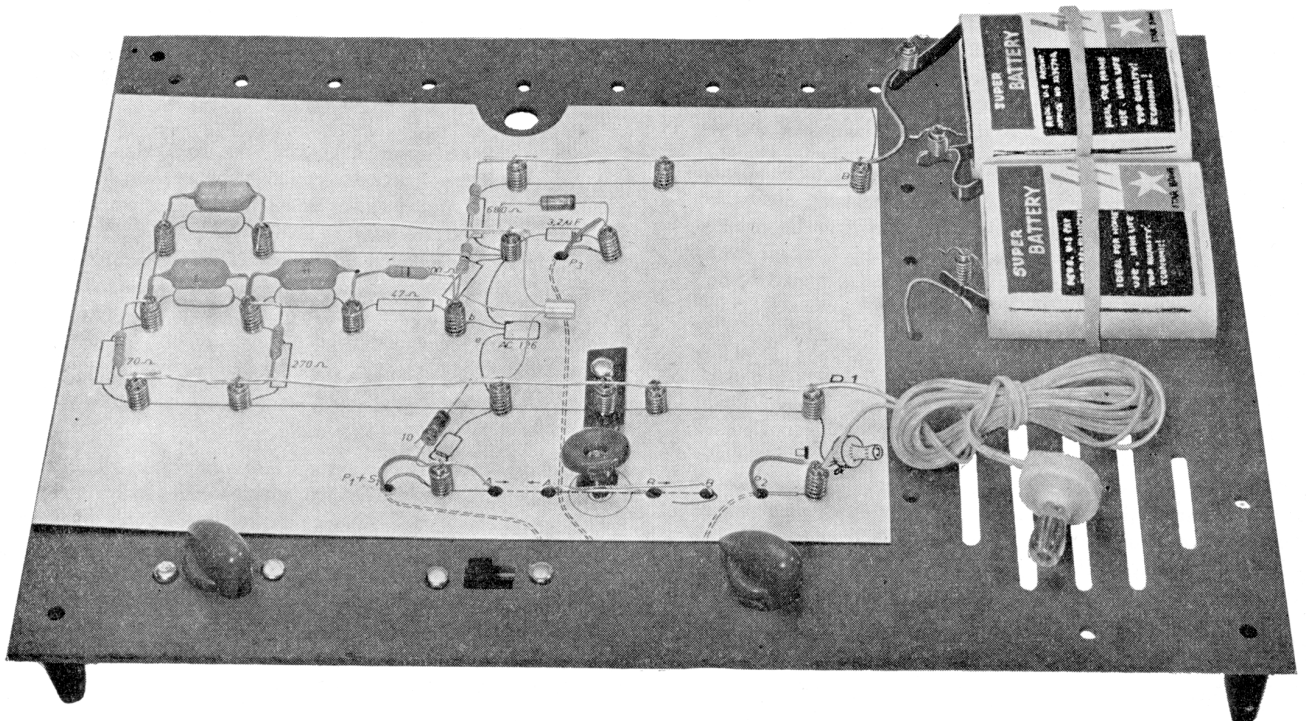
Die beiden Batterien werden an der rechten Seite der Platte befestigt (Abbildung). Sie werden so angebracht, dass der lange Streifen (negativer Pol) der einen Batterie neben dem kurzen Streifen (positiver Pol) der anderen Batterie liegt. Jede Batterie wird durch ein Gummiband gehalten. Dieses wird durch ein Loch zu beiden Seiten der Batterie durch das Versuchs Brett gesteckt und dann mit einem Streichholz oder Draht verankert (siehe Abbildung). Achte darauf, dass die Batterien richtig zusammenliegen. Jetzt verbinden wir die beiden Batteriestreifen, die nebeneinander sind. Um das zu erreichen, biegst Du den langen Streifen der einen Batterie und den kurzen Streifen der anderen Batterie so um, dass sie einander berühren (Abbildung). Dann schiebe eine „Haarnadel“ über die beiden



Streifen. Darüber steckst Du eine Feder. Verbinde niemals den langen und den kurzen Streifen *einer* Batterie miteinander. Das würde sehr schnell dazu führen, dass die Batterie leer wäre, und das ist ja nicht gerade das, was wir machen wollen.

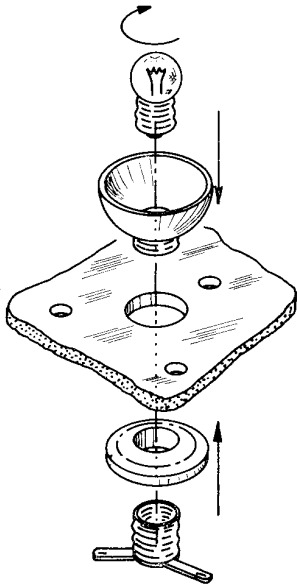
## Befestigung der Lampe

Unsere Vorbereitungen führen wir mit dem Anbringen der Lampe fort. Nimm erst einmal den Lampensockel (Abb.) und schiebe einen grossen Gummiring darüber. Schiebe den Lampensockel von unten durch das runde Loch in der Mitte des Versuchbrettes; das ist genau gegenüber dem Schiebeschalter. Schraube den Reflektor auf den Lampensockel und dann die Lampe ein.



## Einbau eines Lautsprechers

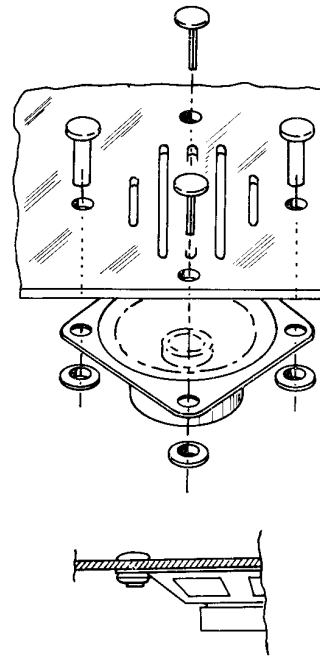
Als letztes bringen wir den Lautsprecher an (Abb.). Dieser wird an der rechten Seite des Versuchsbrettes angebracht. Die Schlitzlöcher sind eingeschnitten, damit der Ton gut aus dem Lautsprecher heraus kann. Wir schieben einen Splint durch jedes der vier Löcher und gleichzeitig durch die vier Löcher des Lautsprechergehäuses. Danach schieben wir einen Gummiring über jeden Splint.



Dann werden die Splintenden auseinandergedrückt, wie Du aus der Abbildung ersehen kannst.

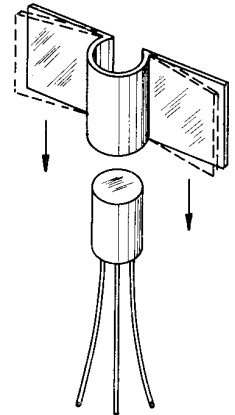
Wir empfehlen Dir, vorsichtig mit dem Lautsprecher umzugehen. Pass gut auf, dass Du nicht mit einem Werkzeug oder dem Finger ein Loch in das schwarze Papier (Membrane) reißt. Dann würde der Lautsprecher nicht mehr viel taugen, und ein Ersatzstück würde viel von Deinem Taschengeld verschlingen. Die Einzelteile, die wir jetzt angebracht haben, werden bei den meisten Geräten benötigt. Auch dann, wenn wir ein Einzelteil nicht gebrauchen, kann es ruhig an seiner Stelle bleiben, wenn

nicht anders vorgesehen. Nur die Batterien musst Du von Zeit zu Zeit ersetzen, obwohl Batterien guter Qualität ziemlich lange halten.



Wenn Du bei dem Transistor AC 126 die Kühleisenschale anbringst, muss

Vergiss nie, die Kühleisenschale über den Transistor oder über die Transistoren zu schieben, wenn die Bauanleitung es verlangt und man es auf der Bestückungskarte sehen kann. Sonst werden sie zu warm, und dann kann es passieren, dass sie verderben.



20

Elektrolyt-Kondensator zu dem Loch A auf der linken Seite, dann unter dem Versuchsbrett wieder nach oben bei dem anderen A und wieder nach unten bei Loch B auf der linken Seite und nach oben bei dem anderen B. Dort lässt Du den Draht ein Stückchen herausragen, so dass er nicht zurückschlagen kann. Jetzt befestigst Du die Morsetaste, wie in Abbildung auf Seite 27 angegeben (Lies bitte beim Abschnitt Gerätebau nach).

Nun schließt Du den Kopfhörer an, und zwar auf der rechten Seite der Bestückungskarte an die Drahtklemmen, die genau über und unter dem Zeichen für den Kopfhörer liegen. Daneben ist ein Kopfhörer aufgezeichnet, den Du gar nicht übersehen kannst.

Hast Du schon die beiden Batterien angeschlossen? Wenn nicht, so tue es jetzt. Verbinde nun den negativen Pol, d.h. den langen Streifen der einen Batterie mit der mit B markierten Drahtklemme. Dazu kannst Du einen blanken Draht verwenden. Verbinde den positiven Pol der anderen Batterie mit dem Kontakt S2 des Potentiometers durch einen isolierten Draht. Dort findest Du ein Loch, durch das Du den Draht einführen kannst. Ehe Du Dein Morsegerät einschaltetest, musst Du noch einmal alles prüfen. Wenn Du Dich überzeugt hast, dass Du tatsächlich keinen Fehler gemacht hast, dann schalte ein, indem Du den Potentiometerknopf nach rechts drehst.

Drücke die Morsetaste hinunter. Dann müsstest Du im Kopfhörer einen Pfeifton hören. Hörst Du nichts, lies nach unter Fehlersuche.

## Weitere Anwendung dieser Anlage — Gegenverkehr

Du kannst das Gerät so benutzen, wie es ist.

Dann hörst Du im Kopfhörer genau das, was Du mit der Morsetaste sendest. Wenn Du an Deinen Kopfhörer ein paar lange Drähte anschließt, kann ein anderer in einem anderen Raum hören, was Du sendest, auch wenn Du es nicht hören kannst.

Dein Freund kann nicht antworten, aber da Du so geschickt bist, wird es Dir nicht schwerfallen, eine zweite Morsetaste zu machen, die Du auf einem Stück Holz befestigst. Schliesse diese zweite Morsetaste genauso an wie die an Deinem eigenen Gerät, d.h. an beide Seiten des 10  $\mu$ F Elektrolyt-Kondensators. Wenn Du Dir einen zweiten Kopfhörer besorgen kannst, verbindest Du ihn mit den gleichen Klemmen wie den ersten Kopfhörer, und jetzt kann auch Dein Freund senden und empfangen.

## Morseverkehr in Gruppen

Wenn ein Jugendklub oder eine Pfadfindergruppe die Morsetelegraphie lernen will, können mehrere Kopfhörer parallel zum Kopfhörer dieses Gerätes geschaltet werden, d.h. in genau der gleichen Weise zwischen denselben Klemmen. Der Leiter hat die Morsetaste vor sich und alle seine Schüler hören die Morsezeichen und können sie so, wie sie sie gehört haben, aufschreiben. Es ist natürlich äusserst wichtig, dass man langsam beginnt und mit dem Geben schneller wird, wenn jeder das Morsealphabet sicher beherrscht.

diese leicht auseinandergebogen werden (wird in Abbildung gezeigt). Der untere Rand des Transistors (die Seite, an der die Drähte herauskommen) muss mit dem Rand der Kühlschelle abschliessen. Wenn der Transistor an der richtigen Stelle angebracht ist, drücke die Schelle fest.

## Gerätebau

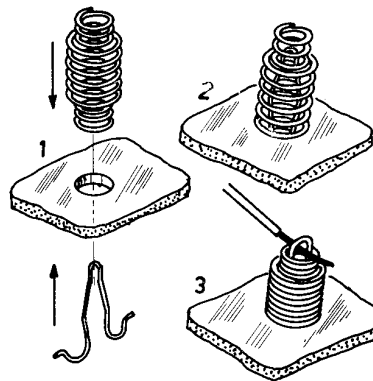
### Wahl einer Schaltung

Jetzt wollen wir anfangen, eines der vielen Geräte, die Du mit Deinem Baukasten herstellen kannst, zusammenzubauen. Du kannst wählen, welches Du zuerst bauen willst. Die verschiedenen Geräte sind in fünf Gruppen eingeteilt: Elektro-Akustik, Nachrichtenübermittlung, Rundfunk, elektronische Signalgebung und elektronische Überwachungs- und Messapparate. Genau dieselbe Einteilung wählt man für die Abteilungen bei grossen Industriegesellschaften. Wir raten Dir, mit dem ersten Gerät in der Gruppe anzufangen, die Dich augenblicklich am meisten interessiert, d.h. mit A1, B1 oder C1 usw. Wir haben die Zeichnungen in jeder Gruppe in der Reihenfolge der Schwierigkeit angeordnet, und die Anordnung der Gruppen ist nicht einmal zufällig. Sie ist so, dass die Erklärungen über die Arbeitsweise der verschiedenen Geräte nacheinander in logischer Reihenfolge vorgenommen werden. Wenn Du alles verstehen willst, fängst Du am besten mit Elektro-Akustik an und fährst mit Nachrichtenübermittlung und Radio fort. Du kannst allerdings auch direkt mit einem Radiogerät anfangen und den theoretischen Teil der vorhergehenden Kapitel durchlesen.

Nun hast Du Deine Wahl getroffen und weisst, womit Du anfangen möchtest. Nimm zuerst die entsprechende *Bestück-*

*kungskarte* und lege sie so auf das Versuchsbrett, dass die gedruckten Nummern von der Seite mit den Einstellknöpfen aus lesbar sind. Diese Karte muss so auf dem Versuchsbrett liegen, dass die Löcher in der Karte genau über den Löchern in dem Versuchsbrett zu liegen kommen. In diese Löcher musst Du die *Drahtklemmen* einsetzen, die gebraucht werden, um die verschiedenen Einzelteile mit Drahtverbindungen zu versehen.

Diese Drahtklemmen bestehen aus zwei Teilen; den einen nennen wir „Haarnadel“ und der andere ist eine besondere Druckfeder (siehe Abbildung). Die Drahtklemmen werden in alle Löcher eingesetzt, ausser in die, die zur Durchführung von Drähten dienen. Entweder ist neben diesen Löchern ein



Buchstabe und eine Nummer (z.B. P 2), oder diese Löcher werden in der Bauanleitung erwähnt. Ausserdem kannst Du

21

## B2 - MORSEGERÄT MIT LAUTSPRECHER

Der Unterschied zwischen diesem und dem Gerät B1 besteht darin, dass die Morsezeichen durch einen Lautsprecher wiedergegeben werden.

### Anweisung für den Zusammenbau

Benutze hierfür die Bestückungskarte B2. B2 wird genauso zusammengebaut, wie es in B1 beschrieben wurde. Zuerst montierst Du alle Einzelteile einschliesslich des zweiten Transistors AC 126. Du darfst nicht vergessen, die Kühlschelle einzubauen.

Die Widerstände sind:

- 47 Ohm, gelb, lila, schwarz
- 270 Ohm, rot, lila, braun (2 x)
- 680 Ohm, blau, grau, braun
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange
- 100.000 Ohm, braun, schwarz, gelb

Verbinde das Potentiometer mit den isolierten Drähten. Von dem positiven Pol der einen Batterie (kurzer Streifen) verläuft ein isolierter Draht zu dem Schalterkontakt S2. Schliesse den Lautsprecher an die beiden Drahtklemmen über und unter dem Lautsprecherzeichen auf der rechten Seite der Bestückungskarte an. Bevor Du das Gerät einschaltest, prüfe noch einmal sorgfältig alle Bestandteile und Anschlüsse. Dann schaltest Du das Gerät ein, indem Du den Potentiometerknopf nach rechts drehst. Je weiter Du den Knopf nach rechts drehst, desto lauter wird der Ton.

### Zweiwegschaltung

Zweiweg-Telegraphie wird möglich — wie bereits in B1 beschrieben — dadurch, dass Du zwei Sendetasten und zwei Lautsprecher mit den Lautsprecherklemmen verbindest. Es ist jedoch interessanter — und hinsichtlich des Stromverbrauchs auch günstiger, einen Zweiwegschalter einzubauen. Zu diesem Zweck verbindest Du die Schalterkontakte S4 und S7 mit den beiden Klemmen über und unter dem Lautsprecherzeichen.

Der Lautsprecher Deines Gerätes wird nun nicht mit diesen Klemmen, sondern mit den Schalterkontakten S5 und S8 verbunden. Der zweite Lautsprecher befindet sich in einem anderen Raum, in dem auch die zweite Morsetaste ist. Der Lautsprecher ist mit den Anschlussklemmen S3 und S6 verbunden. Wenn Du den Schiebeschalter nach rechts schiebst, hörst Du, was Dein Freund irgendwo anders morst. Wenn Du den Schiebeschalter nach links schiebst, hört Dein Freund Deine Morsezeichen. Die zweite Morsetaste wird genau wie die erste angeschlossen.

Dieses Gerät eignet sich sehr gut für den Morseunterricht in Gruppen, aber keinesfalls sollten mehr als zwei Lautsprecher angeschlossen werden, weil sonst der Transistor AC 126 beschädigt werden könnte. Für den Morseunterricht in nicht zu grossen Räumen eignet sich dieses Morsegerät ganz hervorragend.

sie daran erkennen, dass der Draht, der durch das Versuchsbrett weiterläuft, als gestrichelte Linie eingezeichnet ist. Ein Loch, bei dem eine dicke als eine gestrichelte Linie weitergeführt ist, dient immer zur Durchführung eines Drahtes. Deshalb darfst Du dort keine Drahtklemme einbauen.

Schiebe die „Haarnadel“ von unten durch das Versuchsbrett und stecke dann eine Druckfeder von oben darüber. Dieses machst Du mit allen Löchern, ausser bei den oben erwähnten „Durchfädellöchern“. Wenn Du nun einen Draht festmachen willst, schiebst Du die Spiralfeder nach unten, steckst den Draht durch die Schlinge der „Haarnadel“ und lässt die Feder wieder los.

Du wirst bemerkt haben, dass auf der Bestückungskarte alle Einzelteile eingezeichnet sind. Man kann sie an ihren Umrissen erkennen. Die Werte oder die Typennummern sind danebengedruckt. Wenn Du neben einem Viereck „10  $\mu$ F“ findest, dann ist das natürlich ein Elektrolyt-Kondensator, und wenn Du „100.000 Ohm“ liest, dann ist es ein Kohlewiderstand. Die gedruckten Werte und die Form der Zeichnungen genügen, um Irrtümer zu vermeiden. Es ist am besten, wenn Du mit den *blanken Drähten* zuerst beginnst. Blanke Drähte werden durch einfache Linien dargestellt. Wenn Du damit fertig bist, baust Du die *Widerstände und Kondensatoren* ein. In der Anleitung für jedes Gerät sagt man Dir, welche Widerstände in den Schaltbildern vorkommen.

Der Farbschlüssel wird auch angegeben zusammen mit dem Widerstandswert, z.B. 100.000 Ohm: braun, schwarz, gelb. Lies bitte von links nach rechts. Die Farben bezeichnen die drei farbigen Ringe auf dem Widerstand, und rechts davon siehst

Du wiederum einen silbernen oder einen goldenen Ring.

Wenn Du einen *Elektrolyt-Kondensator* einbaust, musst Du aufpassen, dass Du nicht Plus mit Minus verwechselst. In der Metallhülle dieser Kondensatoren ist eine Rille an der Seite, an der sich der positive Draht befindet. Diese Rille ist auf der Bestückungskarte angedeutet, und der Kondensator muss genauso liegen wie dort angegeben. Wenn Du nun die Widerstände und die Kondensatoren an der richtigen Stelle eingebaut hast, folgen die *Dioden und die Transistoren*.

Achte auf den Strich auf der Diode. Dieses ist das positive Ende der Diode. Die Diode darf auf keinen Fall falsch angeschlossen werden.

Auf der Bestückungskarte ist der Strich ebenfalls angegeben: Bitte baue die Diode genau in dieser angegebenen Lage ein.

Zuletzt kommen die *Transistoren*. Auf der Bestückungskarte findest Du die Buchstaben c, b und e, und das bedeutet Kollektor, Basis und Emitter. Auf dem Transistor AC 126 findest Du einen Punkt. Der Draht, der diesem Punkt am nächsten ist, führt zu dem Kollektor. Wenn Du genau aufpasst, machst Du bestimmt keinen Fehler. Wenn Du aber einen machst, wird das Gerät nicht funktionieren, und evtl. ist der Transistor hinüber!

Beim Transistor AF 116 steht der Kollektordraht etwas für sich; dann kommt der Draht zum Abschirmen, der in der Zeichnung mit 1 bezeichnet ist, dann kommen der Basis- und der Emitterdraht. Sei vorsichtig mit den dünnen Transistordrähten und biege sie nicht mehr als notwendig. Ziehe nicht daran und pass auf, dass sie keineswegs einander berühren, wenn sie eingebaut worden sind.

22

### B3 - WECHSELSPRECHANLAGE

In Fabriken, Büros, Geschäften und Restaurants verwendet man häufig Wechselsprechanlagen. Jemand spricht in einen kleinen Kasten, und derjenige, für den die Nachricht bestimmt ist, hört die Stimme aus einem anderen kleinen Kasten in einem anderen Raum.

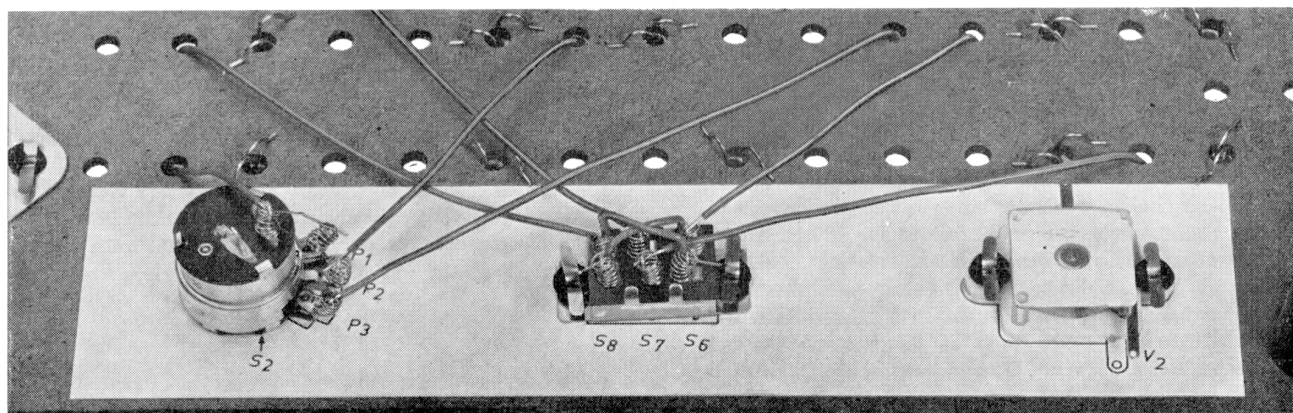
Er kann antworten, indem er in den kleinen Kasten spricht. Wir werden jetzt auch so eine Anlage bauen.

Es handelt sich um ein recht kompliziertes Gerät, und wir hoffen, dass Du damit erst beginnst, wenn Du schon einige Erfahrung im Zusammenbau einfacherer Geräte gewonnen hast. Benutze die Bestückungskarte B3. Lege sie in der üblichen Weise auf das Versuchsbrett und setze die Drahtklemmen in alle Löcher ein, ausgenommen in die mit S1 + P1.

P2, P3, S3 + S8, S5 + S6, S4 und S7 bezeichneten. Wenn alle Drahtklemmen an der vorgeschriebenen Stelle sitzen, beginnst Du mit dem Einbau der Widerstände, der Kondensatoren, der Transistoren und der erforderlichen blanken Verbindungsdrähte.

