Vom Gebirg zum Ozean
Alles hört der

Radiomann

80

Versuche von der elektrischen Batterie bis zum selbstgebauten Fern-Empfänger

für Jung und Alt

von Wilhelm Fröhlich

KOSMOS GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE
FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG STUTTGART

Vom Gebirg zum Ozean
Alles hört der

Radiomann

Dieses Buch kann nur zusammen mit dem Kasten erworben werden!

80

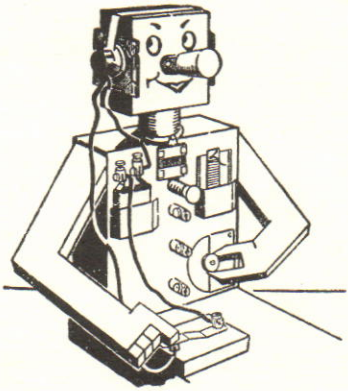
Versuche von der elektrischen Batterie bis zum selbstgebauten Fern-Empfänger

für Jung und Alt

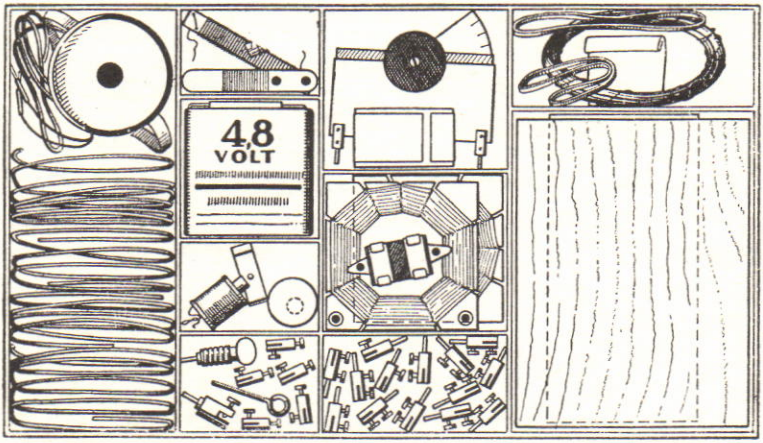
von Wilhelm Fröhlich

Vierte Auflage

KOSMOS GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG STUTTGART
1940



Alle Rechte an Text und Bildern vorbehalten, insbesondere das Uebersetzungsrecht / Copyright 1940 by Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart / Printed in Germany / Imprimé en Allemagne
Gedruckt in der Stuttgarter Vereinsbuchdruckerei A.G.



Da sitzt er, der Radiomann, der gelehrteste neben den schon weltbekannten Brüdern Elektromann, All-Chemist und Optikus. In dem etwas vierschrötigen Kopf steckt allerlei, wenn er als Summerbrett für die Versuche benutzt wird, und als echter Bastler trägt er an seinem Körper, der als Grundbrett dient, eine Menge Sachen herum. Das Glänzendste an ihm und Radiomanns Stolz ist seine Nase. Er hat sie als Radioröhre nachträglich erworben, um damit ferne Sender in seinen Hörbereich zu ziehen. Seine Ohren sind groß genug, sie dienen sonst als Abstimmspulen dazu, den gewünschten Sender hörbar zu machen. Dabei hilft ihm der Drehkondensator, an dem er eben dreht. Zwar begnügt sich der planmäßig arbeitende Radiomann vorerst damit, mit umgelegtem Hörer und Kristalldetektor den nahen Rundfunksender zu hören. Später baut er einen eigenen klei-

nen Funkenerzeuger aus der Tasterfeder, dem Elektromagnet und der Taschenbatterie, und dann wird er noch zu einem Tonsummer verbessert mit Hilfe der Summerfeder und der Kontaktschraube. In den weiten Taschen seines Arbeitsmantels stecken seine weiteren Geräte, ein glänzender Gitterkondensator und der Heizwiderstand. An seinen schlanken Hals hat er als Schmuck den braunen Telefonkondensator gehängt und das Lämpchen, das hie und da auch leuchten muß. Die gelben Knöpfe seines Kleides dienen ihm nebenbei auch als Steckerklemmen. Mit Verbindungsdraht ist er reichlich versehen, die im Kasten spiralig zusammengerollten dicken Antennendrähte muß er vor der Benutzung schön gerade machen; er wird sie dann nicht mehr im Kasten versorgen, sondern in eine Ecke oder auf einen Schrank stellen, damit er sie nicht immer wieder von neuem gerade richten muß.

Als gewissenhafter Forscher, wie es unser Radiomann nun einmal ist, hat er sich vorgenommen, nicht etwa gleich mit dem Bau eines Röhrenempfängers zu beginnen, sondern vielmehr bedachtsam vorne anzufangen und einen Versuch nach dem andern durchzuarbeiten, damit aus dem Radiomann ein tüchtiger Radiofachmann werde, der das, was er macht, auch wirklich versteht.

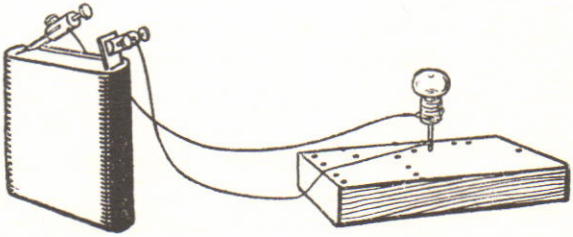
Wer die im vorliegenden Anleitungsbuch enthaltenen Röhren-Versuche durchführen will, muß sich eine Doppelgitter-Röhre beschaffen; entweder die Telefunken-Röhre RE 074D oder die Valvo-Röhre U409D. Diese Röhren können von der Firma Radio-Kosmos, Abteilung der Franckh'schen Verlagshandlung in Stuttgart zum Preise von je RM 5.70 bezogen werden. Im Ausland kann man auch die Tungsram D G 407, oder die Philips-Röhre B VI benützen, die aus patentrechtlichen Gründen in Deutschland nicht lieferbar sind.

1. Zuerst die Batterie

Die brauche ich dir nicht vorzustellen. Sicher ist dir die Taschenbatterie von deinen bisherigen elektrischen Versuchen als treuer Stromlieferant bekannt. Nur wenn sie einmal alt geworden ist und ihren letzten Strom ausgehaucht hat, hast du sie nicht mehr geschätzt und vielleicht gar erbarmungslos zerlegt, um ihr Innerstes kennen zu lernen. Unsere Batterie soll aber noch gut sein. Man sieht ihr zwar den Strom, den sie in sich birgt, nicht an. Du kannst aber einmal den Papierstreifen, der ihr von der Fabrik mitgegeben wurde, abreißen und die beiden Metallstreifen an die Zunge halten. Gleich spürst du den widerlich sauren Geschmack. Die Zunge als Stromanzeiger zu verwenden, ist allerdings nicht gerade angenehm und manchmal sogar gefährlich.

2. Der Strom wird sichtbar

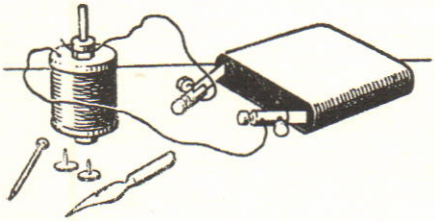
Die Taschenbatterie ist von ihrem Ersteller eigentlich dazu bestimmt, ein Lämpchen leuchten zu lassen. Du kannst den Strom also durch ein Lämpchen schicken und es fein leuchten lassen. Damit du das Lämpchen nicht immer zu halten brauchst, ist es in eine geeignete Fassung eingesetzt. An der Batterie werden zwei Schnittklemmen festgeschraubt und von dort zwei kurze Stücke Leitungsdraht an die Fassung gezogen. Beide Drähte müssen an beiden Enden auf etwa 3 cm Länge blank geschabt sein. Der eine wird mit einem blanken Ende fest um das Gewinde



der Lampe, das Ende des zweiten Drahtes um den Steckstift der Fassung geschlungen und gut verdrillt. Es muß sehr darauf geachtet werden, daß die blanken Teile der beiden Drähte sich nicht berühren, weil die Batterie sonst viel Strom verlieren würde und bald unbrauchbar werden müßte. Zum Anzünden und Löschen dreht man einfach die Lampe ein wenig aus ihrer Fassung.

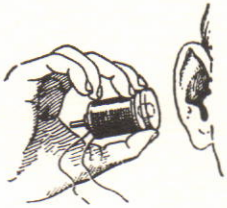
3. Der Strom hat Kraft

Der Strom kann aber noch mehr als leuchten. Er kann auch schwere Lasten heben. Wenn du den Strom zwingst, durch die vielen Drahtwindungen der Spule zu fließen, so bekommt das Eisen in der Spule die Fähigkeit, andere Eisenstücke anzuziehen, es wird magnetisch. Verbinde also das freie Drahtende der Spule mit der einen Batterieklemme, und von der anderen ziehe einen Verbindungsdraht zum Eisenteil an der Spule, wo er mit der Schraubenmutter festgeklemmt wird. Nähere dann die stromdurchflossene Spule irgendwelchen kleinen eisernen Gegenständen, Schreibfedern, Nägeln und dergleichen, bis auf eine Entfernung von etwa ½ cm. Es ist drollig, wie diese Dinge an das Eisen hinaufhüpfen, und es braucht ordentlich Kraft, um sie vom Magnet wegzuziehen. Wenn du aber den Strom ausschaltest, fallen die Eisenstücke sofort ab. Beim Einschalten hüpfen sie dann wieder an den Magnet hinauf. Weil die Spule nur so lange magnetisch ist, als in ihr der elektrische Strom fließt, wird sie auch Elektromagnet genannt.



4. Wir hören den Strom

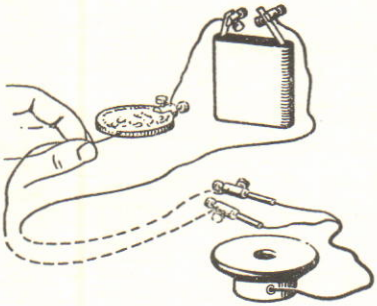
Zuerst haben wir den Strom mit der Zunge geschmeckt, dann haben wir sein Leuchten gesehen, dann seine Kraft bewundert und jetzt wollen wir ihn noch hören! Dazu legen wir einfach den Deckel der kleinen Büchse, die sonst den runden Kristall enthält, auf die Magnetspule. Wenn der Strom eingeschaltet wird, zieht sie das Eisenblech der Büchse ein wenig an. Wir halten Büchse und Spule zusammen so ans Ohr, daß der Deckel am Ohr anliegt. Bei raschem Ein- und Ausschalten des Stromes vernimmt man jedesmal ein Knacken. Dieses Knacken zeigt uns an, daß der Strom in der Spule fließt.



5. Das Telefon

Wenn wir uns vornehmen, recht sorgfältig zu sein, dürfen wir von unserem Telefonhörer den Deckel abschrauben. Dann sieht man darunter eine runde Eisenblechscheibe, die von einem Magnet angezogen wird. Dieser Magnet ist allerdings aus Stahl gefertigt und deshalb dauernd magnetisch. Darum hält das Eisenblech an dem Kopfhörer, wenn man es auch nur daranlegt. Unter dem Eisenblech sind zwei Magnetspulen sichtbar. Wenn man durch die Steckerleitungen den Strom der Batterie in diese Spulen sendet, wird der Magnet stärker und schwächer, er zieht das Blech mehr oder weniger an. Wird der Hörer dabei ans Ohr gehalten, so vernimmt man bei jedem Ein- und Ausschalten des Stromes ein deutliches Knacken. Beim Wiederzusammensetzen des Hörers ist darauf zu achten, daß der Deckel nicht zu sehr festgeschraubt wird; die Membran muß schwirren können.

6. Fernhören



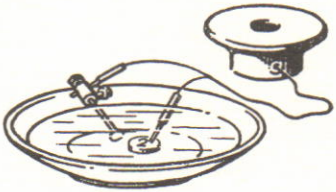
Der vorhin als Telefon bezeichnete Apparat kann auch Fernhörer oder kurzweg Hörer genannt werden. Wir können damit aus der Entfernung hören, wenn wir den Hörer ins Nebenzimmer bringen und von dort zwei lange Drähte ins Zimmer zur Batterie führen. Besonders hübsch wird das Knacken, wenn man den Strom zuerst an ein Geldstück mit geriffeltem Rande leitet und mit dem einen Draht der Fernleitung leicht kratzend über die Unebenheiten des Randes fährt. In dem fernen Hörer vernimmt man das Kratzen deutlich.

7. Wir übertragen einen Ton in die Ferne

Immer wenn ein Ton an dein Ohr kommt, verdankt er seine Entstehung einem rasch schwingenden Körper, sei es einer schwingenden Saite, wie bei der Violine, oder einer schwingenden Zunge, wie bei der Mundharmonika. Es soll jetzt einmal ein Ton erzeugt werden. Wir zupfen an der langen Batteriefeder, daß sie schwirrt. Der dabei entstehende Ton ist nicht gerade schön. Nun leiten wir den Strom der Batterie durch die Feder und durch den Hörer, indem wir die schwingende Feder nur ganz lose nahe an ihrem Grunde mit dem Stromleitungsdraht berühren. Das Summen der Feder überträgt sich auf den Telefonhörer als Ton.

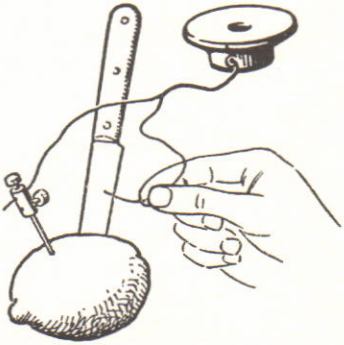
8. Die Wasserbatterie

Unser Hörer ist imstande, noch recht schwache Ströme anzuzeigen. Selbst eine alte Taschenbatterie, die kein Lämpchen mehr zum Leuchten bringt, erzeugt noch ein kräftiges Knacken im Hörer. In den Batterien sind stets zwei verschiedene Metalle in eine Säure oder Salzlösung gestellt und liefern dann den Strom. Ob ein Tischmesser mit einem Silberlöffel Strom liefert, oder ein Zweipfennigstück mit einem Markstück, oder ein Nagel mit einem Zweipfennigstück? Der Nagel wird durch eine Schnittklemme mit dem einen Kabelende des Hörers verbunden und in etwas Kochsalzwasser eingetaucht. In dieses ist noch eine Kupfermünze gelegt. Wenn man mit dem zweiten Kabelende des Hörers kratzend über die Münze fährt, hört man das durch die Stromstöße verursachte kratzende Geräusch. Sicherlich ist der Strom, der aus dem behelfsmäßig zusammengestellten Stromerzeuger — Kupfer-Kochsalz-Nagel — herauskommt, sehr schwach, wohl tausendmal schwächer als er für ein Lämpchen erforderlich wäre. Der Hörer ist anscheinend imstande, noch äußerst schwache Ströme zu erkennen.



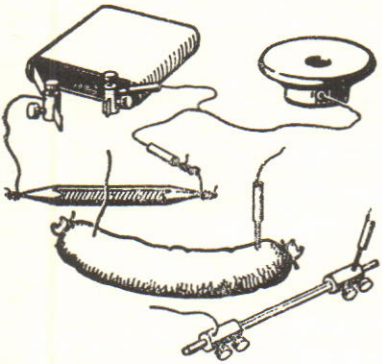
9. Die Zitronenbatterie

besteht einfach aus einer Zitrone, in die man zwei verschiedene Metalle gesteckt hat, vielleicht ein Messer und ein Stück sauberen Kupferdraht. Der Hörer meldet Strom, der durch unser merkwürdiges Element erzeugt wurde.



10. Leiter und Nichtleiter

Durch Kupferdrähte geht der elektrische Strom sehr gerne hindurch, weniger gerne durch Eisendraht, gar nicht durch eine Kerze. Durch manche anderen Stoffe geht er nur in geringer Stärke hindurch, die aber gleichwohl vom Hörer angezeigt wird. Wir untersuchen also mit dem Hörer die nachstehenden Dinge auf elektrische Durchlässigkeit! Frisches Obst, eine Wurst, einen trockenen und einen nassen Faden, ein Zündhölzchen und auch noch einen Bleistiftkern. Dabei ist der Strom der Batterie einerseits in den Gegenstand hinein und andererseits aus dem Gegenstand heraus-, weiter in den Hörer und von diesem in die Batterie zurückzuleiten.



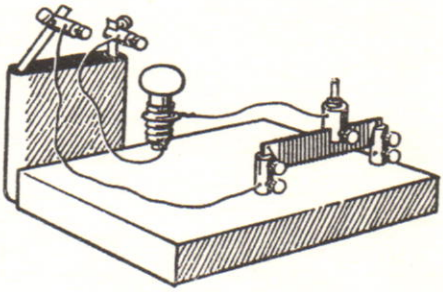
11. Der leitende Bleistiftstrich

Wir haben im vorhergehenden Versuch gesehen, daß der Grafitkern eines Bleistiftes recht gut leitet. Die große Empfindlichkeit des Hörers ermöglicht uns sogar noch äußerst schwachen Strom zu erkennen, der durch einen kurzen Bleistiftstrich hindurchgeleitet wird. Der Strich wird durch mehrmaliges Überfahren auf weißem Papier ausgeführt. Namentlich sollen die Enden recht gut schwarz gemacht werden, damit die Schnittklemmen gute Verbindung mit dem Bleistiftstrich bekommen. Der Versuch zeigt, daß ein solcher Strich noch leitet. Allerdings ist der Strich für den Durchgang des Stromes

ein großes Hindernis, man sagt, er leistet dem Durchgang des Stromes großen Widerstand. Später, wenn wir einmal dem Strom einen Weg von sehr hohem Widerstand bieten wollen, erinnern wir uns an diesen Versuch und leiten den Strom durch einen solchen Bleistiftstrich.

12. Ein Regulierwiderstand

Auch der Draht auf dem Widerstandstreifen leistet dem Strom ziemlich viel Widerstand. Dies sieht man am besten, wenn man den Strom der Batterie in das Lämpchen leitet, ihn aber zuvor den Widerstandsdraht durchlaufen läßt. Man kann unsere große Klemme auf den Streifen setzen und an verschiedenen Stellen des Widerstandstreifens festmachen, um so das Leuchten des Lämpchens zu verändern. Daß der Strom geschwächt ist, sieht man auch daran, daß es viel schwächere Funken gibt, wenn man den Strom an einer Stelle, etwa zwischen Batterie und Leitung zum Lämpchen, unterbricht. Man könnte den Widerstand auch dazu brauchen, einen etwa vorhandenen kleinen Elektromotor schneller und langsamer laufen zu lassen.



