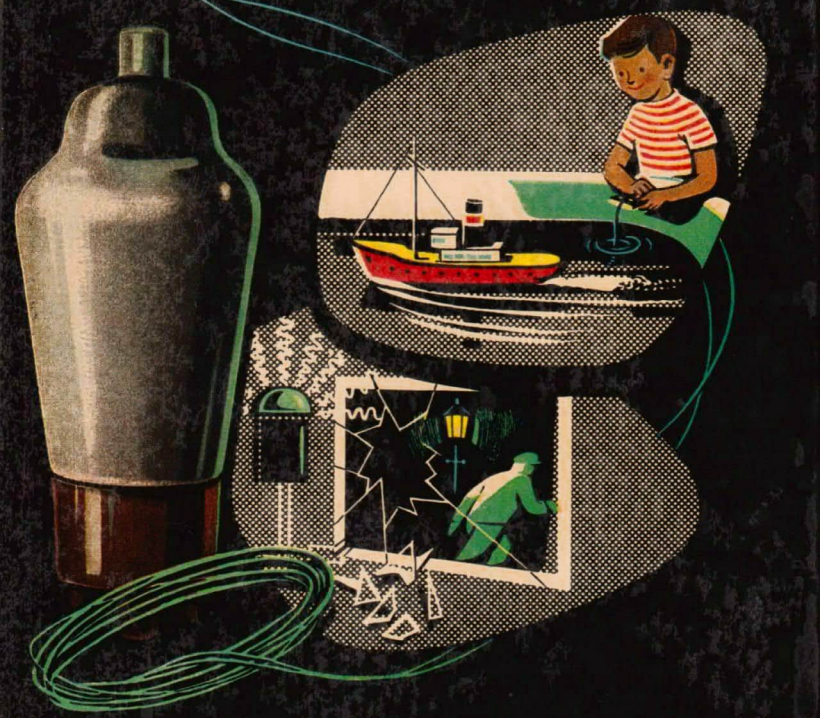
MARTIN SELBER

Mit Radio, Röhren und Lautsprecher



MARTIN SELBER

MIT RADIO, RÖHREN UND LAUTSPRECHER

MARTIN SELBER

MIT RADIO, RÖHREN UND LAUTSPRECHER

DER KINDERBUCHVERLAG
BERLIN

Illustrationen: Heinz-Karl Bogdanski
Technische Zeichnungen: Edgar Leidreiter

Alle Rechte vorbehalten • Printed in the German Democratic Republic
Lizenz-Nr. 304-270/112/60-(25-VII C)
Satz und Druck: Sachsendruck Plauen • 3. Auflage
ES 9 F • Preis 4,20 DM

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort 7
Unser Arbeitsplatz 9
Wir löten 12
Unfallverhütung 15
Wir bauen eine Alarmanlage 16
Das ferngelenkte Schiff 20
Der Elektromotor 24
Der Elektrisierapparat 30
Detektorschaltungen 37
Die Radioröhre 44
Die Radioröhre als Ventildetektor 53
Die Netzanode 58
Der Detektorverstärker 68
Die Audionschaltung 74
Der Glimmröhrensummer 81
Der Röhrensummer 85
Der Einkreiser 89
Der Einkreiser mit Spezialröhren 94
Der Einkreiser mit Verbundröhre 102
Weitere Schaltungen 107
Die Rahmenantenne 111
Elektrische Messungen 112
Formeltabelle 114
Kleine Röhrentabelle 115
Netzgleichrichterröhren 116
Wichtige elektrotechnische Schaltzeichen 118
Fachwortverzeichnis 119

VORWORT

Liebe junge Freunde!

Der große Erfolg des Buches „Mit Spulen, Draht und Morsetaste" und Eure zahlreichen Zuschriften bewegen mich, zu Beginn des zweiten Bandes allen jungen Bastelfreunden gemeinsam zu antworten und auf die wichtigsten Fragen nochmals einzugehen.

Wir lernten miteinander die Grundbegriffe der Elektrotechnik kennen, bastelten ein Naßelement, bauten einfache Schaltungen auf, wie Elektromagnet, Summer, Morsestation, Wecker, Mikrofon, Telefon und Vermittlung. Wir beschäftigten uns mit dem Bau einer Fernsprechanlage und beendeten mit dem Detektorapparat unsere Arbeit. Ihr habt alles gebaut und seid kleine Fachleute, denen man schon mehr zutrauen kann.

Der Verlag hat viele Briefe von Euch bekommen, die sich alle recht zustimmend über das Buch äußerten. Manch einer hatte Sorgen, sein Mikrofon sprach nicht an, ein anderer konnte diesen oder jenen Bauteil nicht in seinem Heimatort auftreiben. Ein großer Wunsch wurde immer wieder geäußert: „Wie baut man einen drahtlosen Sender?"

Natürlich wäre es möglich, auf einigen Seiten den Sendevorgang zu erläutern und den Aufbau eines Gerätes zu beschreiben; aber die Sache hat einen großen Haken: Solange Ihr Fernsprechverkehr auf eigenen Leitungen betreibt, seid Ihr ganz unter Euch – sozusagen in den eigenen vier Wänden. Ihr stört niemanden. Sowie Ihr aber zum drahtlosen Verkehr übergingt, stündet Ihr mitten in der Öffentlichkeit. Könnt Ihr Euch vorstellen, wie sich ein Seifenkistenauto mitten auf einem Verkehrsknotenpunkt der Großstadt ausnimmt? Es ist schon beängstigend, überhaupt daran zu denken. Aber der Vergleich trifft haargenau. Schaltet bitte abends ein Radiogerät an, welche Fülle von Sendern fällt da ein, sie stören und überlagern sich gegenseitig. Wenn Ihr nun gar die Kurzwelle mit angezogener Rückkopplung empfangt, so staunt Ihr, wie dicht dort allein die Telegrafiesender beieinanderliegen.

Im Verkehr muß Ordnung herrschen, sonst gibt es Unfälle. Stellt Euch vor, Herr Müller freut sich auf ein abendliches Rundfunkprogramm.

Mitten in die schönste Musik platzen Erich und Karl mit einer Sendung ihrer selbstgebastelten Kiste. Nebenan arbeitet ein anderer Freund mit Sprechfunk, drei Häuser weiter sendet jemand sein eigenes Rundfunkprogramm und läßt Schallplatten ablaufen. Unmöglich! Kein Mensch könnte mehr ungestört Radio hören, die kompliziertesten Empfänger würden wertlos. Der Wetterfunk kann gestört werden, der für die Sicherheit der Luft- und Seefahrt wichtig ist. Verschiedene Geräte, wie Fernschreiber und andere, werden drahtlos gesteuert.

Um alle Störungen zu vermeiden, ist der Funkverkehr durch strenge Gesetze geregelt. Jeder drahtlose Sender muß eine Erlaubnis haben, es muß sicher sein, daß der Apparat genau seine Wellenlänge einhält, daß die Sendezeiten beachtet und wie im Straßenverkehr die Verkehrsregeln beherrscht werden.

Wer gern Sendeamateur werden möchte, der wende sich an die Funkzirkel der Gesellschaft für Sport und Technik, oder die Freunde im Westen unserer Heimat an einen Amateurfunkklub.

Der zweite Band, nach dem Ihr alle so stürmisch verlangt habt, wird Eure Kenntnisse vertiefen und Euch schließlich zum Röhrenempfang bringen. Wer dieses Buch aufmerksam durcharbeitet, wird sich danach in jedem nicht zu schwierig gehaltenen Fachbuch zurechtfinden, wenn er noch weiterkommen will.

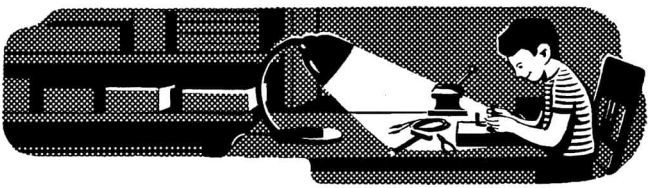
Sollte etwas nicht auf Anhieb gelingen, so verliert nicht die Geduld. Alle beschriebenen Modelle und Schaltungen sind von mir ausprobiert worden und arbeiten auch. Ich kenne Eure Sorgen, ich habe auch so angefangen wie Ihr und mir meine Kenntnisse selbst erarbeitet. Sicher geht manches Modell, manche Schaltung auch anders, besser aufzubauen. Eurem Erfindergeist sind hier keine Grenzen gesetzt.

Frisch ans Werk, die Arbeit geht weiter.

Ich wünsche Euch recht viel Geduld und Freude beim Basteln und vor allem Erfolg.

Euer





UNSER ARBEITSPLATZ

Gewiß hat sich jeder von euch eine Bastelecke in seinem Zimmer eingerichtet. Ich nehme an, ihr habt noch eure Kiste mit all den Drahtenden, Steckern, Spulen und Abfällen, die für unsere einfachen Basteleien die Teile lieferten. Diesen Vorrat müssen wir jetzt erweitern, damit uns die komplizierten Schaltungen und Geräte dann nicht zu teuer werden. Wir fragen also bei der Verwandtschaft und im Bekanntenkreis nach nicht mehr benutzten Rundfunkempfängern und Teilen, alten Elektrisierapparaten und was es dergleichen mehr gibt. Ihr glaubt nicht, was sich alles noch auf Böden und in Rumpelkammern findet. Und dann werdet gut Freund mit Rundfunkmechanikern, Elektrikern und älteren Bastlern. Ihr braucht deren Rat bei unerklärlichen Störungen, und gewiß legen sie auch manches beiseite, was für euch noch brauchbar ist.

Reißt alte Geräte nicht gleich planlos auseinander, mitunter lassen sie sich leicht reparieren und ihr spart dadurch Arbeit. Beim Zerlegen werden alle Teile sorgfältig abgelötet und gut verwahrt. Wir kommen später noch darauf zurück.

Für unsere Arbeiten brauchen wir einen stabilen Tisch, dem ein Loch oder eine Schramme nicht weiter schaden. Im Tischkasten oder auch in einem kleinen Regal lagern wir unser Werkzeug: Hämmer, verschiedene Zangen, Vor- und Seitenschneider, Feilen, verschiedene Schraubenzieher, Blechschere, Bohrer und was wir sonst noch brauchen. Zu empfehlen ist die Anschaffung eines kleinen Schraubstockes oder einiger Schraubzwingen, weil man mitunter die Werkstücke beim Bearbeiten schlecht festhalten kann. Der Arbeitsplatz liegt zweckmäßig nahe bei der Steckdose, für die

man sich einen Doppelstecker besorgt, um gleichzeitig mehrere Geräte und eine helle Tischbeleuchtung anschalten zu können. Zum Arbeitsplatz verlegen wir uns einen Hochantennenanschluß und eine gute Erde.

Für verschiedene Bauteile, wie Kondensatoren, Widerstände, Kontakte, Schrauben und Nägel, schaffen wir uns beschriftete Kästchen an. Je übersichtlicher alles bereitliegt, desto leichter wird die Arbeit. Fachbücher und Tabellen stellen wir griffbereit auf, Notizbuch und Bleistift dürfen nicht fehlen; denn selbstverständlich führen wir über jeden Versuch genau Protokoll und notieren die Fehlerquellen. Auch interessante Schaltungen aus Zeitschriften und Fachbüchern werden dort notiert.

Wichtiges Hilfsgerät für den Elektrobastler sind einige Prüfschnüre mit Steckern an beiden Seiten, eine ordentlich isolierte Prüflampe, einige Krokodil- oder Schlitzklemmen sowie ein Glimmlampen-Spannungsprüfer. Der Spannungs- oder Phasenprüfer hat meist die Form eines Drehbleistifts oder ist mit einem Schraubenzieher kombiniert. Hält man ihn in die Steckdose oder gegen irgendeinen elektrischen Kontakt, so zündet die im Inneren angebrachte Glimmröhre, wenn die nötige Spannung vorhanden ist. Das kleine Gerät ist überall erhältlich und nicht teuer, ich empfehle euch die Anschaffung, da wir später bei unseren Glimmlampenversuchen die eingebaute Glimmröhre (meist UR 110 mit Vorwiderstand) verwenden können.

Bohrwinde und elektrischer Lötkolben sind dem Bastler unentbehrliche Werkzeuge und leicht zu beschaffen. Auch im Haushalt kann man sie immer gebrauchen. Ihr werdet gewiß nicht nur nach Anweisung dieses Buches basteln, sondern in vielem auch eigene Wege gehen, und wenn ihr euch Röhrengeräte baut, sind gute Lötverbindungen Voraussetzung für einwandfreien Empfang.

Und nun geht es los. Wir beginnen mit den wichtigsten Handgriffen, die jeder beherrschen muß. Zunächst der Umgang mit verschiedenen Bohrern.

Der Nagelbohrer dient zum Vorbohren für Holzschrauben. Mit ihm muß man vorsichtig arbeiten, er sprengt sonst das Holz auseinander. Auch zum Bohren von Isolierplatten (Hartgummi, Trolitul, Pertinax, Igelit) ist er geeignet, hierbei besteht gleichfalls die Gefahr des Ausplatzens, wenn die Bohrungen am Rande der Platte liegen. Wir sorgen bei allen Bohrarbeiten für eine feste Unterlage oder spannen das Werkstück in den Schraubstock.

Hierbei wird man zerbrechliche Platten durch kleine Holzleisten zwischen den Backen des Schraubstocks schützen.

Bessere Dienste leistet der Drillbohrer aus unserem Laubsägekasten. Für ihn lassen sich leicht größere Bohreisen herstellen. Ein Nagel, dem der Kopf abgeknipst wurde, wird an der Spitze glühend gemacht, flach geschmiedet, dann spitz abgezwickt und durch Eintauchen in Wasser gehärtet. Die Spitze ist dadurch recht spröde geworden und bricht beim Bohren von hartem Material leicht aus, ist aber für Holz und gewöhnliches Isoliermaterial, wohl auch dünnes Aluminiumblech, gut verwertbar. Jedes stärkere Blech und massive Metallteile müssen mit einem ordentlichen Metallbohrer in einer Bohrwinde oder einer Handbohrmaschine bearbeitet werden. Wollen wir Blech zerschneiden, so eignet sich gut eine stabile Blechschere. Feine Teile können wir mit Laubsäge- und Metallsägeblättern herausschneiden; auch hier muß das Blech eine feste Auflage haben. Für stärkeres Material gebraucht man die Metallbügelsäge, sicher kann man sich in einer benachbarten Werkstatt helfen lassen. Die ausgeschnittenen Metallteile sind meist scharfkantig, sie werden fest eingespannt und mit der Feile geglättet, damit man sich später nicht daran verletzt.



WIR LÖTEN

Der elektrische Lötkolben des Rundfunkmechanikers hat eine möglichst lange und nicht zu starke Spitze, so daß man leicht an verborgene Apparateteile heran kann. Wir beschaffen uns zusätzlich eine Stange Lötzinn, eine Pinzette und aus einer Musikalienhandlung ein Stück Kolophonium als Fließmittel.

Lötfett und Säure haben in einer Elektrobastelwerkstatt nichts zu suchen.

Das Kolophonium kommt in eine flache Blechdose, daneben legen wir etwas Zinn, das möglichst vor Gebrauch flachgehämmert wird. Nun heizen wir den neuen Lötkolben an. Die kupferne Spitze wird sich dabei etwas dunkler färben. Wir drücken sie in das Kolophonium ein und lassen sie eine Weile in der Schmelze. Dann reiben wir die Spitze so lange mit dem Zinn, bis sie sich gleichmäßig mit einem weißglänzenden Belag überzogen hat. Die so verzinnte Spitze ist jetzt fertig zum Gebrauch. Versuchen wir nun einzelne Teile miteinander zu verlöten. Wir nehmen einige Drähte und Blechstückchen aus verschiedenen Metallen und Legierungen. An den Verbindungsstellen müssen diese Teile sorgfältig gereinigt und blankgerieben werden (Messer, Feile, Sandpapier). Der Lötkolben wird wieder in das Kolophonium getaucht und sofort gegen die gereinigte Kontaktstelle gehalten, so daß sich das Fließmittel über die glänzende Oberfläche verteilt. Wenn wir jetzt die Kolbenspitze dagegenreiben, wird unter der Einwirkung der Hitze und des Fließmittels etwas Zinn von der Spitze auf die Kontaktstelle fließen und diese überziehen. Das Teil ist verzinnt. So müssen alle Kontakte und Drähte vor dem Zusammenlöten vorbereitet

werden. Von Zeit zu Zeit bringen wir die Kolbenspitze wieder mit dem Lötzinn in Verbindung, um den Vorrat auf der Spitze zu erneuern. Dabei dürft ihr nicht mit Kolophonium sparen, sonst fließt das Metall nicht richtig. Bilden sich auf der Spitze Schlacken, so müssen sie entfernt werden.

Die Lötverbindung wird dann folgendermaßen hergestellt: Wir bringen die dafür vorgesehenen Teile mit ihren verzinnten Kontaktstellen zusammen und geben mit dem Kolben ein Tröpfchen flüssiges Zinn zu. Jetzt muß der Metallüberzug beider Kontaktstellen ineinanderfließen, und die Verbindung ist hergestellt. Da die Teile hierbei recht heiß werden, fassen wir mit der Pinzette an. Durch kräftiges Anblasen beschleunigen wir das Erstarren der Schmelze. Ich wiederhole die wichtigsten Vorgänge: Säubern und Blankreiben der Kontakte! – Verzinnen! – Zusammenschmelzen! – Keins von den dreien darf vergessen oder nachlässig ausgeführt werden, sonst geht es nicht oder wir bekommen sogenannte „kalte Lötstellen". Wenn etwas den Bastler zur Verzweiflung treiben kann, dann sind es diese, weil sie keinen zuverlässigen Kontakt geben.

Müssen wir mehrere Drähte in einem Punkt zusammenbringen (Abb. 1), so löst sich leicht ein Kontakt, während wir den anderen anlöten. Das vermeidet man, indem alle zusammengehörigen Kontakte zu einem Bündel zusammengefaßt und unterhalb der Verzinnung mit einem Drähtchen fest umschlungen werden. Jetzt wird gelötet, alle Kontakte fließen zusammen. Der Haltedraht wird nach dem Erkalten gelöst, die Verbindung hält. Alle fertigen Lötungen werden durch Druck und Zug auf ihre Festigkeit hin geprüft und notfalls erneuert.

Steckbuchsen verzinnt man, indem die Lötösen blankgefeilt und dann mit Zinn angefüllt werden (Abb. 2).

Um uns zu üben, löten wir verschiedene Metalle aneinander. Wir sehen, daß es bei manchen schwerer geht, sie verlangen längere Hitzeeinwirkung, ehe sie sich verzinnen lassen. Aluminium bindet überhaupt nicht, da es stets von einem hauchfeinen Oxydhäutchen überzogen ist. Aluminiumteile müssen wir immer verschrauben.

Wollen wir Lötverbindungen lösen, einzelne Teile ablöten oder ganze Schaltungen zerlegen, so berühren wir die Kontakte mit der Kolbenspitze, nachdem wir diese in Kolophonium getaucht haben, und ziehen die Verbindung mit der Pinzette auseinander.

2

Abb. 1 Verzinnte Drahtenden

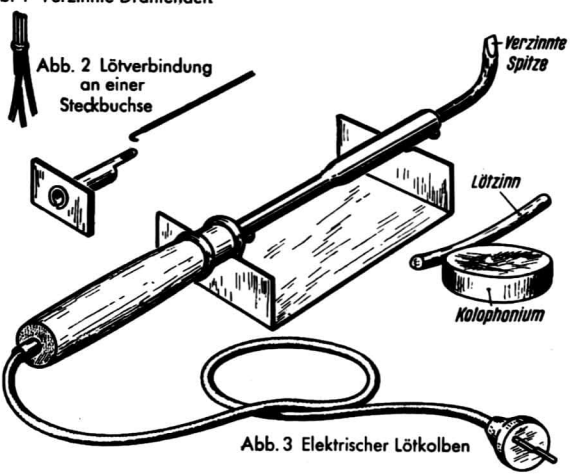


Abb. 3 Elektrischer Lötkolben

Ein flüssiges Fließmittel, das sich mit einem Pinsel gut an verborgene Kontakte bringen läßt, können wir uns leicht selbst herstellen. Wir lösen in etwas Brennspiritus so viel Kolophonium auf, daß die Lösung nicht zu dünnflüssig ist, und füllen sie in ein gut verschließbares Fläschchen. Ein Tropfen davon auf den Kontakt gebracht, läßt das Metall leicht fließen, sowie der heiße Kolben dagegendrückt.

Für unseren Lötkolben fertigen wir uns eine feuersichere Unterlage aus Blech, damit wir ihn stets aus der Hand legen können (Abb. 3). Wir lassen ihn nur so lange angeheizt, wie wir ihn zum Arbeiten brauchen.

Der Verbrauch an Zinn ist, wenn wir die Lötstellen klein halten und reichlich Kolophonium benutzen, recht gering.

Vermeidet, daß euch flüssiges Zinn heruntertropft, es setzt sich ins Gewebe der Hose oder gibt eine Brandblase, wenn es aufs bloße Knie geht.

Unfälle in der Werkstatt können vermieden werden! Ich weise euch auf die wichtigsten Vorsichtsmaßregeln hin, denn durch Vorsicht kann mancher Schaden vermieden werden.

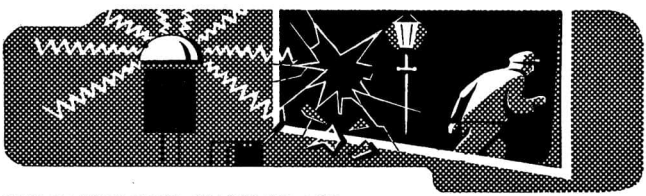
Unfallverhütung

1. Finger weg vom Netzstrom, Lebensgefahr!
2. Keine schadhaften Geräte, Stecker, Schnüre oder Sicherungen verwenden. Kurzschlußgefahr!
3. Keine unüberlegten Versuche mit Netzstrom durchführen, ans Netz gehören nur die dafür vorgesehenen Geräte.
4. Laß niemand an deine Schaltungen, der damit nicht vertraut ist, du gefährdest ihn und deine Arbeit.
5. Stumpfes und schartiges Werkzeug gefährdet dich beim Basteln.
6. Schütze auch kleine Verletzungen mit einem Pflaster; durch Schmutz gibt es Blutvergiftung.
7. Beim Verlassen des Arbeitsplatzes alle Geräte ausschalten und Stecker herausziehen, Antenne erden.

Zusammenfassung

Beim Löten alle Teile säubern und blankfeilen, verzinnen und dann erst zusammenlöten.

Beachte die Unfallverhütungsvorschriften!



WIR BAUEN EINE ALARMANLAGE

Unsere Fertigkeit im Löten erproben wir an einer einfachen Schaltung. Wir bauen uns eine Alarmanlage, die durch Klingelzeichen anzeigt, wenn jemand einen Raum oder ein Grundstück betritt. Die ganze Vorrichtung ist recht einfach aufzubauen, wir benötigen einen leicht auslösbaren Kontakt, eine Stromquelle und einen Wecker. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen uns Schaltung und Aufbau. Den Auslöser bauen wir aus einem Brettchen von etwa 8 × 10 cm. An einer Schmalseite wird auf einem Klötzchen eine Kontaktfeder aus Messingblech von etwa 6 cm Länge mit dem einen Ende festgeschraubt. An diese Schraube löten wir einen Kontakt. Links und rechts neben dem freien Ende der Kontaktfeder werden zwei weitere Klötzchen befestigt, sie sollen oben mit der Feder abschließen. Unter dem vorderen Ende der Kontaktfeder muß sich eine zweite Schraube befinden, die mit der zweiten Leitung verbunden wird. Sie soll so weit aus dem Grundbrett herausstehen, daß die Kontaktfeder in der Ruhelage fest daraufdrückt.

Heben wir jetzt die Feder etwas an und schieben über die Seitenklötzchen einen Stift, der ein Zurückschnellen der Feder verhindert, so ist der Auslöser gespannt. Die Vorrichtung wird wie ein Schalter in den Stromkreis zwischen Wecker und Stromquelle gebracht. Zieht man den Stift heraus, schnellt die Feder auf die Kontaktschraube, der Stromkreis wird geschlossen, und der Wecker schlägt an. Man könnte beispielsweise den Stift an einer ausgespannten Schnur befestigen. Sobald jemand dagegenläuft, wird der Kontakt ausgelöst (Abb. 6).

Diese Art nennt man Arbeitsstromanlage.

Eine andere Art heißt Ruhestromanlage. Die Arbeitsstromanlage hat nämlich einen Nachteil: Wird durch irgendeinen Defekt an einer anderen Stelle die Leitung unterbrochen, so kann beim Auslösen des Alarms kein Strom mehr fließen, und der Wecker schlägt nicht an.

In der Ruhestromanlage fließt, wie der Name schon sagt, ständig ein Strom. Hier wird bei Alarm die Leitung unterbrochen und über eine zweite (mitunter auch über die gleiche) Stromquelle der Wecker betätigt. Mit Ruhestrom arbeiten die Feuermelder und die Einbruchsicherungen an Tresoren und Schaufenstern. Die Abbildung 7 zeigt eine solche Anlage: Am Rande der Fensterscheibe läuft eine dünne Metallfolie entlang, die unter Strom steht. Wird die Scheibe eingeschlagen, so laufen die Sprünge im Glas bis zum Rand und zerreißen die Folie, wodurch der Ruhestrom unterbrochen und der Alarm ausgelöst wird. Solche Anlagen finden wir überall im täglichen Leben, an Rolltreppen, bei der Eisenbahn, bei der Post und im Fernmeldewesen. Oft geschieht die Auslösung durch Photozellen, durch die so lange der Ruhestrom fließen kann, wie sie von einem ultravioletten Lichtstrahl getroffen werden. Kommt jemand zwischen Lichtquelle und Photozelle, so tritt die auslösende Unterbrechung ein.

Die Schaltelemente, die von Ruhestrom auf Arbeitsstrom umschalten, nennt man Relais (sprich: Relee). Sie gleichen im Aufbau unserem Wecker, allerdings mit dem Unterschied, daß sie jeweils nur eine Bewegung ausführen: einschalten oder ausschalten. Sie arbeiten mit Gleichstrom am besten. Wenn man sie mit Wechselstrom betreibt, muß man mindestens mit einem kräftigen Brummen rechnen. Der Anker schwingt dann meist ein wenig mit der Anzahl der Polwechsel, die der Wechselstrom hervorruft. Häufig gibt es dadurch keinen sicheren Kontakt. Die Abbildungen 8 und 9 zeigen verschiedene Ruhestromanlagen und ein Relais für zwei Bewegungen. Mit einigem Geschick werden wir nach diesen Schaltskizzen manche Signal- und Schaltanlage bauen können, die sich dann bei unserer Spieleisenbahn oder im täglichen Leben, im Ferienlager und dergleichen verwenden lassen.

