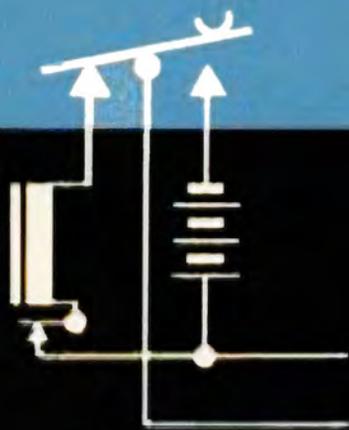
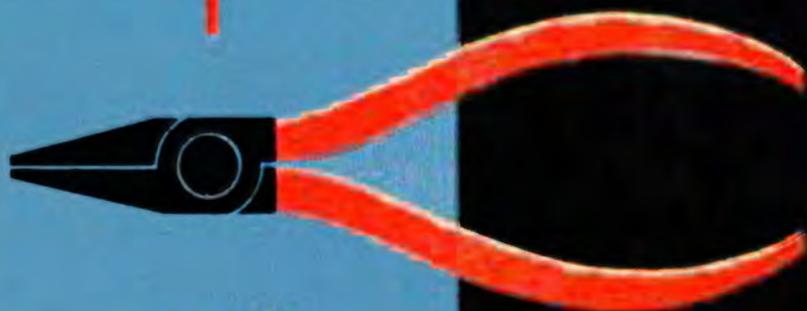
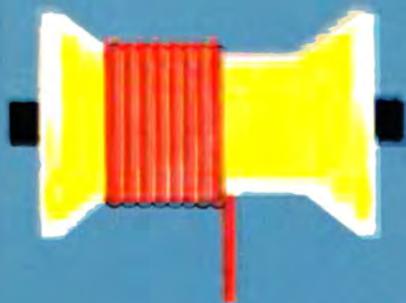


MARTIN SELBER



**Mit Spulen, Draht
und Morsetaste**

Einband und Illustrationen: Heinz-Karl Bogdanski

Alle Rechte vorbehalten

Lizenz-Nr. 304/270/113/60-(40-VIII B)

Satz und Druck: Sachsendruck Plauen • 3. überarbeitete Auflage

ES 9 F • Preis 4,20 DM

MARTIN SELBER

Mit Spulen, Draht und Morsetaste



DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN



Es geht los

Es hatte noch nicht ganz drei geschlagen, da standen sie schon alle vor der Tür des Klassenraumes: Hans und Fritz, Berndt, Jürgen, Heinz und Joachim und sogar zwei Mädchen. Dagmar und Hilde. Sie waren recht aufgeregt. Jeder hatte eine Tasche oder einen Karton mitgebracht und zeigte seine Schätze. Da gab es Rollen mit allerlei Draht, Kopfhörer, elektrische Klingeln, alte Batterien, Stecker, Kästchen mit Schrauben, Spulen und vieles mehr. All diese Dinge sollten nun ihre Geheimnisse preisgeben, sollten ihren Besitzern das Wissensgebiet der Elektro-

technik erforschen helfen; denn die jungen Freunde waren die angehenden Elektrotechniker der Pionierfreundschaft „Bördekind“.

„Wer hat Interesse an Radio- und Elektrotechnik?“ hatte es beim letzten Gruppennachmittag geheißen. „Ein erfahrener Bastler aus unserem Ort hat sich zur Verfügung gestellt, um eine Arbeitsgemeinschaft für dieses Gebiet zu leiten.“

Da hatten sie sich begeistert gemeldet. Jürgen besaß einen Elektromotor. Er hatte ihn vor Jahren zu Weihnachten bekommen und konnte damit mehrere Modelle antreiben. Aber das Spielzeug hatte seinen Reiz verloren, da er wohl wußte, wie man es in Gang bringen oder anhalten konnte, aber nicht herausbekam, wie sich so ein Motor eigentlich bewegte und was dabei im Inneren des Apparates vor sich ging. Hans aber hatte mit dem Schraubenzieher schon bei allen möglichen Geräten gesessen, er wußte genau, wie Mutters Platteisen oder der Radioapparat im Inneren beschaffen war; aber das Drum und Dran und die Wirkung des Stromes erschienen ihm doch wie Zauberei. Im Physikunterricht hatten sie ja schon einiges erfahren; aber sie wollten mehr, viel mehr wissen; sie wollten selbst kleine Geräte bauen, vielleicht einen Motor, eine Lichtanlage oder gar ein Telefon. Auch den beiden Mädchen hatte der Vorschlag gefallen, sie hatten sich gemeldet, und heute sollte die erste Arbeitsstunde sein. „Bringt Papier und Bleistift mit“, hatte der Lehrer gesagt. „Wer Werkzeug und Material hat, kann es uns ja mal zeigen.“

Pünktlich kam Martin, so hieß der neue Leiter. Sie kannten ihn als Freund der Jugend und begrüßten ihn freudig.

„Seid bereit!“

„Immer bereit!“

Sie polterten in die Klasse.

„Schön ist es nicht, in einem Klassenraum zu arbeiten“, sagte Martin und sah sich nach der Tafel um. „Man muß sehr vorsichtig sein, daß man nicht in die Tische bohrt oder daß beim Hämmern nicht die Tinte herausspritzt. Aber ich hoffe, daß uns der Bürgermeister eine Werkstatt verschafft, wenn wir etwas leisten.“

„Eine eigene Werkstatt?“

„Weshalb nicht? – Vielleicht mit den Jungen Modellbauern zusammen.“

„Aber, was werden wir denn leisten können?“

„Viel!“ Martin sah sich die Freunde schmunzelnd an. „Wir wollen es erreichen, daß jeder von uns ein kleines Radiogerät bekommt, vielleicht auch ein Telefon, bestimmt aber einen Morseapparat.“

Ihr könnt euch sicher denken, daß die Schüler der neuen Arbeitsgemeinschaft ihre Begeisterung durch lauten Jubel ausdrückten. Radio, Telefon und Morseapparat, das war ja mehr, als sie je erträumt hatten.

Nun ergriff Martin wieder das Wort: „Ehe wir uns in die Elektrotechnik und ihre Gesetze einarbeiten, wollen wir erst einmal feststellen, was wir für Werkzeug brauchen. Jeder von euch versucht sich folgendes zu beschaffen:

1. einen kleinen Hammer
2. eine Kombizange oder eine Flach- und eine Kneifzange
3. einen Nagelbohrer
4. ein scharfes Taschenmesser
5. einen oder zwei Schraubenzieher
6. ein Schächtelchen mit kleinen Nägeln, Schrauben, Muttern und Holzschrauben
7. Drahtenden aller Art aus Leitungen, Spulen, alten Kabeln und Geräten.“

Fritz hob eine ganze Handvoll Drahtstückchen in die Höhe, auch ein Knäuel ineinander verfilzter Spulendrähte war darunter. „Das lag alles in unserer alten Kiesgrube“, erklärte er. „Dort haben die Leute viele solcher Sachen hingeworfen: Batterien, Lampen, Kabel und Draht.“

„Seht ihr“, erwiderte Martin, „dort könnt ihr euch morgen nach der Schule einmal gründlich umsehen. Was andere Leute wegwerfen, kann für uns unter Umständen noch sehr wertvoll sein, und wir brauchen uns dann vieles nicht zu kaufen. Doch zurück zu unserem Werkzeug. Wer sich das eine oder andere von den vorhin aufgezählten Dingen nicht bei Verwandten oder Freunden beschaffen kann, leiht sich, was er braucht, innerhalb der Arbeitsgemeinschaft aus. Die größeren Werkzeuge, wie Lötkolben, Bohrmaschine, Metallsäge und allerlei Klemmen,

habe ich; wir benutzen sie gemeinsam. So, das wäre unser Werkzeug. Schreibt euch alles schön auf. – Nun kommen wir zu unserer eigentlichen Arbeit. Wir wollen zunächst einmal einige Begriffe klären“, sagte Martin.

„Was ist eigentlich Elektrizität?“

Die Kinder sahen sich an. Das war doch eine ganz einfache Frage, die hier gestellt wurde; aber wer konnte sie ebenso einfach beantworten?

„Elektrizität ist Strom“, sagte Dagmar.

„Nein“, entgegnete Martin, „das stimmt nicht. Strom ist, wie der Name schon sagt, etwas Strömendes, Fließendes. Elektrizität kann aber auch ruhend sein, sie braucht nicht immer zu fließen. Denkt nur einmal daran: Wenn ihr eine Lampe ausschaltet, so ist in der Leitung noch Elektrizität; aber ein Strom fließt nicht mehr. – Merkt euch ganz einfach: Elektrizität ist eine Kraft, eine Form von Energie. Man kann diese Kraft auf verschiedene Weise hervorrufen. Die R e i b u n g s - e l e k t r i z i t ä t ist schon ein paar Tausend Jahre bekannt. Im alten Griechenland hatte man beobachtet, daß Bernsteinstückchen elektrisch wurden, wenn man sie mit einem weichen Tuch kräftig rieb. Von diesem Bernstein hat die Elektrizität übrigens ihren Namen, er heißt griechisch elektron. An Stelle von Bernstein kann man auch Glas oder Hartgummi nehmen. Sicher habt ihr alle schon einmal mit einem Hartgummi-Füllfederhalter Papierschnitzel angezogen. Wir benutzen in unserer Arbeitsgemeinschaft aber vor allem die g a l v a n i s c h e E l e k t r i z i t ä t. Sie entsteht beim Eintauchen zweier verschiedener Metalle in eine verdünnte Säure oder Lauge. Manchmal verwendet man statt des einen Metalls auch Kohle. So macht man es zum Beispiel bei der Taschenlampenbatterie. Auch der Akku, den wir besser ‚Sammler‘ nennen wollen, gehört zu den galvanischen Stromerzeugern.

Außerdem werden wir uns mit der I n d u k t i o n s e l e k t r i z i t ä t beschäftigen. Sie entsteht durch die Bewegung eines elektrischen Leiters

(Drahtes) im Kraftfeld eines Magneten. Diese Art der Elektrizität wird von Maschinen erzeugt. Im kleinen geschieht das beim Fahrraddynamo. im großen in unseren Kraftwerken in den Generatoren (Stromerzeugern).

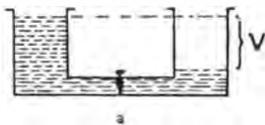
Wenn irgendein Körper mit Elektrizität angefüllt ist, so ist er tatsächlich voll, ebenso wie ein mit Wasser gefülltes Bassin. Er ist mit winzigen kleinen Körperchen, den sogenannten Elektronen, gefüllt. Diese Elektronen versuchen nun nach irgendeinem Ort abzuwandern, an dem ein Mangel an Elektronen besteht. Sie können das, wenn wir zwei solche Orte durch einen Leiter verbinden. zum Beispiel mit einem Draht. Sofort beginnen die Elektronen von dem Ort, an dem sich zuviel von ihnen befinden, nach dem Ort abzuwandern, an dem der Mangel herrscht.“

Die Schüler sahen sich wieder an. Merkwürdige Dinge bekamen sie hier zu hören. Da meldete sich auch Berndt schon zum Wort.

„Wie können denn die Elektronen durch den Draht hindurch?“ fragte er und sah Martin ungläubig an, „er ist doch innen voll, da kann doch nichts durch.“

„Du meinst, er ist voll“, antwortete der Leiter, „aber er scheint uns nur voll; wenn wir den Draht ungeheuer stark vergrößern könnten, so stark, daß sein Durchmesser gleich dem unseres ganzen Ortes würde, dann könnten wir in ihm spazieren gehen; denn er hat inwendig viele Gänge und Kammern, in denen die Elektronen sitzen und entlangwandern können. Vergleichen wir einen mit Elektrizität angefüllten Körper nochmals mit einem wassergefüllten Bassin und verbinden dieses durch eine Röhre mit einem leeren Bassin, so haben wir das treffendste Bild des elektrischen Stromes. Er fließt vom vollen ins leere Bassin, und zwar so lange, bis beide Bassins die gleiche Höhe des Wasser- oder Elektronenstandes haben. Den ursprünglichen Höhenunterschied bezeichnen wir als Spannung, die wir beim elektrischen Strom in Volt messen, abgekürzt V.“

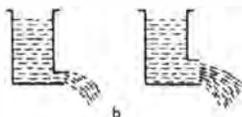
Diesen Ausdruck haben sicher alle von euch schon einmal gehört. Das Lichtnetz unserer Elektrizitätswerke führt zum Beispiel 110 oder 220 V Spannung. Wie schnell das Bassin leer wird, das richtet sich nach der



Vergleich mit dem Wasserbecken:

a) Der Höhenunterschied ist mit der Spannung vergleichbar, sie wird in Volt (V) gemessen.

b) Die Stärke des Stromes ist mit der Öffnung der Leitung vergleichbar. Die Stromstärke messen wir in Ampere (A), den Leitungswiderstand in Ohm (Ω). Die drei Maßeinheiten stehen in folgendem Verhältnis:



$$A = \frac{V}{\Omega}; \quad V = A \cdot \Omega; \quad \Omega = \frac{V}{A}$$

Stärke unserer Leitung und damit nach der Stärke des Stroms. Auch die Stromstärke können wir messen. Wir nehmen als Maßeinheit Ampere (abgekürzt A), und die Leitung spielt, wie ihr eben hörtet, dabei eine wichtige Rolle, weil ihr Widerstand sich vergrößert, wenn sie enger wird. Diesen Widerstand messen wir in Ohm, dafür schreibt man kurz das griechische Zeichen: Ω (Omega). Also, nun merkt euch und schreibt es euch auf: großer Widerstand, kleine Stromstärke; kleiner Widerstand, große Stromstärke. Hinzu kommt die Höhe der Spannung, die den Druck angibt, mit dem das Wasser oder die Elektronen herausgepreßt werden. Der Physiker Simon Ohm hat das in einem Gesetz zusammengefaßt, nach dem wir aus zwei Maßeinheiten jeweils die dritte berechnen können:

$$\text{Stromstärke} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}} \text{ oder}$$

$$\text{Spannung} = \text{Stromstärke} \cdot \text{Widerstand} \text{ oder}$$

$$\text{Widerstand} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Stromstärke}}$$

Ein Beispiel: $5 \text{ V} = 2,5 \text{ A} \cdot 2 \Omega$.

Vergrößern wir den Widerstand, so verringert sich zwangsläufig die Stromstärke, wie wir an folgendem Beispiel sehen:

$4 \Omega = \frac{12 \text{ V}}{3 \text{ A}}$; der Widerstand wächst: $6 \Omega = \frac{12 \text{ V}}{2 \text{ A}}$. Soll die Stromstärke dennoch gleichbleiben, so müßten wir die Spannung erhöhen, zum

Beispiel $6 \Omega = \frac{18 \text{ V}}{3 \text{ A}}$; umgekehrt wächst die Stromstärke, je geringer der Widerstand wird:

$$4 \Omega = \frac{12 \text{ V}}{3 \text{ A}}; 2 \Omega = \frac{12 \text{ V}}{6 \text{ A}}; 1 \Omega = \frac{12 \text{ V}}{12 \text{ A}}$$

Wir können also die vorhandene Stromstärke jederzeit berechnen, wenn wir Spannung und Widerstand kennen. Die Spannung ergibt sich leicht, wenn Stromstärke und Widerstand bekannt sind. Ebenso gelingt es uns mit dem Widerstand, wenn Spannung und Stromstärke feststehen.“

Z u s a m m e n f a s s u n g :

G a l v a n i s c h e E l e k t r i z i t ä t entsteht beim Eintauchen von zwei verschiedenen Metallen in verdünnte Säure oder Lauge. Galvanische Stromquellen sind die Batterien und die Sammler.

I n d u k t i o n s e l e k t r i z i t ä t wird bei der Bewegung eines Leiters im Magnetfeld erzeugt. Anwendung bei den elektrischen Maschinen (Generator, Dynamo).

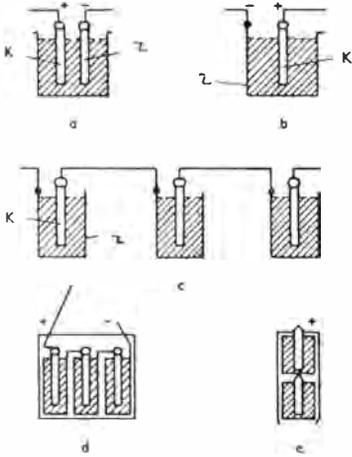
In Volt (V) messen wir die Spannung, in Ampere (A) die Stärke des Stroms und in Ohm (Ω) den Widerstand.

Element und Batterie

„Nun wollen wir einmal die praktische Seite betrachten. Mit Wasser läßt sich der Versuch leicht ausführen. Man nimmt die Bassins und füllt sie. Wie macht man's aber mit der Elektrizität?“

„Da nimmt man eine Batterie“, sagte Hans. Er war, wie wir vorhin hörten, ja schon ein kleiner Fachmann. Martin nickte ihm lächelnd zu. „Jawohl“, sagte er, „du hast recht. Aber was ist in dieser Batterie drin? – Wie sieht sie von innen aus?“

„Da sind drei kleine Rollen drin; aber die kann man noch einmal auseinandernehmen.“



Elemente :

- a) Kupfer-Zink-Element, K Kupferplatte, Z Zinkplatte; b) Kohle-Zink-Element, K Kohlestab, Z Zinkmantel; c) Batterie aus drei Kohle-Zink-Elementen; d) Taschenlampenbatterie 4,5 V; e) Stabbatterie 3 V

„Ja, drei kleine Zinkbecher sind in der Batterie. in der runden Stabbatterie nur zwei. Und diese Zinkbecher sind die kleinsten Stromspeicher, die wir haben, sie heißen Elemente. Sehen wir uns ein solches Ding mal an.“

Mit diesen Worten zog Martin eine alte Taschenlampenbatterie hervor, zeigte sie den Freunden und riß dann die Papierhülle ab.

Es kamen wirklich drei Metallrollen zum Vorschein, die in einer Teermasse eingebettet lagen und oben mit Drähten verbunden waren. Mit einer Zange brach Martin die Masse ab, riß die Drähte durch und stellte die drei Rollen auf die Bank.

„Seht ihr, das sind die Elemente. Sie haben außen einen Zinkmantel, und das, was oben in der Mitte herausragt, sind Kohlestifte, die eine kleine gelbe Blechkappe tragen. Nun wollen wir mal weitersehen.“

Der Zinkmantel wurde aufgerissen, und ein schmieriger Gazebeutel kam zum Vorschein. Es roch plötzlich nach Salmiak. Dann packte die Zange weiter zu. Der Beutel zerriß, eine feste grauweiße Masse wurde sichtbar, und darunter erschien der glatte Kohlestift.

„Das ist die ganze Herrlichkeit“, sagte Martin. „Der Zinkmantel ist das volle Bassin, die Kohle ist das leere. Die Füllung hier ist eine mit Sägemehl verdickte Salmiaklösung, die durch ihre Berührung mit Kohle und Zink die Spannung herbeiführt.“

Es gibt auch Naßelemente. Diese enthalten zwei verschiedene Metallplatten, beispielsweise eine Kupfer- und eine Zinkplatte, in einer Säurelösung. Wir wollen uns aber vornehmlich mit dem Trockenelement beschäftigen, weil es die billigste und verbreitetste Stromquelle in dieser Größe ist. Das Kohle-Zink-Element liefert eine Spannung von 1,5 V.“

Die einzelnen Teile gingen von Hand zu Hand, wurden bestaunt, untersucht. Hans machte sich daran, das nächste Element zu zerlegen. Es kam dasselbe zum Vorschein wie beim ersten. Ein Element glich genau dem anderen.

„Ich sagte vorhin“, fuhr Martin fort, „daß das Kohle-Zink-Element 1,5 V liefert. Weshalb sind hier wohl drei Elemente zusammengeschaltet?“

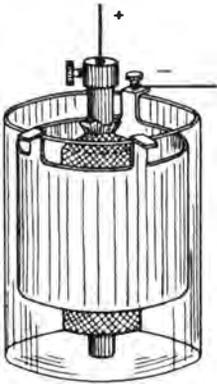
„Weil man hier mehr Volt haben will“, rief Jürgen.

„Richtig! Die kleine Birne der Taschenlampe braucht eine Spannung von 4,5 V, um hell brennen zu können. Bekommt sie zuviel, dann brennt sie durch; bekommt sie zuwenig, dann glimmt sie nur. Wir schalten also drei Elemente von 1,5 V Spannung hintereinander und erhalten eine Batterie von 4,5 V Spannung. Dabei müssen wir immer die Kohle des vorhergehenden mit dem Zink des nachfolgenden Elements verbinden. Wir bezeichnen die Kohle mit + (positiver Pol) und das Zink mit — (negativer Pol); es muß also immer + mit — verbunden werden. Wir können auch alle +-Pole und alle —-Pole für sich zusammenfassen, dann erhöhen wir zwar nicht die Spannung, aber wir können mehr Strom entnehmen.“

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Für uns ist die kleinste elektrische Speicherzelle das Element, mehrere Elemente bilden eine Batterie. Das Kohle-Zink-Element liefert eine Spannung von 1,5 V. Beim Zusammenschalten mehrerer Elemente summieren sich die Spannungen, wenn das Zink mit der Kohle verbunden wird (Hintereinanderschaltung), dagegen summieren sich die einzelnen Stromstärken, wenn Zink an Zink und Kohle an Kohle gelegt wird (Parallelschaltung).

Wir bauen ein Kohle-Zink-Element



Kohle-Zink-Element

„Unsere erste Bastelarbeit soll ein Kohle-Zink-Element sein. Wir werden es später beim Telefon allein oder mit anderen zusammen als Batterie verwenden können.“

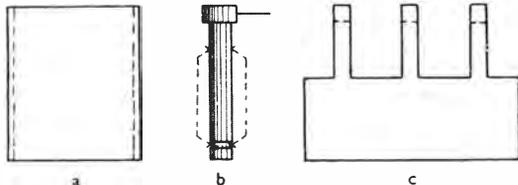
Martin entnahm seiner Tasche verschiedene Materialien und zeigte den Freunden, wie er sich den Selbstbau dachte. „Wir suchen uns ein altes Stück Zinkblech, beispielsweise von einer ausgedienten Dachrinne, schneiden uns daraus ein Rechteck von 14×5 cm Größe.

An einer Längsseite lassen wir drei Fortsätze von etwa $3 \times 0,5$ cm Größe stehen, sie dienen nachher als Aufhänger für das Zinkblech. Wir biegen das Blech dann zu einem Mantel von etwa 4,5 cm Durchmesser, so daß die Fortsätze nach oben stehen. Diese werden etwa 1 cm von oben umgebogen, so daß sie rechtwinklig nach außen abstehen. Das Blech muß sorgfältig gereinigt werden; man nimmt dazu stark verdünnte Salzsäure (Vorsicht!). Als Aufnahmegefäß verwenden wir ein gebräuchliches Trinkglas von ungefähr 10 cm Höhe. Das Zinkblech wird nun so hineingehängt, daß die umgebogenen Fortsätze auf dem Glasrand liegen. Wir dürfen nicht vergessen, vorher in einen der Fortsätze ein Loch zu bohren, um später die Leitung anschrauben zu können.

Nun kommt das Schwierigste: die Kohle mit dem Braunsteinbeutel. Wir beschaffen uns aus einem alten Klingenelement oder einer Bogenlampe einen Kohlestab von etwa 8 cm Länge und 0,5 bis 0,75 cm

Einzelteile zum Bau des Elementes:

- a) Leinwandstück, 8×8 cm, b) Kohlestab mit Kappe und Schnurrille;
c) Zinkmantel, 14×5 cm, Fortsätze, $3 \times 0,5$ cm



Durchmesser. Solche Stäbe gibt es auch in Geschäften für Kinobedarf zu kaufen. Es geht aber auch mit einem Graphitstift. Wir gießen um sein oberes Ende eine Bleikappe, indem wir ihn in einen umgekehrten blechernen Flaschenschraubverschluß hineinhalten und diesen mit flüssigem Blei ausgießen. Wir können gleichzeitig einen Kupferdraht mit eingießen. Nach dem Erkalten trägt unser Kohlestab eine schöne Metallhaube mit Drahtanschluß. Dann schneiden wir vorsichtig mit einem scharfen Messer, etwa 0,5 cm vom unteren Rand entfernt, rund um den Kohlestift eine Rille. Wozu sie dient, das werdet ihr gleich erfahren. Aus einem Leinenrest schneiden wir ein quadratisches Stück von 8 cm Seitenlänge und nähen es zu einem Schlauch zusammen. Die zusammengenähten Enden müssen etwa 0,5 cm übereinanderliegen. Hierbei wird sich zeigen, ob auch die Jungen mit Nadel und Faden umgehen können. In diesen Leinenschlauch stecken wir nun den Kohlestift und binden ihn mit einem Endchen starken Zwirn in der vorher eingeschnittenen Rille fest, so daß wir nun einen Beutel haben, von dem der Kohlestab umgeben ist. Um diesen Beutel herum legen wir einige Lagen dünner Pappe, etwa einen Heftdeckel, und umgeben ihn mit einem Faden, damit sich der Beutel beim Einfüllen der Braunsteinmasse nicht nach außen durchbeult und verschiebt; das würde häßlich aussehen und die Funktion unseres Elements gefährden.

In den Beutel stampfen wir mit einem Holzstäbchen unter ständiger Zugabe von Wasser ein Gemisch aus gleichen Teilen fein zerschroteten Braunsteins und Elementkohle oder Koks. Die kleine Menge Braunstein (Manganperoxyd) werden wir uns in der Apotheke oder Drogerie beschaffen können. Dann wird der Beutel oben zugebunden. Nach dem Trocknen kann die Pappumhüllung wieder entfernt werden. Jetzt umwickeln wir den Beutel mehrfach mit starkem Zwirn, um ihm mehr Halt zu geben, schmelzen ein Stearinlicht und tauchen den oberen Rand des Glases sowie das oben aus dem Braunsteinbeutel herausragende Ende des Kohlestiftes samt der Metallkappe in die Schmelze. Anschließend kann das Element zusammengesetzt werden. Wir hängen den mit einem Kontaktdraht versehenen Zinkmantel, wie vorhin beschrieben, in das Glas und stecken die Kohle mit dem Braunsteinbeutel

in die Mitte, so daß sie nirgends das Zink berührt. Durch Drahtklammern, einen Papp- oder Holzdeckel kann die Kohle in ihrer Lage festgehalten werden. Zur Füllung des Glases machen wir uns eine Lösung von käuflichem Salmiaksalz in warmem Wasser. Wir geben so viel Salmiak zu, bis sich keiner mehr auflöst. Nach dem Erkalten gießen wir die Lösung durch ein Tuch und füllen sie in den Elementbecher ein. Nun liefert uns das Element lange Zeit hindurch einen gleichmäßigen Strom von 1,2 bis 1,5 V Spannung. Das verdunstende Wasser müssen wir ab und zu ergänzen, etwa halbjährlich müssen Zink und Kohle gereinigt und die Salmiaklösung erneuert werden.“

Die Kinder hatten aufmerksam zugehört und sich die Teile, die Martin während seines Vortrages angefertigt hatte, genau angesehen. Der Braunsteinbeutel wurde gefüllt, und die Salmiaklösung befand sich fertig in einer Flasche. Sie halfen mit, das Element zusammenzusetzen. Endlich konnte die Salmiaklösung eingegossen werden.

„Wie prüfen wir jetzt, ob ein Strom fließt? – Man weiß doch gar nicht, ob das Element überhaupt funktioniert.“ Hilde sah Martin fragend an; aber auch den anderen schien dieser Einwand berechtigt.

„Am einfachsten ist die Benutzung eines kleinen Meßinstrumentes; aber wenn man keins hat . . .?“

Martin entnahm seiner Tasche einen Kopfhörer, setzte ihn Hilde auf und berührte mit den beiden Steckern mehrere Male die Kontakt-drähte des Elements. Hilde hörte ein scharfes Knacken in der Telefonmuschel, und nun drängten sich auch alle anderen dicht heran, um das Knacken beim Öffnen und Schließen des Kontaktes zu hören.

„Wer mit Elementen eine Lichtanlage in Gang setzen will oder einen kleinen Gleichstrommotor antreiben möchte, muß sich mehrere, mindestens aber drei Elemente bauen, die er in einem Holzkasten unterbringen und hintereinanderschalten kann.“

Nun war das Interesse geweckt. Die Jungen Elektrotechniker notierten, machten sich Skizzen, und kaum war die Bastelstunde beendet, eilten sie schon hinaus, um sich alles erforderliche Material zusammenzuholen. Da war nicht einer, der in den folgenden Tagen nicht den Schutt-abladeplatz in der alten Sandgrube oder die ihm bekannten Hand-

werker des Ortes und die Bodenecken sämtlicher Onkel und Tanten besuchte, um nach Zinkblech, Elementkohle, Draht und allerlei Werkzeugen zu suchen.

Fehlerquellen :

Das Element kann nicht funktionieren, wenn sich Kohle und Zink bereits innerhalb des Gefäßes berühren, die Spannung kann sich dann bereits dort ausgleichen. Auch dürfen wir den Deckel des Gefäßes nicht aus Metall fertigen, und die Drahtklammern, die die Kohle halten, dürfen nicht zugleich das Zink berühren. Ebenfalls führt eine zu schwache Salmiaklösung nicht zu befriedigenden Ergebnissen. Saubere, gewissenhafte Arbeit ist die Vorbedingung für jede Bastelei.