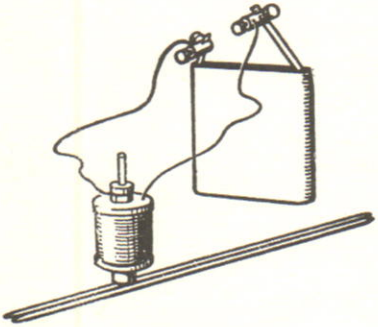
13. Auch die Spule hat Widerstand

Dies merkt man, wenn man die Spule an die Stelle des Widerstandstreifens bringt, so daß der Strom zuerst durch die Spule

und dann durch das Lämpchen gehen muß. Wenn man aber die winzigen Funken beobachtet, die beim Unterbrechen des Stromes entstehen, so merkt man, daß sie durch die Spule nicht geschwächt wurden, sondern eher kräftiger geworden sind. In einer Stromleitung, in die eine Spule eingeschaltet ist, gibt es immer kräftigere Funken als ohne Spule.

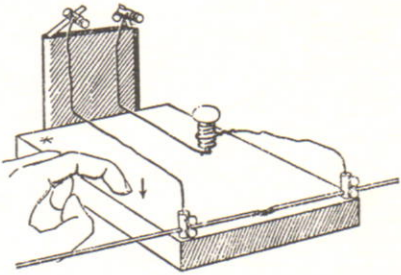
14. Von Stricknadeln und einem Elektromagnet

Für die folgenden Versuche benötigen wir zwei Stricknadeln. Wir machen sie magnetisch, indem wir sie mehrmals der ganzen Länge nach mit dem Elektromagnet des Versuches 3 bestreichen. Wir legen beide Stricknadeln dicht nebeneinander, fahren mit dem Elektromagnet der ganzen Länge nach darüber, heben den Magnet ab und kehren in einem Bogen durch die Luft zum Ausgangspunkt zurück. Wir bestreichen die Nadeln etwa zwanzigmal in dieser Weise und werden beobachten, daß sie, durch das Bestreichen magnetisch geworden, nicht mehr nebeneinander liegen wollen, sondern immer wieder auseinander rollen. Das kommt daher, daß die gleichartig oder gleichnamig magnetisierten Magnetpole sich abstoßen. Anders verhalten sich die Stricknadeln, wenn man die eine umkehrt und so die entgegengesetzt magnetisierten Enden einander gegenüberliegen. Jetzt werden die vorher auseinander strebenden Schwestern sehr „anhänglich".



15. Die Feilspanbrücke

Die beiden Stricknadeln sollen uns helfen, eine luftige Hängebrücke aus Eisenfeilspänen zu bilden. Wir befestigen die zwei Stricknadeln so, daß zwei Enden, die sich nach dem vorigen Versuch angezogen haben, sich auf etwa 2 mm Abstand gegenüberstehen, und streuen Feilspäne auf den Zwischenraum, bis diese eine zusammenhängende Brücke bilden, durch die der Strom nach der Lampe hinüber kann. Diese wird wahrscheinlich ganz schwach leuchten. Wenn man durch Klopfen an der Grundplatte die Späne erschüttert, wird ihr Zusammenhang so locker und der Strom durch den größeren Übergangswiderstand so sehr geschwächt, daß das Lämpchen erlischt.



16. Warum Rundfunk?

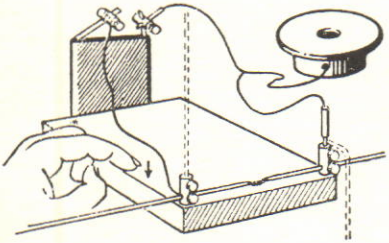
Wenn wir unsere Magnetspule an der einen Feder einer zweiten Batterie festschrauben und mit dem freien Ende des Spulendrahtes die andere Batteriefeder kurz berühren, so beobachten wir beim Wegziehen des Drahtes einen Funken. Wenn wir diesen Funken ganz nahe bei der Feilspanbrücke erzeugen, ereignet sich etwas merkwürdiges; sobald der Funke überspringt, leuchtet das Lämpchen ein wenig stärker. Dies ist sonderbar, denn es besteht zwischen dem Funkenerzeuger und dem Lampenapparat gar keine Verbindung.

Wir erleben hier zum erstenmal, daß ein Apparat von einem anderen beeinflußt wird, ohne daß eine Drahtverbindung

zwischen beiden besteht. Das ist ja eben auch die Eigentümlichkeit und das Wunderbare des Radio oder des Rundfunks! Rundfunk heißt es, weil in den ersten Anfängen der drahtlosen Nachrichtenübertragung der Funke eine große Rolle gespielt hat. Auch jetzt ist an dem Batteriestreifen ein kleiner Funke entstanden und dieser hat auf die Feilspanbrücke eingewirkt. Der Funkenapparat war der Radiosender, der Feilspanapparat war der Empfänger. Durch den Funken an dem Sender entsteht in seiner Umgebung eine äußerst feine Erschütterung, eine elektrische Welle, und diese beeinflußt den Widerstand der Feilspanbrücke.

17. Rundfunk-Hörempfang

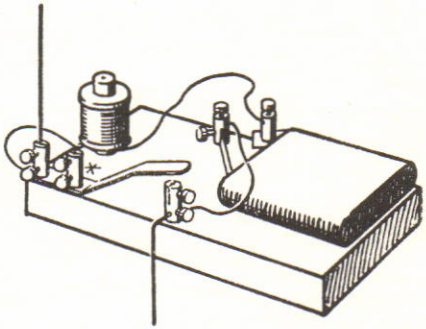
Im Gegensatz zu unserem Versuch gibt es sonst beim Rundfunk nichts zu sehen, dafür aber viel zu hören. Wir können die Sendung auch unseres Rundfunksenders hören. Dazu sind die Leitungen, die sonst zum Lämpchen führen, einfach mit dem Hörer zu verbinden. Dann hört man, beim Überspringen eines Funkens an der Batterie des Funkensenders vom vorhergegangenen Versuch, im Hörer des Feilspanempfängers ein deutliches Knacken, ohne daß zwischen den beiden Geräten eine Drahtverbindung besteht. Wenn man den Versuch wiederholen will, muß man vorher die Feilspanbrücke durch Klopfen am Grundbrett erschüttern, damit durch die Lockerung der Feilspäne der alte Widerstand hergestellt wird. Immer nimmt



man den Funken als ein Knacken im Hörer wahr. Weil der Telefonhörer auf sehr schwache Ströme anspricht, beschaffen wir uns für diesen Empfänger eine alte, fast ausgebrauchte Taschenbatterie.

18. Ein einfacher Funkenerzeuger

Von jedem elektrischen Funken gehen Wellen aus, die einen Empfangsapparat beeinflussen können. Wir bauen uns darum einen eigenen tragbaren Funkenerzeuger und benützen dazu das kleine Brettchen unseres Kastens. Die gute Batterie aus unserem Kasten soll als Stromquelle dienen. Zuerst wird mit Hilfe von drei Steckerklemmen auf dem kleineren Brettchen eine Tasterfeder aufgestellt. Wenn man auf die Feder drückt, fließt der Strom von der Batterie durch die Feder nach der Spule. Beim Loslassen entsteht an der Tasterfeder ein winziger Funke. Die Batterie läßt sich durch ein um das Brettchen geschlungenes Gummiband leicht an diesem befestigen und dann läßt sich der vollständig betriebsfertige Funkensender bequem in der Hand herumtragen. Seine Wirksamkeit soll sofort an dem Feilspan-Empfänger erprobt werden. Wir stellen den Apparat neben den Empfänger mit der Feilspanbrücke. Während wir den Hörer am Ohr haben, lassen wir durch einen Freund einmal auf den Taster drücken. Beim Loslassen entsteht ein winziger Funke, den wir im Hörer als Knacken hören.



19. Sende- und Empfangsantenne

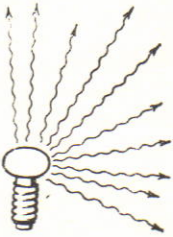
Die Entfernung, auf die mit unserem Funkensender Zeichen übertragen werden können, wird auf 2—4 m vergrößert, wenn wir am Sender einen 1 m langen Draht anbringen. Dazu werden die spiralig aufgerollten dicken Kupferdrähte aus dem Kasten schön gerade gebogen und geklopft. Nach dem Gebrauch versorgt man sie nicht mehr im Kasten, damit sie gerade bleiben können. Bei einer richtigen Sendestation sind diese Sendedrähte oder Antennen auf hohe Türme geführt. Der nur 1 m hohe Draht kann auch ohne Turm aufrecht stehen. Ein gleicher nach unten geführter Draht entspricht dem sonst in die Erde verlegten Gegendraht. Es ist notwendig, unseren Empfänger in gleicher Weise an den Sender anzupassen und ihm ebenfalls eine Hochantenne und einen Erddraht zu geben. Der an sich lautlose Funke an der Tasterfeder verursacht in der einige Meter entfernten Empfangstation ein Knacken. Man darf bei den Versuchen nicht vergessen, daß nach jedem Funken die Empfangstation durch leichtes Erschüttern der Feilspäne wieder empfangsbereit gemacht werden muß.

20. Wellentheorie — im Waschbecken

Um die geheimnisvolle Fernwirkung unserer Apparate zu verstehen, die wir uns bisher unbekannten elektrischen Wellen zuschrieben, wollen wir zuerst einmal richtige Wellen, Wasserwellen erzeugen. Wenn uns nicht zufällig ein See zur Verfügung steht, in den wir einen Stein werfen würden, entfachen wir Wasserwellen im Waschbecken. Aus einem nassen Schwamm lassen wir einzelne Tropfen auf die Mitte des Wasserspiegels fallen. Wir beobachten, wie von der getroffenen Stelle aus eine kreisförmige Welle

ausgeht, die rasch größer wird und zum Rande läuft. Diese allseitige gleichmäßige Ausbreitung ist eine Eigentümlichkeit aller Arten von Wellen. In einem Teich kannst du beobachten, daß die Wellen in einer Sekunde 2 m vom Entstehungspunkt aus zurücklegen. Wasserwellen breiten sich mit einer Geschwindigkeit von 2 m in der Sekunde aus.

Wenn dein Freund die Hände zusammenschlägt, erzeugt er eine allerdings unsichtbare Lufterschütterung, die sich als Schallwelle ebenfalls nach allen Seiten ausbreitet und schließlich an dein Ohr kommt. Schallwellen sind eine Wellenbewegung der Luft, die ja viel dünner ist als das Wasser. Dementsprechend ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwellen größer, nämlich 333 m in der Sekunde.

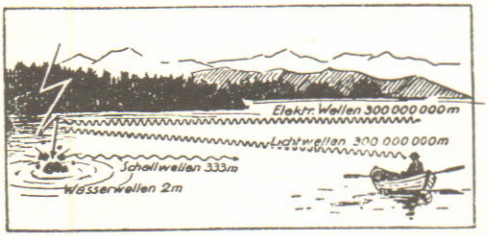


Wenn du mit Batterie und Lämpchen in die Nacht hinausgehst und dein Lämpchen auch nur einen kurzen Augenblick aufleuchten läßt, so wird dieses Aufleuchten von zufälligen Beobachtern auf viele hundert Meter Entfernung sofort wahrgenommen. Wenn irgendwo etwas leuchtet, gehen von dieser Lichtquelle eine dritte Art Wellen nach allen Seiten aus, eben die Lichtwellen. Wie die Schallwellen eine Erschütterung der dünnen Luft darstellen, so sind die Lichtwellen die Erschütterung eines Stoffes, der noch viel feiner als Luft ist, des Weltäthers, von dem man annimmt, daß er alle Räume, auch den luftleeren Weltraum und auch die Zwischenräume zwischen den Teilchen der Luft und auch der festen Dinge ausfüllt. Der Weltäther macht es möglich, daß von der Sonne aus Lichtwellen durch

den Weltraum bis zu uns gelangen können. Weil der Weltäther noch außerordentlich viel feiner und leichter beweglich ist als die dicke Luft, breiten sich die Ätherwellen ungleich viel rascher aus als die Luftwellen, die Lichtwellen haben nämlich eine Geschwindigkeit von nicht weniger als 300 Millionen m in der Sekunde. Weißt du, wie weit ein Weg von 300 Millionen m ist? Das ginge in einer Sekunde 7½mal am Äquator um die Erde herum! Kannst du dir das vorstellen?

21. Eine seltene Naturerscheinung

Das kommt sicher nicht alle Tage vor, daß ein Blitz nicht weit von einem Boot entfernt in einen See schlägt. Der Mann in dem Boot wird wohl nicht übel erschrocken sein. Vielleicht hat er gar nichts von dem Gewitter bemerkt, sonst wäre er nicht auf dem See geblieben; vielleicht hat er geschlafen und erst das Schaukeln des Bootes durch die Wasserwellen, wahrscheinlich aber der Donnerschlag hat ihn geweckt; das will heißen, die Schallwellen des Donners. Als erstes Anzeichen des Gewitters müßte er eigentlich den grellen Lichtschein des Blitzes wahrgenommen haben, d. h. eine Ätherwelle, eine Lichtwelle, wäre in sein Auge gelangt. Durch drei Arten von Wellen hat er von dem Ereignis Kunde erhalten:



1. Durch Wellen des Wassers,
2. durch Schallwellen der Luft und
3. durch die Lichtwellen des Äthers.

Weil der Blitz ein großer elektrischer Funke ist, ging von ihm

eine vierte Wellenart aus, eine elektrische Welle. Diese ist ebenfalls eine Ätherwelle, die sich darum mit der gleichen unfaßbaren Geschwindigkeit von 300 Millionen m in der Sekunde ausbreitet. Aber der gute Mann merkte von dieser elektrischen Welle gar nichts, weil er kein Empfangsorgan für elektrische Wellen mit auf die Welt bekommen hat. Als Empfangsorgan für Schallwellen dient uns bekanntlich das Ohr, und der Empfangsapparat für Lichtwellen ist unser Auge, das uns täglich die wunderbarsten Genüsse vermittelt. Kannst du dir vorstellen, wie ein Mensch der Zukunft aussehen würde, wenn die Natur ihm auch ein Organ für elektrische Wellen mitgeben würde? Sind die Fühler der Insekten vielleicht Radioantennen?

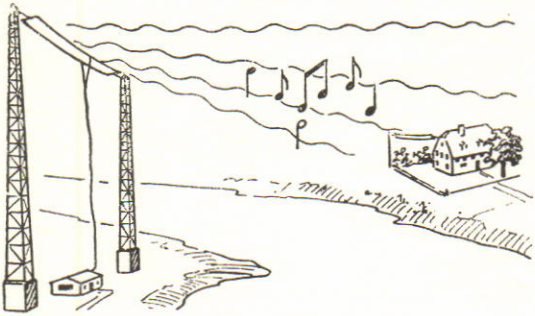
22. Wer hat die elektrischen Wellen entdeckt?

Weil die Menschen kein Organ für die Wahrnehmung elektrischer Wellen haben, hatten sie von ihrem Vorhandensein keine Ahnung. Und doch hat es wohl schon von Anfang der Dinge an elektrische Wellen gegeben, weil eben jeder Blitz solche elektrische Wellen erzeugt. Die elektrischen Wellen waren vorhanden, aber sie mußten zuerst entdeckt werden. Diese Entdeckung gelang im Jahre 1888 dem damaligen Professor Heinrich Hertz in Karlsruhe, dessen Name dadurch unsterblich geworden ist.

23. Elektrische Wellen tragen Musik in jedes Haus

Die Wellen, die Heinrich Hertz mit kleinen Funken erzeugte, reichten, wie die bisher von uns benutzten Wellen, nur einige

Meter weit. Heinrich Hertz ist 36 Jahre alt gestorben, ohne zu wissen, welche ungeheure Entwicklung seiner Entdeckung beschieden sein werde. Wenn er heute schauen könnte, was aus seiner Entdeckung geworden ist! Heute reichen die Wellen über ganze Erdteile hinweg und tragen Musik und Belehrung in jedes Haus.



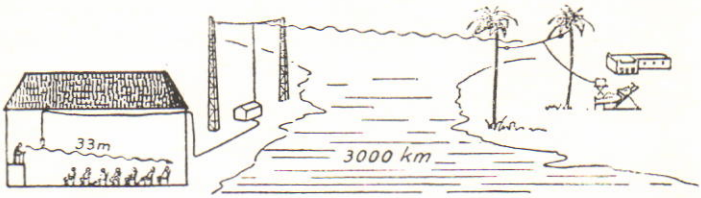
24. Ein Wunder wird erklärt

Du hast dich schon verwundert, daß die Radiowellen von Berlin über ganz Europa hin oder gar bis Japan reichen, ja den Erdball umspannen. Vergleiche damit die Wasserwellen, die durch einen Stein verursacht werden und die in 20 bis 30 m Entfernung verflacht sind. Ein Knall, also eine Schallwelle, die rund hundertmal größere Ausbreitungsgeschwindigkeit hat, wird vielleicht noch 2000 bis 3000 m weit gehört werden. Für eine elektrische Welle mit 300 000 000 m oder 300 000 km Geschwindigkeit pro Sekunde ist es ein leichtes, einige Tausend Kilometer zurückzulegen, bevor ihre Kraft sich erschöpft. Aus der großen Geschwindigkeit der elektrischen Wellen erklärt sich, daß sie Strecken von 1000 km, etwa Stuttgart—Königsberg, mühelos überbrücken.

25. Etwas für gute Rechner

Ein Redner spricht in einem Saal von 33 m Länge und seine Rede wird, durch Radio übertragen, in einem Landhaus in

Afrika in 3000 km Entfernung gehört. Rechne nun aus: wie lange die Schallwelle braucht, um zu einem auf dem hintersten Platz im Saale sitzenden Zuhörer zu gelangen, und welche Zeit von der Radiowelle bis nach Afrika gebraucht wird?