Ihr kennt doch sicher das moderne Märchen von dem Erfinder, der neben seinem Platz ein Schaltbrett mit hundert Knöpfen hat. Ein Druck: das Radio spielt; noch ein Druck: aus der Wand fährt ein Tisch mit leckeren

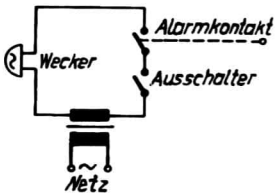


Abb. 4 Schaltbild

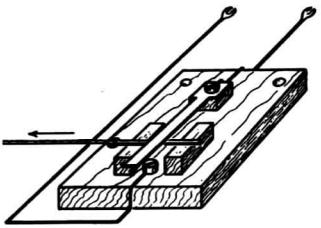


Abb. 5 Auslöser

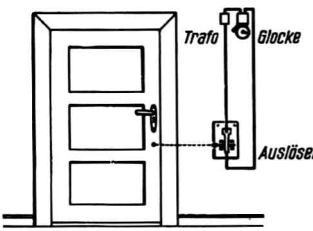


Abb. 6 Anlage

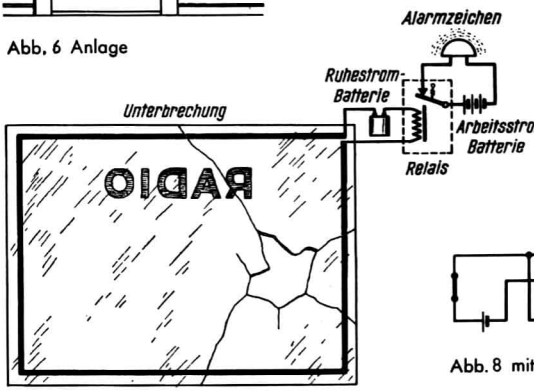


Abb. 7 Schaufensterschutz

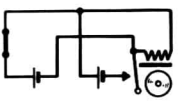


Abb. 8 mit zwei Batterien

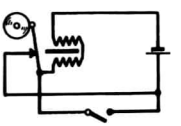


Abb. 9
mit einer Batterie

Speisen; wieder ein Druck: aus dem Keller kommen Weinflaschen hoch, beim nächsten Druck wird es dunkel, und ein Film läuft ab. Und so geht es weiter, der Besuch fällt von einem Staunen in das andere. Ihr aber würdet euch nicht verblüffen lassen, alles geht mit natürlichen Dingen zu, mit Hilfe der kleinen automatischen Schalter, der Relais. Bitte, probiert es aus. Auch ein Fernlenkmodell kann man sich auf diese Weise bauen. Ich will euch dabei helfen.

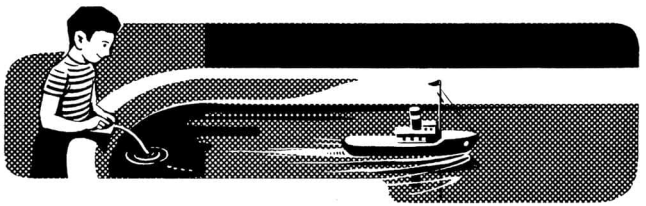
Fehlerquellen

Wenn alle Kontakte schön blank sind, das Leitungsmaterial fehlerfrei und die Batterie stark genug ist, so muß unser Auslöser eigentlich beim ersten Versuch arbeiten.

Beim Bau eines Relais müßt ihr darauf achten, daß es leicht anspricht, der Elektromagnet, der die Schaltung vornimmt, muß gut ziehen.

Zusammenfassung

Arbeitsstromanlagen lassen einen Strom fließen, sobald der Auslöser in Tätigkeit tritt, Ruhestromanlagen unterbrechen einen Strom, um dadurch eine Alarmvorrichtung auszulösen.



DAS FERNGELENKTE SCHIFF

Wir könnten selbstverständlich auch ein Auto fernsteuern; aber mit einem Wasserfahrzeug ist die Sache im allgemeinen einfacher. Die Reibung ist im Wasser nicht so groß wie auf dem Erdboden und setzt Antrieb und Steuerung keinen so großen Widerstand entgegen. Wir brauchen für den Bau neben Holz, Nägeln und Farbe eine starke Batterie, einen Elektromotor (den wir uns nach den Angaben des folgenden Kapitels auch selbst bauen können), zwei kleine Elektromagnete, einen Umschalter und etliche Meter wasserdichtes Kabel mit drei Adern. Das Kabel läßt sich notfalls durch drei ineinander verdrillte Drähte mit wasserdichter Kunststoffisolation ersetzen. Von diesem Kabel hängt die Reichweite unseres Schiffchens ab; denn unsere Anlage arbeitet nicht drahtlos. Wir haben das Modell „an der Leine" und können diese natürlich nicht beliebig lang halten, da das Gewicht des Kabels die Steuermanöver des Schiffes behindern oder gar unmöglich machen würde.

Zunächst bauen wir uns aus Holz einen hohlen Schiffskörper von 30 oder 40 cm Länge und 12 bis 15 cm Breite. Je schnittiger dieser Schiffsrumpf ist, desto besser wird er sich steuern lassen. Das Deck mit den Aufbauten wird nur mit zwei oder drei Schrauben befestigt, um jederzeit an das Innere herankommen zu können. Im Schiffskörper werden Batterie und Motor fest eingebaut (Abb. 10). Die Motorachse wird verlängert und führt durch eine Bohrung im Heck nach außen. Diese Bohrung müssen wir durch eine Stopfbuchse abdichten, damit kein Wasser in das Boot dringt. Wir pressen in die Bohrung einen mit Fett getränkten Stoff- oder Filzring

ein, der in der Mitte gerade für die Schraubenwelle Platz läßt. Die Welle soll in ihrer Drehbewegung durch die Stopfbuchse nicht wesentlich behindert werden. Später müssen wir durch reichliches Ölen die Stopfbuchse wasserdicht halten.

Aus stabilem Blech schneiden wir uns die Schiffsschraube (Abb. 11), verbiegen die Seiten in entgegengesetzter Richtung, stecken die Schraube auf eine Nadel und stellen durch Anblasen fest, ob sie faßt. Sobald der Motor eingebaut und die Welle richtig in der Stopfbuchse sitzt, kann die Schiffsschraube außen festgeschraubt oder angelötet werden. Hierbei mußt du darauf achten, daß Drehrichtung des Motors und der Schraube übereinstimmen.

Die Steuerung wird am Heck des Schiffes außenbords angebracht. Die Steuerachse erhält zwei Stützpunkte. Wir lassen am Oberdeck rückwärts oder achtern, wie Seeleute sagen, einen Fortsatz stehen, in den senkrecht ein feines Loch gebohrt wird (Abb. 12). Über der Stopfbuchse wird außenbords eine Öse befestigt, sie soll senkrecht unter der Bohrung im Oberdeck stehen. Die Steuerachse selbst ist ein starker Draht. Am oberen abgewinkelten Ende erhält er ein Weicheisenstück, das beim Steuermanöver von den Elektromagneten angezogen wird. Man steckt die Achse durch die obere Bohrung, biegt unten eine Schlaufe heraus, an der sich dann das Ruderblatt befestigen läßt, und steckt das untere Ende in die Öse. Das wird bei einiger Geschicklichkeit glatt gelingen.

Den Motor schalten wir im Schiff selbst ein; die Steuerung wird vom Ufer aus betätigt. Dazu befestigen wir links und rechts vom Weicheisenstück der Steuerachse die Elektromagnete, die wir aus Weicheisenkernen mit aufgewickeltem 0,5 bis 0,8 mm starkem isoliertem Spulendraht herstellen (Abb. 13). Nehmt möglichst viel Windungen (mindestens 70). Je ein Ende beider Spulen wird vereinigt und mit einem Pol der Batterie verbunden. Die anderen Enden erhalten jedes eine gesonderte Verbindung mit dem wasserdichten Kabel und führen schließlich links und rechts an den Steuerschalter, der vom Ufer aus betätigt wird (Abb. 14). Die Mitte des Steuerschalters wird über die dritte Ader des wasserdichten Kabels an den zweiten Pol der Batterie im Innern des Schiffes geschaltet. Die Wirkung dieser Anlage ist klar: Wir legen den Schalter nach rechts, der Steuerbordmagnet bekommt Kraft, zieht den Weicheisenanker zu sich

heran, dadurch legt sich das Steuerblatt in die entgegengesetzte Richtung, und das Schiff fährt eine Kurve nach Backbord. Sobald der Schalter wieder auf den Totpunkt, die Mitte zwischen beiden Kontakten, gelegt wird, gibt der Magnet den Anker frei, und die Strömung zieht das Ruderblatt wieder in die Gerade. Ebenso steuern wir bei entgegengesetzter Schalterstellung nach der anderen Seite (Abb. 15).

Vorher müssen wir allerdings probieren, ob das Modell den nötigen Tiefgang hat, damit Schraube und Ruderblatt ins Wasser greifen. Das Kabel wird zweckmäßig am Boden des Schiffes durch eine zweite Stopfbuchse herausgeführt und in seiner ganzen Länge durch Korkstöpsel gezogen, damit es nicht versinkt und sich am Grunde des Gewässers verfängt. Das Ruderblatt wird aus Blech gefertigt und so weit ausgeschnitten, daß sich die Schiffsschraube ungehindert drehen kann. Sollte trotz aller Berechnungen das Schiff bei der Probefahrt rückwärts laufen, so müssen die Flügel der Schraube in entgegengesetzter Richtung verbogen werden. Manchmal läßt sich durch Umpolen einer Motorwicklung die Laufrichtung des Motors verändern.

Findige Bastler werden das Schifflein hübsch anstreichen, Flaggen aufziehen, vielleicht auch Beleuchtung anbringen oder gar die Motorsteuerung mit vom Ufer aus betätigen. Das Schaltbild dafür zeigt die Abbildung 16.

Und nun „gute Fahrt!"

Fehlerquellen

Eine Magnetsteuerung kann nur dann zur Zufriedenheit arbeiten, wenn alle Einzelheiten der Leistung der Magnete angepaßt wurden. Wie weit darf der Weicheisenkern abstehen, um noch angezogen zu werden? Wie stark muß die Batterie sein, um Motor und Magnet zugleich betreiben zu können? Das muß man ausprobieren. Selbstverständlich kann auch die Batterie mit am Ufer stehen, falls das Modell zu klein ist, um Motor und Stromquelle im Schiffsrumpf aufnehmen zu können.

Zusammenfassung

Fernsteuerung ist heute vielfach im Gebrauch, sie arbeitet mit Hilfe von Relais, die durch einen Arbeitsstrom über Kabel oder auch drahtlos ausgelöst werden.

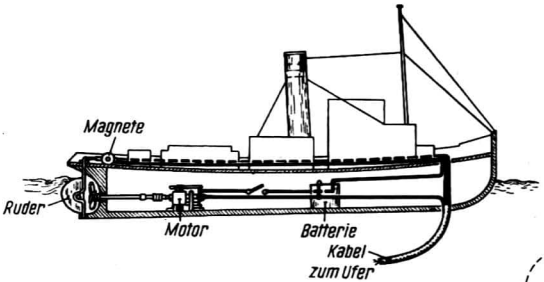


Abb. 10 Schnittzeichnung



Abb. 11 Schiffsschraube

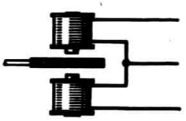
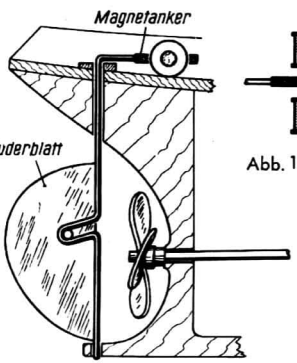
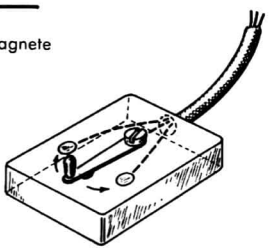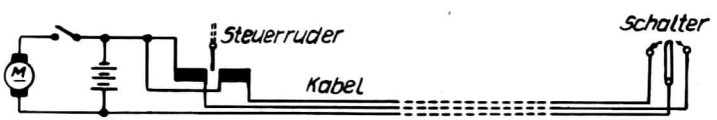


Abb. 13 Steuermagnete



12 Steueranlage



14 Steuerschalter



15 Schaltbild

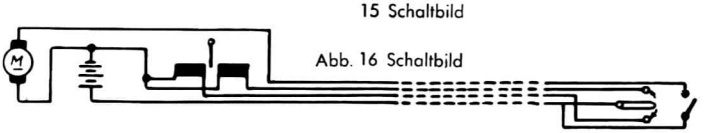
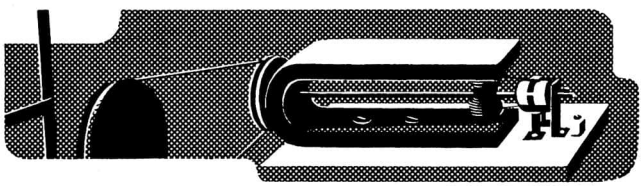


Abb. 16 Schaltbild



DER ELEKTROMOTOR

Wir haben bei unseren Bastelarbeiten so oft vom Elektromagneten gehört und wissen, daß ohne ihn Transformator, Summer, Wecker, Telefon, Relais und manches andere undenkbar sind. Wir können ihn neben der Radioröhre als das elektrische Grundelement bezeichnen. Wir werden uns daher kaum wundern, daß auch der Elektromotor auf elektromagnetischer Wirkung beruht. Ungleichmäßige Magnetspulen ziehen sich an, gleichnamige stoßen sich ab. Da sie drehbar gelagert sind, wirkt sich ihre Kraft auf die Achse aus. Wenn man dafür sorgt, daß die Magnete im richtigen Augenblick ihre Polarität ändern, wirken die Kräfte ohne Unterbrechung – die Anordnung wird zum Motor.

Wir können mit einfachen Mitteln einen Motor bauen, der in der Lage ist, kleine Modelle, unter anderem auch unser Schiff, zu treiben. Ich beschreibe zwei verschiedene Motoren. Die erste Art ist der Motor mit permanentem Feldmagneten. Ein Permanentmagnet ist ein Dauermagnet, der aus Magnetstahl besteht und uns als Hufeisenmagnet bekannt ist.

Der Motor besteht aus zwei Grundteilen, dem Stator (feststehender Teil) und dem Rotor (drehbarer Teil). Der Magnet des Stators heißt Feldmagnet, der des Rotors Ankermagnet. Beide befinden sich im Betrieb in labilem Verhältnis, das heißt sie suchen sich ständig gegeneinander zu verschieben. Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichmäßige ziehen sich an, also muß man durch eine sinnreiche Vorrichtung dafür sorgen, daß der Anker ständig so geschaltet wird, daß gleichnamige Pole zusammenkommen, die sich nun bemühen, einander abzustoßen. Diese Vorrichtung

heißt Kollektor. Damit haben wir die drei Teile des Motors: Feldmagnet, Anker und Kollektor.

Bauen wir also einen Motor mit permanentem Feldmagneten (Abb. 17). Wir brauchen dazu einen möglichst großen Hufeisenmagneten aus einem alten Lautsprecher oder Induktor, eine Stricknadel als Rotorachse, Eisendraht für den Ankerkern, Spulendraht für den Anker, ein Stück Rundholz, eine Triebscheibe, einige Blechstückchen und Schrauben. In einer Schlosserwerkstatt lassen wir uns in den sehr harten Hufeisenmagneten drei Löcher bohren. Das eine, direkt im Mittelpunkt der Biegung, soll die Stricknadel aufnehmen, die beiden anderen in einem der Schenkel unweit des Bogens dienen zum Festschrauben des Magneten auf dem Grundbrett. Wir stecken nun die Stricknadel so weit durch den Magneten, daß hinter dem Bogen gerade noch Platz für eine Triebscheibe bleibt. Zwischen den Enden der Magnetschenkel bringen wir nun den Anker an (Abb. 18). Ein Isolierrohr (Pertinax), das in seiner Länge bequem zwischen die Magnetschenkel paßt, erhält in der Mitte zwei kleine Bohrungen und wird damit auf die Stricknadel geschoben. Wir probieren jetzt sofort, ob das Rohr nirgends anstößt, wenn sich die Achse dreht. Dann werden Eisendrahtstückchen von der Länge des Isolierrohres in dieses hineingeschoben, wobei wir reichlich Alleskleber zugeben, damit der Anker fest sitzt. Wir geben so viel Drahtstücke in das Rohr, wie nur irgend hineinpassen, ohne daß sich das Rohr verzieht. Nun wird der Anker fest auf der Achse sitzen; denn die Drähte und der Klebstoff halten alles recht gut zusammen. Ein Stück vor dem Anker sitzt der Kollektor (Abb. 19). Wir fertigen ihn aus einem Stück Rundholz (etwa 1,5 cm lang), das genau in der Mitte eine Längsbohrung erhält, mit der es auf die Stricknadel geschoben wird. Die Holzrolle muß recht stramm sitzen. Notfalls helfen wir auch hier mit Alleskleber nach. Über dem Holz sitzt ein Kupfer- oder Messingblechring, der mit feinen Nägeln befestigt und dann an zwei genau gegenüberliegenden Stellen aufgesägt wird, so daß auf dem Holz zwei Halbringe liegen.

Nun wird die Ankerwicklung gefertigt. Wir löten an einer Ringhälfte des Kollektors das verzinnte Ende eines lackisolierten Spulendrahtes von etwa 0,5 mm Stärke und führen ihn zu der dem Kollektorteil gegenüberliegenden Seite des Ankers, wo wir recht gleichmäßig etwa 100 bis 120

Windungen zu einer bauchigen Spule aufwickeln. Dann gehen wir mit dem Draht weiter auf die andere Seite des Ankers und wickeln hier die gleiche Anzahl Windungen zu einer gleichartigen zweiten Spule darauf. Mit dem Drahtende gehen wir nun an die zweite, dieser Spule gegenüberliegenden Kollektorhälfte und löten es dort fest. Der Anker ist fertig. Jede Spule ist mit ihrer Kollektorhälfte verbunden und außerdem mit der anderen Spule, die ihr auf dem Ankerkern gegenüberliegt.

Die Achse, die bekanntlich ein Lager in der Bohrung im Bogen des Magneten hat, bekommt nun vor dem Kollektor das zweite. Wir biegen aus stabilem Blech einen Winkel mit verschieden langen Schenkeln. Der kurze erhält eine Bohrung für die Halteschraube, der lange aber eine für die Stricknadel passende Bohrung in gleicher Höhe der Bohrung des Magneten. Wenn das alles stimmt, schrauben wir dieses Lagerblech dicht vor den Kollektor, nachdem wir es auf das Vorderteil der Nadel geschoben haben. Nun kommt auf das vorstehende Ende der Achse eine Schraubklemme, mit der wir ein Verrutschen des Ankers verhindern. Jetzt können wir am anderen Ende, das aus dem Magneten hervorsteht, eine Triebscheibe befestigen.

Vorsorglich probieren wir, ob sich unser Anker leicht drehen läßt; denn wenn schon innerhalb des Motors ein großer Teil der Kraft durch Reibung verlorengeht, kann er natürlich nichts Rechtes mehr leisten. Wir werden merken, daß der Magnet jetzt sehr hemmend wirkt und immer bestrebt ist, den Anker in der Hochstellung festzuhalten. Dabei ist es gleich, welche Seite des Ankers nach oben oder unten steht. Sobald aber der Anker durch Stromfluß selbst magnetisch wird und seine Enden verschiedene Polarität erhalten, wird sich stets ein Nordpol einem Südpol gegenüberstellen wollen.

Uns fehlt noch eine entsprechende Schaltvorrichtung, das sind zwei verschieden lange Schleiffedern aus gut leitendem Blech (Kupfer, Messing), die links und rechts vom Kollektor am Grundbrett angeschraubt werden (Abb. 20). Sie sollen genau einander gegenüber den Kollektor berühren, wodurch sie, da verschiedene Ladungen an ihnen liegen (+ und −) in den Spulen einen Stromfluß hervorrufen. Der Kern wird magnetisch, der Anker stellt sich daraufhin so zu den Magnetschenkeln, daß sich ungleichnamige Pole gegenüberstehen. Dadurch haben sich aber die Kollektorhälften verschoben, so daß jede einer anderen Schleiffeder gegenübersteht

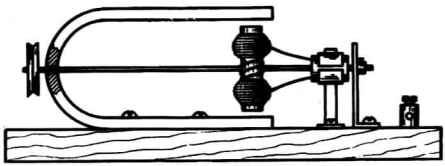


Abb. 17 Aufbau des Motors

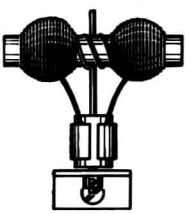


Abb. 18 Anker

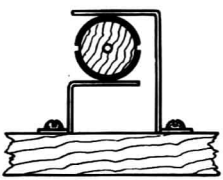


Abb. 19 Kollektor



Abb. 20 Schleiffedern

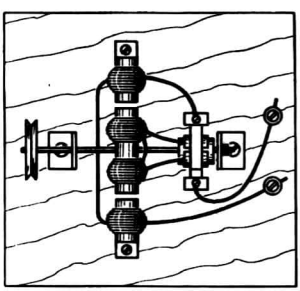


Abb. 21 Draufsicht

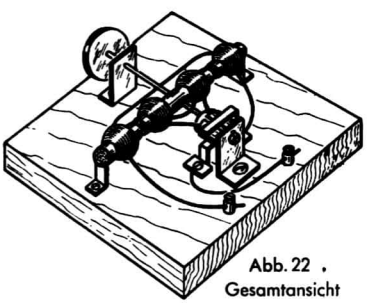


Abb. 22 . Gesamtansicht

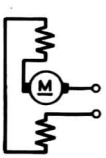


Abb. 23 unsymmetrische Schaltung

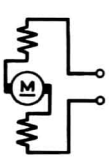


Abb. 24 symmetrische Schaltung

als vorher, wodurch sich die Stromrichtung in den Ankerspulen umkehrt und der Kern gegenteilig polarisiert wird. Wir sehen, daß es dabei allein auf die Stellung der Schleiffedern ankommt. Sie wird uns am meisten Sorgen bereiten, und wir werden eine Weile daran herumzubiegen haben, bis der Motor zu unserer Zufriedenheit läuft. Wir stellen die Federn zunächst so ein, daß sie in der Ruhelage über den Schnittstellen des Kollektors liegen und mit leichtem Druck auf dem Metall ruhen. An die Schleiffedern werden die Kontakte einer nicht zu schwachen Gleichstromquelle befestigt (zwei Taschenlampenbatterien, Sammler). Nun muß etwas passieren. Der Motor wird brummen, vielleicht auch eine hilflose Drehbewegung versuchen oder, wenn wir Glück haben, gleich munter loslaufen. Wenn nicht, so helfen wir nach, indem wir an der Triebscheibe drehen. Mit einigen Versuchen wachsen unsere Erfahrungen, um den Motor beim Einschalten in Gang zu bekommen. Wer sich Mühe beim Bau des Kollektors gibt, hat sicher Erfolg.

Eine wichtige Frage: Wie hoch dürfen wir mit der Spannung gehen, ohne Gerät und Stromquelle zu gefährden? Dafür gibt es eine Faustregel, die wir für alle selbstgebauten Elektromagnete und Summer anwenden können. Errechnen wir die Fläche des Kernquerschnitts in Quadratzentimetern und teilen die Zahl 53 durch das Ergebnis, so erhalten wir die Anzahl der Windungen pro Volt. Den Querschnitt eines runden Kerns errechnen wir mit Hilfe der bekannten Formel: $I = \pi \cdot r^2$. Ein Beispiel: Unser Kern hat einen Durchmesser von 2 cm, das entspricht einem Radius ($^1/_2$ Durchmesser) von 1 cm. Diese Zahl müssen wir laut Formel mit sich selbst malnehmen $1 \times 1 = 1$, r^2 also gleich 1. π hat die Größe von 3,1416. Mal 1 genommen bleibt ihr Wert also bestehen. Nun folgt die Schlußrechnung mit der angegebenen Faustzahl: $\frac{53}{3{,}1416} = 16{,}87$ rund 17 Windungen pro Volt. Das heißt, daß wir bei 120 Windungen einer Spule etwa 7 Volt als Betriebsspannung wählen dürfen. Da hier aber zwei hintereinandergeschaltete Spulen für den gleichen Kern aufgewickelt sind, verdoppelt sich die Zahl, da zusammen 240 Windungen auf dem Kern liegen. Wir können also den Motor mit einer Höchstspannung von 14 Volt betreiben, er wird allerdings schon bei einer weit niedrigeren Spannung laufen. Diese Regel ist, wie schon gesagt, eine Faustregel, die mit der Zahl 53 ungefähre Werte ergibt. Es spielen natürlich das Kernmaterial, das

Drahtmaterial und die Drahtstärke ebenfalls eine Rolle; aber das würde für uns zu kompliziert sein. Diese Zahlen mögen uns genügen.

Wer keinen Permanentmagneten auftreiben kann, baut die zweite Variante des zweipoligen Hauptschlußmotors mit Elektromagneten im Feld. Der Aufbau des Motors gleicht dem des bereits beschriebenen. Allerdings muß die Achse, da kein Magnet vorhanden ist, auch ein rückwärtiges Lager erhalten (Abb. 21 und 22). Links und rechts vom Anker werden Elektromagnete mit guten Kernen in Stärke des Ankers angebracht und erhalten die gleichen Windungszahlen wie die Ankerspulen. Die zweite Spule muß allerdings im umgekehrten Sinne gewickelt werden, so daß die dem Anker gegenüberliegenden Magnetkerne bei Stromfluß verschiedene Polarität erhalten. Die Anschaltung der Feldspulen kann in symmetrischer und unsymmetrischer Weise vorgenommen werden. Die Schaltbilder geben darüber Auskunft (Abb. 23 und 24).

Beim vierpoligen Motor, der selbstverständlich weit besser läuft, ist der Anker kreuzweise gebaut und hat vier Magnete im Feld. Findige Bastler werden sich die Sache wohl allein ausknobeln können.

Fehlerquellen

Der verwendete Spulendraht muß einwandfrei sein, damit nicht durch Kurzschluß ein Teil der Windungen ausfällt oder ganze Spulen unbrauchbar werden. Anker und Kollektor müssen fest auf der Achse sitzen. Die meisten Fehler treten an den Schleiffedern auf, bei Versagern muß daher immer dort zuerst gesucht werden.

Zusammenfassung

Der Elektromotor besteht aus dem Feldmagneten, dem Anker und dem Kollektor. Seine Wirkung beruht auf dem Gesetz des Magnetismus: Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Für die Berechnung von Höchstspannungen für Elektromagnete (Summer, Wecker, Motoren) gilt die Faustformel:

$$\text{Windungen pro Volt} = \frac{53}{\text{Fläche des Kernquerschnitts in cm}^2}.$$

Diese Fläche errechnet sich bei eckigem Kern aus Seite mal Seite, bei rundem Kern nach der Formel für den Kreisinhalt: $\pi \cdot r^2$, r ist der halbe Durchmesser, π die Zahl 3,1416.



DER ELEKTRISIERAPPARAT

Wer einen Summer gebaut hat, wird leicht auch einen Elektrisierapparat fertigbringen. Hier kommt es darauf an, die Primärspule mit wenigen Windungen eines starken Drahtes, die Sekundärspule aber mit vielen Windungen eines sehr feinen Drahtes zu wickeln.

Wir nehmen für den Aufbau ein gehobeltes Grundbrett von etwa 10 × 20 cm Größe. Für den Kern verwenden wir starken Eisendraht (es können rostige Abfälle vom Schrottplatz sein), schneiden uns je nach Bedarf zwei bis drei Dutzend Stücke zu je 10 cm Länge, hämmern sie schön gerade, legen sie in die glühenden Herdkohlen und lassen sie ein Weilchen in Rotglut. Sodann müssen die Stücke recht langsam auf einer Kohlenschaufel oder einem Blech abgekühlt werden. Dadurch wird das Eisen weich und weist gute magnetische Eigenschaften auf. Wer die glühenden Drähte mit Wasser oder Öl abschreckt, erreicht gerade die gegenteilige Wirkung: Das Material wird hart und spröde und für uns wenig brauchbar.

Unser Bündel Drähte pressen wir jetzt in der Hand fest zusammen und umwickeln es stramm mit einer Lage Isolierband (Abb. 25). Zur Befestigung des Kerns auf dem Grundbrett dient ein starker Blechstreifen von etwa 14 cm Länge, der nach Angabe der Zeichnung gebogen wird (Abb. 26).

Das kurze abstehende Ende erhält eine zentrale Bohrung für die Holzschraube. Das lange Ende des starken Blechstreifens wird so gegen den Drahtkern gelegt, daß an der Winkelstelle die Drähte etwa 1 cm vorstehen. Ein fester Isolierbandwickel verbindet dann beides miteinander.

Die überstehenden Drähte müssen vorn schön gleichmäßig enden, wir feilen das Bündel glatt; denn vor dieser Fläche muß später der Selbstunterbrecher arbeiten. Über das Isolierband wickeln wir recht gleichmäßig zwei Lagen lackisolierten Spulendrahtes von etwa 1 mm Stärke. Auch hierbei lassen wir vorn und hinten auf den Kerndrähten etwas Platz, damit unsere Spule nicht herunterrutscht. Zum Schutz des Drahtes folgt wieder eine Lage Isolierband. Die Anschlüsse dieser Primärspule werden beide nach vorn zum Blechwinkel hin abgeleitet (Abb. 27).

