

MÜNCHEN, 23.6.35.
Monatlich RM.- 60

Das Fernseh-
Auge

Ikonooskop

FD
35

Das Fernseh-Auge wird, wenn nicht alles trägt, der Fernseher der Zukunft werden. Lochscheibe und Zwischenfilm fallen, übrig bleibt ein Glaskolben mit unerhört sinnreicher Inneneinrichtung, deren beide Grundelemente uns längst vertraut sind: Photozelle und Braun'sche Röhre. Das Fernseh-Auge, unser Zukunftsfender, ist also eng verwandt dem bereits heute ausschließlich herrschenden Fernseh-Empfänger, dem Braun'schen Rohr, und das wird uns die Erklärung des FernsehAuges, die nachher folgt, sehr erleichtern.

Übrigens ist das Fernsehauge schon mehrere Jahre alt. Die ersten Patente reichen bis 1925 zurück, 1930 konnte der Erfinder, der Amerikaner Zworykin, bereits das erste „Ikonooskop“ vorführen. Die FUNKSCHAU hat darüber im 4. Januarheft 1930 berichtet, im darauffolgenden Heft brachte sie eine kurze Erklärung des neuen Fernsehverfahrens „Eine neue Fernfehlmethode in USA“.

Inzwischen wurde die Erfindung natürlich gewaltig weiterentwickelt und es kann als Beweis für die Genialität der Grundidee angesehen werden, daß sie sich als so entwicklungsfähig erwies.

Sehen wir uns jetzt einmal das Fernseh-Auge, von dem die Fadileute schon heute begeistert sprechen, etwas näher an. Dazu wird es gut sein, die beiden Grundelemente, Photozelle und Braun'sches Rohr, unter die Lupe zu nehmen.

Die Photozelle — im Grund eine abgewandelte Röhre.

Wenn wir eine Photozelle betrachten, sehen wir zunächst einen Glaskolben. In ihm befindet sich eine besondere Schicht, zu der einer der beiden Anschlußdrähte der Zelle führt. Der andere Anschlußdraht steht mit einem ebenfalls im Glaskolben angeordneten Metallteil in Verbindung. Der Metallteil stellt einen Fangpol dar, die besondere Schicht ist gleichbedeutend mit einem Sprühpol. Photozelle und Zweipolröhre ähneln sich demgemäß sehr stark.

In jeder Röhre wird, wie wir wissen, das Ausströmen von Elektronen dadurch bewirkt, daß man den Sprühpol elektrisch heizt. An Stelle der elektrischen Heizung könnten wir z. B. auch ein Brennglas benutzen, das wir so in die Sonne halten, daß das

gefammeltes Sonnenlicht den Sprühpol trifft und ihn erhitzt. Dieser sprüht feine Elektronen dann genau so aus, als ob er elektrisch geheizt wäre.

Die befondere Schicht der Photozelle sprüht die Elektronen um vieles leichter aus als der Sprühpol einer Röhre. Wir brauchen also kein Brennglas zur Heizung, es genügt, die Schicht dem Licht auszusetzen, um sie zum Ausprühen von Elektronen zu veranlassen.

Eine Photozelle können wir uns etwa vorstellen wie ein wasserfeuchtes Stück Löschblatt. Das Wasser soll dabei die Elektronenladung der Photozelle verfinnbildlichen. Fällt ein Sonnenstrahl auf das Löschblatt, so verdampft Wasser, ebenso „verdampfen“ Elektronen aus der Photozelle, wenn Sonnenlicht oder ein anderes Licht darauf fällt.

Das Braunsche Rohr — eine Elektronenpritze.

Auch das Braunsche Rohr besteht zunächst aus einem Glaskolben, in welchem sich ein geheizter Sprühpol und ein Fangpol befinden. Die Anordnung ist aber so getroffen und vor allem die Spannung zwischen den beiden Polen ist so hoch getrieben, daß die Elektronen in einem feinen, aber kräftigen Strahl geradeaus von dem Sprühpol weggespritzt werden. Es sind wirklich die Urteilchen der Elektrizität selbst, die den Glaskolben durchsprühen. (An der Stelle übrigens, an der sie auf den präparierten Glaskolben treffen, lassen sie ihn fluoreszierend aufleuchten, eine physikalische Tatsache, von der beim Fernsehempfänger Gebrauch gemacht wird.)

Diese Urteilchen der Elektrizität sind bekanntlich negativ geladen und diese Ladung schafft die Möglichkeit, den Elektronenstrahl zu lenken. Man braucht ihn z. B. nur zwischen zwei Platten hindurchzuführen, an deren eine eine positive, an die andere eine negative Spannung gelegt wird. Dann beugt sich der Elektronenstrahl gemäß dem Gesetz von der Anziehung ungleicher Polaritäten zur positiv geladenen Platte hin und das um so mehr, je höher deren Spannung. Wir können also durch Änderung der Plattenpannung den Elektronenstrahl im Innern der Braunschen Röhre lenken. Diese Tatsache wollen wir uns recht gut einprägen!

Beide uns nunmehr vertrauten Elemente, Photozelle und Braunsches Rohr, vereinigt das Ikonoskop. Wir wollen seine Wirkungsweise jetzt kennenlernen und tun das, indem wir zunächst eine Maschine betrachten, welche die elektrischen Vorgänge im Innern des Ikonoskopes in vereinfachter Form mechanisch nachbildet.

Ein Vergleich.

Wir sehen hier im Bild ein Dutzend Löschpapierstücke, kreisförmig angeordnet. (Jedes Stück vertritt gemäß unserem obigen Vergleich eine Photozelle.) Die Scheibe, welche die Löschpapierstücke trägt, ist genau ausgewogen, d. h. eine Gewichtszu- oder Abnahme wird mittels eines Zeigers auf einer Skala angezeigt, ähnlich wie bei einer Briefwaage.

Die Löschpapiere werden nacheinander von einem Wasserstrahl abgesprüht, der aus einer rotierenden Brause stammt. (Dieser Wasserstrahl vertritt den Elektronenstrahl im Ikonoskop.) Das Wasser möge so aufgesprüht werden, daß es jedesmal ein Stück Löschpapier in dessen voller Breite trifft.

Solange unsere Löschpapierstücke beschattet sind, verdunstet kein Wasser. Das Löschpapier ist also nicht imstande, von neuem Wasser aufzunehmen, wenn der Strahl erneut darüberstreicht, da es bereits vollgesaugt ist. Beim Ansprühen durch den rotierenden Wasserstrahl läuft also das neu hinzukommende Wasser einfach wieder ab.

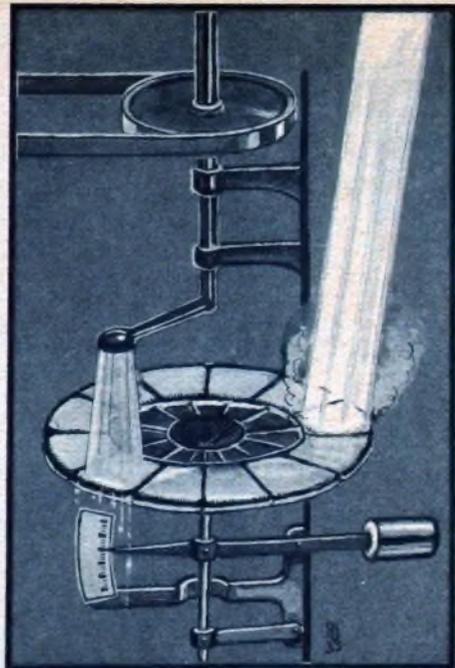
Nun richten wir es so ein, daß eines der Löschpapierstücke von starkem Sonnenlicht getroffen wird. Dieses Löschpapierstück trocknet je nach der Zeit, während der Licht darauf fällt, und je nach der Stärke dieses Lichtes mehr oder weniger aus und kann demnach jetzt, wenn es wiederum vom Wasserstrahl getroffen wird, von neuem Wasser aufnehmen.

Wie drückt sich dieser Vorgang in der Bewegung des Zeigers auf der Skala aus? — Solange kein Löschpapierstück belichtet war, wird die Waage beim Besprühen der Löschpapierstücke immer den gleichen Druck anzeigen. Sobald aber ein Löschpapierstück von der Sonne angestrahlt und dadurch allmählich ausgetrocknet wird, geht die Waage ganz sachte hinauf, um dann, wenn dieses Löschpapierstück vom ausgesprühten Wasser getroffen wird, schnell wieder herunterzugehen. Der Zeiger der Waage deutet also genau an, wie stark der Einfluß des Sonnenlichtes auf das einzelne Löschpapierstück war.

Wir können den Vergleich noch weiter führen, noch mehr den tatsächlichen Verhältnissen beim Ikonoskop anpassen. Dazu brauchen wir uns nur einen Photoapparat vorzustellen, der an Stelle der Platte, die in ihm belichtet wird, eine große Zahl winziger Löschpapierstückchen enthält. Alle diese Löschpapierstückchen befinden sich auf einem gemeinsamen Gestell und werden — zeilenweise nacheinander — mit einem feinen Wasserstrahl angeprüht. Das ganze Gestell ist so angebracht, daß es auf Grund leisester Gewichtsschwankungen kleine Bewegungen ausführen kann, ähnlich wie vorher unsere Waage mit Zeiger.