Die Schallwelle hört man im Saal offenbar in

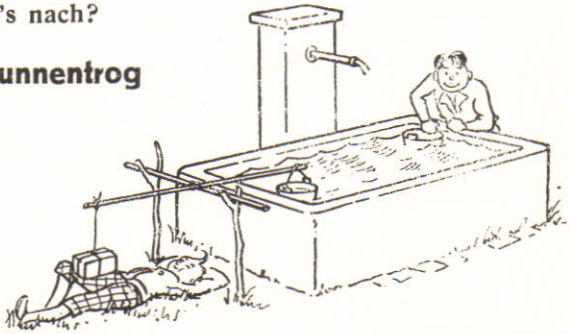
33 m : 330 = $^1/_{10}$ Sekunde.

Die Radiowellen berechnen sich

3000 km = 3 000 000 m : 300 000 000 m = $^1/_{100}$ Sekunde.

Mit Hilfe der Radiowellen sind die Worte also in Afrika angelangt, bevor der Zuhörer in einem Saal etwa in Berlin, die Worte des Redners hört. Könnte man die Radiowellen und die Schallwellen in ihrer Geschwindigkeit 100mal verlangsamen, so würden sie nach 1 Sekunde in Afrika gehört, aber erst 9 Sekunden später, in der 10. Sekunde, würde der hinterste Teilnehmer der Versammlung in Berlin ebenfalls die Worte hören. Wer rechnet's nach?

26. Radioversuch am Brunnentrog

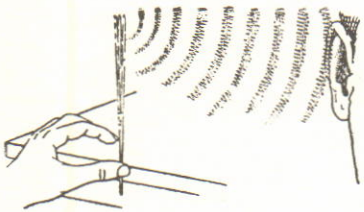


Das hast du wohl auf den ersten Blick verstanden, wie Max und Moritz einander mit Wellenübertragung Zeichen geben. Max taucht den Wasserkessel in der einen Ecke eines

Brunnentroges taktmäßig auf und nieder und erzeugt dadurch Wellen. In der andern Ecke schwimmt ein gleicher Kessel, der zum Teil mit Wasser gefüllt wurde, damit er nicht umkippt. Durch die Wellenbewegung des Wassers beginnt er ebenfalls auf und ab zu tanzen und seine Bewegung bringt dann Freund Moritz zum Bewußtsein, daß Max ihn zu sprechen wünscht.

27. Luftwellensender

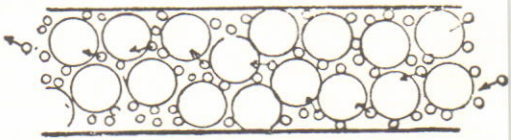
Damit im Wasser Wellen entstehen, mußte man den Kessel langsam auf und ab bewegen. Wollte man in der viel dünneren Luft Wellen erzeugen, müßte die Bewegung 100 mal rascher sein, wohl 300 mal in der Sekunde. Eine schwirrende Stricknadel erzeugt solche Luftwellen, die an unser Ohr gelangen und das zarte Trommelfell erschüttern. Wir hören das Summen. Das Ohr ist eben der Empfangsapparat für Luftwellen, und es ist einleuchtend, daß die Wasserwellen dem Ohr wenig Eindruck machen, oder daß die Luftwellen unserer schwirrenden Stricknadel niemals einen Wasserkessel zum Tanzen bringen könnten. Wir merken schon: die Wellen werden erzeugt durch schwingende Bewegung von Körpern; sie können dann wieder Körper zum Schwingen bringen, die aber etwa von gleicher Größe und Art sein müssen wie der Körper, der die Schwingung erzeugte.



28. Ätherwellensender

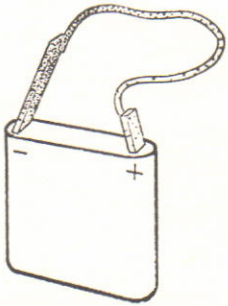
Um in der dünnen Luft Wellen zu erzeugen, mußte also der Körper viel rascher schwingen als ein Körper, der Wellen in

dem viel dichteren Wasser hervorruft. Damit in dem noch unsagbar viel leichter beweglichen Äther Wellen entstehen, muß ein Körper einige 100 000 Male in der Sekunde schwingen. So rasche Schwingungen kann kein Körper ausführen. Einzig die ungeheuer kleinen Teilchen des Stoffes Elektrizität, die sogenannten Elektronen, sind so winzig und so leicht und so beweglich, daß sie diese rasche Bewegung ausführen können. Elektronen sind nämlich einige 1000 mal kleiner als die kleinsten Teile, aus denen beispielsweise Kupferdraht sich zusammensetzt. Dabei sind die Elektronen immer bei diesen kleinsten Stoffteilchen vorhanden und deren unzertrennlichen Begleiter. Wenn in einem Draht ein elektrischer Strom fließt, sind es diese Elektronen, die mit großer Geschwindigkeit durch die Lücken zwischen den Teilchen des Drahtes hindurchwandern.



In der Lichtleitung fließt ein Wechselstrom von 50 Stromwechseln pro Sekunde, d. h. es macht den Elektronen nichts aus, durch den Draht zu sausen, kehrt zu machen, zurückzulaufen, und dies 50 mal in jeder Sekunde zu tun.

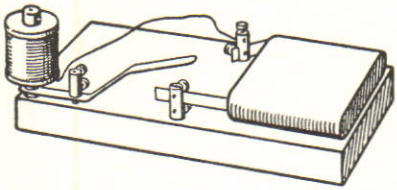
29. Die Taschenbatterie, eine Elektronenpumpe



Wenn wir die beiden Enden der Taschenbatterie durch einen Draht verbinden, so beginnen die in dem Draht vorhandenen Elektronen zu wandern. Die Batterie ist nämlich eine Art Elektronenpumpe. Sie saugt mit dem kurzen Ende, das mit + zu bezeichnen wäre, die Elektronen aus dem Draht heraus und preßt sie durch die Batterie hindurch in den langen Streifen und darüber

hinaus wieder in den Draht hinein. So muß der Elektronenstrom kreisen, bis die Kraft der Batterie erschöpft ist.

Wir dürfen die beiden Metallstreifen an der Batterie allerdings nicht so unmittelbar durch ein Stück Draht verbinden; die Batterie würde dabei viel zu viel Strom liefern und in wenigen Minuten verbraucht sein. Der Strom soll vorher noch durch die Spule gehen. Zum leichten Einschalten schraubt man an den Eisenkern der Spule die Tasterfeder und verbindet wie in der Zeichnung. Wenn man den Taster niederdrückt und losläßt, entsteht ein winziger elektrischer Funke.



Wenn aber irgendwo ein elektrischer Funke auftritt, so haben wir uns darin immer Elektronen vorzustellen, die aus einem überfüllten Draht in einen leergepumpten Draht überspringen.

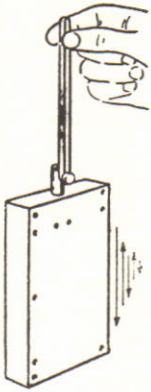
30. Die Elektronen tanzen auf und ab

Wir erzeugen durch Niederdrücken und sofortiges Loslassen der Tasterfeder einen kleinen Funken. Dann springen die überschüssigen Elektronen aus dem überfüllten Draht in den leeren. Dabei hüpfen leicht zuviel Elektronen mit hinüber, die darum nochmals zurückeilen müssen; sie schaukeln mit abnehmender Stärke mehrmals auf und ab und vollführen damit im Äther eine elektrische Schwingung.

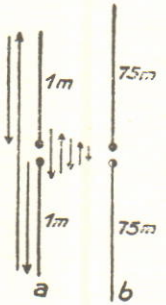
31. Von Gummibändern und langsamen Schwingungen

Am besten kannst du dir das Schwingen der Elektronen vorstellen, wenn du etwa unsere kleinere Grundplatte an einem

Gummifaden aufhängst. Du kannst mit der Hand an der Holzplatte ziehen und wieder loslassen. Durch die elastische Kraft des Gummifadens beginnt die Platte auf und ab zu schwingen. Wie wird die Schwingung, wenn du den Gummifaden ganz kurz nimmst? Die Schwingungen werden rascher. Wie verändert sich die Schwingungszahl, wenn das Gewicht vermehrt wird, etwa durch Verwendung der größeren Grundplatte? Das ist doch interessant! Die Schwingungen werden um so langsamer, je länger der Gummifaden und je größer das Gewicht ist. Ganz ähnlich machen die Elektronen im Draht bei jedem Funken einige sehr rasche Schwingungen auf und ab. Dann folgt eine im Verhältnis zur Dauer der Schwingungen sehr lange Pause bis zum nächsten Funken. Die Schwingungen sind sehr rasch. Wenn die Elektronen statt aufzuhören in stets gleicher Stärke weiterschwingen würden, kämen in einer Sekunde etwa 1 Million Schwingungen zustande.

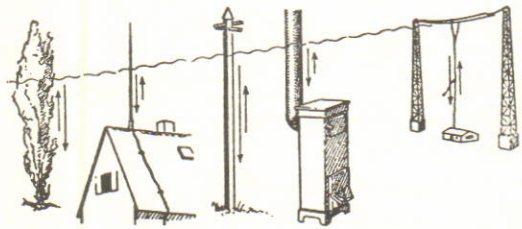


Die genaue Zahl der Schwingungen, die Elektronen machen können, hängt von der Länge der Antennendrähte ab. Die Elektronen können, wie wir bereits erfahren haben, in Drähten 300 000 000 Meter zurücklegen pro Sekunde. Für den Fall, daß jeder Antennendraht 1 m lang ist, müssen für jede Schwingung insgesamt 4 m zurückgelegt werden, nämlich zuerst in den oberen Draht hinauf, wieder zurück, dann in den unteren Draht hinunter und wieder zurück. Dann ist jeder der 1 m langen Drähte zweimal durchlaufen, im ganzen sind 4 m zurückgelegt worden. Das ergibt pro Sekunde 300 000 000 : 4 = 75 000 000 Schwingungen. So ungeheuer viele Schwingungen führen die Elektronen aus, wenn wir 1 m lange Antennendrähte an den Tasterenden befestigt haben, d. h. sie würden



so oft schwingen, wenn sie eine ganze Sekunde lang auf und ab tanzen würden. Sie kommen aber lange vorher zur Ruhe und machen dann eine lange Pause, bis sie beim nächsten Funken wieder eine Anzahl Schwingungen ausführen müssen. Würde man den Antennendraht 75 m lang wählen, ihn an einem Turm aufhängen und den Erddraht auch 75 m lang machen, so hätten die Elektronen bei jeder Schwingung 300 m zurückzulegen, müßten also „nur" 1 Million Schwingungen pro Sekunde ausführen. Die Schwingungszahl ist also ganz von der Länge der Antennendrähte abhängig.

Die schwingenden Elektronen erzeugen in dem überall befindlichen Weltäther eine Wellenbewegung. Diese Ätherwellen treffen in einiger Entfernung auf einen zweiten senkrechten Draht. In diesem sitzen vorläufig noch zahlreiche Elektronen in Ruhe. Sowie der Draht aber von den raschen Ätherwellen getroffen wird, fangen die Elektronen in diesem Draht ebenfalls an, auf und ab zu schaukeln. In dem Empfangsdraht entsteht ebenfalls eine elektrische Schwingung.



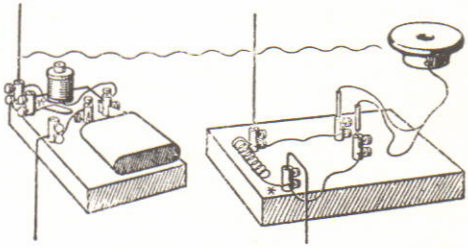
In allen senkrechten Drähten, Ofenröhren, Fensterstangen, Blitzableitern, Säulen usw. vollzieht sich jeweils der nächtliche Radiotanz der Elektronen.

32. Beweis ohne Erfolg

Wenn in einem Draht Elektronen auf und ab schwingen, so ist dies eigentlich ein Wechselstrom; bei 75 Millionen

Schwingungen pro Sekunde sogar ein besonders rasch wechselnder Wechselstrom. Man nennt die Häufigkeit der Schwingungen pro Sekunde auch die Frequenz. Bekanntlich macht der Wechselstrom in der Lichtleitung in jeder Sekunde 50 Schwingungen, er hat eine geringe, eine niedere Frequenz. Im Gegensatz dazu ist der Wechselstrom der Antenne ein Hochfrequenz-Wechselstrom von 75 000 000 Schwingungen pro Sekunde. Strom bis etwa 10 000 Schwingungen pro Sekunde nennt man immer noch Niederfrequenzstrom.

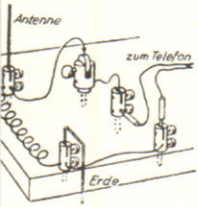
Wir sollten beweisen, daß in den senkrechten Empfangsdrähten ein Wechselstrom fließt. Unser Telefonhörer ist ein Apparat, der nach unserer Erfahrung noch sehr schwache Wechselströme durch ein Summen anzeigt. Wir schalten daher unseren Telefonhörer an die Antenne an. Vorher haben wir die beiden Antennendrähte durch einen Draht verbunden, den wir in etwa 10 Windungen um einen Bleistift zu einer Spirale gewickelt hatten. Die auf und ab schwingenden Elektronen haben nun die Wahl, durch diese Drahtspule oder durch die Drahtspule im Hörer zu gehen. Dann wird in etwa 1 m Entfernung von diesem Empfangsapparat der Funkenerzeuger aufgestellt und recht oft der Taster gedrückt. Für jeden Funken sollte man ein Summen oder ein Knacken hören. Wir sind enttäuscht. Der Hörer zeigt keinen Wechselstrom an. Die 75 Millionen Stromwechsel folgen nämlich zu schnell. Die Blechplatte (Membran) des Hörers kann so viele Schwingun-



gen nicht mitmachen. Obwohl wir überzeugt sind, daß solche Schwingungen bestehen, können wir sie nicht wahrnehmen.

33. Der Wellenentdecker

Um die Schwingungen zu erkennen, schalten wir in die Leitung zum Hörer noch einen Wellenentdecker oder Detektor. Dieser besteht in einem besonderen „Kristall", der bei unserem Apparat allerdings künstlich hergestellt wurde und darum nicht mit glänzenden Flächen bedeckt, sondern rund ist.



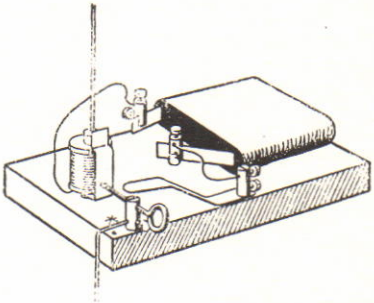
Den Kristall stecken wir in den breiten Schlitz der großen Klemme und schrauben ihn, weil er leicht bricht, ganz vorsichtig fest. Der von der Antenne kommende Verbindungsdraht wird mit der Schere schräg abgeschnitten, wodurch er eine scharfe Spitze erhält, die lose auf irgend einen Punkt des Kristalls aufgesetzt wird. Um den anderen Verbindungsdraht an der gleichen Klemme zu befestigen, stecken wir ihn in ihre kleine Querbohrung, nachdem vorher der Stecker etwas zurückgeschraubt wurde. Wenn die Steckerschraube wieder eingedreht wird, hält der Draht fest. Die Enden der beiden Drähte müssen blank gemacht sein.

Jetzt hören wir, wenn jemand auf den Taster drückt und wieder losläßt bei jedem Tasterdruck ein Knacken. Der Kristall hat nämlich die Wirkung, daß er die Wellen eines Funkens zu einem Stromstoß zusammenfaßt, und dann gelangen nur so viel Stromstöße nach dem Hörer, als Funken erzeugt werden. Gegenüber den Feilspänen als Wellenanzeiger hat der Kristall den Vorteil, daß er nicht nach jedem Funken erschüttert zu werden braucht um wieder für neue Wellen empfänglich zu werden.

Die Fähigkeit des Kristalls, sonst unhörbare hochfrequente Wellen hörbar zu machen, beruht auf der Tatsache, daß an der Übergangsstelle ein Strom nur in der Richtung von der Spitze zum Kristall durchgelassen wird. Ein umgekehrt gerichteter Strom wird bedeutend weniger gut durchgelassen. Der Kristall wirkt somit als eine Art elektrisches Ventil. Man denke an das Schlauchventil an einem Fahrrad. Auch dort ist das Ventil eine Einrichtung, die den Durchgang der Luft in nur einer Richtung, nämlich von außen nach innen, nicht aber von innen nach außen, gestattet.

34. Der Schnellfunkenerzeuger

Weil wir nicht mehr nach jedem Funken den Empfänger erschüttern müssen, können wir die Funken beliebig rasch aufeinanderfolgen lassen. Besonders schnell aufeinanderfolgende Funken erhält man mit dem Selbstunterbrecher, der das Ein- und Ausschalten selbsttätig und rasch besorgt.



Von unserem Elektromagnet wissen wir, daß er ein Eisenstück anzieht. Wir befestigen die Feder, die sog. Summerfeder, mit Hilfe des abschraubbaren Steckers an der Magnetspule und schalten den Strom ein. Bei jedem Stromstoß wird die Feder angezogen. Bei raschem Unterbrechen des Stromes kommt die Feder in Schwingung. So rasch wie die Feder zu schwingen vermag, vermögen wir nicht zu unterbrechen. Da ist es am besten, wenn die Feder den Strom selbst schnell unterbricht, wie sie es haben möchte.

Damit sie das kann, stellen wir ihr gegenüber eine Klemme mit der Kontaktschraube auf und verbinden diese Klemme über die Tasterfeder mit der Batterie. Nun schrauben wir die Kontaktschraube so weit ein, daß ihre Spitze das Plättchen auf der Feder berührt. Sowie dies der Fall ist, fängt die Feder an ununterbrochen zu schwingen und wir hören einen hellen anhaltenden Summton.