Nun wird der Winkel auf dem Grundbrett festgeschraubt, so daß vorn noch der Selbstunterbrecher Platz hat und hinten eine Fläche für die verschiebbare Sekundärspule bleibt. Der Unterbrecher besteht aus Schwingplättchen mit Haltewinkel und Kontaktschraube mit Haltewinkel. Das Schwingplättchen muß aus Eisen- oder Stahlblech sein oder zumindest der Kernfläche gegenüber einen Eisenniet tragen, der vom Magneten angezogen werden kann. Wir kennen das vom Summer her.

Einen Drahtanschluß der Primärspule legen wir an den Haltewinkel des Schwingplättchens, den anderen an einen kleinen Schalter. Von dort führt eine Verbindung zu einer Steckbuchse, eine zweite Buchse wird mit dem Haltewinkel der Kontaktschraube verbunden (Abb. 28).

Nun können wir die Primärspule prüfen. Wir führen in die Steckbuchsen die 5-Volt-Anschlüsse eines Klingeltransformators (oder auch die Anschlüsse eines Sammlers oder einer Batterie) ein und schalten an. Die Kontaktschraube wird gegen das Schwingplättchen gezogen, das etwa 1 mm vom Spulenkern abstehen soll. Jetzt muß der Selbstunterbrecher summen. Im Betrieb soll der Summton möglichst hoch gestellt werden, da dann die Schwingungen im Magnetkern gleichmäßiger werden.

Wer eine alte Steckspule besitzt oder über eine Pappröhre 30 bis 40 Windungen eines mittelstarken, isolierten Spulendrahtes aufwickelt, kann, wenn er die Anschlüsse mit denen seines Kopfhörers verbindet, die Induktionsströme abhören, sobald die Spule über den Kern der Anlage geschoben wird. Dabei hören wir, daß die Unterbrechergeräusche im Kopfhörer stärker werden, wenn wir die Spule aufschieben, und schwächer, wenn wir sie abziehen. Diese Erscheinung machen wir uns für die Sekundärspule unseres Apparates zunutze, wir bauen sie beweglich und können dann die Sekundärspannung regulieren.

Wir kleben uns dazu aus steifem Karton eine Röhre, die sich leicht über die Primärspule schieben läßt. Dann messen wir den Abstand von der Mitte des Kerns zum Grundbrett und schneiden uns aus Pappe zwei halbe Scheiben (Abb. 29). Von der Mitte der geraden Seite dieser Scheiben greifen wir den Abstand Kern–Grundbrett nach der Rundung zu ab und markieren die erreichte Stelle durch einen Punkt. Um diesen Punkt schlagen wir mit dem Zirkel einen Kreis, der dem Durchmesser unserer Kartonröhre entspricht. Wir schneiden ihn nicht aus, sondern führen mit einer Rasierklinge kreuz und quer innerhalb des Kreises Schnitte, die sämtlich durch den markierten Mittelpunkt hindurchgehen. Stoßen wir jetzt mit dem Finger den Kreis ein, so legen sich die einzelnen Spitzen nach innen um, wir können beide Scheiben über die Röhre schieben und festkleben.

Probiert gleich noch einmal aus, ob sich die Röhre leicht über die Primärspule schieben läßt und dabei die geraden Seiten der Pappscheiben über das Grundbrett gleiten.

In den Rand der hinteren Scheibe schlagen wir vorsichtig zwei Kontaktnieten aus Messing oder Kupfer, woran die Enden der Sekundärspule festgelötet werden.

Jetzt kommt das Langweiligste: das Wickeln der Sekundärspule. Wir müssen, soll uns der kleine Apparat Freude machen, 800 bis 1000 Windungen eines isolierten Spulendrahtes von 0,1 mm Durchmesser aufwickeln. Wir erleichtern uns die Arbeit durch einige Hilfsmittel. Aus drei Brettstücken wird ein kleines Bänkchen hergestellt. Die Seitenteile erhalten gegenüberliegende Bohrungen, durch die wir einen langen Zimmermannsnagel stecken. Auf diese Achse kommt die Drahtrolle, und die Abspulvorrichtung ist fertig (Abb. 30). Sie muß sich spielend leicht bewegen lassen, sonst reißt der dünne Draht. Sollte die Geschichte zu sehr wackeln, schrauben wir das Bänkchen am Werktisch fest. Nun brauchen wir noch eine solche Vorrichtung zum Aufspulen. Hier muß die Achse am Ende eine Kurbel tragen und der Pappkörper für die Sekundärspule vorsichtig auf der Achse festgekeilt werden.

Achthundert- bis tausendmal müssen wir die Kurbel drehen. Wie mühsam immer noch; aber besser als Windung um Windung mit der Hand herumzulegen. Wenn das empfindliche Drähtchen reißt, müssen beide Enden abgeschmirgelt und verlötet werden, ein Fleckchen Isolierband wird

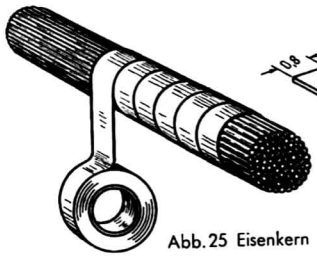


Abb. 25 Eisenkern

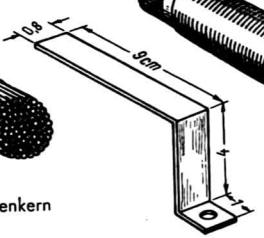


Abb. 26 Halteschiene

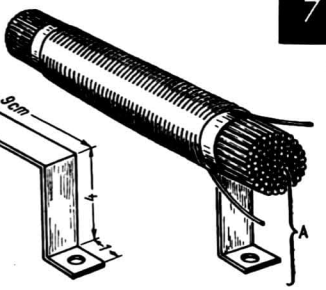


Abb. 27 Primärspule

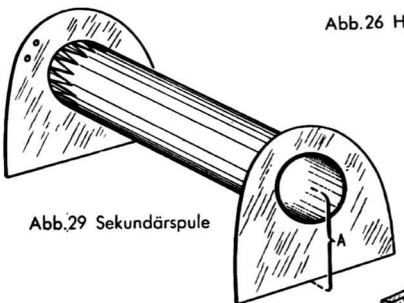


Abb. 29 Sekundärspule

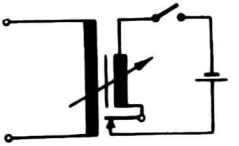


Abb. 28 Schaltbild

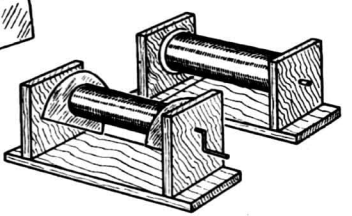


Abb. 30 Wickelvorrichtung

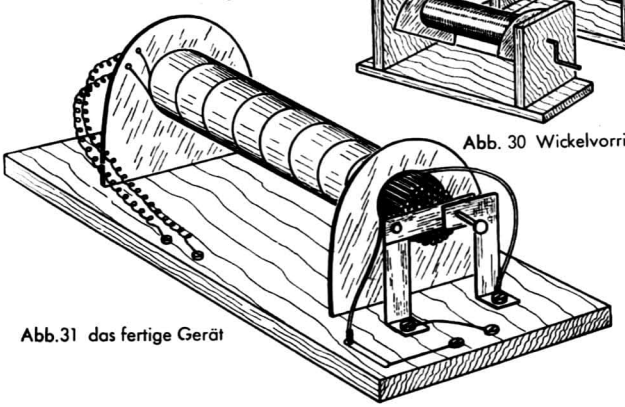


Abb. 31 das fertige Gerät

herumgelegt, und weiter geht es. Wenn man sich mal verzählt, ist's auch nicht so schlimm, Hauptsache man weiß, wieviel hundert man darauf hat. Die Spule soll recht gleichmäßig werden. Allerdings wäre es eine unnötige Belastung, wollten wir sauber Windung neben Windung legen. Das kann nur die Maschine.

Wer von euch einen Metallbaukasten besitzt, kann sich auch damit eine Aufspulvorrichtung bauen. Für die Inhaber einer Handbohrmaschine will ich noch einen Trick verraten: Wir spannen den Griff der Maschine in den Schraubstock ein, bohren oben einen passenden Rundkeil ein und stecken den Pappkörper der Sekundärspule darüber. Jetzt drehen wir an der Kurbel, und die Übersetzung der Zahnräder kommt uns zugute. Wir brauchen bei einem Verhältnis von 1:4 nur 250mal zu drehen, um 1000 Windungen auf den Körper zu bekommen. Das Übersetzungsverhältnis der Maschine erfahren wir ganz leicht, wenn wir die Kurbel einmal herumdrehen und dabei zählen, wieviel Umdrehungen die Bohrerspitze mit dem Spulenkörper macht. Bei diesen Übersetzungen ist allerdings die Gefahr des Reißens größer. Wir lassen den Draht ganz locker durch die Finger laufen und geben ihm vorsichtig die gewünschte Richtung.

Die fertige Sekundärspule wird auch wieder mit Isolierband bewickelt. An die Kontaktstellen löten wir von der anderen Seite zwei ausreichend lange Stücke isolierter, gut biegsamer Litze und führen sie zu zwei Steckbuchsen, an denen der hochgespannte Induktionsstrom abgenommen werden kann (Abb. 31).

Bei der Inbetriebnahme ziehen wir zunächst die Sekundärspule weit heraus. In die Buchsen dieser Spule bringen wir zwei Drähte, die am Ende Metallgriffe, die Elektroden, erhalten. Zwei Blechhülsen eignen sich sehr gut dafür.

Wir nehmen diese Elektroden in die Hände und schalten ein. Es kribbelt. Zunächst ist es noch angenehm; aber je weiter wir die Sekundärspule über den Kern schieben, desto heftiger zuckt es in unseren Händen. Ängstliche Naturen lassen dann die Elektroden mit einem Entsetzensschrei los.

Der Strom ist infolge seiner Schwäche ungefährlich, auch wenn die Spannung dabei sehr hoch geht. Ein Transformator – und das ist unser Elektrisierapparat ja im Grunde – kann immer nur so viel Leistung abgeben, wie er erhält. Führe ich eine Spannung von 5 Volt in der Stärke von 0,5 Ampere

zu, so entspricht das einer Leistung von 5 · 0,5 = 2,5 Watt. Soviel kann die Sekundärspule auch nur wieder abgeben. Durch das Übersetzungsverhältnis von etwa 50 Primärwindungen zu 1000 Sekundärwindungen 1:20 wird die Spannung vervielfältigt. Sekundär erhalten wir also 5 · 20 = 100 Volt. Dem entspricht bei einer Leistung von 2,5 Watt eine Stromstärke von nur 0,025 Ampere oder 25 Milliampere. Die Stromstärke, die sonst bei einer entsprechenden Spannung gefährlich werden kann, wird im Elektrisierapparat zugunsten der Spannung so sehr herabgemindert, daß wir den Strom spüren und ertragen, ohne daß er uns schädlich wird.

Trotzdem können viele Menschen das Elektrisieren nicht vertragen, und man soll niemanden damit überraschen, daß man ihn unverhofft die Elektroden des Apparates berühren läßt. Der Schreck kann sich übel auswirken, besonders, wenn wir es mit herzkranken Personen zu tun haben. Aus diesem Grunde soll man auch sekundär nicht mehr als tausend Windungen nehmen, sonst wird der Elektrisierapparat zum Induktor und kann uns durch einen heftigen Stromstoß einen Arm lähmen.

Im Kreise unserer Freunde und Familienangehörigen können wir uns mit dem selbstgebauten Apparat recht nett unterhalten. Einer reicht dem anderen die Hand, der erste und letzte dieser Kette bekommt je eine Elektrode in die freie Hand, und langsam wird der Sekundärstrom verstärkt. Ach, was werden da für Gesichter geschnitten! Oder wir legen die Elektroden links und rechts in eine Porzellanschüssel, füllen diese mit Wasser und legen ein Geldstück in die Mitte. „Bitte, liebe Freunde, wer holt es heraus?" Es sieht so einfach aus, man braucht bloß die Hand ins Wasser zu stecken und ... „Au!" Was ist das? Die Finger biegen sich über dem Geldstück um, man probiert und probiert, bis es schließlich doch einem gelingt. Ihr als die Konstrukteure haltet natürlich die stärksten Sachen aus; auch in der Kette. – Faßt die Elektroden nicht zu locker, damit der Strom eine möglichst große Übergangsfläche findet. Wer bloß vorsichtig mit zwei Fingern zufaßt, „kriegt eins gewischt", wie man so schön sagt.

Fehlerquellen

Arbeitet der Selbstunterbrecher nicht, so werden zunächst alle Kontakte geprüft, sodann das Schwingplättchen auf seine Biegsamkeit (Elastizität), seinen Abstand vom Kern und den Berührungspunkt mit der Kontaktschraube nachgesehen.

Die Primärspule darf weder unterbrochen noch kurzgeschlossen sein. Stromdurchgang mit Batterie und Glühlampe nachprüfen!

Wenn der Elektrisierapparat arbeitet, aber selbst bei ganz aufgeschobener Sekundärspule die Elektroden keinen Strom erhalten, so ist die Sekundärspule unterbrochen. Wir prüfen sie auf Stromdurchgang und müssen sie notfalls abwickeln, um die Bruchstelle zu finden.

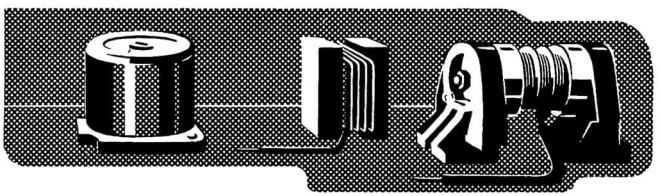
Wird im Betrieb der Klingeltrafo, der den Betriebsstrom liefert, heiß, so ist er überlastet.

Zusammenfassung

Die Leistung eines Gerätes berechnet sich aus zugeführter Stromstärke mal Spannung und wird in Watt (W) gemessen. Diese Leistung kann bei Transformatoren sekundär wieder entnommen werden, wobei ein geringer Eigenverbrauch des Gerätes beachtet werden muß. Die Spannung der Sekundärspule des Transformators ergibt sich aus dem Verhältnis beider Wicklungen.

Wir lernten die Formel kennen: Leistung (Watt) = Spannung (Volt) mal Stromstärke (Ampere) oder $W = V \cdot A$; $V = W : A$; $A = W : V$.

Der Elektrisierapparat wandelt eine geringe Spannung normaler Stärke in eine hohe Spannung geringer Stärke um.



DETEKTORSCHALTUNGEN

Wir wollen uns nun dem Rundfunkempfang zuwenden, dessen wesentliche Erscheinungen uns aus dem ersten Band unseres Bastelbuches vertraut sind. Ich erinnere noch einmal daran, daß die Rundfunkwelle aus zwei verschieden raschen Wechselströmen besteht, der Hochfrequenz (sehr rasch schwingende Trägerwelle) mit der aufmodulierten Niederfrequenz (langsamer schwingende Sprach- und Musikschwingungen).

Beginnen wir unsere Rundfunkbastelarbeiten wieder mit dem Detektorgerät. Wir wissen, wie es arbeitet: Die Antenne leitet die aufgefangenen Rundfunkwellen auf den Abstimmkreis *LC*, mit dem das Gerät auf eine bestimmte Welle abgestimmt ist (Abb. 32). Der Detektor richtet die Hochfrequenz gleich, so daß die aufmodulierten Niederfrequenzschwingungen im Kopfhörer abgehört werden können.

Detektorempfang ist im wesentlichen von drei Voraussetzungen abhängig: Entfernung des Senders, Länge der Antenne, Güte des Geräts, insbesondere der Bauteile und ihrer Anordnung, des Detektorkristalls und des Kopfhörers. Die Entfernung des Senders müssen wir hinnehmen, wie sie ist. Alles andere können wir zu unseren Gunsten verändern. Für die Antenne nehmen wir einmal grundsätzlich Hochfrequenzlitze in der Länge von 15 bis 25 Metern. Die Ableitung wird, sorgfältig gegen Erde isoliert, mit einem ordentlichen Stecker versehen. Die Erdleitung schließen wir an ein Gas- oder Wasserrohr; wo beides nicht vorhanden ist, rammen wir eine Metallstange möglichst tief in die Erde, schließen den Draht an und halten den Boden um die Stange herum immer schön feucht. Gute

Detektoren gibt es heute schon wieder überall zu kaufen. Die Kopfhörer lassen wir auf ihre Empfindlichkeit prüfen und notfalls neu aufmagnetisieren. An Stelle des Detektorkristalls kann man auch einen Sirutor nehmen. Allerdings ist dieser kleine Trockengleichrichter nicht so empfindlich wie ein Kristall, dafür braucht man ihn aber nicht mühsam einzustellen.

Nun bleibt noch genug am Gerät selbst zu verbessern. Während man für Röhrengeräte als Aufbaugestell ein „Chassis" aus Metall verwendet, benutzen wir für den Detektorapparat möglichst eine Isolierplatte aus Trolitul, Hartigelit oder Hartgummi. Wer sich die Ausgabe sparen will, benutzt ein hartes, sehr trockenes Brettchen, das er in einem alten Tiegel in der Schmelze einer Kerze kocht. Das Holz saugt sich voll Paraffin und gibt nach dem Erkalten eine gute Isolierplatte. Allerdings lassen sich diese Platten nur für Geräte verwenden, bei denen sich keine Teile erwärmen, da sonst unser billiger Isolierstoff kläglich dahinschmelzen würde.

Der Aufbau der Detektorprinzipschaltung ist uns ja bekannt und bereitet keine Schwierigkeiten. Wir benötigen sechs Buchsen: Antenne, Erde, 2mal Detektor, 2mal Kopfhörer; sie werden eingeschraubt und die Verdrahtung dann unter der Platte angelötet. Der Abstimmkondensator *C* soll möglichst ein Luftdrehko von 500 pF Kapazität sein, zur Not tut es auch ein sogenannter „Quetscher" der gleichen Kapazität. Die Spule *L* erhält für Mittelwellen etwa 75 Windungen eines mittelstarken Spulendrahtes (0,3 bis 0,6 mm ϕ) auf Isolierrohr.

Diese Prinzipschaltung mit direkter Antennenkopplung ist wohl die lautstärkste Schaltung, hat aber den Nachteil, besonders abends sehr schlecht zu trennen (Abb. 33). Falls sich in der Nähe mehrere starke Sender befinden, stören sie sich gegenseitig, und wir haben keine Freude an unserem Apparat.

Die induktive Antennenkopplung zeigt schon wesentlich bessere Ergebnisse (Abb. 34). Wir wickeln auf den gleichen Spulenkörper zunächst 35 bis 40 Windungen eines schwächeren und getrennt darüber 70 bis 80 Windungen eines etwas stärkeren Spulendrahtes. Der schwächere Draht wird an die Buchsen für Antenne und Erde gelötet, die Spulenenden des stärkeren Drahtes an beide Anschlüsse des Drehkondensators. Detektor und Kopfhörer werden wie üblich geschaltet.

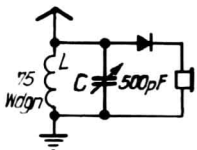


Abb.32 Prinzipschaltung

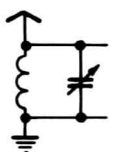


Abb.33 Direkte Antennenkopplung

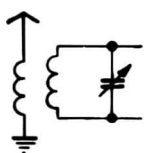
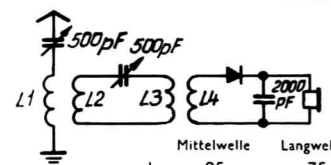


Abb.34 Indirekte Antennenkopplung



	Mittelwelle	Langwelle
L_1 =	25	75
L_2 =	50	250
L_3 =	25	75
L_4 =	50	250

Abb.35 Größte Trennschärfe

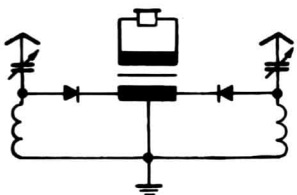


Abb.36 Doppeldetektor



Abb.37 Haspelkern (3 Kammern)



H-Kern (3 Kammern)



4-Kammer-Spule



Neosid-Spule (3 Kammern)

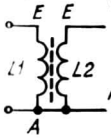
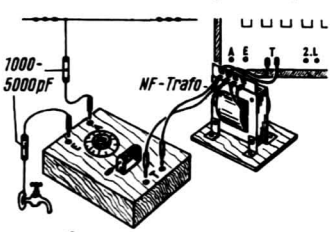
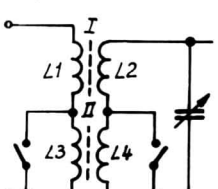


Abb. 38 Schaltung der Spule





L_3 = 80 Wdg. 0,1 Ø Kammer 1,
L_4 = 300 Wdg. 0,1 Ø Kammern 2–4

Abb.39 Schaltung für Mittel- und Langwellenbereich

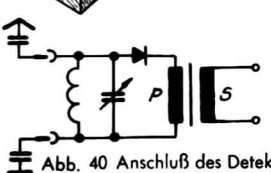


Abb. 40 Anschluß des Detektors an ein Rundfunkgerät

Während der eine nun eine bessere Trennschärfe feststellt, bleibt beim anderen vielleicht der Empfang ganz weg oder wird zu schwach. Dafür gibt es eine Abhilfe: Man kombiniert die lautstarke Schaltung mit der trennschärferen, indem ein Anschluß des Drehkos geerdet wird (Verbindung zur Erdbuchse).

Sollte sich die induktive Antennenkopplung immer noch als nicht trennscharf genug erweisen, so schaltet man in die Antenne probeweise einen zweiten 500er Drehko oder geht zur dritten Schaltung über (Abb. 35). Die Wickeldaten für die Spulen L 1 bis L 4 sind unter der Schaltskizze wahlweise für Mittel- und Langwelle angegeben. Diese Schaltung hat drei getrennte Schwingkreise: Antennenkreis, Abstimmkreis und Detektorkreis.

Eine weitere Verstärkungsmöglichkeit ist uns durch die Verwendung zweier Detektoren und zweier Antennen gegeben. Die Schaltung besteht eigentlich aus zwei kombinierten Detektorempfängern mit gleichen Spulen und Kapazitäten (Abb. 36). Sie vereinen ihre Leistungen. Wir benötigen dazu allerdings einen NF-Trafo, dessen Primärwicklung eine Mittelanzapfung aufweist. Da außerdem beide Antennen gleich lang sein müssen und die Abstimmung mit beiden Drehkos und beiden Detektoren recht umständlich ist, so möchte ich den Bau dieses Gerätes nur denjenigen empfehlen, die alle notwendigen Bauteile bereits in der Bastelkiste haben. Wir wollen ja das Detektorgerät nur als Übergang ansehen und dann zum Röhrengerät kommen, das sicherlich manche Anforderung an unsere Ersparnisse stellt.

Die Güte der Spule hat großen Einfluß auf den Empfang. Während man früher in der Rundfunktechnik durchweg aufsteckbare Honigwaben- oder Korbbodenspulen verwendete, ging man später zur Zylinderspule über, die wir ja bisher auch wickelten.

Eine wesentliche Verbesserung stellen dagegen die Spulen mit HF-Kernen dar (Abb. 37). Sie bestehen aus einem Isolierstoffkörper, der meist in mehrere Wickelkammern eingeteilt ist und in der Mitte einen grauen Kern trägt, der aus einer Keramikmasse mit feinen Eisenteilchen gepreßt wurde. Diese HF-Masse wirkt sich besonders günstig gegenüber hochfrequenten Schwingungen aus. Da sich die Kerne außerdem verstellen lassen, kann der Wellenbereich in weiten Grenzen verändert (abgeglichen) werden. Diese Spulenkörper und Kerne bekommt ihr beim Rundfunk-

händler oder in Werkstätten, die alte Apparate zerlegen. Ich habe schon alle vier Typen benutzt. Für unsere Zwecke – auch für den Empfang mit einer oder zwei Röhren – brauchen wir die Wickeldaten nicht so genau zu nehmen, es kommt auf ein oder zwei Windungen wahrhaftig nicht an, da uns die abgleichbaren Kerne gestatten, eventuelle Fehler auszubessern. Ich gebe hier eine Tabelle für den Vierkammerkern, die ich selbst ausprobiert habe und nach der die Spule entweder für Mittel- oder Langwelle aufgebaut wird (Abb. 38):

Spule	Mittelwelle			Langwelle		
	Windungen	Kammer	Draht mm ⌀	Windungen	Kammer	Draht mm ⌀
L_1	24	1 und 4	0,2	80	1	0,1
L_2	90	2 und 3	0,3	240	2 bis 4	0,08

Die Windungen werden gleichmäßig auf die angegebenen zwei oder drei Kammern verteilt, beide Spulen L_1 und L_2 müssen im gleichen Sinne gewickelt werden, daß also beispielsweise bei beiden A = Anfang unten und E = Ende oben ist und beide Wicklungen rechts oder links herum laufen. Die beiden Anfänge legen wir dann zusammen an Erde. Wickelt die Spulen recht gleichmäßig, damit wir sie dann später auch zum Röhrenempfang verwenden können. Für die übrigen Kerntypen sind die Daten ähnlich, die Antennenspule L_1 benutzt dann meist die Mittelkammer, L_2 dafür die erste und dritte. Probiert es nur aus, ihr werdet sicher Erfolg haben.

Die Kerne und Kammern befestigen wir folgendermaßen: Die untere Fläche wird mit einer Feile leicht angerauht, ebenso die Stelle, wo wir die Spule festkleben wollen. Sodann bestreichen wir beide Stellen mit Gummilösung oder Alleskleber, lassen sie ein wenig antrocknen und drücken dann rasch beide Flächen aneinander. Bald sitzt die Spule fest, und wir können die Anschlüsse verlegen und festlöten. Wer das Gerät für Mittel- und Langwelle aufbauen will, muß dementsprechend zwei Kerne nebeneinandersetzen und mit Schaltern versehen, die beide Wellenbereiche trennen. Bei Mittelwellenempfang sind die Schalter geschlossen (Abb. 39).

Nehmen wir nun unsere Schaltung in Betrieb und stellen den Drehko auf einen bestimmten Sender ein, so können wir diesen bei veränderlichen

Kernen auf den Skalenbereich verschieben. Mit Schraubenzieher oder Schlüssel läßt sich der Kern drehen. Wir verfolgen durch Nachstellen am Drehko, nach welcher Seite der Skala hin der Sender wandert. Ist er am Ende angelangt, oder kann der Kern nicht weitergedreht werden, so suchen wie die ganze Skala ab, ob inzwischen irgendwo noch andere Sender auftauchen. Dann probieren wir dasselbe nach der entgegengesetzten Seite, so daß wir schließlich unsere Schaltung auf die größte erreichbare Senderfülle eingestellt haben. Lockere Kerne werden alsdann erschütterungssicher befestigt, indem man von einer Kerze etwas Paraffin in das Kerngewinde tropft.

So haben wir unseren Detektorapparat nach allen Seiten hin vervollkommnet und suchen nun natürlich nach weiteren Verstärkungsmöglichkeiten, die allerdings jetzt nicht mehr im Bereich des Detektors liegen. Wir müssen die Elektronenröhre zu Hilfe nehmen. Ehe wir uns mit diesem wichtigsten Bauteil der modernen Rundfunktechnik näher befassen, sprechen wir rasch noch die gefahrlose Anschaltung des Detektorgeräts an das Rundfunkgerät durch (Abb. 40).

In die Antennen- und Erdleitung schalten wir je einen Schutzkondensator von 1000 bis 5000 pF ein, die mindestens auf 450 Volt Prüfspannung geeicht sind. In die Kopfhörerbuchsen stecken wir die Anschlüsse zur Primärwicklung eines NF-Transformators, dessen Sekundäranschlüsse mit den Grammofonbuchsen des Rundfunkgeräts verbunden werden.