Zusammenfassung :

Man prüft ein Element auf Stromfluß mit Hilfe eines Meßinstrumentes (Voltmeter, Milliampereometer) oder eines Kopfhörers, der das Öffnen und Schließen der Kontakte wahrnehmbar macht.

Wir lernen Schaltzeichen kennen

Eine Woche war vergangen. Lange vor der Zeit waren die Freunde schon wieder im Klassenraum. Jeder hatte sich einen Arbeitsplatz gesucht und packte Werkzeug und Materialien aus. Vor Heinz, Hans und Dagmar aber standen schon fertige, selbstgebastelte Elemente, von den Freunden bestaunt und von den Besitzern stolz vorgeführt.

„Schaltet sie mal hintereinander“, sagte Jürgen, „ich habe eine Taschenlampenbirne, die müßte doch dann aufleuchten.“

Das war ein Gedanke. Schnell waren die Drahtverbindungen hergestellt. Hans paßte gut auf, daß immer Zink an Kohle und Kohle an Zink geschlossen wurde. Endlich hielt Jürgen die letzten Enden an den Kontakt und das Gewinde der kleinen Glühlampe. Sie strahlte



hell, wie sie es von den Taschenlampen her kannten. Könnt ihr euch vorstellen, wie sie sich gefreut haben?“

„Bravo“, sagte da jemand hinter ihnen. Martin war unbemerkt eingetreten und freute sich mit ihnen über ihren ersten Erfolg.

Zunächst wurde das Wichtigste aus der vergangenen Bastelstunde kurz wiederholt.

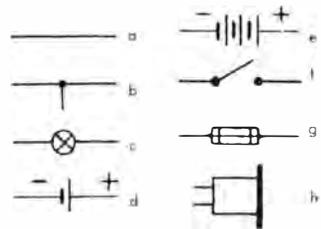
„Die kleinste elektrische Speicherzelle heißt Element, mehrere Elemente bilden eine Batterie, wie ihr es richtig erkannt und angewandt

habt. Wir messen die Spannung in Volt, die Stromstärke in Ampere und den Widerstand in Ohm . . .“ Sie hatten gut aufgepaßt und konnten alle Fragen richtig beantworten. Wenn weiterhin alles so einfach war, würde die Elektrotechnik keine allzu schwierige Wissenschaft sein. Aber Martin meinte lächelnd, daß sie späterhin doch noch viel lernen müßten. Es würde auch noch schwieriger werden, wenn sie erst tiefer in die Geheimnisse der Elektrizität eindringen.

„Wer von euch hat denn schon einmal eine elektrische Schaltskizze gesehen?“ fragte er dann und hielt ihnen ein Blatt hin. Sie sahen Linien und Knotenpunkte, Kreise und Zickzacklinien darauf und wußten im ersten Augenblick nichts damit anzufangen.

„Jeder Beruf hat seine technischen Zeichen“, fuhr Martin fort, „der Maurer braucht eine Bauskizze, der Tischler einen Plan, der Ingenieur eine genaue Zeichnung der Maschine, der Chemiker muß seine Formeln haben – alles geheimnisvolle Dinge, die dem Laien unverständlich sind, dem Eingeweihten aber sofort den Aufbau und die Funktion des Dargestellten verraten. So ist es auch in der Elektrotechnik. Hier sprechen wir von einer Schaltskizze. Wer ihre Zeichen kennt und die Skizze zu lesen versteht, kann Apparate und Schaltungen danach bauen. Eine Leitung wird durch eine Linie dargestellt. Dort, wo sich zwei Linien vereinen, sehen wir einen Punkt. Leitungen, die sich kreuzen, ohne sich zu berühren, werden durch gekreuzte Linien ohne Punkt dargestellt. Also merkt euch: Ein Punkt auf Linien der Schaltskizze bedeutet immer, daß hier zwei Leitungen miteinander verbunden sind.

Eine Glühlampe wird durch einen in die Leitung eingezeichneten Kreis mit liegendem Kreuz dargestellt. Daneben findet man meist die Voltzahl angegeben. Ein Element oder eine Batterie kennzeichnet man durch zwei quer in die Leitung eingezeichnete Striche, die verschieden lang und stark sind. Sie sollen die beiden Pole + und – angeben.



Schaltzeichen:

- a) Leitung, b) Leitungsverbindung,
c) Glühlampe, d) Element, e) Batterie,
f) Schalter, g) Sicherung, h) Kopfhörer

Je mehr solcher Strichgruppen dargestellt sind, desto mehr Elemente weist eine Batterie auf. Einen Schalter zeichnen wir durch zwei benachbarte Punkte, zwischen denen die Leitung unterbrochen ist, ein Strich führt von einem der Punkte seitwärts weg. Sicherungen, wie wir sie daheim von unserem Lichtnetz kennen, werden durch ein Kästchen mit durchgehender Leitung dargestellt. Ihre Wirkung besprechen wir noch. Unser vom letztenmal her bekannter Kopfhörer kann durch diese Zeichen skizziert werden.“

Martin zeigte eine Papptafel, worauf die Pioniere alle besprochenen Schaltzeichen sehen konnten. „Es gibt davon sehr viele“, mußten sie erfahren, „aber vorläufig genügen uns diese hier; wir werden dann nach und nach noch andere kennenlernen.“

Wieder wurden die Hefte hervorgeholt und das Neugelernte schnell eingetragen. Jetzt weiß ich erst, was die Zeichnung auf der Rückseite unseres Radioapparates bedeutet, dachte Hans, als er die Striche und Kreise in sein Heft übertrug.

Dann hatte Dagmar etwas auf dem Herzen.

„Ich habe doch hier ein Element gebaut, und es funktioniert“, sagte sie. „Aber ich habe keinen Braunstein bekommen und den Beutel einfach nur mit feinen Grudekoksstückchen gefüllt. Das Element liefert Strom.“

„Ja“, antwortete Martin, „das glaube ich dir, aber du wirst sehr bald merken, daß die Kraft des Elementes nachlassen wird, und ehe einige Wochen vergangen sind, liefert es auch bei ganz geringer Stromentnahme keine oder nur eine sehr geringe Spannung. Der Braunstein wird innerhalb des Elements dringend gebraucht. Er enthält viel Sauerstoff, der eine wichtige Aufgabe zu erfüllen hat. Auf die chemischen Vorgänge können wir uns nicht so genau einlassen. Vielleicht könnt ihr mal in einem Lexikon nachlesen, oder ihr bittet euren Lehrer, er möge euch im Chemieunterricht über die Vorgänge innerhalb des Elements erzählen. Ich weiß aber, daß der Braunstein heute mitunter schwer zu haben ist, dann müßt ihr es so wie Dagmar machen; aber sofort nach Gebrauch muß das ganze Element auseinandergenommen werden. Die Lösung kommt in eine verschließbare Flasche, und die einzelnen Teile spült ihr sauber ab und hebt sie trocken auf.“

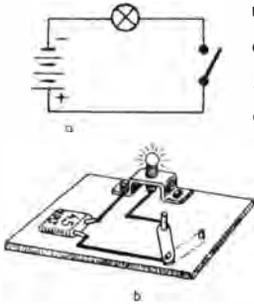
Zusammenfassung :

Die Schaltskizze zeigt den Aufbau und die Funktion einer elektrischen Schaltung. – Das Element ohne Braunstein muß sofort nach Gebrauch auseinandergenommen und die Teile abgespült und getrocknet werden.

Eine einfache Schaltung

„Heute kommen wir nun zu etwas Neuem. Wir wollen aus Drähten, einem Schalter, einer Taschenlampenleuchtbirne und einer Batterie eine einfache Schaltung aufbauen. Als Grundlage für den Aufbau verwenden wir ein glattes Brettchen, wie ihr es sicher in der Tischlerei bekommen könnt. Für die Glühlampe brauchen wir eine Fassung. In Elektrogeschäften kosten diese 15 bis 20 Pfennige; wir können uns aber mit etwas Geschick auch selbst eine Fassung herstellen. In das Grundbrett wird eine Messingschraube eingedreht und der Kopf mit einer Feile oder etwas Sandpapier blank gerieben. An diese Schraube löten wir einen Draht. Das Gewinde wird aus einem anderen festeren Drahtstück um den Lampensockel gewunden und das freie Ende des Drahtes am Grundbrett angeschraubt, so daß die Glühlampe mit dem Lötflack auf die Grundscharube drückt. Nun verbinden wir das Gewinde mit einem Pol der Batterie, den Draht der Grundscharube aber mit einer Seite des Schalters. Die andere Schalterseite wird mit dem zweiten Pol der Batterie verbunden. Dann ist die Anlage betriebsfertig. Wer keinen Schalter besitzt oder sich besorgen kann, fertigt ihn sich aus einem Blechstreifen, der an einem Ende angeschraubt, am anderen Ende hochgehoben wird. Die Kontakte sind wieder eingedrehte Holzschrauben. Hier habe ich euch eine Zeichnung mitgebracht, aus der ihr den Aufbau ersehen könnt.

Auch die Schaltskizze ist darauf abgebildet. Hier seht ihr zum ersten Male, wie sich die Schaltbilder zu einer ganzen Schaltung vereinen. Wir müssen aus der Skizze ihren Aufbau und ihre Funktion erkennen. In



*Einfache Schaltung:
a) Schaltskizze, b) Aufbau
der Schaltung*

unserem Falle liegt eine Glühlampe zwischen einer Batterie und einem Schalter, die Leitung bildet einen Kreis, einen Stromkreis. Wir werden es in Zukunft in unserer Arbeit mit vielen Kreisen zu tun haben; denn die Elektronen fließen vom negativen zum positiven Pol der Batterie. Welche Teile sie dabei passieren müssen, ist unwesentlich, sie müssen am Ende ihres Weges immer wieder zur Stromquelle zurückkehren können, sonst ist der Stromkreis offen. Er muß aber, wenn die Schaltung in Betrieb ist, geschlossen sein.“

„Das ist doch aber hier auf der Zeichnung kein Kreis, sondern ein Viereck“, warf Hilde ein, und alle Augen richteten sich fragend auf Martin.

„Gewiß“, antwortete er, „auf der Zeichnung ordnet man die Leitungsverbindungen rechtwinklig zueinander an, das sieht schöner aus und ist übersichtlicher. Der Strom fließt von der Batterie über Schalter und Glühlampe zur Batterie zurück. Das nennen wir Kreislauf. Merkt euch also den Ausdruck: Stromkreis. Später werden wir noch andere Kreise kennenlernen.“

Die Pioniere sahen auf die Zeichnung. Jürgen aber hatte sich schon ans Werk gemacht und war dabei, einige Drähte zurechtzubiegen. Hm! Eigentlich eine einfache Geschichte, solche Lichtanlage. Ob es wohl mit dem elektrischen Licht in der elterlichen Wohnung ebenso ist? – Berndt sprach diesen Gedanken aus, den sie alle hatten.

Martin nahm die Kreide und trat zur Wandtafel. Er zeichnete ein Viereck, dann ein Blitzzeichen hinein. „Das ist das Elektrizitätswerk“, erläuterte er. „Hier kommt die Leitung.“ Zwei Striche kamen aus dem Viereck heraus und liefen nach der Seite fort. „Jetzt geht die Leitung ins Haus und passiert zunächst die Sicherungen und den Zähler. Wieviel Sicherungen haben wir in der Wohnung?“

„Zwei“, sagte Joachim. „Eine!“ rief Dagmar.

„Ja, ihr habt beide recht. Manchmal werden beide Leitungen abgesichert, die Hin- und die Rückleitung, in neueren Gebäuden meist

nur die Hinleitung. Die Rückleitung nennt man ‚Null-Leiter‘. Was ist aber eine Sicherung?“

Berndt kramte in seinem Karton, endlich hielt er eine Porzellansicherung hoch. „Hier“, rief er, „hier ist eine.“

„Und wie sieht sie innen aus?“

„Wenn man sie aufmacht, kommt feiner weißer Sand heraus.“

Martin nahm Berndt die Sicherungspatrone aus der Hand, zog mit der Zange die kleine Metallkappe am Ende ab und schüttete dem Jungen den Inhalt, feinen weißen Sand, auf die Handfläche. Zwischen den winzigen Körnchen glitzerte ein dünnes Drähtchen. Die Kinder, die scharf beobachteten, sahen es sofort. „Das ist die Seele des Ganzen“, sagte Martin und nahm das Drähtchen heraus.

„Das ist ein Draht, der nicht mehr als 6 A Strom durchläßt. Nimmt die Stromstärke weiter zu, so erhitzt er sich und schmilzt. Man sagt: Die Sicherung brennt durch. Der Sand hat die Aufgabe, die entstehende Flamme zu ersticken, so daß der ganze Vorgang ungefährlich ist. Was würde aber passieren, wenn die Leitung nicht abgesichert wäre?“

„Der Strom könnte zu stark werden“, sagte Fritzchen.

„Bei Kurzschluß!“ rief Jürgen rasch.

„Was ist das eigentlich, ein Kurzschluß?“ fragte Martin dazwischen.

Fritzchen wußte es: „Wenn sich zwei Drähte berühren!“

„Ja, wenn sich Hin- und Rückleitung berühren, ohne daß der Stromverbraucher dazwischengeschaltet ist, dann ist der Widerstand im Stromkreis sehr klein.“

„Dann wird der Strom sehr groß . . .“

„Und die Sicherung brennt durch!“

„Wenn aber keine da ist?“

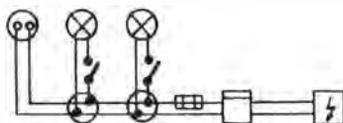
„Ja, was würde wohl passieren? Habt ihr noch nie gehört, daß Häuser abgebrannt sind, weil die Bewohner geflickte Sicherungen verwendet haben?“

„Ja“, rief Hans, „ich weiß, mein Großvater hat das früher auch gemacht.“

„Viele Leute tun das, ohne zu wissen, wie gefährlich es ist. Wird der Strom dann wirklich einmal zu stark, vielleicht, weil in einer Lampe

Kurzschluß ist, dann nützt eine geflickte Sicherung gar nichts. Sie hat ja kein feines Drähtchen mehr, das durchbrennen könnte. Die Leitung erhitzt sich an irgendeiner anderen Stelle, wird glühend, und es bricht ein Brand aus. Durchgebrannte Sicherungen sollte man wegwerfen. Wenn wir uns ein paar aufheben, dann nur deshalb, weil sich sehr gut Spulen darauf wickeln lassen. Aber zurück zu unserer Lichtanlage. Eine Leitung ist also gesichert. Das Schaltzeichen für Sicherungen habe ich vorhin gezeigt. Ich setze also in eine Leitung eins hinein. Nun sind wir in der Wohnung. Angenommen, wir haben zwei Zimmer mit je einer Lampe und außerdem einer Steckdose zu versehen. Von den beiden Hauptleitungen zweigen wir die Nebenleitungen ab und führen sie über einen Schalter an die Lampen. An die Steckdose legen wir eine Leitung direkt heran.“

Schaltskizze einer häuslichen Lichtanlage mit einer Steckdose und zwei Glühlampen mit Schalter



„Jetzt schließt sich der Stromkreis in den Lampen und in der Steckdose“, rief Hans begeistert. Er hatte als alter Tüftler längst die Zusammenhänge durchschaut, nahm jetzt Martin die Kreide aus der Hand und führte mit ein paar Strichen die Zeichnung zu Ende.

Die anderen freuten sich. Da hatte doch einer aus der Gruppe etwas Großartiges erkannt. Nun sahen sie es alle: Das Geheimnis der Stromversorgung war im Grunde genommen gar nicht so geheimnisvoll. man mußte nur wissen und erkennen. Oh, sie wollten noch so viel wissen, die Jungen und Mädchen der elektrotechnischen Arbeitsgemeinschaft, sie wollten lernen, schauen, experimentieren, sie wollten Augen und Ohren offenhalten und ihrem großen Freund willig ins Reich der Elektrizität folgen.

Viel zu schnell war die Bastelstunde herum.

Fehlerquellen :

Lockere Drahtverbindungen geben Wackelkontakte. Alle Stellen, in denen die Leitung an Geräte und Schalter herangeht, sind sauber zu verschrauben oder am besten zu verlöten. Verbrauchte Batterien lassen den Faden der Birne nur schwach glühen. Sollte die Schaltung nicht funktionieren, so sind Glühfäden, Batterie und alle Drahtverbindungen sorgfältig zu kontrollieren. Die Kontaktstellen des selbstgebauten Schalters müssen schön blank sein.

Zusammenfassung :

Der Strom fließt in jeder Schaltung im Kreise von der Stromquelle zum Verbraucher und wieder zurück. Wir sprechen deshalb von Stromkreisen. Im häuslichen Stromkreis sind die Leitungen gegen Überstrom abgesichert. - Keine geflickten Sicherungen verwenden! Brandgefahr!

Der Elektromagnet

„Habt ihr schon einmal einen Magneten gesehen?“ fragte Martin, als sie wieder beisammen waren, und sah in vorwurfsvolle, erstaunte Gesichter. Welche Frage! Wer konnte wohl nicht das meist hufeisenförmig gebogene Eisenstück, mit dem man Nägel und Nadeln anziehen kann? „Klar. kennen wir“, sagte Jürgen und zog die Mundwinkel herab.

„Ich habe selbst einen, der zieht prima!“

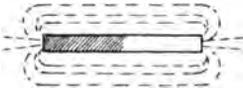
Martin hielt ihm ein Stück Rundeisen hin. „Ist das auch ein Magnet?“ fragte er.

Jürgen nahm das Eisen, betrachtete es prüfend, zog endlich ein Schächtelchen hervor, schüttete einige Schrauben auf die Tischplatte und hielt den angeblichen Magneten dazwischen. „Pöh!“ sagte er dann. „Das soll ein Magnet sein? Der zieht ja gar nicht.“

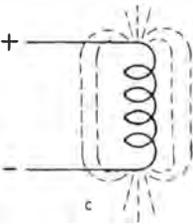
„Man kann aber einen Magneten daraus machen“, erwiderte Martin, „es ist ganz einfach und geht ganz nach Wunsch, ob einfaches Eisen oder ein Magnet.“



a



b



c

Kraftlinienverlauf:
 a) beim Hufeisenmagneten.
 b) beim Stabmagneten
 c) bei einer strom-
 durchflossenen Spule

Jetzt flunkerte er aber. – Oder . . . ?

Martin holte eine Rolle umsponnenen Draht, legte um das Eisen ein Blatt Papier und begann den Draht fein säuberlich auf das Eisen zu wickeln.

„Was mache ich jetzt?“

„Du wickelst den Draht herum.“

„Ja; aber was entsteht, wenn man einen Draht gleichmäßig aufwickelt?“

Sie wußten es nicht.

„Habt ihr noch nie den Ausdruck ‚Spule‘ gehört?“

Doch, natürlich hatten sie das. Die Mädchen kannten Spulen von der Nähmaschine ihrer Mutter her, die Jungen hatten zum Drachensteigen Garnspulen verwendet. Was sollte das aber hier in der Arbeitsgemeinschaft für Elektrotechnik?

„Der Magnet sendet Kraftlinien aus, die bestrebt sind, alles Eisen in ihre Richtung zu gruppieren. Hält man einen Magneten unter ein mit Eisen-

feilspänen bestreutes Blatt Papier, so kann man sehen, wie sich das Eisen gruppiert. Die Kraftlinien, die an sich unsichtbar sind, kann man dadurch sichtbar machen. Und jetzt kommen wir zu unserer Spule zurück. Eine Spule, durch die ein Strom fließt, weist ebenfalls Kraftlinien auf – wie ein Magnet.“

Martin befestigte den Draht auf der Spule mit einem Faden und zwackte den übrigen mit einer Kombizange ab. „Was muß also jetzt passieren, wenn der Strom durch die Spule fließt?“

„Das Eisen muß magnetisch werden“, sagte Hans lächelnd.

Martin nahm eine Batterie, befestigte an ihren Polen die Drähte der Spule und näherte diese dem Kästchen mit den Schrauben. Sofort entstand dort eine große Aufregung: Einige Schraubchen hüpfen gegen das magnetische Rundeisen, eine große Schraube folgte behäbig, indes die Messingteile in der Schachtel unbeteiligt liegenblieben.

Martin hob die Spule hoch, die Schrauben folgten willig. Da aber riß die Verbindung zur Batterie, und alles purzelte in die Schachtel zurück. Alle lachten darüber, denn es sah zu komisch aus.

„Dieses Ding heißt Elektromagnet“, erklärte Martin, „man verwendet ihn im großen auf Schrottplätzen, um Eisen aus anderen Metallstücken herauszusuchen. Er zieht ja nur Eisen, Stahl, Kobalt und Nickel an, alles andere kümmert ihn nicht. Für uns ist der Elektromagnet auch sehr wichtig. Wir werden ihn beim Telefon wiederfinden, beim Morseapparat, bei der elektrischen Klingel, beim Motor; alles beruht auf der Wirkung der stromdurchflossenen Spule. Diese Magnetwirkung nennt man magnetische Induktion. Merkt euch diesen Namen, er ist sehr wichtig und taucht später immer wieder auf.“

Wir wollen uns zu Hause jeder einen Elektromagneten wickeln. Wir nehmen dazu eine leere Zwirnrolle, die wir uns von der Mutter geben lassen, und schneiden zunächst in den Rand zwei Kerben, um den Draht darin festzulegen. Dann wickeln wir etwa 70 bis 100 Windungen eines mittelstarken isolierten Spulendrahtes darauf. Das ist ein Draht, der entweder umspinnen oder durch einen dunkelbraunen glänzenden Lack isoliert ist. Die Isolation muß fehlerfrei sein, sonst sucht sich der Strom später einen kürzeren Weg, und es kommt nur ein Teil der Windungen zur Wirkung. Die Enden des Drahtes werden durch die Kerben gezogen. Die fertige Spule bekommt einen Schutzüberzug aus Garn oder Igelitstreifen, damit der empfindliche Draht nicht so leicht beschädigt werden kann. Nun stecken wir in das Loch der Garnrolle ein passendes Stück Rundeisen, etwa einen Schraubenbolzen oder einen langen Niet, es kann auch sehr gut Eisendraht Verwendung finden, von dem man so viele gleich lange Stückchen einschiebt, bis das Loch der Spule fest damit ausgefüllt ist. An einer Seite läßt man den Spulenkern, so nennt man die Eisenfüllung, etwas hervorstehen und feilt ihn schön glatt. Nun könnt ihr mit einer Batterie den Elektromagneten prüfen, ob er in Ordnung ist und gut zieht.“

Die Schüler hatten das Experiment aufmerksam verfolgt, das teils an der Tafel, teils praktisch vorgeführt worden war. Einige hatten sich mit wenigen Strichen das Wesentlichste skizziert. „Ich kann

Zwirnrollen beschaffen“, rief Hilde, „wer eine braucht, kann zu mir kommen!“ – „Ich!“ riefen zwei, drei andere. Es dauerte eine Weile, ehe Martin wieder zu Wort kam. Als sie ihn aber ansahen, bemerkten sie in seiner Hand eine fertig gewickelte Spule, die auf einem Brettchen befestigt war. Sollte noch etwas Neues kommen ?

Fehlerquellen :

Alle Spulen müssen schön gleichmäßig, Windung neben Windung und Lage auf Lage, gewickelt werden, wenn ihre Induktion gut sein soll. Der Spulendraht muß gut isoliert sein (Lack, Gespinst oder Kunststoff), sonst sucht sich der Strom Nebenwege. Hält der Magnet auch noch nach dem Öffnen des Stromkreises Eisenteile fest, so ist etwas Magnetismus im Eisen zurückgeblieben. Diese Erscheinung tritt vor allem bei hartem Stahl auf. (So entsteht ja der Dauermagnet!) Für den Kern des Elektromagneten nimmt man deshalb möglichst weiches Eisen (mit der Feile prüfen!). Alte, schwache Batterien sind für den Elektromagneten meist unbrauchbar.

Chemisch reines Eisen (Fe) kann in der Industrie nicht verwertet werden, weil es so weich ist, daß man es mit dem Fingernagel einritzen kann. Das in unseren Hochöfen gewonnene Eisen enthält weniger oder mehr Kohlenstoff. Unter weichem Eisen versteht man solches mit wenig Kohlenstoffgehalt. Der Stahl wird um so härter, je mehr Kohlenstoff er enthält.

Zusammenfassung :

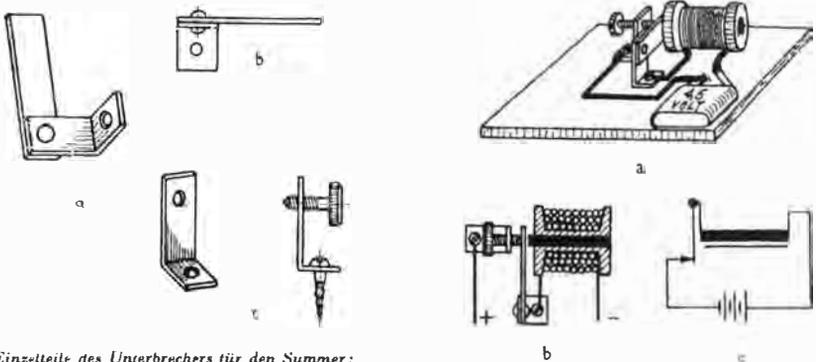
Eine Spule, durch die ein Strom fließt, weist ebensolche Kraftlinien auf wie ein Magnet. Der Elektromagnet besteht aus Spule und Kern und wird in der Industrie angewandt, um Eisen von anderem Metallschrott zu trennen.

Der Summer

„Aus dem Elektromagneten können wir einen einfachen Apparat bauen“, sagte Martin und wies auf Spule und Brettchen. „Stellt euch vor, wir lassen den Magneten keine Schrauben und Nägel, sondern ein federndes Plättchen anziehen. Was geschieht, wenn wir nicht dauernd einen ruhigen Strom durchschicken, sondern nur einzelne Stromstöße?“

„Das Plättchen wird angezogen und wieder losgelassen.“

„Ja, es vollführt eine schwingende Bewegung, je nachdem, wie schnell die Stromstöße aufeinanderfolgen. Die Stromstöße kann man durch einen in die Leitung geschalteten Klingelknopf auslösen. Jedesmal, wenn man ihn niederdrückt, fließt Strom. Vor vielen Jahren, als die Elektrotechnik noch in den Kinderschuhen steckte, hat man sich Gedanken darüber gemacht, wie man das Niederdrücken des Knopfes sparen kann, und ist daraufgekommen, diese Arbeit vom Schwingplättchen selbst ausführen zu lassen. Das Plättchen leistet doch eine Arbeit, wenn es in seine Ruhelage zurückschwingt, und diese Arbeit kann man ausnutzen. Man braucht nur einen Kontakt so anzubringen, daß ihn das Plättchen in der Ruhelage berührt. Wenn man dann den Strom, der durch den Kontakt in das Plättchen fließt, von dessen



Einzelteile des Unterbrechers für den Summer:
a) Haltewinkel mit Schwingplättchen, b) Draufsicht,
c) Haltewinkel mit Kontaktschraube

Summer: a) Gesamtaufbau, b) Draufsicht mit
Spulenlängsschnitt, c) Schaltzeichen

hinterem Ende an die Spule leitet und dann wie immer zur Batterie zurück, so passiert folgendes: Der Strom fließt, der Magnet bekommt Kraft, zieht das Schwingplättchen zu sich heran und löst es dadurch vom Kontakt ab. Da jetzt aber kein Strom mehr fließen kann, verliert der Magnet wieder seine Kraft und kann das Schwingplättchen nicht mehr festhalten. Dieses kehrt daher in seine Ruhelage zurück.“

„Aber da kommt es doch wieder an den Kontakt!“ rief Hans.

„Richtig.“

„Und der Magnet bekommt doch wieder Kraft.“

„Ganz richtig.“

„Aber dann wird doch das Plättchen wieder angezogen.“

„Und?“

„Und?“ – Die Schüler sahen sich an. Fritzchen lächelte.

„Na, Fritzchen?“

„Dann geht das Plättchen wieder vom Kontakt weg, und der Magnet bekommt keinen Strom mehr.“

„Aber das ist ja immer dasselbe!“

„Das geht ja bis in alle Ewigkeit hin und her!“

Jeder hatte plötzlich dazu einen Gedanken.

„Halt!“ rief Martin. „Bis in alle Ewigkeit geht’s ja nun nicht. Das Plättchen geht so lange hin und her, bis der Strom abgeschaltet wird oder die Batterie verbraucht ist. Die Schwingungen folgen nun so rasch, daß dabei ein summender Ton entsteht, der verschieden hoch ist, je nachdem, ob das Plättchen schnell oder langsam unterbricht. Gute Apparate unterbrechen tausendmal in einer Sekunde.“

„Tausendmal?“

„Ja, wir wollen aber froh sein, wenn unser Apparat es auf fünfzig bis achtzig bringt. – Nun muß das Ding aber auch einen Namen haben. Was meint ihr wohl, wie man diesen Apparat nennt?“

„Unterbrecher“, meinte Dagmar.

„Ja, so heißt das Schwingplättchen mit dem Kontakt. Man nennt beide sogar Selbstunterbrecher, weil sie ohne unser Zutun von allein die Geschichte in Gang halten, sobald Strom fließt. – Aber der ganze Apparat heißt Summer.“

Wir können ihn zur Übertragung von Signalen verwenden, etwa im Morseverkehr. Wir sind auch in der Lage, ihn daheim statt einer elektrischen Klingel zu benutzen. Es gibt dann nur ein summendes Geräusch, wenn jemand auf den Klingelknopf drückt.

