

KOSMOS-LEHRSPIELZEUG

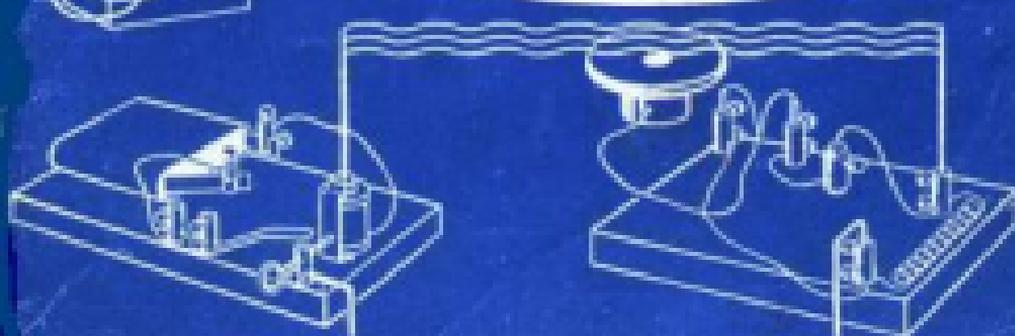
3

# RADIOMANN

**80** VERSUCHE von der  
elektrischen Batterie  
bis zum selbstgebauten  
Fernempfänger für  
Jung und Alt  
von Wilhelm Fröhlich

FRANCKH VERLAG STUTTGART

B.



*Vom Gebirg zum Ozean, alles hört der*

# RADIOMANN

**80** VERSUCHE

von der elektrischen Batterie bis zum  
selbstgebauten Fernempfänger  
für Jung und Alt

von WILHELM FRÖHLICH

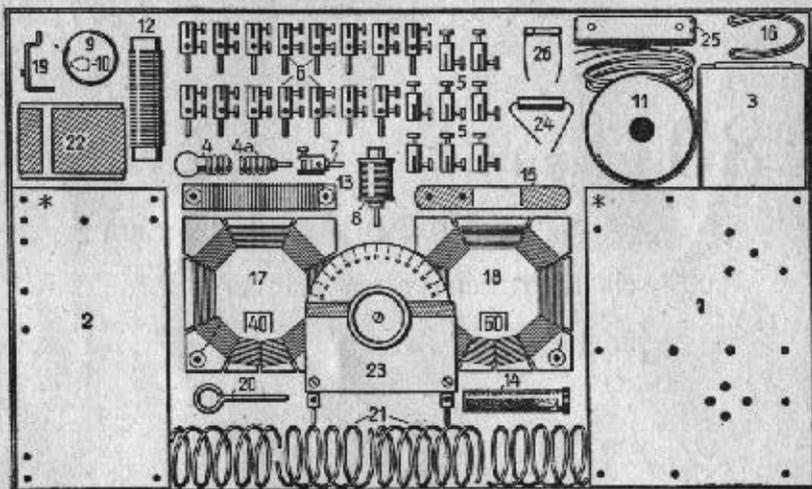
11. Auflage



FRANCKH VERLAG STUTTGART

# Radiomann

und seine Teile



- |                           |                     |                        |
|---------------------------|---------------------|------------------------|
| 1 Grundbrett              | 9 Blechbüchse       | 19 Summerfeder         |
| 2 Summerbrett             | 10 Detektorkristall | 20 Kontaktschraube     |
| 3 Taschenlampenbatterie   | 11 Kopfhörer        | 21 Vier Antennendrähte |
| 4 Glühbirnchen            | 12 Verbindungsdraht | 22 Gitterkondensator   |
| 4a Lämpchenfassung        | 13 Widerstand       | 23 Drehkondensator     |
| 5 Acht Schnittklemmen     | 14 Eisenfeilspäne   | 24 Telefonkondensator  |
| 6 Fünfzehn Steckerklemmen | 15 Tasterfeder      | 25 Kopfband            |
| 7 Große Klemme            | 16 Zwei Gummibänder | 26 Hochohmwiderstand   |
| 8 Magnetspule             | 17 Flachspule 40    | Anleitungsbuch         |
|                           | 18 Flachspule 80    |                        |

Wer die Röhrenversuche durchführen will, muß sich eine Doppelgitterröhre beschaffen, die von der Firma Radio-Kosmos, Abteilung der Franckh'schen Verlagshandlung in Stuttgart, für DM 11.50 bezogen werden kann.

In Verlust geratene Teile können nachbezogen werden. Man verlange die kostenlose Preisliste L 629/3.

Copyright © 1957 by Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart. Alle Rechte, besonders das Übersetzungsrecht, vorbehalten. Zeichnungen von Erich Haferkorn. Druck: Johannes Ilhg, Göppingen.



Radiomann ist der gelehrteste unter seinen Brüdern Elektromann, Alchemist, Optikus, Technikus und Mikromann. Da sitzt er vor seinem schönen Gerät; in dem umgelegten Kopfhörer vernimmt er die Stimme ferner Länder, die er sich mit der Abstimmspule und dem Drehkondensator herausgesucht hat. Als planmäßig arbeitender Radiomann hat er zuerst die Taschenlampenbatterie und das zugehörige Lämpchen studiert. Dann hat er sich auf dem Summerbrett einen kleinen Wellenerzeuger aus der Magnetspule, der Summerfeder, der Kontaktschraube und der Tasterfeder gebaut. Mit Verbindungsdraht und allerlei Anschlußklemmen ist er ja reichlich versehen. Die im Kasten spiralig zusammengerollten Antennendrähte muß er vor der Benutzung schön gerade machen. Er wird sie nachher nicht mehr im Kasten versorgen, sondern anderswo unterbringen. Er braucht sie zuerst, um auf dem großen Grundbrett mit dem Kristalldetektor einen einfachen Empfänger zu bauen. Den Heizwiderstand, den Telefonkondensator und den glänzenden Gitterkondensator braucht er erst, wenn er später eine passende Radioröhre hinzugekauft hat für seinen weitreichenden Röhrenempfänger.

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 anderen durchzuarbeiten, damit aus dem Radiomann ein tüchtiger Radiofachmann werde, der das, was er macht, auch wirklich versteht.

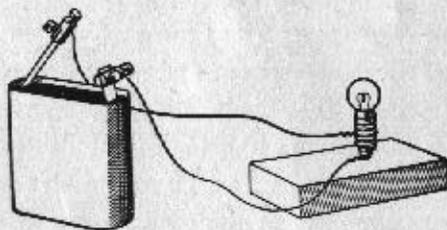
## 1. Zuerst die Batterie

Die brauche ich dir nicht vorzustellen. Sicher ist sie dir 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 vom Hersteller 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 Batterie ist dazu bestimmt, ein Lämpchen zum Leuchten zu bringen. Du kannst den Strom also durch ein Lämpchen schicken und es fein leuchten lassen. Damit es nicht immer in der Hand gehalten werden muß, schraubst du es in seine Fassung ein. An der Batterie werden zwei Schnitteklemmen festgeschraubt und von dort zwei kurze Stücke Leitungsdraht zum Lämpchen gezogen. Beide Drähte müssen an beiden Enden auf etwa 3 cm Länge blank geschabt sein. Der eine wird mit seinem

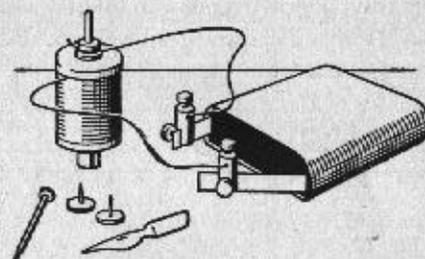


blanken Ende fest um das Gewinde der Fassung, das Ende des zweiten Drahtes um den Steckstift der Fassung geschlungen und gut verdrillt. Es muß sehr darauf geachtet werden, daß die blanken Teile der beiden Drähte sich nicht berühren, weil die Batterie sonst viel Strom verlieren würde und bald unbrauchbar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

## 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 Eisenkern der Spule, wo er mit dem herausdrehbaren Stecker festgeklemmt wird. Nähere dann die stromdurchflossene Spule irgendwelchen kleinen eisernen Gegenständen, Schreibfedern, Nägeln und dergleichen, bis auf eine Entfernung von etwa  $\frac{1}{2}$  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 einen Strom mit der Zunge geschmeckt, dann haben wir sein Leuchten gesehen, dann seine Kraft bewundert und jetzt wollen wir ihn auch noch hören! Dazu legen wir einfach den Deckel oder den Unterteil der kleinen Büchse, die sonst den Kristall enthält, auf die Magnetspule. Wenn der Strom eingeschaltet wird, zieht sie das Eisenblech ein wenig an. Wir halten Deckel 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

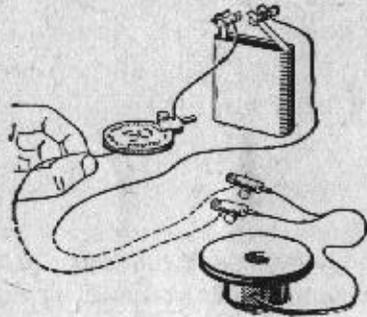
Wenn wir uns vornehmen, recht sorgfältig zu sein, dürfen wir von unserem Telefonhörer den Deckel abschrauben. Dann sieht man darunter eine runde Eisenblechscheibe, die von einem Magnet angezogen wird. Dieser Magnet ist allerdings aus Stahl gefertigt und deshalb dauernd magnetisch. Darum hält das Eisenblech an dem Kopfhörer, wenn man es auch nur daranlegt. Ziehst du es sorgsam nach der Seite weg, dann werden 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 Wiederaussetzen der 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 ferneren 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.