Nun schalten wir das Gerät ein, stellen den Wellenschalter auf „Tonabnehmer", und bald wird unser Detektorgerät empfangen und das Rundfunkgerät alles recht brauchbar verstärken. Sollte uns jemand nicht glauben, daß da unser Gerät spielt, so drehen wir nur rasch einmal am Kondensator oder stellen am Detektor nach, und – siehe da – die Herrlichkeit ist zu Ende.

Bei Anschluß an reine Wechselstromgeräte können die Schutzkondensatoren fortfallen, sonst aber (bei Gleich- und Allstromgeräten) können wir nicht darauf verzichten; denn ein Kurzschluß zur Erde würde mindestens die Feinsicherung im Radioapparat, vielleicht gar unser Detektorgerät zerstören.

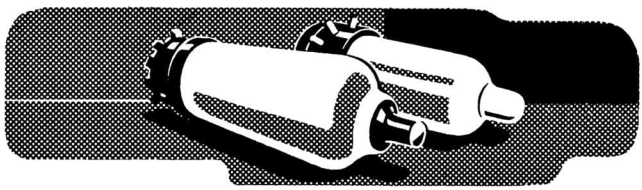
Alle Detektorschaltungen können auch mit Kristalldioden ausgeführt werden. Sie ermöglichen ohne Einstellung gleichmäßig lauten Empfang.

Fehlerquellen

Zum Detektorempfang gehört Geduld und ruhige Umgebung. Der Kristall darf nicht mit den Fingern berührt werden! Obacht geben auf kalte Lötstellen, alle Verbindungen auf ihre Festigkeit prüfen! Alle Drähte, die auf Spulen gewickelt werden, müssen einwandfrei sein, beschädigte Lackisolation hebt die Wirkung der Spulen auf. Wer feine Litze verwendet, muß darauf achten, daß alle einzelnen Adern beim Löten mit erfaßt werden, da totliegende Adern dämpfend wirken und den Empfang schwächen.

Zusammenfassung

Trennschärfe geht immer auf Kosten der Lautstärke. HF-Kerne sind aus Keramikmasse und Eisenteilchen gepreßt und haben für Hochfrequenz besonders günstige magnetische Eigenschaften. Durch Veränderung ihrer Lage zu der sie umgebenden Spule läßt sich die Abstimmung verändern.



DIE RADIORÖHRE

Es ist hier nicht der Platz, auch eine erschöpfende Darstellung der Vorgänge innerhalb der Elektronenröhre zu geben. Wer sich für alle Einzelheiten interessiert, dem empfehle ich, eine der zahlreichen Broschüren über dieses Fachgebiet zu lesen.

Ich will hier nur das Wichtigste erzählen, damit jeder weiß, wieso die Rundfunkröhre gleichrichten und verstärken kann.

Schließt man in einen Glaskolben zwei voneinander getrennte Elektroden ein und pumpt ihn luftleer, so kann sich eine an die Elektroden gelegte Spannung nicht ausgleichen, da das Vakuum (Luftleere) im Normalfalle nicht leitet. Das ändert sich aber, sobald wir eine der Elektroden zum Glühen bringen, sie heizen, wie man fachmännisch sagt. Jetzt treten nämlich aus der glühenden Elektrode, Kathode genannt, Elektronen aus, umgeben sie wie eine Wolke und machen dadurch den Raum zwischen beiden Elektroden leitend. Nun kann sich die angelegte Spannung zwischen Kathode und Anode (so heißt die kalte Elektrode in der Röhre) ausgleichen. Es fließt ein Strom, der Anodenstrom, den uns ein zwischengeschaltetes Milliamperemeter anzeigt (Abb. 41).

Wiederholen wir also kurz; denn das ist sehr wichtig: In der Röhre befinden sich in einem Vakuum zwei Elektroden, Kathode und Anode genannt. Die Kathode, als Glühfaden ausgebildet, wird geheizt, die Anode bleibt kalt. Zum Betrieb der Röhre brauchen wir zwei verschiedene Spannungen. Einmal die Heizspannung für den Glühfaden (Kathode) und die Anodenspannung, die an beiden Elektroden liegt. Diese einfachste

Röhre heißt Zweipolröhre oder Diode, weil sie zwei Elektroden enthält. Sie hat Gleichrichterwirkung; denn sie läßt zwischen Anode und Kathode den Strom nur in einer Richtung passieren. Wir wissen, daß er immer in Richtung zur Anode fließt.

Wir können also eine Radioröhre wie einen Detektor schalten und dadurch die hochfrequenten Ströme gleichrichten. Das aber soll in einem eigenen Kapitel besprochen werden.

Die Diode dient auch zum Gleichrichten des Netzstroms in Gleichrichtern und Wechselstromgeräten. Man nennt sie dann Netzgleichrichterröhre. Für den Betrieb eines Rundfunkapparates muß der Anodenstrom stets Gleichstrom sein, sonst überlagert sein Brummton die Niederfrequenz, und wir können weder Musik noch Sprache klar empfangen. Auch hierüber soll ein eigenes Kapitel berichten. Das Schaltzeichen der Diode zeigt die Abbildung 42. Die Diode hat drei Stifte oder Sockelkontakte, zwei für Heizung nebst Kathodenanschluß, einen für die Anode. Vielgebrauchte Gleichrichterröhren sind die Typen: RGN 354, RGN 564, RGN 1404. Andere weisen gegenüber den genannten eine Verbesserung auf, sie haben eine vom Heizfaden getrennte Kathode. Das heißt, der Heizfaden dient nur zum Erwärmen der Kathode, er befindet sich als Heizdraht isoliert innerhalb der als Röhrchen ausgebildeten Kathode. Da es ein Weilchen dauert, bis die Kathode die nötige Wärme hat, sind diese „indirekt geheizten Röhren" nicht sofort nach dem Einschalten betriebsbereit. Erst nach kurzer Zeit können sie dann normal arbeiten. Die wichtigsten dieser Typen sind CY 1, UY 11, UY 21, VY 1, VY 2.

Wieder andere haben zwei Anoden. Über diese Zweiweg-Gleichrichterröhren werden wir noch beim Netzgleichrichter sprechen.

Von der Diode kommen wir zur nächsten Gattung, der Dreipolröhre oder Triode (Abb. 43). Sie hat eine weitere Elektrode in Form einer Spirale zwischen Anode und Kathode, das Gitter oder Steuergitter (Abb. 44). Legt man an dieses Gitter eine geringe Spannung, so kann damit der Anodenstrom, der ja das Gitter passieren muß, beeinflußt werden. Eine positive Gitterspannung erhöht, eine negative schwächt den Anodenstrom. Durch eine wechselnde Gitterspannung läßt sich also der Anodenstrom regulieren (steuern, daher Steuergitter). Die geringste Spannungsänderung am Gitter hat eine große Wirkung auf den Anodenstrom. Was

merken wir also? Kleine Schwankungen am Gitter = große Schwankungen an der Anode = verstärkende Wirkung der Röhre. Was liegt nun auf der Hand? Wir schließen ans Steuergitter einen Schwingkreis (beispielsweise den Abstimmkreis unseres Detektorapparates) und können dessen Schwingungen im Anodenkreis verstärkt abnehmen.

Merken wir uns: Die Diode hat Gleichrichterwirkung, die Triode verstärkt. Die Elektronenröhren haben dabei den unschätzbaren Vorteil, daß die Wirkung augenblicklich eintritt, sie wird durch nichts verzögert, die Röhre arbeitet trägheitslos.

Wir kennen den Summer, das Relais, deren Wirkung eintrat, sobald wir auf die Taste drückten oder den Schalter betätigten. Was geschah? Die Magnete bekamen Kraft und zogen den Anker oder das Schwingplättchen zu sich heran. Und diese mechanische Arbeit brauchte Zeit, war es auch nur ein Bruchteil einer Sekunde. Wir wissen aber, daß bestimmte Ströme mit sehr hoher Frequenz schwingen, für die die Trägheit von Anker und Schwingplättchen zu groß würde, um alle Schwingungen genau mitzumachen. Diese mechanischen Teile stellten sich dann wohl auf einen Mittelwert ein und würden nicht weiter auf die raschen Schwingungen reagieren.

Innerhalb der Röhre, die ja auch im gewissen Sinne ein Relais ist, gibt es aber keine mechanischen, sondern nur elektrische Vorgänge. Elektronen sind bekanntlich sehr schnell, sie eilen in jeder Sekunde 300000 Kilometer weit; eine unvorstellbare Geschwindigkeit. Alle Vorgänge, bei denen nur die Elektronen die sich bewegenden Teilchen sind, spielen sich entsprechend rasch, für uns praktisch ohne jeden Zeitunterschied zwischen Ursache und Wirkung ab.

Wir sagen also: Die Elektronen- oder Radioröhre arbeitet trägheitslos.

Die Röhre kann nur dann richtig arbeiten, wenn sie die richtige Gittervorspannung erhält. Sie wird damit „auf den Arbeitspunkt" eingestellt, wie der Fachmann sagt. Wir können schon aus diesem Grunde nicht jede beliebige Röhre für jede Schaltung verwenden. In der Praxis wird das Steuergitter gegenüber der Kathode immer leicht negativ gehalten, wir sprechen von der richtigen negativen Gittervorspannung. Auch darauf kommen wir in unserer weiteren Arbeit noch zurück.

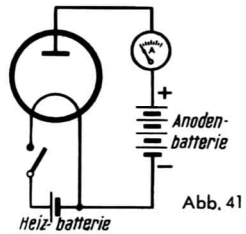
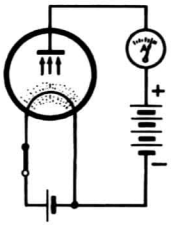


Abb. 41

ungeheizt



geheizt



Abb. 42 Diode

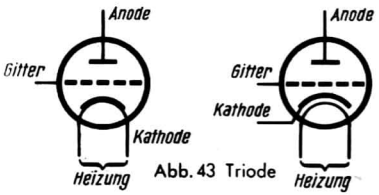


Abb. 43 Triode

Direkte Heizung

Indirekte Heizung

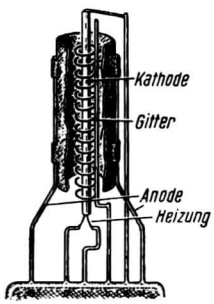
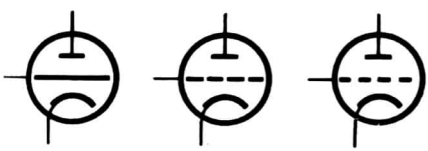


Abb. 44 Aufbau der Triode



klein mittel groß

Abb. 45 Durchgriff

Wir kennen neben Diode und Triode weitere Röhren, die mehr Elektroden vereinen. Die Tetrode (Vierpolröhre) bekommt zwischen Steuergitter und Anode ein zweites, das sogenannte Schirmgitter. Es wird immer positiv geladen, und zwar etwas niedriger als die Anode, und bewirkt eine Beschleunigung der Elektronen auf ihrem Wege zur Anode hin. Gleichzeitig vermindert das Schirmgitter die Kondensatorwirkung der Röhre, die Kapazität zwischen Gitter und Anode.

Die mit großer Geschwindigkeit auf die Anode treffenden Elektronen reißen dort aus dem Metall andere Elektronen – „Sekundärelektronen" genannt – heraus, ähnlich wie aus einer Wasserfläche Spritzer hochschlagen, wenn heftig etwas eingegossen wird. Diese Sekundärelektronen nehmen den Weg zurück gegen den Elektronenstrom und gelangen zum Schirmgitter, wo sie zusätzlich einen schädlichen Schirmgitterstrom erzeugen. Um das zu vermeiden, schiebt man zwischen Schirmgitter und Anode ein drittes – das „Bremsgitter" – ein, das mit der Kathode verbunden, also negativ geladen ist. Es bremst die Sekundärelektronen ab und lenkt sie zur Anode zurück. Die Röhre wird dadurch zur Fünfpolröhre oder Pentode.

Fassen wir also zusammen: Der Elektronenstrom passiert, nachdem er aus der Kathode austrat, auf dem Wege zur Anode in der Diode kein Gitter, in der Triode das Steuergitter, in der Tetrode Steuergitter und Bremsgitter. Die weiteren Typen: Hexode (Sechspolröhre), Septode (Siebenpolröhre und Oktode (Achtpolröhre) sollen uns hier weniger interessieren, sie sind nur für den erfahrenen Bastler von Bedeutung.

Weit wichtiger sind für unsere Zwecke die Verbundröhren, die in einem Kolben zwei komplette Röhrensysteme vereinen (z. B. eine Diode neben einer Pentode) und für Bastelempfänger sehr günstig sind, da sie viel Kosten ersparen.

Kommen wir nun noch auf zwei wichtige Dinge zu sprechen: die Bezeichnung der Röhren und ihre Kenndaten.

Um die Radioröhren gut voneinander zu unterscheiden und ihre Verschiedenheit zu charakterisieren, hat man Buchstaben- und Zahlengruppen als Bezeichnung gewählt, die auf den ersten Blick ihre wichtigsten Merkmale verraten. Das müssen wir wissen und beherrschen.

Der erste Buchstabe gibt uns Auskunft über die Heizung der Röhre. So bedeutet:

A = 4 Volt Wechselspannung. Die A-Röhren sind indirekt geheizt, können aber auch aus einer 4-Volt-Batterie geheizt werden, brauchen allerdings eine sehr beachtliche Stromstärke (zwischen 0,65 und 2 Ampere), so daß die Batterie rasch verbraucht wäre.

B = 180 mA (Milliampere) Gleichstrom. Die Spannung ist bei den einzelnen Röhren verschieden.

C = 200 mA Gleich- oder Wechselstrom, auch hier ist die Spannung verschieden.

D = 1,25 Volt Batterieheizung. Die Stromstärke ist sehr niedrig (zwischen 25 und 200 mA).

E = 1–9 (z. B. E B 2) = 6,3 Volt Autobatterieheizung.

E = 11–20 (z. B. E F 12) = 6,3 Volt Gleich- oder Wechselspannung.

E = 80–99 (z. B. E L 84) = 6,3 Volt Gleich- oder Wechselspannung (moderne Miniaturröhre).

F = 13 Volt Autobatterieheizung.

K = 2 Volt Batterieheizung.

N = 12,6 Volt Gleich- oder Wechselspannung.

U = 100 mA Gleich- oder Wechselstrom.

V = 50 mA Gleich- oder Wechselstrom.

Der zweite Buchstabe – bei Verbundröhren auch der dritte und vierte – verrät uns die Verwendungsmöglichkeit:

A = Zweipolröhre für Empfangsgleichrichtung,

B = Duodiode (Doppelzweipolröhre) für HF-Gleichrichtung und Regelspannung,

C = Triode für Gleichrichtung und Verstärkung,

D = Triode als Endröhre (Lautsprecherröhre),

E = Tetrode,

F = Pentode für alle Zwecke,

H = Hexode,

K = Oktode,
L = Endpentode oder Endtetrode (Lautsprecherröhre),
M = Magisches Auge,
Y = Netzgleichrichtung (Einweg),
Z = Netzgleichrichtung (Zweiweg).

Die Ziffern sind Fertigungsnummern und dienen zur Unterscheidung verschiedener Röhren ähnlichen Aufbaus.

Habt ihr's verstanden?

Rasch die Probe aufs Exempel: Was ist die AF 7 für eine Röhre? Kleinigkeit: Eine Pentode für 4 Volt Wechselstromheizung. Und die EL 12? – Eine Endpentode für 6,3 Volt Gleich- oder Wechselstromheizung. Und die UEL 51? – Au! – Drei Buchstaben? – Ja, es handelt sich um eine Verbundröhre mit 100 mA Heizstrom, und zwar vereinigt sie in einem Kolben E = eine Tetrode und L = eine Endröhre, und zwar in diesem Fall auch eine Tetrode. Wir merken uns also: Drei und vier Buchstaben sind das Kennzeichen der Verbundröhren.

Ich sehe schon die etwas erfahreneren Bastelfreunde den Finger heben und fragen: Was sind denn nun R-Röhren, die hast du gar nicht angeführt? Ja, viele ältere Röhren führen ein Dasein außerhalb des bekannten Röhrenschlüssels. Auch darauf will ich eingehen.

Da haben wir zunächst die RE-Röhren, ältere mit 4-Volt-Batterie- und Wechselstromheizung. Sie wurden hauptsächlich in den Volksempfängern verwendet (z. B. RE 134, RE 074). RES-Röhren haben ein Schirmgitter, sind also Pentoden, RENS-Röhren sind die entsprechenden Typen mit indirekter Heizung, Netzbetrieb. Also: RE ist die Grundbezeichnung für die direkt geheizte Triode, S heißt Schirmgitter, N heißt Netzbetrieb, indirekte Heizung, G bedeutet Gleichrichterröhre. Von diesen Röhren wird zur Zeit die RGN 1064 neu hergestellt.

Wir treffen ferner Röhren der Firma Valvo und Philips, die einen Buchstaben haben und eine drei- oder vierstellige Zahl dahinter (z. B. A 4110), sie entsprechen den RE-Röhren. Wer solche Typen hat und verwenden will, muß die Kenndaten beim Fachmann erfragen.

Viel in Gebrauch sind die technischen Röhren, die heute fast alle neu gefertigt werden und häufig erhältlich sind. Wir finden dabei ganz eigen-

artige Bezeichnungen wie Ba, Bi, C 3b oder RV 12 P 2000. Sie haben mitunter ganz ausgezeichnete Leistungen und finden bei Ersatzbestückung in manchem Rundfunkgerät Verwendung. Ziffernröhren wie 6 AG 7, 6 J 5 usw. stammen aus sowjetischer oder amerikanischer Fertigung, haben einen achtpoligen Stiftsockel (Oktalsockel) und werden wegen ihrer guten Leistungen auch bei uns nachgebaut. Angaben darüber finden wir in der Röhrentabelle.

Nun zu den Kenndaten. Wir können nicht, wie ich schon bemerkte, verschiedene Röhrentypen beliebig gegeneinander austauschen. Wie jede Röhre für eine ganz bestimmte Heizung gebaut ist, deren Nichtbeachtung zum Durchbrennen des Heizfadens führen würde, so darf auch die Anoden- oder die Schirmgitterspannung nicht zu hoch gegriffen werden, da sonst die Röhre unbrauchbar wird. Auch der Verstärkungs- und Leistungsfaktor ist bei den einzelnen Röhren verschieden. Wir sprechen zum Beispiel von unterschiedlicher „Steilheit", verschieden hohem „Durchgriff" und „Innenwiderstand".

Arme Freunde, raucht euch nicht schon der Kopf? Was habt ihr in diesem einen Kapitel nicht schon alles behalten müssen. Und was wird noch kommen? Fortwährend tauchen neue Begriffe auf. Wer weiß noch, welcher Unterschied zwischen Diode und Tetrode besteht, was „trägheitsloses Arbeiten" bedeutet und was das Steuergitter vom Bremsgitter unterscheidet?

Das Kapitel „Elektronenröhre" ist bestimmt eins der schwierigsten, aber zugleich auch das grundlegende Kapitel der modernen Nachrichtentechnik. Lest es bitte nicht einmal, sondern fünfmal, macht euch Notizen und sucht zu begreifen, was ihr lest; denn all das begegnet euch bei der Arbeit mit Röhrengeräten immer wieder.

Ich will euch nun auch nicht länger mit Theorien quälen, klären wir nur noch die eben erwähnten Begriffe: Steilheit, Durchgriff und Innenwiderstand.

Daß eine Röhre gegenüber dem Anodenstrom einen Widerstand darstellt, ist wohl jedem klar. Wir haben gelernt, daß die Gitterspannung den Anodenstrom steuert, also muß die Beschaffenheit des Gitters mit dem Widerstand innerhalb der Röhre zusammenhängen. Das Gitter, das – wie wir schon besprachen – als Spirale um die Kathode herumliegt, kann seine Windungen eng beieinander oder weiter auseinandergezogen

haben (Abb. 45). Wir sprechen von verschieden hohem Durchgriff. Selbstverständlich läßt ein äußerst enges Gitter keine Elektronen von der Kathode zur Anode gelangen, ein extrem weites Gitter kann dagegen keinen Einfluß mehr auf den Anodenstrom ausüben, ist praktisch nicht vorhanden. Zwischen beiden Möglichkeiten liegt ein gewaltig großer Spielraum, eben der unterschiedliche Durchgriff der Röhrengitter. Wir sehen leicht ein, daß der Innenwiderstand der Röhre im gleichen Verhältnis wächst, wie der Durchgriff sich verringert. Davon hängt aber als dritte Größe der Verstärkungsfaktor einer Röhre ab, ihre Steilheit. Durchgriff, Innenwiderstand und Steilheit haben Werte, die miteinander multipliziert die Zahl 1 ergeben ($D \cdot Ri \cdot S = 1$). Daraus folgt, daß man so wie beim Ohmschen Gesetz die dritte Größe berechnen kann, wenn zwei gegeben sind.

Dem Innenwiderstand einer Röhre entspricht ein Außenwiderstand, der in der jeweiligen Schaltung berücksichtigt werden muß. Wir erhalten daher für jede Röhre im Schaltbild eines Apparates andere Widerstands- und Kapazitätswerte.

Haltet euch bei den Bastelarbeiten mit Röhren also bitte an die genauen Angaben und ändert diese nur, wo es ausdrücklich erlaubt wird; denn Röhren sind wertvolle Bauteile, die man nicht ohne weiteres ersetzen kann wie einen unterbrochenen Draht.

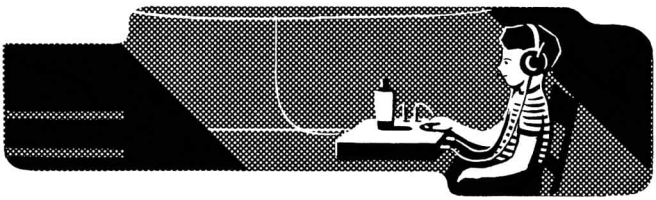
Zusammenfassung

Die Elektronenröhre enthält in einem Vakuum (Luftleere) mindestens zwei Elektroden, von denen die eine geheizt (Kathode) und die andere kalt ist (Anode).

Die Diode hat nur Gleichrichterwirkung, während die anderen Röhren (Triode, Tetrode, Pentode) verstärkend wirken können.

Die Elektronenröhre arbeitet trägheitslos.

Der erste Kennbuchstabe der Röhre gibt Auskunft über die Heizung, der zweite über die Verwendungsart der Type. Drei und vier Buchstaben sind Kennzeichen der Verbundröhren.



DIE RADIORÖHRE ALS VENTILDETEKTOR

Wir beginnen unsere Arbeit mit der Elektronenröhre beim Detektorapparat. Der Kristalldetektor soll durch eine Röhre ersetzt werden. Hierzu braucht man eine Diode, der man die erforderliche Heizspannung zuführt und sodann Anode und Kathode mit den Buchsen des Kristalldetektors verbindet. Der durch die Hochantenne aufgenommene Strom genügt bereits für die Gleichrichtung. Wir haben einen gleichmäßigen Empfang, der die Lautstärke einer guten Detektorleistung erreicht.

Wie führen wir den Versuch praktisch aus? Geeignet ist jede noch brauchbare Gleichrichterröhre, am bequemsten für uns eine der alten 4-Volt-Typen, die sich vielleicht in der Bastelkiste befinden oder in einer Rundfunkreparaturwerkstatt billig beschaffen lassen. Ich habe den Versuch mit der RGN 354 und der RGN 564 ausgeführt.

An die weit zur Seite liegenden Sockelstifte löten wir die Heizleitung. Von einem der beiden führt außerdem eine Leitung mit Stecker ab. Der mittlere, ein wenig seitwärts liegende Stift ist die Anode. Auch von hier führt ein Draht mit Stecker ab. Wer die Heizleitung nicht nach der Sockelschaltung (Abb. 46) herausfindet, der prüfe den Faden mit Hilfe eines Kopfhörers und einer Taschenlampenbatterie. Wir schalten Batterie und Kopfhörer hintereinander (Abb. 47) und berühren mit den freien Kontakten zugleich zwei Stifte der Röhre. Sobald das bekannte Gleichstromknacken im Kopfhörer einsetzt, haben wir die beiden Heizanschlüsse gefunden. Da das Knacken nur erfolgt, wenn der Heizfaden intakt ist,

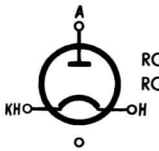
können wir damit auch prüfen, ob kein Schaden am Heizfaden vorliegt.

Haben wir die Anschlüsse wie oben beschrieben herausgefunden und die Leitungen angelötet, so stecken wir Anode und Kathode in die Detektorbuchsen unseres Apparates und stellen am Drehko nach. An die Heizanschlüsse wird eine neue Taschenlampenbatterie (4,5 Volt) gelegt, und schon funktioniert die Sache.

Verwenden wir eine Zweiweg-Gleichrichterröhre wie RGN 504 oder AZ 1, AZ 11, die zwei Anoden besitzen, müssen diese miteinander verbunden werden (Abb. 48). Auch Mehrgitterröhren eignen sich, hierbei müssen wir aber alle Gitter mit der Anode verbinden (Abb. 49), wodurch diese Röhren zu Dioden werden. Einige verwendbare Typen und ihre Anschaltung habe ich euch aufgezeichnet (Abb. 50, 51, 52). Wer sich für diesen und alle weiteren Versuche eine neue Röhre anschaffen will, dem empfehle ich, die AF 7, die EF 12 oder eine moderne Miniaturröhre wie die EF 80 zu kaufen. Es werden allerdings bei jedem Versuch auch alle anderen möglichen Typen angegeben, um den Bastlern mit alten Beständen Gelegenheit zu verschaffen, ihre Röhren zu benutzen.

Für die Verwendung der Elektronenröhre als Ventildetektor muß vorausgesetzt werden, daß in Spannung und Stärke der richtige Heizstrom vorhanden ist. Taschenlampenbatterien eignen sich nur für kurzzeitige Versuche, es sei denn, wir benutzen Röhren mit sehr niedrigem Heizstromverbrauch wie die Typen der K- und D-Serie oder alte Spezialröhren der RV-2,4-Serie, die man mitunter in Rundfunkgeschäften bekommt.

Indirekt geheizte Röhren, zum Beispiel unsere AF 7 oder ihre Schwester, die Regelröhre AF 3, können mit 4 Volt Wechselspannung geheizt werden. Sie verbrauchen einen Heizstrom von 650 mA. Schließen wir die Heizleitung an die 5-Volt-Buchsen unseres Klingeltransformators, so wird durch die hohe Belastung die Spannung des Trafos absinken, so daß wir die richtige Spannung bekommen. Allerdings muß im Betrieb häufig der Trafo kontrolliert werden, damit er nicht überlastet und zu heiß wird. Ein Trafo, dessen Typenschild eine Belastbarkeit von 1 Ampere angibt, wird jedenfalls die Sache schaffen. Merkt euch bitte: Unterheizung wird auf die Dauer der Röhre gefährlich, sie kann taub werden. Zu starke Überheizung überlastet den Heizfaden und läßt ihn im ungünstigsten Falle durchbrennen.