Die Linse des Photoapparates entwirft nun auf den Löschpapierstückchen ein Bild. Einige davon bleiben hierbei völlig dunkel,

Zeichnungen
F. Bergtold



Eine etwas merkwürdige Maschine. Aber sie vermag uns die Wirkungswelt des Fernsehapparates besser zu erklären, als ein ellenlanger Artikel.

nämlich die, auf die dunkle Bildteile fallen, andere werden etwas belichtet und wieder andere bekommen ein sehr helles Licht. Den verschiedenen Lichtstärken gemäß werden die einzelnen Löschpapierstückchen verschieden stark trocken. Demgemäß nehmen die einzelnen Löschpapierstückchen, wenn sie vom Wasserstrahl getroffen werden, auch verschieden viel Wasser auf. Und demgemäß ergibt sich auch für jedes einzelne Löschpapierstückchen immer wieder ein anderer Gewichts-Druck auf das gemeinsame Gestell. Dieser Druck ist ein Maß für die Helligkeit, die während der Pause zwischen zweimal Ansprühen auf das Löschpapierstückchen gewirkt hat.

Wenn nun durch diese Gewichtsschwankungen eine Sendewelle in ihrer Stärke beeinflusst wird, so haben wir damit ein Mittel, die Helligkeitsmaße je Bildstückchen drahtlos zu übertragen. Wird am Empfangsort je nach der Stärke des gerade empfangenen Impulses mehr oder weniger Licht auf eine weiße Fläche geworfen und wird der Lichtstrahl genau im gleichen Tempo wie der Wasserstrahl im Sender und jeweils genau über die gleiche Bildstelle geführt, über die im Sender soeben der Wasserstrahl gleitet (also „synchron“ geführt) — dann können wir mit unserer Einrichtung vollständige Bilder übertragen.

Zum Schluß jetzt wieder der Schritt zurück von unserem Vergleich zum Ikonoskop: Die Löschpapierstücke stellen Photozellen dar, der Wasserstrahl einen Elektronenstrahl, der innerhalb des Glaskolbens des Ikonoskops geführt wird durch elektrische Steuerung, wie wir das oben gesehen haben.

Ein Vergleich zwischen Ikonoskop und heutigem Sendeverfahren.

Beim bis jetzt benutzten Sendeverfahren wird bekanntlich ein Lichtstrahl über das zu übertragende Bild geführt, z. B. mit Hilfe einer Lochscheibe¹⁾. Es fällt also auf jeden Bildpunkt nur ganz kurze Zeit Licht, so lange eben, als der Strahl Zeit braucht, um über den Bildpunkt zu gleiten. Da wir aber das Bild, um alle Einzelheiten übertragen zu können, in 40000 Punkte auflösen müssen und weiter, um flimmerfreie Bewegung des Bildes wie im Kino zu erreichen, 25 Einzelbilder in jeder Sekunde übertragen müssen, so treffen auf die Sekunde 1 Million abgetastete Punkte, d. h. jeder Bildpunkt erhält nur während einer Millionstel Sekunde Licht.

Beim Ikonoskop ist das anders. Hier ruht das Licht dauernd auf jedem Punkt und nur 25mal in der Sekunde kommt der Elektronenstrahl und „rechnet“ gewissermaßen ab, was in der Zwischenzeit seit der vorhergehenden Abtastung der gleichen Photozelle an Elektronen „verdampfte“. Er tut das, indem er die Zelle mit Elektronen bis zum Höchstmaß wieder auffüllt; die Zufuhr dieser Elektronenmenge bedeutet einen Stromstoß, der nach allem Gefagten um so größer ausfallen muß, je stärker die Belichtung der Photozelle war.

Hierin liegt der große Vorteil des Ikonoskops: Die Lichtausbeute. Sie ist 40000 mal größer, als bei den bisherigen Fernsehverfahren. Die Empfindlichkeit des Ikonoskops erreicht damit bereits die guter photographischer Platten.

Der Innenaufbau des Ikonoskops.

Beim Ikonoskop verwenden wir also eine ungeheuer große Zahl von einzelnen, überaus winzigen Photozellen, die gemeinsam auf einer außerordentlich dünnen Glimmerplatte untergebracht sind.

¹⁾ Vergl. die Erklärungen hierzu in Nr. 22, Seite 170/171.

Auf diese Photozellen wird — genau wie auf den Film oder die Platte eines Photoapparates — mittels einer des üblichen Linsen-anordnungen ein Bild entworfen. Dieses Bild tastet man durch einen Elektronenstrahl ab. Dabei werden zunächst einmal sämtliche Photozellen gleichmäßig mit Elektronen „gefüllt“. Die belichteten Zellen beginnen sofort damit, ihre Elektronen wieder auszusprühen, während die Zellen, die den dunkelsten Bildteilen entsprechen, ihre Elektronenfüllung behalten. Der Strahl gleitet nun weiterhin — 25 mal in jeder Sekunde — über jede einzelne Zelle hinweg. Dabei spritzen feine Elektronen dort, wo er auf noch gefüllte Zellen trifft, wieder zurück und werden vom Fangpol des Fernsehapparates (dem im Bild unten an der Kugel und an deren Hals sichtbaren Metallbelag) abgefangt. Dort aber, wo in-zwischen irgend eine Entladung stattgefunden hat, werden die Zellen wieder aufgefüllt. So entsteht jedesmal, wenn der Elektronenstrahl eine belichtete Bildstelle trifft, eine plötzliche Erhöhung der gesamten auf der Bildfläche vorhandenen Elektronenzahl.

Hinter der Glimmerplatte befindet sich ein Metallbelag, der mit dem Gitter einer Röhre in Verbindung steht. Jeder Ruck, der durch die Neuaufladung eines belichteten Bildpunktes entsteht, wirkt durch die Glimmerplatte hindurch auf die an deren Hinterseite angebrachte Metallbelegung und damit auf das hiermit verbundene Gitter ein. In der Röhre wird die kleine Spannungsschwankung verstärkt. Von dort aus gelangt die verstärkte Spannung zu der eigentlichen Sendeeinrichtung, die genau so aufgebaut ist, wie die heute in Gebrauch befindlichen Einrichtungen.

Man möchte nun meinen, das Fernsehauge sei nie zu verwirklichen, weil die unheimlich vielen kleinen Photozellen nicht hergestellt werden könnten. Diese Meinung ist aber irrig. Wir brauchen nur einen Hauch von Silberdampf auf der Glimmerplatte niederzuschlagen. Genau wie der Wasserdampf sich in Tröpfchen niederschlägt, so schlägt sich auch das Silber in einzelnen feinen Tröpfchen (mehrere Millionen sind's) nieder. Die niederschlagenen Tröpfchen werden nachträglich mit Cäsium lichtempfindlich gemacht, wodurch sie in Photozellen verwandelt sind. F. Bergtold.

Wenn Fernsehender den Rundfunkempfang hören

Angeichts der Tatsache, daß das Fernsehen ausschließlich durch Ultrakurzwellenfender verbreitet werden wird, die zusätzlich eingestrahlt werden müssen, hat die Überlegung einige Bedeutung, ob und inwiefern Störungen durch diese neuen Sender sich ergeben können. Grundsätzlich erscheint dies nur bei solchen Rundfunkempfängern möglich, die in unmittelbarer Nachbarschaft bis zu etwa 2 km Entfernung vom Ultrakurzwellenfender aufgestellt sind. So konnte beispielsweise bei einem selbstgebauten empfindlichen 2-Röhren-Reflexempfänger in 1½ km Entfernung vom Berliner Sender Witzleben bei Benutzung einer Innenantenne die Feststellung getroffen werden, daß sowohl die Ton- wie die Bildwelle auf dem gesamten Bereich der Abstimmung zu hören waren. Abhilfe ließ sich jedoch verhältnismäßig einfach schaffen durch einen kleinen Blockkondensator von etwa 100 cm, der parallel zum Empfänger zwischen Antenne und Erde gehalten wurde. In anderen Fällen wird man aber wohl durch einen auf die Ultrakurzwellen abgestimmten Sperrkreis für Abhilfe sorgen müssen. Ferner ist eine sorgfältige Abschirmung des gesamten Empfängers einschließlich Niederfrequenz- und Netzteil, die an verschiedenen Stellen zu erden ist, vorzunehmen.

Außer dieser Störung durch eindringende ultrakurze Wellen wurde kürzlich vom Verfasser eine noch nicht bekanntgewordene Störungsmöglichkeit festgestellt, mit der sich nun auch das Fernsehlaboratorium des Reichspostzentralamtes beschäftigt. Und zwar handelt es sich hierbei um eine bei 270 m trennscharf empfangene Welle, die deutlich mit dem 25 periodischen Bildwechselgeräusch moduliert war, während die Zeilenfrequenz unhörbar blieb. Diese Störfrequenz war allerdings trotz der oben angegebenen günstigen Empfangsbedingungen und trotz schärfster Abstimmung nur leise im Lautsprecher hörbar und konnte mit einem gewöhnlichen Sperrkreis wie jeder andere Sender ausgesperrt werden.

Allem Anschein nach handelt es sich um ein unprogrammatisches Durchschlagen der hochfrequenten Trägerwelle, mittels der die Bildpunktströme von dem Aufnahmegerät über Kabel zum eigentlichen Sender geführt werden; denn diese Trägerwelle hat gerade 270 m Länge. Durch Verstärkung der Siebmittel innerhalb des Hochfrequenzteils des Ultrakurzwellen senders wird es ein leichtes sein, der im übrigen den Rundfunkfernempfang nicht sonderlich störenden Frequenz den Weg nach außen zu versperren.