Folgende Widerstände sind erforderlich für die Wechselsprechanlage:

- 150 Ohm, braun, grün, braun
- 270 Ohm, rot, lila, braun
- 1.500 Ohm, braun, grün, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange
- 330.000 Ohm, orange, orange, gelb
- 680.000 Ohm, blau, grau, gelb



Lies die Anweisungen zum Zusammenbau der Geräte sehr genau durch und pass auf, ob nicht besondere Bemerkungen dabei sind, wie z.B. der Anschluss eines zusätzlichen Lautsprechers, einer Morsetaste usw.

Wenn Du diese Einzelteile eingebaut hast, prüfe nach, ob Du auch keine Drahtverbindung vergessen hast, die als schwarze Linie auf der Bestückungskarte verzeichnet ist. Wenn Du das alles überprüft hast, wollen wir den „Innenbereich“ mit dem „Aussenbereich“ verbinden, d.h. wir werden die Schaltung mit den Batterien, dem Potentiometer, dem Lautsprecher usw. verbinden. Zuerst musst Du genau darauf achten, dass der Schalter des Potentiometers ausgeschaltet ist (so weit wie möglich nach links gedreht). Potentiometer usw. werden im allgemeinen mit isoliertem Draht angeschlossen. Solche Verbindungen werden auf der Bestückungskarte als Doppellinien angegeben. Wo Verbindungen unterhalb des Versuchsbrettes laufen, werden sie als gestrichelte Linie gezeichnet. Wo die isolierten Drähte an eine Drahtklemme oder an die Anschlusslasche eines Einzelteils angeschlossen werden, muss ungefähr 1 cm der Isolierung entfernt werden. Das kannst Du mit Deinem Taschenmesser machen, wobei Du aufpassen musst, dass Du nur die Isolierschicht und nicht den Draht anschneidest.

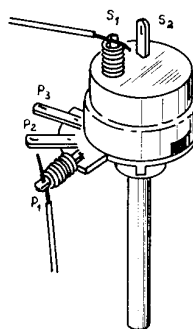
Wenn der Draht durch ein Loch führt, wirst Du daneben einen Buchstaben und eine Nummer sehen. Diese muss mit der Anschlusslasche (-öse), woran der Draht befestigt werden muss, übereinstimmen. Diese Buchstaben/Nummernkombination findest Du auf dem Papierstreifen, den Du unter dem Versuchsbrett angebracht hast. Wir glauben, dass das alles für Dich verständlich ist.

Achte darauf, die Elektrolyt-Kondensatoren richtig einzusetzen. Du darfst auch keinen Fehler beim Anschliessen der Transistoren machen. Nachdem Du dies erledigt hast, verbinde den Innenbereich mit dem Aussenbereich. Dazu verwendest Du rote isolierte Drähte. Diese Drähte musst Du einzeln anschliessen; nur so kannst Du Fehler vermeiden. Du schliesst zuerst einen isolierten Draht an die Drahtklemme, die mit dem Abschirmdraht (1) und dem Emitterdraht des Transistors AF 116 verbunden ist. Er läuft über die Bestückungskarte durch das mit S3 + S8 gekennzeichnete Loch nach unten zu den Schalterkontakten S3 + S8. Dann führst Du einen Draht vom Potentiometer (P3) von unten durch das mit P3 gekennzeichnete Loch nach oben zu dem 0,1 µF Polyester-Kondensator usw. Von dem noch nicht angeschlossenen positiven Pol der einen Batterie (kurzer Streifen) führt ein isolierter Draht zu S2.

Vergiss nicht, den freien negativen Pol der anderen Batterie mit der Drahtklemme, die neben dem Kennzeichen B liegt, zu verbinden. Auf der rechten Seite der Bestückungskarte steht das Zeichen für den Lautsprecher. Damit wird der in Deinem Gerät eingebaute Lautsprecher gekennzeichnet. Verbinde den Lautsprecher, wie es gezeigt wird, mit der Drahtklemme schräg über dem Lautsprecherzeichen und mit der Drahtklemme auf der rechten Seite unten.

Ein weiteres Lautsprecherzeichen findest Du auf der linken unteren Seite der Bestückungskarte. Schliesse den zweiten Lautsprecher mit zwei langen Drähten an die Drahtklemmen an, die rechts vom Lautsprecherzeichen liegen. Vergiss nicht, dass Du isolierte Drähte verwenden musst, die so lang sind, dass Du den zweiten Lautsprecher überall dort anbringen kannst, wo Du ihn gern haben möchtest. Dazu kannst Du ein zwei-

Manchmal sieht man zwei Buchstaben bei einem Loch, z.B. S1 + P1. Dies bedeutet, dass dieser Draht dann zu einem Kontakt des Schalters des Potentiometers und zu einer Verbindungs-lasche des Potentiometers weitergeführt wird. In diesem Falle musst Du nicht einen Zentimeter, sondern zwei am Drahtende von der Isolierung freimachen. Wenn Du ein Drahtende mit einer Drahtklemme verbinden willst, wirst Du dies ganz einfach finden.



Um Drähte an das Potentiometer oder an den darauf befindlichen Schalter anzuschliessen, musst Du erst eine Spiralfeder über die Anschluss-lasche schieben (Abb.). Drücke diese Feder hinunter, schiebe das blanke Ende des Drahts durch das Loch der Lasche. Dann lasse die Feder wieder so zurückschnellen, dass der Draht fest gegen die Lasche gedrückt wird. Die Verbindungen zu dem Drehkondensator, zum Schiebeschalter und zur Lampe werden in derselben Weise durchgeführt.

Die Batterien werden mit Drahtklemmen verbunden. Stecke das blanke Ende des Verbindungsdrahtes in die „Haarnadel“. Dann schiebe eine Feder darüber. Siehe Abb. Seite 21. Wenn Du die Batterien anschliesst, pass gut auf, dass Du nicht positiv mit negativ verwechselst. Wenn Du es nicht richtig machst, wird das Gerät nicht arbeiten, und ausserdem besteht die Gefahr, dass Einzelteile, (z.B. Transistoren) verdorben werden. Für die Verbindungen zum Lautsprecher benutze Splinte

23

adriges flexibles Gummikabel benutzen, das Du in jedem Geschäft kaufen kannst. Das Kabel braucht nicht besonders stark zu sein, sondern Du kannst dafür das dünnste und billigste Kabel verwenden, das Du bekommen kannst.

Vergiss nicht, Deinen zweiten Lautsprecher mit dem freien Ende dieses Kabels zu verbinden.

Jetzt kommt noch eine letzte Kontrolle. Dann schaltest Du ein, indem Du den Potentiometerknopf nach rechts drehst. Schiebe dann den Knopf Deines Schiebeschalters nach links und sprich in den Lautsprecher Deines Gerätes. Wenn alles in Ordnung ist, müsstest Du Deine Stimme klar und deutlich aus dem anderen Lautsprecher hören. Wird Deine Stimme zu leise wiedergegeben, musst Du den Knopf Deines Potentiometers weiter nach rechts drehen. Danach schiebst Du den Knopf Deines Schiebeschalters nach rechts. Jetzt kann Dein Freund im anderen Raume in den Lautsprecher sprechen und Du kannst ihn hören. Wenn Du ihm antworten willst, schiebst Du Deinen Schalter wieder nach links usw.

#### Anwendungsbeispiele

Er gibt besonders viele Möglichkeiten für die Verwendung dieser Anlage. Dieses Gerät leistet beste Dienste als Babysitter. Wenn das Baby in der Wiege liegt und der Lautsprecher, der über der Wiege hängt, auf Mikrophon geschaltet wird, kann die Mutter im Wohnzimmer oder in der Küche hören, wenn das Baby schreit. Die Mutter kann auch den Schiebeschalter umstellen und einige beruhigende Worte zum Baby sagen, ohne dass sie die Treppen hinaufsteigen muss. Du kannst auch den Nachbarn einen grossen Gefallen erweisen, indem Du ihr Baby oder ihre kleinen Kinder überwacht, während die Eltern



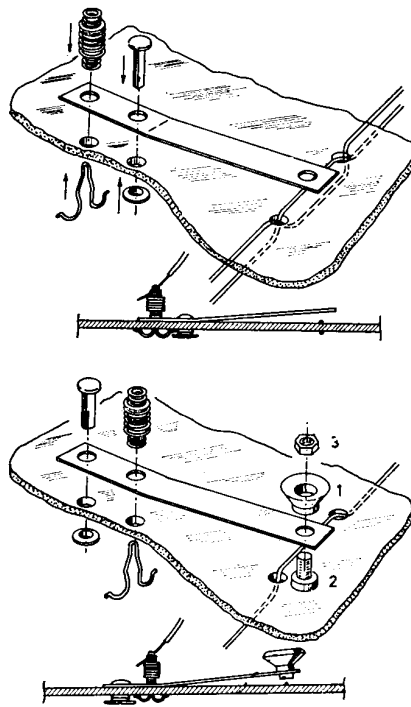
(Abbildung). Auf dem Lautsprecher befinden sich zwei Verbindungs-laschen über einem runden Stück Isoliermaterial. Schiebe einen Splint durch jede dieser Laschen und dann den Draht in den Splint. Dann schiebst Du eine Spiralfeder über den Splint und biegst seine Enden so nach aussen, dass die Feder gut hinuntergedrückt wird. Es kann Dir passieren, dass Dir eine Feder, eine Drahtklemme oder ein Splint aus der Hand springt. Bevor Du anfängst, auf dem Fussboden zu suchen, sieh erst nach, ob dieses Teil vielleicht am Magneten des Lautsprechers klebt.

In bestimmten Geräten, wie der Elektronischen Orgel werden *Tasten* verwendet.

Jede Taste besteht, wie abgebildet, aus einer flachen Feder, die durch eine Feder, eine „Haarnadel“, einen Splint und einen Gummiring auf ihrem Platz befestigt wird.

Die Spiralfeder und die „Haarnadel“ werden auch benutzt, um einen Draht anzuschliessen. Die Zeichnungen zeigen deutlich, wie die Tasten aufgebaut werden. Die beste Methode hierfür ist, zuerst einmal die flache Feder an die richtige Stelle zu legen, dann die „Haarnadel“ durch das richtige Loch in dem Versuchsbrett und durch das letzte Loch in der Taste zu stecken. Dann kommt die Spiralfeder über die „Haarnadel“. Stecke zum Schluss den Splint von oben durch die Taste und das Brett, schiebe von unten einen Gummiring darüber und biege dann die Splintenden nach aussen.

Bei der Morsetaste werden zusätzlich ein Knopf (1), eine Schraube (2) und eine Mutter (3) angebracht. Siehe Abb.



ten (Rille in dem Mantel) auch so angeschlossen sind, wie eingezeichnet, ob Du nicht irgendeinen Transistordraht falsch angeschlossen hast.

#### Letzte Prüfung

Wenn Du alles durchgeführt hast, wie es in den allgemeinen Anweisungen und in den Bauanleitungen für die Geräte steht, ist das Werk vollbracht. Prüfe aber erst noch einmal nach, ob Du auch nicht aus Versehen etwas falsch gemacht hast, d.h. ob die Einzelteile an der richtigen Stelle angebracht sind, ob Du nichts vergessen hast, ob sich etwa Drähte berühren, die es nicht sollen, ob alle Elektrolyt-Kondensatoren richtig eingebaut und dass ihre positiven Seiten

24

ausgegangen sind. Solange es ruhig bleibt, brauchst Du nicht aus dem Hause zu gehen, und trotzdem weisst Du immer, ob alles in Ordnung ist.

Du kannst natürlich auch einen Lautsprecher vor der Haustür anbringen, und wenn es klingelt, kann Deine Mutter von der Küche aus fragen: „Wer ist da?“ Sie hört dann, wer vor der Tür steht.

#### Umschalten

Im Funk-Sprechverkehr ist es oft notwendig, einen Schalter zu betätigen, wenn Du von Sprechen auf Hören umschalten möchtest. Das kündigst Du am Ende des Satzes an mit den Worten: „Ich gehe auf Empfang.“ Wenn Du das Gerät als Wechselsprechanlage oder als Verbindung mit Deinem Freund nebenan benutzt, musst Du das Ende Deiner Mitteilung mit dem Wort „Ende, ich gehe auf Empfang“ ankündigen, so dass Dein Freund weiss, dass er jetzt mit dem Sprechen an der Reihe ist.

Natürlich kannst Du dieses Gerät auch benutzen, um damit ein Spiel in andere Räume zu übertragen. Das ist besonders reizvoll, wenn Du es gut vorbereitet hast und die verschiedensten Geräusche erzeugen kannst. Du wirst überrascht sein, wieviel verschiedene Geräusche Du mit so einfachen Mitteln wie Papier, Stöckchen, Glas, Kugeln, Metallplatten usw. erzeugen kannst. Ein solches Spiel an einem verregneten Nachmittag wird Dir so viel Vergnügen bereiten, dass es Dir leid tun wird, wenn die Sonne wieder scheint.

#### B4 - LAUSCHGERÄT

Diese Anlage hat einen besonders empfindlichen Mikrophon-Verstärker, mit dem Du die leisesten Geräusche aufnehmen und durch einen Lautsprecher deutlich wiedergeben kannst.

Benutze dazu die Bestückungskarte B4 und befestige alle Drahtklemmen. Lass die mit S1 + P1, P2, P3, S4, S3 und S5 gekennzeichneten Löcher frei. Baue alle Drähte und Bauteile wie üblich zusammen.

Du brauchst folgende Widerstände:

- 270 Ohm, rot, lila, braun
- 1.500 Ohm, braun, grün, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange
- 330.000 Ohm, orange, orange, gelb
- 680.000 Ohm, blau, grau, gelb

Verbinde den negativen Pol der einen Batterie mit der Drahtklemme bei B und den positiven Pol der anderen Batterie mit S2. Schliesse einen Lautsprecher an. Der Kopfhörer wird mit den beiden Drahtklemmen links unten verbunden. Dieser Kopfhörer wird als Mikrophon benutzt. Deshalb ist an dieser Stelle das Mikrophonzeichen angegeben.

Nun nimm die kleine dunkle Drosselspule aus dem Baukasten und schliesse zwei isolierte Drähte an. An den Enden dieser Drähte entfernst Du 1 1/2 cm der Isolierung und verbindest je ein blankes Drahtende mit einem Spulendraht. Verbinde die freien Drahtenden mit den angegebenen Drahtklemmen unten links auf der Bestückungskarte. Dann schiebst Du den Schiebeschalter nach rechts.

## V. Beschreibung der Schaltungen

### A. Elektro-Akustik

Elektroakustik ist das „Zauberwort“ für alles, was mit der Aufnahme, Verstärkung und Wiedergabe von Tönen zusammenhängt.

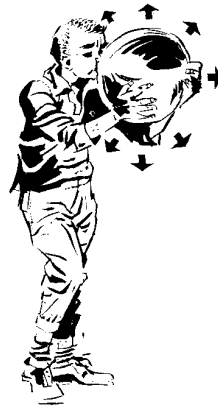
Was ist ein Ton? Unter einem Ton versteht man alle hörbaren Schwingungen. Wenn Du einen Stein ins Wasser wirfst, siehst Du auf der Oberfläche die Wellenbewegung. Es breiten sich kreisförmige Wellen von dem Punkt aus, an dem der Stein ins Wasser fällt. Wenn Du in die Hände klatschst, werden ebenfalls Wellen in der Luft erzeugt. Du kannst sie hören, weil unsere Ohren so eingerichtet sind, dass sie solche Luftwellen wahrnehmen.

Die Wellen des Wassers gehen auf und nieder. Du kannst das ganz klar erkennen: Wenn dort, wo Du den Stein ins Wasser



geworfen hast, ein kleines Stück Holz schwimmt, wird es durch die Wellen bewegt. Auch die Luftschwingungen gehen hin und her. Stelle Dir einen Luftballon vor. Wenn Du ihn aufbläst, verdrängt der Ballon die um ihn herum befindliche Luft.

Nun lass einmal von der Luft ein bisschen heraus. Die Luft um den Ballon herum drückt ihn ein wenig zusammen. Du bläst jetzt Deinen Ballon wieder auf, und die Luft um den Ballon herum wird noch einmal verdrängt. Wenn Du nun nochmals etwas Luft herauslässt, drückt die Luft den Ballon wieder zusammen.



Wenn Du hundertmal in der Sekunde Deinen Luftballon aufblasen und die Luft wieder herauslassen würdest, würde die

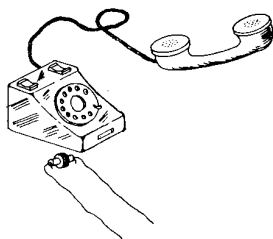
25

### Mikrophon-Verstärker

Du schaltest das Gerät ein und bittest dann jemanden, leise ins Mikrophon (Kopfhörer) zu sprechen. Seine Stimme wird klar im Lautsprecher zu hören sein. Es kann vorkommen, dass ein Pfeifton aus dem Lautsprecher dringt, bevor noch jemand ein Wort gesagt hat. Er entsteht dann, wenn der Lautsprecher zu nahe am Mikrophon steht. Das kannst Du vermeiden, indem Du das Mikrophon weiter vom Lautsprecher entfernt aufstellst oder den Knopf des Potentiometers weiter nach links drehst und dadurch den Lautsprecher leiser einstellst. Hängst Du das Mikrophon an einem stillen Abend einmal vor das Fenster und drehst das Potentiometer ganz nach rechts auf höchste Empfindlichkeit, so kannst Du das Gezwitscher der Vögel in Deinem Zimmer hören, selbst wenn die Vögel weit vom Haus entfernt singen. Das Gerät lässt sich auch ausgezeichnet zur Aufführung von Hörspielen verwenden.

### Telefon-Verstärker

Das ist wirklich eine ganz erstaunliche Sache. Schiebe Deinen Schiebeschalter nach links und lege die Aufnahmespule neben



das Telefon, wie es die Abbildung zeigt. Dann rufst Du einen Freund an und führst mit ihm ein Telefongespräch. Was Du sagst und was er antwortet, kannst Du aus dem Lautsprecher hören. Der Lautsprecher kann sich natürlich auch in einem anderen Zimmer befinden.

Das Telefon ist auch ein elektrisches Gerät, und alles, was Du oder Dein Freund sagt, erzeugt Strom, der durch die Spulen des Telefonapparates geht. Diese Spulen erzeugen ein Magnetfeld, das durch Deine Aufnahmespule hindurchgeht. Diese Magnetfelder erzeugen ihrerseits kleine Spannungen in der Aufnahmespule, die weiter verstärkt werden durch Deine Anlage bis sie Lautsprecherstärke erreichen. Du musst durch Versuche herausfinden, welches der beste Platz für Deine Aufnahmespule ist.

### Mithören über Kopfhörer

Vielleicht möchtest Du nicht gerne eine Wiedergabe über den Lautsprecher. Es kann auch vorkommen, dass Dich der Pfeifton stört, der entsteht, wenn sich das Mikrophon zu nahe am Lautsprecher befindet. In diesem Falle ist es besser, den Lautsprecher als Mikrophon zu benutzen. Verbinde den Lautsprecher mit den Mikrophonklemmen links unten.

Dafür wird jetzt der Kopfhörer mit der Drahtklemme bei B und mit dem Kollektor des AC 126 über einen 3,2  $\mu$ F-Elektrolyt-Kondensator verbunden. Du kannst die Drahtklemme auf der rechten Seite der Bestückungskarte benutzen, wo der kleine Buchstabe b steht. Der rechte Transistor AC 126 und der 27.000 Ohm Widerstand sind nicht mehr nötig.

Luft um den Ballon herum hundertmal in der Sekunde hin- und herbewegt. Die Luft würde vibrieren.

Dadurch würdest Du einen tiefen Ton erzeugen. Wenn Du das tausendmal in einer Sekunde tun würdest, so würdest Du einen höheren Ton hören, zehntausendmal in der Sekunde einen noch höheren Ton. Wenn Du das zwanzigtausendmal tun könntest, würdest Du nichts mehr hören, da wir solche äusserst schnellen Luftschwingungen nicht hören können.

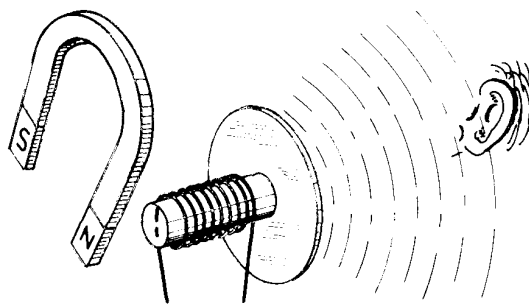
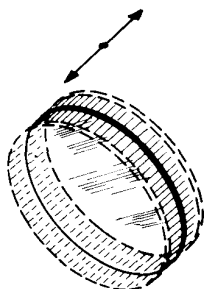
### Der Lautsprecher

Alle Musikinstrumente sind so eingerichtet, dass die Luft schnell zum Schwingen gebracht wird. Auch wenn wir sprechen oder singen, schwingt die Luft.

Durch den Lautsprecher, den wir in unserem Rundfunkgerät benutzen, wird die Luft zum Schwingen gebracht.

Stelle Dir einmal vor, Du bewegst eine runde Scheibe in der Sekunde ein paar hundert- oder tausendmal hin und her. (Abb.)

Die schwingende Scheibe wird die Luft ebenfalls zum Schwingen bringen. Dies erzeugt Töne. Die Frage ist nun, wie wir diese Scheibe zum Schwingen bringen können. Wir befestigen eine Spule an der Scheibe und stellen die Spule in der Nähe eines Magneten auf, z.B. eines Hufeisenmagneten, den Du ja kennst. Dann schicken wir einen Gleichstrom durch die Spule.



Was geschieht jetzt? Die Spule verhält sich wie ein Magnet mit einem Nord- und einem Südpol. Wenn die Richtung des Stroms in der Spule so verläuft, dass ein Nordpol links von der Spule entsteht, dann wird dieser Nordpol von dem Nordpol des Magneten abgestossen, und die Scheibe bewegt sich vorwärts. Wenn wir nun den Strom anders herum durch die Spule leiten, wechseln die magnetischen Pole der Spule. Dadurch entsteht jetzt links von der Spule ein Südpol, der vom Nordpol des Magneten angezogen wird. Die Scheibe wird sich daraufhin rückwärts bewegen.

Was geschieht nun, wenn wir einen Wechselstrom durch die Spule schicken? Das ist ein Strom, der unaufhörlich seine Richtung ändert, z.B. tausendmal in der Sekunde (dann sprechen wir von einem Wechselstrom mit einer Frequenz von 1000 Hz). Die Spule wird tausendmal in der Sekunde durch den Magneten zurückgestossen und tausendmal in der Sekunde von dem Magneten wieder angezogen. Die Spule und die

26

## C. Radio

### C1 - RUNDFUNKEMPFÄNGER MIT EINEM TRANSISTOR

Dieser Rundfunkempfänger hat eine eingebaute Antenne (Ferroreceptor). Du kannst mit einem Kopfhörer hören. Das Gerät ist für Mittelwellenempfang eingerichtet. Auf dieser Wellenlänge senden die meisten Rundfunkstationen.

Du hast natürlich schon alles Notwendige vorbereitet; die Batterien sind eingesetzt und auch das Potentiometer und der Drehkondensator montiert wie auf Seite 18 u.s.w. beschrieben wurde.

Nimm die Bestückungskarte C1 und lege sie auf das Versuchsbrett, so dass sich alle Löcher decken und Du alle Zahlen von vorn lesen kannst.

Nun baust Du die Antenne ein. Die Antennenspule ist bereits auf den Ferroxcubstab aufgesteckt. Sie muss in der Mitte des Stabes sitzen. Achte darauf, dass die Spule ihre Lage nicht verändern kann. Setze sie entsprechend der Bestückungskarte ein. Lege sie so auf, dass sie sich mit der Abbildung auf der Karte deckt und der rote Draht nach unten zeigt. (Abb.) (Roter Draht ist 1, gelber Draht ist 2, grüner Draht ist 3, grauer Draht ist 4.)