Wer erklärt mir, wie dieses Summen zustandekommt? Offenbar so: Der Strom fließt in die Kontaktschraube, von dort in die Kontaktfeder, dann in die Spule, die magnetisch wird und die Feder anzieht. Dadurch entfernt sich die Feder von der Kontaktschraube und der Strom ist unterbrochen. Die Spule wird damit unmagnetisch und läßt die Feder los. Sobald die Feder aber die Kontaktschraube berührt, kann der Strom wieder fließen und das Spiel beginnt von neuem. Die Einrichtung dieses Summers ist genau dieselbe wie die einer Klingel, nur ist die Schwingung viel rascher, weil die Feder sehr leicht und kurz ist.

Wir sehen an der Unterbrecherfeder fortwährend Funken überspringen. Jeder dieser Funken ist Anlaß zu einer elektrischen Schwingung. Wenn wir an der Klemme mit der Kontaktschraube die abwärts gerichtete Antenne befestigen und in das Loch im Eisenkern der Spule die aufwärts gerichtete Antenne stecken, so gehen von diesen Drähten elektrische Wellen aus, die dann auf den Empfangsapparat wirken.

35. Die Reichweite ist vergrößert

Durch die äußerst rasch aufeinanderfolgenden Funken hören wir im Kristallempfänger, der etwa 1 m neben dem Sender aufgestellt sein mag, einen gleichmäßig summenden Ton. Wir

überzeugen uns, daß der Ton nur durch die von dem Kristall „entdeckten“ oder hörbar gemachten Wellen verursacht wird. Wenn wir nämlich die Drahtspitze einmal statt auf den Kristall auf seine Metallfassung aufsetzen, unterbleibt jeder Empfang.

Die gute Lautstärke des Tones veranlaßt uns, den Sender von dem Empfänger weiter zu entfernen. Ein Freund mag ihn langsam wegtragen. Noch in 8—10 m Entfernung hören wir den Senderton gut.

36. Die elektrischen Wellen gehen durch Wände hindurch

Dies merken wir, wenn wir den Funkenerzeuger im Nebenzimmer aufstellen. Wir werden den Summton auch durch die Wand hindurch fast gleich gut hören. Dabei wird durch die Aufstellung im Nebenzimmer verhindert, daß man das Summen des Senders unmittelbar durch die Luft übertragen hört. Der im Hörer wahrgenommene Ton kann nur durch die elektrischen Wellen übertragen sein, die also durch Mauern ohne weiteres hindurchgehen können.

37. Jetzt wird drahtlos telegrafiert

Mit dem Summer als Sender und dem Kristallempfänger können die bekannten Zeichen des Morse-Alfabetes als längere oder kürzere Summtöne gesandt werden. Solcher Hörempfang ist heute noch im Verkehr zwischen Flugzeugen und den Flugplätzen oder zwischen den Seeschiffen üblich. Vom Jahr 1906 bis 1918 geschah der Empfang immer mit Kristallempfängern.

Hier die wahrscheinlich schon bekannten Morsezeichen.

. e	_ t
. . i	_ _ m
. . . s	_ _ _ o
. . . . h	_ _ _ _ ch

Mehr als vier Teile dürfen nicht zu einem Zeichen zusammengesetzt werden, darum müssen für die folgenden Buchstaben Striche und Punkte gemischt verwendet werden, also

_ . n	. _ a	_ _ . g	. _ . . l	. _ . r
_ . . d	. . _ u	. _ _ w	. . _ . f	_ . _ k
_ . . . b	. . . _ v			

Schwerer zu behalten sind die folgenden

. . _ _ ü	. _ . _ ä	. _ _ _ j
_ . . _ x	_ . _ . c	_ . _ _ y
_ _ . . z	. _ _ . p	_ _ . _ q
		_ _ _ . ö

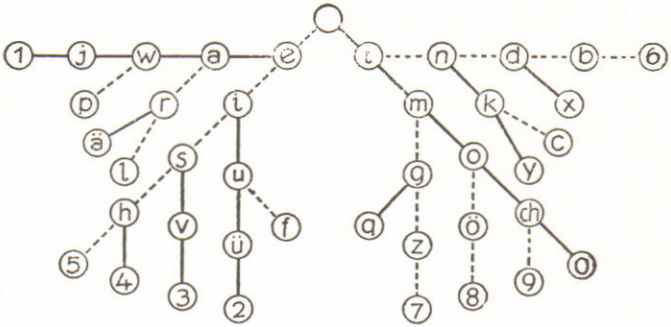
1 . _ _ _ _	6 _ . . . .
2 . . _ _ _	7 _ _ . . .
3 . . . _ _	8 _ _ _ . .
4 . . . . _	9 _ _ _ _ .
5	0 _ _ _ _ _

. . . . . Punkt, . _ . _ . _ Komma, . . _ _ . . Fragezeichen, _ _ . . _ _ Ausrufezeichen.

38. Hilfstabelle für die Empfangstation

Die Zusammenstellung der Morsezeichen im Abschnitt 37 wird man besonders beim Senden benutzen. Der Kamerad, der empfängt, kann sich der nachstehenden Hilfstabelle bedienen, deren Benutzung in der Weise geschieht, daß man

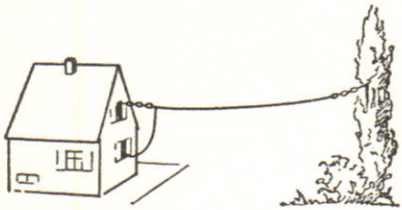
oben beim leeren Feld anfängt. Wenn dann ein Punkt kommt, folgt man der punktierten Linie, wenn ein Strich gegeben wird, folgt man der ausgezogenen Linie bis zu dem gehörten Zeichen. Wichtig ist, daß man die Striche fünfmal länger sendet als die Punkte und daß zwischen den einzelnen Zeichen genügend Abstand gelassen wird.



39. Auf der Suche nach Rundfunkwellen

Grundsätzlich ist zu sagen, daß mit unserer Empfangstation für Funktelegrafie auch die Musik des Rundfunks gehört werden kann. Es ist nur dafür zu sorgen, daß sie für die Schwingungszahlen des zu empfangenden nächsten Senders besonders eingerichtet wird. So wie er jetzt ist, ist er besonders geeignet zum Empfang der Wellen mit einer Schwingungszahl von etwa 75 000 000 oder 75 000 Kilohertz. Die meisten Rundfunksender strahlen aber Wellen aus, deren Schwingungszahl zwischen 1500 und 160 Kilohertz beträgt. Unser Apparat muß somit für viel langsamere Schwingungen eingerichtet werden. Das geschieht, indem wir ihn an eine längere Antenne anschließen, was überall da sehr leicht ist, wo schon eine Rundfunkantenne auf dem Hause angebracht ist. Wir bitten um die Erlaubnis, für die Zeit unserer Versuche

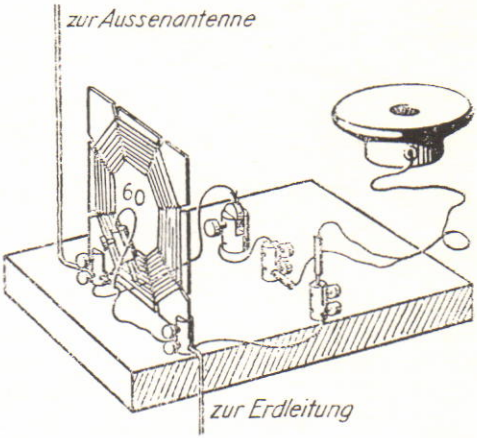
den Hausapparat von Erde und Antenne ablösen zu dürfen und verbinden unsere Klemmen, in denen bisher der Antennen- und der Erddraht steckten, mit der großen Rundfunkantenne und der Erdleitung. Sonst kann man selbst behelfsmäßig eine Antenne hochziehen und sie etwa von einer Giebelecke nach einem Baum spannen. Mehr als 15 m Drahtlänge wird nicht nötig sein. Der Antennendraht muß von den Aufhängedrähten durch Isoliereier getrennt werden.



40. Wir hören Rundfunk

Nach unserer Berechnung müßte der Draht 75 m hoch geführt werden oder er müßte wenigstens 75 m lang sein. Ein solcher Draht wird sich für uns nicht einrichten lassen; es sei denn, daß man den Draht zu einer Spule wickle. Die mit P 60 bezeichnete Flachspule wird an Stelle der im Versuch 32 verwendeten selbstgewickelten Drahtspirale eingesetzt. Daran sind 11 m Draht, die an sich die Schwingungszahl nur wenig verlangsamen würden. Weil der Draht so vielmal im Kreis herumgeführt ist, erfahren die Schwingungen aber eine sehr viel stärkere Verlangsamung. Das verstehen wir. Wir können so viele Kurven auch nicht so rasch durchlaufen wie eine gerade Strecke. Die 60 Windungen machen die Schwingungszahl des Empfängers vielleicht schon zu langsam und wir müssen wahrscheinlich noch einige Windungen weglassen. Dazu wird einfach die Isolierung des Drahtes an einigen Stellen weggeschabt, bis der blanke Draht zum Vorschein kommt. Nur sollen die blanken Stellen so verteilt werden, daß zwei blanke Drähte sich nie

berühren können. Eine Steckerklemme mit geschlitztem Stecker wird wie eine Waschklammer auf den Draht gesetzt. Der Stecker ist mit der Erdklemme verbunden. Abends wird es uns gelingen, einen Rundfunksender zu hören.

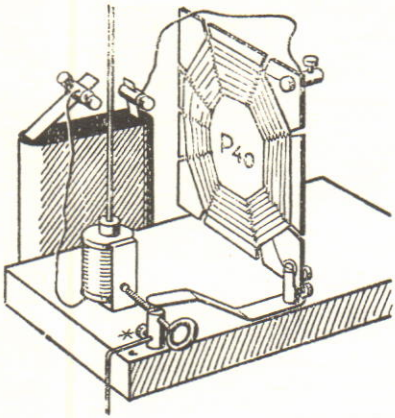


Aber es muß noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß auch mit unserem einfachen Apparat ein Abhören der Rundfunksendungen nur erlaubt ist, wenn die Rundfunkgebühr an die Post bezahlt ist!

In den ersten Zeiten des Rundfunks hörten im Umkreis bis zu 80 km vom Sender Tausende mit solchen Kristallempfängern.

41. Der Summersender wird abgestimmt

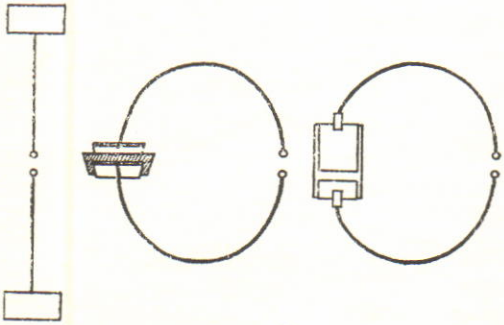
Nachdem wir den Empfangsapparat durch Einsetzen einer Spule zum Empfang langsamer Schwingungen eingerichtet haben, paßt der Summersender nicht mehr ganz dazu. Seine Schwingungen müssen ebenfalls verlangsamt werden, und zwar durch Einsetzen der Spule P 40. Die Verlangsamung ist aber noch nicht so groß, wie mit der Spule von 60 Windungen. Darum muß am Empfangsapparat durch Versetzen des Steckers an der Spule nur ein Teil der Windungen eingeschaltet werden.



42. Verlangsamte Wellen

Als weiteres Mittel zur Verlangsamung der Schwingungen hatte schon Heinrich Hertz Metallplatten auf die beiden Enden der Schwingungsdrähte gesetzt. Dann muß die Elektrizität bei jeder Schwingung zuerst die Metallplatten auffüllen bevor sie zurückschwingen kann.

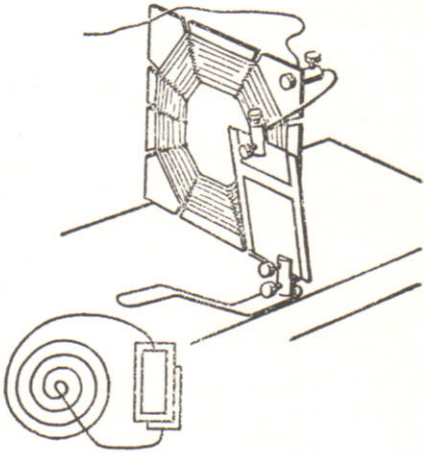
Wenn man die beiden Drähte zusammenbiegt und die beiden Platten einander direkt gegenüberstellt, so erhält man einen Schwingungskreis. Darin schaukelt die Elektrizität im Kreise hin und her, vergleichbar dem unruhigen Rädchen in der Taschenuhr. Wir können einen Schwingungskreis nach Anweisung nebenstehender Zeichnung anfertigen, indem wir auf beiden Seiten eines Papierblattes von der Größe einer Postkarte ein kleineres Blatt Stanniol aufkleben und auf jeder Seite eine Schnittklemme anbringen zum Anschluß der Antennendrähte.



43. Kondensator

Ein solches Doppelblatt faßt erfahrungsgemäß viel mehr Elektrizität als eine einfache Platte. Es ist, als ob die Elektrizität in den Blättern viel näher zusam-

menrücke, verdichtet, kondensiert werde. Daher nennt man eine solche Doppelplatte, die durch eine Isolierschicht getrennt ist, einen Kondensator. In unserm Kasten ist ein Kondensator vorhanden, dessen Isolierschicht aus durchsichtigem Glimmer besteht. Dieser Glimmerkondensator faßt ungefähr gleichviel Elektrizität wie eine Kugel von 300 cm Halbmesser oder 6 m Durchmesser. Dabei ist der Kondensator bedeutend leichter anzubringen und billiger als eine Kugel der obigen Ausmaße, die sich auf unserem Grundbrett doch etwas komisch ausnehmen würde. Wenn wir einen solchen Kondensator an unserem Summersender anbringen, erzeugt er Schwingungen, wie sie ungefähr zu dem Rundfunk-Kristallempfänger passen. Der Kondensator kann unmittelbar mit der Spule verbunden sein.



44. Sender mit Schwingungskreis

Wir stellen den neuen verlangsamten Wellensummer neben unseren Empfangsapparat und hören sein Summen. Durch Abgreifen von Windungen im Empfänger suchen wir die beste Lautstärke.

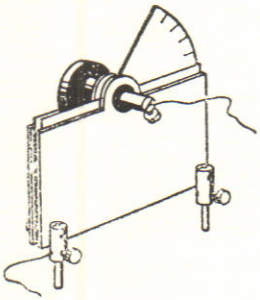
45. Der regulierbare Kondensator

Es müßte schon ein großer Zufall sein, wenn die durch Spule und Kondensator verlangsamte Schwingungszahl gerade genau mit dem Empfänger übereinstimmen würde. Um den Sender an den Empfänger anzupassen, kann man einen in

seinem Fassungsvermögen verstellbaren (veränderlichen) Kondensator benutzen. Das Fassungsvermögen eines Kondensators wird um so größer, je größer die einander gegenüberstehenden Flächen sind. In unserem Drehkondensator ist eine halbkreisförmige Blechscheibe zwischen Isolierblättern eingelassen. Diese isolierte Scheibe kann man zwischen die beiden Platten des Kondensators durch Drehen am Holzknopf beliebig aus- und einschieben und damit den Kondensator verändern. Auf der Gradteilung liest man ab, wie groß der eingedrehte Teil ist.

46. Der abstimmbare Sender und Empfänger

Diesen Drehkondensator befestigen wir auf dem Brett des Senders. Der eine, vom Spulenanfang kommende Draht wird durch eine der beiden Klemmen an die feststehenden Platten angeschlossen, und der andere vom Ende der Spule kommende durch eine Klemme an die drehbare Scheibe. Den dadurch regulierbar gemachten Sender stellen wir wieder neben den Kristallempfänger und suchen durch Drehen am Kondensator so einzustellen, daß im Kristallempfänger große Lautstärke eintritt. Dann sind die beiden Apparate aufeinander abgestimmt. Wenn wir durch Abgreifen am Empfänger weniger Windungen einstellen, müssen wir am Sender durch Herausdrehen des Kondensators die Schwingungen schneller machen.



47. Was sagt der Hausapparat zu unserem Sender?

Wir können zur Abwechslung wieder einmal den Hausapparat an die Antenne anschließen und ihn auf den gleichen

Rundfunksender einstellen, auf den vorhin der Kristallempfänger eingestellt war. Dann stellen wir unseren Sender nahe an den Hausapparat. Der Lautsprecher gibt uns sofort zu verstehen, daß der Hausapparat unsern Sender gut empfängt. Das von ihm übertragene Summen überdeckt die ganze Musik. Unser Sender ist somit ein böser Radiostörer. Sobald wir aber mit ihm einige Meter vom Hausapparat wegrücken, verschwindet sein störender Einfluß. Wir stören wenigstens die Apparate außerhalb unserer Wohnung nicht. Ein geschlossener Schwingungskreis in der Art unseres Senders strahlt gar nicht weit.

48. Wir eichen unseren Sender

Nach den Angaben in den Programmzeitschriften kennen wir von den Rundfunksendern die Schwingungszahlen in Kilohertz. Wenn wir unseren Sender an seinem Drehkondensator so einstellen, daß er möglichst stark auf den Hausapparat einwirkt, dann wissen wir auch, daß bei dieser Kondensatorstellung unser Sender die dem Rundfunksender entsprechende Zahl Schwingungen macht.

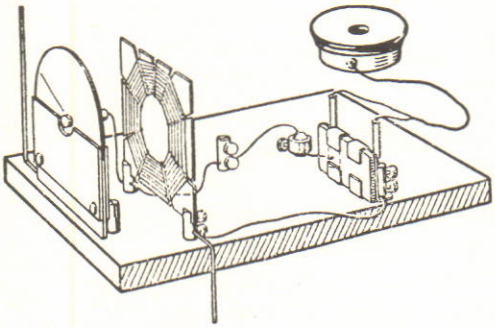
Wir können den Hausapparat wahrscheinlich auf verschiedene Rundfunksender einstellen. Das geschieht dort ebenfalls durch Drehen eines Knopfes, der mit einem Drehkondensator verbunden ist. Dann schreiben wir in einer Tabelle die Schwingungszahlen der eingestellten Rundfunksender auf und dazu die Gradeinteilungen unseres Kondensators. So können wir später jederzeit wieder den Summersender mit der Schwingungszahl Stuttgart oder Leipzig oder München schwingen lassen, indem wir seinen Kondensator entsprechend einstellen.