H. Boucke.

Aus den kommenden Heften:

- Welchen Empfänger für 110 Volt Gleichstrom?
- Der wunderbare Quarz
- Holz- oder Preßgehäuse?
- Wenn die Skala nicht stimmt.



Es hat schon Wert, gelegentlich einen Blick rückwärts zu werfen. Man erkennt dann, daß das gegenwärtig Übliche sozusagen nur einen Spezialfall von hundert anderen, früher erprobten und — vorläufig — ad acta gelegten Fällen darstellt. — So ist es mit der Abstimmung. Hätten Sie je gedacht, daß so unendlich viele Möglichkeiten vorhanden sind, einen Schwingkreis abzustimmen, wie Ihnen auf Seite 205 gezeigt wird? Kaum — und dabei sind das noch keineswegs alle Möglichkeiten. Die hier gebrachten haben nur über einen rein theoretischen Wert hinaus auch praktische Bedeutung gewonnen, oder sie werden sie vielleicht noch bekommen. Führen Sie sich diesen Artikel zu Gemüte, er ist leicht zu verstehen und Sie werden eine Ahnung bekommen davon, wie viel Seitenwege erkundet werden müssen, wenn der „kürzeste“, sicherste Weg zum vorgeetzten Ziel gefunden werden soll.

Unser Lehrgang „Das ist Radio“ wurde bereits zum festen Rückgrad der FUNKSCHAU. Unzählige Leser schreiben uns, daß sie ihn nicht mehr missen wollen. Und sie sollen auch nicht darauf Verzicht leisten müssen: Wir werden nach Abschluß der grundlegenden Erörterungen, der mit wenigen weiteren Fortsetzungen über Endstufe und Lautsprecher erfolgen wird, mit spezielleren Themen fortfahren. Sie werden bei aller Aktualität so gründlich durchgearbeitet sein, wie alles in der FUNKSCHAU, und werden sicher gegründet stehen auf dem breiten Fundament, das unser Lehrgang in diesem Jahre legte. Das sei vor allem gesagt für die, welche geneigt sind, wenn die Sonne strahlt, die FUNKSCHAU nur so gelegentlich durchzublättern, statt sie richtiggehend zu lesen. Auch im Sommer gibt es für die FUNKSCHAU keine „tote Zeit“. Sie ist sogar der Meinung, daß man auch im Sommer genußreichen Fernempfang treiben kann, nicht nur mit einem Reisegerät, das ja doch die wenigsten besitzen. Dieser Meinung und ihren Ratschlägen zum Thema „Sommerlicher Fernempfang“ gibt sie Ausdruck im unmittelbar nachfolgenden Artikel.

Zum genußreichen Fernempfang im Sommer

Mancher, der hier „Fernempfang im Sommer“ liest, mag sich denken, man könnte mit gleichem Recht schreiben über Freibaden im Winter, wozu bekanntlich neben eisernem Training ein gewisser — nennen wir das Kind ruhig bei seinem Namen — Spleen gehört. So schlimm ist es aber mit unserem sommerlichen Fernempfang gar nicht. Nur drei Dinge gehören dazu:

1. Geduld,
2. Eine gute Empfangsanlage,
3. Kenntnisse.

Geduld steht an erster Stelle. Denn ein Gewitter hört sich in der besten Empfangsanlage eben wie ein Gewitter an und auch die besten Kenntnisse verfallen, wenn der launische Wettergott uns die schönsten Wellen einfach wegfängt. Geduld — auch so verstanden, daß wir einmal ganz auf den Empfang verzichten, wenn's schon nicht anders geht, und uns auf den nächsten Tag vertrösten; Geduld im Warten auf die späteren Nachstunden, Geduld in der Vernunft der Stationsauswahl.

Zum zweiten nannten wir: Eine gute Empfangsanlage. Eine Selbstverständlichkeit, gewiß. Aber doch muß es hier wieder einmal gesagt werden, daß die wirklich gute Empfangsanlage sich gerade im Sommer bewährt. Mag's im Winter die „windigste“ Antenne tun, im Sommer brauchen wir zu genußreichem Empfang die große, die hohe und nicht zu kurze Hochantenne. Denn die Wellen kommen im Sommer doch recht geschwächt an unsere Antenne, der Weg durch die sonnenbefrahlte Atmosphäre hat ihnen böse zugezetzt; darum auch brauchen wir zu genußreichem Empfang einen leistungsfähigen Apparat. Selbsttätiger Schwundausgleich zeigt erst im Sommer seine großen Vorzüge, der Krachlöser wird erst hier über eine nette Beigabe hinaus zur großen Annehmlichkeit.

Und jetzt: Kenntnisse. Damit steht es so, wie leider oft im Leben: Jeder muß seine Erfahrungen selbst machen. Aber selbst auf die Gefahr hin, der ewigen Wiederholung geziehen zu werden, seien ein paar alterprobt Tips gegeben: Nicht immer von einem Sender zum andern drehen. Sind es im Winter 50 Stationen, die gut empfangen werden können, werden es im Sommer vielleicht nur fünf sein. Die schwachen fallen ohnedies schon alle aus. Zu Beginn des „Hörabends“ dreht man einmal die Skala durch, denn es gibt

erfahrungsgemäß oft Bereiche, die auffallend gut hereinkommen, darüber hinaus ist alles Drehen nur eine Nervenprobe. Der günstigste Bereich kann sich gelegentlich auch im Laufe des Abends verschoben, er kann aber vor allem von Tag zu Tag wechseln.

Am allerbekanntesten — oder doch nicht? — ist es, daß im Sommer die kurzen Wellen sehr gut zu empfangen sind. Als ob uns der Gott des Radios eine Entschädigung für den Ausfall der gewohnten Sender bieten möchte, so glänzend präsentieren sich die Kurzen, die Wellen unter 100 m. Amerika ist im Sommer keine Seltenheit, beglückwünscht sei also der, dessen Empfänger auch Kurzwellen aufzunehmen vermag. — Und der andere? Der

wird sich einen eigenen Kurzwellenempfänger kaufen oder bauen, oder noch einfacher, er wird sich ein Vorsetzgerät beschaffen. (Hier ist eine Anfrage an den Briefkasten der FUNKSCHAU fällig!)

Zum Schluß noch zwei Kleinigkeiten: Erstens keine zu große Lautstärke einstellen, lieber eine zu kleine. Dabei eine eventuelle Antennenankopplung auf geringste Lautstärke, dafür die Rückkopplung scharf anziehen (wichtig für Besitzer des Volksempfängers). Zweitens die Tonblende auf dumpf einstellen, jedenfalls soll die Tendenz lieber nach zu dumpfer als zu heller Wiedergabe gehen. Denn Störgeräusche liegen vor allem bei den hellen Tönen, hier wenigstens stören sie am unlieblichsten. —er.

Was ist Radio

34. Die Rückkopplung im Audion

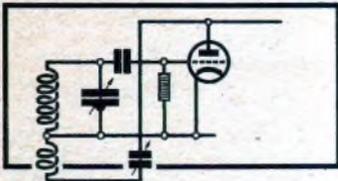
Das letztmal haben wir gelernt, wie mit Hilfe des Rückkopplungseffektes Schwingungen erzeugt werden. Wir haben auch erfahren, daß solche Schwingungserzeugung für Sender und Superhetempfänger von größter Bedeutung ist. Daher vermuten wir jetzt, daß die Schwingungserzeugung bei jeder Rückkopplungsschaltung in unseren Empfängern eine große Rolle spielt und davon soll heute im besonderen die Rede sein. Denn ohne Rückkopplung besäße ein Empfänger nur einen Bruchteil der gewohnten Leistung; nur bei sehr großen, hochverstärkenden Geräten kann man auf eine Rückkopplung verzichten. Alle kleineren Empfänger aber sind auf sie unbedingt angewiesen, denn die Rückkopplung erhöht Verstärkung und Trennschärfe beträchtlich, wie wir sehen werden.

Warum Rückkopplung nur im Audion?

Wenn die Rückkopplung tatsächlich so außerordentliches zu leisten vermag, warum wendet man sie nur in der Audionstufe an?

In der Niederfrequenzstufe würde zwar ebenfalls eine Erhöhung des Verstärkungsgrades eintreten, sie wäre jedoch erkauft mit Zerstörung der Gleichmäßigkeit in der Verstärkung des Tonfrequenzbereiches. Denn die gleichzeitig eintretende Erhöhung der Trennschärfe würde gleichbedeutend sein mit einem Herausheben eines schmälern Frequenzbandes.

Eine Rückkopplungsschaltung: Von der Anode führt eine Leitung über einen Drehkondensator nach einer Spule, die auf die Schwingkreispule einwirkt. An der Anode ist, da eine Röhre mit Gitter bekanntlich verstärkt, eine verstärkte Hochfrequenzspannung vorhanden. Ein Teil dieser Spannung wird offenbar an den Schwingkreis zurückgegeben. Die hier für eine Gittergleichrichtungsschaltung gezeigte Rückkopplung kann sinngemäß auch für Anodengleichrichtung Anwendung finden. (Vergl. das Schaltbild in Folge Nr. 33, FUNKSCHAU Nr. 24, S. 188, linke Spalte.)