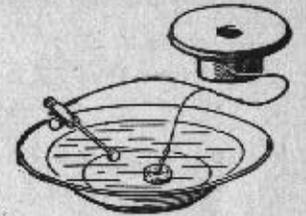
Es soll jetzt einmal ein Ton erzeugt werden. Wir zupfen an der langen Batteriefeder, daß sie schwirrt. Der dabei entstehende Ton ist nicht gerade schön. Nun leiten wir den Strom der Batterie durch den Hörer, indem wir die schwingende Feder nur ganz lose nahe an ihrem Grunde mit einem der Stromleitungsdrähte 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 Säure oder eine Salzlösung gestellt und liefern dann den Strom. Ob ein Tischmesser mit einem Silberlöffel Strom liefert,

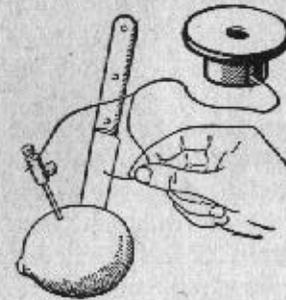
oder eine Kupfermünze mit einer Silbermünze, oder ein Nagel mit einer Nickelmünze? Der Nagel wird durch eine Schnittklemme mit dem einen Kabelende des Hörers verbunden und in etwas Kochsalzwasser eingetaucht. In dieses ist noch eine Kupfermünze gelegt. Wenn man mit dem zweiten Kabelende des Hörers kratzend 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-Eisen —



herauskommt, sehr schwach, wohl tausendmal schwächer als er für ein Lämpchen erforderlich wäre. Der Hörer ist anscheinend imstande, noch äußerst schwache Ströme zu erkennen.

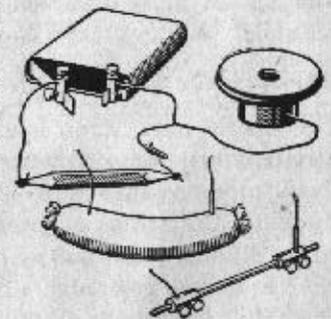
## 9. Die Zitronenbatterie

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



## 10. Leiter und Nichtleiter

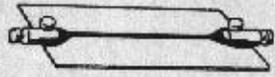
Durch Kupferdrähte geht der elektrische Strom sehr gerne hindurch, weniger gerne durch Eisendraht, gar nicht durch eine Kerze. Durch manche anderen Stoffe geht er nur in geringer Stärke hindurch, die aber gleichwohl vom Hörer angezeigt wird. Wir untersuchen also mit dem Hörer die nachstehenden Dinge 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

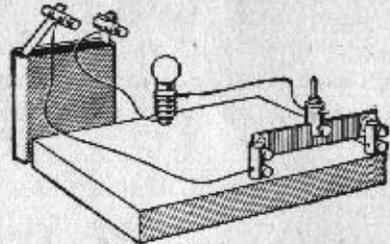
uns sogar noch äußerst schwachen Strom zu erkennen, der durch einen kurzen Bleistiftstrich hindurchgeleitet wird. Der Strich wird durch mehrmaliges Überfahren auf weißem Papier ausgeführt. Namentlich sollen die Enden recht gut schwarz gemacht werden, damit die Schnittklemmen gut Verbindung mit dem Bleistiftstrich 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 schwä-

chere 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.

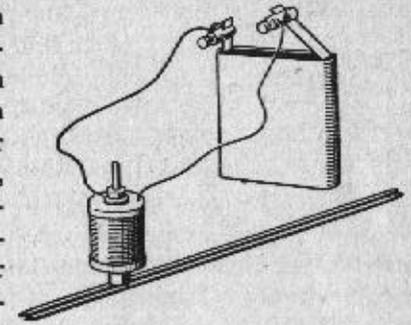
## 13. Auch die Magnetspule hat Widerstand

Dies merkt man, wenn man die Magnetspule an die Stelle des Widerstandstreifens bringt, so daß der Strom zuerst durch die Spule und dann durch das Lämpchen gehen muß. Wenn man sich aber der winzigen Funken erinnert, die beim Unterbrechen des Stromes im vorhergehenden Versuch entstanden, so merkt man jetzt, 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

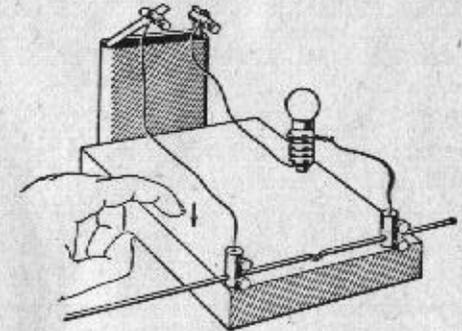
Für die folgenden Versuche benötigen wir zwei Stricknadeln. Wir machen sie magnetisch, indem wir sie mehrmals der ganzen Länge nach mit dem

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

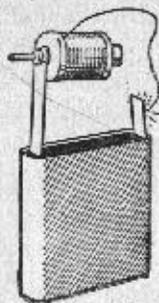
Die beiden Stricknadeln sollen uns helfen, eine luftige Hängebrücke aus Eisenfeilspänen zu bilden. Wir befestigen die zwei Stricknadeln so, daß zwei Enden, die sich nach dem vorigen Versuch angezogen haben, sich auf etwa 2 mm Abstand gegenüberstehen, und streuen Feilspäne auf den Zwischenraum, bis diese 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 über-



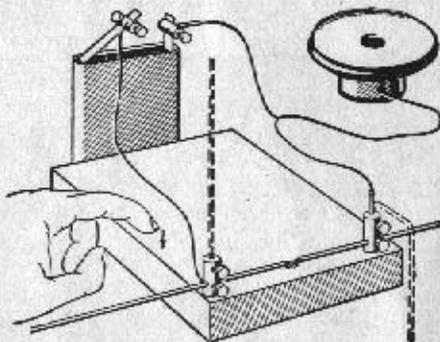
springt, leuchtet das Lämpchen ein wenig stärker. Dies ist sonderbar, denn es besteht zwischen dem Funkenerzeuger und dem Lampenapparat gar keine Verbindung.

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 Batterie-

streifen ein kleiner Funke entstanden und dieser hat auf die Feilspanbrücke eingewirkt. Der Funkenapparat war der Radiosender, der Feilspanapparat war der Empfänger. Durch den Funken am Sender entsteht in seiner Umgebung eine äußerst feine Erschütterung, eine elektrische Welle, und diese beeinflußt den Widerstand der Feilspanbrücke.

### 17. Rundfunk-Hörempfang

Nun ist es bei unseren Versuchen über den Funkempfang Nebensache dabei etwas zu sehen, Hauptsache ist vielmehr, daß wir etwas hören und daß auch



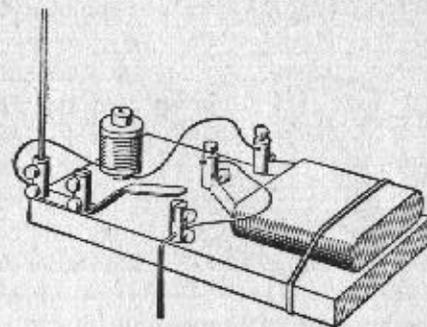
die Sendungen unseres Funkensenders hörbar werden. Dazu sind die Leitungen, die zum Lämpchen führen, statt mit diesem, mit dem Hörer zu verbinden. Dann hört man, beim Überspringen eines Funkens an der Batterie des Funkensenders vom vorhergegangenen Versuch, im Hörer des Feilspanempfängers ein deutliches Knacken, ohne daß zwischen den beiden Geräten eine Drahtverbindung besteht. Wenn man den Ver-

such 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 Brettchen eine Tasterfeder aufgestellt. Wenn man auf die Feder drückt, fließt der Strom von der Batterie durch den Taster 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



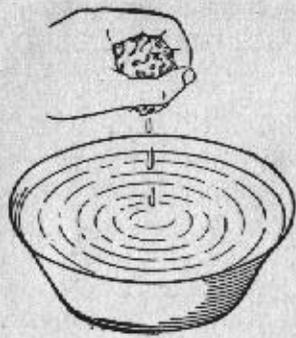
Funkensender bequem in der Hand herumtragen. Seine Wirksamkeit soll sofort an dem Feilspan-Empfänger erprobt werden. Wir stellen den Apparat neben den Empfänger mit der Feilspanbrücke. Während wir den Hörer am Ohr haben, lassen wir durch einen Freund einmal auf den Taster drücken. Beim Loslassen entsteht 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 aufgerollten dicken Drähte 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.

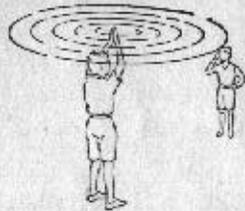
### 20. Wellentheorie — im Waschbecken

Um die geheimnisvolle Fernwirkung unserer Apparate zu verstehen, die wir uns bisher unbekanntem elektrischen Wellen zuschrieben, wollen wir



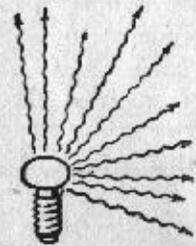
zuerst einmal richtige Wellen, Wasserwellen erzeugen. Wenn uns nicht zufällig ein See zur Verfügung steht, in den wir einen Stein werfen würden, entfachen wir Wasserwellen im Waschbecken. Aus einem nassen Schwamm lassen wir einzelne Tropfen auf die Mitte des Wasserspiegels fallen. Wir beobachten, wie 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 Meter in der Sekunde. Weißt du, wie weit ein Weg von 300 Millionen Meter ist? Das



ginge in einer Sekunde  $7\frac{1}{2}$  mal am Äquator um die Erde herum! Kannst du dir das vorstellen?