RGN 354
RGN 564

Abb. 46 Einweg-Gleichrichterröhre

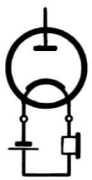
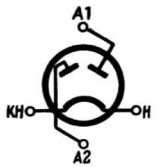


Abb. 47 Prüfung des Heizfadens



RGN 504
RGN 1064
AZ 1
AZ 11

Abb. 48 Zweiweg-Gleichrichterröhre

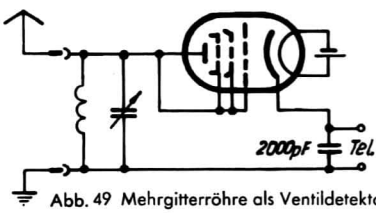


Abb. 49 Mehrgitterröhre als Ventildetektor

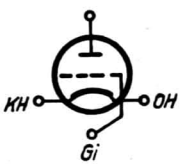


Abb. 50 Triode mit Stiftsockel

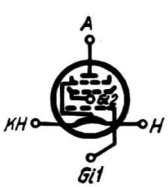


Abb. 51 Pentode mit Stiftsockel

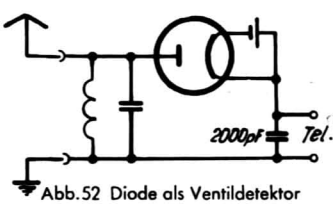


Abb. 52 Diode als Ventildetektor

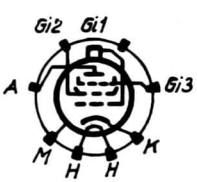


Abb. 53 Pentode mit Außenkontaktsockel

A = Anode
K = Kathode
H = Heizfaden
Gi 1 = Steuergitter
Gi 2 = Schirmgitter
Gi 3 = Bremsgitter

Wer sich für diese und weitere Versuche einen Heiztrafo anschaffen will, dem empfehle ich, einen Universalheiztrafo mit den Klemmen 0 Volt, 4 Volt, 6,3 Volt und 12,6 Volt anzuschaffen. Zwischen 4 und 6,3 können wir 2,3 Volt entnehmen, zwischen 4 und 12,6 außerdem 8,6 Volt. Andererseits werden wir uns – vorausgesetzt, daß wir am Wechselstromnetz liegen – doch sicher das im folgenden Kapitel beschriebene Netzgleichrichtergerät bauen wollen. Dafür brauchen wir einen Netztrafo, der uns aus einer Extrawicklung auch Heizstrom für die Röhren liefert. Wer nur ein Gleichstromnetz zur Verfügung hat, muß mit Hilfe von Vorschaltwiderständen auf die nötige Spannung kommen; denn man kann Transformatoren nur ans Wechselstromnetz anschließen, da sie bei Gleichstrom durchbrennen. Es gibt allerdings eine Möglichkeit, auch bei Gleichstrom mit Trafos zu arbeiten, wenn man davor einen Zerhacker schaltet. Das ist ein Gerät nach Art unseres Summers, der ja, wie wir uns erinnern, durch die Arbeit des Selbstunterbrechers den aus der Batterie entnommenen Gleichstrom in Wechselstrom verwandelt.

Wir werden beim Aufbau der Röhrenschaltungen auch die Allstromgeräte besprechen, damit wir die Möglichkeit haben, den Apparat wahlweise mit beiden Stromarten zu betreiben.

Zum Schluß dieses Kapitels will ich noch etwas näher auf die Röhre AF 7 eingehen. Sie hat am Glaskolben einen Metallüberzug, der mit der Kathode verbunden ist. Dadurch wird das gesamte Röhrensystem abgeschirmt. Das Steuergitter hat keinen Anschluß im Sockel, sondern wird durch einen besonderen, oben auf dem Glaskolben befindlichen Anschluß herausgeführt. Wir brauchen also außer der Fassung noch eine Gitterkappe, das ist eine aufsteckbare Blechkappe mit abgeschirmter Zuleitung. Innerhalb der Kappe müssen wir noch eine kleine Drahtverbindung zwischen dem Aufsteckkontakt und der Zuleitung anbringen. Beim Aufstecken und Abziehen der Gitterkappe müssen wir sehr vorsichtig sein, da bereits eine leichte Biegung den Kontakt vom Glaskolben losbrechen und die Röhre zerstören kann. Die Kappe wird nur genau senkrecht aufgesteckt und abgezogen und, wenn es schwer geht, keinesfalls mit Gewalt. Die Lage der übrigen Sockelanschlüsse ersehen wir aus der Schaltung (Abb. 53). Jede neu gekaufte Röhre lassen wir beim Händler gleich prüfen, damit es nachher beim Einbau keine Überraschungen gibt. Sollten in der ersten

Zeit irgendwelche Mängel auftreten, so bringen wir sie zurück. Für jede neue Röhre wird eine Garantie von 6 Monaten gegeben, innerhalb dieser Zeit wird Ersatz geleistet, Glasschäden und Heizfadenbruch sind allerdings davon ausgeschlossen.

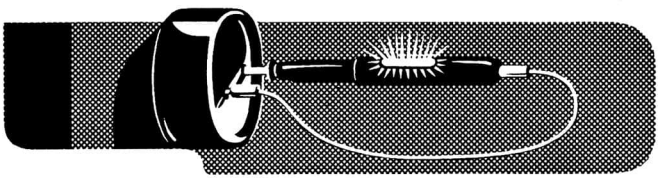
Fehlerquellen

1. Können wir mit dem Ventildetektor keinen Empfang bekommen, obgleich die Schaltung mit einem Kristalldetektor arbeitet, so lassen wir zunächst die Röhre prüfen.
2. Aufpassen, daß im Gerät und an den Verbindungen zur Röhre keine kalten Lötstellen sind!
3. Bekommt die Röhre den richtigen Heizstrom?
4. Haben wir alle Sockelanschlüsse richtig verlegt?
5. Achtung, bei der AF 7 liegt die Kathode nicht an den Heizfäden!
6. Sollte der Apparat bei indirekter Heizung mit Wechselstrom zu sehr brummen, so müssen wir den Heizfaden einseitig erden.

Zusammenfassung

Die Diode kann den Kristalldetektor ersetzen, ohne daß eine besondere Anodenspannung erforderlich wäre.

Mehrgitterröhren werden zu Dioden, wenn man die Gitter mit der Anode verbindet.



DIE NETZANODE

Für weitere Versuche mit der Elektronenröhre brauchen wir eine hohe Gleichspannung, da der Anodenstrom, wie ich schon sagte, nicht einfach dem Wechselstromnetz entnommen werden kann. Wechselstrom würde einen Brummton von 50 Hertz auf die Niederfrequenz übertragen.

Diesen Gleichstrom entnehmen wir entweder einer Anodenbatterie oder einer Netzanode. Wer Gleichstrom im häuslichen Lichtnetz hat, braucht sich nur ein Siebgerät zu bauen, um den Netzstrom noch etwas zu glätten, und kann dann über verschieden hohe Vorwiderstände jede gewünschte Spannung entnehmen. Darüber laßt euch am besten in einem Rundfunkfachgeschäft oder in einer Werkstatt beraten. Das Gerät wird nicht teuer werden. Ich beschreibe euch auch noch ein Allstromnetzgerät, das für Gleich- oder Wechselstrom benutzt werden kann.

Wir werden uns also zunächst eine Netzanode bauen müssen; denn ohne Anodenspannung kommen wir nicht weiter. Für die Gleichrichtung des Netzwechselstroms machen wir uns entweder die Ventilwirkung der Röhre oder eines Trockengleichrichters zunutze (Abb. 54 und 55). Ich gebe euch drei Bauanleitungen für Netzgeräte. Wer sich von vornherein für die Arbeit mit bestimmten Röhren entscheidet (4-Volt-, 6,3-Volt- oder 12,6-Volt-Typen), wird gleich das passende Netzgerät bauen.

Beschäftigen wir uns zunächst mit den allgemeingültigen Fragen der Netzgleichrichtung.

Wir haben beim Detektor bereits über Gleichrichtung gesprochen und wissen, daß die Kristalle des Detektors ebenso wie die Ventilröhre den Strom nur in einer Richtung durchlassen. Beim Netzstrom haben wir es

bekanntlich mit einem recht langsam schwingenden Wechselstrom zu tun, seine Frequenz beträgt 50 Hertz. Schneiden wir mit einem Gleichrichter die untere Halbwelle des Wechselstroms ab, so erhalten wir zwar einen Gleichstrom (er fließt nur in einer Richtung); aber dieser Gleichstrom pulsiert in der Frequenz 50 Hertz und verursacht ein kräftiges Brummen, viel stärker noch als der entsprechende Wechselstrom, und ist daher für Rundfunkempfang unbrauchbar. Man muß ihn „sieben" oder „glätten", wie der Fachmann sagt (Abb. 56).

Die zweite Art, die Zweiweg-Gleichrichtung, benutzt beide Halbwellen des Wechselstroms. Sie nimmt die zweite Halbwelle gewissermaßen umgepolt dazwischen, so daß der nun erhaltene Gleichstrom doppelt so rasch pulsiert (100 Hertz). Das ist natürlich schon wesentlich vorteilhafter. Trotzdem ist er als Anodenstrom noch nicht brauchbar (Abb. 57).

Ich sagte bereits, daß der erhaltene pulsierende Gleichstrom noch geglättet werden muß, um einen brauchbaren, nicht zu stark brummenden Anodenstrom zu erhalten. Man verwendet dazu eine Siebkette. Sie besteht aus großen Elektrolytkondensatoren (*C*) und Netzdrosseln (*L*) oder Widerständen (*R*). Wir sprechen von der *L-C*-Kette oder von der *R-C*-Kette (Abb. 58 und 59). Was ist der Unterschied und wie wirken diese Vorrichtungen?

Kondensator und Drossel sind für Gleich- und Wechselstrom verschieden durchlässig. Die Selbstinduktion der Drossel setzt den Impulsen einen weit größeren Widerstand entgegen als der Kondensator, der sich im Rhythmus der ankommenden Stromstöße aufladen und entladen kann. Die noch vorhandene Brummspannung wird also in jedem Glied der Siebkette schwächer werden und schließlich der reine Gleichstrom übrigbleiben. Hierbei muß ein gewisser Spannungsverlust in Kauf genommen werden. Die *R-C*-Kette kommt hauptsächlich für kleinere Ströme in Frage. Je größer die Siebkondensatoren gewählt werden, desto besser ist die Aussiebung.

Den gewonnenen Gleichstrom kann man durch Vorschaltwiderstände auf die gewünschten Spannungen bringen.

Wir wollen nun an die praktische Arbeit gehen.

Besprechen wir zunächst ein Einweg-Gleichrichtergerät für Wechselstrom. Wir brauchen dafür einen Netztransformator, eine Röhre mit

Fassung, eine Feinsicherung mit Fassung, einen Ausschalter, eine Netzschnur mit Stecker, zwei Siebkondensatoren, eine Netzdrossel oder einen Siebwiderstand, verschiedene Vorschaltwiderstände, Buchsen, Schaltdraht und ein Chassis.

Wer mit A-Röhren arbeitet, wird heute selbstverständlich einen Zweiweg-Gleichrichter mit einer Gleichrichterröhre AZ 1, AZ 11 oder AZ 12 wählen. Sie sind überall erhältlich. Billiger ist der Aufbau mit einem alten Volksempfängertrafo und, soweit erhältlich, einer Gleichrichterröhre RGN 354, RGN 564 oder RGN 504. Allerdings liefern uns diese Röhren nur einen Anodenstrom von 25 bis 30 mA, die für unsere Versuche wohl ausreichen, nicht aber für den Aufbau mehrerer Empfängerstufen, da die Endröhre AL 4 allein schon 40 mA erfordern würde. Wer also zum Basteln immer Anodengleichstrom zur Hand haben will und sich eine der angegebenen Röhren beschaffen kann, soll sich ruhig dieses Gerät bauen, es wird am billigsten. Schaltbild und Aufbau zeigt die Abbildung 60. Alle übrigen Einweg-Geichrichterschaltungen werden ebenso aufgebaut (mit EY 82, EY 80, UY 11).

Der Trafo gestattet den Anschluß ans Wechselstromnetz für 220 Volt, 125 Volt und 110 Volt, er ist mit einer Feinsicherung von etwa 0,5 A abgesichert und mit einem einpoligen Ausschalter versehen. Auf der Sekundärseite finden wir eine Wicklung für die Heizung der später anzuschließenden Röhren. Sie hat eine Mittelanzapfung, die mit der Nullbuchse verbunden wird. Die Hauptwicklung der Sekundärseite hat eine Unterteilung für die Heizung der Gleichrichterröhre, an den zweiten Anschluß wird die Siebkette gelegt. Sie besteht in diesem Falle aus zwei Elektrolytkondensatoren von 4 μF und einem Siebwiderstand von 3 kΩ, der mit 3 Watt belastbar sein muß. Sind die Elektrolytkondensatoren mit einer Polaritätsbezeichnung versehen, so muß unbedingt darauf geachtet werden, daß + bei beiden nach der richtigen Seite liegt. Der beide Anschlüsse verbindende Widerstand von 700 Ω dient zur Erzeugung der negativen Gittervorspannung für die später anzuschließenden Röhren. Er ruft einen Spannungsabfall in der Nulleitung hervor, und wenn wir von Null etwas wegnehmen, so werden die Werte selbstverständlich negativ. Diese negative Spannung kann an einer besonderen Klemme oder Buchse entnommen werden. Die Ausgangsspannung von 250 Volt kann durch

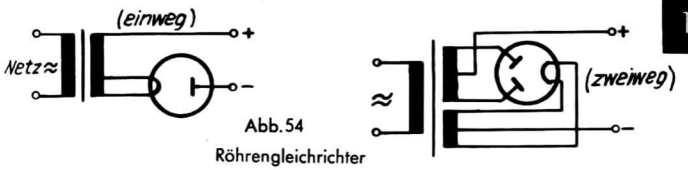


Abb. 54
Röhrengleichrichter

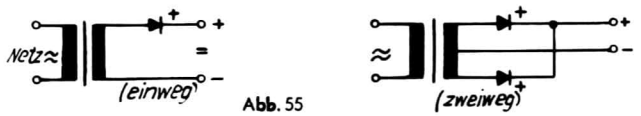


Abb. 55
Trockengleichrichter



Abb. 56 Einweggleichrichtung



Abb. 57 Zweiweggleichrichtung

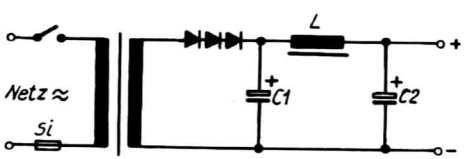


Abb. 58 Gleichrichter mit Siebkette (L–C) für Wechselstrom

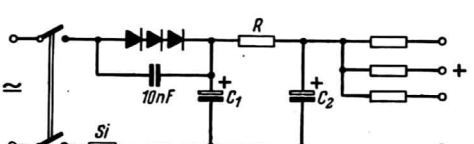


Abb. 59 Gleichrichter mit Siebkette (R–C) für Allstrom

Vorschaltwiderstände herabgesetzt werden. Ich habe es mit drei verschiedenen Widerständen ausprobiert und bekam bei 50 kΩ = 110 Volt, bei 100 kΩ = 70 Volt und bei 200 kΩ = 50 Volt (keine absolut gültigen Werte).

Für den Aufbau verwenden wir ein Metallchassis, das ist ein flaches Kästchen aus stabilem Blech. Vorn trägt es eine Isolierplatte mit den Anschlüssen für die Stromentnahme, rechts werden Trafo, Schalter, Sicherung und Röhrenfassung befestigt, links die Siebelemente. Andersherum ist es natürlich ebenso richtig.

Von nun ab müßt ihr euch angewöhnen, mit diesem Metallchassis zu arbeiten, es hat gegenüber anderem Material den Vorteil, abschirmend zu wirken. Man kann beispielsweise alle Hochfrequenzteile eines Gerätes unter das Chassis verlegen und die Netzstrom führenden Teile darüber oder umgekehrt. Dann bildet das Blech eine sichere, elektrisch einwandfreie Trennwand. Außerdem sind durch das Chassis alle aufgeschraubten Metallteile mit Masse verbunden. Das heißt, daß beispielsweise der Kern des Trafos oder der Metallmantel von Becherkondensatoren oder eine Seite des Drehkos, die Achsen von veränderlichen Widerständen und vieles mehr so eingerichtet sind, daß sie durch das Anschrauben sofort an Masse liegen. Das Chassis ist bei Wechselstromgeräten geerdet, bei Allstromgeräten liegt es über die Minusleitung direkt am Netz und ist über einen Schutzkondensator mit der Erde verbunden.

Andererseits müssen nun natürlich alle Teile, die gegenüber dem Nullleiter des Geräts irgendeine negative oder positive Spannung führen, gegen das Chassis isoliert werden. Buchsen werden erst in eine kleine Isolierplatte geschraubt und diese dann am Chassis befestigt, oder man verwendet von vornherein fertige isolierte Buchsenleisten. Andere Teile, wie Sicherungshalter und Drahtstützen, müssen auf Isolierunterlagen gesetzt werden, die Halteschrauben dürfen keinen Kontakt berühren. Zum dritten müssen alle Drahtleitungen im Gerät isoliert sein.

Wir wissen, welche Gefahren die Netzspannung birgt. Wir können nur dann diese und die folgenden Versuche ausführen, wenn wir uns unserer Verantwortung dabei bewußt sind. Es zeugt nicht von Mut, mit dem blanken Schraubenzieher in einem Gerät herumzufahren, dessen Netzstecker noch angeschlossen ist, sondern von bodenlosem Leichtsinn und Dummheit. Gewiß muß man bei Störungen und bestimmten Messungen

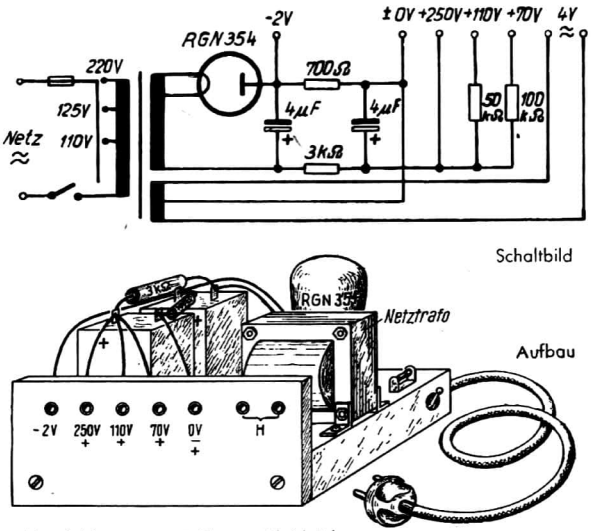


Abb. 60 Netzgerät mit Einweg-Gleichrichter

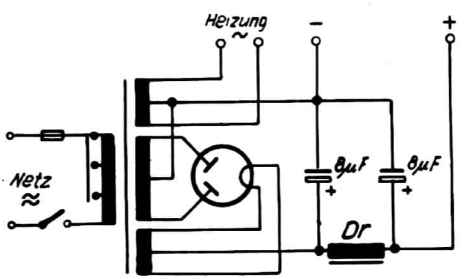


Abb. 61 Zweiweg-Gleichrichter (Schaltbild)

das Gerät in Betrieb haben; aber dabei wird man gewissenhaft, vorsichtig und überlegt zu Werke gehen, damit auf keinen Fall irgend etwas passieren kann. Jeden durch uns verursachten Kurzschluß müssen wir als Blamage empfinden. Also wird beim Aufbau von Netzgeräten von vornherein auf ausgezeichnete Isolation geachtet. Ist das Gerät fertig, so tun wir gut daran, uns ein kleines Gehäuse zu bauen oder mindestens eins aus fester Pappe zu kleben, das sich darüberstecken und anschrauben läßt. Alle Buchsen werden genau bezeichnet, damit sich auch ein anderer zurechtfinden kann und weiß, welche Spannungen daran liegen.

Benutzen wir eine Gleichrichterröhre mit anderer Heizspannung, zum Beispiel E- oder U-Röhren, so muß der Trafo natürlich die entsprechende Heizspannung liefern.

Schauen wir uns das Schaltbild des Zweiweg-Gleichrichters an (Abb. 61). Hierfür ist ein besonderer Netztrafo erforderlich, der in der großen Sekundärwicklung eine Mittelanzapfung hat und die erforderliche Anodenspannung zweimal liefert. Auch hier richtet sich die Röhre nach der vorhandenen Heizspannung, ob wir eine AZ-Röhre beziehungsweise die RGN 1064 nehmen oder eine der EZ-Typen.

Die Siebkette ist hier zum Unterschied zur vorher besprochenen Schaltung mit zwei Elektrolyten zu 8 μF und einer entsprechenden Netzdrossel versehen. Auch hier ließe sich die gewonnene Gleichspannung durch Vorschaltwiderstände erniedrigen.

Nun zu den Allstromgeräten. Die Abbildung 59 zeigt die Schaltung. Uns fällt sofort ein großer Unterschied zu den Wechselstromapparaten auf: Die Schaltung arbeitet ohne Transformator, ist also wesentlich billiger; aber – das muß ich gleich bemerken – setzt auch größere Vorsichtsmaßregeln voraus. Im Betrieb liegt die Minusbuchse direkt am Netz. Wir arbeiten an Starkstrom und müssen uns doppelt vorsehen. Bei Bananensteckern muß die kleine Klemmschraube durch einen Isolierbandstreifen geschützt werden; denn wir legen so oft unbeabsichtigt den Finger darauf. Wir wollen uns aber nicht etwa aus Furcht vor dem Netzstrom die Freude am Basteln nehmen lassen; denn die Gefahr kennen, heißt sie meistern.

Das Gerät erhält einen zweipoligen Ausschalter, es werden also beide Leitungen damit getrennt. Der Trockengleichrichter wird für eine Spannung von 220 V und eine Belastung von 60 mA gekauft. Er besteht aus

einzelnen Platten, auf die ein Halbleiterelement aufgespritzt ist (Selen). Der Strom kann diese Platten oder Zellen nur in Richtung vom Metall zum Selen passieren, sie wirken also als Gleichrichter. Beim Einbau müssen wir daher auf die Polarität achten. Der Pluspol ist entweder als solcher bezeichnet oder mit roter Farbe betupft, wogegen der Minuspol blau gehalten ist. Der Gleichrichter wird durch einen kleinen Kondensator von 10 nF = 10000 pF überbrückt. Die Siebkondensatoren werden zwischen 4 und 16 μF gewählt. Sie sind im Preis nicht sehr unterschiedlich, man wird daher klugerweise die größeren nehmen. Statt des Siebwiderstandes R (3 kΩ, 3 W) nimmt man lieber eine Siebdrossel, ihre Wirkung ist besser und der Spannungsabfall nicht so hoch. Auch hier kann man durch Vorschaltwiderstände verschiedene Spannungen erzeugen. Wir vermissen hierbei den Anschluß für die Röhrenheizung. Sie läßt sich bei Wechselstrombetrieb durch einen kleinen Heiztrafo erzeugen, dessen Primärwicklung parallel zum Netzschalter gelegt wird. Bei Gleichstrombetrieb erzeugen wir die Heizspannung durch Vorschaltwiderstände. Die Berechnung ist nicht allzu schwierig, da bei Gleichstrombetrieb das bekannte Ohmsche Gesetz zur Anwendung kommen kann. Wir erinnern uns: Spannung = Widerstand mal Stromstärke ($U = R \cdot I$).

Zur Berechnung ziehen wir zunächst die Heizspannung der Röhre von der Netzspannung ab und teilen das Ergebnis durch den erforderlichen Heizstrom (in Ampere), so erhalten wir die Größe des Vorwiderstandes. Seine Belastbarkeit ergibt sich aus Netzspannung minus Heizspannung mal Heizstrom und wird in Watt gemessen. Ein Beispiel dafür: Wir wollen zu unseren Versuchen die Spezialröhre RV 12 P 2000 nehmen. Sie erfordert eine Heizspannung von 12,6 Volt und einen Heizstrom von 75 mA (also in Ampere gerechnet 0,075 Ampere). 220 Volt Netzspannung minus 12,6 Volt Heizspannung = 207,4 Volt zu vernichtende Spannung, geteilt durch 0,075 Ampere Heizstrom ergibt einen Vorwiderstand von 2765 Ω. Seine Belastbarkeit = 207,4 Volt zu vernichtende Spannung mal 0,075 A Heizstrom ergibt 15,55 Watt. Diese Zahlen können leicht abgerundet werden, falls die entsprechenden Werte nicht erhältlich sind. Notfalls müssen wir mehrere Widerstände hintereinanderschalten, um auf den Wert zu kommen. Also eine RV 12 P 2000 braucht einen Heizwiderstand von 2765 Ω zu 16 Watt. Bei der AF7 ist nur ein Widerstand von 330 bis 335 Ω

erforderlich; aber er muß mit 140 Watt belastbar sein. Das ist natürlich recht ungünstig; denn wir bauen uns dadurch einen kleinen Heizofen ins Gerät ein.

Nach obigem Beispiel könnt ihr die Werte für jede andere Röhre und Röhrengruppen ausrechnen.

Ist alles aufgebaut, so sorgen wir für einen guten Berührungsschutz. Mit dem Erdstecker dürfen wir keinesfalls das Allstromchassis berühren, es gäbe sofort einen Kurzschluß, sobald das Netz mit der Erde zusammenkäme. Beim Betrieb mit Gleichstrom muß die genaue Polarität eingehalten werden. Wer mit dem Wechselstromnetz arbeitet, prüft gelegentlich mit dem Spannungsprüfer, ob die Glimmlampe in beiden Buchsen der Steckdose aufleuchtet. Ist das nicht der Fall, so habt ihr Einphasenstrom, und die Buchse, an der die Lampe nicht aufleuchtet, ist der sogenannte Nullleiter. Dieser ist schon in der Transformatorenstation mit Erde verbunden. Kennzeichnet euch diesen bei allen Steckdosen in der Wohnung. Wenn ihr jetzt das Allstromgerät anschaltet, prüft ihr mit dem Spannungsprüfer das Chassis, das übrigens mit der 0-Buchse verbunden werden soll. Leuchtet die Glimmlampe auf, so dreht den Netzstecker um, so daß die Anschlüsse vertauscht werden. Jetzt wird die Lampe nicht mehr im Chassis leuchten. Ihr kennzeichnet am Netzstecker denjenigen Stift, der im Nulleiter der Steckdose sitzt. So müßt ihr ihn im Betrieb immer wieder stecken, dann habt ihr die Gewähr, daß euer Chassis und damit alle Bauteile keine Spannung gegen Erde führen.

Fehlerquellen

Gibt es beim Anschalten sofort Kurzschluß und die Wohnungssicherung brennt durch, ohne daß die Feinsicherung des Gerätes schmilzt, so berühren sich die Zuleitungen im Stecker, in der Schnur oder im Schalter. Geht die Feinsicherung im Gerät durch, so ist innerhalb eurer Schaltung etwas falsch, und Plus und Minus berühren sich. Wenn etwa der Trockengleichrichter qualmt, muß sofort abgeschaltet und alles überprüft werden. Die Siebkondensatoren müssen ausdrücklich als solche gekauft werden; denn diese sind für hohe Spannungen geprüft. Nur Teile einbauen, von denen ihr wißt, daß sie in Ordnung sind. Drossel und Widerstände vor

dem Einbau auf Stromdurchgang prüfen. Der Trafo darf im Betrieb nicht heiß werden, wenn der Vorschaltwiderstand im Heizkreis sich erhitzt, so ist das in Ordnung, er muß ja die überflüssige Spannung vernichten; das tut er, indem er sie in Wärme umwandelt. Auch die Röhre erwärmt sich im Betrieb. Prüft mit dem Spannungsprüfer an den Buchsen, ob Spannung vorhanden ist.

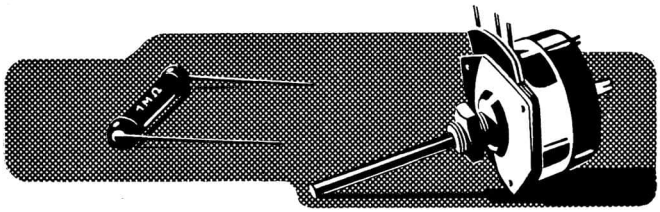
Denkt immer daran, daß ihr jetzt am Netz arbeitet!

Zusammenfassung

Die Netzanode wandelt die Netzwechselspannung in Gleichspannung um. Gleichgerichteter Wechselstrom pulsiert bei der Einweg-Gleichrichtung mit 50 Hertz, bei Zweiweg-Gleichrichtung mit 100 Hertz.

In der Siebkette wird dem pulsierenden Gleichstrom die Welligkeit (Brummspannung) genommen, wir unterscheiden *L-C*-Ketten (Drossel-Kondensator) und *R-C*-Ketten (Widerstand-Kondensator).

Die erforderliche Heizspannung für die Radioröhren erhält man durch die Heizwicklung des Netztrafos, durch einen besonderen Heiztrafo oder durch einen Vorschaltwiderstand.