49. Radiostörer

Wenn der Rundfunkempfänger einmal im Betrieb ist, schalten wir eine etwa in der Nähe stehende Tischlampe durch Ausschrauben der Glühbirne rasch ein und aus und unfehlbar entsteht dadurch im Lautsprecher ein Knacken und Prasseln. Ebenso verursacht jede Betätigung eines elektrischen Schalters eine lästige Radiostörung. Das ist jetzt verständlich. Der beim Einschalten und namentlich beim Ausschalten entstehende Funke sendet Ätherwellen aus, die auf den Empfangsapparat einwirken.

50. Der zum letzten Mal verbesserte Kristallempfänger

Weil das Ein- und Abschalten von Windungen am Kristallempfänger etwas umständlich ist, verbessern wir die genaue Abstimmung durch den Drehkondensator. Dieser müßte dann so eingeschaltet werden, wie nebenstehend abgebildet.

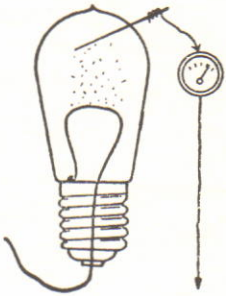


Schade ist, daß man mit Kristallempfängern keinen Lautsprecher betreiben kann. Dies wurde erst möglich durch die Erfindung der Verstärkerröhren. Ihre Einführung in die Radiotechnik hat eine große Umwälzung und die gewaltige Entwicklung des Rundfunks mit sich gebracht. Ihrem Studium sollen die nächsten Versuche gelten.

51. Der Versuch von Edison

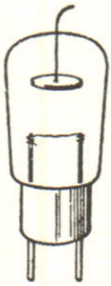
Der Deutsche Heinrich Goebel hat 1854 die erste elektrische Glühlampe gebaut und verwendet, aber erst 25 Jahre später

hat sie der Amerikaner Edison soweit verbessert, daß sie allgemein eingeführt werden konnte. Das war nicht so einfach, wie es heute scheinen möchte, erforderte vielmehr eine Unmenge umständlicher Versuche. Bei einem dieser Versuche hatte Edison außer dem Glühfaden auch einmal einen Metalldraht eingesetzt, der nicht wie der Glühdraht vom Strom durchflossen wurde. Diese Lampe hatte er luftleer gemacht. Dabei machte er die überraschende Beobachtung, daß man aus diesem Draht Strom herausziehen konnte solange die Lampe glühte.



Das war sehr merkwürdig, weil der Draht doch gar nirgends mit dem vom Strom gespeisten Glühdraht in Verbindung war. Die Erscheinung trat aber nur ein, wenn der Glühfaden in starker Weißglut war. Bei einem nur schwach glühenden oder gar bei einem völlig kalten Faden war kein Strom herauszubringen. Die Erscheinung wurde erst später erklärt. In einem glühenden Draht denkt man sich die kleinsten Teilchen des Drahtes in lebhafter Schwingung begriffen. Bei dieser Bewegung werden viele der durch den Draht fließenden Elektrizitätsteilchen, die sogenannten Elektronen, vom Draht abgeschleudert, sie umgeben den Glühdraht wie eine Staubwolke. Viele der umherschwirrenden Elektronen geraten zufällig auf den kalten stromlosen Draht und können dann aus diesem abgeleitet werden.

Jede Radioröhre hat nun einen solchen Glühdraht, der Elektronen ausschleudert. Allerdings wird er meist unsichtbar sein, weil die Glaswand innen verspiegelt ist. Und bei den heutigen Röhren wäre auch ohne Verspiegelung sein Glühen nur schwer zu beobachten. Man hat nämlich später herausgefunden, daß ein Glühdraht, der mit Thoriumoxyd überzogen ist,

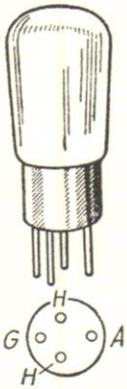


schon bei ganz schwachem Glühen reichlich Elektronen aussendet. Alle Radioröhren haben heute solche nur schwach glühenden Glühdrähte.

An Stelle eines einfachen Ableitungsdrahtes ist in der Radioröhre ein Blechstück angebracht, das Anode genannt wird. Der Anschlußdraht zur Anode ist in der Zeichnung oben aus dem Glas herausgeführt, wie bei manchen Radioröhren heute auch geschieht. Meist ist aber der Anodendraht an den Fuß der Röhre zu einem Steckstift geführt.

52. Wir betrachten unsere Rundfunkröhre

Sie hat wie jede Rundfunkröhre vier Anschlußstifte. Zwei führen zum Heizfaden, einer der beiden anderen muß die Verbindung mit der Anode sein.

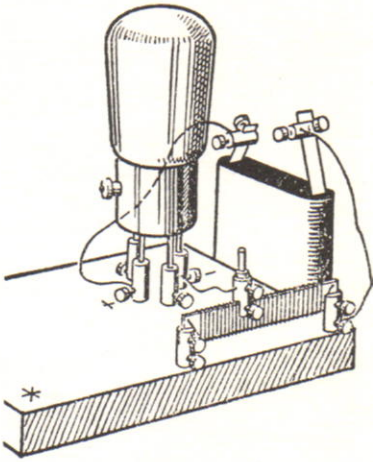


Wir suchen herauszufinden, welche Stecker zum Heizfaden führen. Sie sind innerhalb der Röhre durch einen allerdings sehr dünnen Draht verbunden. Wenn man aber den einen der Stifte mit der Batterie fest verbindet, den anderen Streifen der Batterie an den einen Hörerstecker anschließt und mit dem zweiten Hörerstecker nacheinander die übrigen drei Stecker der Röhre berührt, so wird man im Hörer immer dann ein Knacken wahrnehmen, wenn wir die zwei zum Heizfaden führenden Stecker in den Stromlauf einbezogen haben. Wir werden bald herausfinden, daß die beiden gleichstehenden Stifte (H) Strom durchgehen lassen. Diese sind somit die Anschlüsse für den Glühdraht. Die anderen Stifte geben keinen Strom, weil sie nicht miteinander verbunden sind.

Der Anodenstecker (A) ist der etwas abseits stehende Stecker; der vierte (G) etwas näher bei den Steckern des Heizfadens stehende Anschluß führt nach dem sogenannten Gitter.

53. Der Glühfaden wird geheizt

Jetzt soll der Glühfaden in der Röhre wirklich einmal glühen. Allerdings kann man das Glühen nicht wahrnehmen, weil der Glühdraht in der Röhre nicht sichtbar ist. Er glüht aber sicher, wenn wir einen genügend starken Strom einer Taschenbatterie bei den vorhin ausfindig gemachten beiden Steckern hinein- und wieder herausleiten. Der Strom darf aber auch nicht zu stark sein! Darum leiten wir ihn zuerst durch den Widerstandsdraht. Leider kann man den Strom nicht sehen, und wir haben darum keine Ahnung, wie stark der nun durch den Faden hindurchfließende Strom ist. Wenn die Batterie frisch ist, wäre der Strom zu stark und könnte den Faden der Röhre durchschmelzen. Zur Sicherheit lassen wir den Strom erst unseren Regulierwiderstand von Versuch 13 durchlaufen. Dies ist der Fall, wenn die verschiebbare Klemme ganz links auf den Widerstandstreifen aufgesetzt wird. Bei einer schon gebrauchten Batterie müßte die Klemme nach rechtshin versetzt werden.

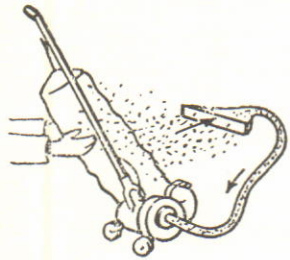


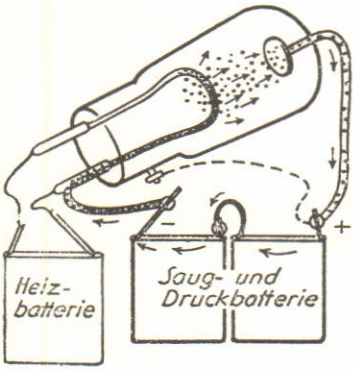
54. Rundfunk und Staubsauger

gehören in einen neuzeitlichen Haushalt. Für uns genügt es jetzt, einen Staubsauger nur in Gedanken zu besitzen, um in ihm die Vorgänge in der Rundfunkröhre zu erklären. Diese ist ja schon längst der besondere Stolz unseres Radiomannes.

Wir denken uns einen Staubsauger, dessen Motor einen Ventilatorflügel treibt, der die Luft bei dem Mundstück rechts

einsaugt und sie mit dem Staub nach links in den Staubbeutel zieht, wo der Staub zurückbleibt. Ein Staubsauger kann seinen Lebenszweck nur erfüllen, wenn es nicht bloß Luft, sondern auch Staub zu saugen gibt. Wenn in der Wohnung kein Staub aufzutreiben wäre, könnten wir den Staubsaugerbeutel energisch schütteln, bis eine schwache Staubwolke durch seine Wände austritt. Wenn man das Mundstück des Staubsaugers richtig hielte, würde er die in unserem Bilde aus dem Beutel kommende Staubwolke aufsaugen und den Staub wieder in den Beutel zurückführen. Solange der Motor arbeitet und wir den Beutel tüchtig rütteln würden, beschriebe der Staub einen fortwährenden Kreislauf.



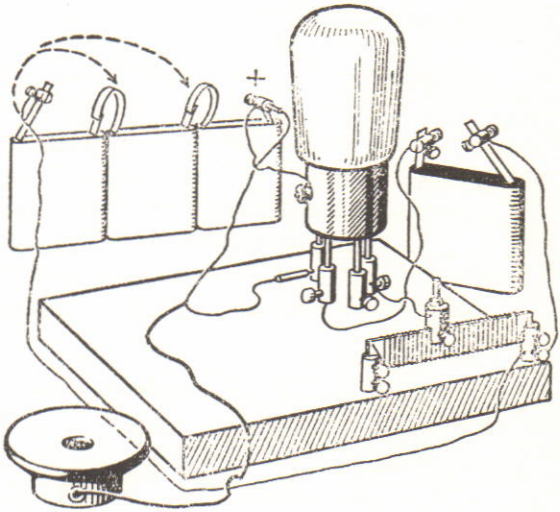


Etwas Ähnliches spielt sich in der Rundfunkröhre ab. An die Stelle des Staubes treten die kleinsten Elektrizitätsteilchen, die Elektronen. Die Batteriereihe entspricht dem Motor und dem Ventilatorflügel, denn sie saugt aus dem Draht rechts die Elektronen heraus und drückt sie in den Draht links hinein, der ja in den Heizfaden übergeht. Der Heizdraht entspricht dem Staubbeutel. Die Heizbatterie liefert die Kraft, den Heizdraht zum Glühen zu bringen, d. h. ihn gewissermaßen zu schütteln, so daß die in ihm enthaltenen Elektronen als unsichtbare Elektronenwolken aus ihm heraustreten und ihn wie eine Staubwolke umgeben. Dieser Elektrizitätsstaub wird dann vom Mundstück des Staubsaugers,

das wäre die Anodenplatte mit dem angeschlossenen Draht, aufgesaugt. Die aufgesaugten Elektronen werden durch die Kraft der Batterie immer wieder in den gerüttelten, glühenden Draht hineingepreßt, so daß fortwährend ein Kreislauf der Elektronen besteht.

55. Die Anodenbatterie saugt Strom aus der Anode

Wir wissen, daß der Glühdraht glüht und dabei Elektronen ausschüttet, die ihn nun wie eine unsichtbare Staubwolke umgeben. Diese Elektronen wollen wir nach dem Anodenblech saugen. Als Elektronenpumpe benützen wir einige Taschenbatterien, die die Fähigkeit haben, Elektrizität mit ihren kurzen Blechstreifen anzusaugen und in den langen hineinzupressen. Um eine gute Saugwirkung zu erhalten, verbinden wir gleich drei Batterien miteinander. Es muß immer ein langer Streifen mit einem kurzen verbunden sein. Es bleibt dann an der Batteriereihe einerseits ein langer Streifen, anderseits ein kurzer Streifen frei. Wir verbinden diesen kurzen Streifen durch einen Draht mit dem am Röhrensockel etwas abseits stehenden Stecker, der bekanntlich mit dem Anodenblech verbunden ist; dieser mit



+ bezeichnete kurze Batteriestreifen saugt nunmehr die Elektronen aus dem Anodenblech ab und preßt sie nach dem langen Streifen. Wenn wir von diesem aus einen Draht um das Brett herum nach der Steckerklemme führen, die mit dem Widerstandsdraht in Verbindung ist, werden die Elektronen wieder in den Heizdraht der Röhre hineingedrückt und beginnen dort ihren Kreislauf von neuem*. Es fließt dann auch in dem Draht von der Anode zur Batteriereihe ein ständiger Strom, der mit dem Hörer wahrgenommen werden kann. Wir nehmen die Leitung von der Anode weg, schließen dafür den einen Draht des Hörers an die Anode an und führen den zweiten Draht des Hörers zum kurzen Ende der Batterie. Jedesmal wenn wir die Batterie mit dem Anschlußdraht des Hörers berühren, verursacht der Strom im Hörer ein deutliches Knacken. Bei diesen Versuchen ist es wichtig, daß auch die an der Seite des Röhrensockels befindliche Schraube mit dem kurzen Streifen der Saugbatterie durch einen Draht verbunden wird. Wir nennen diese mit der Anode verbundene Saug- und Druckbatterie auch Anodenbatterie.

56. Drei Mann sind stärker als einer

und so können offenbar drei Batterien kräftiger saugen und einen stärkeren Strom aus der Anode herausholen als nur eine einzelne Batterie. Wir versuchen die Stärke des Stromes zu beurteilen, wenn wir zuerst eine, dann zwei und schließlich drei Batterien anschließen. Das machen wir so, daß wir den Draht, der zur Widerstandsklemme führt, ablösen und damit

* Es ist große Vorsicht geboten, den Glühfaden der Röhre nie mit einem Strom von mehr als 4 Volt Spannung zu heizen. Er darf nur aus einer Taschenbatterie über den Widerstand gespeist werden. Würde versehentlich die Anodenspannung von 12 Volt (aus 3 Batterien) an die beiden Heizstecker (H) angelegt werden, oder würden blanke Stellen der Anodenleitung sich mit blanken Stellen der Heizleitung berühren, dann würde der viel zu starke Strom den Glühfaden der Röhre zerstören.

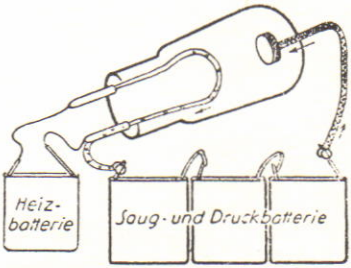
den langen Streifen der ersten, dann der zweiten und schließlich der dritten Batterie berühren. Mit einer Batterie ist der Strom sehr schwach, mit drei Batterien ist er recht kräftig. Es ist aber doch nicht so, daß wir etwa mit sechs Batterien doppelt soviel Strom aus der Anode herausbringen könnten. Es können schließlich nicht mehr Elektronen abgesaugt werden, als vom Glühfaden ausgeschleudert wurden. Wir würden daher mit sechs oder acht Batterien genau gleichviel Strom bekommen wie etwa mit vier Batterien.

57. Veränderung der Heizung

Die Zahl der ausgeschleuderten Elektronen nimmt ab, wenn der Faden schwächer geheizt wird. Wir beobachten dies mit dem Hörer, indem wir durch Verschieben der Klemme auf dem Widerstand den Heizstrom geringer werden lassen. Der Strom nimmt rasch ab. Wir können das Heizen des Fadens auch ganz unterlassen. Dann wird aber auch eine große Anodenbatterie keinen merkbaren Strom aus der Röhre herausbringen. Aus dem kalten Draht treten eben keine Elektronen aus.

58. Die verkehrte Anodenbatterie

Ein eifriger Radiomann wird sicher einmal das Mißgeschick erleben, daß er die Anodenbatterie mit der mit „plus" (+) bezeichneten Seite an den Heizfaden und die „minus"-Seite (—) an die Anode angeschlossen hat. Dann werden Elektronen in das Anodenblech hineingepreßt und dafür aus dem Heizfaden herausgesaugt. Ein Knakken im Hörer ist dann aber nicht zu beobachten. Die Batterie bringt keinen



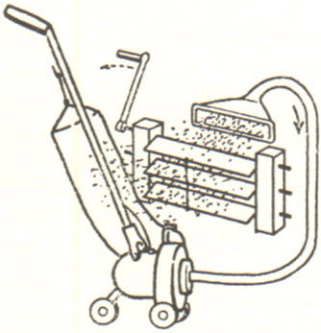
Strom zustande, weil aus dem kalten Anodenblech keine Elektronen austreten können. Wenn also unser Hörer in späteren Versuchen keinen Laut von sich geben will, prüfen wir zuerst, ob die Anodenbatterie richtig angeschlossen ist, und wenn dies der Fall ist, muß man sich noch vergewissern, daß der Heizfaden auch wirklich geheizt ist. Man sieht dies daran, daß die Röhre im Dunkeln schwach leuchtet.

59. Die verkehrte Heizbatterie

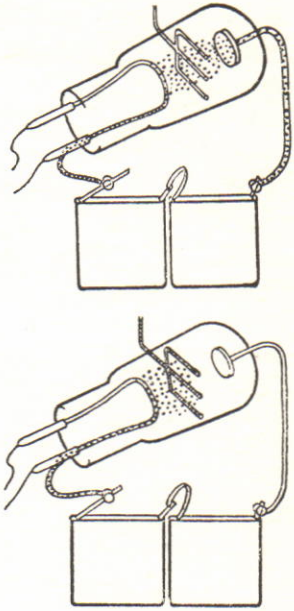
Weniger schlimm ist es, wenn die Heizbatterie verkehrt angeschlossen wird. Vorläufig werden wir gar keinen Unterschied am Hörer beobachten können.