In den Hoch- und Zwischenfrequenzstufen ist die Sache mit der Rückkopplung zu „kitzlich“. Hier haben wir nicht nur vor der Röhre, sondern auch dahinter je einen Schwingkreis, im Gegensatz zur Audionstufe, bei der ja nur ein einziger Schwingkreis vorhanden ist. Bei Hochfrequenzstufen könnte also geringste Rückwirkung genügen, um ein wildes Schwingen zu bewirken. Deshalb darf hier nicht rückgekoppelt werden.

Rückkopplung ergibt erhöhte Verstärkung — Hand in Hand mit gesteigerter Trennschärfe!

Das Wesen der Rückkopplung besteht, wie wir das letztmal sahen, darin, daß der Schwingkreis von der Röhre her unterstützt wird. Die Röhre erhöht in jedem Augenblick die jeweils vorhandene Schwingkreisspannung und sorgt so gewissermaßen dafür, daß der Schwingkreis besser schwingt, als er es von sich aus vermöchte. Die Röhre „verbessert“ den Schwingkreis. Ein besserer Schwingkreis aber weist nicht bloß kräftigere Schwingungen, d. h. höhere Spannungen auf, er vermag den eingestellten Sender auch besser herauszutrennen als ein schlechterer Schwingkreis. Das wissen wir aus Nr. 20 dieser Folge. Wir brauchen uns das hier nur nochmal recht lebendig vor Augen zu halten und uns dabei zu vergegenwärtigen, wie die Röhre die im Schwingkreis auftretenden Verluste durch die ständige Spannungs-Rücklieferung weitgehend deckt.

Die Rückkopplung muß gezähmt werden.

Wenn der Schwingkreis mit der Röhre zusammen selbständig schwingt, ist ein brauchbarer Empfang von Rundfunksendungen nicht möglich. Wir müssen vielmehr den Rückkopplungsgrad sorgfältig so einstellen, daß der Schwingkreis zwar weitgehend unterstützt wird, aber doch nicht so weit, daß unsere Audionstufe dadurch selbst zum Schwingen gebracht wird. Diese Einstellung

geschieht durch den Drehkondensator im Anodenkreis (siehe unsere Skizze). Je näher wir der Grenze kommen, an der die eigenen Schwingungen einsetzen würden, desto größer fallen Verstärkung und Trennschärfe der Audionstufe aus.

„Ordentliche“ und „unordentliche“ Audionstufen.

Eine an sich ordentliche aber schlecht „gepflegte“ Audionstufe schwingt. Wir wissen aus unserer Praxis, daß sie ein Pfeifen verursacht; so etwa: „iiiiuuuuuu“. Dabei sollten wir uns vor Augen halten, daß die in der Audionstufe erzeugten Schwingungen von unserer Empfangsantenne ausgestrahlt und von Nachbarantennen aufgefangen werden können, um dann bei den Nachbarn auch wieder ein Rückkopplungspfeifen oder einen leisen bzw. verzerrten Empfang zu bewirken. Also: Vorsicht mit der Rückkopplung! Doch wie kommt das Pfeifen zustande? — Nun, wer Nr. 20 dieser Folge gelesen hat, der weiß es.

Auch „unordentliche“ Audionstufen gibt es und zwar gar nicht so selten. Die grauen Haare mancher Bastler sind bleibende Zeugen derartiger Audione. Und wie die Anzeigteile der Tageszeitungen immer wieder Anpreisungen von Haarwuchsmitteln enthalten, so finden wir in den Funkzeitungen immer wieder Aufsätze, in denen Mittel zur Zähmung von Audionstufen genannt werden¹⁾.

Wie tun unordentliche Audionstufen? — Beim Hereindreihen der Rückkopplung machen sie z. B. auf einmal „Böp — böp — böp — böp“, bis wir wieder soweit zurückdrehen, daß von einer verstärkenden Wirkung der Rückkopplung nichts mehr übrig bleibt. Oder sie machen beim Hereindreihen plötzlich „Peng“, um jenseits dieses Peng zu pfeifen oder stark zu verzerrern. Um das wieder wegzubringen, muß man fast bis in die Anfangsstellung zurückdrehen. Dann macht es wieder „Peng“ und zusammen mit dem Pfeifen oder der Verzerrung ist auch die Verstärkung weg. Es gibt da ziemlich viele Möglichkeiten: manche Audione bringen Laute zustande, die an Hundegeheul erinnern. Andere Audione tun (Gott sei Dank nur akustisch) so wie ein unartiges Baby.

Woher solche Unarten kommen — das zu erklären, wäre eine eigene Aufsatzfolge nötig. Das wollen wir uns auf später sparen. Hier sei nur foviell gesagt, daß ganz geringe Biegungen der Röhrenkennlinie Schuld daran tragen, ob eine Audionstufe sich gut aufführt oder nicht.

Gegenmittel gegen unartige Audione? — siehe das am Ende aufgeführte Schrifttum!

Was ist besser für Rückkopplung: Gitter- oder Anodengleichrichtung?

Im allgemeinen bekommen wir bei der Gittergleichrichtung einen weicheren Rückkopplungs-Einsatz als bei der Anodengleichrichtung. Das bedeutet, daß wir die Rückkopplung bei Gittergleichrichtung in höherem Maße zur Anwendung bringen können. Die Folge davon ist wieder größere Verstärkung oder — was dasselbe bedeutet — höhere Empfindlichkeit.

Warum dann aber trotzdem so oft Anodengleichrichtung? Nun — die Gittergleichrichtung ist gegen sehr kräftigen Empfang, sowie gegen Netzbrummen besonders empfindlich — empfindlicher als Anodengleichrichtung. Deshalb verwenden wir die Anodengleichrichtung dort, wo wir die Rückkopplung nicht bis zum äußersten auszunutzen brauchen, bei Empfängern z. B., die hauptsächlich dem Ortsempfang dienen sollen, oder bei sehr großen Empfängern.

Die vier Punkte, die wir uns diesmal merken:

1. Durch Anwendung der Rückkopplung in einer Audionstufe können Verstärkungsgrad und Trennschärfe weitgehend gesteigert werden.
2. Die Rückkopplung ist vorsichtig zu bedienen. Zu schwach angezogene Rückkopplung wirkt nicht genügend. Zu stark angezogene Rückkopplung gibt zu Pfeifen Anlaß.
3. Zu stark angezogene Rückkopplung kann auch bei den Nachbarn Pfeifen und Empfangsstörungen zur Folge haben.

¹⁾ Nur mit dem Unterschied, daß die Zähmung einer Audionstufe sicher einen Erfolg verspricht. (Die Schriftleitung).

4. Nicht alle Rückkopplungsstufen arbeiten anständig. Die Zählung schlecht arbeitender Stufen ist nicht ganz einfach, da der Charakter einer Rückkopplungsstufe durch fast unmerkliche Krümmungen der Röhrenkennlinie bestimmt sein kann. F. Bergtold.

Viel hübsche Sachen zu lesen.

Man soll sich nicht immer wiederholen, aber man soll wiederholen. Um das eine zu umgehen und das andere zu empfehlen, bringen wir hier eine Zusammenstellung der wichtigsten Artikel, die sich mit Rückkopplung befassen, veröffentlicht in den letzten Jahrgängen der FUNKSCHAU. Eine stattliche Sammlung!

Die erste Zahl bedeutet den Jahrgang, die zweite die Seitenzahl. Jedes Heft kann, soweit Vorrat reicht, noch nachbezogen werden vom Verlag, München, Karlstraße 21.

*) Hörer oder Störer? — Die Rückkopplung, wie sie wirkt... (Grundlegende Erklärungen) 30/287
 Anodengleichrichter und Rückkopplung (Verbesserung der Rückkopplung) 32/412
 Der Hochohmwiderstand regelt den Rückkopplungseinsatz 32/151

Die richtige Polung der Rückkopplungspule 32/357
 Ein Schmerzenskind: Die Rückkopplung (Tips für gute Rückkopplung) 32/53
 Jetzt bekommen Sie aber eine ganz weiche Rückkopplung 32/200
 Mitlaufende Rückkopplung (Wie es gemacht wird) 32/192
 Moderne Audionröhre und Rückkopplung (Verbesserungsvorschlag) 32/383
 Versuche mit einem neuartigen Rückkopplungsaudion für Kurzwellen 32/205
 Wie erkenne ich, ob meine Rückkopplung zu stark angezogen ist? 32/178
 Das Rückkopplungspfeifen (woher es kommt) 32/391
 Rückkopplung des SG-Detektors (Praktische Hinweise) 32/407
 Starke Rückkopplung erhöht die Trennschärfe (Erklärung, warum das so ist) 33/31
 Konstante Rückkopplung auch bei alten Geräten (Wie man sie verwirklicht) 33/301
 Eine interessante Rückkopplung konstanten Effekts (neuartige mitlaufende Rückkopplung) 33/294
 Das Potentiometer regelt konstante Rückkopplung 34/71
 *) Die Audionstufe zu verbessern (eine umfassende Behandlung der Verbesserungsmöglichkeiten) 34/6, 14
 Wirkfame Rückkopplungsverbesserung 34/200
 Rückkopplungswicklung mit Widerstandsdraht (Erfahrungen) 34/232
 Hochfrequenzerzeugung (Wie es vor sich geht) 34/119
 Befestigung von Pfeifgeräuschen, schlechtem Rückkopplungseinsatz... bei Kurzwellen 34/143

*) = besonders empfehlenswert

Die Abstimmung - ein Problem mit vielen Lösungen

Auf die Frage, was das wichtigste Ding im Radioempfänger ist, vermag man eine Antwort schlecht zu geben. Röhren, Kondensatoren, Lautsprecher, Transformatoren, Widerstände usw., sie alle sind wie die Organe eines Körpers für das Gedeihen des Ganzen unentbehrlich. Wohl aber gibt es eine Antwort auf die Frage nach dem urfächlichsten Ding im Empfangsapparat, und zwar ist dies der aus Kondensator und Spule bestehende Schwingkreis. Hier eigentlich ist der Ort, wo mit Hilfe der Resonanz aus der Vielzahl der sich durch ihre Länge voneinander unterscheidenden Wellen eine ganz bestimmte Welle eingefangen, also empfangen wird. Durch Veränderung der elektrischen Werte eines Schwingungskreises, die durch Änderung sowohl der Kapazität des Kondensators wie der Selbstinduktion der Spule bewirkt werden kann, ist es möglich, den Apparat auf den Empfang verschieden schneller elektrischer Schwingungen abzustimmen. Dabei gilt die Regel, daß, je geringer die Kapazität und die Selbstinduktion ist, umso schneller die vom Schwing- oder Resonanzkreis bevorzugten Schwingungen sind!).