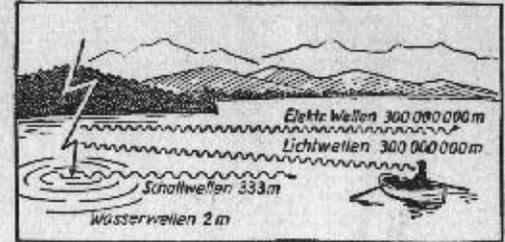
ginge in einer Sekunde  $7\frac{1}{2}$  mal am Äquator um die Erde herum! Kannst du dir das vorstellen?

## 21. Eine seltene Naturerscheinung

Das kommt sicher nicht alle Tage vor, daß ein Blitz nicht weit von einem Boot entfernt in einen See einschlägt. 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 ge-

weckt; 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 Meter 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?

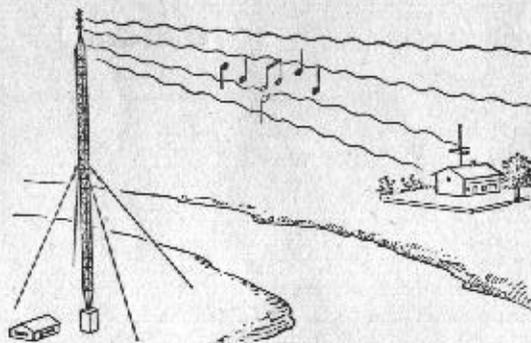


## 22. Wer hat die elektrischen Wellen entdeckt?



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 elektrischen 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 wurde.

## 23. Elektrische Wellen tragen Musik in jedes Haus



Die elektrischen Wellen, die Heinrich Hertz mit kleinen Funken erzeugte, reichten, wie die bisher von uns benutzten, 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 gewundert, daß die Radiowellen der großen Sender über ganz Europa hin oder gar bis Amerika und Ostasien 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 Hannover bis Florenz, mühelos überbrücken.

## 25. Etwas für gute Rechner

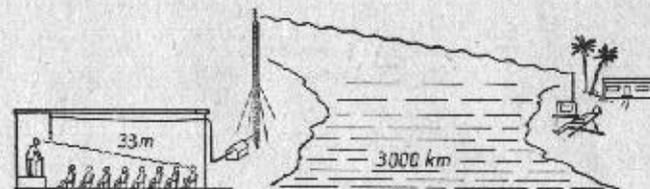
Ein Redner spricht in einem Saal von 33 m Länge und seine Rede wird, durch Radio übertragen, in einem Landhaus in Afrika in 3000 km Entfer-

nung gehört. Rechne nun aus: wie lange die Schallwelle braucht, um zu einem auf dem hintersten Platz im Saal 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:  $330 = \frac{1}{10}$  Sekunde.

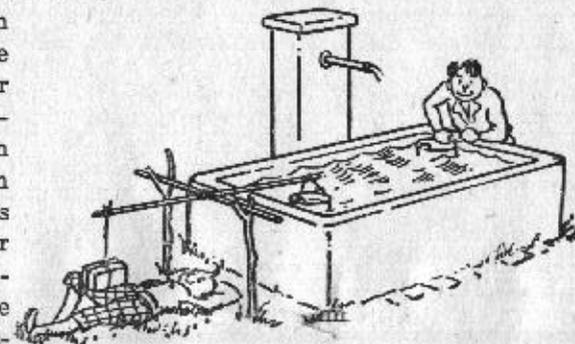
Die Radiowellen

berechnen sich  $3000 \text{ km} = 3\,000\,000 \text{ m} : 300\,000\,000 \text{ m} = \frac{1}{100}$  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, oder aber erst 9 Sekunden später, in der 10. Sekunde, würde der hinterste Teilnehmer der Versammlung in Berlin ebenfalls die Worte hören. Stimmt die Rechnung?



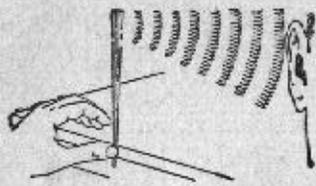
## 26. Radioversuch am Brunnentrog

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 anderen Ecke schwimmt ein gleicher Kessel, der 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 100mal rascher sein, wohl 300mal in der Sekunde. Eine

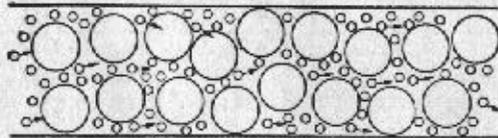


schwirrende Stricknadel erzeugt solche Luftwellen, die an unser Ohr gelangen und das zarte Trommelfell erschüttern. Wir hören das Summen. Das Ohr ist eben der Empfangsapparat für Luftwellen, und es ist sehr einleuchtend, daß die Wasserwellen dem Ohr wenig Eindruck machen, oder daß die Luftwellen unserer schwirrenden

den 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 erzeugt.

### 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 Elek-



tronen, sind so winzig und so leicht und so beweglich, daß sie diese rasche Bewegung ausführen können. Elektronen sind nämlich einige 1000mal kleiner als die kleinsten Teile, aus denen

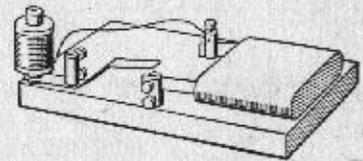
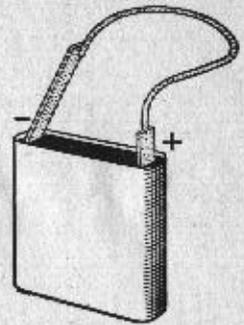
beispielsweise Kupferdraht sich zusammensetzt. Dabei sind die Elektronen immer bei diesen kleinsten Stoffteilchen vorhanden und deren unzertrennliche Begleiter. Wenn in einem Draht ein elektrischer Strom fließt, sind es diese Elektronen, die mit großer Geschwindigkeit durch die Lücken zwischen den Teilchen 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 50mal in jeder Sekunde zu tun.

### 29. Die Batterie, eine Elektronenpumpe

Wenn wir die beiden Enden der Batterie 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 (—Ende) 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, wie an unserem Funkensender von Versuch 18. 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.



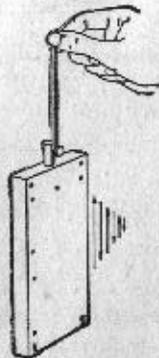
### 30. Die Elektronen tanzen auf und ab

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.

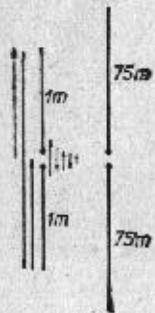


### 31. Von Gummibändern und langsamen Schwingungen

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

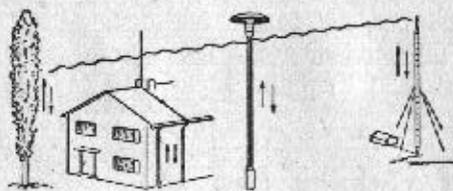


Schwingungen sehr lange Pause bis zum nächsten Funken. Die Schwingungen sind sehr rasch. Wenn die Elektronen statt aufzuhören in stets gleicher Stärke weiterschwingen würden, kämen in einer Sekunde etwa eine Million Schwingungen zustande. Die genaue Zahl der Schwingungen, die Elektronen machen können, hängt von der Länge der Antennendrähte ab. Die Elektronen können, wie wir bereits erfahren haben, in Drähten 300 000 000 m 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 Schwin-

gungszahl 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.

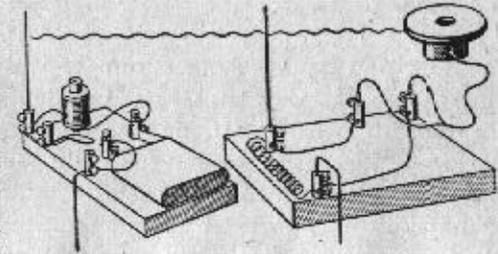
In allen senkrechten Drähten, Regenröhren, Fensterstangen, Blitzableitern, Säulen usw. vollzieht sich jeweils der ewige Radotanz der Elektronen.

### 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



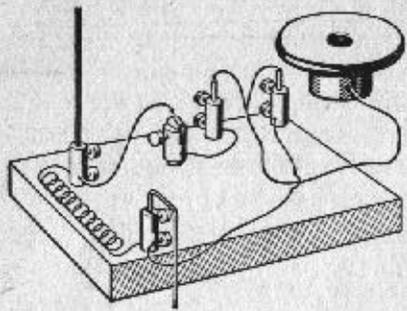
auf und ab schwingenden Elektronen haben nun die Wahl, durch diese Drahtspule oder durch die Drahtspule im Hörer zu gehen. Dann wird in etwa 1 m Entfernung von diesem Empfangsapparat der Funkenerzeuger aufgestellt und recht oft der Taster gedrückt. Für jeden Funken sollte man ein Summen oder ein Knacken 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 Schwingungen 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. Der unserem Kasten beigegebene ist ein Bleiglanzkrystall, an dem man die glänzenden Kristallflächen erkennt.

Den Kristall stecken wir in die große Klemme und schrauben ihn, weil er leicht bricht, ganz vorsichtig fest, fassen ihn möglichst nur mit einer Pinzette an, und wenn er beschmutzt ist, waschen wir ihn in Benzin.