60. Der Einfluß des Gitters

Wir denken nochmals an den Staubsauger, aus dessen Beutel wir eine Staubwolke herausschütteln, die wir dann mit dem Saugrohr wieder aufsaugen. Die Staubteilchen beschreiben wieder den Kreislauf. Den größten Teil ihres Kreislaufes legen sie für uns unsichtbar innerhalb des Schlauches zurück. Nur eine kurze Strecke schweben sie frei durch den Raum. Hier hätten wir Gelegenheit, den Staubstrom zu beeinflussen. So können wir durch Dazwischenstellen eines Kartons den Staubstrom unterbrechen. Oder wir denken uns eine Art Gitter aus kleinen Klappen in den Weg des Staubstromes gestellt. Durch einen Hebel ließen sich die Klappen öffnen und schließen, und so würde der Staubstrom bald durchgelassen, bald aufgehalten.

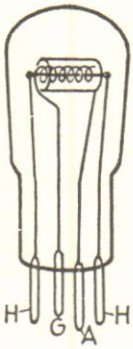


In ähnlicher Weise kann man innerhalb der Radioröhre auf dem Weg der Elektrizitätsteilchen ein Gitter aufstellen. Zwischen seinen Stäben hindurch können die Elektronen zum Anodenblech fliegen, von wo sie in die Batterie zurückgesaugt und von neuem in den Glühdraht hineingepreßt werden. An diesem Gitter läßt sich der Elektronenstrom beeinflussen. Es ist aber nicht nötig, daß das Gitter bewegliche Klappen hat. Es genügt, das Gitter durch eine kleine Zahl Elektronen zu besetzen, dann getrauen sich die Elektronen aus dem Glühfaden nicht mehr zwischen den Gitterstäben hindurch. Die Elektronen werden nämlich von den schon auf dem Gitter befindlichen geradezu zurückgestoßen. Elektronen stoßen sich gegenseitig ab, wie gleichnamige Pole der Magnete es bekanntlich auch tun. Sobald das Gitter aus dem negativen Ende einer Batterie, oder aus sonst einer Stromquelle, mit Elektronen besetzt wird, stauen sich die vom Glühfaden ausgehenden Elektronen am Gitter und können nicht zur Anode gelangen. Der Durchgang ist gesperrt, wie in der Abbildung dargestellt ist.



61. Jetzt wird das Gitter besetzt

Die Radioröhre hat nach Einfügung des Gitters nun vier Drahtzuleitungen, zwei für den Heizfaden, eine für das Gitter und eine für die Anode. Bei den neueren Radioröhren ist das Anodenblech möglichst dicht rund um den Heizfaden herum-

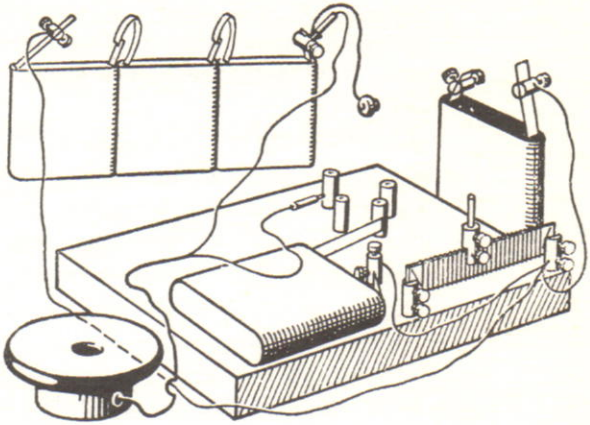


gelegt, damit ja alle Elektronen vom Glühfaden nach der Anode gelangen können. Dementsprechend ist auch das Gitter zwischen Faden und Anode rund um den Heizfaden in Form einer Drahtspirale angeordnet. Die Zuleitung zum Gitter und die Ableitung von der Anode sind dann durch den Sockel zum dritten und vierten Anschlußstecker geführt.

Es mag noch erwähnt werden, daß wir für unsere Versuche eine sogenannte Doppelgitter-Röhre verwenden, die außer dem bisher immer genannten Gitter noch ein zweites Gitter enthält, das dicht um den Heizfaden, also zwischen dem eigentlichen Gitter und dem Heizfaden gelagert ist. Mit der seitlich am Röhrensockel befindlichen Schraube kann dieses zweite Gitter an die Anodenbatterie angeschlossen werden, damit es beim Absaugen der Elektronen mithilft. Ohne das zweite Gitter wäre für unsere Versuche eine Reihe von 15 bis 30 Taschenbatterien als Anodenbatterie erforderlich und nur diesem zweiten Gitter verdanken wir es, wenn wir mit nur 3 Batterien auskommen.

Nun wollen wir auf das bisher leere Gitter eine Besatzung von Elektronen schicken und dabei den Anodenstrom beobachten. Wir leiten aus einer weiteren Batterie einige wenige Elektronen auf das Gitter. Es genügt dazu eine alte, fast ausgebrauchte Batterie. Sie muß mit ihrem kurzen (plus) Ende an die gleiche Schraube des Heizwiderstandes angeschlossen werden, mit der schon die negative (minus) Seite der Heizbatterie und die negative Seite der Anodenbatterie verbunden ist. Mit dem langen Streifen dieser Gitterbatterie berühren wir den Gitterstecker der Röhre. Dadurch gelangen Elektronen aus der Batterie auf das Gitter. Jetzt können die Elektronen aus dem Glühfaden nicht mehr zur Anode gelangen, da sie von den Elektronen auf dem Gitter

zurückgestoßen werden. Der Anodenstrom ist sehr schwach geworden oder hat ganz aufgehört. Wir merken dies, wenn wir durch Unterbrechen des Anschlusses an der Anodenbatterie das bekannte Knakken erzeugen wollen. Man könnte die Gitterbatterie auch einmal verkehrt anschließen,



d. h. das lange Ende mit dem Heizwiderstand verbinden und den Gitterstecker mit dem kurzen Batteriestreifen berühren. Wir beobachten, daß der Anodenstrom eher stärker fließt als je. Jetzt werden nämlich die Elektronen geradezu aus dem Gitter herausgesaugt und der Anodenstrom kann dann besonders gut fließen.

Wir können also am Gitter den Anodenstrom in seiner Stärke beeinflussen und beobachten dies, indem wir den Hörer fest anschließen und den Gitterstecker mehrmals kurz mit der Gitterbatterie berühren. Jede Berührung erzeugt ein Schwanken des Anodenstromes und ein Knacken im Hörer.

62. Wechselnde Ladung auf dem Gitter

Einen raschen Wechsel der Ladung auf dem Gitter können wir auch dadurch erzielen, daß wir den Gitterstecker durch einen Draht mit einer Spulenklemme des Summers verbinden.

Sobald dies geschehen ist, hören wir im Telefonhörer ein lautes Summen. Sowie der Summer summt, muß der Anodenstrom und der Hörer mitsummen.

63. Wechselstrom auf das Gitter

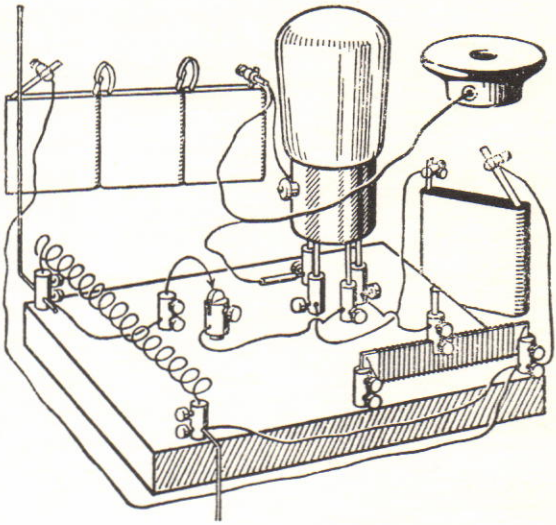
Wenn wir einen Transformator, etwa von unserer elektrischen Eisenbahn, besitzen, können wir die Wechselstrombesetzung des Gitters auch dadurch erzielen, daß wir die eine Sekundärklemme des Transformators durch einen Draht mit dem Gitter verbinden. Auch hier macht der Anodenstrom, der auch durch den Hörer fließt, alle Stromwechsel mit. Der Strom, der von dem Transformator nach dem Gitter fließt, ist sehr schwach. Trotzdem ist die dem Anodenstrom aufgezwungene Stromschwankung recht kräftig. Die Radioröhre hat die Fähigkeit, aus geringen Stromschwankungen am Gitter starke Schwankungen des Anodenstromes zu erzeugen. Die Röhre wirkt so als Verstärker.

64. Die Rundfunkröhre als Verstärker

Es ist uns aus früheren Versuchen bekannt, daß unser Summersender elektrische Wellen ausstrahlt, namentlich dann, wenn er mit Antenne und Gegenantenne versehen ist.

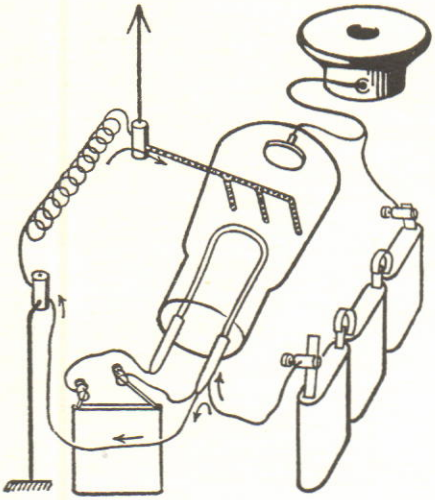
Wir können auf unserem Grundbrett ebenfalls eine Antenne und einen Gegendraht anbringen und beide wieder, wie in Versuch 32, durch eine Spule verbinden, für die wir einen halben Meter Verbindungsdraht verwendet haben. Der Summersender wird etwa einen halben Meter vor dem Empfänger aufgestellt, und seine Wellen erzeugen in den neuen Antennen ebenfalls einen Wechselstrom, der durch die Spule hindurch nach der Erdleitung schwingt. Bisher haben wir diesen

Wechselstrom nach dem Hörer geleitet, nachdem wir ihn vorher durch einen Kristall überhaupt hörbar gemacht hatten. Wir vernehmen im Hörer ein schwaches Summen, denn der aus der Antenne kommende Wechselstrom ist sehr schwach. Wir könnten diesen schwachen Wechselstrom jetzt an das Gitter leiten und dann würde er den Strom, der durch den Hörer fließt, so beeinflussen, daß der Summer viel stärker hörbar würde. Wir machen den Versuch und hören tatsächlich den eigenen Sender.



65. Die Röhre als Detektor

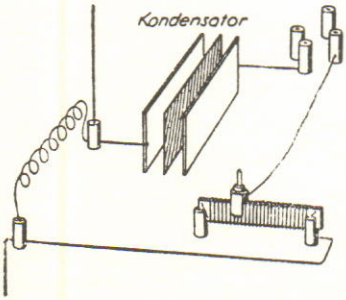
Die Rundfunkröhre läßt Strom nur in der Richtung vom Glühfaden zur Anode hindurch. Sie wirkt also als eine Art elektrisches Ventil. Auch vom Kristall weiß man, daß er eine Art Ventil darstellt und darum elektrische Wellen entdecken kann. Weil die Röhre auch ein Ventil ist, kann sie an Stelle des Kristalls als Wellenentdecker benutzt werden. Der Kristall kann also als überflüssig weggelassen werden. Wir verbinden die Antennenspule direkt mit dem Gitter und hören auch so



das Summen unseres Senders bei einigen Metern Entfernung, sogar durch die Wand des Zimmers hindurch. Ungeschickt ist nur, daß das Gitter jetzt auf dem Umweg über die Spule auch mit der Minusseite der Anodenbatterie verbunden ist. Denn dadurch werden die Elektronen nicht nur in den Glühfaden, sondern eben über den Umweg der Spule auch in das Gitter hineingepreßt. Sobald aber Elektronen auf dem Gitter sitzen, können die Elektronen vom Glühfaden her nicht mehr so leicht durch die Maschen des Gitters hindurch.

66. Nah und doch getrennt

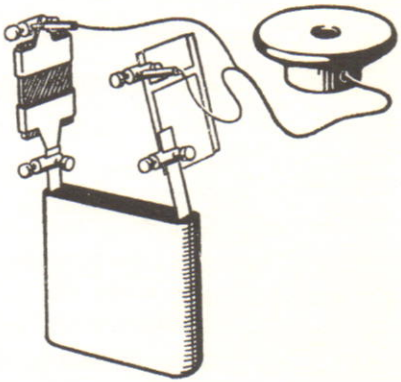
Das Gitter darf einfach nicht mit der Spule direkt verbunden sein. Damit aber der Wechselstrom aus der Antenne doch auf das Gitter wirken kann, müssen wir ihn einfach so nahe als möglich an das Gitter heranführen. Wir verbinden den Draht, der von der Antenne herkommt, mit einer großen Metallfläche und den Draht, der vom Gitter herkommt, ebenfalls mit einer gleich großen Metallfläche. Beide Metallflächen stellen wir einander gegenüber. Damit sie sich nicht berühren, stellen wir eine isolierende Schicht dazwischen, denn sonst könnten die



Elektronen ja doch wieder auf das Gitter gelangen. Eine solche doppelte Metallplatte mit isolierender Zwischenlage ist von uns schon früher als Kondensator benutzt worden. Wir können darum auch hier den kleinen Glimmerkondensator verwenden. Wir nennen ihn dann einfach Gitterkondensator. Wenn die Elektronen aus der Batterie über die Antennenspule auf die eine Platte kommen, können sie nicht weiter, der Weg ist ihnen durch das Isolierblatt versperrt.

67. Sonderbare Wirkung des Kondensators

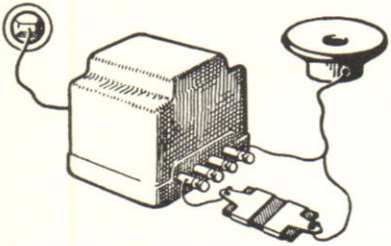
Wir können einmal an jeden Streifen der Taschenbatterie einen unserer Kondensatoren anschließen und versuchen, aus den andern Enden der Kondensatoren den Strom durch den Telefonhörer zu leiten. Wie sehr wir uns auch anstrengen, wir vernehmen das Knacken nicht, wie wir es zu hören gewohnt waren, wenn wir die Hörerdrähte direkt an die Batterie anschlossen. Zum Vergleich können wir ja noch schnell einmal die Klemmen der Batterie selbst berühren.



Wir sehen: Ein Kondensator ist dank der zwischen seinen Metallflächen vorhandenen Isolierschicht für den Strom der Batterie vollkommen unüberbrückbar. Wenn wir doch ein deutliches Knacken hören sollten, wäre dies nur ein Zeichen dafür, daß durch Beschädigung der Kondensatoren ihre beiden Metallflächen sich berühren. Ein solcher Kondensator wäre dann für unsere Zwecke nicht mehr brauchbar.

Der Versuch zeigt somit, wie man Kondensatoren darauf prüfen kann, ob sie noch gut sind.

68. Wechselstrom und Kondensator

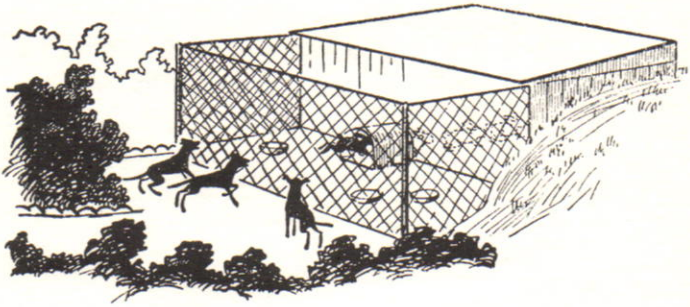


Wiewohl wir festgestellt haben, daß ein Kondensator den Gleichstrom der Batterie nicht durchläßt, beobachten wir ein lautes Brummen, wenn wir unseren Hörer einerseits an den Transformator anschließen, anderseits mit dem Telefonkondensator verbinden, dessen zweite Anschlußfläche mit einer anderen Klemme des Transformators verbunden ist. Mit einem Transformator kann man bekanntlich Strom niederer Spannung aus dem Lichtnetz entnehmen, wenn in diesem Wechselstrom fließt. Es ist, als ob der Kondensator den Wechselstrom durchlasse.

69. Von Hunden, Kaninchen und Rundfunk

Die Wirkungsweise des Kondensators ist nicht leicht zu verstehen. Ein Beispiel von Hunden und Kaninchen soll hier helfen.

In dem freien Raum vor ihrem Stall sitzen Kaninchen bei ihren Futternäpfen. Dieser freie Raum ist durch ein Gitter gegen den Gartenweg abgeschlossen. Ein paar Hunde haben die Kaninchen entdeckt und stürzen mit lautem Gebell auf dem Gartenweg an das Gitter. Obwohl dieses Gitter ein tatsächliches Zupacken der Hunde unmöglich macht, fliehen doch die erschreckten Kaninchen durch den engen Eingangstunnel in ihren Stall. Wenn die Hunde sich dann aber ziem-

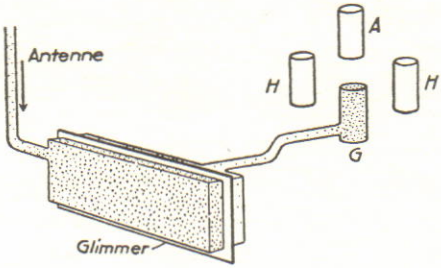


lich weit entfernt haben, kehren die Kaninchen zu ihrem Futter zurück und wenn die Hunde wieder gegen das Gitter anstürmen, ziehen sich die Kaninchen unfehlbar wieder zurück. Solange es den Hunden nicht zu dumm wird, immer wieder vor dem hindernden Gitter zu stehen, müssen die Kaninchen fortwährend den Platz wechseln. Das Hin- und Herlaufen der Hunde bewirkt also ein Hin- und Herlaufen der Kaninchen.

Denken wir an Stelle der Hunde die Elektrizitätsteilchen, die von der Antenne nach der einen Seite des Gitterkondensators und von dort wieder in die Antenne zurückeilen, so entsprechen die Kaninchen den Elektrizitätsteilchen auf der andern Belagseite des Kondensators. Die Glimmerschicht verhindert das Ineinanderfließen der Elektrizitätsteilchen von beiden Belagseiten, wie das Drahtgitter die Berührung der Hunde mit den Kaninchen unmöglich macht.