Obleich nun also eine Abstimmung sowohl bei der Spule, wie beim Kondensator vorgenommen werden kann, ist es im Empfängerbau üblich geworden, die Abstimmung in erster Linie durch den als Drehkondensator ausgebildeten Kondensator vorzunehmen, während die Spule bei der Abstimmung nur insofern Berücksichtigung findet, als sie für den Empfang in verschiedenen Wellenbereichen umgestaltet wird. Außer diesem verbreiteten Abstimmungsverfahren gibt es noch eine große Zahl weniger bekannter Methoden, was erklärlich ist; denn von all den Bedingungen, welche die elektrische Größe eines Kondensators oder einer Spule festlegen, z. B. Plattengröße, Plattenabstand, Art des Dielektrikums beim Kondensator, Zahl und Größe der Windungen, Art des Kerns bei der Spule, braucht ja nur eine einzige geändert zu werden, um auch die Resonanz des Schwingkreises zu ändern, d. h. um eine Abstimmmöglichkeit zu ergeben.

Nachfolgend sollen einmal eine Menge der alten und neuen Abstimmungsverfahren — dazu gehören auch die Mittel zum Abgleichen von Spulen und Kondensatoren in Mehrkreisgeräten auf den gleichen Wert — aufgeführt und beschrieben werden. Eine vollständige Aufzählung kann und soll es nicht werden, denn wir müßten sonst die merkwürdigsten Vorschläge heranziehen, deren Erörterung viel zu viel Platz kosten würde.

Den Anfang mache der jedem von uns wohlkannte Drehkondensator (Abb. 1), bei dem das Gesetz ausgenutzt ist, nach dem die Kapazität eines Kondensators von der Größe der gegenüberstehenden Fläche der Metallbelege abhängt. Die an der Achse des Drehkondensators befestigten



Abb. 6. Die Veränderung der Abstimmung geschieht bei dem sog. Theremin-Gerät durch Annäherung der Hand an einen Metallstab.



Abb. 1. Ein älterer Abstimmdrehko und ein moderner Queerblechkondensator.

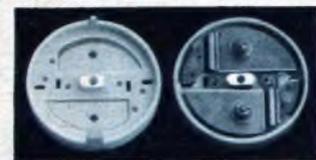


Abb. 2. Ein Kondensator mit festem Dielektrikum.



Abb. 3. Ein Präzisions-Plattenkondensator.

Platten waren ursprünglich halbkreisförmig ausgebildet. Dies hatte aber den Nachteil, daß die Stationen höherer Schwingungszahl auf der Skala dichter beieinanderlagen, als die Stationen geringerer Frequenz. Zum Ausgleich wurden dann die Platten des Rotors so geformt, daß die Stationen gleich weit entsprechend ihrem Abstand in kHz auf der Skala entfernt liegen. Man bezeichnete dies als frequenzlinearen Plattenchnitt. Als dann beim Superhet die Einknopfabstimmung herbeigeführt werden sollte, stellten sich der Erreichung eines guten Gleichlaufs zwischen Eingangs- und Oszillatorkreis Schwierigkeiten entgegen, die durch einen sog. logarithmischen Plattenchnitt beseitigt wurden.

Außer der bekannten Art des Drehkondensators mit einem feststehenden und einem beweglichen Plattenpaket, dem Stator und dem Rotor, hat es vor einigen Jahren im Handel auch eine Ausführung gegeben, bei der beide Plattenätze durch gemeinsamen Antrieb mittels Zahnradübersetzung und dergl. ineinander bewegt werden konnten.

Statt den Raum zwischen den Kondensatorplatten mit Luft ausgefüllt zu lassen, oder — um sich etwas technischer auszudrücken — Luft als Dielektrikum zu nehmen, kann auch irgend ein festes Isoliermaterial wie Glimmer, Hartpapier, Pertinax, Hartgummi und dergl. verwendet werden (Abb. 2). Man erreicht dadurch praktisch zweierlei. Erstens braucht die mechanische Ausführung nicht so präzise und daher teuer zu sein, da wegen der zwischengefügten Isoliertheiben eine Berührung der Plattenätze auf keinen Fall vorkommen kann. Zweitens kann der Plattenabstand sehr verkleinert werden, wodurch die gleiche Kapazität schon bei viel kleinerer Raumbanspruchung vorhanden ist. Dieser Weg zum Bau kleiner, billiger Drehkondensatoren wird noch dadurch erleichtert, daß die festen Stoffe eine höhere Dielektrizitätskonstante aufweisen als Luft. Es erhöht sich bei Pertinax z. B. die Kapazität auf das 5,4fache. Leider bringt diese Kapazitätserhöhung zusätzliche Verluste mit, welche die Güte eines Hartpapierkondensators wesentlich unter die eines Luftkondensators herabsetzen. Neuerdings ist es gelungen, in dem keramischen Material „Condensa“ einen Stoff zu finden, dessen Dielektrizitätskonstante bis auf 100 gelangt, während die Verlustziffer nur 3% des für Pertinax geltenden Wertes beträgt. Dieses neue Material wird zweifellos im Bau kleiner aber vorzüglicher Abstimmkondensatoren große Fortschritte ermöglichen, wengleich bis jetzt das Material zunächst vorwiegend für feste Kondensatoren Verwendung findet. Der Stoff Condensa ermöglicht sogar eine grundsätzlich neue Art von Drehkondensatoren, bei denen beide Plattenätze fest, das Dielektrikum aber beweglich angeordnet ist.

Ein anderes gebräuchliches Verfahren zur Änderung der Kapazität besteht darin, den Abstand der Kondensatorbelege zu variieren. Derartige

*) Über diese Zusammenhänge wurde erst kürzlich wieder gesprochen in FUNKSCHAU 1935, Nr. 3, Seite 20 („Das ist Radio“, Folge 19).

Luftkondensatoren baut man vorwiegend für kleine Kapazitätswerte, wie man sie in der Kurzwellentechnik braucht. Hier ist die Ausführung üblich geworden, bei der die eine Metallscheibe fest sitzt, während die andere Platte mit Hilfe einer langen Schraubenachse sich drehend der feststehenden Platte nähert (Abb. 3). Die Kapazität nimmt hierbei proportional des Plattenabstandes ab, ist also beispielsweise bei Verringerung des Abstandes auf ein Drittel dreimal so groß geworden.

Es gibt bei dieser Art von Kondensatoren ebenfalls die Möglichkeit, durch Anwendung von festem Dielektrikum zu hohen Kapazitätswerten auch bei kleinen Abmessungen zu gelangen. Diese Isolationschicht verbleicht aber abgehen von der Güte des Kondensators auch seinen Kapazitätsverlauf; denn besteht bei großem Plattenabstand in der einen Ausgangsstellung das Dielektrikum größtenteils aus Luft, so füllt bei fest aneinandergepreßten Platten in der Endstellung das feste Dielektrikum mit seiner beträchtlich größeren Dielektrizitätskonstante allein den Zwischenraum aus, woraus sich ein fast sprunghaftes Anwachsen der Kapazität während des Eindrehens auf die Endstellung ergibt. Es ist jedoch gelungen, durch eine besondere Ausführung der bewegten Platte in Verbindung mit einer die Drehbewegung der Skalenachse in Druck umsetzenden Bewegungsvorrichtung diesen Nachteil zu beseitigen, derart, daß bei gleichmäßiger Drehung am Bedienungsknopf des Quetschkondensators — wie man diese Ausführung nennt — am Anfang die Platten rascher einander genähert werden als später.

Die nach diesem Prinzip gebauten Abstimmkondensatoren werden bei Anwendung verlustarmer Isoliermaterialien wie Glimmer und Trolitul in erster Linie als Kondensatoren für Sperrkreise benutzt, die zuweilen statt mittels eines Skalenknopfes durch einen Schraubenzieher einstellbar sind. In geringkapazitiver Ausführung finden diese Kondensatoren auch als Trimmer zum Abgleichen von Mehrfachkondensatoren Verwendung.