Wenn wir uns aus dem Elektromagneten einen Summer bauen, dann müssen wir auf einem Brettchen die Spule mit dem Eisenkern, das Schwingplättchen mit einem Haltewinkel und den Kontakt anbringen. Als Kontakt verwenden wir eine Schraube, die in einen kleinen Blechwinkel eingeschraubt ist und mit der Spitze gegen das Schwingplättchen drückt. An dieser Spitze muß man eigentlich einen winzigen Silber- oder Platinstift anbringen, weil sich beim Unterbrechen Funken bilden, die allmählich das Metall verbrennen, das dann einen schlechten Kontakt bildet.

Vielleicht hat der eine oder andere von euch in seiner Bastelkiste alte Kontakte, auf denen solche Spitzen befestigt sind. Die lassen sich herausschneiden und an der Schraube festlöten.

Der Summer arbeitet allerdings auch ohne diese Kontakte. Nur muß dann nach einiger Zeit die Kontaktschraube etwas seitlich verstellt werden, damit ihre Spitze auf eine andere Stelle des Schwingplättchens aufliegt und wieder ein guter Kontakt da ist. Die Haltewinkel für Schraube und Schwingplättchen fertigen wir am besten aus Messing- oder Kupferblech. Eisenblech tut es auch, leitet aber den Strom nicht so gut. Das Schwingplättchen muß jedoch aus Eisen oder Stahl sein, sonst wird es ja nicht angezogen. Wer anderes Blech dazu verwendet, muß vorn, gegenüber dem Magnetkern, ein Loch bohren und dort einen kleinen Niet oder ein Eisenschraubchen einstecken und mit einem Hammer plattschlagen. Die Haltewinkel bekommen unten am Fuß eine Bohrung, damit wir sie am Grundbrettchen anschrauben können. An diesen Schrauben werden die Drahtverbindungen mit befestigt, und zwar am Fuß der Halteschraube die Verbindung zur Batterie, am Fuße des Schwingplättchens ein freies Drahtende der Magnetspule. Das andere Spulenende geht wieder zur Batterie zurück. Das Schwingplättchen muß etwa 1 mm vom Magnetkern abstehen. Die Kontaktschraube drückt leicht dagegen. Durch eine kleine Drehung können wir

den Druck verringern oder verstärken und dadurch den Ton des Summers verändern. Die Kontaktschraube feilen wir vorn spitz.“

Inzwischen hatte Martin die vorbereiteten Einzelteile aus seiner Tasche geholt. Die Schüler mußten sie auf das Brettchen halten und festschrauben. Die Drahtverbindungen wurden gelegt, endlich die Batterie angeschlossen.

„Er summt, er summt!“

Freilich summte er, und wie schön er summte! Als sie nach Hause gingen, hatten sie den Kopf voller Pläne.

Fehlerquellen:

Wenn der Summer nicht arbeitet, können mehrere Fehler vorliegen:

- a) das Schwingplättchen ist zu dick und muß durch ein feineres ersetzt werden
- b) das Schwingplättchen steht zu weit vom Magnetkern ab
- c) das Schwingplättchen liegt am Magnetkern an
- d) die Kontaktschraube drückt zu stark oder zu schwach gegen das Plättchen
- e) die Magnetspule ist nicht in Ordnung (innerer Kontakt, zuwenig Windungen, Kraft des Magneten prüfen!)
- f) der Strom ist zu schwach, neue oder mehrere Batterien benutzen
- g) die Kontakte sind schlecht, alle Berührungspunkte der Anlage schön blank schmirgeln
- h) das Plättchen oder der Kern besteht nicht aus Eisen
- i) die Spitze der Kontaktstelle ist durch Funkenbildung verbrannt.

Zusammenfassung:

Der Selbstunterbrecher (Schwingplättchen) vor dem Elektromagneten leistet eine Arbeit, die wir uns im Summer zunutze machen können. Der Summer besteht aus dem Elektromagneten und dem Selbstunterbrecher, die beide fest auf ein Grundbrettchen montiert sind.



Liebe junge Freunde!

Bisher habt ihr nun an all unseren Arbeiten teilgenommen und euch mit uns gefreut, als das Element Strom lieferte, als der Elektromagnet Kraft bekam und der Summer lustig sein Lied sang. Ihr würdet gewiß weiterhin gern immer mit dabei sein, wenn die Gruppe zusammenkommt.

Aber ich glaube, auf die Dauer würde es euch langweilig werden; denn wir können nicht jedesmal mit etwas Neuem beginnen. Was meint ihr wohl, wie lange es dauerte, bis alle ihre Summer fertig hatten und diese endlich funktionierten! Auch bei uns gibt es Murkspeter, die ihre Spulen liederlich wickeln, bei denen alle Kontakte locker sind und die dann den Mut verlieren und am liebsten aufhören wollen; aber dann hat es doch wieder Spaß gemacht, wenn mit gegenseitiger Hilfe alles in Ordnung gebracht war. Schließlich haben es alle eingesehen,

daß die Arbeiten sorgfältig ausgeführt werden müssen, wenn man Erfolg haben will. In unseren volkseigenen Betrieben werden Wettbewerbe durchgeführt, um die Qualität zu verbessern, da können wir als Junge Pioniere doch nicht zurückstehen.

Seid mir also nicht böse, wenn ich euch von nun an nur noch von neuen Bastelarbeiten berichte! Sonst müßte ich ein Buch schreiben, das in keinen Bücherschrank mehr paßt, und damit würdet ihr doch nichts anfangen können.

Wieder war ein Donnerstag gekommen. Wieder waren die Kinder in der Schulklasse versammelt, hatten ihr Werkzeug bereitgelegt und lauschten auf die Worte Martins.

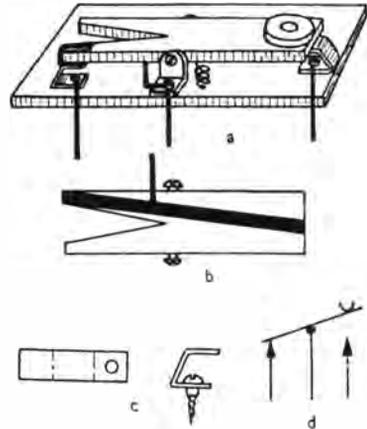
„Unseren Summer können wir zu Klingelanlagen verwenden, wir können Signale damit geben; aber das Beste ist doch, aus einem Summer einen Morseapparat zu bauen. Dann brauchen wir nur eine Leitung zu legen, die Morseschrift zu lernen und können uns von einem Haus zum anderen unterhalten, als ob wir nebeneinander säßen.

Um morsen zu können, braucht man vor allem einen Taster. Wir bauen ihn natürlich wieder selbst. Ein Druckknopf, wie ihr ihn für elektrische Klingeln kennt, genügt als Taster, wenn auf einer Station nur gesendet, auf der anderen nur empfangen wird. Wir brauchen dann nur die Zuleitung entsprechend länger zu machen und den Summer an einem anderen Orte aufzubauen. Aber wir wollen doch von beiden Seiten senden und empfangen können. Dazu brauchen wir einen Taster mit drei Anschlüssen, damit der ankommende Strom auch einen Weg findet. Wir nehmen wieder ein gehobeltes Brettchen als Grundplatte und besorgen uns als Bauteile eine ungelochte Wäscheklammer, einen Holzknopf, acht Schräubchen, vier etwa 5 cm lange Blechstreifen sowie einen schmalen Metallstreifen, der 4 cm länger als die Klammer sein soll. Er kann zur Not auch durch einen blanken Kupferdraht ersetzt werden. Schließlich brauchen wir einen kleinen Nagel und eine kleine, 3 bis 4 cm lange Spiralfeder.

Zwei der kleinen Metallstreifen biegen wir uns zu Haltewinkeln, wie wir sie vom Summer her kennen. Sie bekommen zwei Bohrungen zum Durchführen der Schräubchen. Die anderen kleinen Blechstreifen

dienen als Kontakte, werden nur einmal gelocht und zweifach so gebogen, daß sie bei einem Druck von oben leicht federn. Sie sehen aufgeschraubt von der Seite einem C ähnlich. Der Holzknopf wird ziemlich weit vorn auf die breite Seite der Wäscheklammer geschraubt. An der gleichen Schraube befestigt man den langen Blechstreifen, legt ihn dann unten um die Klammer herum bis zu einer der beiden Spitzen, biegt ihn wieder herum und befestigt ihn dort mit einem Schraubchen oder einem Reißnagel. Das Blech muß natürlich vorher gebohrt werden. Unter der Klammer lötet man an den Blechstreifen einen Drahtanschluß. Wer keine Gelegenheit zum Löten hat, muß diesen Kontakt fest anschrauben. Merkt euch überhaupt eins: Die beste Verbindung ist die Lötverbindung, dann folgt die geschraubte Verbindung, alles andere, besonders das einfache Herumwickeln des Drahtes, ist zu vermeiden, weil sich das Metall an der Luft mit einer feinen Oxydschicht überzieht, die dem Strom einen Widerstand bietet. Ihr habt keine Freude daran. Jede elektrotechnische Arbeitsgemeinschaft sollte daher danach trachten, sich einen elektrischen LötKolben anzuschaffen, den man heute schon für 9 bis 10 DM überall kaufen kann.

An die vorbereitete Wäscheklammer werden nun etwas hinter der Mitte seitwärts die Haltewinkel angeschraubt. Diese dürfen nicht zu fest sitzen, damit der Taster gut beweglich ist. Dann halten wir die Klammer auf das Brettchen, zeichnen uns ihr vorderes und hinteres Ende auf und befestigen dort jeweils einen Kontakt, an dem auch wieder die Drahtverbindung angeschraubt werden muß. Dann wird dicht vor die Haltewinkel, mitten unter der Klammer, ein kleiner Nagel in das Brettchen geschlagen und die Feder darübergesteckt. Der Nagel soll



Morse-taster: a) Gesamtansicht, b) die Taste von unten, c) Kontaktblech vorgezeichnet und gebogen, d) Schaltbild

verhindern, daß die Feder nach der Seite herausspringt, wenn sie zusammengedrückt wird. Nun können wir zum Abschluß die Klammer fest daraufdrücken und die Haltewinkel am Brettchen anschrauben. Der Taster ist in Ordnung, wenn der Blechstreifen, der unter der Klammer entlangläuft, gegen den hinteren Kontakt gedrückt wird. Beim Niederdrücken der Taste (Druck auf den Holzknopf) muß sich der hintere Kontakt lösen und der Blechstreifen den vorderen Kontakt berühren. Ist das nicht der Fall, dann müssen die Kontaktstreifen so lange zurechtgebogen werden, bis der Taster einwandfrei arbeitet. Der Drahtanschluß vom Blechstreifen der Klammer aus wird um die Fußschraube eines Haltewinkels gelegt und mit befestigt, damit die Lötstelle nicht unnötig bewegt und schließlich abgebrochen wird. Nun haben wir also drei Anschlüsse.

In der nächsten Woche werden wir den Aufbau der Station besprechen. Bis dahin baut erst alle einmal eure Taster.“

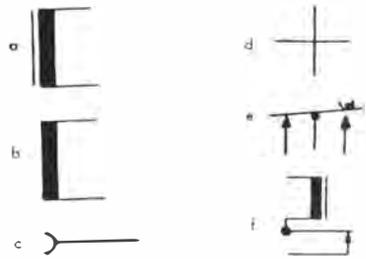
Martin hatte, wie es seine Gewohnheit war, während der Erklärung die Bauskizze an die Tafel gemalt und die einzelnen Teile, die er fertig mitgebracht hatte, vorgezeigt. Es bedurfte nur noch ein wenig Arbeit mit dem Schraubenzieher, und das Modell war fertig. Er schloß dann eine Batterie sowie eine Glühlampe an, sie blinkte beim Niederdrücken der Taste auf, und Martin gab mehrere Zeichen.

„Wenn ihr die Anschlüsse sicher verlegen wollt, so besorgt euch drei Steckbuchsen, die ihr am Grundbrett befestigen müßt. Dann braucht ihr an der Anschlußleitung nur entsprechende Stecker anzubringen und habt sofort die Verbindung hergestellt.“

Martin zeigte den Schülern eine Steckbuchse mit ihren Haltemuttern sowie die dazugehörigen Stecker, die Bananenstecker heißen. Dann wurde die Skizze an der Tafel wieder abgelöscht, und als Abschluß der Bastelstunde kamen einige neue Schaltzeichen an die Reihe.

„Wir haben die Spule kennengelernt und zum Elektromagneten ausgebaut. Eine Spule wird als einfache Spirale mit zwei Anschlüssen gezeichnet. Ein Strich daneben bedeutet den Eisenkern. Es gibt auch Spulen, die als Widerstände gedacht sind. Sie werden zum Unterschied durch eine Zickzacklinie angedeutet.“

Ihr müßt euch bei den Schaltzeichen überhaupt merken, daß man nur das Wesentliche der Teile und Geräte aufzeichnet, um das Schaltbild recht übersichtlich zu machen. Außerdem sind diese Zeichen vielfach international. Jeder Techniker kennt sie, ganz gleich, aus welchem Lande er stammt und welche Sprache er spricht. Die vorhin erwähnte Steckbuchse zeichnet man als kleinen Halbkreis



Schaltzeichen: a) Spule mit Kern, b) Spule ohne Kern, c) Steckbuchse, d) Leitungskreuz ohne leitende Verbindung, e) Morsetaster, f) Summer, Schaltzeichen und Kurzzeichen

auf das Leitungsende. Zur Wiederholung sei nochmals die Leitungskreuzung ohne Verbindung erwähnt. Denkt daran, daß Leitungen, die miteinander verbunden sein sollen, immer in einem Punkt zusammenlaufen! Fehlt der Punkt, so heißt das, die Drähte dürfen sich nicht berühren. Der Morsetaster wird durch ein doppeltes Schalterzeichen angedeutet. Der Taster hat drei Anschlüsse. Vorn auf den Schalterbalken wird ein Häkchen aufgesetzt. Das Zeichen für den Summer setzt sich zusammen aus Spule mit Kern, Schwingplättchen und Kontakt. Da dieses Zeichen für manche Zwecke zu umständlich ist, hat man für den Summer noch ein Kurzzeichen eingeführt, einen Halbmond mit zwei an die Rundung angesetzten Kontakten.“

Eifrig wurden die neuen Schaltzeichen ins Heft eingetragen.

Fehlerquellen:

Ein nach Vorschrift gebauter Taster arbeitet einwandfrei. Es ist darauf zu achten, daß keine Nebenkontakte entstehen. Metallspäne gründlich wegblasen! Achtung! Bleistiftstriche auf dem Grundbrett bilden Kriechwege für den Strom.

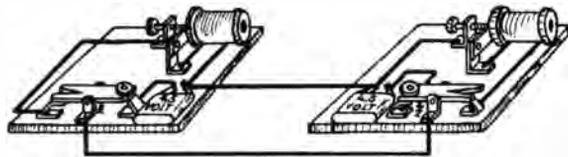
Zusammenfassung:

Der Morsetaster hat drei Anschlüsse. Die beste Verbindung ist die Lötverbindung, alles andere ist nur Ersatz.

Die Morsestation

Bald reichte ein Nachmittag in der Woche für die Arbeit der Jungen Elektrotechniker nicht mehr aus. Sie trafen sich auch an anderen freien Nachmittagen, dann aber meistens bei Jürgen, der sich in seinen Zimmer daheim eine richtige Bastelecke eingerichtet hatte. Hier saßen sie manchmal bis in den Abend hinein, arbeiteten und knobelten sich immer neue Dinge aus. Alle Bücher, in denen irgend etwas über Elektrizität zu lesen war, wurden beschafft, durchgestöbert und die Schaltbilder genau abgezeichnet. Die Teile der Morsestation hatten sie fertig zusammengestellt; aber wie man sie schalten mußte, wie man miteinander Morseverkehr aufnehmen konnte, das war nirgends zu erfahren, wie sehr sie auch suchten und fragten. So sahen sie der nächsten Bastelstunde mit Spannung entgegen; denn Martin hatte versprochen, den Aufbau der Gesamtanlage zu behandeln. Dieser Sache galt auch sofort die erste Frage.

„Der Aufbau der gesamten Schaltung ist nicht schwer“, erklärte er, „wir brauchen für jede selbständige Station einen Summer, einen Taster und eine Batterie. Von einer Station zur anderen führen zwei Drähte. Dabei werden beide Taster mit den Mittelanschlüssen verbunden. Die Vorderanschlüsse gehen jeweils an einen Pol der Batterie, die hinteren Tasterkontakte werden mit dem Summer verbunden. Der



a

Morseanlage aus zwei Stationen: a) Aufbau, b) Schaltbild



b

zweite Summeranschluß läuft an den freien Anschluß der Batterie und von dort aus zum gleichen Anschluß der anderen Station. Der Strom nimmt dann folgenden Weg: Station A drückt den Taster, dann fließt der Strom aus der Batterie A über die Außenleitung zum Summer B, weiter durch den hinteren und mittleren Kontakt des Tasters B über die zweite Außenleitung durch mittleren und vorderen Kontakt des Tasters A zurück zur Batterie A. Eine Station sendet (gibt), die zweite empfängt. Umgekehrt kann ebenso Station B senden und Station A empfangen.

Der Morseverkehr wird durch längeres und kürzeres Niederdrücken der Taste abgewickelt. Es entstehen dadurch Stromstöße, die man als kurze und lange Summertöne hört, beziehungsweise als Striche und Punkte aufzeichnen kann.

Aus langen und kurzen Zeichen hat Samuel Morse im vorigen Jahrhundert das Morsealphabet entwickelt, mit dem man sich regelrecht unterhalten und Nachrichten übermitteln kann.

Das Morsealphabet müßt ihr euch aufschreiben und lernen, wenn eure Arbeit mit den Stationen überhaupt einen Sinn erhalten soll.“

Eine Anlage wurde aufgebaut, Martin drückte die Taste der Station A: „Punkt Strich – Punkt Strich – Punkt Strich.“ Der Summer der Station B tönte: „kurz lang – kurz lang – kurz lang.“ „Das war dreimal der Buchstabe a“, sagte Martin. „Das geheimnisvolle tüt-tüüüt, das ihr oft im Radio hört, vor allem auf Kurzwelle, besteht aus lauter Morsezeichen.“

„Wir müßten das lernen“, schlug Hilde vor, „in jeder Bastelstunde vier bis fünf neue Zeichen, dann könnten wir in ein paar Monaten richtig morsen.“

„Ach was“, rief Heinz, „wir machen uns eine Liste und lesen ab, dann geht uns nicht so viel Zeit verloren.“

„Das kann eine schöne Sucherei werden.“

„Hilde hat recht“, sagte Jürgen, „halbe Sachen machen wir nicht.“

„Die morsen sehr schnell im Radio“, wandte Hans ein. „Habt ihr’s schon mal gehört? – Wenn man die Zeichen da nicht auswendig kann, kommt man nicht mit.“

Morsealphabet	a	· —	i	· · ·	r	· — ·
	ä	· — · — ·	j	· — — —	s	· · ·
	b	— · · ·	k	— · — ·	t	—
	c	· — · · ·	l	· — · · ·	u	· · —
	ch	— — — —	m	— — —	ü	· · — —
	d	— · ·	n	— ·	v	· · · —
	e	·	o	— — — —	w	· — — —
	f	· · · — ·	ö	— — — ·	x	— · · ·
	g	— — ·	p	— — — —	y	— · — —
	h	· · · ·	q	— — · —	z	— · — ·
Ziffern:	1	· — — — —	5	· · · · ·	8	— — — · ·
	2	· · — — —	6	— · · · ·	9	— — — — ·
	3	· · · — —	7	— — · · ·	0	— — — — —
	4	· · · · ·				
Zeichen:	Punkt	· — · — · —	Komma	— — · — — —		
	Fragezeichen	· · — — ·				
Betriebszeichen:						
	Irrung	· · · · · ·	Verstanden	· · — · (ve)		
	Warten	· — · · · (eb)	Anfangs-			
	Schluß-		zeichen	— · — · — (ka)		
	zeichen	· — · — · (ar)				

„Wißt ihr was?“ sagte Dagmar. „Wenn wir ins Sommerlager kommen, nehmen wir unsere Morseapparate mit und verbinden die Zelte miteinander.“

Das war ein Gedanke! Natürlich, das würde man tun! Das war einmal etwas ganz Neues! Zeltlager mit Nachrichtenverbindung! Also wurde beschlossen: Wir lernen morsen!

Fehlerquellen:

Niemals die Tasten beider Stationen zu gleicher Zeit drücken, dann gibt es keinen oder nur fehlerhaften Empfang. Sind Summer und Taster in Ordnung und alle Drahtverbindungen ordentlich gelegt, muß der Verkehr klappen. Bei Stromunterbrechung alle Leitungen auf Bruch prüfen!

Zusammenfassung:

Der Morseverkehr wird durch längeres oder kürzeres Niederdrücken der Taste abgewickelt. Die Verständigung geht in einem Punkt-Strich-System vor sich. Für Zeltlager und Expeditionen bietet die Morseanlage eine ideale Verständigungsmöglichkeit, vorausgesetzt, daß man über genügend Draht verfügt.

Was ist Frequenz?

„Wir haben gelernt“, sagte Martin ein andermal, „daß der Strom von einem Pol der Batterie zum anderen fließt, daß er also ständig den gleichen Kreislauf vollführt. Diesen Strom nennt man daher Gleichstrom.“

Unser Lichtnetz wird aber mit einem anderen Strom gespeist, der die Bezeichnung Wechselstrom trägt. Warum heißt er wohl so? – Nun, ich will es euch sagen. Er fließt nicht wie der Gleichstrom nur in einer Richtung durch den Draht, sondern er wechselt die Pole und damit die Flußrichtung fortwährend. Was eben der Pluspol (+) war, ist einen Moment später der Minuspol (—) und umgekehrt; diesem dauernden Wechsel verdankt dieser Strom seinen Namen.“

„Wie oft wechselt er denn die Richtung?“ fragte Hilde.

Martin lächelte. „Wie oft meint ihr wohl?“ erwiderte er.

„Vielleicht jede Minute?“

„Alle drei Minuten?“

„Alles falsch“, sagte Martin, „unser Netzstrom wechselt 50mal in der Sekunde seine Richtung.“

„Oooch!“

„Ja, ihr staunt. Ihr denkt, 50mal in der Sekunde, so schnell kann man gar nicht denken; aber unser Netzstrom ist dabei noch ein sehr langsamer Wechselstrom. Es gibt Wechselströme, die 60 000mal und öfter in der Sekunde die Richtung ändern. – Wir wollen uns gleich die Fachausdrücke dazu aufschreiben“, fuhr Martin fort. „Das Wechseln der Stromrichtung bezeichnen wir mit dem Wort *F r e q u e n z*, gemessen wird dieser Vorgang in *H e r t z* (Hz). Unser Netzstrom hat eine Frequenz von 50 Hz, das heißt, er wechselt in der Sekunde 50mal seine Richtung. Wenn ihr jetzt also hört, daß ein Strom eine Frequenz von 3000 Hz hat, was wißt ihr dann?“

„Daß er 3000mal in der Sekunde seine Richtung ändert“, sagte Joachim. „Beim Wechselstrom unterscheiden wir Hochfrequenz und Niederfrequenz, je nachdem, ob er schneller oder langsamer die Richtung wechselt. Die Niederfrequenz können wir hören. Unser Netzstrom beispielsweise würde einen ganz bestimmten Ton von sich geben, den Ton von 50 Hz. Ein Eisenstab, der, wenn er angeschlagen wird, ebenfalls 50 Schwingungen ausführt, würde den gleichen Ton von sich geben. Wie können wir nun aber den Ton unseres Lichtstromes hörbar machen?“

„Wir müssen einen Kopfhörer in die Steckdose bringen“, rief Dagmar.

„Der würde dir um die Ohren fliegen“, erwiderte Hans. „Ich habe alles schon probiert; was denkst du, wie heiß der wird und was der für einen Krach vollführt! Der ist hin für immer.“

Martin nickte ihm zu. „Er hat recht“, sagte er, „der Netzstrom ist Starkstrom. 110 oder 220 V können einen Menschen töten, vor allem, wenn er auf feuchter Erde steht oder nasse Hände hat. Daran sollt ihr immer denken. Hände weg vom Netzstrom, solange ihr noch nicht genau damit Bescheid wißt! Starkstrom birgt viele Unfallgefahren. Er kann, unsachgemäß geleitet, ganze Häuser in Brand stecken. In Steckdosen gehören nur die dafür vorgesehenen Geräte, wie Bügel-eisen, Staubsauger, Radio, Kocher oder Tischlampen. Selbstgebastelte

Apparate dürfen nicht mit Starkstrom in Berührung kommen, auch keine Schwachstromanlagen, wie Klingeln, Morsestationen, Telefone und Kopfhörer. Für diese Dinge muß man die Spannung herabsetzen; denn dazu braucht man nur ein paar Volt, beispielsweise 4 oder 8 V. Dafür gibt es ein kleines Gerät, das den Namen Umspanner oder Transformator führt. Ihr bekommt dieses Gerät als Klingeltransformator im Handel. Er liefert wahlweise 3 oder 5 oder 8 V. Der Besitz eines Transformators wird euch viel Freude machen. Ihr könnt kleine Lichtanlagen damit in Betrieb setzen, Spielzeugmotoren treiben, Klingel- und Morseanlagen ohne Batterien in Gang bringen und vieles mehr.“
Martin holte aus der Tasche ein kleines, graues Kästchen, das an beiden Seiten Anschlußklemmen hatte. Auf dem Deckel bemerkten die Kinder ein Schild:

Klingeltransformator nach	
Vorschrift des VDE	
220/110 V	50 ~
3 / 5 / 8	
Leistung etwa 1 Ampere	
Leerlaufverbrauch unter 0,5 Watt	

„Wenn ihr ein elektrisches Gerät bekommt, dann müßt ihr als angehende Fachleute zuerst immer das Typenschild suchen.“

Martin zeigte allen das Kästchen.

„Das Typenschild unterrichtet uns in den meisten Fällen, womit wir es zu tun haben, welche Spannung wir anlegen dürfen und was man von dem Gerät für eine Leistung erwarten kann. Hier steht: Klingeltransformator nach Vorschrift des VDE. Die Abkürzung VDE heißt: Vorschriftenwerk Deutscher Elektrotechniker. Ihr werdet die Abkürzungen auf fast allen Schaltern, Steckdosen, Fassungen, die mit Starkstrom zu tun haben, entdecken. Die Voltzahl 220/110 gibt an, daß das Gerät sowohl mit einer Spannung von 220 V als auch von 110 V betrieben werden kann. Man hat dann entweder zwei verschiedene

Klemmen im Innern oder kann den Anschluß zum Transformator verändern. Auf jeden Fall muß vor Inbetriebnahme des Gerätes der Innenanschluß genau mit der vorhandenen Netzspannung übereinstimmen, sonst brennt der Trafo, wie man ihn abgekürzt nennt, durch, oder er liefert nur die halben Spannungswerte. Die Zahl 50 mit der Schlangenlinie bezeichnet die Frequenz. 3/5/8 sind die wahlweise gelieferten Kleinspannungen. Unten sehen wir die Leistung und den Stromverbrauch des Geräts für Leerlauf angegeben. Nun wollen wir uns den Apparat einmal von innen ansehen.“

Martin drückte die Seiten des Kästchens zusammen, hob den Deckel ab, und nun sahen die Jungen Techniker auf einer Grundplatte einen kleinen Eisenrahmen, in dem zwei verschieden große, mit Wachspapier umwickelte Spulen saßen. Vorn und hinten waren die Anschlußklemmen für Stark- und Schwachstrom zu sehen.



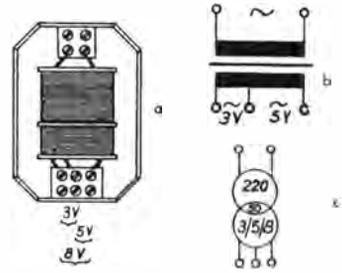
„In einem Transformator geschieht folgendes: Der Netzstrom geht durch die erste Spule. Diese Spule sitzt auf dem gemeinsamen Eisenkern. Dieser wird nun natürlich magnetisch, und zwar wechselt der Magnetismus genau mit der Frequenz des Stromes seine Stärke und seine Richtung (aus Nord- wird Südpol und umgekehrt). Der wechselnde Magnetismus durchdringt nun auch die zweite Spule; denn die sitzt ja ebenfalls auf dem Eisenkern. In der zweiten Spule geschieht jetzt genau das Umgekehrte wie in der ersten Spule: Der wechselnde Magnetismus erzeugt in ihr eine wechselnde Spannung. Die Höhe der Spannung richtet sich je nach der Windungszahl der Spule.

Der Fachmann kann nun aus Kernquerschnitt, Drahtstärke und Windungszahl genau das Verhältnis der beiden Spulen errechnen und diese Trafos für jede gewünschte Spannung und Stromstärke herstellen. Uns interessieren diese Zahlen weniger, da wir uns doch kaum einen Transformator basteln werden.