Jedesmal wenn die linke Kondensatorplatte von Elektronen aus der Antenne besetzt wird, wirkt die Abstoßung durch die Isolierschicht hindurch, die Elektronen der rechten Kondensatorplatte fliehen nach dem G-(Gitter-)Stecker der Radioröhre hin und nach dem damit in Verbindung stehenden

Gitter in der Röhre. Sobald die Antennen-Elektronen in die Antenne hinauflaufen und die linke Kondensatorplatte räumen, kehren die Gitterelektronen in die rechte Kondensatorplatte zurück. Wenn von der Antenne ein rascher Wechsel-



strom auf die linke Kondensatorfläche zufließt, fließt von der rechten Kondensatorfläche zum Gitter ein genau gleicher Wechselstrom. Es ist, als ob der Wechselstrom durch den Kondensator hindurchgeflossen sei. Die Elektronen auf der Gitterseite können nur in dem Raum zwischen Gitter, Zuleitung und rechter Kondensatorfläche hin- und herlaufen, und aus diesem engen Raum können sie nirgends entweichen. Der Wechselstrom auf der einen Kondensatorseite bewirkt einfach, daß auf der andern Kondensatorseite wieder ein Wechselstrom fließt. Dadurch scheint es, als ob ein Kondensator für Wechselstrom durchlässig sei.

70. Von großen und kleinen Kondensatoren

Nachdem wir festgestellt haben, daß ein Kondensator den Wechselstrom scheinbar durchläßt, vergleichen wir noch die Durchlässigkeit unseres Kondensators, der die Auf-

schrift 2000 trägt und eine ganze Anzahl Glimmerblätter und Stanniolblätter enthält, mit der Durchlässigkeit des bisher benutzten Glimmerkondensators. Wir beobachten einfach die Stärke des Brummens im Hörer, wenn einmal das Glimmerblatt und ein andermal der zusammengesetzte Kondensator in den Weg vom Transformator zum Hörer eingeschaltet ist, während der andere Stift des Hörers mit einem Stecker des Transformators verbunden sein soll. Man merkt gleich, daß der eine Kondensator bedeutend größere Stromstärken durchläßt als der andere. Die Wirksamkeit eines Kondensators ist nämlich um so größer, je größer die Metallflächen sind, die sich gegenüberstehen. Auch wird die Wirksamkeit gesteigert, wenn das isolierende Papier recht dünn ist. Wenn wir die Leistungsfähigkeit des zusammengesetzten Kondensators mit der Zahl 2000 bezeichnen, bekäme der Glimmerkondensator die Zahl 300. Man sieht solche Zahlen etwa bei fertig gelieferten Kondensatoren aufgedruckt.

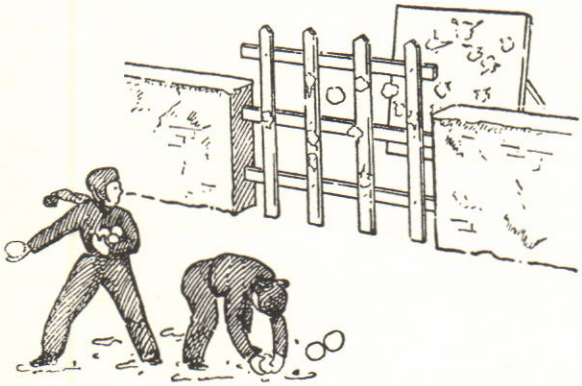
71. Warum ein Telefonkondensator?

Den zusammengesetzten Kondensator nennen wir nun Telefonkondensator. Er soll dort den schnellen Wechselstrom der elektrischen Wellen leicht hindurchlassen; den langsamen Stromschwankungen, wie sie von der Musik herrühren oder gar dem Batteriegleichstrom soll er den Weg versperren. Den hochfrequenten Rundfunkwellen wird der weitläufige Weg durch die vielen Spulenwindungen im Kopfhörer erspart, anderseits muß alle Musik durch den Hörer gehen. Ohne Telefonkondensator würden die elektrischen Wellen in den vielen Windungen der Spule viel zu sehr geschwächt; für sie bleibt

darum der Weg über den Kondensator offen, der für Batteriestrom ungangbar ist.

72. Schneeballen und verirrte Elektronen

Jungens werfen mit Schneeballen nach einem hinter dem Gartentor stehenden Brett und bemühen sich, sie durch die Zwischenräume der Gitterstäbe nach dem Ziel zu bringen. So gut sie auch zielen mögen, es wird nicht ausbleiben, daß ein Teil ihrer Schüsse von der gewünschten Bahn abweicht und auf den Gitterstäben landen wird, die sich nach und nach mit Schneeballen besetzen.



In der Radioröhre müssen Elektrizitätsteilchen, Elektronen, durch die Maschen des Gitters hindurch nach der Anode sausen. Auch da kommt es vor, daß einzelne Elektronen sich auf das Gitter verirren und dort aufprallen. Einmal auf dem Gitter gelandet, gibt es für sie keine Möglichkeit mehr, von ihm wegzukommen. Aus dem kalten Gitter können sie nicht wieder auffliegen, um die Reise nach der Anode fortzusetzen. Nach und nach sammeln sich immer mehr versprengte Elektronen auf dem Gitter, bis es schließlich zu dicht besetzt ist. Ein mit Elektronen besetztes Gitter wirkt aber abstoßend auf die Elektronen, die durch die Maschen des Gitters fliegen sollten und schließlich hört jeder

Stromdurchgang nach der Anode wegen der Aufladung des Gitters auf. Ein Abfließen der Ladung ist durch Anbringen des Kondensators unmöglich gemacht. Die Isolierschicht des Kondensators bildet ein unübersteigbares Hindernis für das Freiwerden des Gitters.

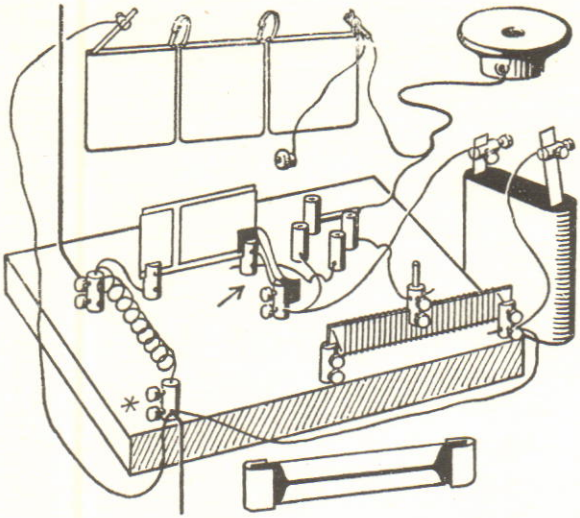
73. Der rettende Bleistiftstrich

Wenn jemand in Gefahr ist zu ertrinken, greift er nach jedem Strohhalm um sich daran zu halten und sich zu retten. So wird in unserem Versuch ein einfacher Bleistiftstrich die letzte Rettung sein für die Elektronen.

Wir haben uns nämlich entschlossen, ihnen einen Ausweg nach der Batterie zurück einzurichten. Wir verbinden einfach die Gitterklemme mit einem Stück Draht nach der kurzen Plusklemme der Heizbatterie, die ja auch Elektronen zurücksaugt, nur weniger stark wie die Anodenbatterie. Wenn wir das machen würden, arbeitete jedoch unsere Röhre nicht mehr gut. Durch die Ableitung sind wieder zu wenig Elektronen auf dem Gitter. Es ist gut, wenn das Gitter ein wenig, aber ja nicht zuviel mit Elektronen besetzt ist. Um zu bewirken, daß nur ein Teil der Elektronen abgeleitet wird, zwingen wir sie, vom Gitter einen Weg zu gehen, der ihnen einen sehr hohen Widerstand bietet.

Wir leiten die Elektronen durch einen dick aufgetragenen Bleistiftstrich, oder besser durch einen wiederholt aufgetragenen Strich Zeichentusche hindurch ab. Diesen Strich ziehen wir auf einen 6 cm langen Streifen von starkem Zeichenpapier.

Wir machen die beiden Enden durch dichtes Überfahren mit mehreren Lagen ganz schwarz und ziehen



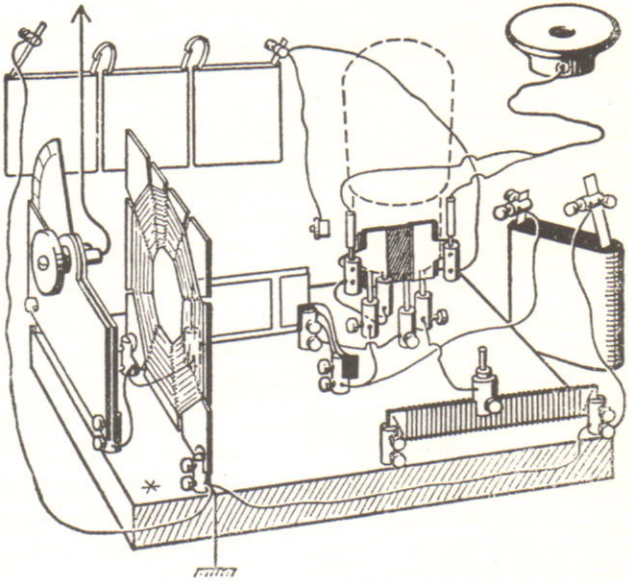
dann einen Strich als Verbindung der beiden Endflächen. Auch dieser Strich wird durch mehrmaliges Überfahren hergestellt. Um einen guten Anschluß des Striches an die Klemmen zu bewirken, kann man die geschwärzten Enden noch mit einem Streifchen Aluminiumfolie, von Schokolade- oder Zigarettenpackungen, bedecken. Dann klemmt man den Streifen einerseits in die Klemme beim Kondensator, anderseits in die Klemme, die mit der Plusseite (kurzer Streifen) der Heizbatterie verbunden ist. Dieses Plusende der Batterie hat ja die Kraft, Elektronen anzusaugen und so saugt sie den Überschuß an Elektronen vom Gitter über den Ableitwiderstand hinweg ab. Durch Verstärken oder Schwächen des Striches läßt sich die richtige Ableitung erreichen. Ein Versagen wird auf alle Fälle vermieden, wenn ein Silitstab als Ableitwiderstand verwendet wird, um dessen Enden einfach die blanken Verbindungsdrähte zu wickeln sind *.

74. Audion

Erst jetzt kann die Röhre als Gleichrichter wirken wie ein Kristall, nachdem durch den Kondensator das unerwünschte Abfließen der Elektronen über das Gitter verhindert wurde

* Als Ergänzung zu beziehen, siehe Preisliste der Einzelteile auf der 3. Umschlagseite

und nachdem anderseits der Bleistiftstrich dafür gesorgt hat, daß sich auch nicht zuviel Elektronen auf dem Gitter ansammeln können.



Es ist jetzt möglich, mit unserem Apparat einige starke Sender zu hören. Nach dem lateinischen *audire* = hören, nennt man einen Empfangsapparat wie den unsrigen ein Audion. In jedem größeren Empfänger ist eine Röhre so eingerichtet, daß sie als Audion wirkt.

Gegenüber einem Kristall hat die Audionröhre noch den Vorteil, daß sie nicht nur als Gleichrichter und Hörbarmacher wirkt, sondern zugleich die ankommende Sendung bedeutend verstärkt.

Wir wollen mit dem Audionempfänger nun eine Rundfunksendung hören. Dazu ist nur notwendig, daß wir die aus Verbindungsdraht selbst gewickelte Spirale durch die Spule mit 60 Windungen ersetzen. Außerdem ist der Drehkondensator einzusetzen, wie es beim Kristallempfänger geschehen ist. An den Drehknopf des Kondensators führt man die Leitung von

der Antenne und das vordere Spulenende ist mit der Erdleitung verbunden.

75. Die Rückkopplung

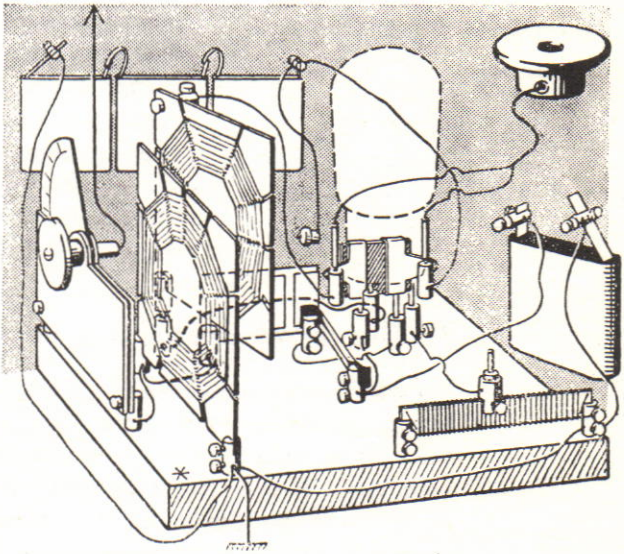
Die Rückkopplung ist ein Mittel, das die Leistungsfähigkeit unseres Empfangsapparates um ein bedeutendes steigert. Wenn man nämlich den schwachen Antennenstrom durch die Röhre leitet, bewirkt er einen bedeutend verstärkten Wechselstrom in der Anodenleitung. Dieser verstärkte Strom kann nochmals zurückgeleitet werden in eine zweite Spule, die dicht neben der Eingangsspule steht. Zwei nahe gegenüberstehende Spulenströme beeinflussen sich gegenseitig: Sie sind miteinander gekoppelt. Daher nennt man diese Zurückführung des Stromes in eine zweite Spule und die damit erzielte Beeinflussung der Eingangsspule eine Rückkopplung.

Wenn nun der verstärkte Anodenstrom in der vor der Eingangsspule aufgestellten Rückkopplungsspule rasch wechselt, veranlaßt er den Strom in der Eingangsspule zu noch kräftigerem Wechseln. Dank dieser kräftigeren Wechselströme am Gitter macht der Anodenstrom nun noch stärkere Schwankungen. Diese werden wiederum der Rückkopplungsspule zugeführt und veranlassen einen noch kräftigeren Gitterstrom. Dieser wird dann im Anodenstrom besonders kräftige Wechsel hervorrufen, die im Hörer laut wahrnehmbar sind. So wird durch die Anwendung der Rückkopplung die Verstärkung ein Vielfaches der sonst unmittelbar aus der Antenne erreichbaren Stärke.

Die Rückkopplung kann auch zu kräftig wirken. Darum machen wir die Rückkopplungsspule schwenkbar und stellen sie erhöht auf einen zweiten Stecker hinter der Abstimmspule. Die

Drahtverbindung wird von dem Anodenstecker der Röhre nun zuerst an die untere Steckerklemme der Rückkopplungsspule geführt und von der oberen Klemme der Spule wird der Strom zurückgeleitet nach dem Telefonkondensator usw.

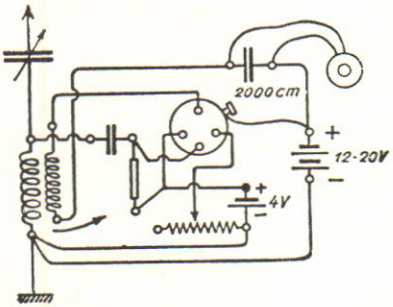
76. Ganz Europa spricht zu uns!



Abends, zu einer Zeit, da sicher zahlreiche Rundfunksender zu hören sein müssen, schalten wir den Apparat an Außenantenne und Erdleitung und nähern die Rückkopplungsspule der Eingangsspule auf etwa 2 cm. Wenn wir dann am Drehkondensator drehen, hören wir im Kopfhörer das bekannte Pfeifen, das jedesmal anzeigt, daß an dieser Stelle eine Station gehört werden kann. Um deutlich zu hören, müssen wir wahrscheinlich die Rückkopplungsspule etwas zurückdrehen, bis das Pfeifen eben verschwindet. Nach einigem Nachregulieren des Kondensators hört man dann die Musik sehr deutlich. Wir finden so einen Sender nach dem andern. Aus fernen Ländern hören wir Sprache so schön

und rein, wie vielleicht kaum an einem viel teureren Empfänger.

Es könnte immerhin sein, daß du nicht gleich richtig hörst; dann hast du vielleicht trotz großer Sorgfalt eben doch einen Fehler gemacht. Um ihn zu finden, betrachte das hier abgebildete Schema und versuche alle Leitungen des einfachen Audions zu erkennen. Überzeuge dich, daß alle im Schema gezeichneten Leitungen auch in deinem Gerät enthalten sind und nachher suche auch die Leitungen zu der Rückkopplungsspule. Wenn alles richtig gemacht ist, die Röhre und die Batterien noch unbeschädigt sind, mußt du Erfolg haben.



77. Die verkehrte Rückkopplung

Bei der Taschenlampe ist es gleichgültig, ob der Strom beim Lampengewinde oder beim Bodenplättchen eintritt, das Lämpchen leuchtet so oder so. Anders ist es bei der Rückkopplung. Wenn sie verkehrt angeschlossen ist, also das obere Ende der Spule mit der Röhre und das untere Ende nach dem Telefonkondensator, so versagt sie. Wir können am Drehkondensator drehen so viel wir wollen, es ertönt kein Pfeifen und wir hören auch keine Musik. Um den Fehler zu beheben, brauchen wir nur die beiden Anschlüsse an der Spule zu vertauschen und haben dann sofort wieder das Zwitschern beim Drehen des Kondensators und damit auch wieder Empfang.