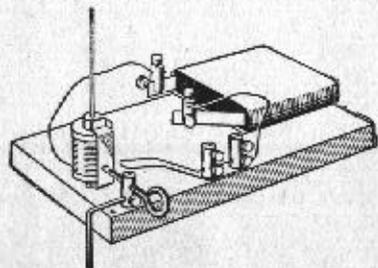
Der von der Antenne kommende Verbindungsdraht wird mit der Schere schräg abgeschnitten, wodurch er eine scharfe Spitze erhält, die lose auf irgendeinen Punkt des Kristalls aufgesetzt wird. Um den anderen Verbindungsdraht an der großen Klemme zu befestigen, stecken wir ihn in ihre



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. Weil aber nicht alle Stellen des Kristalls dafür empfindlich sind, müssen wir die Drahtspitze immer wieder an anderen Stellen aufsetzen bis wir Erfolg haben. 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 aufeinander folgen 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 befesti-

gen die sogenannte 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. Das freie Ohr muß natürlich mit der Hand zugedeckt werden, damit das Summergeräusch nicht unmittelbar durch die Luft gehört wird. 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 dürfen das aber erst dann tun, wenn wir uns mit dem vorläufig nahe beim Empfänger aufgestellten Sender überzeugt haben, daß am Kristall eine empfindliche Stelle getroffen wurde. 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 un-

mittelbar 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 telegraphiert

Mit dem Summer als Sender und dem Kristallempfänger können die bekannten Zeichen des Morse-Alphabetes 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

Die eigentlichen Buchstaben sollen aus nicht mehr als vier Teilen bestehen, 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

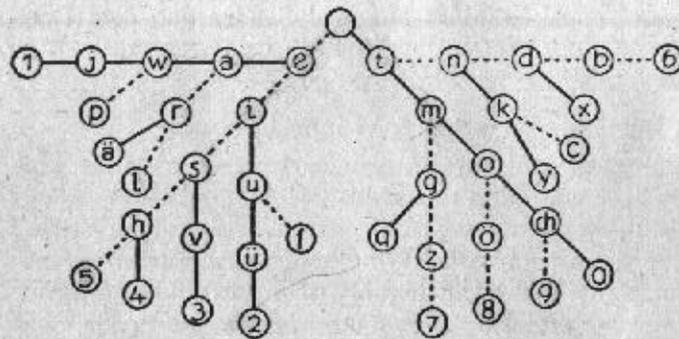
Die Zeichen für Ziffern sind fünfteilig:

1 · — — — —	4 · · · — —	7 — — — — ·
2 · · — — —	5 · · · · ·	8 — — — · ·
3 · · · — —	6 · · · · ·	9 — — · — —
		0 — — — — —

Satzzeichen sind sechsteilig:

· · · · · 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 nebenstehenden 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 sie jetzt ist, eignet sie sich zum Empfang der Wellen mit einer Schwingungszahl von etwa 75 000 000. Zur Erinnerung an den Entdecker der elektrischen Wellen, Heinrich Hertz, bezeichnet man die je Sekunde auftretenden Schwingungszahlen mit „Hertz“, in unserem Beispiel als 75 000 000 Hertz 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 über-



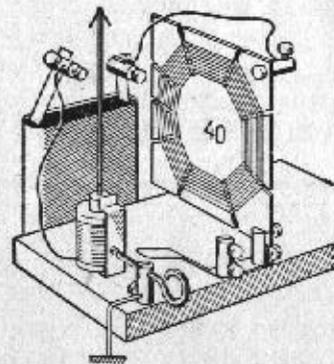
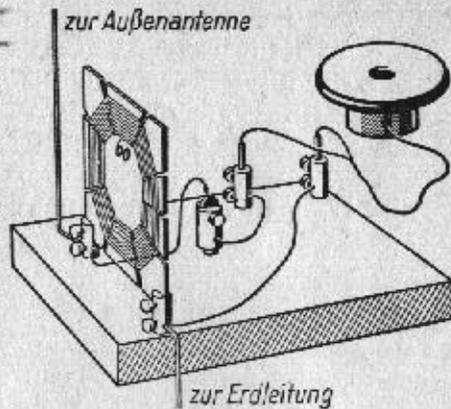
all da sehr leicht ist, wo schon eine Rundfunkantenne auf dem Hause angebracht ist. Wir bitten um die Erlaubnis, für die Zeit unserer Versuche den Hausapparat von Erde und Antenne ablösen zu dürfen, und verbinden unsere Klemmen, in denen bisher der Antennen- und der Erddraht steckten, mit der großen 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 oder sonst einen isolierenden Teil aus Porzellan oder Kunststoff 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 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. Es genügt darum auch eine Antenne von 10—15 m Länge, die wir uns vielleicht einrichten können. Als Erdleitung genügt ein kürzerer Draht, der mit einem Wasserhahn oder einem Heizkörper der Warmwasserheizung gut leitend verbunden ist. Die 60 Windungen machen die Schwingungszahl des Empfängers vielleicht schon zu langsam. Wir versuchen deshalb mit der Spule 40, die weniger Windungen trägt, einen besseren Erfolg zu erzielen. Der eine Stecker der Spule ist mit der Antenne, der andere mit der Erdleitung verbunden. Abends wird es uns gelingen, einen Rundfunksender zu hören. Um uns zu überzeugen, daß wir eine wirklich empfindsame Stelle des Kristalls benutzen, stellen wir stets unseren Schnellfunkensender, jedoch ohne seine Stabantennen, neben das Empfangsgerät. Nur wenn sein Summen über den Hörer anspricht, ist das Gerät zum Empfang der Rundfunkwellen eingestellt. Aber es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß auch mit unserem einfachen Apparat ein Abhören der Rundfunksendungen nur erlaubt ist, wenn die Rundfunkgebühr bezahlt ist!

In den ersten Zeiten des Rundfunks hörten im Umkreis bis zu etwa 60 km vom Sender Tausende mit solchen Kristallempfängern.



#### 41. Der Summersender wird abgestimmt

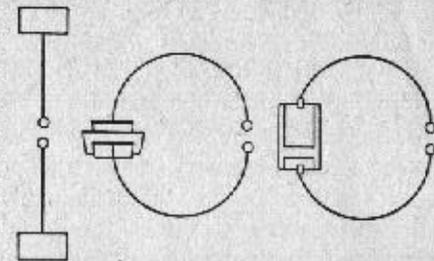
Nachdem wir den Empfangsapparat durch Einsetzen einer Spule zum Empfang langsamer Schwingungen eingerichtet haben, paßt unser Summersender nicht mehr ganz dazu. Seine Schwingungen müssen ebenfalls verlangsamt werden, und zwar durch Einsetzen der Spule 40. Die Verlangsamung ist aber noch nicht so groß, wie mit der Spule von 60 Windungen. Wir müssen deshalb sehen, wie wir auf andere Weise zum Ziel gelangen.

#### 42. Verlangsamte Wellen

Als weiteres Mittel zur Verlangsamung der Schwingungen hatte schon Heinrich Hertz Metallplatten auf die beiden Enden der Schwingungsdrähte

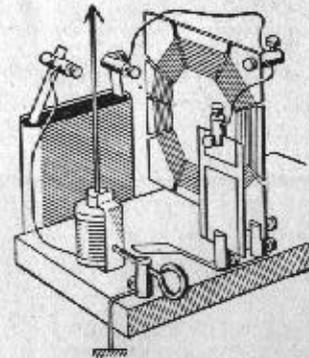
gesetzt. Dann muß die Elektrizität bei jeder Schwingung zuerst die Metallplatten auffüllen, bevor sie zurückschwingen kann.

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 Armbanduhr. Wir können einen Schwingungskreis nach Anweisung nebenstehender Zeichnung anfertigen, indem wir auf beiden Seiten eines Papierblattes von der Größe einer Postkarte ein kleineres Blatt Aluminiumfolie aufkleben und auf jeder Seite eine Schnittklemme anbringen zum Anschluß der Antennendrähte.



#### 43. Kondensator

Ein solches zweiseitig belegtes Blatt faßt erfahrungsgemäß viel mehr Elektrizität als ein einfach belegtes. Es ist, als ob die Elektrizität in dem doppelten Belag viel näher zusammenrücke, verdichtet, kondensiert werde. Daher nennt man eine solche Doppelplatte, die durch eine Isolierschicht getrennt ist, einen Kondensator. In unserem Kasten ist ein Kondensator vorhanden, dessen Isolierschicht aus einem durchsichtigen Stoff besteht. Dieser Kondensator 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.



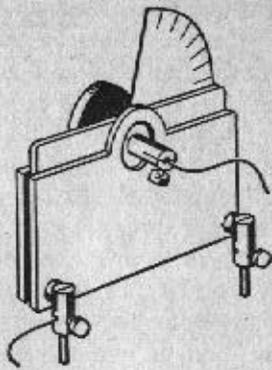
#### 44. Sender mit Schwingungskreis

Wir stellen den neuen verlangsamten Wellensumme neben unseren Empfangsapparat und hören sein Summen besser als zuvor.

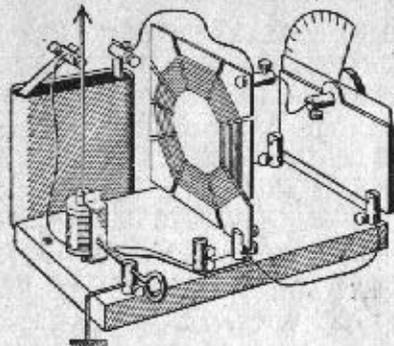
#### 45. Der regulierbare Kondensator

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 mit Spule 40 versehenen 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 mit der Spule 60 gebauten Kristallempfänger und suchen durch Drehen am Kondensator so einzustellen, daß

im Kristallempfänger große Lautstärke eintritt. Dann sind die beiden Apparate aufeinander abgestimmt.

#### 47. Was sagt der Hausapparat zu unserem Sender?

Wir wollen nun den Hausapparat wieder an seine Antenne anschließen und ihn auf den gleichen Rundfunksender einstellen, auf den vorhin der Kristallempfänger eingestellt war. Dann stellen wir unseren Sender ohne Antennen 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 unsern 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.