Übrigens arbeitet ein Transformator nur bei Wechselstrom; denn nur das **w e c h s e l n d e** Magnetfeld erzeugt in der zweiten Spule eine Spannung; wenn ihr den Trafo ans Gleichstromnetz anschließt, brennt er euch durch. Also immer erst feststellen, was für eine Stromart ihr zu Hause habt!

Die in der zweiten Spule induzierten Ströme nehmen wir an den Klemmen ab. Die beiden linken Klemmen liefern 3 V, die beiden rechten 5 V, und die beiden äußeren vereinen beide Spannungen, liefern also 8 V. Wir sehen, eine Klemme muß an der Schwachstromseite immer frei bleiben.

Wenn wir einen Trafo kaufen, ist er nicht sofort betriebsfertig. Wir schrauben ihn am besten auf ein gehobeltes Brett, bringen an der Starkstromseite eine gute zweiadrige Lampenschnur mit vorschriftsmäßigem Stecker an, um die Anlage betriebssicher zu machen. Die Murkspeter,

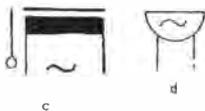
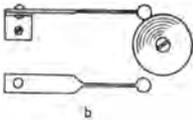
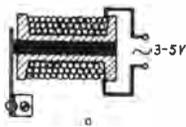


Klingeltransformator: a) technischer Aufbau, b) Schaltbild, c) Kurzzeichen

die immer bloß provisorische, wacklige Sachen fertigbringen, lassen sich das am besten von einem Fachmann machen; denn bei mangelhafter Ausführung brennen die Sicherungen durch, und das gibt dann immer Ärger. Wer eine ganz großartige Anlage haben will, der bringe sich auf der Starkstromseite noch einen Schalter und auf der Schwachstromseite Sicherungen in Stärke von 1 Ampere (oder 0,5, wenn der Trafo nur so viel leistet) an. Dann kann bestimmt nichts mehr passieren.“

Hans notierte schnell. Fritzen aber sah ihm eifrig über die Schulter, um nichts zu verpassen. Er war sonst keiner von denen, die in der Schule vom Vordermann abschreiben; aber hier durfte man nichts auslassen; denn so ein Transformator machte einen unabhängig von Batterien, war eine eigene Stromquelle im Hause. So etwas mußte man haben, wenn man später einmal Elektroingenieur, Erfinder oder wer weiß was auf dem Gebiete dieser interessanten Technik werden wollte. Für Fritzen gab es nichts anderes; das wußte er schon heute, obgleich er erst zwölf Jahre alt war.

„Wenn wir unseren Transformator aufgebaut haben, werden wir merken, daß beispielsweise unser Summer viel kräftiger schnurrt als mit Batterieantrieb. Es ist bei Verwendung von Wechselstrom nun durchaus nicht mehr nötig, den Strom über die Kontaktschraube und das Schwingplättchen zu leiten, da der Wechselstrom ja in sich schon die Frequenz von 50 Hz mitbringt. Unser Plättchen hat hier nur noch die Aufgabe des Schnarrers und wird angezogen und abgestoßen, auch wenn wir einfach die Enden der Spule an die Anschlüsse des Trafos für 3 V bringen. In unserer Stationsschaltung wird dann an die Stelle der Batterie der Trafo gebracht. Wenn wir am Schnarrplättchen vorn einen Draht befestigen, der an der Spitze ein Bleikügelchen trägt, dann können wir dort eine Glocke so anbringen, daß



Wechselstromsummer:
a) Längsschnitt
b) Verlängerung des Plättchens als Weckerkläppel, c) Schaltzeichen, d) Kurzzeichen

das Kügelchen daranschlägt, und wir haben eine elektrische Klingel oder einen Wecker, wie der Fachmann sagt.

Es wird euch doch sicher Spaß machen, eine eigene Klingel zu besitzen. Wir bringen dann in eine der Zuleitungen einen einfachen Klingelknopf (Tastschalter), den wir uns mit etwas Geschicklichkeit selbst basteln.“

Fehlerquellen :

Schwachstromgeräte nie direkt ans Lichtnetz anschließen! Schlägt beim Anschluß des Klingeltransformators die Wohnungssicherung durch, so ist im Gerät oder in der Zuleitung ein Kurzschluß. Wird der Trafo heiß oder beginnt er gar zu qualmen, so muß sofort abgeschaltet werden. In beiden Fällen ist eine fachmännische Prüfung zu empfehlen. Liefert der Trafo an der Sekundärseite (3/5/8 V) keinen Strom, so ist die Leitung unterbrochen oder eine Wicklung durchgebrannt. Bei allen Störungen zuerst feststellen, ob im Lichtnetz noch Spannung ist (Zimmerbeleuchtung einschalten).

Zusammenfassung :

Gleichstrom fließt immer in gleicher Richtung, Wechselstrom ändert regelmäßig mehrmals in der Sekunde die Richtung. Die Anzahl der Wechsel je Sekunde heißt Frequenz. Der Klingeltransformator liefert, vom Lichtnetz gespeist, Kleinspannungen zwischen 3 und 8 V. Das Typenschild gibt uns über jedes elektrische Gerät Auskunft. Der Wechselstromsummer braucht keinen Selbstunterbrecher, das Schwingplättchen dient nur als Schnarrer.

Allerlei Pläne

Die Gruppe hatte sich mittlerweile gut eingearbeitet, doch stellten sich neue Schwierigkeiten ein. Zunächst einmal fühlten sich alle recht heimatlos in der Schule. Das Pionierzimmer war schön eingerichtet und glich eher einem Festraum als einem Arbeitszimmer. Hier wollten

sie nicht basteln, sie konnten doch auf diesen schönen Tischen nicht feilen und bohren! Ja, und sonst . . . Da war in der gewohnten Klasse plötzlich Nachmittagsunterricht, so daß sie umziehen mußten; nebenan war nicht geheizt, sie froren und konnten selbst bei dem Gedanken an Starkstrom nicht warm werden. Dann kam die Aufwartefrau und beschwerte sich, dieses Klassenzimmer nicht säubern zu können, weil jemand darin wäre. So geschah es, daß Martin, der Leiter, mit Hans, dem gewählten Jugendvertreter, eines Tages im Dienstzimmer des Bürgermeisters auftauchte.

„Guten Tag, Herr Bürgermeister.“

„Guten Tag, meine Herren“, sagte er spaßhaft, „na, was gibt’s denn?“ Bei der Anrede „Herren“ hatte Hans sich unwillkürlich etwas in die Höhe gereckt.

„Wir kommen als Vertreter der Jungen Pioniere“, sagte Martin. „Wir möchten Sie bitten, den Jungen Elektrotechnikern bei der Beschaffung einer eigenen Werkstatt behilflich zu sein.“

„Ja“, sagte Hans, um Martins Worte zu bekräftigen.

„Hm!“ der Bürgermeister sah auf. „Junge Elektrotechniker – davon weiß ich ja gar nichts. Seit wann seid ihr denn zusammen?“

„Wir arbeiten schon eine ganze Weile miteinander.“

„Warum versteckt ihr euch dann so?“ fragte der Bürgermeister. „Es interessiert uns doch, wenn die Schüler eine neue Arbeitsgemeinschaft haben, die auch wirklich arbeitet.“

„Ja“, sagte Martin, „wie sollten wir uns wohl zeigen? Wir mußten doch erst eine Grundlage haben, die Arbeit mußte erst in Gang kommen. Jetzt können wir uns mal sehen lassen; aber Sie müssen uns dabei helfen. Wir brauchen eine Werkstatt!“

„Wir müssen das Werkzeug immer mit uns herumschleppen“, sagte Hans, „unser Lehrer, Herr Bergmann, hat sich beschwert, weil einer ein Loch in die Tischplatte gebohrt hat, und wir möchten auch mal etwas an der Tafel stehenlassen; aber bis zur nächsten Stunde ist alles wieder abgelöscht. Herr Bürgermeister, wir brauchen eine Werkstatt.“

„Hm!“ Der Bürgermeister trommelte mit dem Bleistift auf den Tisch, dann stand er auf und öffnete die Tür zum Nebenraum. „Erich“,

hörten sie ihn sagen, „hier unten im Keller war doch früher eine Schlosserwerkstatt. Was ist denn jetzt da drin?“

„Da haben der Gemeindebote und der Nachtwächter ihre Kartoffeln liegen“, wurde geantwortet.

„Die sollen sie ’rausschaffen“, sagte der Bürgermeister, „den Raum kriegen die Kinder.“

Martin und Hans orientierten sich an.

„Aber es ist doch noch zu kalt“, sagte der drüben wieder.

„Na ja“, der Bürgermeister wandte sich herum, „bis zur Aussaat wird’s schon noch dauern.“

Sie standen sich gegenüber.

„Na, einverstanden?“ meinte der Bürgermeister.

Martin nickte. „Sagen Sie aber den beiden rechtzeitig Bescheid“, warf er ein, „damit sie sich beeilen. Die Pioniere machen nämlich Dampf dahinter, wenn’s zu lange dauert.“

„Wir wollen gern helfen, wenn die Kartoffeln herausgebracht werden sollen“, sagte Hans.

„Na gut.“ Der Bürgermeister setzte sich wieder. „Ich will es den beiden sagen. Wenn es soweit ist, schicke ich jemanden zur Schule.“ Dann gingen sie.

Diese Nachricht war für die Gruppe natürlich ein großer Ansporn. Sie würden eine Werkstatt haben, und dort unten werken und basteln können, wie sie wollten. Sie brauchten dann keine Angst zu haben, wenn in den Tisch gebohrt oder in den Fußboden genagelt worden war; niemand würde kommen, um während der Bastelstunden ausfeigen zu wollen; sie würden selbst heizen und reinigen und sich alles nach Wunsch einrichten können. Darüber wurde man sich aber klar: Wenn man von der Gemeinde eine Werkstatt geschenkt bekam, dann mußte man auch etwas dafür leisten; dann mußte man sich der Gesamtheit gegenüber verpflichten, etwas zu tun, was für alle von Nutzen war. Und den richtigen Gedanken hatte Dagmar, die sonst sehr still war und nur gelegentlich durch einen Einwurf bewies, daß sie auch da war. Diese Einwürfe aber hatte man als sehr sachlich und gut kennengelernt.

„Wißt ihr, was wir machen?“ hatte sie gesagt. „Wir bauen für unsere Schule eine elektrische Klingelanlage, damit die Bimmel mit der alten Glocke aufhört!“

Einen Augenblick hatten alle geschwiegen. Sie mußten diesen Gedanken erst einmal richtig verdauen. Dann aber ging es los.

„Prima, das ist großartig!“

„Dann wird auch Herr Bergmann nicht mehr schimpfen, daß wir in den Tisch gebohrt haben.“

„Das wird aber allerhand kosten.“

„Wie wäre es“, sagte Martin, „wenn wir im Ort sammeln? Die ganze Schule müßte sich daran beteiligen. Wir würden einen Aufruf schreiben und die Leute bitten, alles Elektromaterial, das bei ihnen herumliegt, für uns bereitzulegen. Wer nichts bei sich zu Hause findet, könnte sich mit einer kleinen Geldspende beteiligen. Dann können wir die erforderlichen Trafos kaufen, und der Draht wird auch nicht gerade billig sein.“

Nach kurzer Beratung wurde der Vorschlag angenommen. Sie wählten eine Vertretung, die mit den Lehrern über den Plan sprechen sollte.

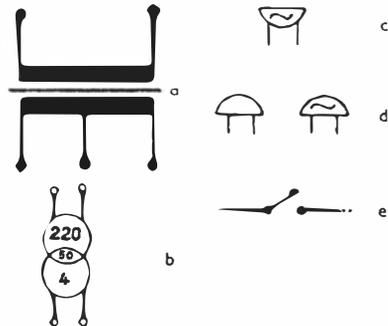
So verging die Zeit.

Die nächste Bastelstunde begann mit den neuen Schaltbildern. Martin zeichnete sie an die Tafel, die Jungen Elektrotechniker hatten ihre Hefte bereitliegen und schrieben alles sauber ein.

„Da ist zunächst der Netztrafo“, sagte Martin, „wir zeichnen eine Spule, wie wir sie schon kennen. Daneben einige Striche.“

Der Kern des Trafos besteht nämlich aus lauter einzelnen Blechen. Auf der anderen Seite der Kernstriche werden zwei zusammenhängende

Schaltzeichen: a) Netztransformator, b) Kurzzeichen dafür, die mittlere Zahl gibt die Perioden, die anderen die Spannungen an, c) Wechselstromsummer, d) Wecker für Gleich- und Wechselstrom. e) Druckknopf



kleinere Spulen mit ihren Anschlüssen gezeichnet. Man kann noch die Voltzahlen dazusetzen, dann hat man ein vollständiges Schaltbild. Das zeitsparende Kurzzeichen wird durch zwei ineinandergehende Kreise dargestellt, an die die Anschlüsse herangehen. In den Kreis wird die betreffende Spannung eingeschrieben. In den Teil, in dem sich die Kreise decken, schreiben wir die Frequenz, in unserem Falle also 50. Das Zeichen für den Summer kennt ihr. Wollen wir einen Wechselstromsummer kennzeichnen, so bringen wir in den Halbmondteil des Zeichens eine kleine Schlangenlinie. Das Kurzzeichen für den elektrischen Wecker ist genau umgekehrt, wir bringen die Anschlüsse an den geraden Teil des Halbmondes heran. Auch hier bezeichnet eine Schlangenlinie die Verwendung von Wechselstrom. Das Zeichen für den Druckknopf der Klingel – man nennt ihn auch Tastschalter – sieht folgendermaßen aus: In die Leitung werden zwei Kontaktpunkte eingezeichnet. An dem linken ist – wie beim gewöhnlichen Schalter – ein Schrägstrich angebracht, der bis über den rechten Kontaktpunkt reicht. Auf sein oberes Ende zeichnen wir einen kleinen Halbkreis. So, das mag für heute genügen.“

Hilde meldete sich. „Wir haben doch noch gar nicht den Gleichstromwecker besprochen, der hier bei den Schaltzeichen dabei ist“, sagte sie.

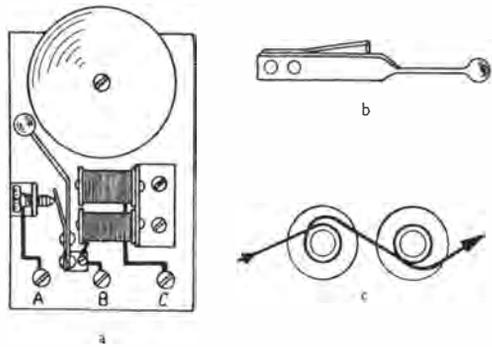
„Das ist doch dasselbe wie'n Summer“, entgegnete Joachim. Martin schüttelte den Kopf. „Nein, nein“, sagte er, „ganz dasselbe ist es nicht, wir haben das Schwingplättchen mit der Kugel vorn, die für den Wecker bezeichnend ist.“

Der Gleich- und Wechselstromwecker

Wenn es euch interessiert, wollen wir den Selbstbau eines guten Gleich- und Wechselstromweckers besprechen. Wir holen uns dazu aus einer Schlosserei als Kern zwei lange Weicheisennieten. Unser Wecker bekommt nämlich zwei Spulen. Dann fertigen wir uns einen Eisenblechwinkel an und versehen ihn auf jeder Seite mit zwei Bohrungen. In

die beiden oberen stecken wir nun die Niete, schieben vorn je ein passendes Holz- oder Metallscheibchen auf und schlagen die Niete an ihren vorderen Enden ganz leicht platt, so daß die Scheibchen nicht mehr zurückkönnen. Nun wickeln wir auf jeden Kern etwa 70 bis 90 Windungen eines 0,3 bis 0,5 mm starken, gut isolierten Spulendrahtes. Dabei wollen wir darauf achten, daß beide Spulen mit demselben Draht, aber jeweils in verschiedener Richtung bewickelt werden.

Wecker: a) technischer Aufbau,
 A und C Gleichstromanschluß,
 B und C Wechselstromanschluß.
 b) Ansicht des Unterbrechers.
 c) Wickelschema der Spulen



Also, um auch das klarzumachen. Wir legen ein Drahtende fest und wickeln dann auf einen Kern schön gleichmäßig die erforderlichen Windungen auf. Dabei drückt sich das Scheibchen ganz von selbst gegen die plattgeschlagene Stelle des Niets. Das ergibt eine schöne Spule. Mit demselben Draht bewickeln wir nun den anderen Kern entgegengesetzt. Dann wird der Eisenwinkel auf ein Grundbrett geschraubt und die Drahtenden werden festgelegt. Den Bau einer Kontaktschraube kennen wir vom Summer her. An dem Schwingplättchen bringen wir vorn wieder einen Draht an, der ein Bleikügelchen als Klöppel bekommt. Außerdem nieten wir an die der Kontaktschraube zugekehrte Seite des Schwingplättchens einen Messingblechstreifen, der leicht gegen die Schraubenspitze drückt und dadurch die Federung verbessert. Neben dem Klöppel wird eine Metallglocke befestigt. Sie wird sich vielleicht im Werkzeug- oder Eisenkasten des Vaters finden, sonst auch billig beschaffen lassen. Unser Wecker braucht drei Anschlüsse, einen davon

an der Kontaktschraube. Hier wird angeschlossen, wenn der Wecker mit Gleichstrom arbeiten soll. Der zweite Anschluß liegt am Fuß des Schwingplättchens und vereinigt dieses gleichzeitig mit einem Ende der Spulen. An diesen Anschluß kommt die Wechselstromverbindung. Der dritte Anschluß, an den der freie Pol der Batterie oder des Trafos gelegt wird, führt zum freien Ende der Spule. Jetzt kann der Wecker wahlweise mit Gleich- oder Wechselstrom betrieben werden und wird, wenn wir die Kontaktschraube richtig eingestellt und den Klöppel entsprechend gebogen haben, den Bastler durch sein helles Geläut erfreuen.“

„Mir ist da etwas aufgefallen“, sagte Fritzchen und zog die Stirn in Falten. „Im Grunde genommen sind doch unsere Spulen nichts anderes als die Spulen im Trafo.“

„Sie sind nichts anderes“, erwiderte Martin.

„Hm! Dann müßte man doch den Kern verlängern können, eine zweite Spule darauf wickeln, und dann hätte man doch einen Trafo – oder nicht?“

„Du hast gut nachgedacht, Fritzchen“, sagte Martin, „du bist zum richtigen Schluß gekommen. Wenn du den Eisenkern deines Summers durch eine längere Schraube oder etwas Ähnliches ersetzt und um das freie Ende dieses verlängerten Kernes ein paar Drahtwindungen herumwickelst, hast du so etwas wie einen Trafo. Schließe einen Kopfhörer an diesen Draht an, dann kannst du den Strom hörbar machen, der durch den Wechselmagnetismus in diesem Draht erzeugt wird. Das klappt sogar dann, wenn du den Summer mit Gleichstrom betreibst. Weißt du vielleicht, warum?“

„Der Unterbrecher unterbricht den Strom, dann ist der Kern unmagnetisch. Gleich darauf wird er wieder magnetisch – und so geht’s weiter. Das ist doch auch Wechselmagnetismus, nicht?“

„Du hast vollkommen recht. Die Frequenz des Stromes, den du so in deiner kleinen Spule erzeugst (und damit die Tonhöhe, die du im Kopfhörer hörst), ist davon abhängig, wie oft der Unterbrecher in der Sekunde den Strom unterbricht und wie oft damit der Magnetismus zu- und abnimmt.“

Wenn es einem von euch gelingen würde, einen Unterbrecher zu bauen, der beispielsweise so gut ist, daß er 800mal in der Sekunde unterbricht, so hat euer Strom die Frequenz 800 Hz. Ihr würdet dann einen feinen Pfeifton hören, während ihr den Netzstrom an der Ausgangsseite eures Transformators mit seinen 50 Hz nur brummen hört.“

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Der Summer oder der Wecker kann mit einer zweiten Wicklung (Sekundärwicklung) über dem verlängerten Spulenkern als Versuchstransformator verwendet werden. Gleichstrom ruft bei Öffnen und Schließen des Kontaktes ein Knacken im Kopfhörer hervor, Wechselstrom erzeugt einen Summton, dessen Höhe sich nach der Frequenz richtet.

Die Werkstatt wird eingerichtet

Endlich war es dann soweit.

Eines Tages kam der Gemeindebote und brachte Bescheid, daß die Kartoffeln aus dem Werkstatttraum im Keller des Büros herausgebracht werden sollen. Die Kinder verabredeten sich für den nächsten Tag. Alle kamen. Sie trugen die Kartoffeln hinaus, fegten den Raum sauber und weißten die Decke. Zwischendurch kam der Elektriker und legte eine richtige Schalttafel an. Sie hatte oben einen Hauptschalter, darunter eine Glimmlampe, die sofort erkennen ließ, ob Strom in der Leitung war oder nicht. Dann folgten einige Steckdosen, an die man alle vorhandenen Geräte und Apparate anschließen konnte. Die Gemeindeverwaltung stiftete zwei große Regale und ein paar Tische. Aus einem Hauklotz und einem Stück Eisenbahnschiene bauten wir einen Amboß. Fritzchen aber kam mit einem Schild angetrabt. „Erste Hilfe bei Unfällen“ stand darauf. Er hatte Adressen und Telefonanschlüsse von Ärzten und Rettungsstationen eingezeichnet. In diesen Tagen begann auch die Sammlung im Ort. Die Kinder kamen mit



Körben und Taschen in die Werkstatt und luden ihre Schätze ab. Da hatten sie Kabelenden und Klingeldraht, alte Schalter und Radioteile bekommen, einer brachte gar einen Motor angefahren. Es waren alte Sachen, aber welcher Wert steckte für die jungen Bastler, Techniker und Erfinder drin! Sie schmiedeten schon Pläne und träumten davon, wie diese Dinge wohl in einem Jahr aussehen würden, wenn sie mit Fleiß und Arbeit etwas daraus gemacht hatten.

Was ist ein Mikrofon ?

Donnerstag war's. Die Jungen Elektrotechniker standen vor ihren Werkischen und bastelten. Sie hatten viel geschafft in der letzten Zeit. In der Werkstatt konnten sie schalten und walten, wie sie wollten.

Hans hatte einen Schlüssel, und wer Lust zum Basteln hatte, konnte auch während der anderen Tage in die Werkstatt hinein, in der es Werkzeug und Material genug gab.

Einige hatten es im Morsen schon zu einer gewissen Fertigkeit gebracht. Dagmar und Jürgen, die Wand an Wand wohnten, standen regelmäßig in telegraphischer Verbindung; ihre Leitungen spannten sich von Fenster zu Fenster, und spätabends konnte man manchmal noch das leise Schnarren der Summer hören.

Jetzt mußte wieder einmal etwas Neues an die Reihe kommen, etwas Fesselndes, ein Telefon beispielsweise.

„Ein Telefon?“ sagte Martin. „Warum nicht? – Aber dazu gehören einige wichtige Voraussetzungen. Wißt ihr denn, woraus ein Telefon besteht?“

„Ja“, sagte Berndt, „es besteht aus einem Kasten, einer Nummernscheibe und einem Hörer.“

„Hm!“ machte der Leiter, „das ist der äußere Eindruck eines Telefons, aber damit können wir nicht viel anfangen. Wir müssen die Bestandteile des Apparates und ihre Wirkungsweise kennen, um sie nachbauen und verwenden zu können. Weiß einer etwas über Einzelteile des Telefons?“

„Fritzchens Eltern haben zu Hause ein Telefon“, sagte Joachim, „wir haben es mal heimlich aufgemacht.“

„Wißt ihr nicht, daß es verboten ist, Postapparate zu öffnen?“

„Ja, das hat uns Fritzchens Vater nachher auch gesagt; aber wir wußten das ja nicht und wollten gern mal sehen, wie so ein Ding funktioniert.“

„Und was habt ihr drin gefunden?“

„Eine Klingel mit zwei Glocken, eine dicke Spule, Räder und Drähte.“

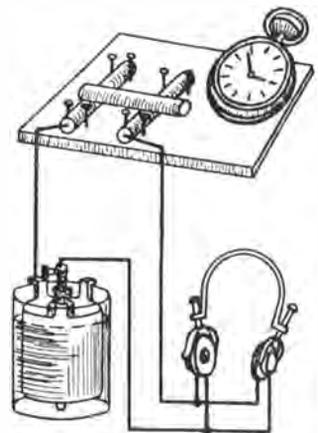
„Ja“, sagte Martin, „das wichtigste Teilstück des Telefonapparates ist der Hörer. Der Fachmann nennt ihn Handapparat. Er enthält ein Mikrofon, in das man hineinspricht, und eine Fernhörkapsel, die ebenso gebaut ist wie ein Kopfhörer. Ehe wir nun an den Aufbau eines Telefonapparates gehen, müssen wir erst diese beiden Teile, Mikrofon und Fernhörer, haben.“

Was ist ein Mikrofon? Es ist ein Gerät, das Schwingungen der Luft in Schwingungen des Stroms verwandelt. Jedes Wort, das wir sprechen, erzeugt Schallwellen in der uns umgebenden Luft. Diese bewegen sich von uns fort, gerade wie die Wellen auf dem Wasser von der Stelle, an der der Stein auftraf. Je weiter sie gehen, desto flacher werden sie. Darum kann ein Mensch, der neben uns steht, uns besser verstehen, als einer, der 50 Meter von uns entfernt ist. Der Traum, auch über weite Entfernungen miteinander sprechen zu können, ist uralte. Aber erst die Erfindung des Mikrofons durch den Lehrer Philipp Reis im Jahre 1861 hat diesen Traum verwirklicht. Die auf das Mikrofon treffenden Schallschwingungen werden in Stromschwankungen verwandelt, die sich weit durch den Draht fortpflanzen und am Empfangsort im Fernhörer wieder in Schallschwingungen umgewandelt werden können. Sehen wir uns mal an, wie das möglich ist.“

Martin nahm aus dem Regal drei Kohlestifte und ein Brettchen. Er heftete zwei der Stifte parallel zueinander an und bohrte in je ein Ende ein feines Loch. Daran wurden zwei Drähte befestigt, ein Element und ein Kopfhörer angeschlossen. Dann legte Martin das dritte Stäbchen quer über die beiden anderen. Nun konnten sie abwechselnd den Hörer aufsetzen, und wenn einer an das Brett klopfte, so hörte man es im Stromkreis knacken und rascheln.

Und als Martin nun gar seine Taschenuhr gegen das eine der ruhenden Kohlestäbchen legte, konnten sie im Kopfhörer deutlich das feine Ticken wahrnehmen.

„Das ist die Wirkungsweise des Kohlemikrofons“, sagte der Leiter. Die lose aufeinanderliegende Kohle hat einen bestimmten Widerstand gegenüber dem fließenden Strom. Sowie nun geklopft oder am Brett gekratzt wird, vollführt das obenliegende lose Kohlestäbchen eine kleine Bewegung, und der Widerstand an der Berührungsstelle der Kohlestäbchen ändert sich. Es



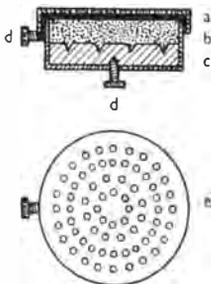
Prinzip des Kohlemikrofons

entstehen Stromschwankungen im geschlossenen Kreis, die sich im Kopfhörer bemerkbar machen.

Diese Anordnung läßt sich aber nur als Geräuschmikrofon verwenden. Für die äußerst lebendigen Sprachschwingungen ist das Kohlestäbchen zu steif, dazu braucht man Kohlegrieß, kleine Körner, die besser und schneller ansprechen. Das Kohlemikrofon besteht aus einem Gehäuse, in dem eine Kohleplatte liegt. Darüber lagern die Kohlekörner, die oben durch ein elastisches Plättchen, die Membrane, am Herausfallen gehindert werden. Ein Luftsieb schützt die Membrane vor Beschädigung und schließt das Gehäuse nach oben ab. Die Kontakte liegen an der Kohleplatte und an der Membrane. Wir können uns aus einfachen Mitteln ein Mikrofon selbst bauen; es wird zwar nicht ganz so gut arbeiten wie ein fertig gekauftes Mikrofon; aber wenn ihr etwas Sorgfalt anwendet, dann wird es vollauf seinen Zweck erfüllen.

Wir benötigen dazu einige alte Batterien, aus denen wir die Kohlestifte nehmen; auch Graphitstifte sind geeignet. Zwei bis vier kleine Stifte (aus Stabbatterien) lassen wir ganz und verwenden sie an Stelle der Kohleplatte, alle anderen werden mit einem kleinen Hammer vorsichtig zertrümmert und dann in einer alten, ganz grob eingestellten Kaffeemühle zerkleinert. Wir drehen die Kohle mehrmals durch und stellen die Mühle langsam feiner, bis wir gleichmäßige kleine Körner haben. Diese sortieren wir mit einem Mohnsieb aus und füllen die Kohle in einen groben Leinenbeutel, den wir kräftig schlagen, um den Staub zu entfernen.