78. Einfacher Röhrensender

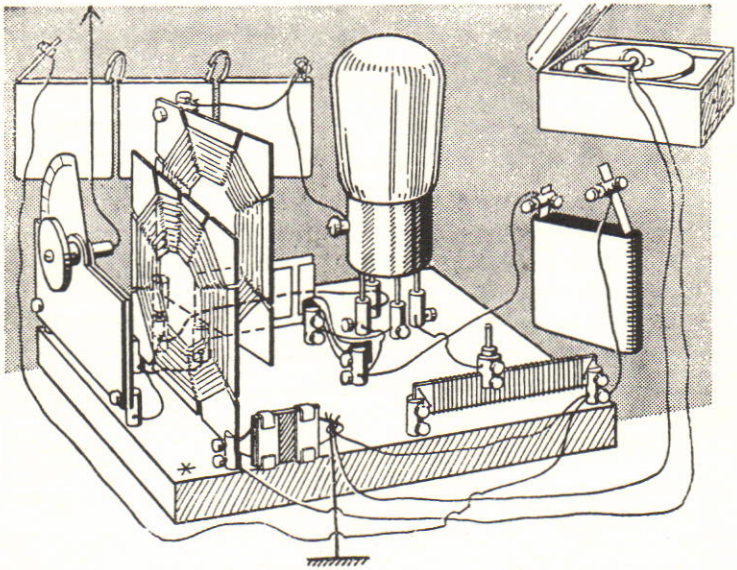
Wenn man die Rückkopplungsspule recht eng an die Abstimmspule stellt und den Drehkondensator dreht, vernimmt man das oben schon bemerkte Pfeifen. Interessant ist nun, daß dieses Pfeifen auch auf andere Rundfunkempfänger in einiger Entfernung einzuwirken vermag. Stelle einmal deinen pfeifenden Apparat ohne Antenne und ohne Erde auf den Tisch des Zimmers, in dem euer Heimempfänger aufgestellt ist. Dieser wird wahrscheinlich einen Lautsprecher aufweisen. Nachdem du den Heimempfänger in Betrieb gesetzt hast, drehst du am Kondensator des Experimentierapparates, dessen Zwitschern du bald aus dem Lautsprecher vernehmen wirst. Ohne daß irgendwelche Drahtverbindung zwischen deinem kleinen Apparat und dem Hausapparat besteht, wirkt er auf diesen ein. Dein Versuchsgerät ist nämlich ein kleiner Sender.

Du kannst aus dem Nebenzimmer deinem Freund Morsezeichen telegrafieren, indem du einfach die mit dem Gitter verbundene Klemme des Gitterkondensators mit dem Finger kürzere oder längere Zeit berührst.

79. Eigenes Rundfunkkonzert

Als Abschluß unserer Sendeversuche soll noch gezeigt werden, wie unser Sender nicht nur zur Telegrafie gebraucht werden kann, sondern auch zur Aussendung von Musik und Sprache wie ein richtiger Rundfunksender. Sogar der gewöhnliche Audionempfänger mit Rückkopplung kann als solcher Sender dienen. Wir stellen diesen mit Spule P 60 und P 40 versehen einige Meter von dem Rundfunkempfänger

des Hauses auf. In die Rückleitung von der Eingangsspule zur negativen Heizung schiebt man den Telefonkondensator ein, der für diesen Versuch in der Anodenleitung nicht notwendig ist, und schließt an seine beiden Klemmen die Zuleitungen einer Grammofonabnahmedose, die etwa schon vorhanden sein wird. Dann läßt man durch ganz enge Einstellung der Rück-



kopplung den „Sender" schwingen und sucht am Hausapparat den Haussender, der sich sehr deutlich durch die üblichen Pfeiftöne bemerkbar machen wird. Durch Ein- und Ausschalten des Stromes am Sender vergewissert man sich, daß man auch wirklich den eigenen Sender im Emp-

fänger hört. Alsdann läßt man die Dose auf einer Platte laufen und es gelingt bei etwas enger Rückkopplung die Musik aus dem Lautsprecher herauszuhören. Der Sender kann auch im Nebenzimmer aufgestellt sein. Beide Apparate haben keinen Anschluß an Antennen und unsere Übertragung stört nach außen nicht. Diese Art der Übertragung der Musik auf die Gitterleitung ergibt eine wenig reine Tonwiedergabe, darum verwenden die Sender etwas abgeänderte Anordnungen.

80. Stilles Grammofonkonzert

Wenn am Grammofon die vom Tonabnehmer kommenden Leitungen zugänglich sind, können wir die Musik einer Grammofonplatte versuchsweise auf den Hörer übertragen, indem wir einfach die Hörerleitungen mit den Leitungen von der Grammofondose verbinden. Mit umgelegtem Kopfhörer genießen wir die Musik selbst in später Nachtstunde, ohne daß die übrigen Hausbewohner davon in der Ruhe gestört werden.

81. Der Kopfhörer als Sprecher

Nicht allgemein bekannt dürfte sein, daß der Telefonhörer auch als Sprechapparat dienen kann. Besonders wirkungsvoll wird diese Verwendung in Verbindung des Heimrundfunks mit dem Lautsprecher. Falls dieser wie in der Regel Anschlußbuchsen für Grammofon aufweist, werden die beiden Schnüre des Telefonhörers einfach in diese Grammofonbuchsen eingesteckt und wenn nötig mit Streichhölzchen etwas verkeilt. Besser wäre die Verwendung von passenden Bananensteckern. Wenn

man gegen die Membran des Hörers singt oder spricht, tönt es getreulich aus dem Lautsprecher heraus. Man kann eine längere Leitung nach einem Nebenzimmer legen und den Hörer im entfernten Zimmer anschließen. Was man dort gegen den Hörer spricht, erzählt der Lautsprecher als neueste Rundfunkmeldung vor der versammelten Familie. Das macht viel Spaß.

82. Selbstgespräch des Rundfunkgerätes

Wir schalten den Hörer in die Grammofonbuchsen. Er stellt gewissermaßen das Ohr des Rundfunkgerätes dar, weil er auf unsere Stimme hört und an den Apparat weitergibt. Der Lautsprecher wäre demnach unschwer mit einem sprechenden Mund zu vergleichen, spricht er doch zuweilen in vernehmlicher Stärke. Nun halten wir den Hörer dicht vor den Trichter des Lautsprechers. Mit größter Wahrscheinlichkeit fängt dieser an zu brummen und zu heulen. Irgendein Geräusch hat den Hörer getroffen und der Lautsprecher hat das verstärkt nachgemacht. Der verstärkte Ton des Lautsprechers trifft sogleich wieder den Hörer, der ihn zur nochmaligen Verstärkung weitergibt, und als lautes Brummen schallt er schließlich durch das Zimmer.

Wertvolle Ergänzungen

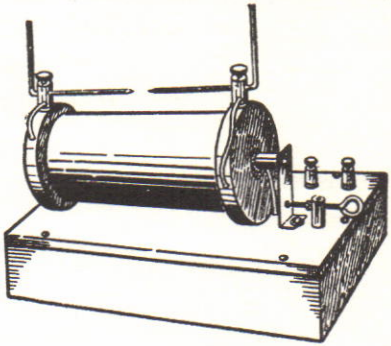
zu Deinem Radiomann

Stärkere elektrische Wellen

als mit dem Summer aus „Radiomann" erzeugen wir mit

Kosmos-Funken-Induktor.

Auch zum Betrieb Geißlerscher Röhren kann er gebraucht werden. Seine Funkenlänge beträgt 6 mm, die erforderliche Betriebsspannung 4 Volt bei 0,5 Ampère RM 9.50



An Stelle der Trockenbatterie

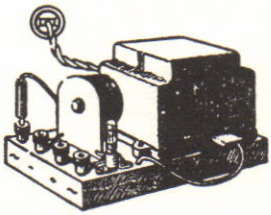
verwendet man vorteilhaft den

Kosmos-Kleintransformator mit Gleichrichter.

Mit diesen Geräten kann man Schwachstrom aus dem Wechselstrom-Lichtnetz entnehmen und in Gleichstrom umwandeln. Sie liefern nach Wunsch Strom von 4 Volt oder 8 Volt oder 20 Volt oder 24 Volt. Als Anodenstrom ist dieser gleichgerichtete Strom jedoch nur brauchbar, wenn er noch eine Siebkette, bestehend aus 1 Drosselspule und 2 Blockkondensatoren von je 10 MF, durchfließt.

Bei Bestellung Spannung des Lichtnetzes in Volt angeben!

Kleintrafo RM 12.50, Gleichrichter A RM 9.50, Drosselspule RO RM 4.40, 2 Blockkondensatoren je RM 1.65.

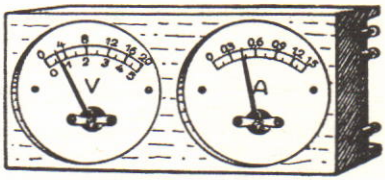


Zur Messung der Stromstärke

— und zwar von Stromstärke und Spannung gleichzeitig oder einzeln — verwendet man vorteilhaft die

Kosmos-Meßgruppe

Dreheiseninstrument für Gleich- und Wechselstrom. RM 19.50



Ausführliche Druckschrift L 851 über diese und andere elektrische Ergänzungsgeräte kostenlos von

KOSMOS GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG **STUTTGART-O**

Jetzt aber wird gebastelt!

Was Ihr Euch mit wenig Geld alles selbst bauen könnt:

Ein Himmelsfernrohr *mit 40facher Vergrößerung aus Papier und Holz. Wenn Ihr auch nur ein wenig Bastelgeschick habt, gelingt die Arbeit gut. Eine ausführliche Anleitung von V. Happach liegt bei. Der Linsensatz (3 verschiedene Linsen) und die Anleitung kosten zusammen RM 2.60*
Recht empfehlenswert ist der Einbau von Zahn und Trieb für die Scharfeinstellung zu RM 1.50
„Was der Kosmos-Linsensatz am Himmel zeigt" heißt eine kleine Schrift von P. Zimmermann, die alles enthält, was der Erbauer des Himmelsfernrohres damit am Himmel entdecken kann. Mit 12 Sternkarten RM 0.40
Auch Beobachtungen auf der Erde könnt Ihr mit diesem Fernrohr anstellen, wenn Ihr noch ein Huyghens-Okular einbaut. RM 3.40

Ein Mikroskop *mit 200facher Vergrößerung linear, das später noch auf 252fach ausgebaut werden kann, baut Ihr nach der Anleitung von O. Neumann aus Zigarrenkistenholz und Pappe. Die Metallteile und Optik bezieht Ihr samt Anleitung zu RM 6.80*

Ein Spiegelteleskop, *das klare und farbreine Bilder gibt, 50fach vergrößert und auf 120fach ausgebaut werden kann. Genaue Anleitung von Joach. Wühst. Dazu bezieht Ihr eine Spiegelgarnitur (Parabolspiegel 11 cm ∅, etwa 110 cm Brennweite mit Fassung und Bodenschraube; Fangspiegel dazu passend; 2 Okularlinsen) einschließlich Anleitung zu RM 28.—*

Ein Episkop *zur Projektion undurchsichtiger Bilder aller Art (auch Fotos!) baut Ihr ebenfalls ohne besondere Schwierigkeit. Eine achromatische Linse, 53 mm ∅, 200 mm Brennweite, verkittet, für das Objektiv kostet einschließlich Bauanleitung RM 5.—*

Einen Kleinbildwerfer *zur Projektion von Stehfilmen und Klein-Diapositiven, die nach eigenen Leica- oder Contax-Aufnahmen selbst hergestellt werden können.*
Die Bauanleitung von J. Börschig sowie die Linsen für Kondensor und Objektiv bezieht Ihr zu RM 5.50 (bei 1 Bikonvexlinse) oder besser zu RM 6.70 (bei 2 Plankonvexlinsen für einen Doppelkondensor) vom

KOSMOS GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG **STUTTGART-O**

Ersatzteile zu Radiomann

können jederzeit zu folgenden Preisen nachbezogen werden:

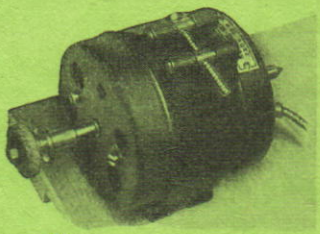
RSA	Grundbrett 160×120 mm	RM —.80
RSB	Summerbrett 160×80 mm	„ —.30
RSC	Taschenbatterie	„ —.45
RSD	Lämpchen m. Fassung und Stecker	„ —.45
RSDa	Fassung mit Stecker	„ —.15
RSE1	Schnittklemme	„ —.15
RSE2	Steckerklemme	„ —.15
RSE4	Große Klemme	„ —.20
RSF	Magnetspule mit Eisenkern	„ —.70
RSG	Blechbüchse	„ —.05
RSH	Detektorkristall	„ —.20
RSI	Kopfhörer mit Gummiband	„ 1.80
RSK	Verbindungsdraht	RM —.35
RSL	Widerstandsstreifen	„ —.20
RSM	Feilspäne	„ —.10
RSN	Tasterfeder	„ —.10
RSO	Gummiband	„ —.05
RSP1	Flachspule P 40	„ —.60
RSP2	Flachspule P 60	„ —.60
RSQ	Summerfeder mit Wolframkontakt	„ —.30
RSR	Kontaktschraube mit Wolframspitze	„ —.20
RSS	Antennendraht	„ —.05
RST	Glimmerkondensator	„ —.15
RSU	Drehkondensator	„ 1.45
RSV	Telefonkondensator	„ —.50

Das Anleitungsbuch wird einzeln nicht abgegeben

Die Preise gelten für 1 Stück, Porto und Verpackung werden besonders berechnet. Bei Bestellungen genügen Angaben wie: 1 Stück RSG

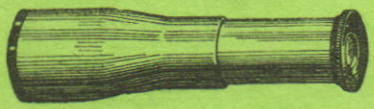
Als Ergänzung wird geliefert: RSW Silitwiderstand mit 2 Haltern RM 1.—

KOSMOS-Elektro-Motor



Dieser Universalmotor kann an jedes Gleich- und Wechselstrom-Lichtnetz im Haus angeschlossen werden und liefert eine Leistung von 35 Watt. Er kann zum Antrieb kleiner Modelle und Maschinen verwendet werden. Mit dem beigegebenen Spannband läßt er sich leicht auf einem Holzbrett oder den Maschinen selbst anbringen. Mit Schmirgelscheibe und Störschutz RM **16.50**

Bei Bestellung die Angabe der Spannung des Lichtnetzes nicht vergessen.

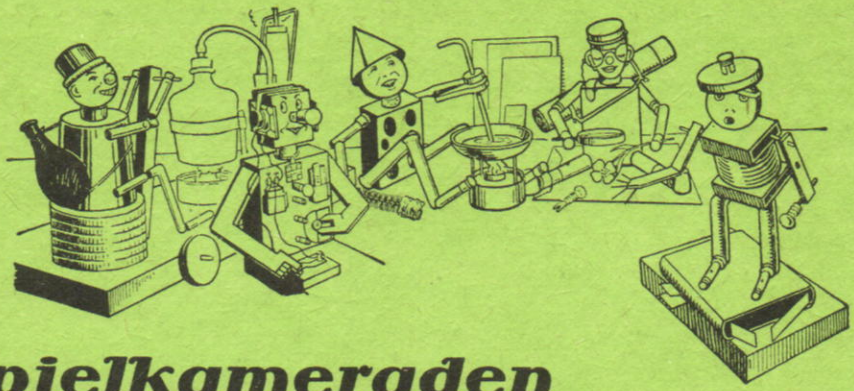


Der kleine Späher

Ein einfaches Taschenfernrohr in guter Ausführung. Vergrößerung 3fach. **Preis RM 2.50**

Für Wanderungen, Paddelbootfahren und Radturen, für Geländeübungen, Spiel und Sport, aber auch für den Spaziergang der Älteren, zum Beobachten der Vögel usw.

KOSMOS GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG **STUTTGART-O**



Spielkameraden

Hier seht Ihr Euren Radiomann im Kreise seiner vier Brüder, von denen einer noch schlauer ist als der andere. Jeder ist auf seinem Gebiete Fachmann durch und durch, so daß man staunen muß. Ganz rechts seht Ihr den **Elektromann,** *den ältesten unter ihnen; er hält gerade einen Vortrag über die Geheimnisse der Elektrotechnik, vom einfachen Magnet bis zu den „schwierigsten" Sachen, wie Elektromotor, Telefon, Telegraf, Klingel, Kraftwerk, elektrische Uhr usw. In mehr als 100 praktischen Versuchen lernt man alles genau kennen. Elektromann hat seinen Beruf nicht verfehlt, das merkt man schon aus seinen fabelhaften Ausführungen im Anleitungsbuch. Er erklärt alles so, daß man die Vorgänge auch wirklich verstehen lernt.*

Der nächste ist der **Optikus,** *der nach allem gucken muß. Auch er stellt über 100 Versuche an, die die Geheimnisse der Lehre vom Licht offenbaren; beim Spiegel angefangen und beim Fernrohr und Mikroskop aufgehört. Optikus hat allerlei Linsen und Fassungen, Spiegel, Gläser, Röhrchen und Kästchen, mit denen man viele spannende Versuche macht, unter anderem Kaleidoskop, Brille, Kinematograf, Schattentheater, Lichtsignale, Bildwerfer, Fernrohr, Mikroskop. Selbst ein Fotoapparat wird gebaut, mit dem man wirklich fotografieren kann. Die Aufnahmen werden selbst entwickelt und kopiert.*

Alles was im Hause ist, untersucht der **All-Chemist.** *Das ist da oben der dritte von links, der so fröhlich lachend in seiner Versuchsschale herumrührt. Wie Ihr an seinen Beinen und an seinem Arm seht, hat er viel mit Probiergläschen zu tun, in die er bald diese, bald jene Flüssigkeit füllt, er mischt sie, um sie später wieder in ihren früheren Zustand zurückzuführen. Da wird gekocht und gewärmt, vermengt, filtriert und destilliert. Man macht Bonbons, untersucht, wieviel Säure in Essig, Salz, Zitrone und Apfel ist. Alles was im Hause aufzutreiben ist, wird untersucht (Milch, Wein, Stärke, Zucker, Fett, Branntwein usw.), man sieht, wie Hühnerei und Milch gerinnen, wie Butter und Käse entstehen usw. Zuletzt lernt man noch, wie man sich selbst Rahmbonbons herstellen kann.*

Und der jüngste von den fünfen ist der **Technikus,** *der, ganz links im Bilde, auf seinem selbstgebauten Dampfautobus stolz dahinfährt. Wie der das fertiggebracht hat? Ja, das gelang ihm erst, nachdem er eine ganze Menge wunderbarer physikalischer Versuche gemacht hatte über Wasserdruck und Dampfdruck, mit Pumpen, über Wärme und Kälte und vieles andere.*

Elektromann und All-Chemist kosten RM 8.50, die übrigen RM 11.50.

Laßt Euch mal die kostenlose, genaue Beschreibung L 891 kommen vom Elternhaus der Spielkameraden:

KOSMOS GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG **STUTTGART-O**