Befestige die Drahtklemmen in sämtlichen Löchern der Bestückungskarte — ausser in den mit S1 + P1, P2, P3, V1 und V2 gekennzeichneten. Wenn alle diese Drahtklemmen richtig eingesetzt sind, kannst Du mit dem Zusammenbau der Teile beginnen. Für diese Anlage brauchst Du folgende Widerstände:

4.700 Ohm, gelb, lila, rot

15.000 Ohm, braun, grün, orange

680.000 Ohm, blau, grau, gelb

Ausserdem zwei 0,1  $\mu$ F Polyesterkondensatoren und einen 47.000 pF Kondensator, einen 10  $\mu$ F Elektrolyt-Kondensator und einen weiteren von 100  $\mu$ F. Dann benötigst Du noch die Diode OA 79. Gib acht, dass der Strich auf der Diode nach links zeigt. (siehe Bestückungskarte).

Du hast natürlich auch die Elektrolyt-Kondensatoren richtig angeordnet. Nun schliesse auch Deinen Transistor AF 116 an. Es ist sehr wichtig, dass Du alle Drähte richtig anschliesst.

Schliesse zuerst den Kollektordraht (c) an, der ein bisschen nach einer Seite herabhängt und dann nacheinander die Abschirmung (1), die Basis-Zuführung (b) und die Emittierzuführung (e), dann die roten isolierten Verbindungsdrähte. Jetzt verbindest Du einen isolierten Draht mit der Klemme V2 des Drehkondensators, führst ihn unter dem Versuchsbrett nach oben durch V2 bis an die Klemme. Genauso verbindest Du durch einen Draht die Klemme V1 des Drehkondensators mit der Klemme über dem Loch V1. Auf die gleiche Weise schliesst Du das Potentiometer an. (S1 + P1, P2, P3).

Nun nimmst Du einen spitzen Bleistift oder eine dicke Stopfnadel und stichst vier Löcher in die Bestückungskarte, genau rechts und links der beiden Gummiringe des Ferroreceptors. Nun bindest Du die Antenne mit kleinen Bindfäden, die über die Gummiringe laufen, fest. Nachdem Du damit fertig bist, verbindest Du den roten Draht (1) der Antennenspule mit der Drahtklemme, die durch eine punktierte Linie mit dem Zeichen des Wasserhahns verbunden ist. Dann schliesst Du

Scheibe, die an ihr befestigt ist, werden tausendmal in der Sekunde hin- und herschwingen. Wir werden einen Ton hören. Das ist das Prinzip des Lautsprechers.

### Dynamische Mikrophone

Wir wissen nun, wie wir einen elektrischen Strom in eine Tonschwingung umwandeln können. Aber wie können wir das jetzt umgekehrt erreichen? Wie können wir eine Tonschwingung in einen elektrischen Strom umwandeln? Wir machen das durch Mikrophone. Es gibt davon verschiedene Arten. Eine — die am häufigsten benutzte Art — arbeitet wie ein Lautsprecher, nur umgekehrt. Stelle Dir einmal vor, dass es irgendwo einen Ton gibt und dass dieser Ton gegen die Scheibe des Lautsprechers dringt (die Scheibe nennt man Lautsprecher-

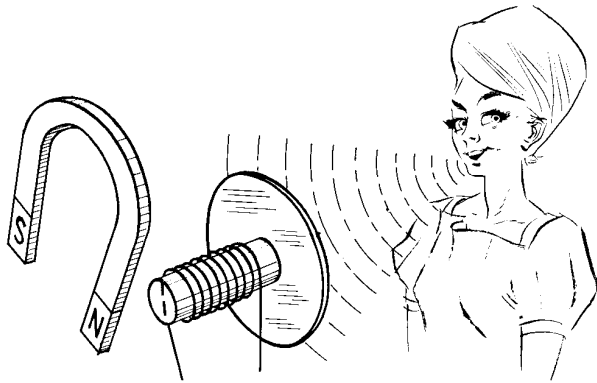
membrane). Diese Membrane beginnt heftig zu schwingen — so wie Fensterscheiben erzittern, wenn ein schwerer Lastwagen vorbeifährt. Wenn die Membrane zu schwingen beginnt, tut die Spule das auch. Wenn eine Spule in einem magnetischen Feld schwingt, wird in der Spule eine Spannung erzeugt. Das hast Du bereits gelernt.

In der schwingenden Spule des Lautsprechers, der in unserem Falle als Mikrofon benutzt wird, werden kleine elektrische Spannungen erzeugt, genauso wie in einem richtigen Mikrofon. Diese kleinen Spannungen können verstärkt werden. Wie, werden wir Dir später erklären.

Diese verstärkten Spannungen werden dann einem Lautsprecher zugeleitet, der die elektrischen Schwingungen wieder hörbar macht.

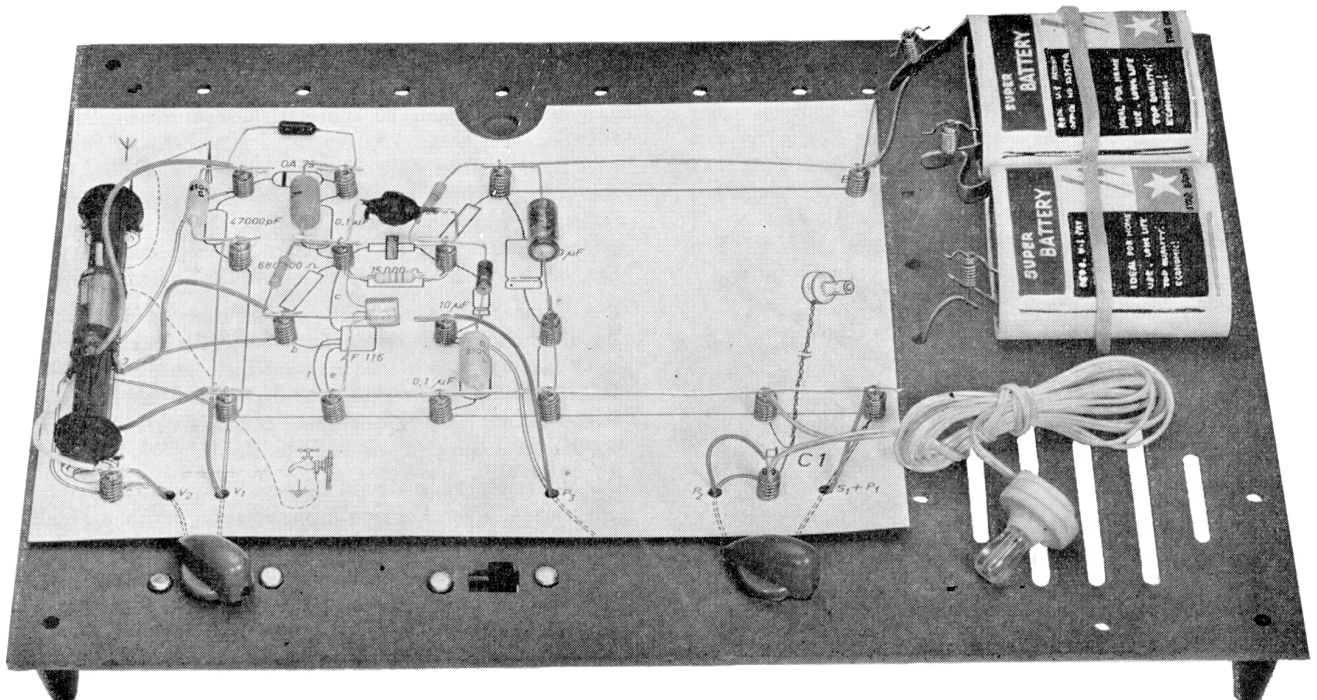
### Kristall-Mikrophone

Nun gibt es noch eine andere Methode zur Tonerzeugung oder -Aufnahme. Es gibt bestimmte Materialien, die eine sehr eigentümliche Eigenschaft besitzen. Ein solches Material ist das Kristall aus Rochelle-Salz. Wenn Du ein kleines Plättchen davon nimmst und an jeder Seite eine leitende Schicht anbringst, passiert gar nichts. Wenn Du aber eine Batterie an den beiden Leitschichten anschließt, dann geschieht etwas: Das Plättchen biegt sich nach der einen Seite. Wenn Du dann die Batterie umgekehrt anschließt, biegt sich das Plättchen nach der anderen Seite. Du verstehst das doch? Wenn Du einen Wechselstrom an ein solches kleines Kristall-Plättchen anschließt, biegt es sich im Rhythmus des Wechselstroms hin und her. Wenn Du eine Membrane an diesem Kristall-Plättchen befestigt, beginnt die Membrane zu schwingen. Du hörst einen



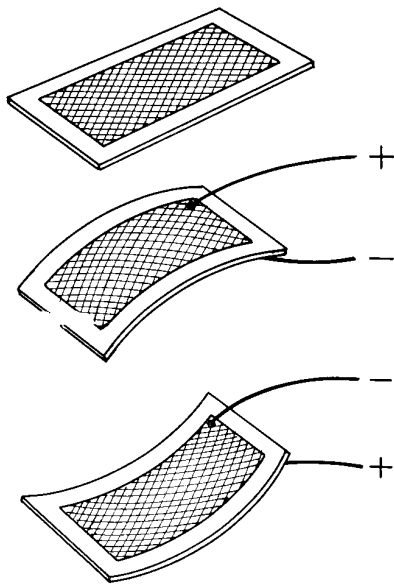
27

Schaltbild Seite 40



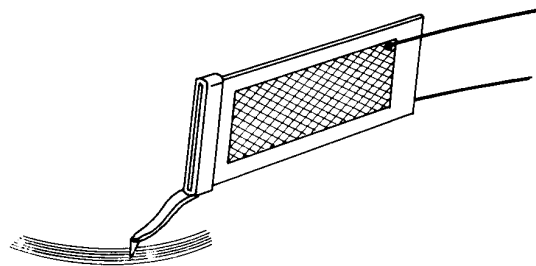
Ton. Das Gegenteil ist auch möglich. Wenn der Ton die Membrane in Schwingungen versetzt, wird die Kristall-Platte hin- und hergebogen. Dadurch wird zwischen den beiden Leitschichten auf dem Plättchen eine elektrische Spannung erzeugt. Dies ist das Prinzip eines Kristall-Mikrophons.

Der Kopfhörer in dem Baukasten enthält ein Kristall-Plättchen und kann daher für zweierlei benutzt werden: 1.) elektrische Spannungen in Töne zu verwandeln (Lautsprecher-Kopfhörer). 2.) Tonschwingungen in elektrische Spannung umzuwandeln (Mikrofon).



### Kristall-Tonabnehmer

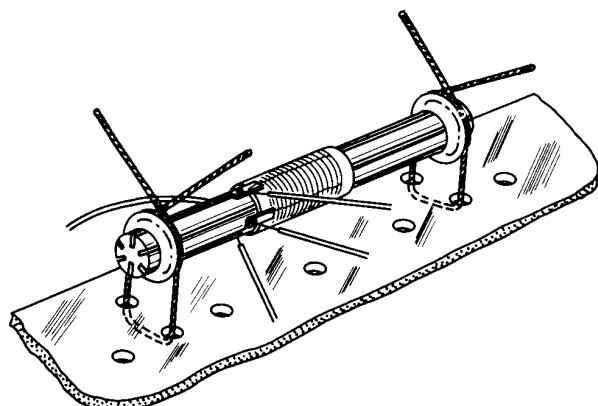
In den meisten Tonabnehmersystemen werden Kristalleinheiten verwendet. Die Tonschwingungen kommen von den Rillen in der Schallplatte. Wenn Du eine solche Rille unter einer Lupe anschaust, wirst Du erkennen, dass diese hin- und herläuft. Das Hin und Her einer Rille entspricht dem Hin und Her der Schwingungen des Originaltons. Der Saphir, der in der Rille läuft, wird durch die Rille hin- und herbewegt.



Dieser Saphir ist an einem Kristallplättchen befestigt, das dadurch hin- und herbewegt wird. Wieder wird als Ergebnis des Hin- und Herbewegens eine Wechselspannung durch das Kristall erzeugt. Die Aufnahme erfolgt sozusagen über ein Mikrophon mit einem Saphir daran. Dabei hat der Saphir die Aufgabe der Membrane übernommen.

28

den gelben Draht (2) an die Drahtklemme an, die mit Kontakt V2 des Dreh-Kondensators verbunden ist. Der grüne Draht (3) kommt an den Punkt, an dem Du das kleine b der Basis des AF 116 siehst. Der graue Draht (4) gehört an den Knotenpunkt zwischen dem 47.000 pF Polyester-Kondensator und der Diode OA 79.



Jetzt schliesse den Kopfhörer an die Klemmen an, die sich neben dem Zeichen für den Kopfhörer befinden. Nun schliesst Du noch die Batterien an. Zuerst den negativen Pol (langer Streifen) mit der Drahtklemme B, dann den positiven Pol durch einen isolierten Draht mit S2 des Potentiometers.

Wenn Du der Meinung bist, dass alles in Ordnung ist, schalte ein. Du drehst den Potentiometerknopf so weit es geht nach rechts. Dann drehst Du den Drehkondensator, bis Du einen

Sender empfangst. Es ist möglich, dass Dein Empfang besser wird, wenn Du den ganzen Apparat ein wenig drehst. Warum dies so ist, werden wir Dir später erklären.

### Aussenantenne

Ein schwacher Empfang lässt sich erheblich verbessern, wenn man eine Aussenantenne anbringt. Eine Aussenantenne muss zwischen zwei hohen Punkten angelegt werden, z.B. zwischen zwei Schornsteinen oder zwischen Haus und Garage. Das ist eine Arbeit, die *nur von Erwachsenen getan werden darf*. Spezieller Antennendraht, den Du bei Deinem Radiohändler kaufen kannst, muss an Glas- oder Porzellanisolatoren befestigt werden, die Du auch in einem Radiogeschäft erhältst.

Die Antenne muss natürlich in das Haus geführt werden. Zu diesem Zweck wird ein Loch durch das Fenster gebohrt. Auch hier weisen wir wieder darauf hin, dass das *nur mit Erlaubnis Deiner Eltern* geschehen darf. Das Loch im Fensterbrett muss mit einer Isolationshülle versehen werden. Innerhalb des Hauses empfehlen wir isoliertes Kabel.

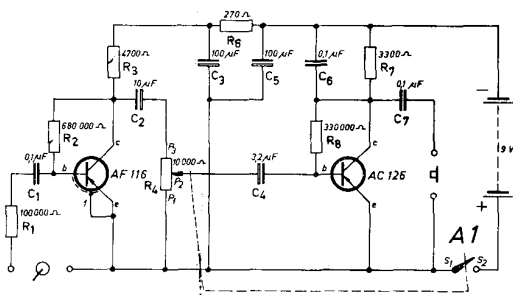
Das Montagekabel, das Du in Deinem Baukasten findest, eignet sich hierfür. Wenn Du eine Aussenantenne einrichtest, ist eine gute Erdung wichtig. Die beste Erdung ist die Wasserleitung.

Vergiss nicht, die Farbe oder den Rost, wenn welcher daran sitzt, vorher abzukratzen. Notfalls kannst Du die Erdleitung sogar an die Zentralheizung anschliessen.

Nun fragt sich, wie Du Deine Antenne und Erde mit dem Empfänger verbinden kannst. Hierfür mußt Du eine weitere Drahtklemme an die obere linke Seite setzen. Nimm ein

## A1 - EINFACHER VERSTÄRKER FÜR PLATTENSPIELER

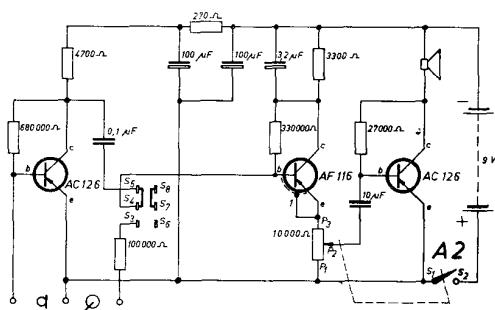
In dem Tonabnehmer-Kristall wird durch die Bewegung des Saphirs eine Wechsellspannung erzeugt. Sie wird in den Basisdraht des Transistors AF 116 geleitet. Infolgedessen läuft auch ein Wechselstrom durch den Kollektordraht. Dieser Strom ist jedoch, wie Du bereits vorher gelesen haben, erheblich stärker. Ein grosser Teil dieses Kollektor-Wechselstroms geht durch das Potentiometer. Von dem einstellbaren Kontakt des Potentiometers fliesst ein Teil dieses Wechselstroms weiter über den 3,2  $\mu$ F Elektrolyt-Kondensator in den Basisdraht des Transistors AC 126. Folglich fliesst auch durch den Kollektordraht des AC 126 ein Wechselstrom, der wiederum stärker ist als sein Basis-Wechselstrom. Der grösste Teil dieses Wechselstroms läuft über den 0,1  $\mu$ F-Kondensator in den Kopfhörer. Der Strom in dem Kopfhörer ist wegen der beiden Transistoren hundertmal stärker als der durch das Tonabnehmer-Kristall gelieferte Strom. Er ist so stark, dass wir die Musik deutlich durch den Kopfhörer hören.



## A2 - TONVERSTÄRKER

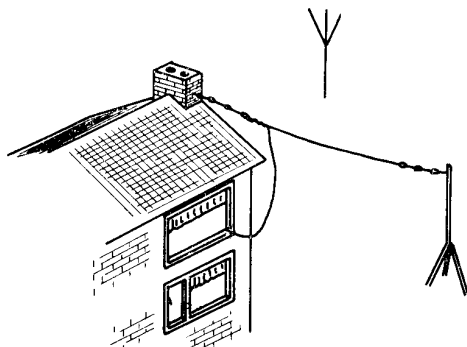
Wenn der Schiebeschalter auf „Plattenspieler“ eingestellt ist, arbeitet dieses Gerät etwa wie Verstärker A1. Der Hauptunterschied ist, dass die Wiedergabe Deines Verstärkers nicht mehr durch einen Kopfhörer, sondern durch einen Lautsprecher erfolgt.

Wenn der Schalter auf „Mikrophon“ eingestellt ist, wird der erste Transistor AC 126 mitbenutzt. Der Mikrophonstrom ist nämlich viel schwächer als der des Tonabnehmers. Aus diesem Grunde muss ein zusätzlicher Transistor als „Vorverstärker“ benutzt werden. Der Mikrophonstrom wird durch diesen „Vorverstärker“ genauso gross wie der Strom, den der Tonabnehmer selbst direkt liefert. Wenn Du daher eine Platte spielst und plötzlich auf Mikrophon umschaltest, wird Deine Sprache genauso laut wiedergegeben wie die Platte.



29

Stück isolierten Draht und winde ihn zwei oder dreimal um den Ferroxcube-Stab, so wie es auf der Bestückungskarte gezeigt ist (gepunktete Linie). Ein Ende dieser „Spule“ verbind-

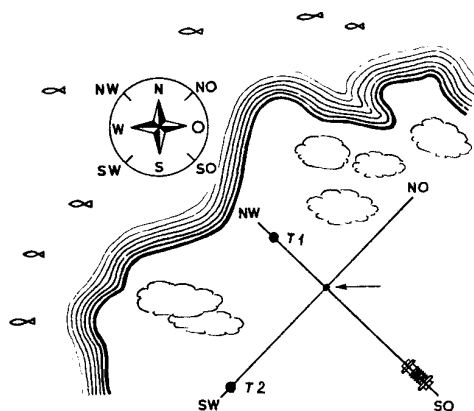


dest Du mit der neuen Drahtklemme und das andere Ende mit der Drahtklemme, die mit dem Anschluss V1 verbunden ist. Schliesse Deine Aussenantenne an die obere Drahtklemme an und die Erdleitung an Deine unterste Drahtklemme wie eingezeichnet. Dann kannst Du durch Versuche herausfinden, ob Du besseren Empfang mit zwei oder mit drei Windungen um den Ferroxcube-Stab hast und ob Du ihn durch ein Hin- und Herschieben Deiner eigenen Antennenspule verbessern kannst.

### Richtempfänger

Willst Du einen Richtempfang durchführen, so brauchst Du dazu keine Aussenantenne. Sie darf nicht angeschlossen sein. Bewegst Du Deinen Empfänger langsam im Kreis, ohne ihn

zu kippen, so wirst Du feststellen, dass Du bei einer bestimmten Stellung des Empfängers den Sender nicht mehr hörst. Das liegt daran, dass die Radiowellen in der falschen Richtung durch den Ferroceptor gehen. Das geschieht, wenn er genau in die Richtung des Senders zeigt. Dann befindet sich der Sender links oder rechts von Deinem Empfänger, und zwar genau in einer Linie, die Du Dir längs durch den Ferroxcube-stab verlaufend vorstellen musst. Dadurch kannst Du Deine Lage zum Sender feststellen, so wie Schiffe auf See ihre Position erkennen können. Genau wie die Schiffe brauchst auch Du einen Kompass dazu. Wie fangen wir das an? Nehmen wir einmal an, dass der Empfang eines gewissen Senders, z.B. T1 verschwindet.



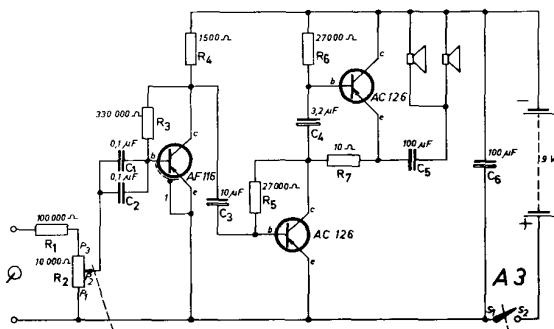
77



### A3 - GEGENTAKTVERSTÄRKER

Der Strom von dem Tonabnehmer kommt wieder durch den Basisdraht des Transistors AF 116. Bei dieser Schaltung wird jedoch das Potentiometer mit dem Tonabnehmer verbunden. Die zusätzlichen 0,1  $\mu$ F-Kondensatoren sorgen dafür, dass die Lautstärkeregelung gut ist. Der Kollektorstrom von dem AF 116 fließt zu der Basis des unteren AC 126. Der Wechselstrom im Kollektordraht dieses Transistors fließt zu der Basis des oberen AC 126; aber ein Teil dieses Stroms fließt direkt über den 10-Ohm-Widerstand und den 100  $\mu$ F Elektrolyt-Kondensator durch die Lautsprecher. Ebenso fließt Wechselstrom von dem Kollektordraht des oberen AC 126 durch die Lautsprecher.

Die Vorteile dieser Schaltung sind: lauterer Ton und die bessere Wiedergabe.

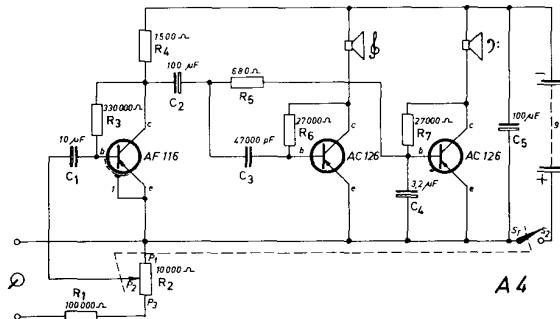


30

### A4 - VERSTÄRKER FÜR GETRENNTE WIEDERGABE VON HOHEN UND TIEFEN TÖNEN

Der Strom des Tonabnehmers fließt durch das Potentiometer und von dort zu dem Transistor AF 116. Der Strom wird durch den Transistor verstärkt. Nur die hohen Frequenzen können über den 47.000 pF-Kondensator zu der Basis des linken Transistors AC 126 gelangen. Die hohen Töne werden also durch den linken AC 126 verstärkt und fließen dann von der Kollektorleitung dieses Transistors durch den Hochtönlautsprecher.