Als Grundlage des Mikrofons genügt eine fehlerfreie Streichholzschachtel. Wer es besser machen will, arbeitet sich ein stabiles Kästchen. Wir schieben das Innenteil der Schachtel heraus und schneiden



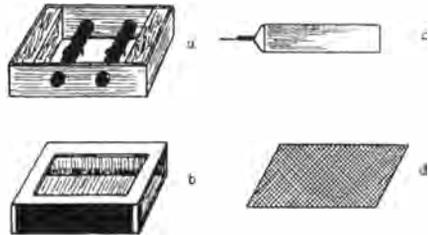
in die unbeschriftete Rückseite des Außenteils ein viereckiges Fenster, das später die Einsprechöffnung wird. Dieser Einschnitt läßt sich am besten mit einer scharfen Rasierklinge ausführen. Aus einer Wäscheklammer schneiden

Aufbau des Kohlemikrofons: a) Membrane, b) Kohlekörnchen, c) Kohleklötz, d) Kontakte, e) Draufsicht

wir uns zwei kleine Klötzchen, die wir links und rechts in das Schachtelinnenteil hineinleimen. Auf den Grund dieses Teils müssen die Kohlestäbchen kommen, wir schneiden deshalb vorsichtig in die Seite zwei kleine Löcher; wenn wir mehr Stäbchen verwenden, natürlich so viel Löcher, wie Stäbchen hineinpassen sollen. Aus diesen Löchern lassen wir die Metallkappen der Stäbchen leicht herausstehen, das gibt dann gute Kontakte. Die Stäbchen werden mit ein bis zwei Heftstichen am Boden vernäht, damit sie nicht verrutschen können. Die kleinen Elemente der Stabbatterien haben Kohlestäbchen, die genau quer in die Streichholzschachtel passen.

Einzelteile des Kohlemikrofons:

- a) das Unterteil mit den Kohlestäben,
- b) das Oberteil mit dem Fenster,
- c) der Kontaktstreifen mit dem Drahtanschluß,
- d) Gazestück zum Schutze der Membrane

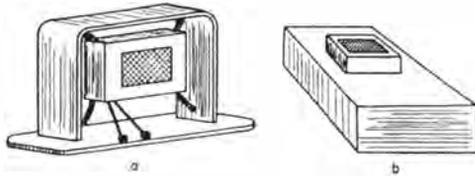


Nun füllen wir den freien Raum darüber mit den Kohlekörnern aus. Sie dürfen nicht über den Rand stehen. Als Membrane dient uns am besten ein steifes glattes Blatt Stanniol, das, wenn es mit Papier beklebt ist, die Metallseite der Kohle zuwenden muß. Rand und Seite des Schachtelinnenteils werden dann mit einem guten Klebstoff bestrichen und die Membrane vorsichtig darübergespannt und befestigt. Je straffer die Membrane sitzt, desto besser funktioniert das Mikrofon. Wir umgehen dann das Schachtelteil dicht unterhalb des Randes mit einem gut blank gemachten, etwa 0,5 bis 1 mm starken Kupferdraht, durch den die Membrane einen noch festeren Halt bekommt. Dieser Draht muß eine gute Berührung mit der metallischen Membrane haben, denn er bildet gleichzeitig den Kontakt. Darum lassen wir auch das freie Ende des festgedrehten Drahtes gleich als Anschluß daran. Das überhängende Ende der Membrane wird dann mit einer spitzen Schere vorsichtig abgeschnitten. Vor allem ist genau darauf zu achten, daß

die Membrane nirgends mit den herausstehenden Kontakten der Kohlestäbe in Berührung kommt. Für diese fertigen wir uns einen Kontaktstreifen aus Kupfer- oder Weißblech, an dem gleich der zweite Leitungsdraht befestigt wird. Aus einem alten Stück Fliegengaze schneiden wir uns ein Viereck, das genau in die Schachtel paßt. Nun kann alles zusammengesteckt werden. Das Schutzgitter wird vorsichtig auf die Membrane gelegt, der Kontaktstreifen gegen die Metallkappen der Kohlestifte gedrückt (er darf die Membrane nirgends berühren!), dann wird die Schachtel vorsichtig wieder ineinandergeschoben. Wenn das nicht geht, muß die Schachtelhülle an der Seite aufgeschnitten, das Innenteil eingefügt und das Außenteil wieder zusammengeklebt werden. Dazu verwendet man am besten schmale Isolierbandstreifen. Nun muß das Schutzgitter mit der darunterliegenden Membrane im Fensterausschnitt sichtbar sein. Die Kohlekörner dürfen nicht zu fest im Mikrofon liegen, sonst ist das Ganze zu gepreßt und kann nicht genügend reagieren, wenn gegen das Schutzgitter gesprochen wird. Wir können das Mikrofon entweder hängend als Rundfunkmikrofon in einen Blechrahmen einbauen oder liegend auf einen Kistendeckel montieren. Was vorteilhafter ist, muß ausprobiert werden.“

Montage des Kohlemikrofons:

a) hängend in einem Blechrahmen als Rundfunkmikrofon, b) als Telefonmikrofon auf einem Kistendeckel



Die Schüler sahen auf. Martin hatte geendet und, wie es seine Gewohnheit war, seine Erläuterungen durch entsprechende Zeichnungen an der Tafel ergänzt. Die Einzelteile des Mikrofons lagen auf dem Tisch; sie wurden genau geprüft, gegeneinandergehalten, zusammengesteckt. So rätselhaft es klang, daß diese Streichholzschachtel die menschliche Sprache einfangen und durch den Draht weitergeben sollte, sie glaubten es Martin; denn sie wußten, daß er alles, was er ihnen zeigte, zu Hause genau ausprobiert hatte. Es lohnte schon, sich die Baubeschreibungen zu notieren.

„Was fangen wir nun mit dem Mikrofon an?“ fragte Berndt. „Wie wird es geschaltet? Können wir das nun einfach in den Radioapparat stecken?“

„Nein“, erwiderte Martin, „so einfach ist das nicht. Ihr könnt das Mikrofon mit dem Kopfhörer zusammen verwenden, für den Radioapparat genügt es nicht. Ihr müßtet schon einen kleinen Transformator dazwischenschalten. Aber das besprechen wir später einmal. Wir haben dieses Mikrofon für die Verwendung im Fernsprechverkehr gedacht; nicht alle selbstgebastelten Mikrofone werden richtig arbeiten; aber laßt euch nur nicht entmutigen. Ein Elektro- und Radiobastler muß viel probieren, um Erfahrungen zu sammeln; denn ohne Erfahrungen keine Erfolge. Wenn es beim ersten Male mit einem Modell schiefeht, dann dürft ihr nicht aufhören, sonst werdet ihr's niemals zu etwas bringen. Wenn es nicht klappt, dann wird erst recht versucht, immer wieder und immer wieder, bis die Erfolge kommen.“

Fehlerquellen:

Wenn das Mikrofon nicht „anspricht“, so können folgende Fehler vorliegen:

- a) Der Kohlegrieß ist feucht geworden (durch falsche Lagerung oder Verwendung von zu feuchtem Klebstoff)
- b) Die Kohle liegt zu fest gepreßt und hat keine Möglichkeit zu reagieren
- c) Es ist zuwenig Kohle im Gehäuse, sie kommt nicht an die Membrane
- d) Die Kontakte sind nicht in Ordnung, irgendwo berühren sich beide Ableitungen.

Zusammenfassung:

Das Mikrofon verwandelt Schallwellen in elektrische Schwingungen. Im Kohlemikrofon ändert sich der Widerstand, sobald die durch den Schall in Bewegung versetzte Membrane verschieden stark gegen die darunterliegenden Kohlekörner drückt.

Was ist ein Fernhörer ?

„Nun haben wir ein Mikrofon und können es nicht verwenden“, klagte eine Woche später Dagmar in der Werkstatt und hielt ein sauber gefertigtes Streichholzschachtelmikrofon den Freunden hin. „Tja!“ Das meinten auch einige andere. Zum Mikrofon mußte man sich einen Hörer beschaffen, sonst war die Arbeit umsonst. Oder konnte man sich auch den Kopfhörer selbst basteln ?

Martin mußte Rat wissen.

„Einen Fernhörer basteln ? Gewiß, das würde wohl gehen ; aber welchem Jungen Techniker kann man eine so präzise Arbeit zutrauen, daß dieser Fernhörer dann auch zufriedenstellend verwendet werden kann ?

Auf alle Fälle kann es nichts schaden, den Aufbau eines Fernhörers zu kennen ; denn ob ich ihn selbst baue oder einen gekauften verwende, es wird mich doch interessieren, was eigentlich in ihm vorgeht“, sagte Martin, nahm einen Kopfhörer aus der Tasche und entfernte den Bügel.

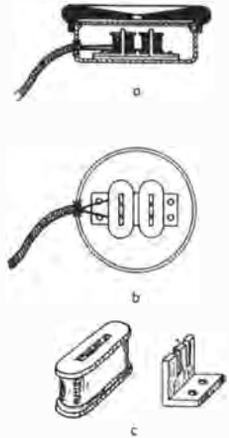
„Vielen Rundfunkhörern geht es heute so, daß sie staunend vor ihrem Apparat stehen und sich wundern, wie es kommt, daß sie ganz nach Wunsch hören können, was zur gleichen Zeit irgendwo in der Welt gesprochen wird oder was man hier oder da musiziert. Sehen sie gar einen solchen Apparat von innen, so stehen sie hilflos vor einem Gewirr von Drähten und Teilen, und wenn sich auch nur ein Drähtchen löst, ist der Apparat für sie wertlos, wenn ihnen kein Fachmann hilft. Wir Jungen Elektrotechniker wollen nie aufhören, nach dem Warum zu fragen und die Gesetze der geheimnisvollen Technik zu ergründen.

Seht her, hier sind zwei völlig gleiche Fernhörer. Obenauf sitzt die Muschel ; sie ist meist aus Hartgummi oder Preßstoff und soll sich dem Ohr möglichst anschmiegen. Diese Muschel können wir abschrauben. Darunter liegt wie beim Mikrofon die Membrane. Das ist hier ein dünnes Eisenblech. Wenn wir es abnehmen wollen, merken wir, daß es von unten festgehalten wird. Was finden wir darunter ? Zwei mit Spulen umgebene Magneteisenwinkel. Es handelt sich hier also nicht um einfache Spulenkern, sondern um Dauermagnete, die immer magnetisch sind, auch wenn kein Strom durch die Spulen fließt. Nun haben wir

eigentlich schon alle Bestandteile des Fernhörers kennengelernt: Magnete, Spulen und Membrane. Es klingt sehr einfach, und jeder, der einen Magneten besitzt, wird denken, da kann es doch nicht so schwer sein, sich einen Fernhörer zu bauen. Ihr dürft aber nicht vergessen, daß alle Teile mit äußerster Präzision, das heißt Genauigkeit, hergestellt sind. Alles paßt ganz genau zueinander, die Membrane schwingt im Abstand von nur einem Bruchteil eines Millimeters vor den Magnetpolen. Die Spulen haben jede einen Widerstand von 1000 Ω oder 27 Ω , je nachdem, ob der Hörer für Rundfunkempfang oder nur für Telefonbetrieb gedacht ist. Außerdem hat die Membrane eine bestimmte Stärke, damit sie gut schwingt, ohne sich durchzubiegen und auf dem Magneten zu kleben.

Also, wer sich zutraut, all das zu beachten, der möge sich daranmachen; aber ich kann euch keine Garantie dafür geben, ob ihr nachher damit zufrieden seid. Ich selbst habe schon einmal einen Fernhörer gebaut und kann euch erzählen, wie ich das gemacht habe; aber ich konnte ihn nachher nur für sehr wenige Zwecke verwenden. Er gab laute Töne wieder, und man konnte mit ihm den Summton des Wechselstroms abhören; aber für Rundfunk und Telefonzwecke war er kaum zu gebrauchen.

Ich habe mir einen kleinen Hufeisenmagneten besorgt, ihn durch zwei Löcher im Boden einer Pappschachtel gesteckt und dann festgebunden. Dann habe ich mir zwei Hülsen aus steifem Papier geklebt, die sich gerade auf die Schenkel des Magneten aufschieben ließen. Darauf habe ich vorsichtig je eine Spule gewickelt, und zwar so stark, daß sie dann beide, ohne anzustoßen, auf die Magnetschenkel paßten. Die Enden der Spulen habe ich so zusammengedreht, daß der Strom nacheinander durch beide Spulen fließen mußte. Die äußeren Enden habe ich durch ein Loch in der Schachtel nach außen geführt. Aus einem nicht zu



Aufbau des Fernhörers:

a) im Schnitt, b) in der Draufsicht

(Muschel und Membrane entfernt),

c) Spule und Magnetkern

steifen Eisenblech – ich nahm eine alte blecherne Zigarettenschachtel – habe ich dann eine Membrane zurechtgeschnitten und in die Schachtel einige Klötzchen so eingeleimt, daß die Membrane ganz dicht über dem Magneten stand. Sie wurde gut angezogen; aber das Blech, das vermutlich doch noch etwas stark war, gab die Geräusche nur scheppernd wieder. In den Schachteldeckel schnitt ich dann ein kleines Loch, und der primitive Hörer war fertig. Also, wer Spaß an der Sache hat, probiere es, auch wenn der Erfolg ungewiß ist!

Alle anderen müssen sich einen Hörer besorgen. Es ist bestimmt das teuerste, was ihr euch anschaffen müßt; aber ihr habt dann dauernd eure Freude daran. Vielleicht laßt ihr euch einen richtigen Kopfhörer zum Geburtstag oder einmal zu Weihnachten schenken. Achtet beim Einkauf darauf, daß ihr einen 2000-Ohm-Kopfhörer bekommt, damit ihr ihn später zum Rundfunkempfang benutzen könnt. Auch einfache Fernhörer kapseln, die zum Telefonieren vollkommen ausreichen, oder ganze Handapparate und billige Heimmikrofone werden im Handel angeboten. Aber ich habe einen besseren Vorschlag für euch: Geht zu euren Verwandten und Bekannten und fragt sie, ob nicht in irgendeiner Bodenecke noch ein paar Kopfhörer liegen. Im Anfang war Rundfunkhören nur mit Kopfhörern möglich, daher sind sie gar nicht allzu selten. Diese Hörer kosten euch dann nichts, und ihr könnt euch das Taschengeld für andere Dinge aufheben.“

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Der Fernhörer verwandelt Stromschwankungen in Schallwellen, indem er eine Eisenblechmembrane im Rhythmus der Stromstöße anzieht und abstößt. Er besteht aus Dauermagneten, Spulen, der Membrane und dem Gehäuse mit der Muschel.

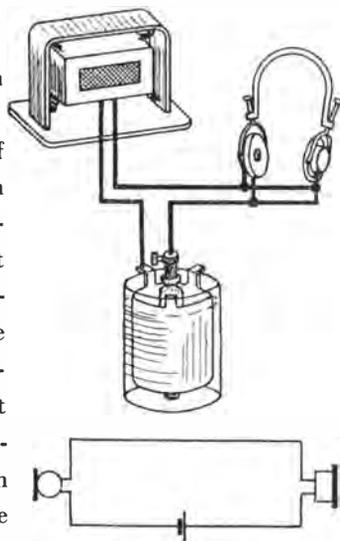
Der Mikrofonkreis

„Wie schaltet man das Mikrofon mit dem Kopfhörer zusammen?“ fragte Joachim.

„Ihr müßt bei allen Schaltungen darauf achten, daß sich Stromkreise ergeben. Ein geschlossener Kreis wird immer zum Erfolg führen, das merkt euch gut. Dabei ist es völlig gleich, ob ihr eine Beleuchtungsanlage, eine Morseverbindung oder eine Telefonschaltung herstellen wollt. Die einfachste Methode, um ein Mikrofon mit Batterie und Fernhörer zusammenzuschalten, ist die Verwendung eines einfachen T-Steckers wie ihr ihn sicher von zu Hause kennt. Man kann durch einen T-Stecker drei Geräte an eine Steckdose anschließen, deshalb wird er auch Dreifach-Stecker genannt. Einen solchen Stecker nehmt ihr also, steckt in eine Seite die Kopfhöreranschlüsse, in die zweite die Elementkontakte und in die dritte die beiden Drähte des Mikrofons. Die Stifte des Steckers bleiben dabei frei. Diese Art der Anordnung nennt man *P a r a l l e l s c h a l t u n g*.

Die zweite und weit häufigere Art ist die *H i n t e r e i n a n d e r s c h a l t u n g*. Bei dieser kommt das Element in eine Leitung zwischen Mikrofon und Kopfhörer, hat also einen Anschluß zum Mikrofon, den zweiten zum Kopfhörer. Die beiden Geräte sind mit ihren nun noch freien Anschlüssen untereinander verbunden. Ihr könnt nun durch Klopfen und Anblasen des Mikrofons feststellen, ob es richtig arbeitet. Das Geräusch muß dann deutlich im Kopfhörer vernehmbar sein.

Aus dieser Anordnung läßt sich eine einfache Kommandoanlage herstellen, indem man die Leitungen entsprechend lang nimmt und Mikrofon und Kopfhörer in zwei verschiedenen Räumen unterbringt; dann kann nur von einem Raum in den anderen gesprochen werden, ohne daß der Empfänger der Nachrichten antworten kann. Ist das



*Aufbau des Mikrofonkreises
mit Schaltbild*

Mikrofon empfindlich genug, kann man die Anlage als Abhöreinrichtung verwenden, um zu erfahren, was in dem anderen Raum gesprochen wird.

Will man eine Anlage mit der Möglichkeit zum Antworten haben, wie es beim Telefon ist, dann muß man auf jeder Seite ein Mikrofon und einen Kopfhörer verwenden; denn jeder muß hören und sprechen können. Die gebräuchlichste Art der Vereinigung beider Geräte ist der Handapparat. Denken wir uns einen solchen senkrecht durchgeschnitten, so liegt oben in einer genau passenden und mit federnden Kontakten versehenen Vertiefung die Fernhörer kapsel; sie wird von der Hörmuschel überdeckt und festgehalten. Im Handgriff laufen die Kabel entlang. Unten befindet sich, ebenso wie die Fernhör kapsel eingelagert, die Mikrofon kapsel. Beide sind zugelötet und daher vor Beschädigungen sicher. Das Mikrofon ist durch eine Gitteröffnung, die sogenannte Einsprache, verdeckt. Diese hält das Mikrofon in seiner Lage fest und läßt sich abschrauben. Unten sehen wir das Anschlußkabel herauskommen. Es hat entweder zwei oder vier Adern, je nachdem, ob

Mikrofon und Fernhörer zusammen oder gesondert geschaltet sind. Der Handapparat ist das Wichtigste am Telefon. Sprechen kann man auch ohne den Tischapparat, aber niemals ohne den Handapparat. Im Kasten befinden sich nur die Sprechspulen sowie die Einrichtung zum Rufen und der Wecker.

In der nächsten Woche wollen wir darangehen, uns einen Telefonapparat zu bauen. Besorgt euch inzwischen einen Klingelknopf, einen Klingelumschalter, vier Steckbuchsen sowie als Gehäuse für das Ganze eine größere Zigarrenkiste oder ein ähnliches Holzkästchen. Euren selbstgebaute Wecker oder einen anderen, der gut läutet, bringt ihr selbstverständlich auch mit.“



Aufbau des Telefonhandapparates: a) Muschel mit Fernhör kapsel, b) Sprechöffnung mit Mikrofon kapsel, c) Schaltbild

Fehlerquellen:

Sollte der Mikrofonkreis unserer selbstgebauten Anlage nicht funktionieren, so prüfen wir eingehend Batterie, Leitungen und Kopfhörer, wie wir es gelernt haben. Zeigt sich kein Ergebnis, so ist das Mikrofon fehlerhaft. Leichtes Schütteln und Klopfen wird die Kohlekörner sicher bald in eine Lage bringen, daß es anspricht. Richtige Lage ausprobieren, Mikrofon hängend oder liegend verwenden!

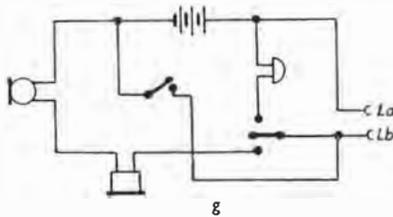
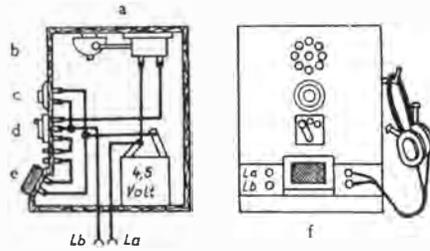
Zusammenfassung:

Alle Schaltungen müssen Stromkreise ergeben. Wie die Elemente kann man auch Mikrofon, Fernhörer und Batterie (Element) parallel- und hintereinanderschalten. Der Handapparat mit Mikrofon und Fernhörer ist das Wichtigste am Telefon.

Wir bauen ein Telefon

„Ich versprach, heute das erste Telefon mit euch zu bauen“, sagte Martin am folgenden Donnerstag. „Nehmt mal eure Holzkistchen und paßt gut auf! – In diesem Kasten müssen wir die Klingel, den Druckknopfschalter und die Batterie unterbringen. Wer keine Batterie besitzt oder sich beschaffen kann, baut sich drei kleine Elemente, die er hintereinanderschaltet und in den Kasten einbaut. Wir heben den Deckel ab und bohren zunächst vorsichtig dort, wo die Glocke des Weckers sitzen wird, eine Anzahl Löcher in regelmäßiger Anordnung hinein. Das ist die Schallöffnung, damit ihr dann den Weckerruf auch hört. Unter diesen Löchern wird der Tastschalter, unser Klingelknopf, befestigt. Nun muß noch Platz für den Schalter und das Mikrofon bleiben. Ein Klingelumschalter, der, nebenbei gesagt, nur 20 oder 30 Pfennige kostet, ist genauso gebaut wie unser Schalter bei der Beleuchtungsanlage, nur gleitet der kleine Hebel über drei Kontakte hinweg, den Weckerkontakt, den Arbeitskontakt und den Ruhekontakt.

Selbstgebauter Telefonapparat:
 a) Wecker, b) Schallöffnung,
 c) Tastschalter, d) Schalter,
 e) Mikrofon, f) Frontansicht des
 Apparates, g) Schaltbild



Ihr könnt euch also mit einem Stückchen Blech und vier Schrauben den Schalter auch selbst zusammenstellen. Das selbstgebaute Mikrofon wird zweckmäßig auf dem Kasten befestigt und nicht in einem Handapparat, da bei jeder Lageänderung die Kohlekörner rutschen und der Widerstand im Inneren des Mikrofons sich ändert. Das würde dauernd Störungen geben. Unten befestigen wir links und rechts je zwei Steckbuchsen, die untereinander von Mitte zu Mitte genau 2 cm auseinanderliegen müssen. Sie sind für den Anschluß des Kopfhörers sowie für die Einführung der Außenleitungen (La und Lb) gedacht. Wer ein fertiges Mikrofon besitzt, kann sich natürlich einen richtigen Handapparat zusammenbauen. Das ist für den Betrieb bequemer als das am Gehäuse sitzende Mikrofon.

Das Schaltbild ist folgendermaßen aufgebaut: Vom Arbeitskontakt des Schalters, den wir einheitlich an die linke Schraube verlegen wollen, läuft die Leitung zu einer Buchse des Kopfhörers. Von der anderen Buchse geht es weiter ans Mikrofon, von dort teilt sich der Anschluß, er geht einmal an die Batterie, zum anderen aber an den Tastschalter (Klingelknopf). Die andere Seite des Tastschalters führt gleich zur Leitungsbuchse Lb . Der freie Pol der Batterie wird einmal mit der

Leitungsbuchse *La* verbunden, zum anderen mit dem Wecker. Seinen zweiten Anschluß verbinden wir mit dem Weckerkontakt des Schalters, den wir alle einheitlich nach rechts legen wollen, damit sich später auch jeder am Apparat des anderen Freundes zurechtfindet.

Nun müssen wir nur noch die Verbindung des Schalterhebels mit der Leitungsbuchse *Lb* herstellen, und der Apparat ist fertig montiert. An der Seite bringen wir einen Haken an, um den Kopfhörer anhängen zu können. In die Rückwand wird oben eine Aufhängeöse eingeschraubt, dann kann der Apparat an der Wand hängen und sieht, sauber bemalt und beschriftet, bestimmt gut aus. Der Apparat steht immer in Bereitschaft; das heißt, der Schalterhebel liegt auf dem Weckerkontakt rechts. Kommt jetzt ein Ruf an, so tönt die Klingel, der Junge Techniker geht heran, setzt sich den Kopfhörer auf, legt den Schalterhebel auf den Arbeitskontakt nach links herum, schaltet damit sein Mikrofon, seinen Fernhörer und die Batterie ein, kann sich melden, und das Gespräch ist hergestellt. Wenn er selbst anrufen will, so legt er den Schalterhebel auf den Ruhekontakt, damit der Rufstrom nicht in der eigenen Klingel oder im Mikrofon und Telefon verbraucht wird, und drückt auf den Tastschalter. Dann läuft der Strom durch die Außenleitungen und betätigt den Wecker der anderen Station. Es ist ein ganz einfacher Vorgang. Nun werdet ihr auch verstehen, warum wir bei dieser Schaltung nicht mit einem Element auskommen, sondern eine Batterie brauchen. Wir müssen ja mit ihr nicht nur den Mikrofonstrom erzeugen, sondern auch den Wecker betätigen, und der kommt mit der geringen Spannung eines Elementes nicht aus. Wenn der Ruf abgegangen ist, dann wird der Schalterhebel auf den Arbeitskontakt gelegt und am Kopfhörer so lange gewartet, bis sich der andere meldet. Meldet er sich nicht, so kann man wieder auf den Ruhekontakt schalten und nochmals rufen.“

Fehlerquellen :

Vor Inbetriebnahme eingehend kontrollieren, ob die Drahtverbindungen nach Vorschrift der Schaltskizze liegen! Wecker, Schalter und Mikrofon vor dem Einbau einzeln prüfen! Frische Batterien verwenden,

Kontaktstellen sauber verlöten oder anschrauben, Kopfhörer prüfen! Dann kann eigentlich nichts schiefgehen. Klingt die Sprache im Kopfhörer rau und kratzig, so liegt es am Mikrofon; man muß in diesem Falle noch ein wenig daran herumbasteln.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Das Telefon vereinigt Mikrofon und Fernhörer zu einem Hör- und Sprechapparat. Der Schalterhebel liegt bei Bereitschaft immer auf dem Weckerkontakt, damit bei einem Anruf der Wecker ertönt. Bei Inbetriebnahme wird zum Ruhekontakt umgeschaltet und der Tastschalter gedrückt; während des Sprechverkehrs liegt der Schalterhebel auf dem Arbeitskontakt. Anschließend das Ausschalten nicht vergessen! Sonst verbraucht sich die Batterie.

Fernsprechverkehr

Bereits nach einer Woche waren zwei Apparate fertig und konnten, wie die Prüfung ergab, in Betrieb genommen werden. Die Schüler gingen deshalb hinaus; denn es war nun nicht mehr kalt. Sie wanderten eine kleine Strecke aus dem Ort hinaus, und dort, zwischen Gärten, Bäumen und Feldern, wurde der erste Apparat an einem Zaun befestigt. Martin hatte eine Rolle mitgebracht, auf der sich 100 m verdillter Draht befanden. Das heißt, um euch den Ausdruck verdillt zu erklären: Zwei getrennte Leitungen waren umeinander gewunden, so daß sie wie ein Draht verlegt werden konnten. Natürlich kann man das nur mit gut isolierten Drähten machen, sonst sucht sich der Strom einen falschen Weg, und die Verbindung kann nicht klappen. Eine Gruppe unter Fritzchens Führung zog also los und ließ die Drahtspule abrollen. Hans, Dagmar, Dieter und Hilde blieben mit Martin am Ausgangsapparat zurück. Die anderen sah man noch eine Weile zwischen den Bäumen hin und her gehen, sie verlegten den Draht auf die Äste, banden ihn hier und da fest, endlich verschwanden sie hinter



den Gärten in der Talsenke. Es dauerte eine ganze Weile. Endlich rasselte der Wecker. Alle bekamen einen freudigen Schreck. Hans setzte den Kopfhörer auf, schaltete um und meldete sich: „Hier Station A, Hans Seiler. Prima, Fritzchen, prima!“ Und dann vollführte er plötzlich einen Indianertanz, so daß Martin fürchtete, der Apparat werde herunterfallen. Alles drängte sich um den kleinen Wunderkasten und wollte auch einmal sprechen, auch einmal der leisen Stimme aus dem Kopfhörer lauschen.

Die Freunde auf der anderen Seite schilderten, was sie im Tal unten sahen. Endlich schalteten sie ab, und Station A durfte rufen.

Nach einer Weile kam jemand mit einer Hacke den Weg entlang. Es war ein älterer Mann, der wohl in seinen Garten gehen wollte. Er blieb überrascht stehen, als er die Jungen Techniker so eifrig in den kleinen Holzkasten sprechen hörte; glaubte an irgendeine Spielerei, aber endlich

trat er doch herzu, durfte den Kopfhörer aufsetzen und war ganz erstaunt, als sich jemand meldete und auf seine Fragen Antwort gab. Wer sie eigentlich seien, wollte er wissen, und wer ihnen gezeigt habe, wie man einen solchen Apparat bauen mußte. Als er nun alles über die Gruppe, ihren Leiter und ihre Arbeit wußte, da wiegte er den Kopf und sagte: „Kinder, habt ihr’s schön! Meint ihr, u n s hätte man früher so etwas gezeigt? Bei uns hieß es nur: Lernt Rechnen und Schreiben, und in der Freizeit geht aufs Rittergut Rüben verziehen, das ist gescheiter. Und – so etwas hier hätte uns damals bestimmt auch Freude gemacht.“

Sie lachten und luden ihn ein, sich ihre Werkstatt einmal anzusehen. Er versprach es, nickte ihnen noch einmal zu und ging weiter. Wenige Minuten später hörten sie ihn vom anderen Ende der Leitung nochmals einen Gruß durchsagen.