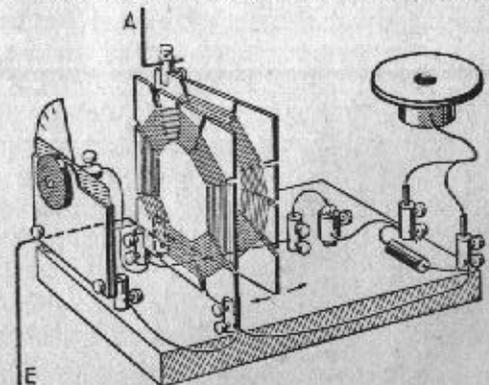
Wir können den Hausapparat wahrscheinlich auf verschiedene Rundfunksender einstellen. Das geschieht dort ebenfalls durch Drehen eines Knopfes, der mit einem Drehkondensator verbunden ist. Dann schreiben wir in einer Tabelle die Schwingungszahlen der eingestellten Rundfunksender auf und dazu die Gradeinteilungen unseres Kondensators. So können wir später jederzeit wieder den Summersender mit der Schwingungszahl Stuttgart oder Köln oder Hamburg 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 verbesserte Kristall-Empfänger für Rundfunksendungen

Mit der einfachen Anordnung von Spule, Kristall und Kopfhörer ist es uns wahrscheinlich gelungen, den nächsten Rundfunksender zu hören. Vielleicht haben sich gleich zwei Sender, gleichzeitig durcheinandersprechend, bemerkbar gemacht. Um nun einen Sender für sich allein und wesentlich lauter zu hören, müssen wir unseren Empfänger auf eine der ankommenden Wellen abstimmen. Dazu werden die Anschlüsse der Spule 40 mit dem stillstehenden und mit dem drehbaren Teil des Drehkondensators verbunden. Von dieser Spule füh-



ren Leitungen zum Kristalldetektor und zum Kopfhörer. In der Abbildung ist ersichtlich, daß an die Klemmen des Hörers noch ein durch Aufrollen von zwei isolierten Metallbändern entstandener zylindrischer Kondensator angeschlossen ist, der als Telephonkondensator unserem Kasten beiliegt.

Damit die Abstimmung des Empfängers unabhängig von der Größe der Antenne oder der Länge der Erdleitung erfolgen kann, sind Antenne und Erdleitung nicht mehr an die Abstimmspule angeschlossen, sondern an die zweite noch vorhandene Spule mit 60 Windungen. Diese Antennenspule wird von einer etwas weiter hinten eingesetzten Steckerklemme getragen und mit der Erdleitung verbunden. Eine auf die obere Spulenecke aufgesetzte Schnittklemme verbindet nach der Antenne. Die von der Antenne über die Antennenspule nach der Erdleitung laufenden Schwingungen übertragen sich auf die dicht danebenstehende Abstimmspule, und durch Drehen am Kondensator können wir auf größte Lautstärke der Sendung einstellen. Wenn man die Antennenspule etwas herausschwenkt, wird der Empfang zuerst leiser, aber bei genauer Einstellung am Drehkondensator schön laut und rein.

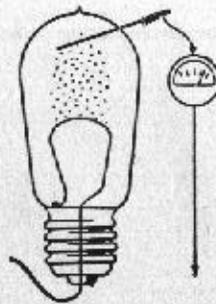
Wenn ein Sender von größerer Wellenlänge eingefangen werden soll, verwendet man die Spule mit 60 Windungen als Abstimmspule und die Spule mit 40 Windungen als Antennenspule.

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.

Wenn man statt des Kristalles eine sogenannte Germanium-Diode\* zwischen die beiden Klemmen einschaltet, erhält man ohne Einstellen einer Spitze stets einen besonders guten Empfang.



## 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

\* Germanium-Dioden können vom Hersteller dieses Lehrspielzeugs bezogen werden.

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 schwachglühenden Glühdrähte.

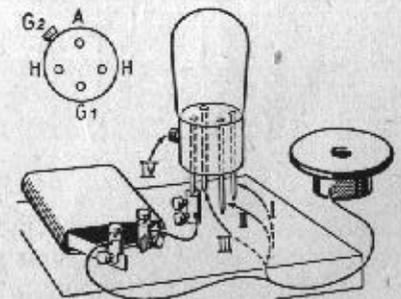
An Stelle eines einfachen Ableitungsdrahtes ist in der Radioröhre ein Blechstück angebracht, das Anode genannt wird. Der Anschlußdraht zur Anode ist in der Zeichnung oben aus dem Glas herausgeführt, wie es bei manchen Radioröhren heute auch geschieht. Meist ist aber der Anodendraht an den Fuß der Röhre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



## 52. Wir betrachten unsere Rundfunkröhre

Sie hat an der Unterseite ihres Sockels vier Anschlußstifte. Die beiden in der Abbildung mit H bezeichneten Stifte sind im Innern der Röhre durch den sehr dünnen Heizdraht verbunden. Der Anodenstift A ist der etwas abseitsstehende; der vierte, etwas näher bei den Stiften des Heizfadens stehende Stift G 1, führt nach dem sogenannten Gitter. Die seitlich am Sockel befindliche Schraube G 2 führt zu einem zweiten Gitter.

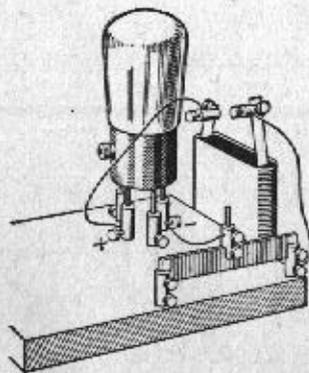
Wir verbinden eine Klemme der Taschenbatterie durch einen kurzen Leitungsdraht mit der Steckerklemme, in der der eine Stift



H der Röhre eingesteckt und festgeschraubt ist, so daß die Röhre Halt hat. An die andere Batterieklemme schließen wir einen Anschlußdraht des Kopfhörers und mit dem andern noch freien Draht des Kopfhörers berühren wir wie in I der Abbildung den zweiten Stift H der Röhre. Ein deutliches Knacken im Hörer zeigt an, daß Strom durchgeht, weil die beiden Stifte im Innern der Röhre durch den dünnen Heizdraht verbunden sind. Wenn das Knacken nicht auftritt, muß angenommen werden, daß der Heizfaden durchgebrannt ist, weil er versehentlich an eine zu starke Batterie angeschlossen wurde und da kann kein Radiodoktor mehr helfen. Wenn man mit dem Draht des Hörers den Anodenstift oder den Gitterstift berührt, darf es nicht knacken, denn Anode und Gitter haben keine Verbindung mit dem Heizfaden. Dies gilt auch für das an die seitliche Schraube angeschlossene Gitter G 2 (Versuche II, III und IV). Falls in diesen drei Proben ein richtiges Knacken beobachtet wurde, könnte es nur dadurch erklärt werden, daß sich im Innern der Röhre durch Verschiebung der Gitter eine Verbindung zum Heizfaden gebildet hat, was die Röhre auch unbrauchbar machen würde.

### 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 Taschenlampenbatterie über die vorhin ausfindig gemachten beiden Stecker 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 12 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.

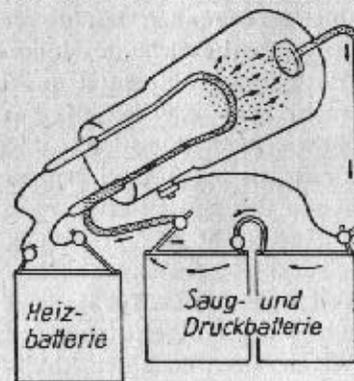
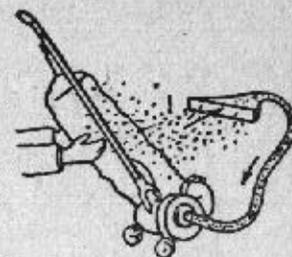


### 54. Rundfunk und Staubsauger

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 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. Wir könnten den Staubsaugerbeutel energisch schütteln, bis eine schwache Staubwolke durch sein Gewebe austritt. Wenn man das

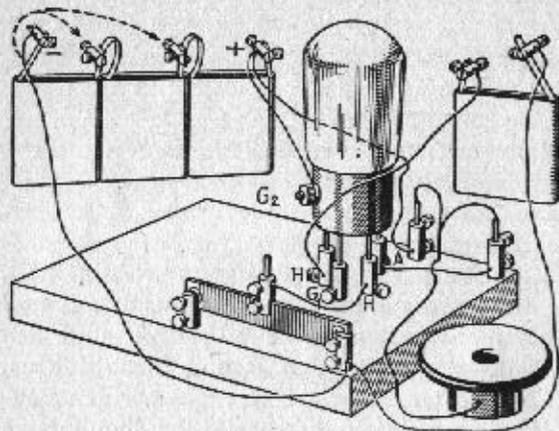


Mundstück des Staubsaugers richtig hält, würde er die in unserem Bilde aus dem Beutel kommende Staubwolke aufsaugen und den Staub wieder in den Beutel zurückführen. Solange der Motor arbeitet und wir den Beutel tüchtig rütteln, beschreibt der Staub einen fortwährenden Kreislauf.