Aber es fließt auch ein Strom durch den 680-Ohm-Widerstand zu der Basis des rechten Transistors AC 126. Die hohen Frequenzen dieses Stroms fließen durch den 3,2  $\mu$ F-Elektrolyt-Kondensator ab und werden also nicht verstärkt. Die niedrigen Frequenzen — und daher die tiefen Töne werden durch den rechten Transistor verstärkt und werden so vom Lautsprecher für tiefe Töne wiedergegeben.



Dann zeigt der Antennenstab genau in die Richtung des Senders, also nach T1. Mit Hilfe eines Kompasses stellst Du die Richtung Deines Antennenstabes fest und zeichnest sie auf einer Landkarte als Linie von T1 ausgehend ein. Jetzt peilst Du einen anderen Sender, z.B. T2 an, stellst die Richtung fest und zeichnest auch sie als Linie — aber von T2 ausgehend — ein. Auf dem Schnittpunkt der beiden Linien liegt Dein Wohnort.

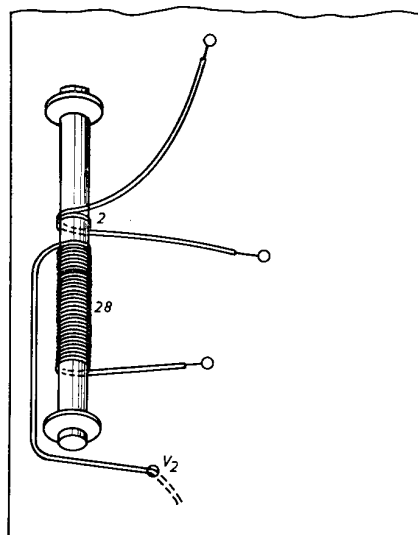
### Kurzwellenbereiche

Mit Deinem Gerät empfängst Du Rundfunksender, die auf der Mittelwelle senden, d.h. auf Wellenlängen zwischen etwa 190 und 600 Metern. Es gibt aber eine Reihe interessanter Sender im Kurzwellenbereich zwischen 180 und 60 m. Um sie empfangen zu können, brauchst Du eine weitere Spule.

Diese mußt Du Dir selbst aus isolierten Draht machen. Du mußt 28 Windungen ganz dicht um den Ferroxcubestab wickeln. (Zu allererst mußt Du aber die Mittelwellenspule des Stabes abnehmen.) Die beiden Enden Deiner selbstgemachten Spule verbindest Du mit den Drahtklemmen der Kontakte V1 und V2, die zum Drehkondensator führen. Neben Deine selbstgemachte Spule legst Du zwei weitere Windungen mit rotem isolierten Draht, die Du mit den Kontakten zwischen der Diode OA 79 und dem 47.000 pF-Kondensator einerseits und dem Basisdraht (b) des AF 116 andererseits verbindest (dort wo bisher 3 und 4 der Antennenspule angeschlossen waren).

Du wirst wahrscheinlich eine Aussenantenne brauchen. Diese schließt Du genauso an, wie es unter „Aussenantenne“ be-

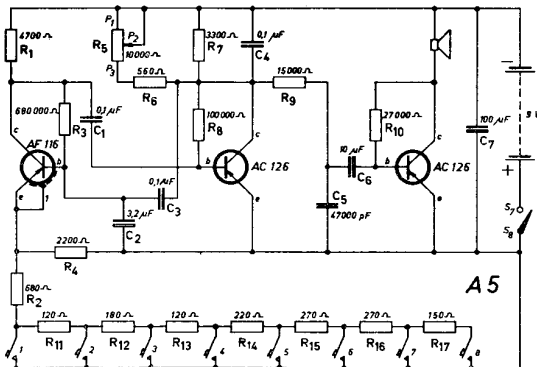
schrieben ist, d.h. mit zwei weiteren Windungen, deren eines Drahtende zur Antenne führt und das andere zur Erdleitung. Ist das erledigt, kannst Du mit dem Abstimmknopf des Drehkondensators Kurzwellensender einstellen.



## A5 - ELEKTRONISCHE ORGEL

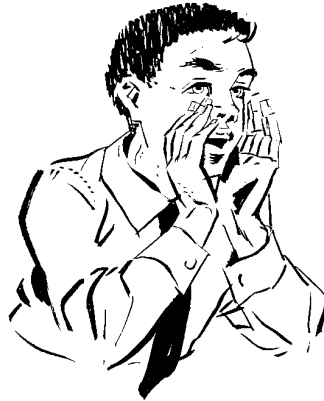
Der elektrische Strom, der nach der Verstärkung durch den Lautsprecher hörbar gemacht wird, wird in der elektronischen Orgel selbst erzeugt, und zwar durch zwei Transistoren, den Transistor AF 116 und den Transistor AC 126 in der Mitte des Verstärkers, ungefähr so wie bei der Einbrecher Alarmanlage D4 (Seite 43).

Wenn wir auf eine Taste drücken, fließt der Basis-Wechselstrom des AF 116 durch den 3,2  $\mu$ F Kondensator C2 und den durch die hinuntergedrückte Taste mit ihm verbundenen blanken Draht. Er fließt dann durch die Widerstände zwischen den Tasten und durch den 680 Ohm Widerstand R2 zum Emitter des AF 116. Der Strom fließt dann über R9 und C6 zum zweiten Transistor AC 126, so dass ein starker Strom in den Lautsprecher gelangt. Die Tonhöhe wird durch die acht Widerstände R11 bis R17 beeinflusst.



## B. Fernmeldewesen

Das Fernmeldewesen bedeutet so etwas wie Verkehr auf Entfernung. Unter Verkehr musst Du Dir jedoch nicht Autos, Züge und Flugzeuge vorstellen, sondern die Übermittlung von Nachrichten. Das kann Telegraphie, Fernspreverkehr, Funk-Fernspreverkehr, Bildfunkübertragung, Rundfunk und Fernsehen sein. Das wichtige hierbei ist, dass immer eine Entfernung überbrückt wird. Ein Haustelefon ist ebenso ein Fernmeldegerät wie die Anlage, mit der man einmal Botschaften an die ersten Menschen auf dem Mond schicken wird. Wenn Du Deinem Freund, der auf der anderen Strassenseite wohnt, etwas aus dem Fenster zurufen willst, so kann man das kaum Nachrichtenübermittlung oder Fernmeldewesen nennen. Wir



sprechen von Nachrichtenübermittlung oder Fernmeldewesen, wenn man eine Nachricht über praktisch jede gewünschte Entfernung übertragen kann. Das kann man weder durch Sprechen noch durch Rufen. Wenn Dein Freund einen Kilometer entfernt wohnt, kannst Du so laut schreien, wie Du willst, er wird Dich nicht hören.

Nur auf elektronischem Wege kannst Du jede beliebige

### C2 - ZWEI-TRANSISTOR-RUNDFUNKEMPFÄNGER

Dieser Empfänger eignet sich gleichfalls für den Empfang mit einem Kopfhörer. Aber durch den zweiten Transistor wird das Gerät viel empfindlicher.

Der Zwei-Transistor-Empfänger ist komplizierter als sein Vorgänger. Ohne die Erfahrungen, die Du beim Bau des C1 — Empfängers gesammelt hast, solltest Du den C2 — Empfänger gar nicht beginnen. Bei diesem äusserst empfindlichen Gerät muss jedes Teil genau an der richtigen Stelle sitzen. Selbst die Verbindungsdrähte müssen genau nach Vorlage verlaufen.

Deshalb lies Dir noch einmal genau die Anweisung für den Zusammenbau von C1 durch. Zu einem grossen Teil wird C2 auf die gleiche Weise gebaut, jedoch sind statt eines 100  $\mu$ F-Kondensators diesmal zwei vorhanden, und ein weiterer wichtiger Unterschied besteht darin, dass Du zwei Transistoren brauchst. Verwende die Bestückungskarte C2.

Folgende Widerstände werden für dieses Gerät benutzt:

- 270 Ohm, rot, lila, braun
- 3.300 Ohm, orange, orange, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 15.000 Ohm, braun, grün, orange
- 330.000 Ohm, orange, orange, gelb
- 680.000 Ohm, blau, grau, gelb

Ist der Empfang zu schwach, verwende — wenn möglich — eine Aussenantenne. Diesen Empfänger kannst Du auch als Rundfunk-Richtempfänger benutzen.

### C3 - DREI-TRANSISTOR-EMPFÄNGER MIT LAUTSPRECHERWIEDERGABE

Für Lautsprecher braucht man einen stärkeren Strom als für Kopfhörer. Deshalb benötigst Du für dieses Gerät einen dritten Transistor. Wegen der erhöhten Verstärkung musst Du den Zusammenbau sehr gewissenhaft durchführen. Enttäuschungen lassen sich vermeiden, wenn Du zuerst den Ein-Transistor-Empfänger gebaut hast.

Bau es dieses Gerät zusammen nach der Anweisung für den Ein-Transistor-Empfänger C1. Gehe genau wie dort beschrieben vor, aber verwende die Bestückungskarte C3.

Folgende Widerstände werden benötigt:

- 270 Ohm, rot, lila, braun
- 1.500 Ohm, braun, grün, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 15.000 Ohm, braun, grün, orange
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange
- 330.000 Ohm, orange, orange, gelb
- 680.000 Ohm, blau, grau, gelb

Wir möchten Dich noch besonders auf etwas aufmerksam machen: Vergiss nicht, die Kühltülle an dem rechten Transistor AC 126 anzubringen. Tust Du das nicht, so besteht die Gefahr, dass der Empfang nach einiger Zeit immer schwächer wird und der Transistor dabei sogar entzwei geht. Das wäre doch schade. Der Lautsprecher unter dem Versuchsbrett wird mit den beiden Klemmen verbunden, die sich neben dem Lautsprecherzeichen befinden. Dazu benutzt Du isolierten roten Draht, der durch Löcher zur Unterseite des Versuchsbrettes geführt wird.

Entfernung überbrücken. Das Fernmeldewesen ist daher die elektronische Übermittlung von Nachrichten. Eines der ältesten, aber immer noch eines der wichtigsten Verfahren im Fernmeldewesen, ist die Telegraphie. Die Telegraphie eignet sich aussergewöhnlich gut zur Übermittlung von Nachrichten über grosse Entfernungen.

Die ersten beiden Geräte in dieser Gruppe sind Telegraphie-Apparate, d.h. Geräte, mit denen Du Morsezeichen aussenden und empfangen kannst. Du sendest das Morsealphabet mit Deiner Morsetaste über beliebig lange Drähte, die zu einem Kopfhörer oder einem Lautsprecher führen. Der Draht in Deinem Kasten ist aber keinen Kilometer lang. Ausserdem darfst Du auch gar nicht Drähte über die Strasse verlegen, wie Du es gern möchtest. Dazu brauchst Du die Genehmigung der städtischen — oder der Fernmeldebehörden, die man Dir wohl kaum geben wird. Trotzdem kannst Du das Gerät dazu benutzen, das Morsealphabet zu üben und Nachrichten zu senden und zu empfangen.



## Morsetelegraphie

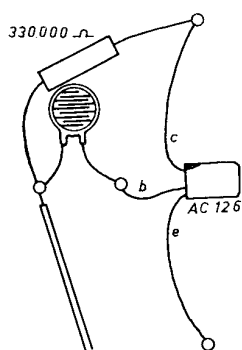
Es besteht ein internationales Abkommen darüber, dass ein Strich dreimal solange dauern soll wie ein Punkt. Der Zwischenraum zwischen den Zeichen eines Buchstabens oder einer Zahl dauert solange wie ein Punkt. Der Zwischenraum zwischen zwei Wörtern muss solange wie 5 Punkte dauern. Zwischen zwei Buchstaben des gleichen Wortes liegt ein Zwischenraum, der 3 Punkten entspricht. Du kannst die richtige Geschwindigkeit am leichtesten erreichen, wenn Du für den Punkt kurz dü sagst und wenn Du für den Strich daa sagst, was Du ein bisschen länger ausdehnt. Der Buchstabe a klingt dann wie dü daa.

|   |           |   |           |    |           |
|---|-----------|---|-----------|----|-----------|
| A | - —       | K | — — —     | U  | - - -     |
| B | - - - -   | L | - - - -   | V  | - - - -   |
| C | - - - - - | M | - - -     | W  | - - - -   |
| D | - - - -   | N | - -       | X  | - - - -   |
| E | -         | O | - - - -   | Y  | - - - -   |
| F | - - - -   | P | - - - -   | Z  | - - - -   |
| G | - - - -   | Q | - - - - - | A  | - - - -   |
| H | - - - -   | R | - - -     | CH | - - - - - |
| I | - -       | S | - - -     | Ö  | - - - -   |
| J | - - - -   | T | -         | Ü  | - - - -   |
| 1 | - - - - - | 5 | - - - -   | 9  | - - - - - |
| 2 | - - - - - | 6 | - - - -   | 0  | - - - - - |
| 3 | - - - - - | 7 | - - - -   |    |           |
| 4 | - - - -   | 8 | - - - -   |    |           |

Punkt - - - - -      Anfang des Spruchs - - - - -  
 Irrtum - - - - -      Ende des Spruchs - - - - -  
 SOS - - - - -

32

## Besondere Anwendungsmöglichkeiten



Was würdest Du zu einem Wecker sagen, der nur bei schönem Wetter läutet, aber bei strömendem Regen keinen Ton von sich gibt? So etwas Ähnliches können wir bauen. Befestige eine Drahtklemme neben der Klemme, an der die Basis des Transistors AC 126 angeschlossen ist. Zu diesem Zweck musst Du zusätzlich ein kleines Loch in die Bestückungskarte stechen. Am besten machst Du das wohl links neben dieser Drahtklemme. Stecke den 330.000 Ohm-Widerstand in die neue Drahtklemme, desgleichen den Draht, der vom 0,1 µF-Kondensator herkommt. Lasse den Basisdraht des AC 126 in der alten Klemme. Bringe einen LDR zwischen den beiden Drahtklemmen an (vergleiche Abbildung). Wenn Du es richtig gemacht hast, verhält sich Dein Empfänger genau wie vorher. Schalte jetzt das Licht aus. Der Empfang wird nun sehr leise und kann sogar überhaupt nicht mehr zu hören sein. Das erklärt sich daraus, dass der lichtempfindliche Widerstand (LDR) ohne Licht so stark ist, dass der Strom zur Basis praktisch nicht mehr durchfliessen kann. Nun kannst Du Dir vorstellen, dass Du Dein Rundfunkgerät als Wecker benutzen kannst. Wenn die Sonne morgens aufgeht, fängt Dein Radio an zu spielen. Wenn der Himmel bedeckt ist und es länger dunkel bleibt, schaltet sich Dein Apparat nicht ein, und Du kannst weiter schlafen.

## D. Elektronische Signalanlagen

### D1 - LICHTKONTROLLANLAGE

Dieser Apparat signalisiert, ob Licht in Räumen gebrannt hat, die normalerweise dunkel sind. Sobald ein Licht in dem Raum angeht, in dem Du dieses Gerät aufgestellt hast, beginnt die Signallampe in Deiner Lichtanzeige-Anlage zu brennen. Selbst wenn die Lampe im Raum sofort wieder ausgeschaltet wird, brennt Deine Signalanlage weiter, bis Du die Auslösetaste am Gerät hinuntergedrückt hast. Auf diese Weise siehst Du, ob jemand im Raum war und das Licht angedreht hat, selbst wenn es Stunden her ist.

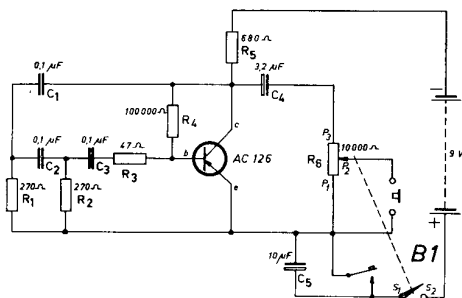
Nimm die Bestückungskarte D1 und lege sie so auf das Versuchsbrett, dass die Löcher sich genau decken und dass die Zahlen von vorn zu lesen sind. Ist die Lampe am richtigen Platz? Und die Batterien und auch das Potentiometer? Du brauchst sie hier. Lasse den Drehkondensator, den Schiebeshalter und den Lautsprecher an ihren Plätzen.

Stecke Drahtklemmen in alle Löcher, ausgenommen in die, die mit A, B, C, L und S1 gekennzeichnet sind. Du weisst ja, dass die Löcher zur Durchführung von Drähten dienen. Befestige dann alle Teile an den Drahtklemmen. Folgende Widerstände werden benötigt:

- 47 Ohm, gelb, lila, schwarz
- 2.200 Ohm, rot, rot, rot
- 3.300 Ohm, orange orange, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange

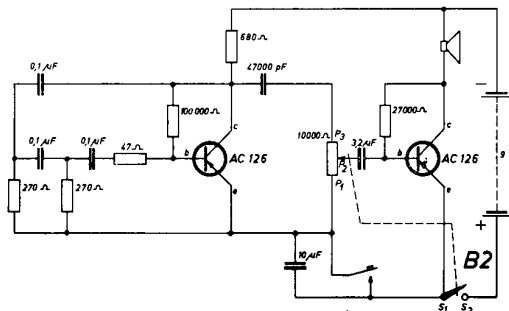
## B1 - MORSEGERÄT ZUM ÜBEN

In unserem Morsegerät müssen wir die Töne selbst erzeugen. Wir erreichen das durch einen Transistor AC 126. Wenn durch die Basis eines Transistors ein geringer Strom fliesst, entsteht ein grösserer Strom am Kollektor. Nachdem dieser die  $0,1 \mu\text{F}$  Kondensator en C1, C2 und C3 durchflossen hat, landet er zum grössten Teil an der Basis unseres Transistors. Weil der Basisstrom dadurch verstärkt wird, verstärkt sich auch der Kollektorstrom usw., so dass der ursprünglich schwache Strom beträchtlich zugenommen hat. Dieser Stromstoss bewirkt, dass der Transistor sich erschrickt und plötzlich den Strom fast unterbricht. In diesem Augenblick jedoch beginnt das Spiel von neuem: Der schwache Strom, der noch fliesst, wächst wieder an, bis er so gross geworden ist, dass der Transistor sich wieder sperrt. Ein Teil des Kollektorstroms des Transistors läuft durch den Kondensator C4 und durch das Potentiometer zum Kopfhörer. Das geschieht z.B. 1000 x in der Sekunde.



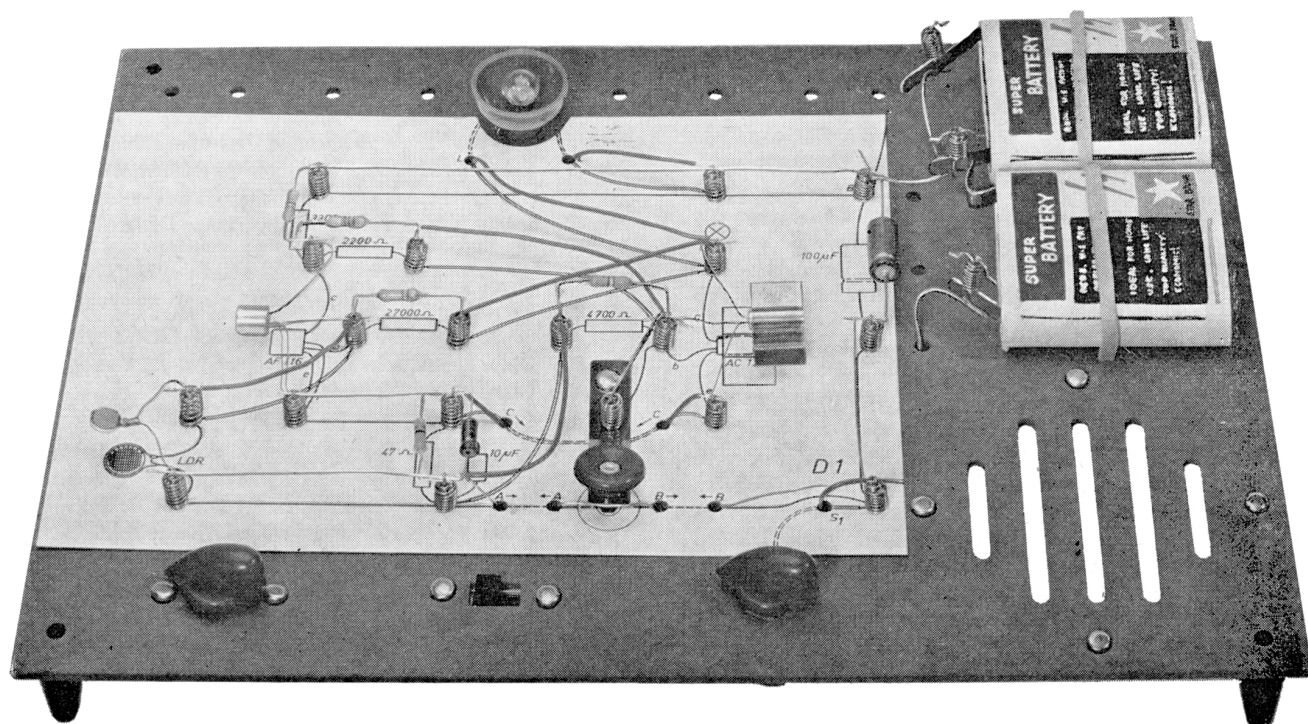
## B2 - MORSEGERÄT MIT LAUTSPRECHER

In der Beschreibung B1 wird erklärt, wie Töne erzeugt werden. Der Strom fliesst bei B2 von dem tonerzeugenden Teil zu der Basis des zweiten Transistors AC 126. Daraufhin fliesst ein stärkerer Wechselstrom durch den Kollektor dieses Transistors und von dort durch den Lautsprecher. Der Lautsprecher gibt den Morseton dann laut und deutlich wieder. Indem wir den Potentiometerknopf drehen, verändern wir die Lautstärke, ebenso wie z.B. in der Schaltung B1.



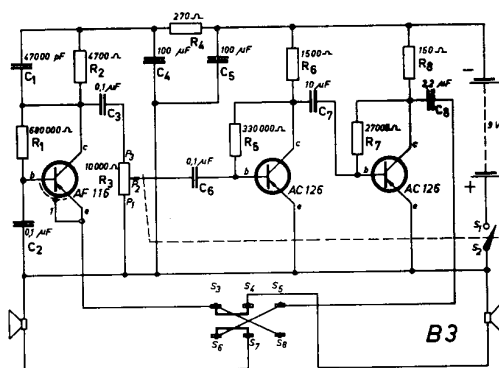
33

Schaltbild Seite 42



### B3 - WECHSELSPRECHANLAGE

Wenn der Schiebe-Schalter nach links zeigt, arbeitet der eine Lautsprecher Deiner Wechsel-Sprechanlage als Mikrophon. Dieser Lautsprecher erzeugt kleine Ströme. Diese fließen über den Schiebescalter durch die Basis- und Emittersromkreise des Transistors AF 116 und erzeugen dadurch einen stärkeren Strom im Kollektor des Transistors. Dieser Strom fließt über den  $0,1 \mu\text{F}$ -Kondensator zu der Basis von AC 126, der in der Mitte des Gerätes liegt. Hier entsteht wieder ein starker Kollektorstrom, der zur Basis des zweiten AC 126 fließt. Dieser verstärkt den Strom wiederum. Der aus dem Kollektor kommende Strom fließt über den  $3,2 \mu\text{F}$ -Kondensator zum Schiebescalter und von dort durch den zweiten Lautsprecher.



34

Die Kollektorzuführung (c) des Transistors AF 116, die von den anderen ein wenig entfernt liegt, muss oben sein. Die nächste Zuführung ist die Abschirmzuführung, die mit 1 gekennzeichnet ist. Sie wird mit der Emitterzuführung (e) in eine Drahtklemme gesteckt.

Die Kollektorzuführung (c) des AC 126 ist dadurch einen Punkt angezeigt.