Auf dem Heimweg merkte Martin, daß Fritzchen etwas auf dem Herzen hatte, aber wohl nicht so recht damit herauswollte.

„Na Fritzchen“, sagte er, „wie hat dir’s denn gefallen? Bist du zufrieden?“

„Hm, na ja“, Fritz schmunzelte und murmelte einige unverständliche Worte vor sich hin.

„Nicht zufrieden?“ fragte Martin.

„Na ja“, sagte Fritzchen, „eigentlich . . . eigentlich ist es doch nicht schön, daß wir nur mal so ’rausgehen und eine halbe Stunde telefonieren. Wir müßten immer telefonieren können, ganz so wie die Erwachsenen. Wer einen Anschluß besitzt, kann jederzeit telefonieren, wie’s ihm Spaß macht. Das habe ich gedacht.“

„Ja“, rief Hilde, „in Dresden haben sie eine Pioniereisenbahn. Ich bin selbst damit gefahren, die bleibt auch immer bestehen, und wer sich dafür interessiert, kann dort mitmachen. Warum gibt es das für die Jungen Elektrotechniker nicht auch? Wir könnten doch unsere eigene Telefonanlage haben, um immer miteinander telefonieren zu können.“

„Das wäre prima“, ließ sich Berndt vernehmen, „ich würde den Apparat neben mein Bett hängen und mich dann abends mit allen möglichen Leuten unterhalten.“

„Und wenn man mal nicht weiß, was man für Schularbeiten zu machen hat, ruft man einfach an und fragt einen Freund.“

Nun hatte auch Dieter Feuer gefangen. „He!“ rief er. „Und wenn es mal im Dorf brennt, alarmieren wir in drei Minuten den ganzen Ort.“

Nun waren sie stehengeblieben, redeten alle aufeinander los und ruderten mit den Armen in der Luft herum. Martin, der seitab stand, hörte nur einzelne Brocken wie: „Hausanschluß machen – Leitungen beschaffen – Rufstrom und Verbindung.“ Endlich rief Hans über alle hinweg: „Und wenn wir uns die Anlage einfach bauen, ohne zu fragen, was dann?“

Nun waren sie auf einmal alle still. Was Hans da sagte, klang verlockend. Martin mußte Rat wissen.

„Dürfen wir das oder nicht?“

„Hm“, sagte der Leiter, „an und für sich dürft ihr das nicht; denn das alleinige Recht zur Anlage von Nachrichtenverbindungen haben die Post, die Polizei und für die eigenen Anlagen auch die Eisenbahn.“

„Und . . .?“

„Ja, wir können natürlich anfragen, ob uns die Post vielleicht die Genehmigung für eine Anlage erteilt. Es wäre ja schließlich möglich, daß sie das tut; denn sie müßte ja an jungen Fachleuten interessiert sein, nicht wahr?“

„Klar!“ rief Joachim. „Das machen wir ich frage morgen den Briefträger.“

„Das wird nicht viel helfen. Wir müssen uns ans Telegrafenamt wenden. Der Briefträger hat mit dem Telefon nichts zu tun. Ich weiß aber noch etwas Besseres.“

„Ja? – Was denn?“

„Wir schreiben an den Zentralrat und bitten ihn, sich mit dem Ministerium in Verbindung zu setzen. Das ist dann ganz amtlich, und wir werden auch noch andere Hilfe brauchen.“

„Andere Hilfe?“ Die Schüler sahen Martin entgeistert an.

„Wieso Hilfe, alles andere machen wir doch selber! Ganz einfach!“

„Meint ihr wirklich?“ fragte Martin. „Habt ihr euch schon einmal überlegt, wieviel Leitungen wir brauchen? Eine Verbindung zwischen

Jürgens und Dagmars Zimmer geht freilich nur durch zwei Fenster und um die Ecke herum. Unser Telefonnetz hingegen hat nur dann Zweck, wenn jeder mit jedem sprechen kann. Dieter wohnt bekanntlich am anderen Ende des Ortes. Von dort bis zur Mitte des Dorfes, wo wir die Vermittlung hinstellen müßten, brauchen wir ein paar hundert Meter Kabel.“

„Vermittlung?“ fragte Heinz.

„Natürlich! Wenn ich zum Beispiel mit Berndt sprechen will, dann rufe ich zunächst die Vermittlung. Du, Heinz, wohnst ungefähr in der Mitte. Also angenommen, bei dir ist die Vermittlung. Dann klingelt's bei dir. Du fragst mich, wen ich wünsche, und steckst dann die beiden Leitungen zusammen. Dann kann ich mit Berndt sprechen. Dazu müßten wir dir einen Vermittlungsapparat bauen mit kleinen Glühlampen oder etwas Ähnlichem.“

Daß das so schwierig sein würde, hatten sie eigentlich nicht gedacht; aber was sind schon Schwierigkeiten, wenn eine Gruppe Junger Elektrotechniker entschlossen ist, etwas zu schaffen.

„Wir werden überall nach Draht herumstöbern“, sagte Joachim, und die anderen nickten.

„Also, auf jeden Fall wird an den Zentralrat geschrieben. Punkt!“

Die indirekte MikrofonSchaltung

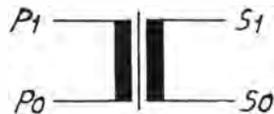
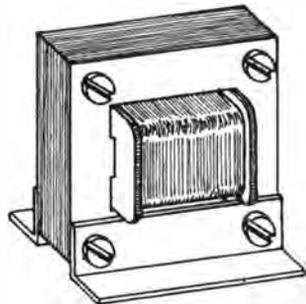
Und die Arbeit ging weiter.

Martin brachte eine Verbesserung mit.

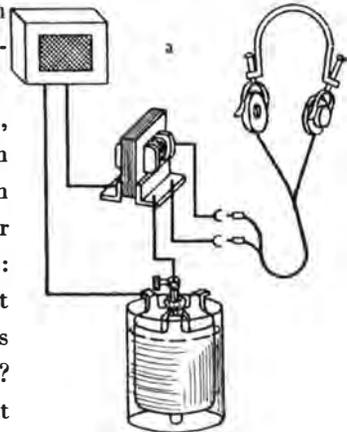
„Heute wollen wir eine andere Fernsprechschtaltung ausprobieren, die sich indirekte Schaltung nennt. Für diese Schaltung brauchen wir eine Sprechspule oder einen kleinen Niederfrequenztransformator, abgekürzt NF-Trafo genannt. Das ist ein richtiger Transformator, der aber nicht dazu bestimmt ist, aus dem Netzstrom eine Kleinspannung zu gewinnen, sondern er dient uns zur Ankopplung des getrennten Mikrofonkreises an den allgemeinen Sprechkreis.“

Dieser Transformator, der meist ein Übersetzungsverhältnis von 1:2 bis 1:6 besitzt, verstärkt die am Hörer anliegende Spannung und setzt gleichzeitig die Stromstärke in der Fernleitung herab. Bei der indirekten Schaltung, die also eine höhere Lautstärke als die direkte aufweist, liegt das Mikrofon mit einem Element und einem besonderen Schalter an den Anschlüssen P_1 und P_0 der Primärseite des Trafos. An der Sekundärseite, den Anschlüssen S_1 und S_0 also, liegt der Fernhörer, der dann keine besondere Batterie mehr braucht. Er erhält ja durch den Trafo die verstärkte Spannung des Mikrofons. Sprechspulen oder NF-Trafos beschafft ihr euch am besten von einer Rundfunkreparaturwerkstatt, wo man euch alte, ausgebaute Geräteteile gern billig abgeben wird.

In den Städten gibt es auch Geschäfte, die vorwiegend Teile aus alten Apparaten verkaufen. Hier kann man preiswert seinen ganzen Bedarf decken. Damit kommen wir jedoch auf ein heikles Thema zu sprechen: Immer wieder sage ich euch, ihr müßt euch dies und jenes beschaffen. Aber alles kostet Geld. Wo soll man das hernehmen? Eure Eltern werden auch nicht erfreut sein, wenn ihr immer und immer wieder kommt und um Geld bittet. Ein Junger Elektrotechniker muß eben auf manches verzichten; er muß das Geld, für das er sich vielleicht eine Eiswaffeln kaufen wollte, beiseite legen, um sich dafür etwas



Ansicht und Schaltbild eines Niederfrequenztransformators

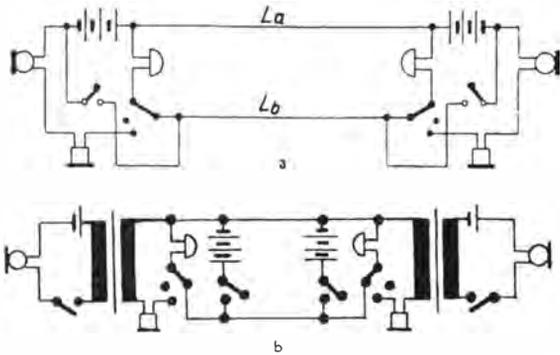


*b
Indirekte Mikrofonschaltung:
a) Aufbau, b) Schaltbild*

anzuschaffen. Als Gruppe müssen wir auch gemeinsame Mittel erwerben, wie durch unsere Sammlung. Ich denke aber noch an etwas anderes. Wir sollten uns einen Paten suchen. Vielleicht ist ein Betrieb aus der Elektrobranche bereit, uns mit Teilen oder auch mit bescheidenen Geldmitteln zu unterstützen.

Fernsprechverbindung
zwischen zwei Stationen:

- a) direkte Schaltung,
- b) indirekte Schaltung



Aber nun zu unserer indirekten Schaltung. Wenn wir sie anwenden, muß unser Apparat natürlich ein wenig anders aussehen als jetzt. Wir brauchen einen Mikrofonstromschalter und eine Rufstrombatterie, die auch sehr gut durch unseren Klingeltransformator ersetzt werden kann. Dann rufen wir mit Wechselstrom und haben den Vorteil, bei schlechter Leitung die Spannungsverluste durch eine höhere Voltzahl ausgleichen zu können. Eine Gefahr für unser Mikrofon besteht hierbei nicht; denn der Gegenapparat ist ja auf Klingeln eingestellt, und ist das aus Versehen einmal nicht der Fall, so wirkt der Niederfrequenztransformator in umgekehrter Richtung, und es kommt nur eine geringe Spannung beim Mikrofon an. Sonst ist der Aufbau mit dem Umschalter der gleiche wie bei der direkten Schaltung.“

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Der Niederfrequenztransformator (Übertrager) dient zur Aneinanderkopplung verschiedener getrennter Stromkreise bei gleichzeitiger Spannungsverstärkung. Die indirekte Schaltung weist eine höhere Lautstärke auf und ermöglicht Sprechverkehr über größere Entfernungen.

Wir planen ein Fernsprechnet

Am nächsten Tage ging Martin zum Bürgermeister. Er erzählte ihm vom Plan der Jungen Elektrotechniker, und der Bürgermeister war begeistert. Ein eigenes Fernsprechnet im Ort! Das wäre etwas ganz Neues, etwas, das beispielgebend sein würde. Hier könnten die Jungen Techniker einmal ganz aus der Praxis lernen. Sie könnten die Leitungen unter fachmännischer Aufsicht selbst legen, Störungen beseitigen, Vermittlungsdienst durchführen, dabei Sprechdisziplin lernen und noch viel mehr. Kurz und gut, die Gemeindeverwaltung würde dieses Vorhaben unterstützen, und Martin sollte, sowie er Nachricht auf seinen Brief bekäme, sofort Bescheid sagen.

Die Nachricht ließ nicht lange auf sich warten. Sie kam aus Berlin vom Zentralrat der FDJ und besagte, daß der Plan Unterstützung finden würde; die Post hätte zugestimmt, müßte aber noch einen genauen Plan haben und eine Baubeschreibung.

Das gab einen Jubel! Bis in die halbe Nacht saßen sie nun an ihrem Plan; denn es sollte alles stimmen.

Am Nachmittag hatte Martin etwas Neues erzählt. Sie würden, um Draht zu sparen, nicht mit zwei Drähten arbeiten, sondern nur mit einem. Erst hatte es ungläubige Gesichter gegeben. Dann aber mußten sie alle lachen; denn sie wußten doch jetzt schon Bescheid, sie waren immerhin schon kleine Fachleute, wenigstens was die wichtigsten Dinge der Elektrotechnik betraf. Da ließen sie sich nicht ins Bockshorn jagen, und was Martin da gesagt hatte, konnte doch nur ein Witz sein. Oder . . . ? Er blieb völlig ernst.

„Ja“, sagte er, „ihr braucht gar nicht zu lachen, der Fernsprechverkehr klappt zur Not auch mit einer Leitung, mit der *La*. Die andere, die *Lb*, muß man natürlich ersetzen. Sie kann nicht einfach wegbleiben; denn der Strom muß ja eine Möglichkeit haben, zurückzufließen. Wir benutzen dazu nicht einen Draht, sondern die Erde.“

„Die Erde?“

„Ja, wir stecken neben jeder Station einen Eisenstab in die Erde, an den dann die Leitung *Lb* gelegt wird. Dann läuft der Strom in die Erde

zurück, und der Apparat funktioniert auch, nur etwas leiser. Wer eine Telefonerde vor dem Hause hat oder eine Wasserleitung in der Wohnung, kann die *Lb* auch an diese legen, es geht dann mitunter noch besser.“ Martin hatte noch zu viele ungläubige Gesichter gesehen. Sie gingen daher mit zwei Apparaten hinaus und probierten mit einer kurzen Leitung die Sache durch. Es klappte wirklich gut.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Der Fernsprechverkehr kann auch mit nur einer Leitung und Erde vonstatten gehen. Die Verständigung ist dabei allerdings nicht so gut, da ein Teil der Energie in der Erde verlorengeht. Auch kann der Rückstrom in der Erde von Fremden mit Hilfe eines Verstärkers zum Abhören der Gespräche benutzt werden.

Die Antwort der Freunde

Nun saßen sie also am Abend zusammen, um die Antwort nach Berlin abzuschicken. Wollt ihr wissen, wie sie lautete?

Liebe Freunde!

Euren Brief haben wir mit Dank erhalten und freuen uns, daß Ihr dort unserem Plan ein so großes Interesse entgegenbringt. Wir haben deshalb sogleich die geforderte Baubeschreibung und die Skizze angefertigt und übersenden sie anliegend zur Weitergabe an die Zentrale Postverwaltung.

Unsere Gruppe hat sich im vergangenen Winter gebildet. Wir sind bis jetzt zehn Teilnehmer, hoffen aber, unseren Kreis durch die Anlage unseres Netzes erweitern zu können. Wir haben uns zunächst über Elektrizität im allgemeinen unterhalten, haben Batterien zerlegt und einfache Schaltungen gebastelt. Eines der ersten Geräte, das wir uns selbst bauten, war eine Morsestation. Der Taster entstand aus einer

Wäscheklammer mit einem aufgeschraubten Knopf; einige Kupferblechstreifen wurden zu Kontakten. Der Summer war ebenfalls in allen Teilen selbstgebastelt. Eine Garnrolle, mit Spulendraht bewickelt und mit einer Schraube als Kern, ergab den Magneten, ein Blechstreifen den Unterbrecher, und die Sache funktionierte. Nebenher eigneten wir uns Schritt um Schritt das technische Zeichnen an, so daß wir Schaltskizzen lesen und zeichnen können, wenn sie nicht zu schwierig sind. Nach und nach haben wir uns Klingeltransformatoren angeschafft und arbeiten mit Netzstrom. Auch die Batterieelemente bauen wir uns selbst; denn für Telefone braucht man Gleichstrom. Ein Kursus zum Erlernen der Morsezeichen läuft nebenher.

Nun sind wir dabei, unser Fernsprechnetzt herzustellen. Vier Apparate haben wir schon fertig, die Vermittlung wird noch gebaut. Das Material haben wir uns teils auf Schuttabladepätzen zusammengesucht, teils durch Sammlungen bekommen. Unsere Pläne enthalten neben dem Aufbau des Netzes die Aneignung der wichtigsten rundfunktechnischen Grundlagen, verbunden mit dem Selbstbau kleiner Apparate.

Vielleicht werden wir dann in einem Jahr an Euch herantreten, um die Genehmigung zum übungsweisen Senden zu erhalten. Aber das sind, wie gesagt, noch Pläne.

Ferner haben wir uns die Aufgabe gestellt, noch dieses Jahr als Beitrag zum Fünfjahrplan in unserer Schule eine elektrische Klingel anzulegen. Hier muß nämlich, wie vor fünfzig Jahren, ein größerer Schüler mit einer Glocke von Klasse zu Klasse laufen, um das Ende der Stunde bekanntzumachen. Den Leitungsdraht haben wir schon ziemlich beisammen, uns fehlt nur noch etwas Geld zum Einkauf der Klingeln und Transformatoren.

Wir hoffen bald wieder von Euch zu hören.

Mit Freundschaft
die Jungen Elektrotechniker
der Pionierfreundschaft Bördekind

Die Baubeschreibung

Sie hatten den Elektroinstallateur zu sich gebeten, der immer einspringen mußte, wenn die Schwierigkeiten beim Bau zu groß wurden. Er versprach, ihnen zu helfen. Als sie sich endlich sehr spät trennten, lag die Baubeschreibung fertig vor. Ich nehme an, sie wird euch interessieren. Hier ist sie:

Baubeschreibung eines Pionier-Fernsprechnetzes:

Unsere Arbeitsgemeinschaft Junge Elektrotechniker plant die Anlage eines eigenen Fernsprechnetzes innerhalb des Ortes. An das Pioniernetz sollen als Teilnehmer zunächst die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft mit selbstgebauten Apparaten angeschlossen werden.

Baumaterial:

A. **Leitungen**: Als Leitungsmaterial sind einige hundert Meter leichtes Telefonkabel, ferner Spulendraht (lackisoliert und umspinnen) sowie Wachsdraht vorhanden. Die Leitung soll über Isolatoren verlegt werden. Es wird mit einem Draht gegen Erde gearbeitet. Jede Fernsprechstelle erhält eine gute Erde und einen gewöhnlichen Außenantennen-Blitzschutz. Die Abschaltung des gesamten Netzes bei Gewitter sowie das Ausschalten der betreffenden Station bei Abwesenheit des Pioniers wird zur Pflicht gemacht und in die Betriebsvorschrift aufgenommen.

B. **Apparate**: 1. Fernhörer: Es finden Kopfhörer mit zwei oder auch nur einer Hörmuschel Verwendung.

2. **Mikrofone**: Es sind einige Kohlemikrofone und Kehlkopfmikrofone vorhanden. Die fehlenden werden selbst gebaut.

3. **Spulen**: Es sind einige Sprechspulen und NF-Transformatoren vorhanden.

4. **Wecker**: Sie sind vorhanden.

5. **Stromquellen**: Es sind Batterien und selbstgebaute Naßelemente vorhanden. Als Rufstrom wird umgeformter

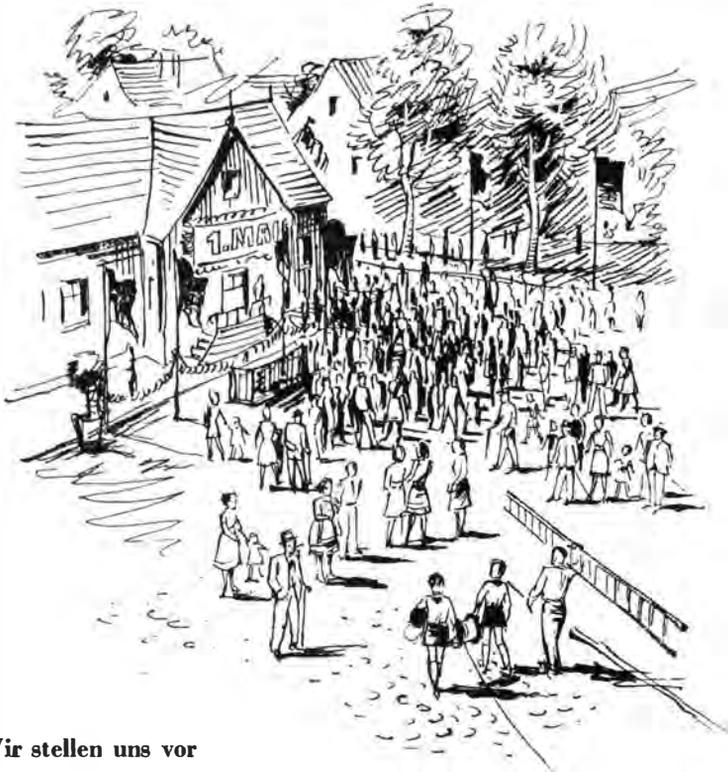
Netzstrom von 3 bis 8 V Verwendung finden. Die Transformatoren sind vorhanden.

6. Vermittlung: Es soll eine Glühlampenvermittlung eingerichtet werden. Auch an den Bau eines guten Vermittlungsschranke wird gedacht.

C. Zweck des Netzes : Sprechverkehr der Teilnehmer zu Lehrzwecken untereinander, praktisches Studium der Gesetze der Fernmeldetechnik. Der Sprechverkehr wurde bereits mit gutem Erfolg erprobt. Die Betriebssicherheit ist bei einigen Apparaten noch nicht so, wie sie sein soll; aber die Schwierigkeiten werden überwunden.

D. Fachberatung : Für die Anlage der Jungen Techniker zeichnet der Leiter der Gruppe verantwortlich, der als langjähriger Elektro- und Radiobastler praktische Erfahrungen hat. Der Installateur des Ortes steht für Ratschläge und praktische Hilfe jederzeit zur Verfügung. Er hat uns bisher auch mit Material bereitwilligst unterstützt.

E. Schwierigkeiten : Die Leitungen sollen innerhalb des Ortes zumeist über die Dächer gezogen werden. Im nördlichen Randgebiet muß eine Stange von 5,50 m gesetzt werden und die Leitung an 5 bis 6 großen Bäumen entlanggehen. Die Straßen müssen wegen der hohen Erntewagen in einer Höhe von 4,80 m überspannt werden. Der Ort ist mit Starkstrom- und Fernsprechleitungen ziemlich verbaut, wir benutzen deshalb als Leitungsstützen Dächer von Scheunen, die nicht an der Straße liegen. Kreuzungen mit ortsfesten Leitungen werden stets so ausgeführt, daß unsere Kabel als die schwächeren unter diesen Leitungen, möglichst rechtwinklig, durchgeführt werden. Die Genehmigung der Grundstückseigentümer wird eingeholt, sobald das Material für den ersten Bauabschnitt bereitliegt. Die Überquerung der öffentlichen Verkehrswege hat der Bürgermeister genehmigt. Der Rat unserer Gemeinde ist an der Anlage sehr interessiert und hat der Arbeitsgemeinschaft eine Werkstatt zur Verfügung gestellt. Er bezahlt auch die Einrichtung einer Schalttafel. Für die gesamte Anlage erbitten wir die Genehmigung der Zentralen Postverwaltung.



Wir stellen uns vor

1. Mai. Vor dem Festlokal stauten sich die Leute, die Musik spielte, die Pioniere sangen, selbst die Kleinen vom Kindergarten hatten einige Spiele geübt, um diesen Tag zu verschönen. Hans und Fritzchen lehnten in der Ecke. Sie ärgerten sich. Alle hatten sich auf den 1. Mai vorbereitet, um sich der Öffentlichkeit mit ihrer Arbeit vorzustellen. Drüben in der Schule sah man gar eine Ausstellung. Nur die Jungen Elektrotechniker waren über ihrer Arbeit und ihren Plänen ganz vom Nächstliegenden, den Tagesereignissen, abgekommen.

„Martin hätte auch daran denken können“, brummte Fritzchen.

„Martin?“ fragte Hans, „Martin hat genug damit zu tun, uns etwas beizubringen. Soll er sich um organisatorische Angelegenheiten der Gruppe auch noch kümmern?“

„Wer hat denn sonst die Schuld, daß wir für heute nichts vorbereitet haben?“ –

„Wer? – Wir alle, ich, du, Jürgen, Hilde, alle!“

„Hm! – Natürlich hast du recht, Mensch, ich denke, ich denke . . .“

„Was denn?“ Hans sah Fritzchen ins Gesicht. Er sah sehr angespannt und nachdenklich aus.

„Ob Martin nach der Demonstration gleich nach Hause gegangen ist?“ fragte Fritzchen plötzlich. „Das glaubst du doch selber nicht!“ antwortete der andere. „Heute ist doch kein Mensch zu Hause.“

„Dann müssen wir ihn eben suchen. Ich möchte ihm nämlich einen Vorschlag machen.“ – „Was für einen denn?“

„Irgendeinen, ist doch egal! Zum Beispiel, eine Fernsprechleitung vom Festplatz zum Festlokal zu legen – oder so was Ähnliches.“

Hans sah überrascht hoch. „Mensch, Fritzchen“, sagte er langsam, „das ist ’ne Prachtidee, das machen wir.“

Er faßte Fritzchen am Arm und schüttelte ihn; aber der hatte schon wieder etwas entdeckt. „Da“, rief er, „dort kommt ja Martin, los hin!“ Alles andere war das Werk weniger Sekunden. Als Martin weiterging, trabten die beiden schon durch die Straßen und riefen die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft zusammen.

Dann saßen sie in der Werkstatt beisammen. Hilde malte mit großen Buchstaben zwei Papptafeln: Fernsprechstelle der Jungen Elektrotechniker. In feberhafter Eile wurden die Apparate aufgebaut, der Draht aufgespult und die beiden Erdstecker, eiserne Stangen, mit Leitungen versehen.

Endlich war alles soweit. Sie gingen ins Festlokal und stellten dort einen Apparat auf, bei dem Fritzchen und Jürgen blieben; die anderen sausten mit dem Draht davon. Martin trug eine Leiter; denn sie mußten doch ihre Leitung so hoch legen, daß niemand daran hängenblieb oder gar den Draht beschädigte.

Auf dem Festplatz standen viele Einwohner des Ortes. Sie staunten nicht schlecht, als da plötzlich die Kinder ankamen, hochkletterten, die Leitung befestigten und den Erdstecker dicht neben einer Hauswand in den Boden ramnten. Sie drängten sich zusammen, und als

Hilde ihr Schild befestigt hatte und die Zigarrenkiste an der Wand hing, da dachten viele: Wozu diese Spielerei? Hans stellte die Verbindung her, rief die andere Station an, und – wie konnte es bei so alten Fachleuten anders sein! – es klappte. Noch immer guckten die Leute ungläubig, einige lächelten; aber so recht glauben wollte niemand, was Hans ihnen da vormachte. Sie wollten auch zunächst nicht heran und sich selbst den Hörer aufsetzen. Endlich machte eine junge Frau den Anfang. Sie nahm den Hörer, näherte sich dem Apparat und rief: „Hallo!“ Da wurden ihre Augen groß. Tatsächlich, da meldete sich jemand. „Wer ist denn dort?“ wollte sie wissen und: „Von wo sprichst du denn?“

Es gab plötzlich viele Fragen. Auch bei den anderen war der Bann gebrochen. Sie drängten herzu; diejenigen, die weiter rückwärts standen, machten lange Hälse. Hans hatte noch zwei weitere Kopfhörer angeschlossen, man konnte mithören, worüber sich beide unterhielten. Dann wurde es noch interessanter. Auch Fritzchen hatte im Festlokal jemand an den Apparat geholt. Nun unterhielten sich zwei Verwandte und waren sehr erfreut darüber. Hans fühlte sich, als habe er eben das Telefon erfunden, und gab wie die anderen bereitwilligst Auskunft über den Apparat, die Gruppe und ihre Arbeit.

Martin hatte man ganz vergessen. Der war mit seiner Leiter schon längst wieder davon, kletterte unterwegs irgendwo hoch und löste, vergnügt lächelnd, eine Verbindungsstelle des Drahtes auseinander. – Mal sehen, ob sie sich zu helfen wissen, dachte er.

An den Apparaten gab es hüben und drüben zunächst dumme Gesichter. Die „Fachleute“ nahmen eiligst den Hörer wieder auf und lauschten. Aber alles war still.

Hans prüfte das Mikrofon, die Batterie, die Anschlüsse, endlich sagte er: „Da ist irgendwo die Leitung gerissen.“

Dagmar und Hilde wurden an den Apparat gesetzt. Die anderen rannten los, den Blick auf die Leitung gerichtet, um den Fehler zu finden.

Dort, wo Martin sich mit seiner Leiter in einer Hausnische versteckt hatte, trafen sie mit Jürgen zusammen, der von der anderen Seite gelaufen kam. „Was macht ihr denn?“ rief er atemlos, Berndt aber

zeigte nach oben. „Da ist der Riß“, schrie er, „und das eine Ende hängt herunter.“

Sie sahen sich um, entdeckten Martin, und aus seinem Lächeln errieten sie, was hier vorgefallen war.

„So“, sagte Hans und grinste. Ruck, zuck, war der Schaden behoben.

Kaum war die Verbindung wieder intakt, hatte sich das Publikum an den Apparaten erneut zusammengefunden. Die Fragen flogen hin und her, man scherzte, lachte und – was war denn das?