DER DETEKTOR-VERSTÄRKER

Sobald unser Netzgerät funktioniert, können wir die Versuche mit der Radioröhre fortsetzen. Zunächst bauen wir zu unserem Detektorgerät eine Verstärkerstufe, eine sogenannte NF-(Niederfrequenz-)Stufe. Wir erhalten dadurch die Möglichkeit, den doch recht leisen Detektorempfang wesentlich zu verstärken. Von der bekannten Detektorschaltung gehen wir aus. An die Stelle des Kopfhöreranschlusses kommt die Primärwicklung eines NF-Trafos vom Übersetzungsverhältnis 1:4 bis 1:6. Wir wollen darauf achten, daß der Anschluß P_1 am Detektor, P_0 an Erde liegt. Die Sekundäranschlüsse kommen zur Röhre, und zwar S_1 ans Steuergitter, S_0 wird mit P_0 verbunden und führt über einen Widerstand mit parallelgeschaltetem Elektrolytkondensator zur Röhrenkathode. Der Widerstand wird je nach der Röhre verschieden hoch gewählt. Der Elektrolyt wird zwischen 10 und 25 μF gewählt, soll für 6 bis 10 Volt belastbar sein und muß (!) mit dem positiven (+) Anschluß an der Kathode der Röhre liegen. An dieser Kathodenkombination wird die Gittervorspannung erzeugt (Abb. 62). Da jede Röhre ihre richtige Vorspannung braucht, um unverzerrt arbeiten zu können, müßt ihr die angegebenen Werte möglichst einhalten. Wer die Schaltung nur zu Versuchszwecken aufbaut, wird natürlich nicht extra neue Widerstände kaufen, wenn er ähnliche Werte vorrätig hat.

So habe ich zum Beispiel eine Reihe Detektorverstärker aufgebaut, bei denen die Kathodenkombination durchweg mit 500 Ω und 15 μF auf-

gebaut war, und sie haben funktioniert. Falsche Werte schaden natürlich auf die Dauer unserer Röhre, wir werden sie also bei Schaltungen, die länger im Betrieb sein sollen, klugerweise vermeiden.

Die Anode unserer Röhre kommt an einen Anschluß des Kopfhörers, der zweite Kopfhöreranschluß erhält eine geringe Anodenspannung (70 Volt genügen). Der negative Anodenstromanschluß (0-Buchse) geht an die 0-Seiten des Trafos oder an Masse. An die Heizklemmen kommt die erforderliche Spannung, die wir der Röhrentabelle im Anhang des Buches entnehmen. (Bei A-Röhren 4 Volt.)

Die Schaltskizze ist unter Verwendung der Röhre AF 7 oder AF 3 aufgebaut.

Die Minusleitung, an der auch die Erde liegt, werdet ihr bei den meisten Schaltbildern verstärkt gezeichnet finden. Sie ist die „Masse" des Geräts. Das Metallchassis ist mit ihr ebenso wie in der Netzanode verbunden und dadurch auch geerdet. Ich mache die Besitzer der All- und Gleichstromnetzgeräte hier nochmals auf die Gefahr aufmerksam, die dem Unachtsamen droht. Bei euch liegt auch die Masseleitung des Verstärkers, des Detektorgeräts samt dem angebauten Drehko am Netz. Ihr dürft also blanke Teile des Geräts im Betrieb nicht berühren! (Spannungsprüfer.) Ihr müßt auch hier und bei allen anderen Radioversuchen die Zuleitungen zur Antennen- und Erdbuchse über hochbelastbare Schutzkondensatoren von 1000 bis 5000 pF (in der Antenne zur Not 300 bis 500) gehen lassen. Ferner wird es unerläßlich sein, an Stelle des Kopfhöreranschlusses die Sekundärseite eines NF-Trafos zu legen und den Kopfhörer dann an dessen Primärseite zu klemmen, dann seid ihr auch bei schadhaftem Hörer vor der Einwirkung der Netzspannung sicher. – Und wenn ihr nur einen NF-Trafo besitzt? – Kauft euch nur nicht gleich noch einen dazu, wir können nämlich den Trafo zwischen Detektor und Röhrengitter freibekommen, indem wir die Niederfrequenz über einen Regelwiderstand abnehmen. Das Schaltbild (Abb. 63) gibt an, wie. Ihr baut statt des Trafos ein Potentiometer von 0,5 bis 1 MΩ ein und lötet an einen Außenkontakt die Masseleitung, an den anderen den Detektoranschluß und an den Mittelkontakt (Schleifer) den Gitteranschluß der Röhre, dann könnt ihr damit zugleich die Lautstärke des Gerätes regeln.

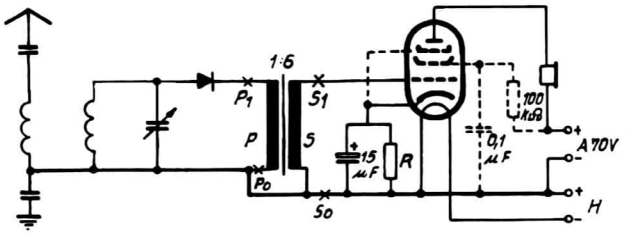
Die Kreuze in der Schaltskizze zeigen euch, wo der Widerstand an Stelle des NF-Trafos eingebaut wird. Die verstärkende Wirkung des NF-Trafos geht uns so zwar verloren; aber das ist zu verschmerzen. Wir haben den Trafo dann für die Ausgangsseite (Anodenkreis) der Röhre frei. Hier können wir nun den Kopfhörer – unter Umständen auch einen empfindlichen Freischwingerlautsprecher – ankoppeln.

Für diese Schaltung lassen sich ohne große Veränderungen auch alle möglichen Röhren verwenden, die in unserer Kiste liegen, wenn wir nur die Heizspannung und Stromstärke dazu haben. Direkt geheizte Röhren müssen aus der Batterie gespeist werden, oder wir versuchen auf eine andere Weise dem Brummton des Wechselstroms ein Schnippchen zu schlagen. Überbrückt man die beiden Drähte der Heizleitung mit einem Entbrummer (Potentiometer von 50 bis 100 Ohm) und schließt die Kathodenkombination an den Schleifer (Mittelanschluß), so läßt sich damit der Brummton auf ein Mindestmaß herunterregulieren (Abb. 64).

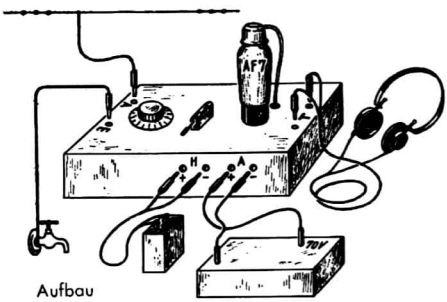
Ihr seht also, Rundfunktechniker sind nicht so leicht in Verlegenheit zu bringen – und die Bastler schon gar nicht.

Seht euch die Sockelschaltung eurer Röhre genau an. Die Schaltungsbilder (Röhrentabelle im Anhang) entsprechen der Ansicht der Röhre von unten. Verwechselt nicht Heizanschluß mit Anode und Kathode oder Schirmgitter und Bremsgitter, sonst gibt's beim Einschalten Feuerwerk in der Röhre. Das sieht recht lustig aus, ist aber sehr teuer; denn die kostbare Röhre ist dann hin. Ebenso liegt die Sache bei den Drahtverbindungen des Geräts. Lieber zehnmal mehr auf die Schaltskizze gesehen als einmal zuwenig. Die Enttäuschung ist immer recht groß, wenn beim ersten Einschalten nichts, aber auch gar nichts passiert. Man bekommt einen Schreck, überlegt, schwitzt, ärgert sich, bis man schließlich merkt, daß die Verbindung zur Kathode noch fehlt. Man lötet sie an und erschrickt wieder, so schön laut und deutlich spielt die Kiste.

Man hat alles hundertmal überlegt und geplant und weiß genau, wie es funktioniert, und doch ist's jedesmal wie ein Wunder, wenn die „Handvoll Draht" einen plötzlich mit einer klaren Stimme anspricht: „Guten Abend, liebe Hörer, wir bringen ein Unterhaltungskonzert." Dieser Augenblick lohnt die Mühe mancher Bastelstunde, manches Kopfzerbrechen und so manche Geldausgabe.

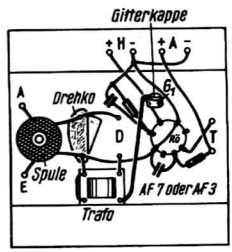


Schaltbild



Aufbau

Abb. 62



Verdrahtung

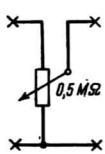


Abb. 63 Widerstands-kopplung



Abb. 64 Kathoden-anschluß bei direkt geheizter Röhre

Euch, die ihr anfangt, möchte ich, ehe wir in der Arbeit fortfahren, ein paar ermunternde Worte sagen. In den letzten Kapiteln wird es euch oft im Kopf geschwirrt haben. Es ist auch ein bißchen viel, wenn man noch wenig Ahnung von all den Dingen hat, und dann baut man auf – und es klappt nicht.

Liebe Freunde, ich habe schon viel gebastelt, die Modelle und Schaltungen sind kaum zu zählen; aber – wenn ich ehrlich sein soll – auf Anhieb funktioniert, so wirklich hundertprozentig, wie es mußte, hat nur selten etwas. Daran habe ich am meisten gelernt. Da fängt man nämlich an, Detektiv zu spielen und zu kombinieren: Irgendwo sitzt ein Übeltäter im Getriebe und stört. Aber wo? – Vielleicht ist ein Kondensator durch oder ein Widerstand – oder es hockt irgendwo eine von den verflixten kalten Lötstellen. Man muß Spuren finden, man klopft und rüttelt und mißt. Womit? – Zunächst, wenn man keine Meßgeräte hat, mit der Glimmlampe, mit dem Spannungsprüfer. Ein Anschluß wird an die Masse gelegt, mit dem anderen tippt man an die spannungsführenden Teile, Anode, Schirmgitter, Ausgang. Arbeitet man mit geringen Anodenspannungen wie in unserem Fall, so muß der Vorwiderstand mit dem Spannungsprüfer genommen und durch einen gleich langen Metallstift ersetzt werden. Nach dem Messen muß der Widerstand sofort wieder eingelegt werden, sonst schlägt die Glimmlampe durch, wenn sie anschließend ohne Widerstand ans Netz kommt.

Bei unserem Detektorverstärker ist es nun noch sehr einfach. Wir haben alle Teile vor dem Einbau geprüft oder prüfen lassen, die Schaltskizze ist noch sehr übersichtlich, die Verdrahtung einfach. Verfallt bitte nicht in den Anfängerfehler, die Verdrahtung schematisch in Form der Schaltskizze aufzubauen. Was an Masse liegt, muß nicht einzeln hintereinander angelötet werden, wie man vielleicht annehmen könnte. Ich kann den 0,1-μF-Blockkondensator, der die Masse mit dem Schirmgitter verbindet, ebensogut an den Fußpunkt des Drehkondensators legen, wenn es am bequemsten ist. Masse ist Masse. Ich kann die Lötverbindung überall dort anlegen, wo laut Schaltplan vom angegebenen Punkt aus kein Bauteil passiert wird. Die punktierten Teile der Schaltung sind für den Einbau von Pentoden maßgebend und verbinden Schirmgitter und Bremsgitter mit den übrigen Teilen.

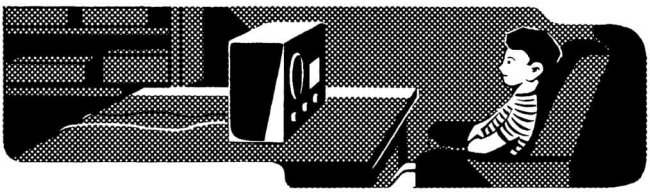
Fehlerquellen

Der Detektorverstärker ist natürlich immer vom Detektor abhängig. Wenn dieser nichts gleichrichtet, kann auch nichts verstärkt werden. Wir kontrollieren also erst einmal mit dem Kopfhörer hinter dem Detektor und an Erde, ob der-Apparat empfängt. Alle Verbindungen müssen laut Schaltskizze liegen, alle Lötstellen in Ordnung, der Schaltdraht isoliert und die eingebauten Teile intakt sein. Wenn wir im Betrieb das Gitter der Röhre berühren, muß im Kopfhörer ein stärkeres Brummen ertönen.

Zusammenfassung

Im Detektorverstärker bildet die Röhre eine NF-(Niederfrequenz-)Stufe, sie kann durch einen Trafo oder einen Widerstand an den Detektorkreis angekoppelt werden. Die negative Gittervorspannung erzeugen wir an einem Kathodenwiderstand, der durch einen Elektrolytkondensator überbrückt wird. Der Anodengleichstrom passiert den Widerstand, die Niederfrequenz (der Anodenwechselstrom) den Kondensator.

Regelwiderstände heißen Potentiometer.



DIE AUDIONSCHALTUNG

Nun kommen wir zu einer der wichtigsten Schaltungen der Rundfunktechnik, der Audionschaltung. Sie vereinigt in sich Gleichrichtung und Verstärkung der Empfangsenergie und ist für uns geradezu ideal. Auch hier lassen sich alle Röhren, die beim Detektorverstärker erwähnt wurden, mit Erfolg verwenden. Ich beschreibe den Aufbau mit unserer Pentode AF 7. Wir brauchen an Material:

1 Drehkondensator 500 pF (Quetscher)
1 Drehkondensator 250 pF (Quetscher)
1 Spulenkern mit Wicklung oder Spulensatz
1 Blockkondensator 100 pF
1 Blockkondensator 2000 bis 4000 pF
1 Blockkondensator 0.1 μF

(für Betrieb mit Allstromnetzteil außerdem in Antenne und Erde die üblichen hoch belastbaren Schutzkondensatoren)

1 Widerstand 100 bis 500 kΩ
1 Widerstand 1 MΩ
1 NF-Trafo 1 : 4 bis 1 : 6
1 Röhre AF 7 mit Fassung, Gitterkappe und Zuleitung
8 Steckbuchsen
2 Skalenknöpfe
1 Sperrholzplatte oder Zigarrenkiste
isolierten Schaltdraht.

Wir beginnen diesmal beim Gehäuse, und zwar wollen wir die Bauteile direkt hinter die Frontplatte montieren und das ganze Gerät möglichst klein halten. Deshalb wurde für die Abstimmung auch kein Luftdrehko, sondern ein Quetscher von 500 pF Kapazität gewählt. Die Frontplatte hat die Maße 14×12 cm, die Seitenteile (bei 5 mm Sperrholz) 14×8 cm und 13×8 cm. Die Rückwand schneiden wir zum Schluß aus nicht zu starker dunkler Pappe und schlagen mit dem Stechbeitel eine Anzahl gleichmäßiger Vierecke aus, damit die Röhrenwärme entweichen kann. In einer Tischlerei holen wir uns etwas dunkle Beize und streichen die Außenseiten unserer Gehäuseteile schon vor dem Zusammenbau einmal vor, denn wenn später Leimkleckse daraufkommen, nimmt das Holz an diesen Stellen keine Beize mehr an.

Ist die Frontplatte trocken, wird auf der Rückseite der Aufbau aller großen Schaltungsteile vorgezeichnet. An eine Längsseite kommen links und rechts die beiden Drehkos, zwischen ihnen bleibt Platz für den Spulenkern. Wir reißen uns die Bohrpunkte zum Durchführen der Achsen an. Sie liegen etwa 3 cm von den Seiten ab. Hinter der freien Hälfte der Frontplatte liegt später die Röhre, wir bohren hier die Löcher für die Buchsen für Kopfhörer, Antenne und Erde. Die Löcher werden von innen her zunächst fein vorgebohrt und dann von außen nochmals in der erforderlichen Stärke nachgearbeitet. Wenn die Buchsen eingeschraubt sind, müssen wir darauf achten, daß die Röhre frei über ihnen liegen kann und sie nicht etwa berührt. Die Außenmetallisierung der AF 7 ist in der Schaltung geerdet. Daran müssen wir denken, sonst gibt es später Überraschungen. Etwa 2 cm von einer Schmalseite aus wird mit zwei Haltewinkeln ein Brettchen in der Größe 5×6 cm rechtwinklig zur Frontplatte befestigt, das den Röhrensockel trägt. Die Seitenteile des Gehäuses lassen wir zur bequemeren Montage vorläufig noch unbefestigt (Abb. 65).

Als Stütze für die Drahtverbindungen fertigen wir uns eine Kontaktbrücke. Auf einem Isolierstreifen (Hartigelit) befestigen wir sechs voneinander getrennte Metallkontakte (Messing-, Kupfer-, Zinkstreifen), die wir blankfeilen und verzinnen. Solche Kontaktbrücken gibt es auch fertig als Klemmenleisten zu kaufen. Drei Kontakte verwenden wir für den Anschluß der Spule (Erde, Antenne, Gitteranschluß), die anderen für Heizung und Anodenstrom (Abb. 66). Der Ausgangstrafo wird an eine Seitenwand

geschraubt und liegt dann über dem 250-pF-Drehko. – Wozu brauchen wir den eigentlich? – Betrachten wir die Schaltskizze (Abb. 67). Was ist wesentlich Neues daran? Spulensatz, Abstimmdrehko und Röhre liegen so, wie wir es schon vom Verstärker her kennen, den Platz des Detektors aber hat eine Kombination aus Kondensator (100 pF) und Widerstand (1 MΩ) inne. Diese „Gitterkombination", wie wir sie nennen, ist für das Audion charakteristisch. Sie sorgt für negative Aufladung des Gitters und Ableitung des sehr kleinen Gitterstromes.

Im Aufbau wird die Gitterkombination oben in der Gitterkappe angebracht (Abb. 68). Wir entfernen die kleine Drahtbrücke, die wir für die bisherigen Versuche dort angelötet hatten, und legen Kondensator und Widerstand links und rechts neben den Aufsteckkontakt, so daß sie beide von dort eine Verbindung zur Ableitung bilden.

Weiter fällt uns eine Verbindung auf, die von der Anode über den oben erwähnten 250-pF-Drehko hinweg zur Spule führt. Das ist die Rückkopplung. Einen Teil der in der Röhre verstärkten Schwingungen leiten wir damit in die Spule zurück und verstärken dadurch die Hochfrequenz im Schwingkreis. Jetzt erhält auch das Gitter mehr Energie, die Verstärkung nimmt wieder zu, auch die Anode gibt stärkere Schwingungen an die Rückkopplung ab, es ist ein fortwährend ansteigender Verstärkungsvorgang. Die Energie „schaukelt sich hoch", bis schließlich die Röhre selbst zu schwingen anfängt und das bekannte Rückkopplungspfeifen ertönt, das schon so manchen Rundfunkhörer in Wut und Verzweiflung versetzt hat.

Was ist passiert? Die schwingende Röhre ist zum Sender geworden, sie gibt modulierte Hochfrequenzschwingungen ab, die durch das Netz beziehungsweise die Hochantenne in die nähere Umgebung ausgestrahlt werden und auf der Wellenlänge des gerade eingestellten Rundfunksenders empfindlich den Empfang stören.

Um das zu vermeiden, hat unser Audion den Drehkondensator. Er hält die Rückkopplung immer gerade unter dem Schwingungseinsatz. Dicht darunter hat man nämlich beim Empfang die größte Lautstärke zu erwarten.

Die Rückkopplungswicklung für die Spule fertigen wir aus 0,2 mm starkem Lackdraht. Wir wickeln auf unseren HF-Spulenkern zusätzlich

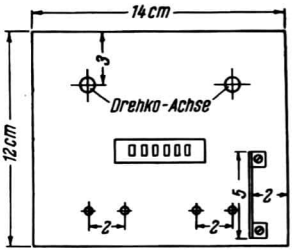


Abb. 65 Abmaße der Frontplatte

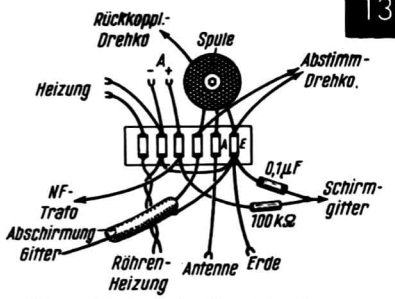


Abb. 66 Schaltung der Kontaktbrücke

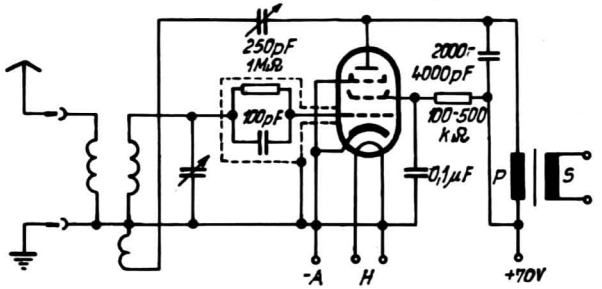


Abb. 67 Audionschaltung



Abb. 68 Gitterkappe von innen

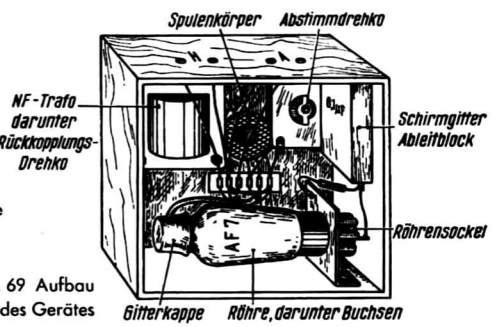


Abb. 69 Aufbau des Gerätes

30 Windungen in die Kammern 2 und 3 in umgekehrter Richtung wie die Antennen- und Gitterwicklung. Das heißt, wenn wir beide Spulen, vom Erdanschluß aus gesehen, linksherum gewickelt haben, kommt die Rückkopplungsspule von dort aus rechtsherum. Wenn bei Inbetriebnahme die Rückkopplung statt verstärkend schwächend wirkt, kann man die Anschlüsse der Spule vertauschen.

Spulenkern und Kontaktbrücke werden mit Alleskleber unter der Frontplatte befestigt. Wer eine Klemmenleiste verwendet, schraubt sie natürlich fest. Dann beginnen wir mit der Verdrahtung. Die Anschlüsse zu den Gittern werden möglichst kurz gehalten, damit nicht im Innern des Apparates irgendwo eine unerwünschte Kopplung oder ein verstärktes Brummen auftritt. Die Gitterkombination kommt, wie ich schon erwähnte, in die Gitterkappe, die Schirmgitterkombination direkt an den Sockel, das wollen wir uns für immer merken. Wer eine Röhre verwendet, die den Gitteranschluß im Sockel hat (REN 904, EF 12), lötet die Kombination direkt an die betreffende Sockelklemme oder Buchse. Die Abschirmung der Gitterkappe wird mit dem Erdanschluß verlötet, die Leitung innen geht an die Kontaktbrücke, Anschluß: Gitter.

Wer die Seitenteile annagelt und nicht schraubt oder leimt, muß dies tun, ehe er den Spulenkern festklebt, sonst löst er sich beim Hämmern wieder. Die Bohrungen für die Anodenstrom- und Heizbuchsen müssen vorher fertig sein, auch der NF-Trafo wird vor dem Zusammenbau festgeschraubt. Ist das ganze Gehäuse vereinigt, so schließen wir die Zuführungsbuchsen an die Anschlüsse der Kontaktbrücke. Hierbei heißt es wieder aufpassen, daß nicht Heizung und Anode verwechselt werden, das würde die Röhre kosten. Die Polarität (+ und −) bei den Anodenstromanschlüssen muß unbedingt beachtet werden.

Wenn alles verdrahtet und nachgeprüft ist, wird die Röhre in den Sockel eingeführt und vorsichtig die Kappe aufgesteckt. Liegt jetzt irgendein Teil der Röhre gegen die darunter hochstehenden Steckbuchsen, so müssen diese mit Isolierband überklebt werden. Den NF-Trafo können wir wahlweise mit der Primär- oder der Sekundärseite in den Anodenstromkreis einschalten. Ich habe die Erfahrung gemacht, daß der Klang voller ist, wenn „primär" zum Kopfhörer hin liegt. Wer einen alten Trichterlautsprecher oder einen empfindlichen Freischwinger anschaltet, kann

auf den Ausgangstrafo verzichten. Die Inhaber der Gleich- und Allstromnetzgeräte erinnere ich wieder an die Schutzkondensatoren vor der Antennen- und Erdbuchse.

Die Zeichnung verrät allen, die noch nicht recht klargekommen sind, die fehlenden Einzelheiten (Abb. 69). Wir kontrollieren alle Verbindungen an Hand der Schaltskizze, die Lötstellen auf ihre Festigkeit, und dann kommt der feierliche Augenblick. Ach, liebe Freunde, ich weiß, wie das ist, macht's nur kurz und schmerzlos: Heizleitung, Anodenspannung höchstens 70 Volt, Antenne und Erde, Kopfhörer auf, und jetzt den Skalenknopf des Abstimmkondensators langsam durchgedreht. Aha! Da ist etwas! An der Rückkopplung drehen wir nach bis kurz vor den Schwingungseinsatz, regulieren die Skala nach, und jetzt muß theoretisch alles in Ordnung sein.

Sobald der Apparat läuft, wird das Gehäuse noch einmal sauber nachgebeizt und nach dem Trocknen mit braunem Bohnerwachs eingerieben. Wenn auch die Skalenknöpfe dazu passen, wird der Apparat ein Schmuckstück eurer Stube sein.

Ich habe dieses kleine Gerät gebaut und empfange mit einer Kupferbandhochantenne von 12 m Länge und guter Erde sechs Mittelwellensender einwandfrei.

Für die Audionschaltung ist wohl jede Triode und Pentode geeignet, ohne daß in der Schaltung wesentliche Änderungen vorgenommen werden müssen. Allerdings dürfen im Audion direktgeheizte Röhren nur aus der Batterie gespeist werden.

Diese Audionschaltung kann ohne jede Veränderung an Widerständen oder Kondensatoren mit den Röhren EF 12, EF 80 oder 6 SJ 7 aufgebaut werden, allerdings müssen dann 6,3 Volt Kreisspannung zur Verfügung stehen.

Fehlerquellen

Viele wesentliche Fehlerquellen haben wir schon beim Detektor und den bisher besprochenen Röhrenmodellen erwähnt. Ich brauche in Zukunft nun nicht jedesmal wieder darauf hinzuweisen, auf kalte Lötstellen zu

achten, bei Versagern die Schaltskizze mit unserer Verdrahtung zu vergleichen und alle Teile vor dem Einbau zu prüfen oder prüfen zu lassen. Das muß für uns jetzt selbstverständlich sein. Vergeßt aber nicht, einen Heizfaden an Masse zu legen, sonst wundert ihr euch später über den rätselhaften Brumm.

Falls der Drehko in einer Schaltung (besonders auf Metallchassis) auch bei wesentlicher Verstellung keinen Einfluß auf die Verteilung und Lautstärke der Sender hat, so ist er gewiß falsch gepolt. Wir dürfen nicht vergessen, daß ein Drehko durch das Festschrauben schon mit dem Chassis elektrisch verbunden ist und dadurch ein Teil des Drehkos (meist der Rotor) Erdpotential hat. Jetzt muß natürlich der Stator, der unbewegliche Teil, mit der Gitterkombination zusammenkommen, sonst liegen beide Teile an Erde, und der Drehko bleibt ohne Wirkung.

Setzt die Rückkopplung nicht ein, so haben wir wahrscheinlich zuwenig Windungen auf der Spule. Wir wickeln dann noch ein halbmal soviel hinzu. Setzt die Rückkopplung zu scharf ein oder schwingt die Röhre vielleicht sogar unaufhörlich, nehmen wir so lange Windungen weg, bis es in Ordnung ist. Einen gleichmäßigen Einsatz über die ganze Skala hinweg erreichen wir durch die Überbrückung von Anode und Kathode mit einem kleinen Blockkondensator (100 bis 200 pF).

Zusammenfassung

Die Audionschaltung vereinigt Empfangsgleichrichtung und Verstärkung.

Durch die Rückkopplung wird ein Teil der Röhrenenergie auf den Schwingkreis zurückübertragen und dient zur weiteren Verstärkung. Zu starke Rückkopplung führt zu Eigenschwingungen der Röhre, dem Rückkopplungspfeifen.