Denke auch daran, die Kühltasche auf dem Transistor anzubringen. Vergiss den unteren blauen Draht nicht, der von links nach rechts läuft. An zwei Punkten, nämlich zwischen den Buchstaben A und B, läuft dieser Draht unterhalb des Versuchsbrettes. An den anderen Stellen verläuft er oberhalb. Ziehe diesen Draht so fest wie möglich an, damit er nicht locker in der Gegend herumhängt.

Baue die Morsetaste, die als Auslösetaste verwendet wird, ein (siehe Seite 25). Vergiss nicht die Drahtverbindung von der Auslösetaste zu der Klemme hin, an die die Basiszuführung des Transistors AC 126 angeschlossen ist.

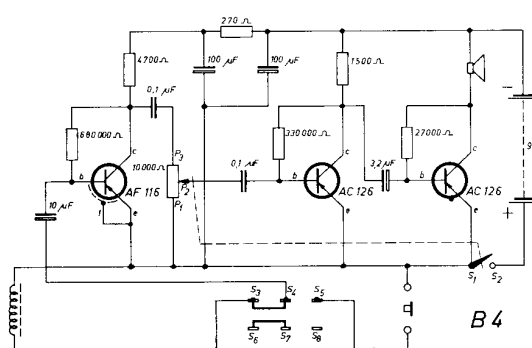
Du musst noch den LDR an den beiden Drahtklemmen unten links anbringen. Denke daran, dass die Seite mit den Streifen die empfindliche Seite ist. Stellst Du fest, dass alles seine Richtigkeit hat, kannst Du das Gerät einschalten, indem Du den Potentiometerknopf nach rechts drehst. Die Lampe auf Deinem Gerät muss dann sofort aufleuchten. Nun knipse das Licht in Deinem Zimmer aus und drücke die Auslösetaste hinunter. Die Signallampe müsste jetzt wieder verlöschen.

Deine Lichtkontrollanlage wird noch empfindlicher, wenn Du den  $27.000 \text{ Ohm}$  Widerstand (rot, lila, braun) durch einen  $100.000 \text{ Ohm}$  (braun, schwarz, gelb) oder einen  $330.000 \text{ Ohm}$  (orange, orange, gelb) Widerstand ersetzt.

### B4 - LAUSCHGERÄT

Mit dem Schiebescalter in der Rechtsstellung fließen die Mikrofonströme in Richtung der Basis des Transistors AF 116 und werden durch diesen verstärkt. Diese verstärkten Ströme fließen über das Potentiometer zur Basis des mittleren AC 126, werden dort verstärkt und erreichen dann den letzten AC 126.

Wenn der Schalter auf Linksstellung steht, werden die Ströme von der Aufnahmespule verstärkt.



### D2 - BLINKLICHT

Dieses Gerät ist ein Beispiel für Blinklichter, wie sie an gefährlichen Kreuzungen und Bahnübergängen Verwendung finden. Da es elektronisch betrieben wird, haben wir hier ein hochmodernes Gerät vor uns.

Wir verwenden die Bestückungskarte D2. Du legst die Bestückungskarte so auf das Versuchsbrett, dass alle Zahlen von der Potentiometerseite aus lesbar sind und die Löcher sich decken. Dann steckst Du Drahtklemmen in alle Löcher — ausgenommen in die mit L und S1 gekennzeichneten. Danach baue die Widerstände ein:

- 47 Ohm, gelb, lila, schwarz
- 270 Ohm, rot, lila, braun
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 100.000 Ohm, braun, schwarz, gelb
- 330.000 Ohm, orange, orange, gelb

Achte auf den Punkt, der die Kollektorzuführung des Transistors AF 116 angibt und vergiss auch die Kühltasche nicht. Schraube die Lampe in die Fassung. Verbinde den negativen Pol der einen Batterie (langer Streifen) mit der Drahtklemme bei B und den positiven Pol der anderen Batterie mit S2 des Potentiometers.

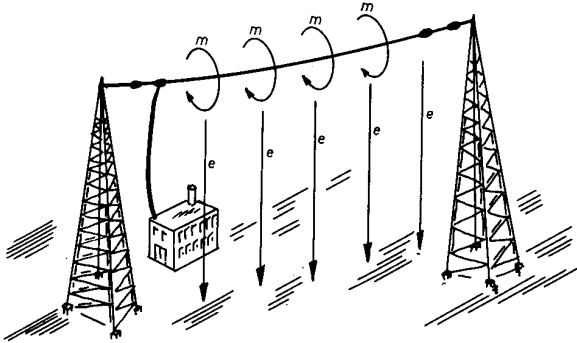
Du musst daran denken, die Lampe mit roten isolierten Drähten durch die mit „L“ bezeichneten Löcher oben mit den Drahtklemmen über und unter dem Zeichen für die Lampe zu verbinden.

Ist alles fertig und überprüft, schaltest Du das Gerät ein, indem Du den Potentiometerknopf nach rechts drehst. Die Lampe beginnt zu blinken.

## C. Radio

Du weisst sicherlich, was ein Radio ist. Aber wahrscheinlich weisst Du nicht, wie es funktioniert. Ein Rundfunkempfänger ähnelt zur Hälfte einem Plattenspielerverstärker, aber an der Stelle des Tonabnehmers besitzt er ein anderes Teil, das Dir noch nicht bekannt ist.

Erinnerst Du Dich noch daran, wie der Kondensator arbeitet? Ein Wechselstrom kann durch zwei sich parallel gegenüberliegende Metallplatten fließen, selbst dann, wenn sie sich gar nicht berühren. Eine dieser beiden Platten ersetzen wir jetzt durch die Erde. Die ist natürlich nicht aus Metall, kann aber



trotzdem gut Strom leiten. Die andere Platte ersetzen wir durch einen langen Metalldraht, der über der Erde verläuft. So entsteht wieder ein Kondensator. Verbinden wir jetzt einen Wechselstrom mit dem Metalldraht — nämlich der Antenne —

und der Erde, dann kann ein Wechselstrom auch durch diesen von uns geschaffenen „Kondensator“ fließen. Je höher die Frequenz des Wechselstroms, desto grösser der Strom, der durch ihn hindurchfließen kann. Wir haben bereits gesagt, dass ein elektrisches Feld zwischen den beiden Platten eines Kondensators erzeugt wird. Das geschieht auch hier. Zwischen dem Antennendraht und der Erde wird ein elektrisches Feld erzeugt. Aber das ist noch nicht alles. Du weisst, dass ein Magnetfeld von einer Spule ausstrahlt wird, wenn sie von einem Strom durchflossen wird. Das ist bei jedem Draht der Fall, so dass ein Magnetfeld auch um den Antennendraht und den Zuführungsdraht herum entsteht. Was bedeutet das nun?

Haben wir einen Wechselstrom zwischen Antenne und Erde, entsteht gleichzeitig ein elektrisches und ein magnetisches Feld. Ein kombiniertes Feld dieser Art wird elektro-magnetisches Feld genannt. (Abb.) Was geschieht nun? Ein elektro-magnetisches Feld wie dieses breitet sich sehr weit aus. Es breitet sich selbst durch den Raum aus, und zwar ungefähr auf die gleiche Art, wie das Licht. Licht ist nämlich auch ein elektro-magnetisches Feld. Die elektro-magnetischen Felder des Radios, mit denen wir uns befassen, verhalten sich jedoch etwas anders.

Wie Du weisst, dringt Licht nicht über den Horizont hinaus. Aber Radiowellen — Sonderfälle ausgenommen — tun es doch. Nur wenn die Radiowellen eine sehr hohe Frequenz haben (UKW), verhalten sie sich genauso wie Licht und gehen nicht über den Horizont hinaus.

Nur Wechselstrom mit sehr hohen Frequenzen kann erfolgreich über eine solche Antenne geleitet werden.

35

### D3 - AKUSTISCHES RELAIS

Dies ist ein elektrischer Schalter, der eine Lampe aufleuchten lässt, sobald er im Raum ein Geräusch wahrnimmt. Die Empfindlichkeit dieser Einrichtung ist einstellbar. Sie lässt sich deshalb als Geräuschanzeiger verwenden, der sich schon bei sehr leisen Geräuschen einschaltet. Der elektronische Schalter kann aber auch als Geräuschemesser dienen. In diesem Falle leuchtet die Lampe erst auf, wenn das Geräusch über eine bestimmte Stärke hinausgeht; z.B. wenn das Baby vor sich hin lallt und „singt“, brennt die Lampe nicht, aber sobald das Baby schreit, schaltet sich die Lampe ein und bleibt eingeschaltet, bis die Auslösetaste hinuntergedrückt worden ist. Wir benutzen die Bestückungskarte D3.

Lege die Bestückungskarte auf das Versuchsbrett, befestige die Drahtklemmen in den Löchern — ausser in denen mit A, B, C, S1 + P1, P2 und P3 gekennzeichneten. Jetzt baust Du nacheinander alle blanken Drähte und Bauteile, die Diode und die Transistoren ein. Beachte, dass zwischen den beiden Buchstaben B und den beiden Buchstaben C die blanken Drähte unter dem Versuchsbrett durchlaufen. Denke daran, dass der isolierte Draht vom Emitter (e) des AC 126 zum 47 Ohm-Widerstand teilweise unter dem Versuchsbrett läuft. Hier brauchen wir folgende Widerstände:

- 47 Ohm, gelb, lila, schwarz
- 1.500 Ohm, braun, grün, rot
- 2.200 Ohm, rot, rot, rot
- 3.300 Ohm, orange, orange, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange

- 100.000 Ohm, braun, schwarz, gelb
- 680.000 Ohm, blau, grau, gelb

Dann baust Du die Auslösetaste (Morsetaste) ein. Unten links auf der Bestückungskarte befinden sich zwei Drahtklemmen (rechts und links von P2). An Ihnen musst Du zwei isolierte Drähte befestigen, die auf der anderen Seite mit einem Lautsprecher verbunden sind. Dieser Lautsprecher soll als Mikrofon dienen. Verbinde jetzt den negativen Pol der einen Batterie (langer Streifen) mit der Drahtklemme B- und die andere Batterie mit S2 des Potentiometers.

Hast Du noch einmal alles sorgfältig geprüft, kannst Du einschalten, indem Du den Potentiometerknopf nach rechts drehst.

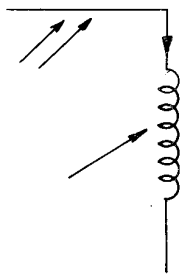
### Gebrauchsanweisung

Du weisst, dass Du die Empfindlichkeit des Gerätes einstellen kannst. Erzeuge also ein Geräusch (z.B. klopfe auf den Tisch oder pfeife) in der Lautstärke, bei der Du Deine Lampe aufleuchten lassen möchtest. Drehe den Potentiometerknopf so weit nach rechts, dass bei dem von Dir erzeugten Geräusch die Lampe aufleuchtet. Jetzt werden Geräusche gleicher oder grösserer Lautstärke die Lampe immer zum Aufleuchten bringen. Bei geringeren Geräuschen reagiert sie nicht.

Nun stellst Du den als Mikrofon verwendeten Lautsprecher dort auf, wo Du etwas überprüfen möchtest; z.B. in der Nähe der Tür. Dann kannst Du feststellen, wer die Tür immer zu laut zuschlägt.

Das ist natürlich nur eine Möglichkeit, es gibt noch hundert andere.





Was geschieht, wenn das elektromagnetische Feld auf eine Antenne trifft, die sich in einiger Entfernung der Sendeantenne befindet? In diesem Fall erzeugt dieses Feld zwischen dem Draht der Empfangsantenne und der Erde eine Spannung. Wenn wir eine Spule zwischen Empfangsantenne und Erde einfügen, erreichen wir, dass ein Strom durch die Spule fließt. Es handelt sich dabei nur um einen sehr kleinen Strom, aber mit Hilfe von Transistoren

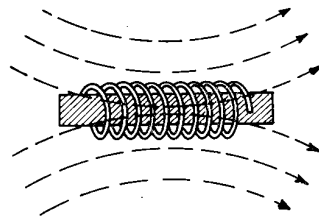
lässt er sich weiter verstärken.

Das Feld ist aber ein elektromagnetisches Feld und der magnetische Teil dieses Feldes fließt direkt durch die sogenannte Antennenspule. Dieser magnetische Teil erzeugt selbst eine Spannung in einer Spule, woran Du Dich sicher erinnerst. Deshalb können wir den Antennendraht fortlassen und eine Spule als Empfangsantenne benutzen. Es ist Dir sicher klar, dass eine gewöhnliche Spule niemals soviel von dem Magnetfeld wie eine Antenne aufnehmen kann, die sich zehn oder zwanzig Meter über dem Boden befindet und zehn bis zwanzig Meter lang ist. Eine gute Aussenantenne hat eine weitaus grössere Empfangskapazität als irgendeine kleine Spule.

Was geschieht nun aber, wenn wir einen Eisenkern in eine solche Spule tun? Eisen hat die Eigenschaft, magnetische Felder anzuziehen und zu verstärken. (Abb.)

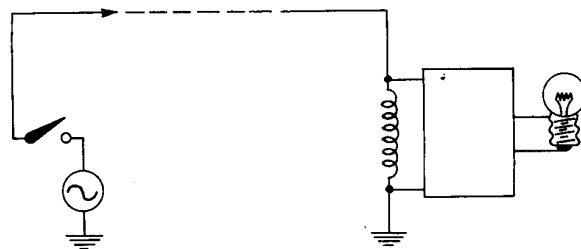
Wenn ein Magnetfeld eine sehr hohe Frequenz hat, kann sich normales weiches Eisen aufgrund seiner Trägheit nicht so schnell umstellen. Man benutzt deshalb für diese Zwecke ein

spezielles „Eisen“, das Ferroxcube. Ein Ferroxcubekern in einer Spule nimmt soviel vom magnetischen Feld auf, dass sich die Spule wie eine viel grössere Spule verhält. Ohne den Ferroxcubekern müsste die Antennenspule in Deinem Radioempfänger einen Querschnitt von fast einem Meter haben, anstatt einem Zentimeter, um die gleichen Ergebnisse zu erzielen.



Senden wir nun einen Wechselstrom mit einer Frequenz von einem Megahertz durch eine Sendeantenne, dann entsteht eine Wechselspannung der gleichen Frequenz in der Empfangsantenne.

Eine Schwingung mit einer sehr hohen Frequenz kann das Ohr nicht mehr wahrnehmen. Wir können also auch Radiowellen nicht unmittelbar hören. Wir können sie aber als Träger für Musik oder Sprache oder Funksignale benutzen.



36

#### D4 - EINBRECHER-ALARMANLAGE

Diese Alarmanlage gibt ein akustisches Signal, wenn Licht auf den LDR (lichtempfindlichen Widerstand) fällt oder wenn ein Fenster oder eine Tür, die geschlossen bleiben sollte, geöffnet wird.

Verwende die Bestückungskarte D4. Stecke Drahtklemmen in alle Löcher, ausser in die mit A, S1, S3, S4, S6 und S7 gekennzeichneten. Dann baue die Teile und die blanken Drähte ein.

Folgende Widerstände werden verwendet:

- 270 Ohm, rot, lila, braun
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange
- 680.000 Ohm, blau, grau, gelb

Vergiss nicht, die Transistoren richtig anzuschliessen und die Kühltülle an dem AC 126 anzubringen. Stecke die isolierten Drähte in die Drahtklemmen und verbinde sie mit den Schalterkontakten wie angegeben. Schliesse den negativen Pol der einen Batterie an die Drahtklemme B- und den positiven Pol der anderen Batterie an S2 des Potentiometers. Nun verbinde den Schiebeschalter durch rote isolierte Drähte mit S3, S4, S6 und S7 und schliesse alle übrigen noch freien Drähte an.

Als Lautsprecher kannst Du den Lautsprecher auf dem Versuchsbrett benutzen oder auch einen getrennten Lautsprecher. Du kannst an ihn lange Drähte anschliessen und ihn in einem anderen Raum aufstellen. Ein Draht führt von der Klemme B

zum Lautsprecher und ein weiterer von dem Kollektor des AC 126 ebenfalls zum Lautsprecher. Zwischen den Buchstaben A verläuft er unter dem Versuchsbrett. Dann schliesse den LDR entsprechend an. Schiebe den Schiebeschalter nach rechts und schalte die Anlage durch Drehen des Potentiometers ein. Ist alles in Ordnung, gibt der Lautsprecher einen Pfeifton von sich. Nun lege Deine Hände auf den LDR, so dass kein Licht mehr auf ihn fallen kann. Der Pfeifton setzt aus. Du weisst, dass der LDR besonders empfindlich ist und auf die kleinste Lichtmenge reagiert.

#### Anwendungsbereich

Für diese Schaltung gibt es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Du kannst z.B. ein paar isolierte Drähte an den LDR anschliessen, wie es in der Bestückungskarte B4 für den Anschluss der Telefonspule gezeigt ist.

Dadurch kannst Du den LDR in einiger Entfernung von Deiner Anlage flach auf einen Tisch legen. Du legst ein Buch darauf. Sobald jemand dieses Buch aufnimmt, beginnt es aus dem Lautsprecher zu pfeifen. Du kannst die Anlage irgendwo aufbauen, wo es gewöhnlich dunkel ist, z.B. im Keller. Falls nun irgend jemand das Licht einschaltet, hört man einen Pfeifton aus dem Lautsprecher.

Falls Du eine elektrische Eisenbahn mit einer Frontlampe besitzt, kannst Du den LDR in einem Tunnel aufstellen. Wenn der Zug in den Tunnel einfährt, beginnt der Pfeifton, so dass der Bahnübergang am Tunnelausgang geschlossen werden kann. Es ist vielleicht zweckmässig, den LDR in einem Pappzylinder einzubauen, so dass wenig Licht einfällt, höchstens

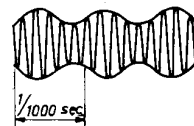
Zunächst möchten wir Dir ein Beispiel für die Funkzeichen geben. Stelle Dir vor, dass Du den Strom, der durch Deine Antennenspule fließt, genügend verstärken kannst, um eine kleine Lampe aufleuchten zu lassen. Wenn der Sender eine ganz kurze Zeit lang sendet, leuchtet die Lampe für eine kurze Zeit auf. Wenn der Sender eine längere Zeit hindurch sendet, z.B. eine halbe Sekunde lang, dann brennt die Lampe auch eine halbe Sekunde lang. Jetzt stelle Dir vor, dass Du eine Sendetaste hast, die mit der Sendeantenne verbunden ist. Der Antennenstrom fließt nur, wenn die Sendetaste hinuntergedrückt wird. Wenn der Funker dies tut, dann werden Punkte und Striche gesendet, die zusammengesetzt Buchstaben, Wörter und Sätze bilden. Ein zweiter Funker kann an der Lampe im Empfänger, auch Hunderte von Kilometern entfernt, die Punkte und Striche ablesen und weiss, was gesendet wird.

Nimm einmal an, Du ersetzt die Morsetaste durch einen veränderlichen Widerstand. Wenn der Widerstand klein ist, geht viel Strom durch die Sendeantenne. Wenn der Widerstand gross ist, fließt nur ein geringer Strom durch die Sendeantenne. Wenn jemand in der Sendestation den Knopf am Widerstand hin- und herdreht, brennt die Lampe im Empfänger etwas stärker oder etwas schwächer.

Nun dürfen wir aber bei unseren Beispielen die Trägerwelle des Senders nicht vergessen, die eine so hohe Frequenz hat, dass wir sie nicht unmittelbar hören können. Diese Trägerfrequenz wird den Signalen, die man übertragen will, beigegeben. Man nennt das Modulation. Nun nehmen wir einmal an, dass jemand in der Sendestation den Knopf des Potentio-

meters 1000 mal in der Sekunde hin- und herdreht. Wie sieht dann die modulierte Trägerwelle des Senders aus?

Die Welle des Senders (Trägerwelle) hat eine Frequenz von z.B. 1 MHz (1.000.000 Hz). Durch die Modulation wird die Trägerwelle in der Sekunde 1000 mal stärker und schwächer (Abbildung). Empfangen wir nun diese Trägerwelle, die eine Million in der Sekunde ihre Richtung ändert, so kann unsere angeschlossene Lampe dem schnellen An- und Abschwellen nicht mehr folgen. Ersetzen wir die Lampe durch einen Lautsprecher, hören wir . . . nichts. Die Membrane des Lautsprechers müsste sich 1.000.000 mal in der Sekunde vor und zurück bewegen. Das kann sie aber nicht, weil es viel zu schnell ist.

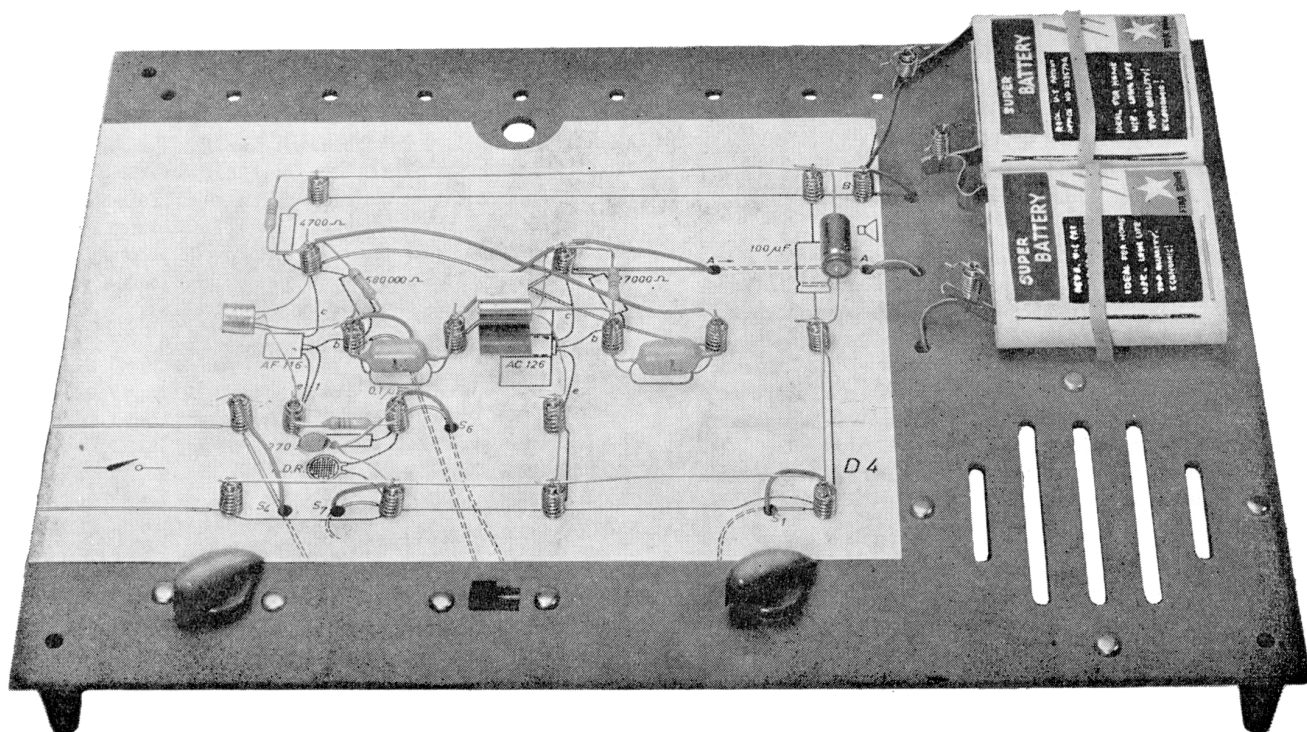


Wenn wir nun eine Schere nehmen und die Abbildung der Länge nach mitten durchschneiden, bleiben die oberen Halbwellen übrig, während die unteren Halbwellen abgeschnitten worden sind. Zum Abscheiden solcher elektrischen Schwingungen benutzt man eine Germaniumdiode und nennt das „Abschneiden“ Gleichrichtung. Durch Gleichrichtung gelingt es uns, einen Wechselstrom in einen Gleichstrom zu verwandeln. In unserem Beispiel ist es jedoch kein üblicher Gleichstrom, sondern ein Gleichstrom, der 1000 mal in der Sekunde stärker und schwächer wird. Es ist also ein Gleichstrom, der einen 1000 Hz Wechselstrom trägt.