Ebennoch hatten die Leute auf dem Festplatz Stimmen gehört, und nun erklang plötzlich schöne Musik? Ein Walzer, dann eine Ansage und wieder ein Musikstück. Wie im Radio!

„Jetzt ist Radio in der Kiste“, sagte ein Arbeiter und sah die Kinder an; aber die waren genauso ratlos wie die anderen. Hans nahm den Hörer, lauschte einen Augenblick und rief dann verzweifelt ins Mikrofon: „Hallo, hallo!“ Er war völlig ratlos; denn dafür wußte er keine Erklärung.

„Ja“, rief jemand am anderen Ende, und die Musik war aus.

„Was macht ihr denn da?“

„Prima, was?“ Fritzchens Stimme krächte vor Vergnügen. „Wie gefällt euch unsere Musik?“

„Mensch“, rief Hans erleichtert, „wie macht ihr das? Das ist ja toll!“

Es klärte sich alles recht schnell auf. Ein Spaßvogel im Festlokal war auf den Gedanken verfallen, eine Verbindung vom Lautsprecheranschluß des dort stehenden Radioapparates zum Fernsprecher zu legen und so das Rundfunkprogramm durch die Leitung zu schicken.

Die Leute fanden immer mehr Spaß an der Sache.

Hilde aber stand bei Martin und machte ihm einen Vorschlag.

„Wenn das mit der Radiomusik so schön klappt“, sagte sie, und ihre Augen leuchteten, „so können wir doch auch ein richtiges Programm durch unsere Fernsprechleitung bringen. Das wäre doch herrlich, wenn wir dann abends mal eine Stunde lang über unsere Apparate Musik hören könnten oder ein spannendes Hörspiel.“

Martin nickte. „Daran habe ich noch gar nicht gedacht“, sagte er, „darüber läßt sich reden.“

Die Leute auf dem Festplatz lachten; denn eben war ein Mann an den Apparat getreten und machte seinem Sohn Fritzchen am anderen Ende der Leitung sehr nachdrücklich klar, daß die Familie seit einer Stunde mit dem Mittagessen auf ihn warte.

Da war auch der letzte vom praktischen Wert dieses Telefons überzeugt.

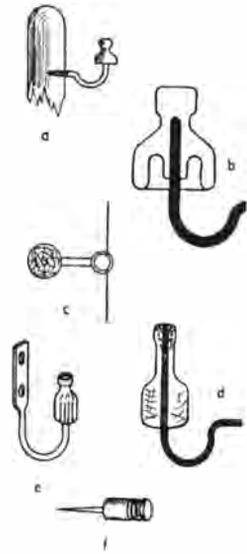
Leitungsbau

Das Thema der nächsten Bastelstunde war sehr wichtig, aber auch sehr interessant. Wenn man Fernsprechleitungen legen will, muß man auch wissen, wie das vor sich zu gehen hat.

Martin hatte einen Porzellanisolator mitgebracht.

„Es geht natürlich nicht“, sagte er, „daß wir unsere Leitungen so wie am 1. Mai einfach irgendwo hinhängen oder an unseren dicken Baum neben der Schule legen. Wir haben nur sehr mangelhaftes Drahtmaterial und müssen damit rechnen, daß die Witterungseinflüsse die Isolierung allmählich zerstören. Dann wäre bei jedem Regen Erdschluß, wie man eine falsche Verbindung zur Erde nennt. Wir könnten nur noch bei gutem Wetter sprechen und auch das nicht mehr sehr lange. Die Leitungen müssen also gegen die Erde sehr sorgfältig isoliert werden. Fachmännisch legt man daher eine solche Leitung an Porzellanisolatoren. Der Leitungsdraht wird daran entlanggeführt und in der Rille des Isolators mit einem Stück anderen Drahtes fest angebunden. Ein solcher Isolator ist unten offen. Wenn es regnet, dann läuft das Wasser an der Glocke herab und tropft vom unteren Rande ab, kann also nicht an den eisernen Haken heranlaufen, der die Verbindung zum Mast oder zur Hauswand herstellt. Dadurch ist auch bei sehr feuchtem Wetter die Leitung niemals mit der Erde verbunden. Der Strom ist ein heimtückischer Geselle. Er sucht sich überall Kriechwege, über die er einen Teil seiner Energie abfließen lassen kann. Ist die Leitung schlecht, so kommt unter Umständen kaum noch Strom bis zum Empfangsort durch. Die Leitung hat Erdschluß.

Isolatoren für den Fernsprechleitungsbau: a) eingeschraubt in einem Holzmast, b) Schnitt, c) Draufsicht mit Leitungsführung, d) Isolator aus einer Glasflasche, e) aus einer Gardinenschuurglocke, f) Zimmerantennenisolator



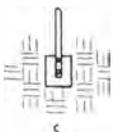
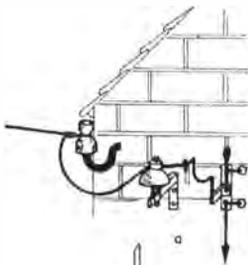
Da wir hier nun kaum Isolatoren haben, müssen wir uns Ersatz suchen. An vielen Häusern finden wir Isolatoren, die nicht benutzt werden. Wir dürfen sie jedoch nicht einfach abnehmen; denn sie gehören meist der Post oder dem Elektrizitätswerk. Wir müssen uns in diesen Fällen immer erst beim Eigentümer die Erlaubnis holen, ob wir unsere Leitungen daranlegen oder sie versetzen dürfen. Die Masten zu benutzen, ist selbstverständlich in jedem Falle für uns streng verboten; denn die Sicherheit des öffentlichen Fernsprech- oder Nachrichten-netzes oder des Starkstromnetzes darf keinesfalls gefährdet werden. Wir beschaffen uns also anderes Isolatorenmaterial. In Mutters Knopf-kiste finden sich sicher noch ein paar der altmodischen Gardinen-schuurglocken, die heute kaum noch verwendet werden, für uns aber prachtvolle Porzellanisolatoren abgeben. Sie sind zwar nur klein, aber für unsere schwachen Leitungen durchaus zu gebrauchen. Die Haken schmieden wir uns aus schwachem Rundeisen oder großen Zimmermannsnägeln.

Für die meisten Isolatoren verwenden wir jedoch alte Flaschen jeder Größe. Wir sammeln möglichst viele, reiben sie von außen schön trocken, dann gießen wir uns in eine Büchse ein wenig Benzin und legen einige Fäden hinein. Dort, wo wir den Flaschenhals absprengen wollen, legen wir nun einen getränkten Faden herum und stecken ihn an. Die Flasche wird langsam gedreht, so daß sie an der Sprungstelle gleichmäßig ringsherum von der Flamme erreicht wird. Wenn das der Fall war, tauchen wir die Flasche schnell in kaltes Wasser. Sie springt mit hörbarem Knacken genau an der bezeichneten Stelle auseinander. Hierbei müssen wir einiges beachten. Benzin ist sehr feuergefährlich.

Die Flaschen dürfen nur im Freien gesprengt werden, weil im Zimmer die Benzindämpfe Explosionen hervorrufen können. Die Büchse, die Fäden und Benzin enthält, muß nach Entnahme eines Fadens schnell wieder verschlossen werden, damit die Flamme nicht hineinschlägt. Zweckmäßig unterstützen sich zwei Freunde dabei. Einer legt die Fäden herum, der andere zündet an, so daß die Flamme nicht auf die Finger überspringen und böse Brandwunden verursachen kann. Ich rate euch ferner, einen erwachsenen Freund oder den Vater hinzuzuziehen: Er wird am besten wissen, ob ihr alle Vorschriften des Brandschutzes dabei beachtet. So sollt ihr dabei nicht in der Nähe von Gebäuden, Strohhaufen oder Waldstücken sein, sondern am besten an einem Sandhaufen, weitab von leicht brennbaren Stoffen.

Die Flaschenisolatoren sind unten sehr scharfkantig. Seht euch daher vor, daß ihr euch nicht schneidet. Der Haken wird unten von eingeführt und mit einigen Holzkeilen in der Höhlung des Halses festgehalten. Oben verschließen wir die Flaschenöffnung mit etwas Fensterkitt, Teer oder Gips. Dabei müssen wir uns vorsehen, daß der Gipsbrei

nicht zu tief hineinläuft, da er beim Festwerden treibt und leicht den Flaschenhals zersprengt. Für die Einführung in die Wohnräume verwenden wir gut isoliertes Kabel und ziehen es entweder durch eine der oberen Ecken eines Fensters oder einer Tür oder bohren, wo dies von Eltern und Hauseigentümern erlaubt wird, ein Loch in den Fensterahmen oder die Wand. Aus Sicherheitsgründen wollen wir die Leitung mit einem Blitzschutz versehen. Zu diesem Zweck bringen wir einen Schalter an, mit dem wir bei Gewitter die Leitung erden können. Die Sicherheit wird erhöht, wenn wir außen an einer vom Regen geschützten Stelle die blanke Leitung dem blanken Erddraht auf einige Millimeter



Blitzschutz für Fernsprechleitung oder Antenne: a) Blitzschutzglocke mit Erdungsschalter, b) geerdeter Metallstreifen als Blitzschutz auf einem Mast, c) Erdplatte

nähern, so daß ein Blitz auf die Erdleitung überspringen kann und keinen Schaden im Haus anrichtet.

Frei stehende Maststangen sowie Stangen auf Dächern versehen wir mit einem Metallstreifen oder einem sehr starken Draht, den wir bis in die Erde legen und im feuchten Boden in einer Blechtafel enden lassen. Dabei ist darauf zu achten, daß nicht etwa ein Kupferband eine Zinkblechtafel erhält oder umgekehrt; denn Zink und Kupfer bilden miteinander ein Element und fressen sich gegenseitig auf, wie der Volksmund sagt. Die im Handel erhältlichen Blitzschutzglocken können wir bei unseren Leitungen sehr gut verwenden. Sie werden außen am Haus befestigt, tragen oben die Leitung und werden unten mit der Erde verbunden.

Nun noch einige wichtige Dinge. Straßen müssen, wie ihr schon gehört habt, in einer Höhe von 4,80 m überquert werden, unsere Leitungen gehen dabei stets unter den anderen hinweg. Dann müssen wir vermeiden, daß unsere Leitungen näher als 10 m mit Starkstromleitungen parallel laufen. Der Netzstrom überträgt sonst seinen Brummtton durch Induktion auf unsere Leitungen, und wir können vor lauter Summen unser eigenes Wort nicht verstehen. Also: Stromleitungen werden möglichst rechtwinklig gekreuzt, und es wird vermieden, mit der Leitung zu nahe neben ihnen entlangzugehen.

Wenn wir die Leitung im Sommer legen, so dürfen wir sie nicht zu stark spannen, da sich der Draht im Winter bei Kälte zusammenzieht. Er würde dann zu straff werden und reißen. Ebenso müssen Leitungen, die an Bäumen befestigt werden, leicht durchhängen; denn die Bäume schwiugen bei Sturm verschieden. Dadurch kann der Draht reißen. Um Isolatoren in Wände zu setzen, wird ein kleines Loch in eine Ziegelfuge geschlagen, der Haken hineingesetzt und mit Gips fest verkittet. Nach kurzer Zeit sitzt der Isolator fest. Zweckmäßig ist es, die Strecken vorher genau auszumessen, die vorhandenen Drahtenden auf die erforderliche Länge zusammenzulöten und dann erst zu verlegen. Wenn wir unterwegs flicken müssen, so ist die Verbindung sehr sauber und sicher herzustellen und dann gut mit Isolierband zu umwickeln, so daß kein Wasser eindringen kann. So, wenn wir nun alles

beisammen haben, kann mit dem Bau des ersten Abschnittes begonnen werden.“

Die Werkstatt dröhnte vom Freudengebrüll der ganzen Gruppe.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Die Leitungen müssen gegen die Erde sehr sorgfältig isoliert werden. Die im Ort stehenden Elektrizitäts- und Fernsprechleitungsmaste dürfen auf keinen Fall von uns benutzt werden. Freileitungen müssen gegen Blitzschlag gesichert sein. Straßen sollen in einer Mindesthöhe von 4,80 m überquert werden, für feste Anlagen brauchen wir dazu die Genehmigung der Behörde.

Wie muß die Vermittlung arbeiten ?

Sie saßen zusammen und grübelten über den Zusammenbau der Vermittlung. Theoretisch ist die Sache ganz leicht. Die Leitungen laufen an einem Ort zusammen, jede hat ihr Signal, beispielsweise ein Lämpchen, das bei Anruf aufleuchtet. Der Vermittler verbindet dann diese Leitung mit seinem Abhörapparat und fragt den Teilnehmer nach seinem Begehren, dann steckt er die Leitung mit der gewünschten zusammen und ruft den betreffenden Teilnehmer an. Die beiden können nun miteinander sprechen. Ganz einfach, nicht wahr ?

Tja; aber . . . Dieses kleine Wörtchen „aber“ müßte seiner Bedeutung nach mindestens zehnmal so lang sein.

Aus den theoretischen Besprechungen entstand ein Entwurf, nach dem ein schrankähnliches Ungetüm mit ein paar hundert Schaltern und Lampen und Hebeln und Knöpfen hätte gebastelt werden müssen.

Alles stöhnte, rechnete, zeichnete! Hier konnte sogar Martin nichts Endgültiges sagen. Eine Vermittlung, wie wir sie brauchten, war nämlich – hört und staunt! – noch gar nicht erfunden. Sie sollte einfach, leicht zu bedienen, leicht zu bauen, nicht zu groß und vor allem sehr billig sein.

Wie sieht denn nun eine Vermittlung in Wirklichkeit aus ?

Ihr kennt vermutlich alle die heutigen Posttelefone, die mit ihrer Nummernscheibe verhältnismäßig einfach zu handhaben sind. Man stellt sich durch Wählen der Teilnehmernummer die gewünschte Verbindung selbst her. Und zwar gibt die Scheibe je nach gewählter Nummer eine Anzahl Stromstöße von sich, die im Amt einen Magneten betätigen, der kleine Hebel und Zahnräder bewegt, wodurch schließlich der Kontakt mit dem gewünschten Teilnehmer geschlossen wird. Der Anrufende bekommt auch gleichzeitig Signal, ob der Teilnehmer gerufen wird oder besetzt ist. Diese Wunderdinge im Amt nennt man Hebdrehwähler. So etwas kam für uns natürlich nicht in Frage. Woher sollte man das alles bekommen ? Wie war es aber früher, als die Apparate noch keine Nummernschilder besaßen ? Da mußte man doch auch einen Rufstrom abgeben und nach der Meldung der Telefonistin seinen Wunsch äußern. Ja, das gab es auch einmal, und zwar fiel bei dem Anruf im Amt eine kleine Klappe herunter, die erkennen ließ, wer gerufen hatte. Die Klappe war in der Ruhelage durch einen kleinen Haken festgehalten, der beim Anruf von einem Elektromagneten hochgehoben wurde.

Das war für uns auch noch viel zu schwierig. Woher sollten wir die so äußerst empfindlichen Mechanismen der Klappen, Haken und Magnete bekommen ? Außerdem brauchten die Klappen einen gewissen Strom, um ausgelöst zu werden. Unsere primitiven Leitungen mit der Erde ließen aber nur einen ganz schwachen Rufstrom ankommen.

Wir griffen also zu kleinen Glühlämpchen von 2 bis 6 V, die es für ein paar Pfennig überall zu kaufen gibt. Hier konnte man für jeden Teilnehmer, je nach Stärke des ankommenden Rufstromes, ein entsprechendes Lämpchen einschrauben. Auch die Fassungen dazu waren billig.

Nun weiter: Wir brauchten für jeden Teilnehmer einen Schalter, damit sich die Vermittlung in dessen Leitung einschalten und sein Begehren einholen konnte. Ferner brauchten wir für jeden einen Klingelknopf als Ruftaste.

Schon wurde die Sache komplizierter.

Da wir mit einer Leitung gegen Erde arbeiten wollten, kam von jedem Teilnehmer nur ein Draht an, gemeinsam hatten sie eine Erde mit der Vermittlung.

In der Werkstatt wurde die Anlage probeweise aufgebaut. Die Teilnehmer befanden sich ringsum auf den Tischen; das Gewirr von Glühlampen, Schaltern, Drähten, das unsere Vermittlung werden sollte, stand in der Mitte.

Station 1 rief an: Das Lämpchen 1 glühte auf. Alles freute sich. Heinz, der Vermittler, schaltete sich ein. Nummer 3 wurde verlangt. Heinz schaltete, nahm einen Stecker, der am Lämpchen 1 befestigt war, steckte ihn mit Leitung 3 zusammen, schaltete nochmals, drückte auf ein Knöpfchen. Da! Es bimmelte zwar ganz schwach bei 3, aber bei den anderen auch, und was das schlimmste war, Lämpchen 1 und 3 leuchteten sehr hell, und die anderen glimmten. „Käse!“ sagte Heinz ganz laut; die anderen dachten es. Wo lag also der Fehler?

Nach langem Überlegen und Probieren kamen wir dahinter: Es lag an der gemeinsamen Erde. Der Rufstrom geht durch die gemeinsame Erde in den Apparat zurück, läuft durch die Glühfäden der einzelnen Lämpchen, die ja auch alle an der gemeinsamen Erde liegen, und geht, allerdings sehr geschwächt, dann auch zu allen anderen Teilnehmern. Es mußte also eine Möglichkeit geschaffen werden, die Lämpchen beim Rufen auszuschalten.

Ein neuer Schalter wurde angebracht, er trennte die Lämpchen von der Erde und verband den Rufstrom mit ihr. Wir nannten ihn, weil doch jedes Kind nun einmal einen Namen haben muß, Rufstrom-Vorschalter. Fritzchen, unser Witzbold, meinte zwar, wir sollten ihn lieber Lämpchenschutz-vor-Rufstrom-Schalter nennen; aber er wurde überstimmt.

Neuer Probetrieb.

Heinz sagte wieder ganz deutlich: „Käse!“

Alle Lämpchen glimmten, alle Wecker zuckten, 1 und 3 aber brannten hell, viel zu hell für die kleinen Lämpchen.

Welchen Weg hatte denn der Strom jetzt wieder genommen? Wir mußten es uns erst aufzeichnen, ehe wir dahinterkamen; alle Lämpchen

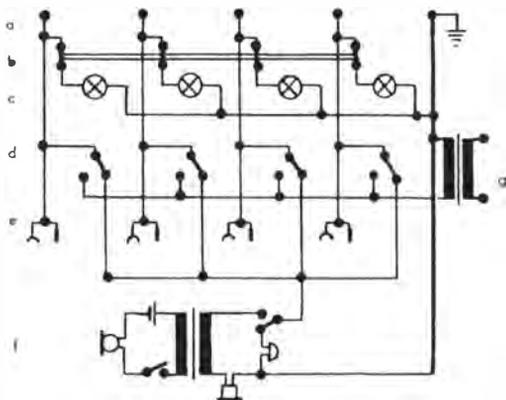
hatten ja den Anschluß an den Rufstrom-Vorschalter. Dieser schaffte also gewissermaßen innerhalb des Apparates eine zweite gemeinsame Erde, nun lief der Strom vom Lämpchen des gerufenen Teilnehmers über diesen Schalter in alle anderen hinein und von dort zu den Teilnehmern. Diese stehen ja alle in Bereitschaft, sind also an Erde geschaltet und empfangen daher den Ruf gleichfalls.

Was nun?

Wollte uns der Strom, dieser listige Geselle, wieder ein Schnippchen schlagen?

Dazu kam ein neues Schreckgespenst.

Prinzipschaltung des Modells einer Fernsprechvermittlung: a) ankommende Leitungen, b) Rufstrom-Vorschalter (beim Rufen alle gemeinsam betätigt), c) Signallämpchen, d) Umschalter für Rufen und Abfragen, e) Vermittlungsbuchsen und Vermittlungsschmüre mit Steckkern, f) Abfrageapparat, g) Ruftrafo, Eingang Netz, Ausgang etwa 8 Volt



Wenn die Lämpchen auch den von der Vermittlung ausgehenden Rufstrom empfangen, dann bestand, da dieser Rufstrom mitunter bei schlechterer Leitung sehr stark sein mußte, die Gefahr, daß die Lämpchen immer wieder durchbrannten. Also sahen wir uns gezwungen, für jeden Teilnehmer noch einen Schalter einzubauen, um die Lämpchen beim Rufen alle ausschalten zu können.

Eine komplizierte Vermittlung. Heinz mußte sich zum Schalterakrobaten entwickeln; er sagte aber, gerade das mache erst Spaß. Die Vermittlung wurde nun folgendermaßen gebaut:

10 Anschlußschrauben für die ankommenden Leitungen, 1 Anschlußschraube für die gemeinsame Erde, 10 Glühlämpchen mit Fassung,

10 Klingelumschalter (nach links drehen: Rufstrom, nach rechts drehen: Abfragen), 10 Kippschalter (oder 1 Zehnfach-Schalter) zum Ausschalten der Glühlämpchen. Diese zehn Schalter werden durch eine Leiste verbunden, um sie mit einem Griff abschalten zu können. Ferner 10 Steckbuchsen als Vermittlungsklinken, 10 Stecker mit Schnüren als Vermittlungsstöpsel, 1 Rufstromtransformator, 1 Abhörapparat.

Jede ankommende Leitung wurde an den Schalter gelegt und weiter zur Buchse und zum Stecker geführt. Eine Abzweigung lief zum jeweiligen Rufstrom-Vorschalter. dann zum Lämpchen und zur gemeinsamen Erde, an der auch der zweite Anschluß des Rufstromtrafos und des Abfrageapparates lag.

Jetzt endlich war alles zur Zufriedenheit gelöst. Nur mußte unbedingt darauf geachtet werden, die Kippschalter zu betätigen, wenn Rufstrom abgesandt werden sollte.

Ein Nachteil war nun noch vorhanden: Die Vermittlung machte sich nicht akustisch bemerkbar, das heißt, die Lämpchen glimmten zwar, wenn jemand anrief, aber wenn der Vermittler nicht zufällig auf die Lämpchen sah, dann hörte er nicht, wenn jemand rief. Das wurde durch Einbau einer Klingel in den Abfrageapparat möglich. Er hatte dann nur sämtliche Leitungsschalter nach rechts, also auf Abfragen, umzulegen, und sowie jemand anrief, schlug die Glocke an. Der Rufstrom geht bei dieser Anordnung zwar auch zu allen anderen Teilnehmern, wird durch den vorhandenen Leitungswiderstand aber dann fast völlig verbraucht und kommt nicht zur Wirkung.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Die Vermittlung eines Fernsprechnetzes dient zum wahlweisen Verbinden der Teilnehmer untereinander. Sie muß einen Rufanzeiger, einen Abfrageapparat und Vermittlungsstöpsel enthalten.

Der Bau beginnt

Wieder war es Donnerstag. Am Himmel lachte schon die Sommersonne, als sie mit dem Bau begannen.

Bei Martin fingen sie an. In die Hausmauer hatten sie einen Isolator gesetzt und vorn an der Straße eine 5,5 m hohe Stange aufgestellt. Joachim kletterte hoch und legte den Draht fest. Über die Straße kam ein Schild mit der Aufschrift 4,80 m. Alle vorüberkommenden Fahrzeuge sollten an die Durchfahrts- und Ladehöhe erinnert werden. Dann rutschten sie zu dritt auf einem langen Stalldach entlang, schraubten



die Isolatoren in die hölzernen Entlüfter und befestigten die Leitung. Beim Heruntersteigen gab es den ersten Riß in der Hose, außerdem war die Rolle in einem Pflaumenbaum gelandet, in dem man vorsichtig arbeiten mußte, um nicht zu viele grüne Pflaumen herunterzuschütteln. Das letzte Stück der Leitung konnte in einer schmalen Gasse zwischen zwei Scheunen verlegt werden, wo sie schön ruhig und sicher hing. Heinz nahm sie in sein Fenster. Dann ging es an die nächste Strecke. Gegen Abend waren 350 m vorschriftsmäßig verlegt. Die Leitungen wurden geprüft, die Apparate angeschlossen, und dann gingen die ersten Gespräche hin und her.

Noch ist das Netz nicht fertig, es fehlt vor allem an Leitungsdraht, aber der Wissensdurst der Schüler drängt weiter. Das Telefon ist schon eine Selbstverständlichkeit geworden, es gehört zum täglichen Leben der Gruppe. Der Vermittlungspionier Heinz führt ein Tagebuch, in dem die besonderen Vorkommnisse im Fernsprechverkehr eingetragen werden. Joachim ist Störtruppleiter. Er hat sich aus einer alten Frühstückstasche eine Werkzeugtasche gemacht. Sie enthält Isolierband, Drahtenden, Messer, Zange, einen Ersatzisolator, einen Erdstecker mit Kabel und außen einen Prüfkopfhörer. Nun aber kommt er in die Lehre. Er will Rundfunktechniker werden, etwas anderes kommt natürlich nicht in Frage; aber er bleibt uns treu, und wenn er nicht mehr Pionier ist, sondern zur FDJ geht, will er bei uns als Helfer weitermachen. So gut gefällt es ihm in der Gruppe.

Rundfunktechnik

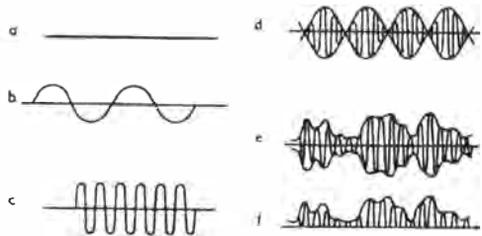
Martin mußte ein neues Gebiet behandeln, er nahm das schwierigste aber zugleich auch das interessanteste: die Rundfunktechnik. „Haben wir es bisher mit Spannungen von mindestens 1 V zu tun gehabt“, so begann er, „werden wir es jetzt manchmal mit viel kleineren Spannungen zu tun haben, beispielsweise mit $\frac{1}{100}$ V. Ihr werdet kaum

glauben, daß man mit diesen schwachen Strömen überhaupt arbeiten kann; aber die Energie, die von den fernen Rundfunksendern zu uns kommt, ist kaum stärker, oft noch schwächer.

Wie kommt nun dieser Strom, den wir beim Rundfunk benutzen, überhaupt zustande? Wir haben den Unterschied zwischen Gleichstrom und Wechselstrom kennengelernt und gesehen, daß der Gleichstrom gleichmäßig in einer Richtung fließt. Der *W e c h s e l s t r o m* schwingt, das heißt seine Spannung steigt von 0 auf beispielsweise 6 V an, kehrt um, geht wieder über 0 zur anderen Stromrichtung auch bis 6 V und so weiter. Er vollführt eine Wellenlinie, er schwingt. Je nachdem, ob seine Frequenz hoch oder niedrig ist, läßt er viele oder wenige solcher Wellenberge und -täler je Sekunde aufeinanderfolgen.

Elektrische Schwingungen:

a) Gleichstrom, b) Wechselstrom,
c) Hochfrequenz, d) mit einem gleichmäßigen Ton modulierte Hochfrequenz,
e) mit Sprache moduliert, f) Sprachschwingungen durch den Detektor gleichgerichtet und im Kopfhörer hörbar gemacht



Die Niederfrequenz kann man hören, unser Ohr nimmt Schwingungen von 16 bis etwa 15 000 Hz als tiefe bis sehr hohe Töne auf. Niederfrequenz hat, wie wir schon beim Fernsprecher besprochen, nur eine sehr begrenzte Reichweite. Man muß sie daher für größere Entfernungen über einen Draht leiten, nachdem man sie in elektrische Schwingungen verwandelt hat. Die Hochfrequenz hat bis zu mehreren Millionen Hertz und ist nicht hörbar, dafür hat sie aber eine große Reichweite. Was macht man nun, um trotzdem Sprache und Musik drahtlos übertragen zu können?“

„Keine Ahnung“, sagte Jürgen.

„Stell dir vor“, fuhr Martin fort, „du willst dich waschen, hast aber nur einen Topf mit eiskaltem und einen Topf mit heißem Wasser.

Das heiße löst zwar den Schmutz besser auf, man hält es aber am Körper nicht aus. Das kalte Wasser ist auch unangenehm und löst den Schmutz schlecht. Was tust du also ?“

„Na, das ist doch ganz einfach. Ich nehme das heiße Wasser und gieße so lange kaltes Wasser zu, bis es erträglich ist.“

„Richtig“, sagte Martin, „so machen wir es in der Radiotechnik auch. Der Sender schickt eine bestimmte Hochfrequenzschwingung aus. Das ist die Energie, die sich mit der Antenne aufnehmen läßt. Auf diese Schwingung prägt man nun die niederfrequenten Schwingungen von Sprache und Musik, man mischt sie, der Fachmann sagt: Man moduliert die Sprache auf die Hochfrequenz auf. Nun dient diese als sogenannte Trägerwelle, die Sprache und Musik überall hintrgt, wo man Hoch- und Niederfrequenz in einem Rundfunkgerät wieder voneinander trennt. Sprach- und Musikschwingungen sind äußerst komplizierte Erscheinungen.

Wenn wir also Rundfunk empfangen wollen, so brauchen wir eine Vorrichtung, die die Schwingungen auffängt, eine, die die Niederfrequenz herauslöst, eine, die sieverstrkt, und eine, die sie hörbar macht.