Zu Abstimmmitteln sind in zweiter Linie auch die kleinen Schiebekondensatoren zu rechnen, die in den älteren Mehrkreiseempfängern zur Neutralisation der Hochfrequenzstufen herangezogen wurden. Hier sind die Kondensatorbelege in Form zweier in ein Glasröhrchen eingeschobener Metallstäbchen ausgeführt, über die, durch das Glas getrennt, eine Metallhülse verschiebbar angeordnet ist (Abb. 5). Die Kapazität zählt hier nur nach wenigen Zentimetern.

Dann sind hier noch die zur Grobabbstimmung benutzten, durch Stufenhalter umschaltbaren Kondensatoren zu erwähnen, die man zuweilen beim Kurzwellenempfang verwendet, um die verschiedenen Wellenbereiche einzustellen.

Eine ganz besondere Art eines Abstimmkondensators finden wir bei dem bekannten elektrischen Musikinstrument nach Theremin. Hier spielt die Hand die Rolle des einen der beiden Kondensatorbelege, während die andere Elektrode als Metallstab ausgebildet ist, dem die Hand zur Erzeugung verschiedener Frequenzen mehr oder weniger genähert wird (Abb. 6. Siehe vorhergehende Seite!)

Nun zur Spule: Wenn die Spule Abstimmzwecken nutzbar gemacht werden soll, ist die Ausgestaltung als sog. Schiebepule die einfachste Methode. In der ersten Zeit des Rundfunks war diese Methode der Abstimmung wegen des hohen Preises der Drehkondensatoren bei den Detektorapparaten ungemein verbreitet. Heute jedoch dürfte dieses Abstimmmittel schon so sehr in Vergessenheit geraten sein, daß eine Beschreibung notwendig ist: Als Spule wurde hierbei eine langgestreckte einlagige Zylinderspule verwendet, von der eine Anzahl Windungen abgegriffen werden (Abb. 7).

Für Fernempfänger war diese Abstimmung zu grob, ferner übte das nicht benutzte Spuleneinde einen nachteiligen Einfluß auf den benutzten Spulenteil aus; schließlich wirkte der Kontakt oft mehr als Wackelkontakt und verursachte so Störgeräusche. Bequemer und besser war daher die Abstimmung mit Hilfe eines sog. Variometers durchzuführen. Hier ist die Selbstinduktion in zwei Spulen verschiedenen Durchmessers aufgeteilt (Abb. 8), die so mechanisch miteinander verbunden sind, daß sich die kleinere Spule in der größeren drehen läßt. Stehen nun beide Spulen so ineinander, daß ihr

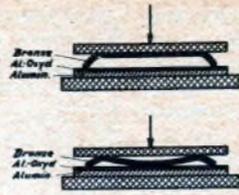


Abb. 4. Der Quetschkondensator im Schnitt.



Abb. 5. Der Schiebekondensator.



Abb. 7. Eine einlagige abgreifbare Zylinderspule.



Abb. 8. Ein Variometer.

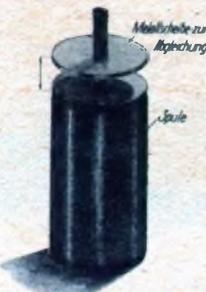


Abb. 9. Abstimmung durch Annähern einer Metallscheibe.

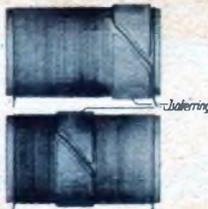


Abb. 10 a und b. Eine merkwürdige Art von Abstimmung.

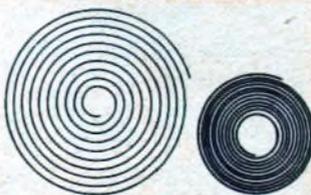


Abb. 11. Eine Spule aus federndem Metallband aus- und eingerollt.

Windungsfuß der gleiche ist, dann ist der Selbstinduktionswert am größten, umgekehrt bei Drehung der inneren Spule um 180 Grad am kleinsten. Dazwischen ergeben sich, je nach Stellung der Spulen zueinander, alle Zwischenwerte.

Es ist nun keineswegs erforderlich, daß die Spulen ineinander verdreht werden. Man kann beide Spulen, die im übrigen hintereinander oder parallel gehalten sein können, auch zur Erreichung verschiedener Selbstinduktionswerte mehr oder weniger einander nähern, z. B. mit Hilfe der früher so verbreiteten Spulenkoppler.

Mit dieser Art der Selbstinduktionsänderung oder Abstimmung steht auch die Methode in Zusammenhang, durch Annähern einer Metallscheibe an die Spule, insbesondere an deren Stirnflächen den Selbstinduktionswert herabzusetzen²⁾ (Abb. 9). Dabei verliert die Spule erhebliche Energien an die Metallscheibe, d. h. es entstehen Verluste. Daher benutzt oder vielmehr benutzte man dieses Verfahren nur in beschränktem Umfang zur Abgleichung von Spulenätzen in Mehrkreisgeräten.

Wird bei diesen vorgenannten Methoden die wirksame Windungszahl direkt oder mittelbar verändert — zwei gegenläufige Windungen subtrahieren sich, zwei gleichläufige Windungen addieren sich —, so ist bei den folgenden Abstimmungsarten versucht worden, eine Abstimmbarkeit durch Änderung der Spulenausdehnungen in Länge und Durchmesser zu erreichen. Abb. 10 a und b zeigen eine recht interessante praktische Lösung, die Länge einer Spule bei gleichbleibender Windungszahl zu verändern. Ein den Spulenkörper umschließender Iolierring, der mit einer Längspalte versehen ist, verlagert, wenn man ihn verdreht, der Reihe nach eine Windung nach der anderen. In der einen Endstellung liegen die Windungen alle dicht beieinander, in der anderen Stellung sind die Windungen in zwei gleiche Gruppen unterteilt, die durch einen Zwischenraum von der Breite des Iolierrings getrennt sind. In diesem Fall ist die Selbstinduktion am geringsten.

Um den Durchmesser einer Spule und damit die Selbstinduktion zu verändern, ist in einer deutlichen Patentanmeldung, die schon längere Zeit zurückliegt, vorgeschlagen worden, die Spule aus federndem Metallband spiralförmig herzustellen und ihren Durchmesser durch Zusammendrillen der Spirale zu verringern, so wie man es beim Aufziehen eines Uhrwerkes mit der Uhrfeder macht (Abb. 11). Hierbei scheint man zum Glück über die Patentanmeldung nicht hinausgekommen zu sein, denn eine derartige Spule wäre wegen ihrer hohen Eigenkapazität für normale Zwecke kaum zu verwenden.

In der Ultrakurzwellentechnik macht man von variablen Selbstinduktionen Gebrauch, die aus ineinander verschiebbaren Kupferrohren bestehen (Abb. 12).

In letzter Zeit haben die Hochfrequenzkerne drei neue Wege zur Spulenabstimmung eröffnet. Die vorwiegend für Abgleichzwecke gedachte Änderung der Selbstinduktion durch in den Spulenkern eingelassenen Luftspalt regelbarer Breite ist heute schon bei fast allen Fabrikaten zur Selbstverständlichkeit geworden (Abb. 13). Die Abgleichung geschieht hier im Gegensatz zur Abgleichung mittels Metallscheiben nicht auf Kosten zusätzlicher Verluste.

Eine so große Selbstinduktionsänderung wie zur Abstimmung innerhalb eines größeren Bereichs, z. B. im Bereich der Rundfunkender, notwendig ist, kann durch Variierung des Luftspalts allerdings nicht erzielt werden. Hierzu ist es vielmehr notwendig, den Kern so anzuordnen, daß man ihn nach Belieben in feiner Gesamtheit aus der Spule entfernen kann (Abb. 14). Eine derartige variable Selbstinduktion sah man erstmalig auf der Berliner Funkausstellung vergangenen Jahres. Ob sich diese Methode — die sogar schon für mehrere gleichlaufende Kreise entwickelt wurde — in der Praxis durchzusetzen vermag, muß die Zukunft entscheiden. Dieses Verfahren hat den Namen Permeabilitätsabstimmung bekommen, weil die scheinbare Permeabilität, d. h. das Verhältnis, in

²⁾ Wie diese Herabsetzung des Selbstinduktionswertes zustande kommt, hat die FUNKSCHAU geschrieben im Jahre 1932 in Heft Nr. 26, Seite 207 „Das Wesen der Abstimmung von Hochfrequenzspulen“.

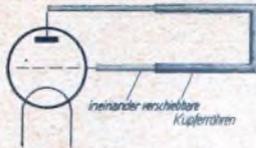


Abb. 12. Abstimmung durch ausziehbare Kupferröhren.

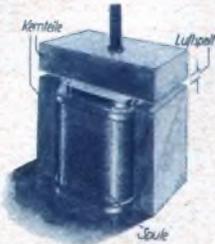


Abb. 13. Abstimmung durch Verändern des Luftspaltes.

dem der Eifenkern eine Vergrößerung der Selbstinduktion bewirkt, eine Änderung erfährt.