Was geschieht nun, wenn wir versuchen, diesen Strom über

37

Schaltbild Seite 43



einen Kondensator durch unseren Lautsprecher zu schicken? Der Gleichstrom kann nicht hindurchgelangen. Es bleibt also ein Wechselstrom von 1000 Hz übrig. Dieser Wechselstrom wird von dem Lautsprecher wiedergegeben. In allen Rundfunkgeräten, die wir bauen werden, befindet sich eine Germanium-Diode, die als Gleichrichter arbeitet. Das nennt man auch „Detektor“. Die Germanium-Diode trennt also wieder das zu übertragende Signal von der Trägerwelle des Senders.



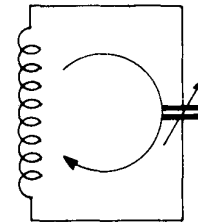
Damit wir Sprache und Musik übertragen können, benutzen wir als „Modulator“, kein Potentiometer, sondern ein Mikrophon. Die Trägerwelle wird dabei so moduliert, dass sie mit den Schallschwingungen, die auf das Mikrophon treffen, übereinstimmt. Singt jemand einen hohen Ton vor dem Mikrophon, dann wird die Träger-Welle dem hohen Ton entsprechend moduliert. Singt jemand einen tiefen Ton, dann wird die Trägerwelle entsprechend dem tiefen Ton moduliert. Der Empfänger gibt den Ton genau wieder.

### Abstimmen

Natürlich weißt Du schon längst, wie man ein Rundfunkgerät einstellt. Aber weißt Du auch, was dabei geschieht? Wir haben Dir schon erklärt, dass der Wechselstrom-Widerstand eines Kondensators schwächer wird, wenn die Frequenz ansteigt. Andererseits wächst der Wechselstrom-Widerstand einer Spule in dem Maße, wie die Frequenz zunimmt. Was geschieht nun, wenn wir eine Spule an einen Kondensator

anschließen? Bei einer bestimmten Frequenz entspricht der Wechselstrom-Widerstand der Spule genau dem Wechselstrom-Widerstand des Kondensators. Es hängt von den Werten der Spule und des Kondensators ab, bei welcher Frequenz dies eintritt. Der Strom, der die Spule und den Kondensator durchfließt, ist gleich, denn Du weißt ja, dass die gleiche Spannung und der gleiche Widerstand den gleichen Strom ergeben.

Der gesamte Strom scheint dann in einem Kreis durch Spule und Kondensator zu fließen und wiederholt das immer wieder, als ob er aus diesem Kreis nie mehr heraus wollte. Weil



der Wechselstrom-Widerstand von Kondensator und Spule bei dieser bestimmten Frequenz gleich ist, wird der Strom sehr stark.

Bei allen anderen Frequenzen ist dieser Strom viel schwächer. Dann scheint sich nämlich der Spulenstrom zu erschrecken, wenn er den Kondensator erreicht und erkennt, dass der Widerstand dort anders ist. Das gilt auch für

den Strom, der erst durch den Kondensator fließt, wenn dieser durch die Spule fließen will und dort feststellt, dass der Wechselstrom-Widerstand der Spule nicht der gleiche ist wie im Kondensator.

Wenn man nun einen veränderlichen Kondensator einbaut, z.B. einen Drehkondensator, dessen Kapazität (also sein Wert als Kondensator) veränderlich ist, was geschieht dann? Dann kann man durch Drehen am Abstimmknopf verschiedene Kapazitäten einstellen. Dadurch können verschiedene Frequen-

38

der Lichtkegel einer Taschenlampe, wenn man hineinleuchtet. Das lässt sich auch für Deine elektrische Eisenbahn verwenden.

### Eine weitere Anwendungsmöglichkeit

Auf der linken Seite Deiner Bestückungskarte befinden sich noch zwei Drahtklemmen. Von dort kannst Du zwei Drähte, zum Beispiel an eine Tür oder an ein Fenster führen. Solange diese Drähte miteinander Kontakt haben, schweigt der Lautsprecher; werden die Drähte aber getrennt, wirst Du wieder einen Pfeifton hören.

Du nimmst zwei metallene Reißbrettstifte und drückst einen davon in das Fenster. (Bitte Deine Eltern um Erlaubnis). Einen Draht führst Du dorthin; den zweiten Reißbrettstift drückst Du in den Fensterrahmen und verbindest damit den zweiten Draht. Beide Reißbrettstifte müssen sich bei geschlossenem Fenster berühren. Der Lautsprecher wird keinen Laut von sich geben, solange das Fenster geschlossen bleibt. Wird das Fenster geöffnet, ertönt ein Pfeifton.

Bevor Du diese Einbrecheralarmanlage in Betrieb setzt, musst Du den Schiebeschalter nach links stellen.

### D4-1 - EINBRECHER-ALARMANLAGE MIT STROMSPARENDER SCHALTUNG

Dies ist eine Schaltungsverbesserung von D4, ein anderes Einbrecheralarmgerät. Der Vorteil bei diesem Gerät ist, dass es im Ruhezustand kaum Strom verbraucht, nämlich dann, wenn der Lautsprecher nicht heult.

Benutze die Bestückungskarte D4.1. Lies Dir die Anweisung für D4 durch.

Du beginnst, wie dort angegeben, mit dem Zusammenbau. Aber denke auch daran, dass jetzt zwei Transistoren AC 126 gebraucht werden, jeder mit einer Kühlschelle versehen. Auch wird eine Anzahl anderer Einzelteile benötigt. Achte auf die Löcher, in die keine Drahtklemmen gesteckt werden dürfen.

Folgende Widerstände werden benötigt:

- 270 Ohm, rot, lila, braun
- 680 Ohm, blau, grau, braun
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 15.000 Ohm, braun, grün, orange
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange
- 680.000 Ohm, blau, grau, gelb

Wir brauchen Dir wohl keine weiteren Hinweise für den Zusammenbau zu geben. Der LDR wird jetzt an einer anderen Stelle als in den vorhergehenden Anlagen eingebaut, und der Schiebeschalter arbeitet genau umgekehrt. Nach links geschoben, ist die Anlage lichtempfindlich und nach rechts geschoben, zeigt sie das Öffnen von Türen und Fenstern an.

zen, nämlich jeweils die, die zu der Drehkondensator-Einstellung passen, einen besonders starken Strom erzeugen. Wenn man einen Kondensator und eine Spule wie abgebildet zusammenschliesst, nennt man das einen Schwingkreis.

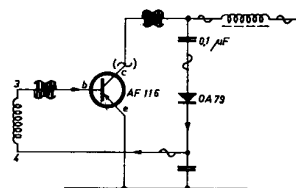
Wenn der Wechselstrom-Widerstand der Spule und des Kondensators bei einer bestimmten Frequenz gleich ist, entsteht ein starker Strom. Diese Erscheinung nennt man Resonanz.

Was geschieht nun, wenn Du die Kapazität des Kondensators vergrößerst? Dann tritt die Resonanz bei einer niedrigeren Frequenz ein. Wenn Du andererseits die Kapazität des Kondensators verringerst, tritt die Resonanz bei einer höheren Frequenz ein. Alle Sender übertragen eine Trägerfrequenz, und die Frequenz dieses Trägers ist für jeden Sender eine andere. Bei einer bestimmten Stellung des Drehkondensators wird nur ein Sender einen starken Kreisstrom erzeugen. Der Schwingkreis ist nur in Resonanz mit der Frequenz des einen Senders, für alle anderen Sender ist er es nicht. Für alle diese anderen Sender ist der Kreisstrom deshalb wesentlich schwächer. In den meisten Fällen ist er so schwach, dass sie überhaupt nicht mehr zu hören sind.

## C1 - RUNDFUNKEMPFÄNGER MIT EINEM TRANSISTOR

Wenn Radiowellen durch den Ferroxcube-Stab Deines Ferroreceptors hindurchgehen, erzeugen sie in der Antennenspule (L1) Spannungen. Diese Antennenspule ist an den Drehkondensator angeschlossen (Schwingkreis). Wenn dieser richtig abgestimmt ist, beginnen starke Ströme in der Antennenspule zu fließen.

Ist eine zweite Spule auf dem Ferroxcube-Stab (L2), dann verursacht der Strom, der durch die Antennenspule geht, auch einen Strom in dieser zweiten Spule. Diese Ströme fließen durch die Basis des AF 116, wie es in der Abbildung gezeigt wird. Es ergibt sich daraus, dass ein stärkerer



Strom durch die Kollektorleitung des AF 116 fließt. Es handelt sich dabei um den verstärkten Strom aus der Antenne, d.h. der modulierten Trägerfrequenz. Wohin kann dieser Strom jetzt fließen?

Eine Spule L4 und ein 15.000 Ohm Widerstand R2 sind an den Kollektor angeschlossen. Es handelt sich um eine Spule mit vielen Windungen, und der Hochfrequenzstrom der Trägerfrequenz kann praktisch nicht hindurch. Auch ist ihm der 15.000 Ohm Widerstand ein bisschen zu stark. Deshalb geht der Strom durch den Kondensator C11 und die Diode OA 79.

39

## D5 - EINBRECHER-ALARMANLAGE

Ein besonderes Merkmal dieser Anlage ist, dass der Warnton so lange ertönt, bis die Auslösetaste hinuntergedrückt wird. Man kann auch mit Lichtsignalen oder Schaltkontakten arbeiten.

Hast Du Dich vergewissert, dass der Schiebeschalter, das Potentiometer und die Batterien an der richtigen Stelle sind, legst Du die Bestückungskarte D5 auf das Versuchs Brett.

Stecke die Drahtklemmen in die richtigen Löcher, aber nicht in die Zuführungslöcher und die für die beiden Tasten (Signalisiertasten) bestimmten.

Nun baust Du alle Teile sorgfältig zusammen. Du brauchst dazu folgende Widerstände:

- 120 Ohm, braun, rot, braun
- 150 Ohm, braun, grün, braun
- 1.500 Ohm, braun, grün, rot
- 2.200 Ohm, rot, rot, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange
- 100.000 Ohm, braun, schwarz, gelb
- 330.000 Ohm, orange, orange, gelb

Hast Du alle Bestandteile und die Transistoren (Kühlschelle am AC 126 nicht vergessen) zusammengebaut, montierst Du die beiden Tasten.

Ein blanker Draht läuft unter diesen Tasten hindurch und wird so durch die Löcher des Versuchs Brettes geführt, dass jede Taste den blanken Draht bei Tastendruck berührt (siehe unter

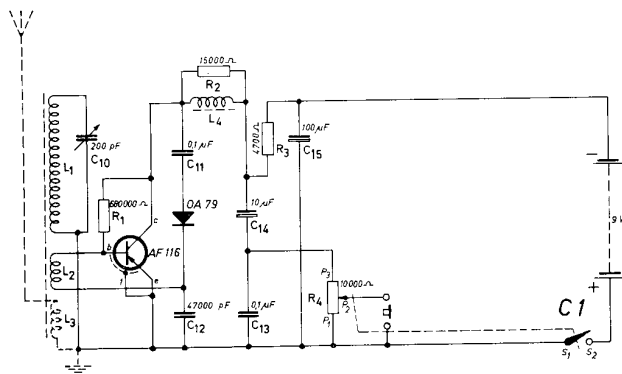
„Elektronische Orgel“ nach). Schliesse die isolierten Drähte, die Batterie und den Lautsprecher an (siehe D4).  
Befindet sich der LDR am richtigen Platz?

Schiebst Du den Schiebeschalter nach rechts und fällt genügend Licht auf den LDR, so erzeugt Dein Lautsprecher einen Ton. Schiebst Du den Schiebeschalter nach links, setzt ein Pfeifton ein, wenn die linke Taste hinuntergedrückt wird. Diesen Ton kannst Du unterbrechen, wenn Du die rechte Taste drückst, die Auslösetaste. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die Ursache des Tones beseitigt wurde, z.B. dass kein Licht mehr auf den LDR fällt, oder dass die linke Taste, die Alarmtaste, wieder freigegeben wird.

Statt der Alarmtaste kannst Du auch zwei lange Drähte verwenden. Verbinde sie mit der Basis des linken AC 126 und dem Emitter des AF 116 und auf der anderen Seite mit je einem Reissbrettstift. Drücke einen der Reissbrettstifte in das Fenster und den anderen in den Fensterrahmen, und zwar so, dass, wenn das Fenster geschlossen ist, diese beiden miteinander in Berührung kommen. Der Pfeifton beginnt, wenn das Fenster geöffnet wird.

Der Strom wird hier gleichgerichtet, d.h. sie arbeitet als Detektor. So kommt von der Diode ein Strom, der dem Strom entspricht, der vom Mikrophon zum Sender verläuft. Dieser Strom durchfließt die Spule L2 und wieder zurück zur Basis des AF 116. Dieser sog. Niederfrequenzstrom wird durch den AF 116. Er verstärkt also nicht nur den Antennenstrom, sondern auch den Niederfrequenzstrom.

Es fließt nun ein stärkerer Niederfrequenzstrom durch die Kollektorleitung des AF 116. Jedoch dieser Strom stellt fest, dass der 0,1  $\mu$ F Kondensator für ihn einen viel zu grossen Wechselstrom-Widerstand besitzt. Er bevorzugt deshalb den verhältnismässig leichten Weg durch die Spule L4. Von dort fließt er über den 10  $\mu$ F Kondensator C14 durch das Potentiometer und weiter durch den Kopfhörer, wo er in hörbare Schallschwingungen umgewandelt wird.



40

## E. Elektronisches Messen und Kontrollieren

### E1 - AUTOMATISCHES NACHTLICHT

Wenn es in Deinem Zimmer dunkel wird, weil das Licht ausgeschaltet ist oder weil die Sonne untergegangen ist, beginnt die Lampe in Deinem Apparat automatisch zu brennen.

Wenn Du aber schlafen sollst, so musst Du auch diese Lampe ausschalten, damit Deine Mutter nicht mit Dir schimpft.

Du nimmst die Bestückungskarte E1 und legst sie so auf das Versuchsbrett, dass alle Ziffern von der Seite lesbar sind, auf der sich das Potentiometer befindet und dass alle Löcher übereinstimmen. Ist das geschehen, stecke die Drahtklemmen in alle Löcher, mit Ausnahme in die mit S1 und L gekennzeichneten. Nun montiere folgende Widerstände:

- 47 Ohm, gelb, lila, schwarz
- 270 Ohm, rot, lila, braun
- 680 Ohm, blau, grau, braun
- 2.200 Ohm, rot, rot, rot
- 3.300 Ohm, orange, orange, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot

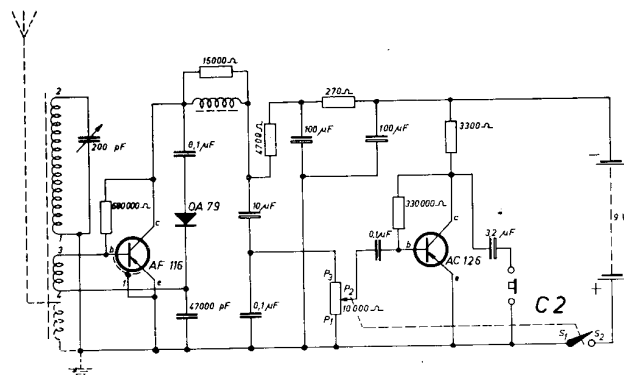
Befestige nun die langen blanken Drähte und den roten isolierten Draht zwischen dem 2.200 Ohm-Widerstand und dem 4.700 Ohm-Widerstand. Setze den 100  $\mu$ F Elektrolyt-Kondensator so ein, dass die Rille genauso liegt, wie angegeben. Nun zu den Transistoren.

Hast Du die Transistoren montiert und die Kühltasche des

### C2 - ZWEI-TRANSISTOR-RUNDFUNKEMPFÄNGER

Einschliesslich des Potentiometers entspricht diese Schaltung genau der vorhergehenden. Die vom Potentiometer aufgenommenen Niederfrequenz-Ströme fließen jetzt aber durch die Basisleitung des AC 126. Vom Kollektor fließen die verstärkten Ströme dann über den 3,2  $\mu$ F-Kondensator durch Deinen Kopfhörer.

Je mehr man das Potentiometer nach rechts dreht, um so grösser ist der Anteil des Niederfrequenzstroms, der durch den Transistor AC 126 und dann durch den Kopfhörer fließt, und um so lauter ist der Ton.



AC 126 angebracht, musst Du die Verbindungsklemmen für die Lampe mit der Lampe verbinden. Benutze hierfür zwei Drähte. Die Verbindungsklemmen der Lampe befinden sich genau ober- und unterhalb des Lampenzeichens. Die Verbindungsdrähte laufen zu den Löchern, die mit L bezeichnet sind.

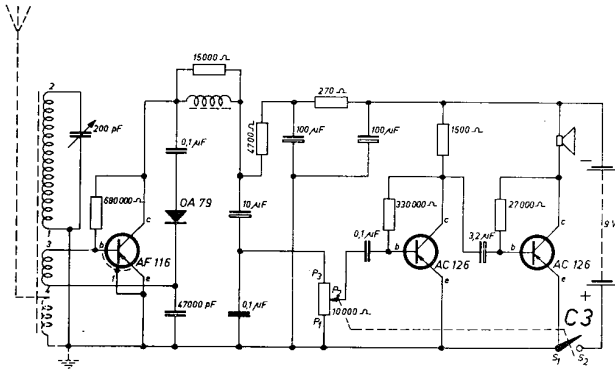
Sie werden hier nach unten durchgeführt und dann an die Kontakte der Lampe angeschlossen. Verbinde den LDR mit den zwei Drahtklemmen oben links, das heisst, die eine Seite zu dem 270 Ohm-Widerstand und die andere zu der Drahtklemme genau darüber.

Stelle den Schalter des Potentiometers auf „aus“ ganz nach links. Nun verbinde den negativen Pol der einen Batterie (langer Streifen) mit der Drahtklemme bei B-. Der positive Pol der anderen Batterie wird durch einen isolierten Draht mit S2 des Potentiometers verbunden. Sind die Batterien noch angeschlossen? Hast Du alles sorgfältig überprüft? Dann schalte ein. Was geschieht? ... Nichts. Aber nun schalte in Deinem Zimmer das Licht aus, und die Lampe brennt.

Du kannst den 680 Ohm Widerstand der Basis (b) des Transistors AF 116 und der Leitung, die zu S1 führt, durch das Potentiometer ersetzen. Dadurch kannst Du die Empfindlichkeit des automatischen Nachtlichtes einstellen. Du musst also den 680 Ohm Widerstand und die Drahtklemme unterhalb des Aufdruckes „680  $\Omega$ “ entfernen. Durch das so entstandene Loch führst Du einen isolierten Draht von der Basis (b) des Transistors AF 116 zum Potentiometeranschluss P1. Einen zweiten Draht legst Du durch dasselbe Loch von der Drahtklemme ganz unten links zum Potentiometeranschluss P2.

### C3 - DREI-TRANSISTOR-EMPFÄNGER MIT LAUTSPRECHER

Der C3 - Empfänger ist eine Erweiterung des C2 - Empfängers. Er ist mit ihm völlig identisch einschliesslich des AC 126. Die Kollektorströme gehen auch von diesem Transistor durch einen 3,2  $\mu$ F-Elektrolyt-Kondensator, aber gelangen nun zu der Basis des rechten AC 126 (mit der Kühlschelle), in dem diese Ströme nochmals verstärkt werden. Dadurch fliesst ein so starker Strom durch die Kollektorleitung, dass er ausreicht, um bei diesem Gerät einen Lautsprecher verwenden zu können.



### D. Elektronische Signalanlagen

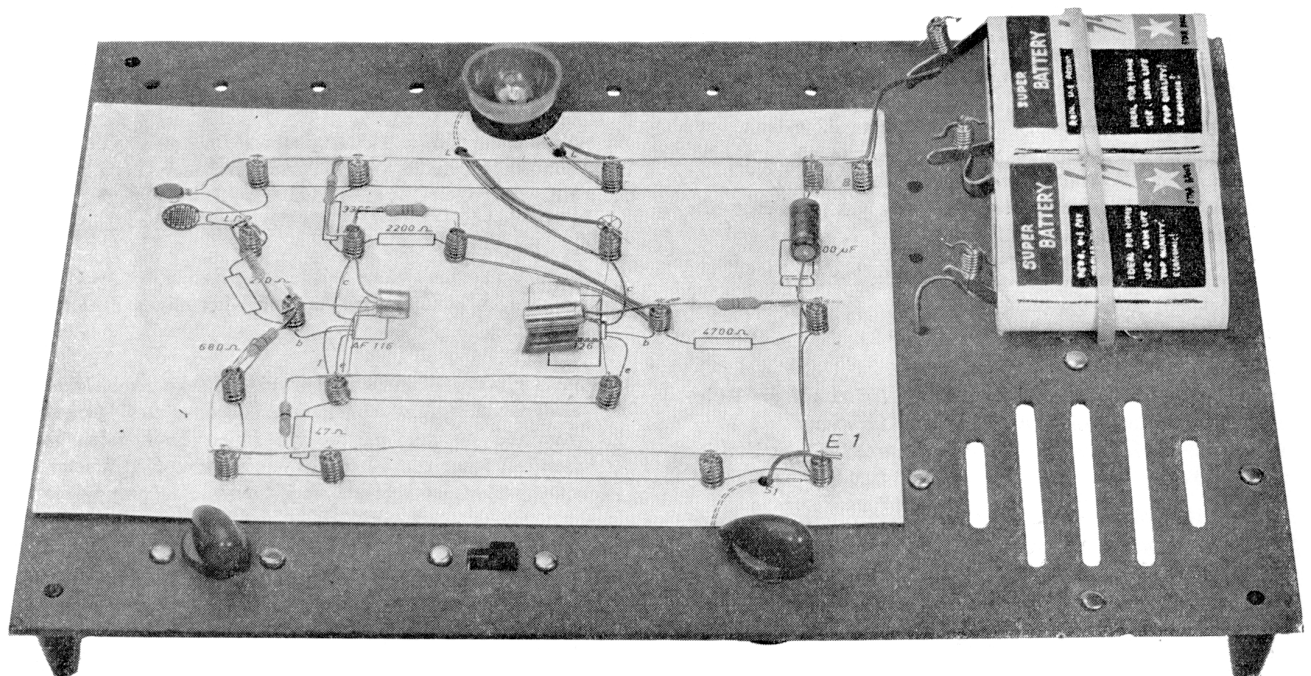
Im Dunkel der Nacht schleicht sich ein Dieb auf weichen Gummisohlen leise zu einem Haus. Er trägt Handschuhe, um keine Fingerabdrücke zu hinterlassen. Mit einem Dietrich öffnet er die Tür, nachdem er sie geölt hat, damit sie nicht quietscht. Ringsherum ist alles totenstill. Nichts ist zu sehen, aber in dem Augenblick, als er die Tür einige Zentimeter öffnet, beginnt eine Alarmsirene zu heulen. . . . Dennoch ist an der Tür nichts zu bemerken. Hätte der Dieb versucht, durch ein Fenster einzusteigen, wäre das gleiche geschehen. Unsichtbare elektronische Augen halten Wache. Sie zeigen die Anwesenheit jedes Eindringlings an. Nehmen wir einmal einen anderen Fall. Jemand betritt einen Raum, den er nicht betreten soll. Er macht ein leises Geräusch. Irgendwo anders im gleichen Haus flammt ein Licht auf. Ein unsichtbares elektronisches Ohr hat ihn verraten.