DER GLIMMRÖHREN-SUMMER

In unserem Spannungsprüfer befindet sich, wie ich schon erwähnte, die kleine Glimmröhre UR 110, die wir für einige Versuche verwenden können. Im Spannungsprüfer selbst dient sie in Verbindung mit einem Vorwiderstand als Spannungsanzeiger. Sie meldet uns, daß eine Spannung vorhanden ist, die zum Zünden der Röhre ausreicht (Abb. 70). Die Glimmröhre enthält zwei Elektroden in einem Gasgemisch, das um die Elektroden herum aufleuchtet. Die Glimmröhre UR 110 zündet bei etwa 70 Volt (das ist die niedrigste Zündspannung, die sich erreichen läßt!). Wenn die Spannung nach dem Zünden geringer wird, brennt die Glimmlampe noch weiter, sie verlischt erst, wenn die Spannung kleiner wird als die „Löschspannung". Bei allen Glimmlampen liegt die Zündspannung also höher als die Löschspannung. Diese Tatsache nutzt man beim Glimmröhrensummer aus.

Das Schaltbild zeigt den grundsätzlichen Aufbau. Der Kondensator *C* wird über den Widerstand *R* langsam aufgeladen, es fließt also ein schwacher Ladestrom über den hochohmigen Widerstand in den Kondensator. Dadurch steigt die Spannung am Kondensator *C* langsam an, bis sie die Zündspannung der Glimmröhre erreicht. Jetzt zündet die Röhre, und der Kondensator entlädt sich rasch über die Glimmstrecke. Dabei sinkt die Spannung am Kondensator unter die Löschspannung, die Glimmröhre verlischt, die Entladung von *C* wird unterbrochen. Der ganze Vorgang beginnt von neuem. Durch Verändern von *C* oder *R* kann man die Dauer der Aufladung und damit die Frequenz des „Kippvorgangs" verändern.

Man nennt diese Schwingungen deshalb „Kippschwingungen", weil der verhältnismäßig langsame Ladevorgang plötzlich in die kurze Entladung „umkippt".

Der Widerstand R_v ist bei jeder Glimmlampe notwendig, um sie vor allzu starken Stromstößen zu schützen (Abb. 71). Diese würden die Röhre zerstören. Ersetzt man ihn durch den inneren Widerstand eines Kopfhörers, kann man die Kippschwingungen abhören. Das machen wir uns beim Glimmröhrensummer zunutze, mit dessen Hilfe wir Morseübungsstunden einrichten und uns selbst an exaktes Morsen und Hören gewöhnen können. Das kleine Gerät ist recht anspruchslos. Es erfordert neben der Glimmröhre UR 110 aus unserem Spannungsprüfer zwei kleine Widerstände von 100 kΩ, einen von 1 MΩ, einen Elektrolytkondensator von 0,5 μF, einen Blockkondensator zu 5000 pF, sechs Telefonbuchsen und etwas Schaltdraht.

Aus der Schaltskizze können wir alles Nötige ersehen. Wir fertigen uns aus zwei Blechwinkeln eine Haltevorrichtung für die Glimmlampe und schrauben sie in die Mitte einer trockenen Holzplatte (Abb. 72). Alle übrigen Teile werden nun laut Schaltskizze verbunden, und schon ist das Gerät betriebsfertig. Es ist für 70 bis 100 Volt Gleichspannung berechnet, die wir unserem Netzgerät oder einer Anodenbatterie entnehmen. Werden R_1 oder C_1 mit anderen Werten aufgebaut, so ändert sich die Tonhöhe. Das muß man ausprobieren. Wenn wir R_1 durch unser Potentiometer aus dem Detektorverstärker (1 MΩ) ersetzen, können wir die Tonhöhe stetig verändern. R_2, R_3 und C_2 bilden eine kleine Siebkette zur Glättung des Stroms. Wenn wir mit Batterie-Anodenstrom arbeiten, können wir uns diese Anordnung sparen.

Schließt man an die Kopfhörerbuchsen die Primärwicklung eines NF-Trafos an, so können die Sekundäranschlüsse mit den Tonabnehmerbuchsen eines Rundfunkgerätes verbunden und der Summton beliebig verstärkt werden. Auch unser Audion kann zur Verstärkung dienen, wenn die Sekundäranschlüsse mit Röhrengitter und Kathode recht kurz verbunden werden. Auf diese Weise läßt sich das Audion übrigens auch als Mikrofonverstärker benutzen.

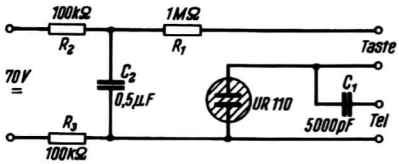


Abb.70 Schaltbild

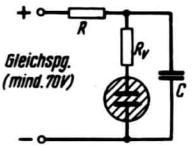


Abb. 71 Schaltung von R_V als Schutzwiderstand

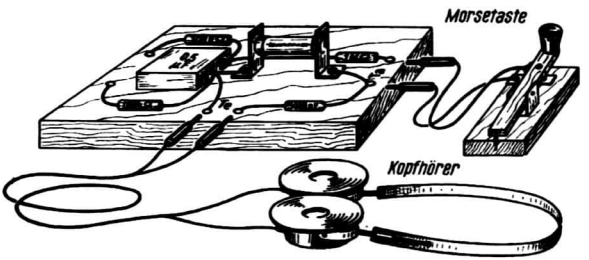


Abb.72 Aufbau des Gerätes

Fehlerquellen

Treten keine Kippschwingungen auf, so nehmen wir R_1 allmählich immer kleiner oder die Spannung größer, bis der Erfolg eintritt. Mit Wechselstrom arbeitet der Glimmröhrensummer nicht.

Zusammenfassung

Glimmröhren enthalten zwei Elektroden in einem Gasgemisch, das bei Zündspannung aufleuchtet und bei der etwas niedriger liegenden Löschspannung verlischt. Den Unterschied zwischen Zünd- und Löschspannung benutzt man, um Kippschwingungen zu erzeugen. Dabei wird ein Kondensator über einen hohen Widerstand langsam aufgeladen und über die Glimmstrecke rasch entladen. Beim Glimmröhrensummer werden die Entladungen durch den Kopfhörer hörbar gemacht.

Zu verstärkende Niederfrequenz legt man an Gitter und Kathode der Radioröhre. Wer für den Röhrensummer eine neue Röhre kaufen will, wählt zweckmäßig eine Miniaturröhre (EC 92).



DER RÖHRENSUMMER

Wesentlich reinere Summtöne erhalten wir von einem Röhrensummer. Wir haben beim Audion gehört, daß die Radioröhre nicht nur gleichrichtet und verstärkt, sondern unter bestimmten Bedingungen selbst Schwingungen erzeugt. Das machen wir uns im Röhrensummer zunutze. Ich empfehle den Bau allen, die morsen lernen wollen oder innerhalb eines Raumes einen Ringverkehr mit mehreren Stationen einrichten möchten. Für weitere Entfernungen müßten wir dann allerdings mehrere Geräte haben, da die Energie sonst zu schwach ist.

Für den Aufbau ist wohl jede Triode geeignet, für die wir den entsprechenden Strom bereit haben. Mit einer Pentode wird es ebensogut funktionieren, wenn man sich Ruhe und Zeit läßt, es auszuprobieren. Ich habe die Schaltung mit einer schon recht altersschwachen REN 904 aufgebaut und dann ohne jede Veränderung mit der umgesockelten Röhre Bi betrieben. Die technische Röhre Bi ist in der Neuherstellung und wird bei der Post als Verstärkerröhre verwendet. Sie ist für viele Versuche auch im Audion verwertbar, indirekt geheizt, hat jedoch einen eigenartigen Metallsockel. Die Umsockelung ist nicht allzu schwer, man vergleicht die Schaltbilder der Bi und der REN 904 und setzt einen alten Stiftsockel entsprechend darunter.

Direkt geheizte Röhren wie RE 134 oder ähnliche, müssen aus einer Heizbatterie oder dem Akku gespeist werden.

Der Aufbau dieser Schaltung kommt hauptsächlich für Gruppen in Frage, da der einzelne sich mit dem Glimmröhrensummer begnügen wird. Ich will

daher die Beschreibung hier ruhig mit einer anderen Röhre als unserer bisher so ausgiebig behandelten AF 7 vornehmen.

An Bauteilen brauchen wir für eine Triodenschaltung:

1 NF-Trafo 1 : 4 bis 1 : 6, 1 NF-Trafo 1 : 1 bis 1 : 2
1 Drehko 500 pF, 1 Blockkondensator 5000 pF
1 Blockkondensator 200 pF, 1 Blockkondensator 0,5 μF
1 Blockkondensator 0,05 μF, 1 Widerstand 1 MΩ
1 Schalter, 1 Röhre mit Fassung, 8 Buchsen
Schaltdraht, Chassisblech.

Für die Pentodenschaltung würde für das Schirmgitter noch der übliche 0,1 μF-Block und ein Widerstand je nach Röhre kommen.

Sehen wir uns die Schaltskizze an (Abb. 73). Die Anodenspannung erzeugt im Schwingkreis (NF-Primärwicklung, Kondensator 0,5 μF) tonfrequente Schwingungen und überträgt sie durch die Sekundärwicklung des Trafos auf den Gitterkreis der Röhre. Mit Hilfe des 500-pF-Drehkos und wahlweise anschaltbaren Blockkondensatoren zwischen 1000 und 5000 pF wird die Tonhöhe verändert. Am Gitteranschluß finden wir eine Adiongitterkombination, deren Ableitwiderstand hier direkt an der Kathode liegt. Im Anodenkreis finden wir ferner die Sekundärseite eines zweiten NF-Trafos. Seine Primäranschlüsse erhalten einen Parallelkondensator von 0,05 μF, daran liegen die Buchsen für Kopfhörer und Morsetaste.

Da wir es hier mit hohen Anodenspannungen zu tun haben, darf die Schaltung nicht auf einem Brett aufgebaut werden. Wir biegen also aus einem nicht zu steifen Blech von 23×14 cm ein Chassis von 4 cm Höhe und einer Aufbaufläche von 15×10 cm (Abb. 74).

Darauf montieren wir die NF-Trafos, die Röhre und an einem Haltewinkel den Drehkondensator. Unter dem Chassis liegt die Verdrahtung mit den kleinen Bauteilen. Für die Durchführung der Anschlüsse von Trafos und Drehko bohren wir einige größere Löcher und polstern sie möglichst mit etwas Gummischlauch, damit die Isolation der durchgeführten Drähte nicht beschädigt wird.

An Stelle der Buchsen verwenden wir fertige Leisten. Aus dem Chassis werden dann entsprechende Streifen herausgeschnitten, so daß die Buchsen,

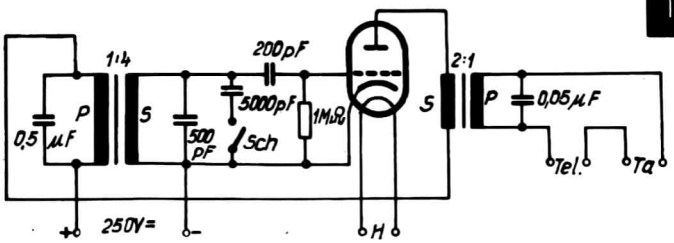


Abb.73 Schaltbild

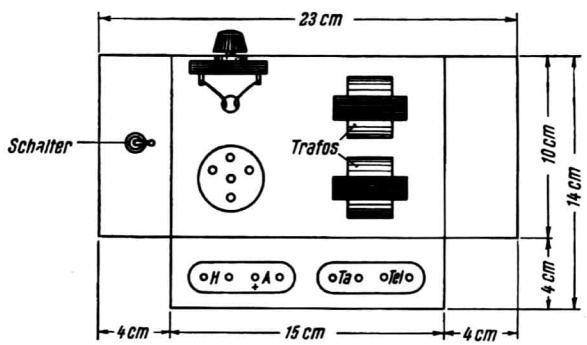


Abb.74 Chassis

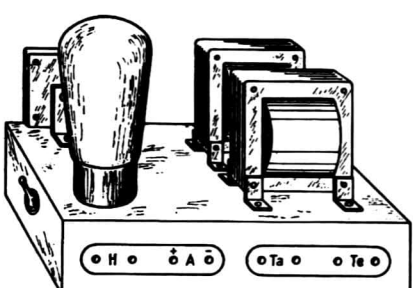


Abb.75 Aufbau

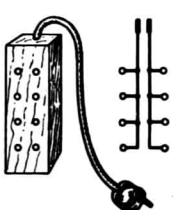


Abb.76 Verteilerkasten

ohne das Blech zu berühren, ins Innere gehen. Die Leisten werden am Rande verschraubt oder sorgfältig vernietet (Abb. 75).

Die Verdrahtung wird nach der Schaltskizze ausgeführt und bereitet wohl kaum Schwierigkeiten. In den Anodenstromkreis können wir zusätzlich noch einen Schalter bringen. Die Schwingung setzt nämlich mitunter nicht von selbst ein, erst wenn der Anodenstrom kurz unterbrochen wird, klingt der erwünschte Pfeifton im Kopfhörer.

Wollen wir das Gerät für Unterrichtszwecke im Freundeskreis verwenden, so fertigen wir uns zwei Verteilerleisten nach Abbildung 76, versehen sie mit entsprechend langen Zuleitungsschnüren und stecken in die Buchsen der einen alle Taster, in die der anderen alle Kopfhörer.

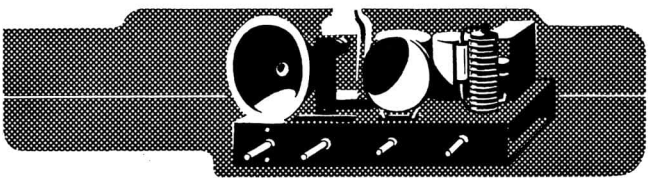
Wieviel Teilnehmer die Anlage gestattet, muß man in der Praxis erproben. Sollte sie für alle nicht ausreichen, so verzichtet man auf die Kopfhörer und verbindet den betreffenden Anschluß mit den Grammophonbuchsen des Rundfunkgeräts und kann damit Lautsprecherempfang erreichen.

Fehlerquellen

Kommt die Röhre durchaus nicht zum Schwingen, so verändern wir zunächst den Schwingkreis. Es werden nach oben wie nach unten andere Kapazitätswerte benutzt und mit jedem neuen Widerstand der Anodenstrom stoßweise unterbrochen, bis die Röhre schwingt. Der Zusatzkondensator parallel zum Drehkondensator wird erst dann eingeschaltet, wenn die Schwingungen einen sauberen Ton ergeben. Auch die Anodenspannung kann verändert werden. Die Taste muß gut isoliert aufgebaut sein, sonst findet der Strom Kriechwege, und wir hören auch bei nichtgedrückter Taste einen leisen Dauerton. Selbstverständlich könnte die Taste auch direkt in den Anodenstromkreis gesetzt werden; aber sie würde dann von der vollen Spannung durchflossen werden, und beim Morsen wäre an den Kontakten mit ständiger Funkenbildung zu rechnen, die durch dauerndes Knacken ein sauberes rasches Geben unmöglich machen.

Zusammenfassung

Im Röhrensummer machen wir uns die Röhre als Schwingungserzeuger zunutze, indem wir mit ihrer Hilfe verschieden hohe Pfeiftöne zum Morsen verwenden.



DER EINKREISER

Mit all diesen Arbeiten haben wir die Vorstufe zum kompletten Rundfunkempfänger erklettert und wollen uns nun mit dem Einkreisempfänger beschäftigen, der Netzteil, Audion und Verstärkerstufe in sich vereint.

Wir wollen zunächst an Hand einiger Versuche noch ein paar Erfahrungen erwerben, die zum Einmaleins des Rundfunkmechanikers gehören.

Wir kennen den Aufbau des Netzteils und den des Audions und wissen, wie beide zusammengeschaltet werden. Auch der Aufbau des Verstärkerteils ist uns bekannt. Ich erinnere an unseren Detektorverstärker, der die wichtigsten Teile für die NF-Verstärkung enthielt: Ankopplung und Kathodenkombination. Die Ankopplung ist im Einkreiser ein wichtiger Schaltungsteil; denn wir können die zweite Stufe nicht einfach in den Anodenkreis der ersten einbauen. Dann würde ja das Gitter der zweiten Röhre die volle Spannung zugeführt bekommen, könnte nicht arbeiten, und die Röhre wäre gefährdet.

Die Ankopplung hat also die Aufgabe, den Anodengleichstrom der ersten von der zweiten Stufe fernzuhalten, gleichzeitig aber die verstärkte Niederfrequenz möglichst ungeschwächt dem Gitter der zweiten Röhre zuzuführen. Beim Detektorverstärker haben wir bereits zwei Kopplungsmöglichkeiten besprochen: Die Trafokopplung und die Widerstandskopplung, die allerdings beim Einkreiser etwas anders aussieht, da ja der Detektor ohne Anodenspannung arbeitet. Wir merken uns einmal grundsätzlich, daß Röhren mit kleinem Innenwiderstand oft durch Transformatorkopplung, solche mit großem Innenwiderstand aber durch Widerstandskopplung verbunden werden.

Bei der Transformatorkopplung werden durch Bau und Arbeitsweise des NF-Trafos einmal die niederfrequenten Schwingungen, spannungsmäßig nach dem Übersetzungsverhältnis (1 : 4) verstärkt, dem Gitter der zweiten Röhre zugeführt. Gleichzeitig ist durch ihn die elektrische Trennung beider Röhrensysteme gegeben. Der kleine Kondensator C_1 (höchstens 100 pF) macht die Rückkopplungswirkung des vorhergehenden Audions gleichmäßiger.

Der Kondensator C_3 parallel zur Sekundärseite des Transformators wird so gewählt, daß seine Resonanzfrequenz mit der Sekundärwicklung bei etwa 800 Hz liegt (Abb. 77 und 78). Dadurch werden die mittleren Tonfrequenzen besonders gut verstärkt. Hochfrequenzreste werden kurzgeschlossen (C_3 etwa 200 pF).

C_2 bildet zusammen mit dem vorangehenden Widerstand ein weiteres Siebglied für den Anodenstrom. Wir wählen ihn etwa 1 μF groß.

Wer keinen Transformator kaufen will und entsprechende Röhren benutzt, kann die zweite Art, die Widerstandskopplung anwenden.

Hier erzeugt der Anodenstrom am Widerstand einen Spannungsabfall (Abb. 79 und 80). Die Wechselspannung wirkt über den Kopplungskondensator C_3 auf das Gitter der Röhre 2. Die Anodengleichspannung läßt C_3 nicht passieren, er muß daher hoch belastbar sein. R_2 führt dem Gitter die negative Vorspannung zu. Zur Erzeugung dieser Vorspannung dient in Schaltung 3 (Abb. 79) der kleine Widerstand zwischen den negativen Anschlüssen der Siebblocks im Netzteil (das haben wir bereits besprochen), in Schaltung 4 (Abb. 80) die Kathodenkombination der zweiten Röhre. Auch das ist uns nichts Neues mehr. Am Kathodenwiderstand wird ein Spannungsabfall erzeugt. Da die Kathode den negativen Pol der Anodenspannung darstellt (Spannung Null), muß ein Abfall dieser Spannung einen negativen Wert ergeben, der vom unteren Ende des Widerstandes aus dem Gitter zugeführt wird.

Ein schwieriges Kapitel, und so wichtig! Wer's bisher nicht verstanden hat, lese alles noch einmal durch. Wer's dann noch nicht kapiert – es ist beileibe keine Schande bei all den Begriffen – der fange an zu experimentieren; denn Probieren geht über Studieren, wenn man mit Sinn und Verstand zu Werke geht.

Ich versprach euch entsprechende Versuche.

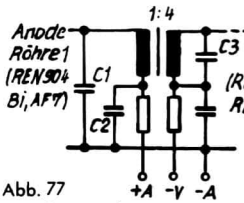


Abb. 77
Transformatorkopplung
(Gittervorspannung aus dem Netzteil)

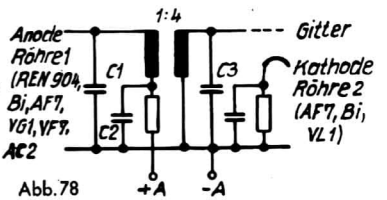


Abb.78
Transformatorkopplung (Gittervorspannung wird am Kathodenwiderstand erzeugt)

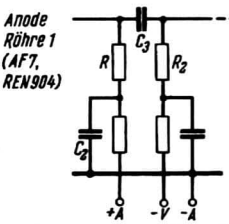


Abb.79 Widerstandskopplung
(Gittervorspannung aus dem Netzteil)

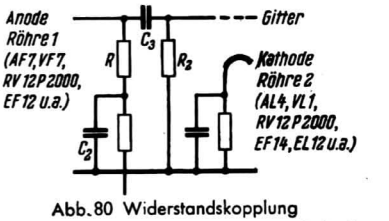


Abb. 80 Widerstandskopplung
(Gittervorspannung vom Kathodenwiderstand)

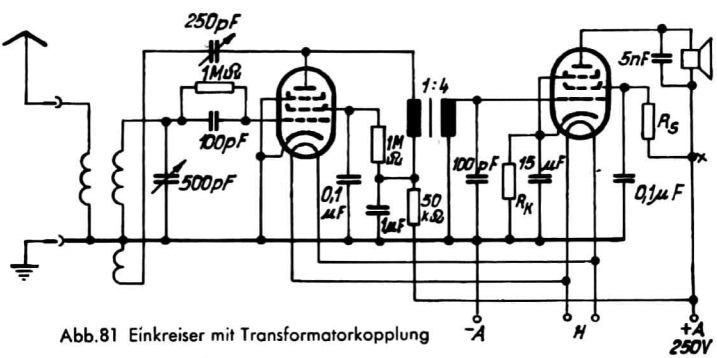


Abb.81 Einkreiser mit Transformatorkopplung

Wir koppeln an unser Audion eine NF-Stufe, um einen einwandfreien Lautsprecherempfang zu erreichen. Die Veränderung zeigt die Schaltskizze (Abb. 81). Insbesondere muß das Schirmgitter einen stärkeren Vorwiderstand (1 MΩ) bekommen, da die ganze Anlage jetzt den vollen Anodenstrom, die volle Spannung erhält. Die Ankopplung einer zweiten Röhre erfolgt über einen NF-Trafo 1 : 4. Der Sekundärwicklung wird ein Kondensator von 100 pF parallelgeschaltet, dem Lautsprecher (möglichst Freischwinger) ein Kondensator von 5 nF.

Als zweite Röhre läßt sich noch einmal die AF 7 oder die Bi verwenden, besser ist die AL 3 oder AL 4, die allerdings ein stärkeres Netzteil benötigen; denn der Stromverbrauch der Anode und des Schirmgitters beträgt bei AL 4 = 41 mA, die eine Gleichrichterröhre, wie RGN 354, niemals hergibt. Wir sehen also, wozu es gut war, in Allstromgeräten gleich einen Trockengleichrichter für 60 mA zu verwenden. Wenn wir die Kathode über den Schleifer eines der Heizung parallelgeschalteten Entbrummers von 100 Ω anschließen (Abb. 64), lassen sich auch direkt geheizte Röhren in der NF-Stufe verwenden (RES 164, RE 134, RE 074). Wer keine Röhre vorrätig hat, dem empfehle ich allerdings nicht, sich für diesen Versuch noch eine Röhre anzuschaffen, sondern das Geld für den Aufbau eines der beiden Geradeausempfänger zu sparen, die im folgenden beschrieben werden.

Zum Aufbau der obigen Versuchsschaltung nehmen wir, um das bereits gebaute Audion verwenden zu können, nur ein kleines Chassis für die zweite Röhre und bringen daran Schnurverbindungen mit Steckern an. Hier noch ein wichtiger Hinweis: Die Endröhre darf nur bei angeschlossenem Lautsprecher betrieben werden, sonst fließt der gesamte Strom über das Schirmgitter, und die Röhre würde unbrauchbar.

Fehlerquellen

Bei Störungen zuerst prüfen, ob beide Röhren an ihren Anoden und Schirmgittern Spannung führen (Spannungsprüfer). An dem Prüfer wird eine Schnur mit Stecker angeschlossen. Wenn wir die Schnur an Masse klemmen, können wir mit der Spitze des Prüfers die entsprechenden Kontakte im Betrieb berühren. Vorsichtig! Die Leitungen führen Spannung!

Stellen wir an einem Schirmgitter oder einer Anode kein Zünden der Glimmlampe fest, so wird der Widerstand, über den der betreffende Kontakt seine Spannung erhalten muß, ausgebaut und durch einen anderen mit gleichem Wert ersetzt. Sollten all diese Stellen keine Spannung führen, so ist sicher ein Siebblock durchgeschlagen, wir prüfen diese mit dem Spannungsprüfer und der aufgesteckten Schnur. Führt einer keine Spannung, so muß er ausgewechselt werden.

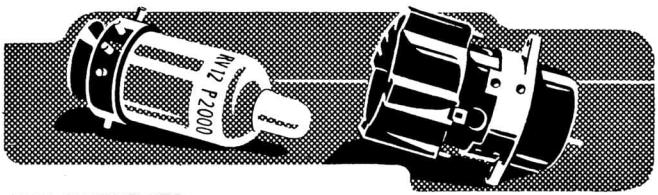
Zusammenfassung

Hat ein Apparat mehrere aufeinanderfolgende Verstärkerstufen, so werden diese mit Hilfe von Transformatoren oder Widerstandskombinationen aneinandergekoppelt. Diese Kopplung ist nötig, um die Anodengleichspannung der Vorröhre vom Gitter der folgenden Röhre fernzuhalten, die Tonfrequenz aber unverändert fließen zu lassen.

Kleine Kondensatoren hindern Niederfrequenz und lassen Hochfrequenz passieren.

Große Kondensatoren lassen Niederfrequenz passieren, sperren aber Gleichstrom.

Hochfrequenzdrosseln sperren Hochfrequenz, lassen Niederfrequenz passieren.



DER EINKREISER MIT SPEZIALRÖHREN

In unserer Röhrentabelle am Schluß des Buches finden wir unter den technischen Röhren die bereits erwähnte RV 12 P 2000, die nach dem Kriege in viele Geräte ersatzweise eingebaut wurde. Sie ist weit verbreitet und wird heute auch wieder produziert. Sie ist als Hochfrequenzröhre, Audion und Endröhre und in besonderer Schaltung sogar als Netzgleichrichterröhre verwendbar, hat eine Heizspannung von 12,6 Volt, die wir mit Hilfe eines Vorschaltwiderstandes ohne Trafo direkt aus dem Netz nehmen können. Die Röhre kostet neu etwa 14,50 DM, kann aber auch gebraucht gekauft werden. Sie benötigt eine recht praktische Spezialfassung, die wir überall bekommen. Andernfalls muß sie umgesockelt und mit einer Gitterkappe versehen werden.

Obgleich hier also bei einem Zweiröhrengerät bereits die Grundkosten recht hoch werden, empfehle ich den Anfängern diese Schaltung. Sie ist leicht aufzubauen und man lernt viel daraus. Die etwas Fortgeschritteneren werden natürlich einen modernen Einkreiser mit Verbundröhre bauen, der im Anschluß an diese Schaltung beschrieben ist.

Unser Apparat kann wahlweise mit 220 Volt Gleich- oder Wechselstrom betrieben werden. Wer 110, 125 Volt oder eine andere abweichende Wechselspannung im Netz hat, muß für das Gerät einen Transformator kaufen und sich beim Netzteil am besten von einem Fachmann helfen lassen.

Für den Aufbau wählen wir ein kleines Chassis mit einer Bauflächc von etwa 25 × 15 cm. Ehe wir das Blech biegen, reißen wir alle Knicklinien

an und bringen alle notwendigen Bohrungen und Einschnitte an. Dazu werden alle Bauteile, die über dem Chassis liegen sollen (Drehko, Trockengleichrichter, Röhrensockel, Heizwiderstand, Siebblocks und Drossel), auf das Blech gelegt und so lange verschoben, bis eine gute Verteilung gewährleistet ist. Das Netzteil bauen wir auf eine Seite, HF-Teil mit dem Audion auf die andere. Wer einen fertigen Spulensatz mit Umschalter kauft, baut diesen unter dem Chassis ein. Der Schaltknopf kommt ganz nach links. In der Mitte liegt der Abstimmdrehko. Er erhält eine Übersetzung, die wir gesondert besprechen, rechts liegt der Rückkopplungsdrehko in symmetrischem Abstand, damit nachher die Knöpfe schön regelmäßig am Gehäuse sitzen.