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 von der Anode kommenden 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 aus ihm heraustreten und ihn wie eine unsichtbare 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 Heizfaden 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 Taschenlampenbatterien, die die Fähigkeit haben, Elektrizität mit ihren kurzen Blechstreifen anzusaugen und in die langen hineinzupressen. Um eine gute Saugwirkung zu erhalten, verbinden wir gleich drei Batterien miteinander. Es muß immer ein langer Streifen der einen Batterie mit dem kurzen Streifen der anderen Batterie verbunden sein. Es bleibt dann an



der Batteriereihe einerseits ein langer Streifen, andererseits ein kurzer Streifen frei. Wir verbinden diesen kurzen Streifen durch einen Draht mit dem am Röhrensockel etwas abseitsstehenden Stecker A, 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 schalten nach der Abbildung den Kopfhörer über zwei in die Grundplatte eingesetzte Steckerklemmen in den Anodenstromkreis ein, und jedesmal wenn wir mit einem Anschlußstift des Hörers die mit dem Anodenstecker der Röhre verbundene Steckerklemme kurz 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 G<sub>2</sub> 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 den langen Streifen der ersten, dann der zweiten und schließlich der dritten Batterie

\* 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.

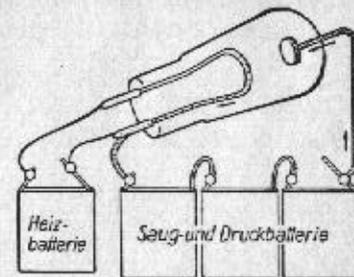
berühren. Mit einer Batterie ist der Strom sehr schwach, mit drei Batterien ist er recht kräftig. Es ist aber doch nicht so, daß wir etwa mit sechs Batterien noch einmal doppelt soviel Strom aus der Anode herausbringen könnten. Es können schließlich nicht mehr Elektronen abgesaugt werden, als vom Glühfaden 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 Knacken 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.

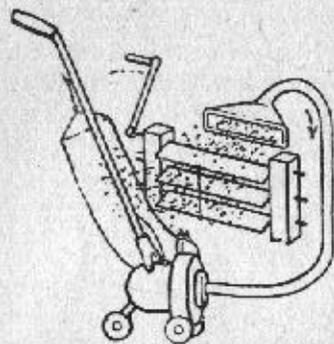


### 59. Die verkehrte Heizbatterie

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

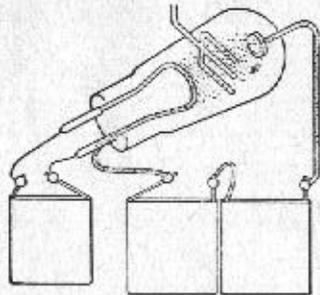
### 60. Der Einfluß des Gitters

Wir denken nochmals an den Staubsauger, aus dessen Beutel wir eine Staubwolke ausschütteln, die wir dann mit dem Saugrohr wieder aufsaugen.



Die Staubeilchen 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 schlie-

ßen, 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

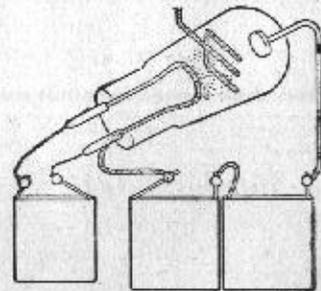


eine kleine Zahl Elektronen zu besetzen, dann getrauen sich die Elektronen aus dem Glühfaden nicht mehr zwischen den Gitterstäben hindurch. Die Elektronen werden nämlich von den schon auf dem Gitter befindlichen geradezu zurückgestoßen. Elektronen stoßen sich gegenseitig ab, wie gleichnamige Pole der Magnete es bekanntlich auch tun. Sobald das Gitter aus dem negativen Ende einer Batterie, oder aus sonst einer Stromquelle, mit Elektronen besetzt

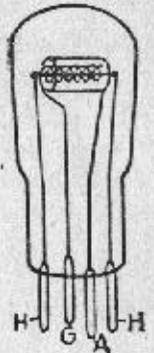
wird, stauen sich die vom Glühfaden ausgehenden Elektronen am Gitter und können nicht zur Anode gelangen. Der Durchgang ist gesperrt, wie in der Abbildung dargestellt ist.

### 61. Jetzt wird das Gitter besetzt

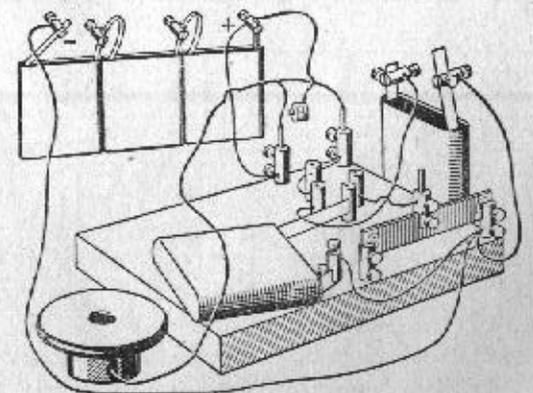
Die Radioröhre hat nach Einfügung des Gitters nun vier Drahtzuleitungen, zwei für den Heizfaden, eine für das Gitter und eine für die Anode. Das Anodenblech ist möglichst dicht rund um den Heizfaden herumgelegt, damit ja alle Elektronen vom Glühfaden nach der Anode gelangen können. Dementsprechend ist 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—30 Batterien als Anodenbatterie erforderlich, und nur diesem zweiten Gitter verdanken wir es, wenn wir mit nur drei Batterien auskommen.



Nun wollen wir auf das bisher leere Gitter eine Besetzung 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 sind. 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 Knacken 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 Batterie-streifen 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

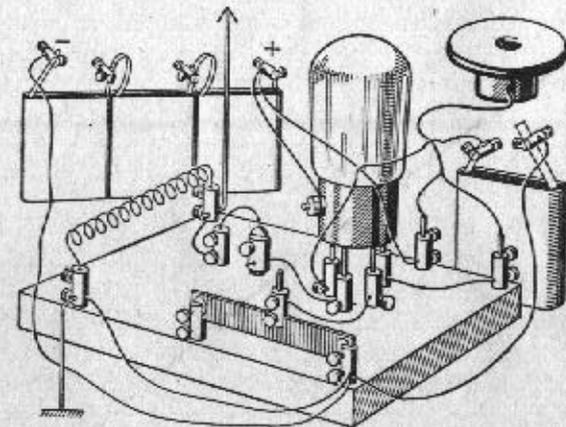
Einen raschen Wechsel der Ladung auf dem Gitter können wir auch dadurch erzielen, daß wir den Gitterstecker durch einen Draht mit einer Spulenklammer des Summers verbinden. Sobald dies geschehen ist, hören wir im Telefonhörer ein lautes Summen. Sowie der Summer summt, muß der Anodenstrom und der Hörer 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 e i n e 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 Radoröhre 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.

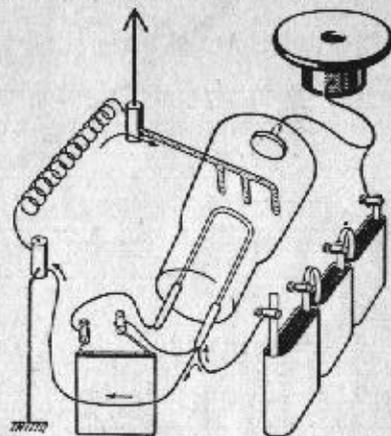


Wir können auf unserem Grundbrett ebenfalls eine Antenne und einen Gegen Draht anbringen und beide wieder, wie in Versuch 32, durch eine Spule verbinden, für die wir einen halben Meter Verbindungsdraht verwendet haben. Der Summersender wird etwa einen halben Meter vor dem Empfänger aufgestellt, und seine 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.

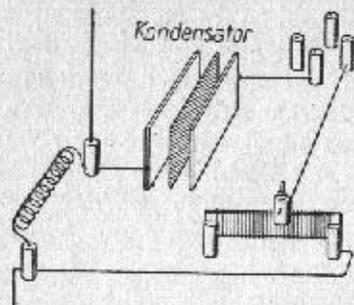
## 65. Die Röhre als Detektor

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 Wellendetektor 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

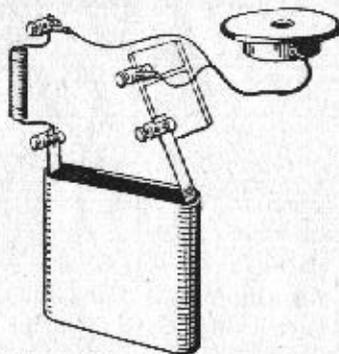
Das Gitter darf einfach nicht mit der Spule direkt verbunden sein. Damit aber der Wechselstrom aus der Antenne doch auf das Gitter wirken kann, müssen wir ihn einfach so nahe als möglich an das Gitter heranzuführen. Wir verbinden den Draht, der von der Antenne herkommt, mit einer großen Metallfläche, und den Draht, der vom Gitter herkommt, ebenfalls mit einer gleich großen Metallfläche. Beide Metallflächen stellen wir einander gegen-



über. 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 Kondensator 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, auf der einen Seite den Rollblock, an der anderen den Gitterkondensator, und versuchen, aus den anderen 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.

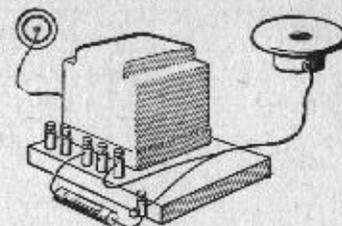
Wir sehen: Ein Kondensator ist dank der zwischen seinen Metallflächen vorhandenen

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

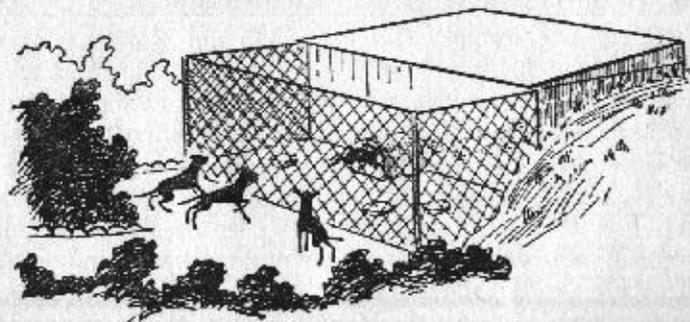
unseren Hörer einerseits an den Transformator anschließen, andererseits mit dem Telefonkondensator verbinden, dessen anderer Anschlußdraht mit einer anderen Klemme des Transformators verbunden ist. Mit einem Transformator kann man bekanntlich Strom niederer Spannung aus dem Lichtnetz entnehmen, wenn in diesem Wechselstrom fließt. Es ist, als ob der Kondensator den Wechselstrom durchlasse.