Elektronisches Signalisieren wird nicht nur dort verwendet, wo man Diebe und Eindringlinge fangen will. Man kann es auch noch anders verwenden, z.B. um anzuzeigen, dass ein bestimmter Zeitraum verstrichen ist, wie die Zeit, die für die Vergrößerung einer Fotografie benötigt wird. Weiterhin kann es als Alarmanlage verwendet werden: Ein Blinklicht zeigt an, dass Gefahr droht.

Elektronisches Signalisieren ist deshalb äusserst nützlich. Auch Du kannst Dir sicherlich vorstellen, wo Du die verschiedenen eben genannten Geräte verwenden kannst. Du kannst sie mit Deinem Baukasten bauen.

41

Schaltbild Seite 45



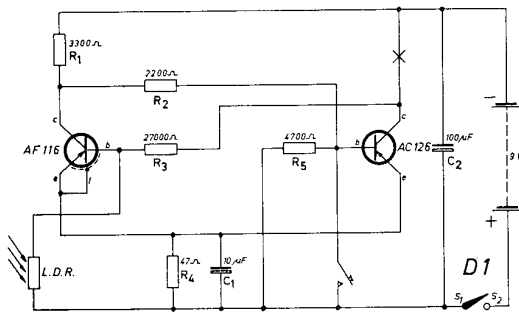


## D1 - LICHTKONTROLLANLAGE

Wenn kein Licht auf den LDR fällt, ist sein Widerstand sehr hoch. Das hat zur Folge, dass die Spannung an der Basis des Transistors AF 116 so ist, dass ein beträchtlicher Strom in der Kollektorleitung fliesst.

Eine Lampe in die Kollektorleitung geschaltet, würde dann aufleuchten. Das wollen wir aber gerade nicht erreichen. Deswegen haben wir einen zweiten Transistor hinzugefügt, den AC 126. Dieser arbeitet genau entgegengesetzt zum ersten Transistor: wenn der AF 116 einen Strom durchlässt, ist der AC 126 gesperrt.

Sobald Licht auf den LDR fällt, wird sein Widerstand sehr niedrig. Das bedeutet, dass kein Strom zu der Basis des AF 116 gelangt. Dadurch kann jetzt durch den Transistor AC 126 ein Strom fliessen. Die Lampe in der Kollektorleitung leuchtet auf und bleibt brennen, bis die Auslösetaste hinuntergedrückt wird.

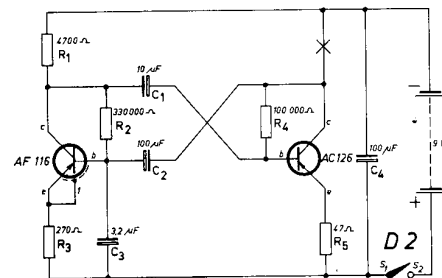


42

## D2 - BLINKLICHT

Nehmen wir einmal an, dass aus irgendeinem Grunde ein kleiner Stromstoss durch die Basisleitung des AF 116 geht. Dann fliesst ein stärkerer Stromstoss durch den Kollektor dieses Transistors. Der stärkere Stromstoss fliesst über den 10 µF Kondensator C1 zur Basis des AC 126. Daraus ergibt sich ein noch stärkerer Stromstoss, der durch den Kollektor dieses Transistors geht. Der Stromstoss fliesst zum grössten Teil durch unsere kleine Lampe und lässt sie kurz aufleuchten.

Ein kleinerer Teil desselben Stromstosses läuft jedoch vom Kollektor des AC 126 durch den 100 µF Kondensator C2 zur Basis des AF 116. Da der 100 µF Kondensator aber erst aufgeladen werden muss, entsteht hier eine kleine Verzögerung. Das Einschalten des Apparates reicht aus, um einen ersten kleinen Stromstoss durch die Basisleitung des AF 116 zu schicken. Dieser erzeugt einen stärkeren Stromstoss durch den AC 126, der zum AF 116 reist, usw.



## Anwendungsmöglichkeiten

- Nimm ein Stück Papier und ziehe darauf einen dicken Bleistiftstrich. Es muss aber ein schwarzer Stift sein. Halte das eine Ende der beiden Drähte an das eine Ende des Striches und bewege das andere Ende des Drahte auf dem Bleistiftstrich entlang. Die Lampe wird am hellsten brennen, wenn die beiden Drähte ganz nahe beieinander sind.
- Nimm ein Stück Zeitungspapier und halte die beiden Drahtenden daran. Nichts wird geschehen. Nun lässt Du einige Tropfen Wasser auf das Zeitungspapier fallen. Halte beide Drahtenden an die nasse Stelle: Die Lampe leuchtet auf. Sobald Du die Drähte wieder von der nassen Stelle fort nimmst, erlischt die Lampe. Also leitet nasses Papier Elektrizität.
- Nun nimm ein Stück Löschpapier. Stecke zwei Drähte in einiger Entfernung voneinander durch dieses Papier und verbinde sie mit den beiden freien Drahtenden (siehe Bestückungskarte). Nachdem einige Tropfen Wasser auf das Löschpapier gefallen sind, brennt die Lampe.
- Stecke beide freien Drahtenden, die mit dem Kollektor und der Basis des AF 116 verbunden sind, in einen Blumentopf. Die beiden Drähte müssen etwas voneinander entfernt sein. Falls die Erde trocken ist, leuchtet die Lampe nicht, aber sobald die Erde im Blumentopf ausreichend feucht ist, brennt die Lampe. Dank dieses Gerätes wirst Du nie vertrocknete Blumen haben.

## E2 - FEUCHTIGKEITSANZEIGER

Diese Einrichtung warnt Dich durch ein Lichtsignal, wenn irgendwo die Feuchtigkeit zu gross wird. Du kannst hiermit eine Anzahl interessanter Experimente durchführen. Lies bitte die Anwendungsmöglichkeiten, die der Anweisung für den Zusammenbau folgen. Dann erkennst Du, dass der Name „Feuchtigkeitsanzeiger“ viel zu bescheiden ist.

Dieses Gerät wird nach der Bestückungskarte E2 gebaut. Auf dem Versuchsbrett muss folgendes vorhanden sein: Die Lampe, das Potentiometer und die Batterien. Wenn Du die Drahtklemmen befestigt hast, verbinde die verschiedenen Anschlussdrähte.

Die drei in diesem Gerät benutzten Widerstände sind:

- 47 Ohm, gelb, lila, schwarz
- 3.300 Ohm, orange, orange, rot
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange

Baue den 100 µF-Elektrolyt-Kondensator (achte auf die Rille) und die Transistoren ein. (AC 126 mit Kühlschelle) Dann wird die Lampenfassung angeschlossen und schliesslich die Batterien.

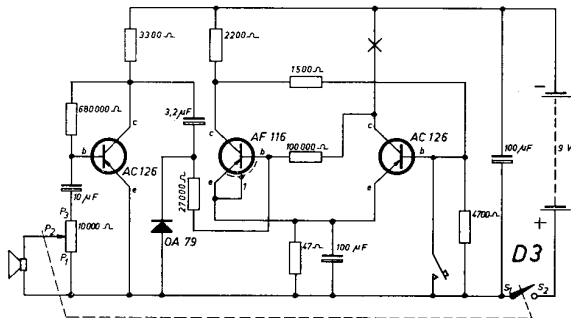
Der negative Pol der einen Batterie (langer Streifen) wird an die Drahtklemme B angeschlossen. Der positive Pol der anderen Batterie wird durch einen isolierten Draht mit S2 des Potentiometers verbunden. Wir dürfen bis jetzt noch nichts an die beiden Drahtenden anschliessen, die nach links unten führen.

Sieh Dir Dein Gerät noch einmal an, und lies vor dem Einschalten die folgenden Anwendungsmöglichkeiten.

### D3 - AKUSTISCHES RELAIS

Der Ton, den der Lautsprecher aufnimmt, verursacht einen Wechselstrom, der wie üblich von dem linken Transistor AC 126 verstärkt wird. Dieser Wechselstrom wird von der Diode OA 79 gleichgerichtet, d.h. die negative Halbwelle wird von der OA 79 abgeleitet und nur die positive Spannung gelangt an die Basis des AF 116.

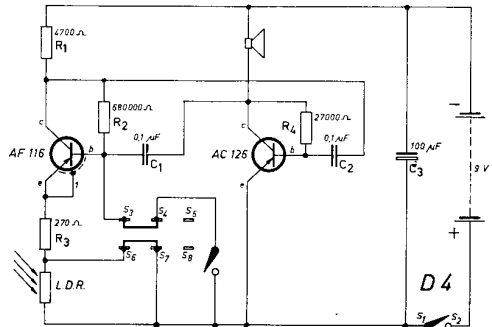
Wenn der gleichgerichtete Strom genügend stark ist, verhindert er, dass Strom durch den Kollektor des AF 116 fließt. Wenn der gleichgerichtete Strom den AF 116 gesperrt hat, verändert sich die Spannung an der Basis des rechten AC 126 so, dass dieser Strom aufzunehmen beginnt, woraufhin die Lampe aufleuchtet. Diese Lampe brennt so lange, bis die Auslösetaste hinuntergedrückt wird, wodurch die Basis und der Emitter des AC 126 miteinander verbunden werden.



### D4 - EINBRECHER-ALARMANLAGE

Wenn Licht auf den LDR fällt, hat er einen sehr geringen Widerstand. Ein schwacher Strom fließt durch die Basis des AF 116 und wird verstärkt. Ein stärkerer Strom fließt dann durch die Kollektorleitung, den Kondensator C2 zu der Basis des AC 126. Der hier verstärkte Strom fließt dann durch die Kollektorleitung, von dort aus durch den Kondensator C1 zu der Basis des AF 116. Dort wird er noch einmal verstärkt usw. Zu einem bestimmten Zeitpunkt fließt soviel Strom, dass es für den Transistor zuviel wird, und dann hört der Stromfluss auf.

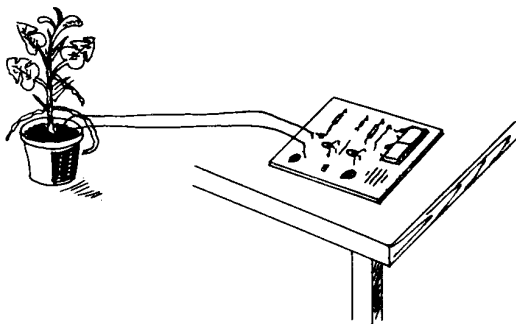
Wenn jedoch kein Licht auf den LDR fällt, hat er einen sehr grossen Widerstand, so dass praktisch kein Strom durch den Emitter des AF 116 fließen kann. Dann kann auch durch die Basis des AF 116 kein Strom fließen, und der ganze Vorgang ruht. Aus dem Lautsprecher dringt kein Pfeifton.



43

### e. Flüssigkeitsanzeiger

Ein Draht, z.B. der, der mit dem Kollektor verbunden ist, wird mit einem Metalltopf verbunden. Halte das andere Drahtende in den Topf. Benutze aber einen isolierten



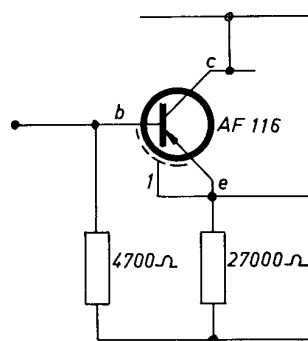
Draht, wobei das Ende natürlich abisoliert sein muss. Aber dieses blanke Ende darf den Topf nicht berühren. Giesst Du nun Wasser in den Topf, leuchtet die Lampe auf, sobald die Oberfläche des Wasserspiegels den in den Topf ragenden Draht erreicht hat.

Das klappt nur mit einer leitenden Flüssigkeit — jedoch nicht, wenn Du Öl oder destilliertes Wasser benutzt. Öl und destilliertes Wasser sind nicht leitend.

### f. Der Gleichrichtungseffekt von Dioden (Abb.)

Für diesen Versuch musst Du zunächst einen 4.700 Ohm-Widerstand (gelb, lila, rot) zwischen die Basis des AF 116 und den unteren Teil des 27.000 Ohm-Widerstandes (der Widerstand, der mit S1 verbunden ist) schalten. Nun

schaltest Du eine Diode zwischen den Kollektor und die Basiszuführung des AF 116. Der Strich auf der Diode muss auf den Basisdraht des AF 116 zeigen. Die Lampe brennt nicht. Nun drehe die Diode so um, dass der Strich zur Kollektorzuführung des AF 116 zeigt. Die Lampe brennt. Das beweist, dass die Diode den Strom nur in einer Richtung durchlässt, nämlich dann, wenn die Seite mit dem Strich (mit dem P-Germanium) zum negativen Pol der Batterie zeigt.

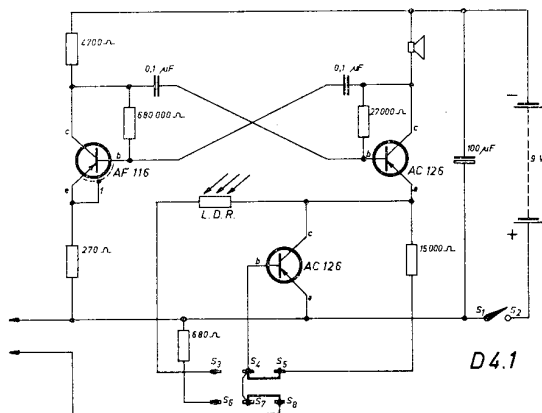


g. Jetzt nimmst Du den zusätzlichen 4.700 Ohm-Widerstand wieder heraus und schaltest dafür einen LDR zwischen Basis und Kollektor des AF 116. Je mehr Licht auf den LDR fällt, desto heller brennt die Lampe.

#### D4.1 - EINBRECHER-ALARMANLAGE MIT STROMSPARENDER SCHALTUNG

Der Transistor AF 116 erzeugt zusammen mit dem rechten AC 126 den Alarmton ungefähr in der Art, wie im Schalt-schema D4 beschrieben ist. Fällt das Licht nun auf den LDR, ist sein Widerstand klein und die positive Spannung des Kollektors des in der Mitte liegenden AC 126 wird wirksam.

Dieser AC 126 nimmt daraufhin Strom auf, so dass der rechte AC 126 zu arbeiten beginnt und seinerseits einen Stromstoss zum AF 116 schickt, der diesen an den rechten AC 126 weitergibt, usw.



D4.1

44

#### Bemerkungen

Dieses Gerät kannst Du als Feuchtigkeitsanzeiger benutzen, weil es sehr feuchtigkeitsempfindlich ist.

Bei nassem Wetter besteht die Gefahr, dass die Lampe plötzlich zu brennen beginnt, weil das Versuchsbrett feucht geworden sein kann. In diesem Falle musst Du den 27.000 Ohm-Widerstand durch einen schwächeren ersetzen, z.B. durch einen 12.000 Ohm-Widerstand. Dadurch wird das Gerät etwas weniger empfindlich.

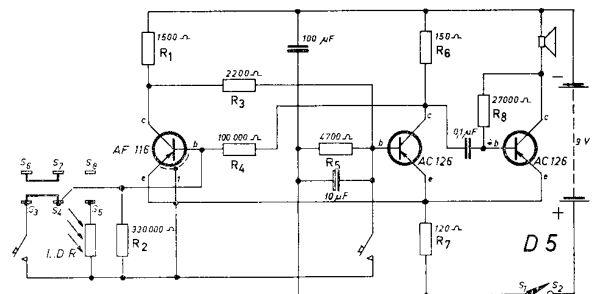
Es gibt viele Verwendungsmöglichkeiten für den Feuchtigkeitsanzeiger. Hast Du ein Boot, kannst Du das feuchtigkeitsempfindliche Element (ein Stück Löschpapier mit zwei durchgesteckten Drähten) verwenden, indem Du es über dem Kiel anbringst. Die Lampe warnt Dich, wenn das Boot undicht wird. Du kannst ein Stück Löschpapier auch an einem Wäschestück anbringen, das Du zum Trocknen aufhängst. Am besten machst Du das Löschpapier mit einer Wäscheklammer fest. Die Lampe geht aus, wenn das Wäschestück trocken ist. Statt des Löschpapiers kannst Du auch ein Stück Flanell, Baumwollstoff oder etwas Ähnliches verwenden.

Hast Du eine Wasserpistole, so kannst Du Dir eine automatisch anzeigende Zielscheibe bauen. Nimm eine runde Scheibe und schneide ein Loch mit einem Durchmesser von ungefähr 2,5 cm hinein. Hänge hinter dieses Loch ein feuchtigkeitsempfindliches Element, das Du aus einem sehr dünnen Stück Löschpapier machst. Wenn Du einen Volltreffer erzielst, leitet das Papier und die Lampe geht an. Bevor Du wieder schießen kannst, musst Du das Löschpapier erst wieder trocken lassen oder erneuern.

#### D5 - EINBRECHER-ALARMANLAGE MIT ANHALTENDEM ALARMZEICHEN

Die zwei AC 126 erzeugen zusammen den Ton, ähnlich wie in der Schaltung D4.1. Die durch die Basis des linken AC 126 fließenden Ströme erzeugen stärkere Kollektorströme in diesem Transistor, die zur Basis des rechten AC 126 geführt werden. Die hier verstärkten Kollektorströme fließen durch den Lautsprecher und danach wird wieder ein kleiner Teil zur Basis des linken AC 126 geleitet, usw.

Der AF 116 schaltet durch Beeinflussung des linken AC 126 den Tonerzeuger ein und aus. Solange kein Licht auf den LDR fällt, fließt ein Strom durch den AF 116. Dieser Strom fließt gleichfalls durch den Widerstand R3 zur Basis des linken AC 126 und verhindert so, dass dieser Transistor selbst Strom aufnimmt. Falls Licht auf den LDR fällt oder die linke Taste hinuntergedrückt wird, wird der AF 116 gesperrt und der linke AC 126 ist wieder in der Lage, den Ton zu erzeugen.



D5

#### E3 - ZEITSCHALTER

Ist dieses Gerät eingeschaltet, so brennt die Lampe während einer von Dir bestimmten Zeit. Mit Deinem Potentiometer kannst Du diese Zeit beliebig verlängern oder verkürzen.

#### Anweisung für den Zusammenbau

Lampenfassung, Batterien, Potentiometer und Schiebeschalter sind bereits montiert. Du befestigst wie üblich die Drahtklemmen auf der Bestückungskarte E3. Nun baust Du die Einzelteile ein. Zuerst die Widerstände, von denen Du folgende brauchst:

- 47 Ohm, gelb, lila, schwarz
- 1.500 Ohm, braun, grün, rot
- 2.200 Ohm, rot, rot, rot
- 3.300 Ohm, orange, orange, rot
- 4.700 Ohm, gelb, lila, rot
- 27.000 Ohm, rot, lila, orange

Jetzt setze die Elektrolyt-Kondensatoren ein, natürlich in der vorgeschriebenen Lage, so dass die Rille nach der angegebenen Seite zeigt. Dann verbindest Du alle blanken Drähte und schließt die Transistoren an. Gib besonders acht darauf, dass der Kollektordraht, d.h. der Draht neben dem Punkt auf dem Transistor, an die richtige Klemme angeschlossen wird. Es ist klar, dass die Kühltülle auf den rechten AC 126 gesteckt werden muss. Ist das alles getan und hast Du geprüft, dass der Potentiometerschalter tatsächlich auf „aus“ steht (also ganz nach links), verbinde die isolierten Drähte. Ehe Du die Batterie anschließt, sieh nach, ob die Lampe fest in der Fassung steckt. Der negative Pol der einen Batterie (langer Streifen) wird an die Klemme B und der positive Pol der anderen Batterie wird

## E. Elektronisches Messen und Kontrollieren

Auf dem Gebiete der Technik und im täglichen Leben muss vieles kontrolliert und gemessen werden. In der Grundschule und in höheren Schulen, ganz besonders in den technischen Fachschulen, müssen sich die Schüler mit einer Vielzahl von Aufgaben beschäftigen, in denen Messungen durchgeführt werden.

Mit Hilfe der Elektronik kannst Du messen, wieviel Benzin sich noch in einem Tank befindet, wie hoch die Temperatur in einem Ofen ist, ob das Mehl nicht zu nass ist und ob zum Beispiel zwei Stoffe im richtigen Verhältnis gemischt sind. Wenn Du in einer Maschine zwei Stoffe miteinander mischst, kannst Du messen, ob das Mischungsverhältnis richtig ist.

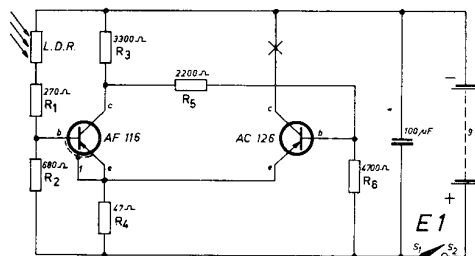
Ausserdem kannst Du auch die Zufuhr automatisch so regeln, dass das richtige Verhältnis erreicht wird. Du kannst auch Kontrolleinrichtungen benutzen, mit denen man die Temperatur in einem Raum konstant halten kann, ganz gleich, ob es draussen kalt oder warm ist. Denke dabei z.B. an den Kühlschrank. Du kannst auch erreichen, dass sich eine Lampe zu einem im voraus bestimmten Zeitpunkt einschaltet. Die Anlagen, die in diesem Kapitel behandelt werden, sind Mess- und Kontrolleinrichtungen, die Du gut gebrauchen kannst.

an S2 des Potentiometers angeschlossen. Hast Du auch alles noch einmal überprüft? Dann kannst Du einschalten. Du drehst den Potentiometerknopf nach rechts. Der Schiebeschalter muss dabei nach links zeigen. Schiebe den Schiebeschalter nach rechts und Deine Lampe brennt. Nach kurzer Zeit geht sie wieder aus. Die Zeitdauer lässt sich mit dem Potentiometer regeln. Soll die Lampe wieder aufleuchten, so schiebe den Schiebeschalter wieder nach links. Mit einer Bewegung des Schiebeschalters nach rechts geht die Lampe wieder an, deren Leuchtdauer Du mit der Stellung Deines Potentiometers regelst.

Auf der Potentiometerskala kannst Du einstellen, wie viele Sekunden das Licht aufleuchten soll. Dabei hilft Dir Deine Armbanduhr oder eine Stoppuhr. Mache Dir eine kleine Tabelle oder eine Zeichnung. Mit Hilfe dieser kannst Du am Potentiometerknopf einstellen, wie lange die Lampe aufleuchten soll. Hast Du das getan, schiebst Du Deinen Schiebeschalter nach rechts und Deine Lampe wird genauso viele Sekunden leuchten, wie Du es im voraus bestimmt hast.

## E1 - AUTOMATISCHES NACHTLICHT

Solange Licht auf den LDR fällt, ist sein Widerstand niedrig. Dadurch kommt negative Batteriespannung an die Basis des AF 116. Der Strom kann also durch den AF 116 fließen und auch durch den Widerstand R3 in der Kollektorleitung. Dort erzeugt er einen Spannungsabfall. Dadurch wird die negative Batteriespannung am Kollektor verringert. Die Basis des AC 126 steht über den Widerstand R5 mit dem Kollektor des AF 116 in Verbindung und die Spannung ist dort deshalb auch sehr niedrig. Sie ist so klein, dass nur ein ganz geringer Strom durch die Kollektorleitung des AC 126 fliesst. Wenn das Licht nun ausgeht, erhöht sich der Widerstand des LDR. Die negative Batterie-Spannung an der Basis des AF 116 wird geringer. Aber auch der Strom in der Kollektorleitung wird kleiner, so dass wieder mehr negative Batteriespannung an den Kollektor kommen kann. Diese jetzt höhere Spannung läuft über den Widerstand R5 zur Basis des AC 126. Damit fliesst auch ein grösserer Strom durch die Kollektorleitung. Dieser Strom ist so stark, dass die Lampe zu leuchten beginnt.