Wird so mechanisch die scheinbare Permeabilität des Eifenkerns verändert, so läßt sich unter Zuhilfenahme der Vormagnetisierung die Permeabilität unmittelbar beeinflussen, ohne daß die Lage des Kerns zur Spule irgendwie mechanisch geändert wird. Wie alle Eifenforten mehr oder weniger, so haben nämlich auch die Hochfrequenzeifenmaterialien die Eigenschaft, ihre Permeabilität unter dem Einfluß einer Vormagnetisierung herabzusetzen, wodurch auch eine Änderung der Resonanzfrequenz erfolgt. Diese Methode (Abb. 15) ist dem Prinzip nach in der Niederfrequenz- und Mittelfrequenztechnik schon seit längerer Zeit bekannt, war bis vor kurzem jedoch für Hochfrequenzspulen aus verschiedenen praktischen Gründen nicht anwendbar gewesen. Nachdem es aber gelungen ist, ein besonders günstiges Kernmaterial dafür ausfindig zu machen, dürfte dieses Abstimmverfahren bald größere Verbreitung finden; denn von all den hier aufgeführten Abstimmungsmethoden ist es das einzige, das eine bequeme trägeheitslose Fernabstimmung von Empfängern und Sendern jeder Art zuläßt. Wir haben davon bereits früher gesprochen, woran sich der aufmerksame Leser erinnern wird. Zur Sicherheit geben wir die Quelle noch einmal an: FUNKSCHAU 1934, Nr. 19, S. 146. H. Boucke.

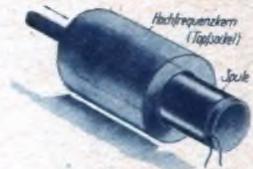


Abb. 14. Die Spule wird in einen Eifenkern mehr oder weniger eingeföhoben.

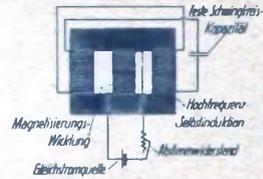


Abb. 15. Veränderung der Abstimmung durch Vormagnetisierung des Eifenkerns.

Bessere Empfangsleistung durch abgestimmte Antenne

Die aperiodische Antennenkopplung (Abb. 1) stellt zum mindesten für Ein- und Zwei-Kreiser nicht immer die günstigste Lösung der Antennen-Ankopplung dar. Sie macht nicht nur die Empfangslautstärke von Antennenzufälligkeiten abhängig, sondern bietet auch nicht genügend Trennschärfe und Störungsfreiheit. Diese Mängel rühren davon her, daß eine Antenne nicht alle Frequenzen mit gleicher Empfindlichkeit überträgt, sondern die Frequenzen nächst ihrer Eigenwelle und deren Oberschwingungen bevorzugt, wobei der bevorzugte Empfangsbereich je nach der Dämpfung größer oder kleiner sein kann. In diesem „Resonanzgebiet“ werden zwar alle Sender mit größerer Lautstärke übertragen, jedoch bestehen zugleich auch wesentliche Trennschärfe-Schwierigkeiten.

Das ist so: Im Resonanzgebiet ist die Antenne für mehrere Sender (ungefähr) zugleich abgestimmt und schwingt somit auf der gleichen Welle wie der nachfolgende Abstimmkreis; zwei gekoppelte und abgestimmte Kreise ergeben aber bekanntlich ein Bandfilter, dessen Bandbreite (f_1-f_2) nur von der Größe der Kopplung abhängig ist (Abb. 2). Für ungefähr 9 kHz Bandbreite dürften nun höchstens 2 bis 3% der Windungen des Abstimmkreises als Antennenkopplung benutzt werden; d. h. bei 80 Windungen im Abstimmkreis ungefähr 2 bis 3 Windungen für die Ankopplung der Antenne. Bei der aperiodischen Antennenschaltung sind jedoch meist 15 bis 25% Windungen angekoppelt. Dadurch läßt sich im Resonanzgebiet die gewünschte Welle überhaupt nicht mehr richtig abstimmen, sondern die beiden benachbarten Sender fallen in großer Lautstärke ein.

Zur Vermeidung dieser unangenehmen Antennenresonanz haben fast alle Schaltungen eine sogenannte „Antennenverkürzung“ vorgezogen, damit man das Resonanzgebiet der Antenne

nach kleineren Wellenlängen zu verlegen kann und auch im sonst kritischen Bereich aperiodisch empfangen kann.

Dem Verfasser scheint jedoch folgende Methode wesentlich zweckmäßiger zu sein: Zweifellos bringt jede Antenne in ihrem Resonanzbereich mehr Lautstärke; warum sollte man also diese immerhin erwünschte Beigabe nicht für alle Wellenlängen ausnützen, indem man immer die Antenne abstimmt? Messungen

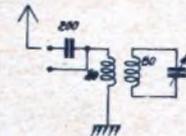


Abb. 1. Die übliche aperiodische Antennenan- kopplung.

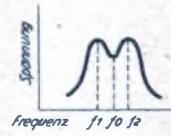


Abb. 2. Die bekannte Bandfilterkurve, die sich ergibt, wenn zwei Abstimmkreise miteinander gekoppelt werden.

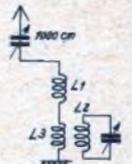


Abb. 3. Die zu treffende Schaltung zur Antennenabstimmung.

haben ergeben, daß bei der vorgenannten richtigen Ankopplung von 2 bis 3% auch die Trennschärfe im Vergleich zur aperiodischen Schaltung noch zunimmt, während zugleich die übertragene Senderspannung trotz der extrem geringen Kopplung fast nicht abnimmt. Ferner war beim Versuch einwandfrei festzustellen, daß auch die Störfreiheit der Schaltung günstiger war als die der aperiodischen Schaltung, besonders bei Wellenlängen zwischen München und Budapest. Diese Erfcheinung ist dadurch begründet, daß bei der abgestimmten Antenne das Verhältnis zwischen Sender- und Störspannung günstiger wird.

Es ist immerhin interessant, daß auch Industrieempfänger von dieser Schaltung mit bestem Erfolg Gebrauch machen. Die Wirkung der abgestimmten, extrem lose gekoppelten Antenne erreicht annähernd die Wirkung eines Bandfilters — besonders wenn die Antenne keine große Eigendämpfung hat — und hat dem gegenüber noch den Vorteil der größeren Energie-Übertragung.

Als einziger Nachteil könnte angeführt werden, daß ein neuer Bedienungsgrieff durch diese Schaltung notwendig wird; wenn jedoch die Vorteile — gerade für kleinere Fernempfänger — bedacht werden, läßt sich dieser kleine Nachteil leicht dafür eintauschen. Schließlich erfordert ja ein Sperrkreis auch einen neuen Bedienungsgrieff, ohne aber dafür Lautstärke und Störungsfreiheit zu heben. Übrigens kann diese Antennenabstimmung zugleich als Lautstärkeregelung verwendet werden — wodurch ein niederfrequenter Lautstärkereglere überflüssig wird. Wie? — das zeigt sofort der Versuch: Hochfrequenzröhre und Gleichrichter sind dann übrigens auch vor Übersteuerungen geschützt.

Abb. 3 zeigt die Schaltung und ihre Daten. L_1 ist stark von der verwendeten Antenne abhängig — je kürzer die Antenne, desto größer L_1 . Äußerst wichtig ist es, daß L_1 keinesfalls mit L_2 gekoppelt sein darf (Streufeld!), also am besten eine Eifen- spule. Und nun guten Erfolg beim Bau dieser wirklich leistungsfähigen Anordnung!

Eine zweite Bastlerin meldet sich!

Bezugnehmend auf Ihren Artikel in der FUNKSCHAU Nr. 20 d. Js. „Eine Frau bastelt. Ist es die einzige? Meldet Euch, Kolleginnen!“ gestatte ich mir, mich als langjährige Bastlerin ebenfalls zu melden. Ich habe mich schon von 1924 ab mit Radiobastelei beschäftigt. — Zuerst waren es verschiedene Detektorapparate, später ein Dreiröhrenbatteriegerät, sowie zwei Vierröhrenapparate mit Netzanschluß, die ich baute und immer wieder mit den gegebenen Neuerungen verbesserte. Die Chassis und Frontplatten usw. habe ich mir stets selbst vollständig zugerichtet. Auch eine Schaltung habe ich mir längst nach selbsterdachtem Plan gefertigt.

Ich bin 67 Jahre alt, war 40 Jahre Postbeamtin und habe mich seit meiner Pensionierung, die vor acht Jahren erfolgte, eifrig mit dem Studium der FUNKSCHAU befaßt.

Mit deutschem Gruß!

Anna Hinterberger, Postverwalter a. D.

Bravo, Fr. Hinterberger, wir möchten Sie auch auf diesem Weg im Kreise unserer Leser herzlich begrüßen und hoffen auf eine freundschaftliche Zusammenarbeit auch mit Ihnen.

Die Schriftleitung der FUNKSCHAU.



Der Empfänger des Kurzwellenamateurs

Der konstruktive Aufbau.

Bei Kurzwellen-Empfängern ist ein großer Prozentsatz der Verlager darauf zurückzuführen, daß bestimmte Baumethoden, die vielleicht auf dem Rundfunkband noch zulässig sind, hier nicht mehr angewendet werden dürfen. Und zwar betrifft dies hauptsächlich den Hochfrequenz-Teil.

Die konstruktiv zweckmäßigste Lösung ist die Bauart mit senkrechter Frontplatte und dahinter angebrachtem waagrechteten Zwischenboden. So läßt sich ohne weiteres die grundsätzliche Trennung in hochfrequente und niederfrequente Schaltelemente durchführen, wobei unter „niederfrequente Schaltelemente“ auch die gesamte Stromversorgung verstanden ist. Schwingungskreise, Röhren und die dazugehörigen Schaltelemente wie Gitterkondensator, Gitterwiderstand und HF-Drossel kommen auf die Oberseite, alle übrigen Bauteile auf die Unterseite des Zwischenbodens. Große Teile, wie NF-Transformatoren, Drosseln und Elektrolytkondensatoren werden jedoch zweckmäßig ebenfalls auf der Oberseite befestigt, allerdings unter Beachtung einiger Vorschriften (siehe unten).