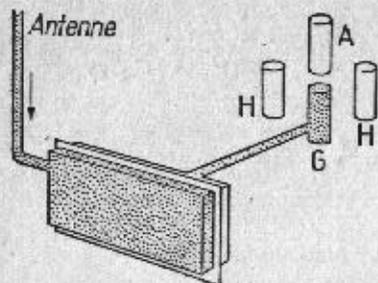
### 69. Von Hunden, Kaninchen und Rundfunk

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 Futternapfen. 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 ziemlich 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 anderen Belagseite des Kondensators. Die Isolierschicht 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 Radoröhre hin und nach dem damit in Verbindung stehenden Gitter in der Röhre. Sobald die Antennen-Elektronen in die Antenne hinauflaufen und die linke Kondensator-

platte räumen, kehren die Gitterelektronen in die rechte Kondensatorplatte zurück. Wenn von der Antenne ein rascher Wechselstrom 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 anderen 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 runden Kondensators, der zwei große Metallflächen enthält, mit der Durchlässigkeit des flachen Kondensators. Wir beobachten einfach die Stärke des Brummens im Hörer, wenn einmal der flache und ein andermal der runde Kondensator in den Weg vom Transformator zum Hörer eingeschaltet ist, während der andere Stift des Hörers mit dem Transformator 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 runden Kondensators mit der Zahl 2500 bezeichnen, bekäme der flache Kondensator die Zahl 200. Man sieht solche Zahlen etwa bei fertig gelieferten Kondensatoren aufgedruckt.

## 71. Warum ein Telefonkondensator?

Den runden Kondensator nennen wir nun Telefonkondensator. Er soll dort den schnellen, von der Antenne kommenden Wechselstrom leicht hindurchlassen; den langsamen, hörbaren Stromschwankungen, die von der Anode

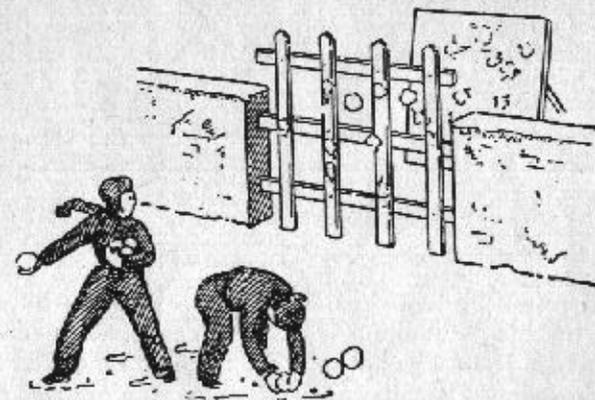
kommen, oder gar dem Batteriegleichstrom soll er den Weg versperren, damit sie über den Hörer verlaufen müssen. Den hochfrequenten Rundfunkwellen wird der weitläufige Weg durch die vielen Spulenwindungen im Kopfhörer erspart. Ohne Telefonkondensator würden die hochfrequenten Wellen in den vielen Windungen 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

Jungen werfen mit Schneebällen 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 Schneebällen besetzen.

In der Radoröhre müssen Elektrizitätsteilchen, Elektronen, durch die Maschen des Gitters hindurch nach der Anode sausen. Auch da kommt es vor, daß einzelne Elek-

tronen 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.

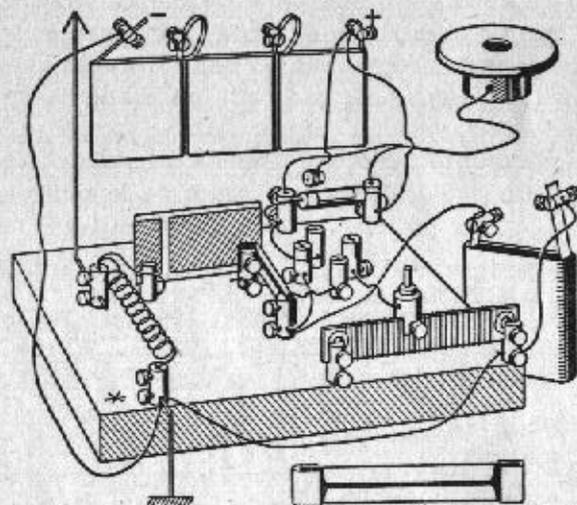


Nach und nach sammeln sich immer mehr versprengte Elektronen auf dem Gitter, bis es schließlich zu dicht besetzt ist. Ein mit Elektronen besetztes Gitter wirkt aber abstoßend auf die Elektronen, die durch die Maschen des Gitters fliegen sollten, und schließlich hört jeder Stromdurchgang nach der Anode 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 könnten einfach die Gitterklemme durch einen Draht mit der kurzen Plusklemme der Heizbatterie verbinden, die ja auch Elektronen zurücksaugt, nur weniger stark wie die Anodenbatterie. Dann würde jedoch unsere Röhre nicht mehr gut arbeiten. Durch die Ableitung wären 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, den wir auf einen 6 cm langen Streifen von starkem Zeichenpapier ziehen. Wir machen die beiden Enden durch mehrmaliges Überfahren ganz schwarz und ziehen dann einen Strich als Verbindung der beiden Endflächen. Um einen guten Anschluß des Striches an die

Klemmen zu bewirken, kann man die geschwärzten Enden noch mit einem Streifen Aluminiumfolie, von Schokolade- oder Zigarettenpackungen, bedecken. Dann klemmt man die Streifen einerseits in die Klemme beim Kondensator, andererseits 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 Überfluß an Elektronen vom Gitter über den Ableitwiderstand hinweg ab. Durch Verstärken oder Schwächen des Striches läßt sich die richtige Ableitung erreichen.

Wer mit der Abgleichung des Bleistiftstriches nicht zurechtkommt und im folgenden Versuch keinen Erfolg hat, kann anstatt des Bleistiftstriches den Hochohmwiderstand von zwei Megohm (20) einsetzen und so rascher zum Ziel gelangen.

**Achtung!** Die Versuche mit dem Röhrenempfänger können mit Sicherheit nur dann gelingen, wenn sämtliche vorangegangenen Experimente erfolgreich durchgeführt wurden!

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

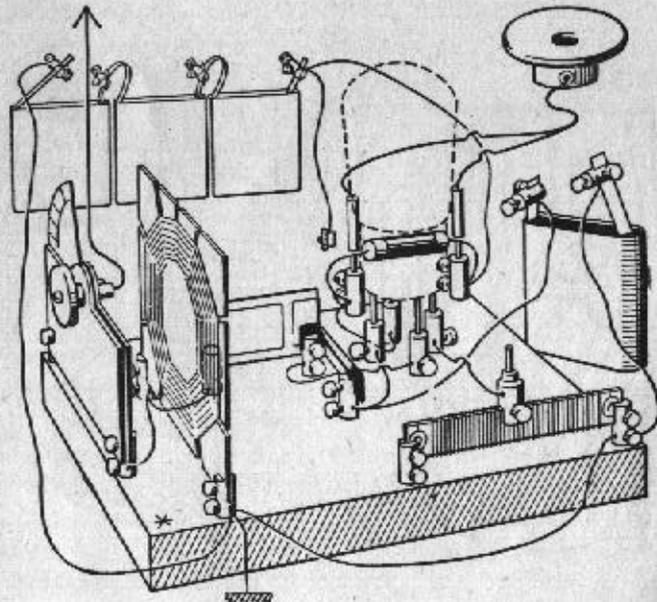
Es ist jetzt möglich, mit unserem Apparat einige starke Sender zu hören. Nach dem lateinischen *audire* = hören, nennt man einen Empfangsapparat wie den unsrigen ein Audion. In jedem größeren Empfänger ist eine Röhre so eingerichtet, daß sie als Audion wirkt.

Gegenüber einem Kristall hat die Audionröhre noch den Vorteil, daß sie nicht nur als Gleichrichter und Hörbarmacher wirkt, sondern zugleich die ankommende Sen-

dung bedeutend verstärkt. Wir wollen mit dem Audionempfänger nun eine Rundfunksendung hören. Dazu ist nur notwendig, daß wir

die aus Verbindungsdraht selbst gewickelte Spirale des Versuchs 64 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.

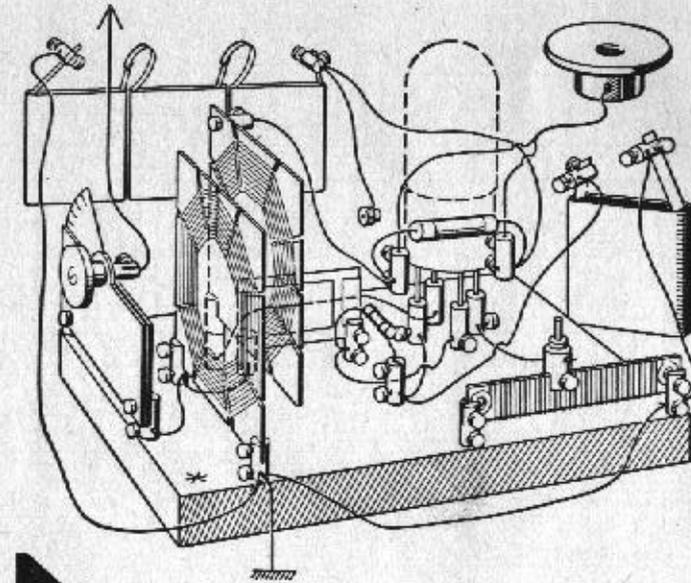


#### 75. Die Rückkopplung

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 Eingangspule eine Rückkopplung.