45

## E4 - UNIVERSAL-MESSEINRICHTUNG

Nimm einmal an, Du bekommst einen Widerstand oder einen Kondensator geschenkt ohne Angabe der Messwerte (Kapazitäts- bzw. Widerstandsangabe). Du möchtest nun gern wissen, wie gross die Werte sind. Der Hersteller von Bauteilen steht dem gleichen Problem gegenüber. Wenn er diese Teile herstellt, muss er überprüfen, ob die aufgedruckten Werte stimmen. Dazu muss er Messungen durchführen. Oder ein anderer Fall: Du möchtest gerne mit Deinem Fotoapparat eine Aufnahme machen. Die Belichtungszeit hängt von der Helligkeit ab.

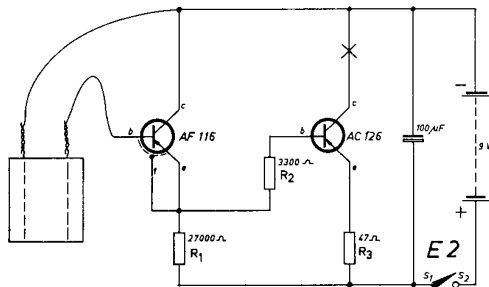
Diese „Lichtstärke“ musst Du aber messen können. Natürlich kannst Du Belichtungsmesser in Geschäften kaufen. Aber der Hersteller der Belichtungsmesser muss die Stärke des Lichts messen können, bevor er die kleine Skala seines Belichtungsmessers beschriften kann. Jetzt kannst Du einen Apparat bauen, mit dem Du Werte von Widerständen, Kapazitäten von Kondensatoren und Lichtstärken messen kannst. Die Anlage ist natürlich nicht so genau, wie die, die in Fabriken und Laboratorien Verwendung finden. Aber Du wirst feststellen, dass sie für Deine Zwecke genau genug ist.

### Anweisung für den Zusammenbau

Du hast sicher schon genügend Erfahrungen beim Zusammenbau der verschiedenen Anlagen gesammelt. Dieses Universal-Messgerät ist nicht so sehr schwierig zusammenzubauen. Aber Spassmachen wird Dir das Experimentieren mit diesem Messgerät nur, wenn Du schon eine gewisse Kenntnis der Elek-

## E2 - FEUCHTIGKEITSANZEIGER

- Wenn wir uns die Schaltung ansehen und lassen die zwei Drähte, die zu dem geheimnisvollen Rechteck auf der linken Seite dieser Schaltung führen ausser acht, was sehen wir dann? Die Basis des AF 116 ist nicht angeschlossen, und dieser Transistor arbeitet daher nicht.
- Wenn wir nun die Basis und den Kollektor des AF 116 durch einen Draht verbinden, brennt die Lampe. Wie kommt das? Die Basis hat dann die gleiche negative Batteriespannung wie der Kollektor. Am Emittor steht aber die positive Batteriespannung. Dadurch kann ein Strom vom Emittor zum Kollektor fließen. Strom zum Emittor kommt durch den 27.000 Ohm-Widerstand. In diesem Widerstand tritt ein Spannungsabfall auf. Die Spannung am unteren Ende des Widerstandes, denn er liegt ja direkt am positiven Teil der Batterie, ist im Gegensatz zum oberen Ende grösser.



46

tronik besitzt. Diese Kenntnis kannst Du erwerben, wenn Du eine ganze Reihe von Anlagen mit Deinem Baukasten baust. Glaubst Du Dich sicher genug, verwende die Bestückungskarte E4.

Stecke Drahtklemmen in alle Löcher, ausgenommen in die mit S1 + P1, P2 und P3 gekennzeichneten. Baue nacheinander folgende Widerstände ein:

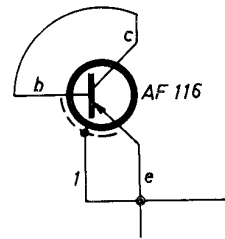
|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 220 Ohm, rot, rot, braun          | <i>* Bei einem Teil der</i>                                   |
| 270 Ohm, rot, lila, braun         | <i>Auflage ist auf der</i>                                    |
| 560 Ohm, grün, blau, braun        | <i>Bestückungskarte E4,</i>                                   |
| 680 Ohm, blau, grau braun *       | <i>statt 680 <math>\Omega</math>, 470 <math>\Omega</math></i> |
| 1.500 Ohm, braun, grün, rot       | <i>gedruckt worden. Der</i>                                   |
| 330.000 Ohm, orange, orange, gelb | <i>richtige Wert ist jedoch</i>                               |
|                                   | <i>680 <math>\Omega</math>.</i>                               |

Baue jetzt die Elektrolyt-Kondensatoren ein (die Rille an der richtigen Seite) sowie die beiden Transistoren AC 126.

An dem rechten bringst Du die Kùhlschelle an. Beachte den Punkt am Kollektordraht des Transistors. Befestige die blanken Drahtverbindungen und auch die isolierten Drähte. Von den Drahtklemmen bei S1 + P1, P2 und P3 führen Drahtverbindungen unter dem Versuchsbrett zum Potentiometer. Der negative Pol der einen Batterie muss an die Drahtklemme bei B angeschlossen werden und der positive Pol der anderen Batterie an S2 des Potentiometers. Jetzt schliesst Du den Kopfhörer an. Prüfe nach, ob Du nichts vergessen und keinen Fehler gemacht hast.

Überprüfe auch, ob die Skala richtig auf dem Potentiometer festgemacht ist. Wenn der Schalter auf „aus“ steht, muss die Spitze des Knopfes genau auf den ersten linken Strich zeigen.

Wenn wir also nur den 27.000 Ohm-Widerstand betrachten, ist das untere Ende positiv und das obere Ende negativ. Diese durch den Spannungsabfall entstehende negative Spannung geht über den 3.300 Ohm-Widerstand zur Basis des AC 126. Die negative Spannung an der Basis des AC 126



wird dadurch grösser. Der Transistor fängt an zu arbeiten, und es fliesst ein starker Strom durch die Kollektorleitung. Er fliesst auch über die Lampe zur negativen Seite der Batterie. Die Lampe leuchtet auf.

Was haben wir nun gezeigt? Ist die Basis eines Transistors negativ, dann fliesst durch den Transistor — vom Emittor zum Kollektor — ein Strom. Ausserdem haben wir gezeigt, dass ein Kupferdraht leitend ist. (Die Verbindung Basis — Kollektor).

## Widerstandsmessungen

Die Messungen, die wir vornehmen wollen, bestehen aus dem Vergleich des Wertes eines unbekannten Widerstandes mit dem Wert eines bekannten Widerstandes. Die Anlage zeigt, um wieviel grösser oder kleiner der unbekannte Widerstand ist als der bekannte.

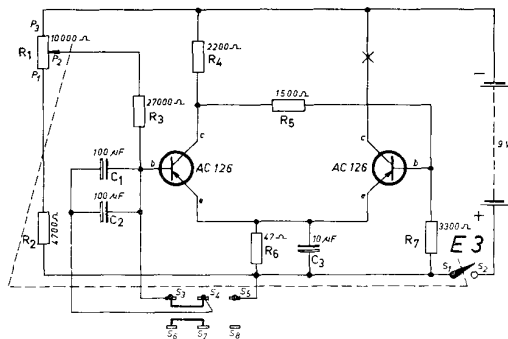
Unten links in der Anlage befinden sich 3 Drahtklemmen, zu denen Drähte hinführen. Dazwischen sind gestrichelte Bauteile eingezeichnet. Zwischen der zweiten und der dritten Klemme von links, — dort wo ein X eingezeichnet ist, bringst Du jetzt einen bekannten Widerstand an, z.B. einen 1.500 Ohm-Widerstand.

Nimm einen anderen Widerstand und verbinde ihn mit der ersten und der zweiten Klemme. Schalte den Apparat ein und setze den Kopfhörer auf. Du hörst jetzt einen Pfeifton. Dann drehst Du den Potentiometerknopf, bis der Pfeifton verschwindet. Jetzt schau nach, auf welchen Punkt der Skala die Spitze des Knopfes zeigt. Nimm einmal an, die Spitze steht über der zehn; dann weisst Du, dass der unbekannte Widerstand zehnmal so gross wie der Vergleichswiderstand ist. Dieser unbekannte Widerstand beträgt in unserem Beispiel also zehnmal 1.500 Ohm, d.h. er hat 15.000 Ohm.

Bei einem anderen Widerstand kann der Ton verschwinden, wenn der Knopf auf 0,1 zeigt. Dann beträgt der unbekannte Widerstand ein Zehntel von 1.500 Ohm, d.h. 150 Ohm usw. Ein Widerstand von 1.000 Ohm ist als Normalwiderstand am besten geeignet. Weitere günstige Werte sind 100 Ohm oder 10.000 Ohm. Diese werden nicht mit dem Kasten geliefert, aber Du kannst sie überall kaufen.

### E3 - ZEITSCHALTER

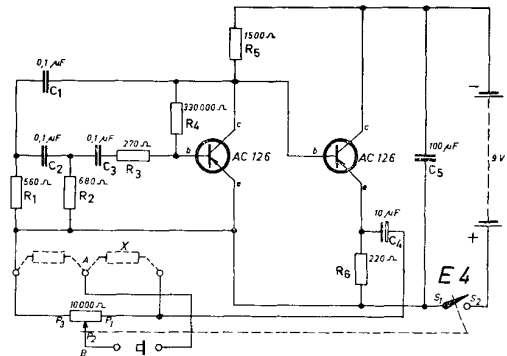
Befindet sich der Schiebeschalter in der Rechtsstellung, so sind die 100  $\mu\text{F}$  Kondensatoren C1 und C2 über R1 und R3 an die Batterie angeschlossen. Die Kondensatoren werden dann aufgeladen. Während des Aufladens ist die Spannung an der Basis des rechten AC 126 so gross, dass durch die Kollektorleitung dieses Transistors ein recht kräftiger Strom fliesst und die Lampe brennt. Sobald die Kondensatoren C1 und C2 ganz aufgeladen sind, fängt der linke AC 126 an, Strom zu leiten. Der rechte AC 126 wird dann blockiert und die Lampe geht aus. Wird der Schiebeschalter nach links geschoben, schliesst Du die Kondensatoren wieder kurz und bereitest die Anlage für das nächste Aufleuchten vor.



### E4 - UNIVERSAL - MESSEINRICHTUNG

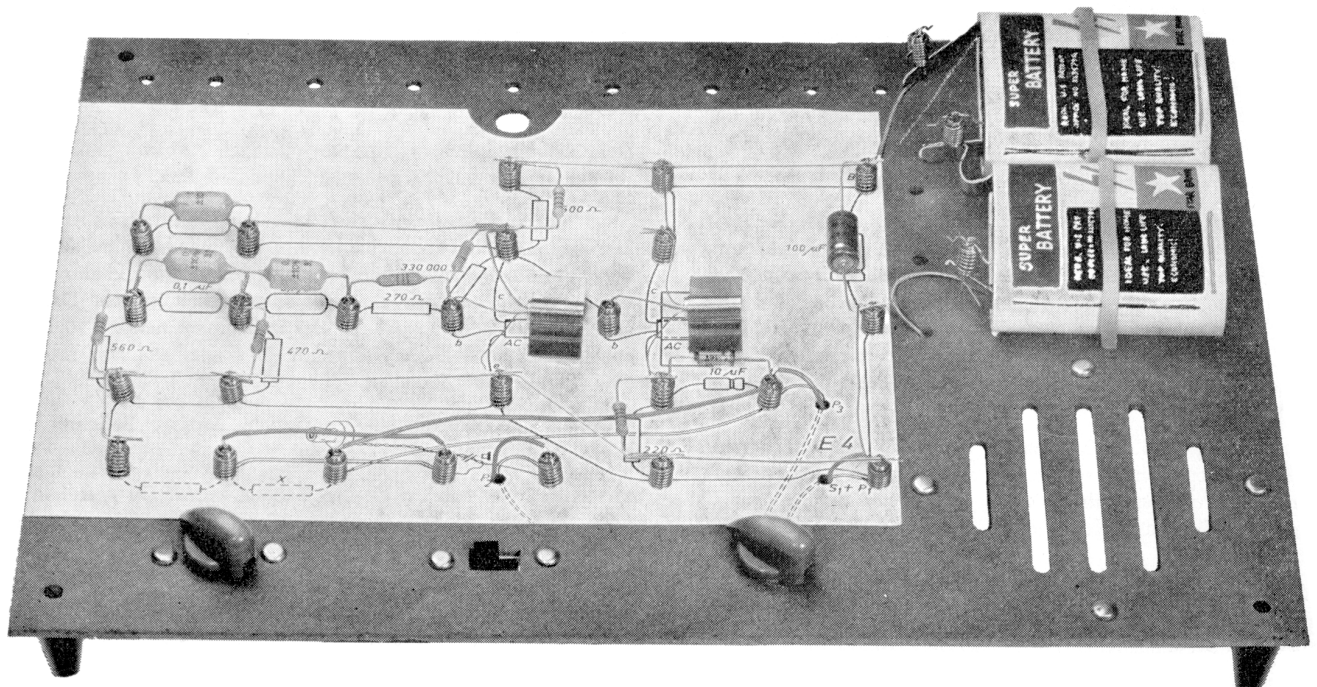
Dieser Apparat setzt sich aus drei Teilen zusammen. Der linke Transistor AC 126 erzeugt den Ton, den Du hörst. Der rechte Transistor AC 126 verstärkt ihn. Das Potentiometer und der Normalwiderstand oder -kondensator zusammen mit dem nicht bekannten Widerstand oder Kondensator oder LDR bilden die sog. Messbrücke.

Zuerst die Tonerzeugung: Wir nehmen an, dass ein Wechselstrom an die Basis des linken AC 126 angeschlossen ist. Es fliesst dann auch ein Wechselstrom gleicher Frequenz durch die Kollektorleitung des AC 126. Dieser Strom wird zu einem Teil über die 0,1  $\mu\text{F}$  Kondensatoren C1, C2 und C3 zu der Basis des AC 126 zurückgeführt, und der Transistor verstärkt erneut. Er arbeitet also selbständig weiter. Dieser Vorgang wiederholt sich aber nur dann immer wieder, wenn die vom Kol-



47

Schaltbild Seite 47

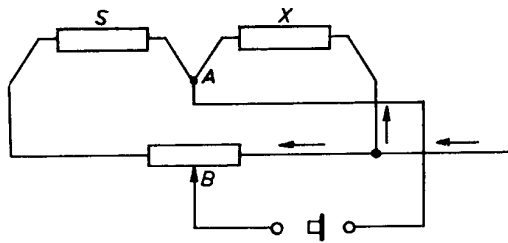




lektor zurücklaufende Spannung mit der an der Basis angenommenen Spannung in ihrer Grösse und Frequenz übereinstimmt.

Bei diesem Tongenerator, wie wir ihn nennen, wird die Tonhöhe durch die Auswahl der Kondensatoren C1, C2 und C3 und der Widerstände R1, R2 und R3 bestimmt. Schalten wir das Gerät ein, so fliesst immer ein kleiner Strom durch den AC 126. Dieser reicht aus, um den ganzen Vorgang auszulösen. Ein Teil des Kollektorstroms des linken AC 126 geht zu der Basisleitung des rechten AC 126, der dadurch einen verstärkten Kollektorstrom erzeugt.

Wenn ein Kollektorstrom fliesst, fliesst auch ein Emitterstrom. Ein Teil dieses Stroms wird über den 10  $\mu$ F Kondensator durch das Potentiometer geführt. Und hier beginnt der eigentliche Mess-Stromkreis.



Diesen Mess-Stromkreis haben wir getrennt in der Abbildung aufgezeichnet. Wir sehen, dass der Strom vom rechten AC 126 nach zwei Seiten fliesst, und zwar über das Potentiometer und auch über den unbekannten Widerstand und den Normalwiderstand. Es ergeben sich daraus Ströme wech-

selnder Spannung an den Punkten A und B. Nehmen wir an, der Normalwiderstand X und der unbekannte Widerstand S sind gleich. Nehmen wir weiter an, der bewegliche Kontakt des Potentiometers ist in der Mittelstellung so, dass der Widerstand auf seiner linken Seite dem auf seiner rechten entspricht. Was wissen wir dann über die Spannungen an den Punkten A und B? Sie müssen dann auch gleich sein. Der Kopfhörer wird zwischen die Punkte A und B angeschlossen. Wenn die Spannung bei A und B gleich ist, kann kein Strom durch den Kopfhörer fließen. Nun ersetzen wir den unbekannten Widerstand durch einen Widerstand anderen Wertes. Der durch diesen Widerstand geflossene Strom ist ein anderer und ebenfalls die Spannung am Punkt A.

Es besteht also ein Spannungsunterschied zwischen A und B, und wir hören im Kopfhörer einen Ton. Drehen wir den Potentiometerknopf, verändert sich die Spannung am Punkt B und auch der Spannungsunterschied zwischen A und B. An einem bestimmten Punkt entspricht die Spannung bei B wieder der bei A, und der Kopfhörer ist still. Was lernen wir daraus? Das Verhältnis zwischen dem Widerstand S (Normal Widerstand) und dem unbekannten Widerstand X, muss dem Verhältnis des Widerstandes der linken Seite des Potentiometers und dem Widerstand der rechten Seite des Potentiometers entsprechen. Die Skala auf dem Potentiometer ist so unterteilt, dass sie immer die Verhältnisse angibt. Zeigt der Knopf auf 2, so bedeutet dies, dass der Widerstand links vom beweglichen Kontakt doppelt so gross ist wie der Widerstand rechts vom Kontakt. Es bedeutet auch, dass der unbekannte Widerstand S doppelt so gross ist wie der Widerstand X.

48

### Kondensatormessungen

Kondensatormessungen werden auf die gleiche Weise durchgeführt wie Widerstandsmessungen mit dem Unterschied, dass der bekannte Kondensator jetzt zwischen der ersten und zweiten Klemme von links angeschlossen sein muss.

Der unbekannte Kondensator wird zwischen der zweiten und der dritten Klemme von links angeschlossen, dort wo das X steht. Die Messung wird genauso wie die Messung der Widerstände durchgeführt.

### Luxmeter (Lichtmessgerät)

Das Lux ist eine Beleuchtungseinheit. Eine normale Kerze in einer Entfernung von einem Meter ergibt eine Beleuchtung von 1 Lux. Das ist nicht viel. Zum Lesen und zum Schularbeiten machen brauchst Du eine gute Beleuchtung, die mindestens 250 Lux betragen muss; zum Zeichnen wenigstens 500 Lux. Ein Uhrmacher muss sein Werkstück mit mindestens 1.000 Lux beleuchten. Ein Schmied andererseits kann mit 100 Lux auskommen.

Für ein normales Wohnzimmer reichen 75 Lux. Aber wenn Deine Mutter nähen möchte und sie hat einen dunklen Stoff, sind 500 Lux besser als 250.

Tageslicht ist viel heller als künstliches Licht, es hat viel höhere Luxzahlen.

Wenn Du viel fotografierst, kennst Du sicher einen Belichtungsmesser. Dein Luxmeter lässt sich auch als Belichtungsmesser verwenden. Allerdings musst Du es selbst eichen.

Zwischen der ersten und zweiten Klemme unten links, schliesse einen 120 Ohm-Widerstand (braun, rot, braun) an. Der LDR


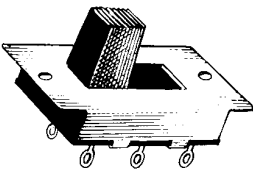
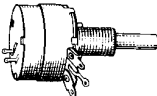
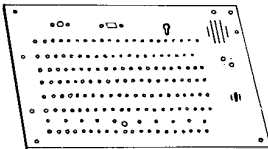
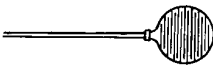
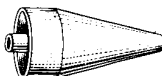

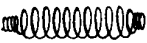


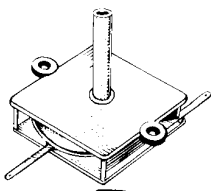
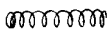






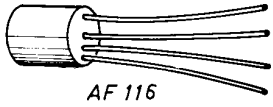
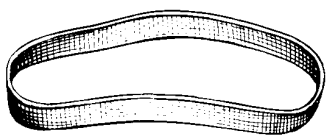
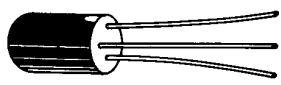


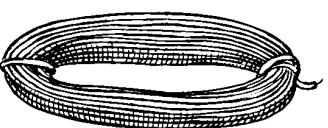
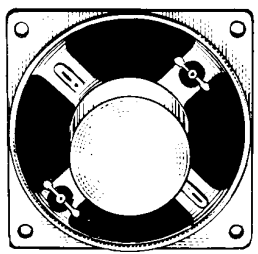

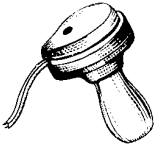
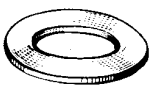







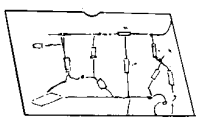

ist zwischen der zweiten und der dritten Klemme von links einzubauen, d.h. dort, wo ein X angegeben ist. Baue ihn so ein, dass die gestreifte Seite des LDR nach oben zeigt, denn das ist die empfindliche Seite. Dann lass Licht auf den LDR fallen (z.B. stelle die Anlage auf den Tisch unter die Lampe). Dann drehst Du den Potentiometerknopf bis der Ton verschwindet. Die Stellung des Potentiometerknopfes gibt die Lichtstärke an.

Steht z.B. die Spitze des Knopfes zwischen 200 und 300, dann beträgt die Lichtstärke grob gerechnet 250 Lux.

Auch diese Anlage ist natürlich kein Präzisionsmessinstrument für Laboratorien. Vielleicht leiht Dir jemand einmal einen Belichtungsmesser, der eine Luxskala hat. Damit kannst Du Deinen Luxmesser mit grösserer Genauigkeit eichen. Damit kannst Du feststellen, dass z.B. der Belichtungsmesser 150 Lux anzeigt, während Dein Gerät nur 100 angibt. Dann mache eine Tabelle, auf der steht:

Anzeige EE Luxmeter .... entspricht Anzeige Belichtungsmesser ....

Mit Hilfe einer solchen kleinen Tabelle kannst Du später mit grösserer Genauigkeit bestimmen, wie gross die Lichtstärke in jedem Fall ist.

|  | EE 8 | EE 8/20 | EE 20 |   | EE 8 | EE 8/20 | EE 20 |
|--|------|---------|-------|---|------|---------|-------|
|             | 12   | 9       | 21    |     | —    | 1       | 1     |
|             | 1    | —       | 1     |     | 1    | —       | 1     |
|             | 1    | —       | 1     |     | 4    | —       | 4     |
|              | 4    | —       | 4     |     | 30   | —       | 30    |
|             | 4    | —       | 4     |     | 30   | —       | 30    |
|             | 1    | —       | 1     |     | 15   | —       | 15    |
|             | 1    | —       | 1     |     | 1    | —       | 1     |
|              | 1    | —       | 1     |     | 1    | —       | 1     |
| <br>OA 79    | 1    | —       | 1     |    | 1    | —       | 1     |
| <br>AF 116  | 1    | —       | 1     |   | 2    | —       | 2     |
| <br>AC 126 | 1    | 1       | 2     |   | 5 m  | 5 m     | 10 m  |
|           | 1    | 1       | 2     |   | 5 m  | 5 m     | 10 m  |
|            | —    | 2       | 2     |   | 2    | —       | 2     |
|           | 1    | —       | 1     |   | 1    | —       | 1     |
|           | 1    | —       | 1     |   | 1    | —       | 1     |
|           | 1    | 7       | 8     |   | 3    | —       | 3     |
|           | 1    | —       | 1     |  | 10   | 15      | 25    |
|           | 1    | —       | 1     |   | 8    | 14      | 22    |
|           | 10   | 15      | 25    |   |      |         |       |