Die günstigste Verteilung der einzelnen Bauelemente läßt sich am besten an Hand des folgenden, praktischen Aufbauplans (Fig. 13) erklären.

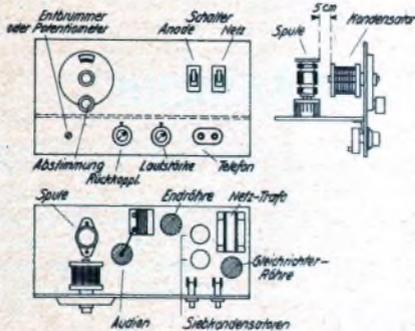


Abb. 13. Der Aufbau eines guten Amateurempfängers mit Vollnetzbetrieb (bei Batteriebetrieb fällt der Netzteil weg).

Gezeichnet ist der Aufbau eines einfachen Empfängers mit Vierpolröhren-Audion, einer NF-Stufe und Wechselstrom-Netzanschluß. Die Reihenfolge des Aufbaues erfolgt genau so wie im Schaltplan angegeben: Von links nach rechts die Audionstufe, die NF-Stufe und schließlich der Stromversorgungsteil. Wäre noch eine HF-Verstärkerstufe vorgezogen, so würde diese links neben das Audion zu sehen kommen.

Das Wichtigste ist der Aufbau des hochfrequenten Audion-Teiles: des Abstimm- und Bandkondensators mit der Spule. Beide stehen eng zusammen, jedoch in genügendem Abstand von der Frontplatte (siehe unsere früheren Ausführungen über Verluste in Schwingungskreisen!). Bei Steckspulen wird der Spulensockel (gute keramische Ausführung) etwa 2 1/2 cm über dem Zwischenboden mittels Abstandrollen befestigt, um die wichtigen Zuleitungen zum Kondensator kurz machen zu können.

Einen hierbei häufig gemachten Fehler zeigt Fig. 14: Bestehen Frontplatte und Zwischenboden aus Metall, so wird einfach der Kondensator mit seiner spannungsführenden Achse aufgeschraubt, die Spule wird dann ebenfalls „auf dem kürzesten Wege“ mit einem ihr zunächstliegenden Punkt der Platte verbunden. Wie die Figur zeigt, wird jedoch hierdurch der tatsächliche Weg der Leitung gegenüber der richtigen direkten Verbindung auf das 3- bis 4-fache vergrößert. Weiterhin wird hierdurch die Abschirmplatte selbst zu einem Teil der Leitung und damit oft die ganze abschirmende Wirkung verdorben. So kann es dann kommen, daß ein ganz auf Metall gebautes Gerät äußerst handempfindlich wird. Richtig ist es dagegen, den Kondensator isoliert aufzusetzen und

auch die auf Erdpotential liegende Leitung besonders zu ziehen, wie das zweite Beispiel von Fig. 14 zeigt.



Abb. 14. Ein Punkt, der viel zu wenig noch beachtet wird: die kürzeste Verbindung zum Blech ist nicht immer die kürzeste Leitungsführung. Die Skizze rechts zeigt, wie der Drehko richtig montiert und mit der Spule verbunden wird.

Als Erdungspunkt für den Audionteil ist die Kathode bzw. der Stecker der Röhre anzusehen; alle Erdleitungen sind zentral an diesen Punkt hinzuführen und von dort aus mit einer direkten Leitung mit der Erdklemme zu verbinden, wie Fig. 15 zeigt.

Die Audionröhre ist ebenfalls ziemlich nahe (etwa 5 cm) an den Schwingungskreis anzubauen; Gitterkondensator und -Widerstand können auf die Unterseite verlegt werden, besonders bei Einbauflöckeln. Der eine Anschluß des Gitterkondensators erfolgt dabei nicht an die Spule, sondern direkt an den Stator des Dreh-

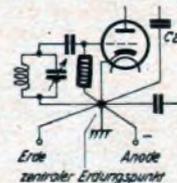


Abb. 15. Der einzige Erdungspunkt ist immer nur der Kathodenpunkt der Röhre.

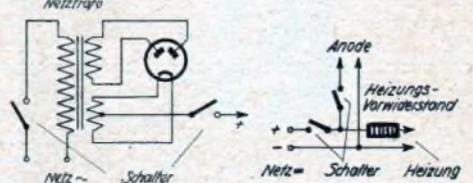


Abb. 16. Die beiden Schalter der Netzempfinger: Der Hauptschalter für die Inbetriebnahme und die Anodenschalter für die schnelle Ein- und Ausschaltung während des Betriebes. (Links: für Wechselstrom, rechts: für Gleichstrom.)

kondensators. Bei Drehkondensatorrückkopplung wird dieser nahe an das Audion herangebaut und nicht aus Gründen der Symmetrie der Frontplatte in 15 + 20 cm Entfernung. Da meistens mit der rechten Hand gefahren wird, ordnet man zweckmäßig den Abstimmkondensator mehr in der linken Hälfte der Frontplatte an, um bequem mit der linken Hand während des Aufnehmens nachstimmen zu können.

Der Niederfrequenzteil ist in feinem Aufbau nicht so kritisch, wichtig ist nur, daß die Röhre mit dem NF-Trafo bzw. der Kopplerdrossel einen Abstand von mindestens 8 cm von den hochfrequenten Teilen haben. Ebenso muß der Netzanschlußteil für sich eng zusammengebaut werden, in genügendem Abstand von allen anderen Teilen. Besonders dürfen dabei Niederfrequenz- und Netztransformator nicht zu nahe (unter 10 cm) aneinanderstehen, um eine direkte Beeinflussung („Brumm“, der sich durch keine noch so gute Siebung beseitigen läßt) zu vermeiden.

Bei Netzempfindern erfolgt die Ein- und Ausschaltung durch zwei Schalter, von denen der eine primärseitig das Netz, der andere sekundärseitig die Anodenpannung betätigt, um das Gerät stets ohne Anheizezeit empfangsfähig zu halten (Fig. 16).

Die Leitungsführung erfolgt so kurz wie möglich — übrigens eine Weisheit, die nicht nur für den Kurzwellenempfänger gilt! —, eine faubere rechtwinklige Drahtführung erschwert den Aufbau und bietet keine wesentlichen Vorteile. Die Heizleitungen werden verdreht und direkt von Röhre zu Röhre geführt. Bei Gleichstromgeräten muß das Audion zunächst des minus-Poles liegen, die anderen Röhren folgen in der Reihenfolge: Hochfrequenzröhre, 1. Niederfrequenzröhre, Endröhre. Außer in den HF-Stufen, wo die Verbindungen am besten mit 1 + 1,5 mm starkem verfilbertem Draht gezogen werden, benützt man zweckmäßig dünnere Draht unter Überzug von Isolierschlauch.

F. W. Behn.

(Fortsetzung folgt.)

Freunde der Funkschau!

Ihr seid selbst die kräftigste Stütze Eures Blattes. Denn ihr arbeitet mit; das darf auch Euer Stolz sein. Helft uns aber auch, neue Freunde zu gewinnen. Eure Mühe soll nicht umsonst sein. Wir vergüten für jeden neu erworbenen Abonnenten, der sich auf mindestens ein halbes Jahr verpflichtet, dem Werber nach Ablauf von sechs Wochen eine Prämie von RM. -.70, mit anderen Worten: Unser Helfer bekommt die Funkschau einen Monat lang umsonst. Meldungen an den Verlag, München 2, BS 309.

So schreibt man über den „FUNKSCHAU-Volksuper“

Liebe FUNKSCHAU! Seit 1931 bin ich Dein treuer Leser und habe schon viel Nützliches gefunden. Mancher Apparat wurde nach Deiner Anleitung gebaut und manches Industriergerät konnte repariert werden, da Du ja ausführliche Schaltungen zu jedem Apparat bringst. Als dann Ende v. Jahres die Beschreibung zum Volksuper kam, da wußte ich: Der und kein anderer. Er wurde gebaut und mit sehr gutem Erfolg. Er bringt mehr als Du verspricht, auch zum Schallplattenscheiden eignet er sich vorzüglich. 12.3.35

Werner Erdmann, Berlin NW 7, Luffenstraße 36.

Allei Fer-Frequenzspule

DIE EISENSPULE DES BASTLERS

Höchste Trennschärfe durch SIRAUFER-KERN, keramisch isoliert

Allei-Bauteile für den Volks-Super

Eingangsfiler Allei Nr. VS 1 M. 1.75
 Oscillatorspule Allei Nr. VS 40 M. 1.70
 Chassis Allei Nr. VS 75 ungel. M. 2.90
 Chassis Allei Nr. VS 75 gelocht M. 5.90
 Allei-Kleinmaterialpackung Nr. VS 33 M. 3.40
 Allei-ZF-Filter VS 81 M. 7.—
 Allei-ZF-Filter z. Selbstbau M. 6.60

Katalog kostenlos.

A. Lindner Werkstätten für
 MACHERN-Bez. Leipzig Feinmechanik