Zum Auffangen benutzen wir die Antenne. Sie wurde von dem russischen Wissenschaftler P o p o w erfunden und ist im wesentlichen ein hochgespannter Draht mit einer Ableitung zum Apparat. Hierzu können wir aber nicht jeden Draht verwenden; denn die Hochfrequenz fließt nicht im Innern, sondern auf der Oberfläche des Drahtes. Je größer man diese Oberfläche des Drahtes macht, desto mehr Hochfrequenzenergie wird in den Apparat kommen. Also nehmen wir zur Antenne Litze. Das sind viele, miteinander verdrillte Drähte, deren Oberflächen nun alle zusammen die Haut der Antenne bilden und Hochfrequenz leiten können. Diese Litze läßt sich zur Not auch durch einen stärkeren Draht von mindestens 1 mm Querschnitt oder ein Metallband ersetzen; aber der Empfang wird nie so gut sein, als wenn man Litze gespannt hätte.

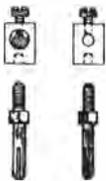
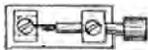
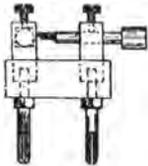
Man hängt die Antenne im Freien möglichst hoch auf; mit einer Länge von 12 bis 15 m kann man schon recht gut empfangen, über 25 m braucht man nicht zu gehen. Die Ableitung zum Apparat wird ent-

weder von der Mitte oder vom Anfang der Antenne weggeführt, man erhält dann eine T- oder eine L-Antenne. Sie wird gegen Blitzschäden gesichert, wie wir es von der Fernsprechleitung her kennen. Anfang und Ende der Antenne muß man gegen den Befestigungsdraht isolieren, damit die Hochfrequenzenergie nicht ungenutzt zur Erde abfließen kann. Man verwendet dazu meist die bekannten Antennenisolatoren aus Porzellan. Ein sehr wichtiges Kapitel ist aus dem gleichen Grund die Einführung der Antennenzuleitung ins Haus. Wir müssen also die Zuleitung gut isolieren. Nun brauchen wir noch eine gute Erde, die wir am besten von der Wasserleitung oder vom Gasrohr abnehmen. Wo sie nicht vorhanden ist, versuchen wir auf eine andere Weise zum Grundwasser zu kommen; stößt das auf Schwierigkeiten, so rammen wir einfach, wie beim Telefon, eine Eisenstange mit Drahtanschluß in die Erde und gießen häufig Wasser darauf, um alles recht feucht zu halten. Der Erdleitungsdraht muß stark gehalten werden, möglichst stärker als die Antennenzuleitung.

Nun brauchen wir eine Vorrichtung, um die Niederfrequenz aus der Hochfrequenz herauszulösen. Beim Rundfunk tut das eine Röhre, die Audion genannt wird. Wir nehmen dazu eine Germaniumdiode oder einen kleinen Detektorkristall, der, von einer dünnen Metallspitze berührt, nur in einer Richtung Strom durchläßt. Er wirkt daher für den Wechselstrom in einer Richtung sperrend und schneidet die untere Hälfte der Hochfrequenzschwingungen ab, so daß die Linie der aufmodulierten Niederfrequenz stehenbleibt und hervortritt. Die Energie eines nahe gelegenen Senders reicht dann zumeist aus, um im Kopfhörer das Programm zu hören. Detektorkristalle kann man kaufen; sie kosten einige Pfennige, Germaniumdioden zwei bis drei Mark. Wer keinen Detektor besitzt, muß sich einen bauen oder anfertigen lassen. Wir benötigen dazu einen Sockel aus Hartgummi, Trolitul oder einem festen Holz von nicht ganz 3 cm Länge und 1 bis 1,5 cm Breite und Höhe. Dieser Sockel bekommt zwei senkrechte Bohrungen, deren Mittelpunkte 2 cm auseinanderliegen. Wenn wir keine Möglichkeit haben, Metall zu bearbeiten, so lassen wir uns von einem Mechaniker zwei kleine Messingblocks in der Größe von $0,5 \times 1 \times 1,5$ cm fertigen. In diese Blocks

wird oben und unten ein Gewinde eingeschnitten, um oben Klemmschrauben und unten Steckerstifte einschrauben zu können. Von der flachen Seite her bekommt einer der Blocks eine größere Bohrung von etwa 0,5 cm Durchmesser bis über das Gewinde hinaus; in diese Bohrung wird dann ein Detektorkristall eingelegt. Der andere Block bekommt eine kleinere Bohrung zum Durchstecken des Abtaststiftes, an dem vorn eine dünne, aber feste Drahtspirale mit Abtastspitze angelötet wird. Hinten bekommt der Abtaster ein Isolierkügelchen aus Holz oder Siegellack. Die Blocks werden von oben in die Bohrungen des Sockels eingeführt und von unten mit den Steckerstiften festgeschraubt. Dann ist der Detektor fertig.“

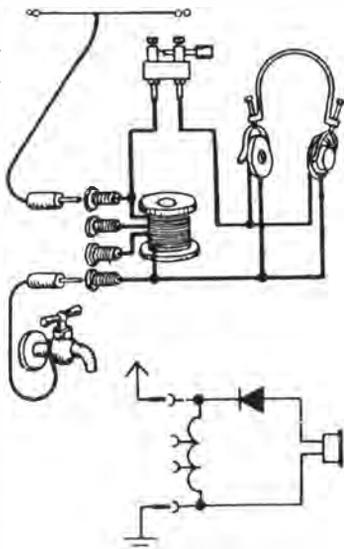
Heinz meldete sich. „Ich habe mir vor längerer Zeit aus unserer Zeitschrift ‚Der Junge Pionier‘ einen Bericht der Radio-Arbeitsgemeinschaft der Freundschaft ‚Hanno Günther‘ in Schwerin ausgeschnitten. Die Freunde dort haben sich einen viel einfacheren Detektor gebaut, sie haben den Kristall mit Draht auf einem Brettchen festgebunden und benutzen einen Draht als Abtaster. Darunter sind zwei Stifte als Stecker, und fertig ist der Detektor.“



Kristalldetektor

„Das will ich glauben“, sagte Martin, „ihr dürft aber nicht vergessen, daß die Freunde in Schwerin den Sender in ihrer eigenen Stadt haben und einen anderen kaum hören werden. Unser Detektor soll aber auch später für komplizierte Schaltungen Verwendung finden, da muß er tadellos sein und sicher arbeiten. Ein primitiver Detektor hat nämlich den Nachteil, bei der leisesten Erschütterung seine Einstellung zu verändern, das ist auf die Dauer alles andere als schön. Ein guter Detektor dagegen wird einmal richtig eingestellt und dann festgeschraubt. Er hält dann die Einstellung mitunter wochenlang. Der Abtastdraht wird an der Spitze schräg abgekniffen, damit er möglichst fein und scharf auf den Kristall kommt. Er muß mit leichtem Druck dagegenliegen. Selbstverständlich kann man auch den Kristall beweglich und die Drahtspitze fest-

machen. Haben wir einen starken Ortssender, so wird er gewöhnlich durchdringen. Durch Versuche kann man aber dahin kommen, auch andere Sender mit dem Detektorapparat gut zu hören. Ich habe mit einem selbstgebauten Apparat Moskau, Prag und den Schweizer Kurzwellensender klar verständlich empfangen. Detektorschaltungen müssen immer sehr einfach aufgebaut werden, da jedes überflüssige Teil, jeder zu lange Draht unnütz Energie verbraucht. Gerade damit wollen wir aber sehr sparsam umgehen. Außerdem müssen alle Verbindungen gelötet oder geschraubt werden. Wenn ihr das schwierige Einstellen der Abtastspitze vermeiden wollt, besorgt euch an Stelle des Detektors aus



*Einfache Detektorschaltung,
Verdrahtung und Schaltbild*

dem Rundfunkgeschäft einen kleinen Hochfrequenzgleichrichter, einen sogenannten ‚Sirutor‘ oder besser noch eine Halbleiterdiode. Das ist äußerlich ein kleines Röhrchen mit Drahtanschlüssen. Es wird entweder mit Steckern versehen und in die Detektorbuchsen eingeführt oder direkt in die Schaltung eingelötet. Dabei muß man die Drahtanschlüsse fest mit einer Flachzange packen, um die schädliche Wärme von der Diode fernzuhalten. Halbleiterdioden sind einfach zu handhaben und mindestens ebenso empfindlich wie ein gut eingestellter Detektor. Die einfachste Detektoranordnung kann man mit einem T-Stecker vornehmen. Wir kennen ihn von der Mikrofonschaltung her. In die eine Seite stecken wir Antenne und Erde, in die Mitte den Detektor und in die andere Seite den Kopfhörer. Dann empfangen wir bei genügend starkem Ortssender bestimmt etwas, wenn der Detektor richtig eingestellt ist. Möglicherweise, besonders abends, hören wir auch zwei oder drei Sender auf einmal, das ist sehr störend. Wir wickeln deshalb eine einfache Spule ohne Kern, die wir bei 60, 80 und 100 Windungen

anzapfen. In den Anfang bringen wir die Erde und einen Pol des Kopfhörers. In die 100 bringen wir einen Kontakt des Detektors, der andere wird mit dem zweiten Stecker des Kopfhörers verbunden. Nun verbinden wir die Antenne mit einem beliebigen Anschluß der Spule und stellen den Detektor auf größte Lautstärke. Dann stecken wir die Antenne um, bis wir den lautesten Anschluß gefunden haben. Jetzt wird der Ortssender stark durchklingen, in einem anderen Anschluß werden abends auch Fernsender zu hören sein.“

Fehlerquellen :

Der hauptsächlichste Fehler, der für den neugebackenen Detektorbastler sehr verhängnisvoll werden kann, ist mangelnde Geduld. Es geht nämlich in den meisten Fällen nicht gleich alles glatt. Man kann auch nicht sagen, woran es nun eigentlich liegt. Da gibt es nur eins: probieren und immer wieder probieren! Ist die Antenne richtig isoliert aufgespannt? Haben wir eine gute Erde? – Ist der Kopfhörer in Ordnung und der Detektor zuverlässig? – Haben wir vielleicht aus Versehen den Kristall mit den Fingern berührt? Das darf nicht sein, dann muß er nämlich erst mit Spiritus gereinigt werden. Wenn alles stimmt und auch die Drähte richtig liegen, dann brauchen wir Ruhe. Ein Detektor läßt sich nicht einstellen, wenn vier unruhige Freunde um einen herumzappeln. Man muß am besten allein in ruhiger Umgebung sein, den Apparat fest aufstellen und dann mit Fingerspitzengefühl den Abtaster bald auf diese, bald auf jene Stelle des Kristalls setzen. Geduld wird belohnt. Wenn es im Kopfhörer knackt, ist es schon ein gutes Zeichen; wir haben eine Kontaktstelle gefunden, und dort wird auch am ehesten Musik erklingen oder die Stimme des Ansagers zu hören sein. Hat man einmal eine laute Kontaktstelle am Kristall gefunden, so probiert man an allerhand anderen Dingen herum, wie Antenne verlängern oder verkürzen, Erdleitung verstärken, Spule mit anderen Anzapfungen wickeln. Kein großes Rundfunkgerät liefert uns einen so klaren, schönen Empfang wie unser kleiner Detektor. Da stört kein Rauschen, kein Brummen, die Stimmen klingen so rein, daß man seine Freude daran hat. Aber Geduld – das ist die große Voraussetzung!

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Die Rundfunkwelle hat eine außerordentlich hohe Frequenz, auf die Sprachschwingungen aufmoduliert sind. Zum Rundfunkempfang wird ein Apparat benötigt, der die Schwingungen auffängt (Antenne), die Niederfrequenz (Sprache und Musik) herauslöst (Detektor oder Röhre) und sie hörbar macht (Kopfhörer oder Lautsprecher). Hochfrequenz fließt auf der „Haut“ des Drahtes.

Der Detektorkristall läßt nur in einer Richtung Strom passieren; ebenso wirken Halbleiterdioden und Sirutoren, es sind kleine Hochfrequenzgleichrichter.

Neue Schaltzeichen

Nun sind sie alle schon kleine Fachleute. Sie werfen mit technischen Ausdrücken, mit Frequenz und Ampere um sich, daß jeder Laie erstaunt ist, und, was das wichtigste ist, sie haben die Elektrotechnik lieb-gewonnen. Mögen sie auch nicht alle Elektrotechniker oder Ingenieure werden wie unser Joachim, so werden sie doch Bastler bleiben und viel Freude erleben, wenn ihnen etwas Neues gelungen ist. Fritzchen, unser Morsespezialist, sitzt zu Hause am Radio und hört nicht etwa Musik, nein, er hat die Kurzwelle eingeschaltet und dreht so lange, bis er eine Funkstation erwischt hat. Dann huscht sein Bleistift übers Papier, und er lauscht, was man sich dort durch Funk zu erzählen hat. Da sind Schiffe unterwegs und Flugzeuge, die ihre Meldungen durchgeben, da werden Nachrichten gesendet und vieles mehr.

Berndt hat sich bei allen Verwandten und Bekannten nach überzähligen Werkzeugen umgesehen und hat nun eine fast vollständige Werkstatt. Es gibt so gut wie nichts, das er nicht selbst zuwege bringt. Er hat auch immer irgendeine Schramme oder einen Kratzer, wofür er eine Zange oder ein ausgerutschtes Messer verantwortlich macht.

Heinz an seiner Vermittlung kann nichts aus der Ruhe bringen, er ist auch zwischen hundert Hebeln und drei Störungen noch sicher.

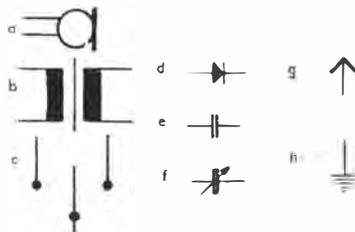
Joachim klettert auch noch abends um neun auf die Dächer, wenn eine Leitung gerissen ist.

Einmal wollen wir sie noch belauschen. Es war eine der letzten Bastelstunden vor dem Treffen der Jungen Pioniere in Dresden. Martin wiederholte die letzten neuen Schaltzeichen:

„Das Mikrofon wird also durch einen Kreis mit darangesetztem senkrechtem Strich bezeichnet, die Kontakte gehen wie üblich davon ab. Der Niederfrequenztrafo zeigt zwei gegenüberstehende Spulen mit Kernen. Der Umschalter wird als Hebelschalter mit zwei nebeneinanderliegenden Anschlußklemmen gezeichnet. Der Detektor ist ein Dreieck in der Leitung, dessen Spitze auf einen kleinen Querstrich zeigt.

Nun müssen wir zwei Teile besprechen, die wir noch nicht kennen. In der Leitung stehen zwei senkrechte Striche dicht beieinander, es ist ein Kondensator. Zwischen zwei dicht zusammenstehenden Metallplatten läßt sich Elektrizität aufspeichern. Der Kondensator kann, wie man sagt, aufgeladen werden. Schließt man einen Kondensator an eine Spule, so erhält man einen sogenannten Schwingkreis, der uns in der Rundfunktechnik immer wieder begegnen wird. Der Induktionsstrom der Spule lädt den Kondensator auf, dieser kann sich aber über die Spule wieder entladen und führt ihr damit neuen Strom zu. Es ist also ein Vorgang, der zu Schwingungen führt, sowie die Spule erregt wird. Unsere Kondensatoren sind meist in kleinen Röllchen untergebracht. Die Platten bestehen dann aus voneinander isolierten Stanniolstreifen. Das Ladevermögen eines Kondensators nennt man $K a p a z i t ä t$. Sie ist auf dem Röllchen vermerkt und wird gewöhnlich in pF (Picofarad) gemessen. Es gibt aber auch Kondensatoren mit veränderlicher Kapazität, das sind die sogenannten Drehkondensatoren. Sie bestehen aus festen und beweglichen Platten, die gegeneinander verstellt

Schaltzeichen: a) Mikrofon, b) Niederfrequenztransformator, c) Umschalter, d) Detektor, e) Blockkondensator, f) Drehkondensator, g) Antenne, h) Erde



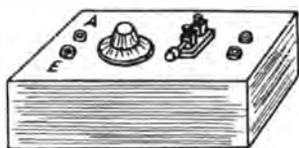
werden können. Das Schaltzeichen dafür sind zwei mit einem schrägen Pfeil versehene Kondensatorplatten.

Die Einstellung des Schwingkreises (Spule und Kondensator) wird dem gewünschten Sender gemäß verändert. Wenn die Eigenschwingung unseres Kreises mit der angeschlossenen Antenne genau mit der Schwingung des Senders übereinstimmt, dann können wir diesen empfangen. Das Schaltzeichen für Antenne ist ein nach oben gerichteter Pfeil, das Zeichen für Erde sind ein paar an die senkrechte Leitung angesetzte Querstriche, die von oben nach unten kürzer werden.

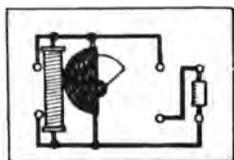
Wir werden anspruchsvoller

Nun kommen wir zur Detektorschaltung, die sich auf bestimmte Sender einstellen (abstimmen) läßt. Antenne und Erde gehen beiderseits an die Spule, die ihr am besten auswechselbar anbringt, um wahlweise den Apparat auf Lang-, Mittel- oder Kurzwelle umzustellen. Parallel zur Spule liegt ein 500-pF-Drehkondensator zum genauen Einstellen des gewünschten Senders. Eine Seite des Drehkos, wie der Drehkondensator abgekürzt genannt wird, liegt direkt am Kopfhörer, die andere geht zum Detektor und erst von dort zum Kopfhörer. Parallel zu diesem liegt noch ein kleiner Rollblock (Blockkondensator) mit einer Kapazität von 2000 pF. Das Ganze bringen wir in einer Zigarrenkiste unter.

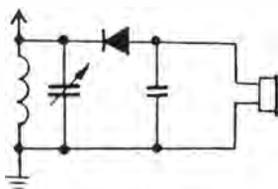
Die Inbetriebnahme geschieht folgendermaßen: Wir halten zunächst Erde und Antenne an die Kopfhörerstecker und hören, ob Strom vorhanden ist. Das Brummen der Antennenströme ist deutlich zu hören. Wir stecken den Kopfhöreranschluß in die vorgesehenen Buchsen, stecken Antenne und Erde ein und setzen die Abtasterspitze des Detektors auf den Kristall. Nun wird der Drehkondensator langsam von einer zur anderen Seite durchgedreht. Wo wir den Sender hören, halten wir an und regulieren am Detektor nach, bis wir die größte Lautstärke haben, dann wird dieser festgestellt. Nun kann man



a



b



c

Detektorapparat: a) Ansicht, b) Verdrahtungsplan, c) Schaltbild

den Drehko wieder verändern, um eventuell noch andere Sender zu suchen. Auch die Spulen können wir entsprechend austauschen. Ihr wickelt die Langwellenspule mit etwa 150 bis 250 Windungen, die Mittelwellenspule mit 60 bis 80, und die Kurzwellenspule wird in den Hauptsendezeiten mit 6 bis 8 Windungen eventuell Moskau oder Prag hören lassen. Hier kommt es nun auf eure Geduld an. Rundfunkbasteln ist etwas ganz anderes als einen Summer bauen. Ein Summer wird nach ein oder zwei Versuchen bestimmt arbeiten, wenn alle Vorschriften der Bauanleitung beachtet wurden. Ein Detektorapparat aber, so einfach er im Grunde genommen ist, muß in allen Einzelheiten erforscht werden. Wir verändern die Spulenwicklungen, ersinnen neue Anordnungen der Einzelteile, schalten in die Antenne einen zweiten Drehko und so weiter. So ergeben sich neue Kombinationen, die immer wieder andere Empfangsmöglichkeiten bringen. Und dann noch eins: Zum Rundfunkbasteln gehören Erfahrungen. Wer nicht mindestens jede Woche seinen Detektorapparat wieder umbaut, um ihm hinter neue Schliche zu kommen, der ist kein Bastler. Ein richtiger Bastler ist mit dem Erreichten nie zufrieden. Er wertet seine Versuche aus und ersinnt immer neue Möglichkeiten, um noch lauter und noch besser zu empfangen. So werdet ihr eines Tages zwangsläufig zum Röhrenapparat kommen; aber vorläufig müßt ihr mit dem Detektor anfangen und ihn in allen Einzelheiten kennenlernen. Es gibt unzählige Detektorschaltbilder, die alle von emsigen Bastlern und Ingenieuren erdacht und erprobt wurden. Welch gewaltiger Fleiß steckt allein hinter diesem kleinen Gerät. Wenn ihr damit unsere großen Geräte, die Superhet-Empfänger und die Fernsehapparate, vergleicht, dann werdet ihr

Achtung bekommen vor der Größe des menschlichen Geistes. Also: An die Arbeit! Sie beginnt mit Spulwickeln, -unwickeln, -abwickeln und neu wickeln. Schon daraus werdet ihr viel lernen. Und vor allem: Schreibt alles genau auf, notiert euch alle Versuche und greift immer wieder die besten heraus, um sie noch zu verändern und zu verbessern.“

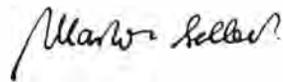
Ja, liebe Freunde, und damit wären wir am Ende.

Warum es nicht noch weitergeht? – Warum ihr nichts mehr über die Versuche und Erfahrungen der Gruppe hören sollt?

Ihr sollt nun erst einmal alles verdauen und in euch aufnehmen, ihr sollt alles ausprobieren und auswerten, getreu eurem Pionierauftrag, die Aktivität in den naturwissenschaftlichen und polytechnischen Arbeitsgemeinschaften zu steigern. Ihr werdet Forschungsaufträge übernehmen, eifrig morsen lernen; denn eines Tages werdet ihr drahtlos senden wollen und in der Gesellschaft für Sport und Technik das auswerten und vervollkommen, was ihr jetzt beginnt.

Eure Freunde in den botanischen und geologischen Arbeitsgemeinschaften werden Expeditionen starten; ihr müßt dabei die Funker und Telefonisten sein, die die Verbindung zwischen den Lagern aufrecht erhalten. Ihr werdet Lichtenlagen für die Zelte basteln und vieles andere mehr. Dazu will euch dieses Buch Freund und Berater sein.

Euer

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Martin Hellner". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

FACHWORTVERZEICHNIS

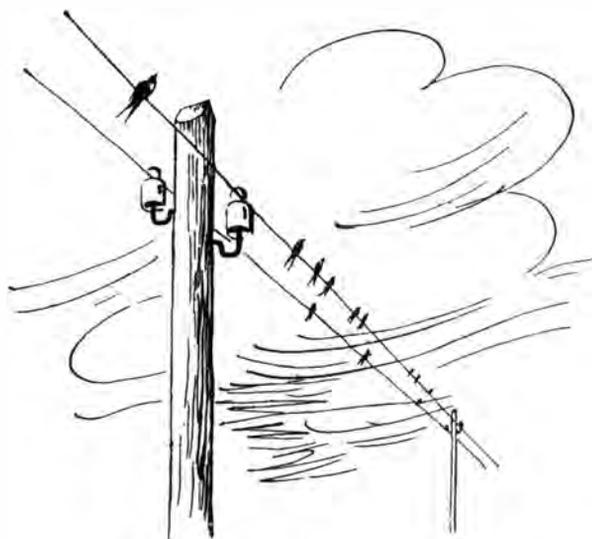
Ampere, A:	Maßeinheit für die Stromstärke
Antenne:	Auffangvorrichtung für Rundfunkempfang (Luftdraht)
Batterie:	Stromspeicher, aus mehreren Elementen bestehend
Detektor:	Gleichrichter; Vorrichtung, um die Sprach- und Musikschwingungen aus der Senderschwingung (Hochfrequenz) herauszulösen
Drehkondensator:	veränderlicher Kondensator; Platten, die mit Elektrizität aufgeladen und wieder entladen werden können
Elektronen:	kleinste Teilchen, Bestandteile des Atoms, Träger der elektrischen Erscheinungen
Element:	kleinste Speicherzelle für galvanische Elektrizität
Erdschluß:	fehlerhafte Ableitung des Stroms aus einer beschädigten Anlage zur Erde
Frequenz:	Anzahl der Schwingungen, Richtungsänderungen des Wechselstroms je Sekunde
galvanische Elektrizität:	wird auf chemischem Wege im Element erzeugt
Gleichstrom:	Strom, der ständig in einer bestimmten Richtung fließt, er hat die Frequenz 0
Halbleiterdiode:	Hochfrequenzgleichrichter, bestehend aus Germanium oder Siliziumkristallen mit feiner, fest aufliegender Abtastspitze. Dienen zum Detektorempfang
Hebdrehwähler:	Vorrichtung im Telegrafenamte, die selbsttätig den Fernsprechananschluß herstellt
Hertz, Hz:	Maßeinheit für die Frequenz, bedeutet Schwingung je Sekunde
Hintereinanderschaltung:	Anordnung, bei der mehrere Geräte oder Schaltungsteile wie eine Kette hintereinandergeschaltet werden; sie erhalten dabei nur einen Bruchteil der Spannung
Hochfrequenz:	Wechselstrom von sehr rascher Folge der Schwingungen, Frequenz von 20 000 bis mehrere Millionen Hertz
Induktion:	Magnetismus der stromdurchflossenen Spule, greift auf benachbarte Spulen über und erzeugt dort Induktionsstrom
Induktionsstrom:	Strom, der in Dynamomaschinen oder im Induktor (Induktionsspule) erzeugt wird; er entsteht bei Bewegung eines Drahtstückes im magnetischen Feld

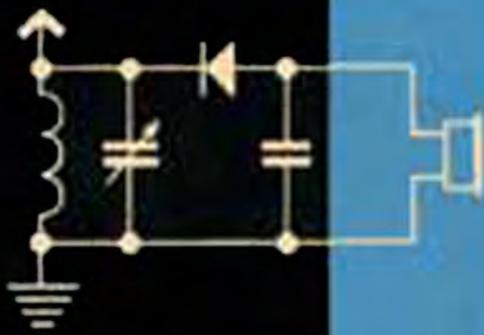
Isolator:	Aufhängevorrichtung für Leitungen aus Isoliermaterial (Porzellan, Glas, Preßstoff), soll Erdschluß der Leitung verhindern
Kapazität:	Aufladevermögen eines Kondensators, auch Ausdruck für den Kondensator selbst
Kondensator:	Anordnung zweier Platten oder Metallstreifen dicht nebeneinander, die aufgeladen und entladen werden können. Werden als unveränderliche (Fest- oder Blockkondensatoren) und veränderliche (Drehkondensatoren) K. gebaut
Kontakt:	elektrische Verbindung zweier Leiter
Mikrofon:	Gerät zur Umwandlung von Luftschwingungen in elektrische Schwingungen, dient zur Übertragung von Sprache und Musik auf den Verstärker oder die Leitung
modulieren:	Ausdruck für die Überlagerung der Trägerwelle (Hochfrequenz) mit Sprach- und Musikschwingungen im Rundfunksender
Niederfrequenz:	Wechselstrom von 1 bis etwa 20 000 Hertz; er ist für das menschliche Ohr als verschieden hoher Ton hörbar
Ohm, Ω :	Maßeinheit für den elektrischen Widerstand von Leitungen, Isoliermaterialien und Geräten
Parallelschaltung:	Anordnung, bei der mehrere Geräte oder Schaltungsteile nebeneinandergeschaltet werden (gleiche Pole zusammen). Jedes Gerät bekommt dabei die volle Spannung zugeführt
Picofarad, pF:	Maßeinheit für kleine Kondensatoren; sie gibt das Fassungsvermögen, die Kapazität, an
Spannung:	Unterschied der Elektronenfülle in den Polen einer Stromquelle, wird gemessen in Volt
Sirutor:	kleiner Hochfrequenz-Gleichrichter
Trägerwelle:	vom Sender ausgestrahlte Hochfrequenzschwingungen, auf die die Musik- und Sprachschwingungen aufgedrückt (moduliert) werden
Transformator:	(Übertrager) Gerät zum Umwandeln von Stromstärke und Spannung auf gewünschte andere Werte. Seine Wirkungsweise beruht auf dem Prinzip der Induktion
Volt, V:	Maßeinheit für die Spannung
Wechselstrom:	Strom, der ständig seine Flußrichtung ändert

INHALTSVERZEICHNIS

Es geht los	5
Was ist eigentlich Elektrizität?	8
Element und Batterie	11
Wir bauen ein Kohle-Zink-Element	14
Wir lernen Schaltzeichen kennen	17
Eine einfache Schaltung	21
Der Elektromagnet	25
Der Summer	29
Die Morsestation	38
Was ist Frequenz?	41
Allerlei Pläne	47
Der Gleich- und Wechselstromwecker	51
Die Werkstatt wird eingerichtet	54
Was ist ein Mikrofon?	55
Was ist ein Fernhörer?	62
Der Mikrofonkreis	65
Wir bauen ein Telefon	67
Fernsprechverkehr	70
Die indirekte Mikrofonanschaltung	74
Wir planen ein Fernsprechnet	77
Die Antwort der Freunde	78

Die Baubeschreibung	80
Wir stellen uns vor	82
Leitungsbau	86
Wie muß die Vermittlung arbeiten	90
Der Bau beginnt	95
Rundfunktechnik	96
Neue Schaltzeichen	103
Wir werden anspruchsvoller	105
Fachwortverzeichnis	108





SELBSTBAU VON

WECHSELSTROMWECKER
TELEFON
DETEKTORAPPARAT
MORSESTATION