Wenn nun der verstärkte Anodenstrom in der neben der Eingangspule aufgestellten Rückkopplungspule rasch wechselt, veranlaßt er den Strom in der Eingangspule zu noch kräftigerem Wechseln. Dank dieser nun kräftigeren Wechselströme am Gitter macht der Anodenstrom abermals stärkere Schwankungen. Diese werden wiederum der Rückkopplungspule 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 Rückkopplungspule schwenkbar und stellen sie erhöht auf einen zweiten Stecker hinter der Eingangspule. Die Drahtverbindung wird von dem Anodenstecker der Röhre nun zuerst an die untere Steckerklemme der Rückkopplungspule geführt, und von der oberen Klemme der Spule wird der Strom zurückgeleitet nach dem Telefonkondensator usw.

### 76. Ganz Europa spricht zu uns!

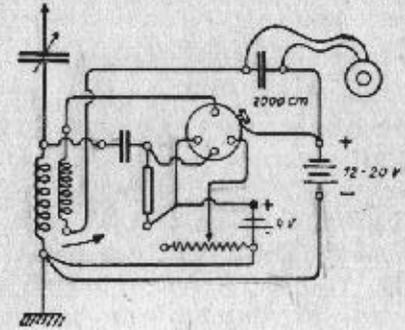
Abends, zu einer Zeit, da sicher zahlreiche Rundfunksender zu hören sein müssen, schalten wir den Apparat an Außenantenne und Erdleitung und nähern die Rückkopplungspule der Eingangspule auf etwa 2 cm. Wenn wir dann am Drehkondensator drehen, hören wir im Kopfhörer das bekannte Pfeifen, das jedesmal anzeigt, daß an dieser Stelle eine Station gehört werden kann. Um deutlich zu hören, müssen wir wahrscheinlich die

Rückkopplungspule 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 Sprachen 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 Rückkopplungspule. Wenn alles richtig gemacht ist, die Röhre und die Batterien noch unbeschädigt sind, mußt du Erfolg haben.

Rückkopplungspule 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 Sprachen 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 Rückkopplungspule. Wenn alles richtig gemacht ist, die Röhre und die Batterien noch unbeschädigt sind, mußt du Erfolg haben.

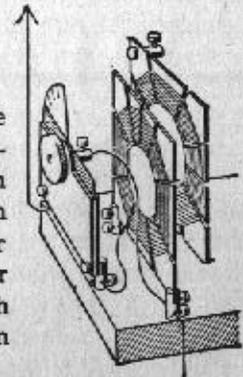


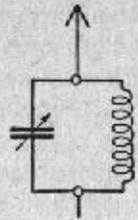
### 77. Die verkehrte Rückkopplung

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. Langwellen-Empfang

Wahrscheinlich hören wir mit unserem Audion viele Rundfunksender von Wellenlängen bis etwa 400 m. Längere Wellen hört man, indem man die Antenne an den festen Teil des Kondensators anschließt, womit sie dann auch mit der Abstimmspule und dem Gitter-Kondensator verbunden ist. Dafür muß dann der bisher mit der Antenne verbundene Drehknopf des Kondensators durch einen kurzen Draht an die Spulenklemme angeschlossen werden, die nach der Erdleitung führt.





Vorher waren Kondensator und Spule hintereinander, jetzt sind sie nebeneinander geschaltet.

Wir werden mit dieser Anordnung neue Sender mit längeren Wellen hören, namentlich dann, wenn unsere Antenne kurz ist, also etwa zwischen 5 und 10 m mißt.

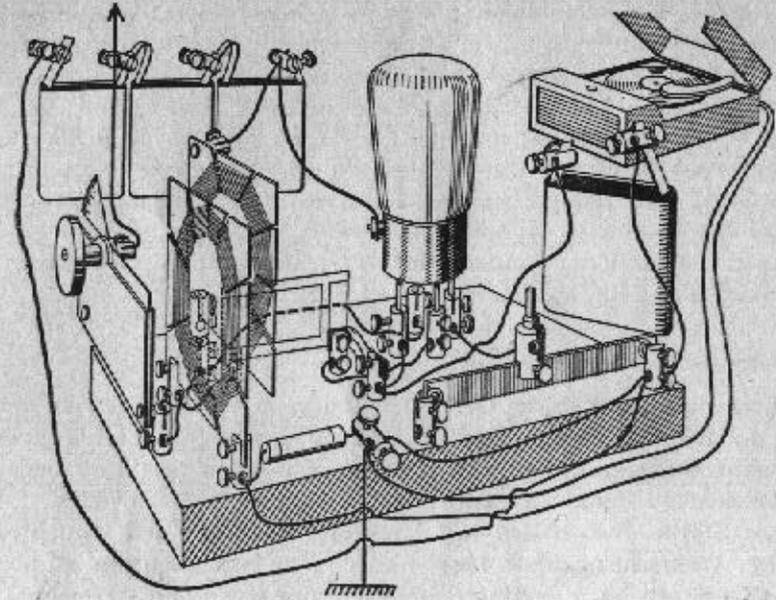
## 79. Einfacher Röhrensender

Wenn man die Rückkopplungsspule des Langwellenempfängers recht eng an die Abstimmsspule 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, namentlich, wenn noch Antenne und Erdleitung angeschlossen sind. Stelle einmal deinen pfeifenden Apparat, aber 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 deines Gerätes, 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.

## 80. Eigenes Rundfunkkonzert

Als Abschluß unserer Senderversuche 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 60 und 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 elektrischen Grammophonabnahmedose, die etwa schon vorhanden sein wird. Dann läßt man durch ganz enge Einstellung der Rückkopplung 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 Empfänger 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.

## 81. Stilles Grammophonkonzert

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

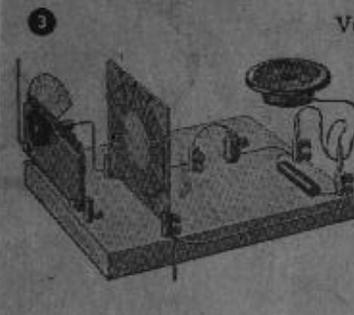
## 82. Der Kopfhörer als Sprecher

Nicht allgemein bekannt dürfte sein, daß der Telefonhörer auch als Sprechapparat dienen kann. Besonders wirkungsvoll wird diese Verwendung in

Bindung des Heimempfängers mit dem Lautsprecher. Falls dieser wie der Regel Anschlußbuchsen für Grammophon aufweist, werden die beiden Annäherung des Telefonhörers einfach in diese Grammophonbuchsen eingesteckt und wenn nötig mit Streichhölzern 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.

### 83. Selbstgespräch des Rundfunkgerätes

Wir schalten den Hörer in die Grammophonbuchsen. 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 Lautsprecher. 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.



Vom Gebirg zum Ozean alles hört der **Radiomann**

80 Versuche von der elektrischen Batterie bis zum Fernempfänger  
DM 28.50, Radioröhre gesondert DM 11.50

Man studiert zuerst den elektrischen Strom, wie er in der Glühbirne sichtbar wird, wie man ihn im Telefon hören und durch ihn Töne in die Ferne übertragen kann. Danach gelangt man zur ersten großen Entdeckung: Ein elektrischer Funke beeinflußt drahtlos die Leitfähigkeit einer Feilspanbrücke. Man wird mit elektrischen Wellen vertraut, erkennt den Zweck der Antenne in selbstgebaunten betriebsfähigen Modellen. Sender und Kristallempfänger werden so in 50 Versuchen bis zu vollwertigen Geräten mit Spule und Drehkondensator ausgebaut. Dasselbe geschieht in weiteren 30 Versuchen mit der Radioröhre. Man weiß dann Bescheid über Heiz- und Anodenstrom, die Rolle des Gitters, die Röhre als Verstärker, die Kondensatoren und baut als Schluß ein Audiogerät für Rundfunkempfang.



Vom Gebirg zum Ozean  
alles hört der **Radiomann**

80 Versuche von der elektrischen Batterie zum Fernempfänger  
DM 28.50, Doppeltittleröhre DM 11.50 gesondert

Man studiert zuerst den elektrischen Strom, wie er in der Glühbirne sichtbar wird, wie er im Elektromagnet Kraft ausübt, wie man ihn im Telefon hören und durch ihn Töne in die Ferne übertragen kann. Dann lernt man kennen, was ein Leiter, ein Nichtleiter, ein Widerstand ist und gelangt zur ersten großen Entdeckung: Ein elektrischer Funke beeinflußt drahtlos die Leitfähigkeit einer Feilspanbrücke. Daran schließt sich das Vertrautwerden mit Wasser-, Luft-, Licht- und elektrischen Wellen, erkennt den Zweck der Antenne am Funken sender und Detektorempfänger in selbstgebaunten betriebsfähigen Modellen. Sender und Kristallempfänger werden so in 50 lehrreichen und interessanten Versuchen Schritt für Schritt bis zu vollwertigen Geräten mit Spule und Drehkondensator ausgebaut. Dasselbe geschieht in weiteren 30 Versuchen mit der Radioröhre. Man weiß dann Bescheid über Heiz- und Anodenstrom, die Rolle des Gitters, die Röhre als Verstärker, die Kondensatoren, und baut als Schluß ein Audiogerät für Rundfunkempfang.