Zunächst interessiert uns die Stückliste. Wir brauchen:

1 Chassisblech, 1 Spulensatz für Einkreiser, 1 Luftdrehko 500 pF, 1 Rückkopplungsdrehko 350 pF, 1 Selengleichrichter 220 Volt/0,03 A, 1 Netzdrossel 20 H (Henry) (oder Widerstand 3 kΩ/3 Watt), 1 Freischwinger-Lautsprecher oder Permanentlautsprecher mit Anpassungstransformator für 14 kΩ, 2 Siebblocks zu 4 µF, 1 Gitterblock 100 pF, 1 Blockkondensator zu 200 pF (Anode–Kathode), 1 Antennenschutzblock zu 300 pF, 1 Erdschutzblock zu 1000 pF, 1 Blockkondensator zu 25 nF (Tonblende), 2mal 10 nF, 2mal 0,1 µF (Schirmgitterblocks), 1mal 0,5 µF, 1mal 25 µF Niedervolt-Elektrolytblock, 1 Widerstand für die Heizung 2600 Ω/15 Watt, 1 Gitterableitwiderstand zu 2 MΩ, 1 Widerstand 10 kΩ für die Anodenleitung, 1 Schirmgitterwiderstand für Röhre 1 zu 800 kΩ, 1 Gitterableitwiderstand für Röhre 2 zu 500 kΩ, 1 Anodenwiderstand zu 100 kΩ, 1 Anodenwiderstand für Röhre 1 zu 50 kΩ, 1 Schirmgitterwiderstand für Röhre 2 zu 20 kΩ, 1 Kathodenwiderstand zu 500 Ω, 1 Feinsicherung 0,5 Ampere mit Fassung, 1 zweipoliger Ausschalter kombiniert mit 1 Potentiometer 50 kΩ für die Tonblende, 1 Netzschnur mit Stecker, 1 zweifach Buchsenleiste für Antenne und Erde, 2 Röhren RV 12 P 2000, 2 Röhrenfassungen dazu, 1 kleine Glimmlampe für 220 Volt, 1 Triebscheibe für Abstimmdrehko, 1 Triebachse dazu, 1 quadratische Glasskala, 3 Skalenknöpfe, isolierter Schaltdraht.

Eine kostspielige Angelegenheit, wenn ihr jedes Teil einzeln kaufen wollt. Ein fertig gekaufter kleiner Einkreiser wird auf jeden Fall billiger. Wir dürfen allerdings nicht vergessen, daß unser sebstgebauter Apparat ein vollwertiges spielfähiges Rundfunkgerät wird, das bei einem guten Spulensatz eine Reihe ferner Sender bringt. Voraussetzung ist natürlich gewissenhafte, saubere Arbeit, tadellose Lötverbindungen, kurze Gitterleitungen, eine einwandfreie Antenne und gute Erde.

Wer diese Forderungen erfüllen kann und sich selbst einiges zutraut, mag also unbeirrt an die Arbeit gehen.

Sehen wir uns die Schaltskizze an (Abb. 82): Links finden wir ein Audion, dessen Aufbau uns vertraut ist; die Verbindung von Kathode und Anode durch einen 200-pF-Block soll den gleichmäßigen Einsatz der Rückkopplung über alle Wellenbereiche hinweg bewirken. Die Kopplung zur zweiten Stufe wird durch den Widerstand von 100 kΩ und den Block von 10000 pF vorgenommen. Wer ein 500-kΩ-Potentiometer hat (1 MΩ geht auch; am besten eignen sich Regelwiderstände mit logarithmischer Kennlinie), kann dieses an Stelle des Gitterableitwiderstandes der Röhre einbauen. Er bekommt auf diese Weise einen Lautstärkeregler. Das Gitter wird dann an den Mittelanschluß (Schleifer) des Potentiometers angeschlossen. Die Kathodenkombination ist uns vertraut. Die Parallelverbindung zum Lautsprecher 25 nF und 50-kΩ-Potentiometer ist die sogenannte Tonblende. Wird sie „aufgedreht", so erhalten die hohen Töne einen Nebenweg, wodurch das Gerät dunkler, voller klingt. Wir können darauf verzichten, wenn wir dafür einen Festkondensator von 5000 bis 10000 pF einbauen, der einen mittleren Klangwert bewirkt.

Neu ist uns die Heizung des Geräts. Beide Heizfäden liegen hintereinander, erfordern also zusammen eine Spannung von 25,2 Volt und einen Heizstrom von 75 mA. Das erreichen wir durch Vorschalten eines keramischen Widerstandes von 2600 Ω, der hoch belastbar sein muß (15 Watt). Wir sparen also den Heiztrafo.

Das Netzteil bietet nichts Neues, lediglich die parallel zum Schalter liegende Glimmlampe kommt hinzu, sie dient zur Beleuchtung der Glasskala.

Zum Aufbau die wichtigsten Einzelheiten: Der Abstimmkondensator wird so weit zurückgeschoben, daß die Achse mit der Triebscheibe noch über dem Chassis endet. Unter der Triebscheibe verläuft ein sauberer

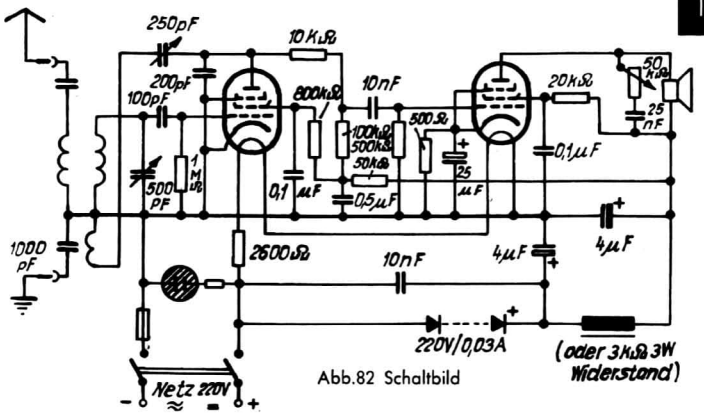


Abb.82 Schaltbild

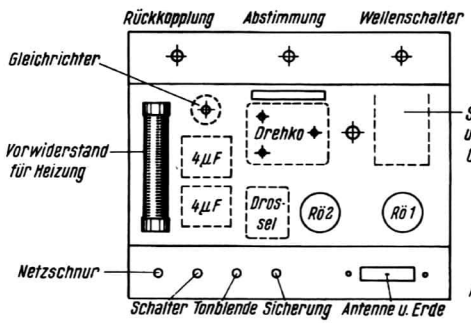


Abb. 84 Chassis

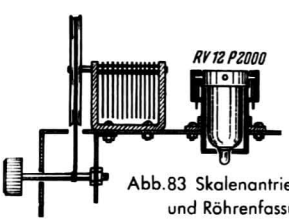


Abb.83 Skalenantrieb und Röhrenfassung



Abb.85 Sockelschaltung der RV 12 P2000

Einschnitt, durch den das Triebseil zur Triebachse führt. Die Triebachse fertigen wir uns aus einer Metallwalze, die nicht zu kurz sein soll. Die Stärke wählen wir so, daß ein Skalenknopf darauf paßt und sich festschrauben läßt, gewöhnlich 6 mm. Die Achse wird durch eine Bohrung im Chassis eingeführt und hinter dem Einschnitt noch in einen oben angeschraubten Blechwinkel gesteckt (Abb. 83). Damit diese Achse nicht wieder herausgezogen oder weiter unter das Chassis gedrückt werden kann, erhält sie vor und hinter dem Blechwinkel eine enge Bohrung, durch die kleine Splinte passen. Die Achse wird unterhalb des Einschnitts mit einer Lage Isolierband umwunden, die ein Rutschen des Fadens verhindert. Über die Triebscheibe legen wir einen stabilen Faden (Perlon), lassen ihn durch den Einschnitt laufen, zweimal die Triebachse umwinden und führen ihn dann wieder auf die Triebscheibe, wo beide Enden fest verknotet und befestigt werden. Jetzt muß sich der Drehkondensator von der Triebachse aus bewegen lassen. Vor die Triebachse kleben wir ein steifes Kartonblatt, das quer über die Mitte eine kräftige schwarze Linie erhält. Diese Linie soll bei eingedrehtem Drehko genau waagerecht liegen.

Ein Verdrahtungsplan kann nicht gezeigt werden, er würde bei dem kleinen Chassis (Abb. 84) nur verwirren. Zudem ist die Schaltskizze recht klar verständlich. Schaltung und Ansicht der Röhre RV 12 P 2000 sind abgebildet (Abb. 85).

Der Heizwiderstand wird im Betrieb heiß, muß also genügenden Abstand von anderen Bauteilen und der Gehäusewand haben.

Der Lautsprecher wird fest im Gehäuse eingebaut, das wir uns mit einigem Geschick selbst herstellen. Wir setzen die Glasskala so vor die Triebscheibe, daß beide Mittelpunkte voreinander liegen. Die Skala wird von der Seite her beleuchtet, wo die Glimmlampe befestigt ist. Sie soll entweder die Skala mit Flutlicht durchstreichen oder die Triebscheibe mit dem Zeiger schwach erhellen.

Zum Lautsprecher, der entweder neben oder über dem Chassis liegt, führt eine verdrillte, gut isolierte Leitung, die nach dem Einbau angelötet wird. Die Tonblende liegt rückwärts. Wenn wir Netzschalter und Potentiometer kombiniert haben, wird mit einer leichten Drehung eingeschaltet, sonst bauen wir einen getrennten Schalter ein. Neben ihm

liegt die Schraubfassung für die Feinsicherung und die Einführung der Netzschnur. Diese wird innerhalb des Chassis durch einen Knoten vor dem Herausreißen geschützt und die Adern an den Schalter gelötet.

Denkt daran, daß ungünstigenfalls im Betrieb das Chassis unter Spannung steht, es wird deshalb dringend empfohlen, eine absolut sichere Rückwand einzubauen, die das Chassis vollkommen verdeckt. Sollten wir nämlich versehentlich mit dem Erdstecker gegen das Chassis kommen, so gibt es einen Knall, und die Sicherung ist hin. Schlimmstenfalls brennt noch ein Bauteil dabei durch.

Für den Lautsprecher sägen wir eine entsprechende Öffnung in die Frontplatte des Gehäuses und hinterkleben sie straff mit passendem Stoff. Dahinter wird dann der Lautsprecher angeschraubt. Das Gehäuse selbst streichen wir mit Holzbeize und polieren mit farbigem Bohnerwachs nach. Die drei Achsen vorn werden durch Bohrungen herausgeführt und mit passenden Skalenknöpfen versehen.

Bei Gleichstrombetrieb muß auf die Polarität geachtet werden, weil sonst der Gleichrichter den Strom blockiert. Wir nehmen dazu eine zweifarbige Netzschnur und kennzeichnen am Stecker + und −.

Sobald das Gerät läuft, nehmen wir an den Spulen durch Verdrehen der HF-Kerne eine Abgleichung vor, bis die Skala genau mit den Sendern übereinstimmt.

Fehlerquellen

Für den kompletten Einkreiser gelten im einzelnen all die Dinge, die wir schon in den vergangenen Kapiteln besprachen: Einbau geprüfter Teile und Röhren, saubere Lötstellen, genaue Überprüfung der Verdrahtung an Hand der Schaltskizze. Ich weise nochmals auf die häufigsten Pannen hin:

1. Kurzschluß beim Einschalten:
   a) Gerätesicherung heil, Wohnungssicherung durch:
   Innerhalb der Netzschnur, des Steckers oder des Schalters berühren sich beide stromführende Leitungen. (Darauf achten, daß die Feinsicherung nicht durch irgendein Drähtchen oder eine falsche Verbindung überbrückt ist.)

b) Gerätesicherung durch: Innerhalb des Gerätes berührt eine stromführende Leitung das Nullpotential, oder die Schutzblocks sind durch oder wir haben sonst irgendeinen Erdschluß innerhalb der Schaltung.

2. Gerät läuft, ohne zu spielen: Nachsehen, ob Anoden und Schirmgitter Spannung führen. Wo nicht, muß ein defekter Widerstand ausgewechselt oder eine vergessene Verbindung hergestellt werden. Sind all diese Anschlüsse stromlos, Netzteil prüfen! (Siebblocks.)
3. Gerät läuft, ohne zu spielen, Spannung überall vorhanden: Finger auf den Schraubenzieher legen und damit die Gitterkontakte beider Röhren berühren, es muß stark brummen. Wenn nicht:
   a) Lautsprecher oder Zuführung nicht in Ordnung, an den Lautsprecherkontakten Spannung prüfen.
   b) Gitterblock ist durch, ablöten und durch anderen ersetzen.
4. Gerät läuft, ohne zu spielen, Spannung vorhanden, Gitterbrumm vorhanden: Probeweise einen Mikrofon- oder Tonabnehmeranschluß an Gitter und Kathode der Audionröhre legen. Wenn das Gerät überträgt, kann der Fehler nur im Spulensatz oder an Antenne und Erde liegen.
5. Gerät läuft und spielt; aber der Brumm ist zu stark: die Siebmittel sind zu schwach. Stärkere Siebblocks (8 μF, 16 μF) nehmen oder den Siebwiderstand durch Drossel ersetzen. Hierbei darauf achten, daß die Drossel möglichst nicht mit dem Kern zu einer Röhre weist, wir könnten Brummeinstreuungen auf das Röhrengitter bekommen.
6. Lautsprecher quäkt oder klirrt: er ist falsch angepaßt. Jede Röhre verlangt den passenden Lautsprecher, die RV 12 P 2000 einen mit hoher Impedanz (Scheinwiderstand) 12 bis 14 kΩ. Vielleicht ist am Lautsprecher auch ein Teil locker, oder er muß durch einen Fachmann eingestellt (zentriert) werden.
7. Rückkopplung setzt nicht ein: Mehr Windungen auf die Spule bringen, im entgegengesetzten Falle Windungen abnehmen.

8. Der Apparat ist handempfindlich, sobald wir uns nähern, beginnt er zu pfeifen: Alle Gitterleitungen sind abzuschirmen (mit Abschirmleitung oder Blech umgeben, das mit der Masse in Verbindung steht). Falls die Röhren untereinander koppeln, unter dem Chassis ein Blech zwischen beide Röhren schrauben.
9. Ein Widerstand beginnt zu schmoren: Er ist zu schwach bemessen oder der dazugehörige Block ist gegen Masse durchgeschlagen und muß durch einen spannungsfesteren ersetzt werden.
10. Bei allen rätselhaften Störungen einen Fachmann zu Rate ziehen. Bleibt aber dabei, während er euer Gerät untersucht, denn daraus könnt ihr viel lernen.

Zusammenfassung

Der Einkreisempfänger besteht aus Audion, Verstärkerstufe und Netzteil, die Röhre RV 12 P 2000 ist eine Spezialröhre mit 12,6 Volt Heizspannung und 75 mA Heizstrom, sie kann als Hochfrequenzröhre, Audion und Endröhre Verwendung finden.



DER EINKREISER MIT VERBUNDRÖHRE

Für den Einröhreneinkreiser haben wir heute in der UEL 51 eine ideale Röhre. Sie vereinigt in sich zwei Tetroden und ist für die Kombination NF-Verstärker-Endröhre oder Audion-Endröhre geeignet. Es läßt sich mit dieser Röhre sowohl ein Mikrofon-Grammophon-Verstärker als auch ein kompletter Einkreisempfänger bauen. Ihre Endleistung liegt weit höher als die der RV 12 P 2000, wir können damit einen guten dynamischen Lautsprecher betreiben. Die UEL 51 gestattet es, recht klein zu bauen, allerdings verlangt sie stärkere Siebmittel, und man kann auch kaum auf eine Netzdrossel verzichten.

Zunächst die Materialzusammenstellung. Wir brauchen:

a) Kapazitäten: 2mal 50 pF, 3mal 100 pF, 1mal 300 pF, 1mal 1000 pF, 1mal 5 nF, 2mal 10 nF, 1mal 0,05 μF, 1mal 0,25 μF, 2mal 16 μF Elektrolytsiebblocks.

b) Widerstände: 1mal 200 Ω, 1mal 1 kΩ, 1mal 1,6 kΩ 16 Watt Heizwiderstand, 2mal 100 kΩ, 1mal 200 kΩ, 1mal 500 kΩ, 2mal 1 MΩ, 1mal 3 MΩ.

c) Sonstige Teile: 1 Spulensatz für Einkreiser, 1mal 500 pF Luftdrehkondensator, 1mal 250 pF Rückkopplungskondensator (Quetscher), 1 Lautsprecher (Anpassung etwa 4,5 kΩ), 1 Netzdrossel, 1 Glimmlampe 220 Volt, 1 zweipoligen Ausschalter (oder Kombination mit Tonblende), 1 Röhre UEL 51 mit Fassung, 1 Chassisblech 27 × 24,5 cm, 1 Feinsicherung 0,4 Ampere mit

Fassung, 1 Trockengleichrichter 250 V/60 mA, 1 Netzschnur mit Stecker, 1 Glasskala (quadratisch), 1 Skalentrieb (Scheibe und Achse), 1mal 50-kΩ-Tonblendenpotentiometer (eventuell mit Ausschalter), 1 dreifach Buchsenleiste, Gehäuse, isolierter Schaltdraht, 4 Skalenknöpfe.

Die Schaltskizze (Abb. 86) wirkt zunächst etwas verwirrend, weil sie vom gewohnten strengen Aufbau abweicht; aber bei genauerem Vergleich erkennen wir bald die Gesetzmäßigkeit. Links liegt das Audion mit Rückkopplung und Schirmgitteranschluß. Die Anode ist mit 50 pF zur Kathode geführt, 200 kΩ ist der Kopplungswiderstand, 10 nF der Kopplungskondensator, 1 kΩ vor dem Gitter des Endsystems soll wilde Schwingungen im UKW-Bereich verhindern, die Kombination 3 MΩ/100 pF Anode 2 zum Gitter ist eine sogenannte Gegenkopplung ähnlich der Rückkopplung beim Audion. 200 Ω im Netzteil erzeugt die Gittervorspannung, die über 0,1 MΩ, 0,5 MΩ, 0,1 MΩ dem Gitter zugeführt wird. Alles andere dürfte vertraut sein. Der Ausgangstransformator gehört zum Lautsprecher, wir können parallel zu diesem Trafo noch einen Anschluß für Kopfhörer anbringen. Allerdings darf der Kopfhörer niemals direkt in die Anodenleitung der Endröhre geschaltet werden. Man braucht hierzu einen Ausgangstrafo für Kopfhörer, der die hohe Spannung auf ein erträgliches Maß herabsetzt.

Zum Aufbau verwenden wir ein Chassisblech 27 × 24,5 cm groß, das nach Zeichnung (Abb. 87) aufgemessen, gebohrt und gefalzt wird. Alle Einzelheiten kennen wir bereits von den anderen Modellen.

Falls wir Siebblocks mit Aluminiumgehäuse verwenden, die den Minuspol am Gehäuse tragen, müssen wir den ersten fest auf eine gegen das Chassis isolierte Blechplatte schrauben und dort den Anschluß für die negative Gittervorspannung abnehmen.

Das Gehäuse, am besten aus 8-mm-Sperrholz, hat bei Verwendung eines Miniaturlautsprechers folgende Maße: Frontplatte 26,5 × 21,5 cm, Ausschnitte und Bohrungen nach Zeichnung (Abb. 88). Decke und Boden 15,5 × 26,5 cm, Seitenteile 15,5 × 20 cm. Die Frontplatte kann mit hellen Leisten verziert werden, im übrigen beizen wir das Gehäuse, wie es bei den anderen Apparaten schon beschrieben ist.

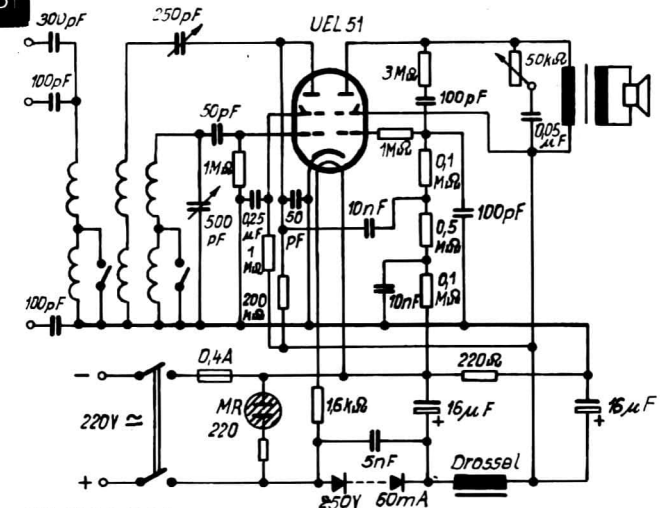


Abb. 86 Schaltbild

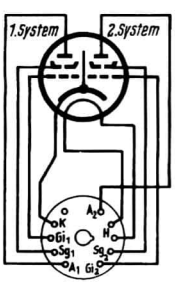


Abb. 89 Sockelschaltung der UEL 51

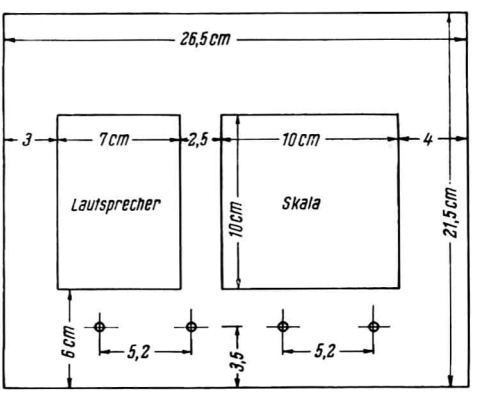


Abb. 88 Abmaße der Frontplatte

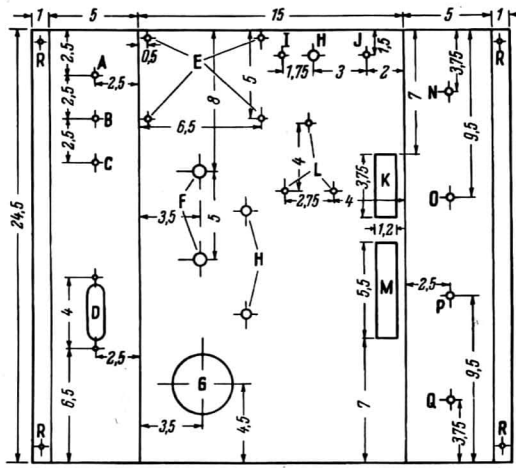


Abb. 87 Aufriß des Chassis, Maße in cm

Bohrungen

A = Netzschalter
B = Einführung der Netzschnur
C = Sicherungshalter
D = Buchsenleiste für Antenne und Erde
E = Befestigungsschrauben für die Netzdrossel
F = Grundschrauben der Siebkondensatoren
G = Röhrensockel
H = Durchführungen für die Schaltdrähte
I = Befestigungsspindel für den Heizwiderstand
J = Befestigungsspindel für den Trockengleichrichter
K = Durchführung der Antriebsschnur des Skalenantriebs
L = Grundschrauben für den Luftdrehkondensator
M = Aussparung für den Rückkopplungsdrehkondensator
N = Achse des Tonblenden-Potentiometers
O = Antriebsachse für den Luftdrehkondensator
P = Achse des Rückkopplungsdrehkondensators
Q = Achse des Wellenschalters
R = Bohrungen für die Bodenschrauben

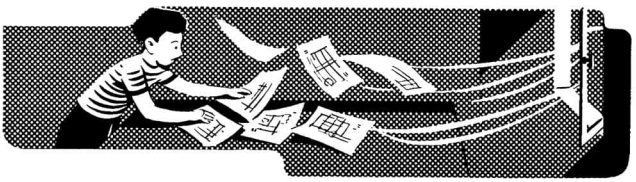
Die UEL 51 wird im Betrieb ziemlich heiß, wir bohren deshalb sowohl in den Boden als auch in die Pappрückwand genügend Löcher, damit eine ausreichende Belüftung vorhanden ist. Richtet euch bei der Verdrahtung genau nach der Schaltskizze (Abb. 89), dann könnt ihr nichts falsch machen. Alle Gitterverbindungen müssen wie üblich recht kurz sein. Den Tonabnehmeranschluß legen wir an Gitter und Kathode des ersten Systems, die Buchse zum Gitter muß sorgfältig abgeschirmt werden.

Fehlerquellen

Falls zwischen beiden Systemen am Sockel eine Kopplung auftritt, bringen wir zwischen beiden Stiftgruppen an der Fassung ein mit der Masse verbundenes Abschirmblech an. Im übrigen gelten bei Störungen die Angaben des vorigen Kapitels.

Zusammenfassung

Die Verbundröhre vereinigt in einem Kolben zwei komplette Röhrensysteme. Die Schaltung des Einkreisers mit Verbundröhre gleicht in ihrem Aufbau daher völlig der anderer Geradeausempfänger.



WEITERE SCHALTUNGEN

Wer sich aus alten Röhrenbeständen einen Empfänger bauen möchte, für den gebe ich hier noch einige Schaltskizzen, nach denen er ein Gerät zusammenstellen kann.

1. Kombination: Wechselstromeinkreiser mit den Röhren AF 7, AL 4, AZ 1.

Zum Aufbau ist nicht viel zu sagen. Die Abbildung 90 macht uns mit den Einzelheiten der Schaltung vertraut. Die AZ 1, eine Zweiweg-Gleichrichterröhre, braucht den entsprechenden Transformator für 200 × 300 Volt Anodenspannung. Dieses Gerät ist sehr leistungsfähig, alle Röhren sind neu im Handel. Das Potentiometer 1 MΩ in der Kopplung ist ein Lautstärkeregler, auf die Tonblende wurde hier verzichtet. Die Kathodenkombination ist mit einem Kondensator von 100 μF versehen, wodurch die Bässe besonders gut herausgehoben werden.

2. Kombination: Batteriekoffergerät mit DF 191 und DL 94.

Dieses Gerät ist anspruchslos. Es wird auf einem Blechchassis montiert und dann in eine Zigarrenkiste eingebaut, die gleichzeitig die Batterien aufnimmt. Der Empfänger ist ein kleiner Einkreiser, der sich für Zeltwanderungen eignet. Man spannt zwischen zwei Bäumen eine Antenne. Ein Draht mit einer daran befestigten Blechbüchse, die man in einen See versenkt, benutzt man als Erde. Und nun können sich einige Freunde über Kopfhörer unterhalten. Wer geschickt ist, wickelt zusätzlich zwischen Chassis und Gehäuse eine Rahmenantenne. Damit müßte man zumindest den Ortssender empfangen können. Alles Nähere dazu erfahrt ihr im folgenden Kapitel.

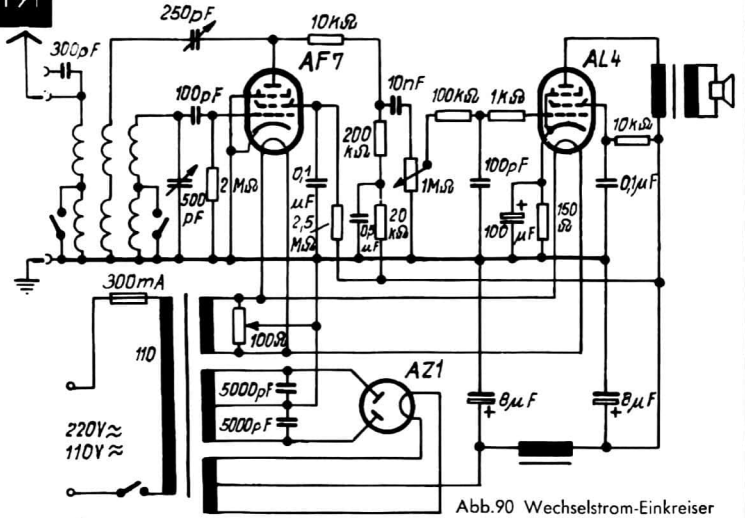


Abb.90 Wechselstrom-Einkreiser

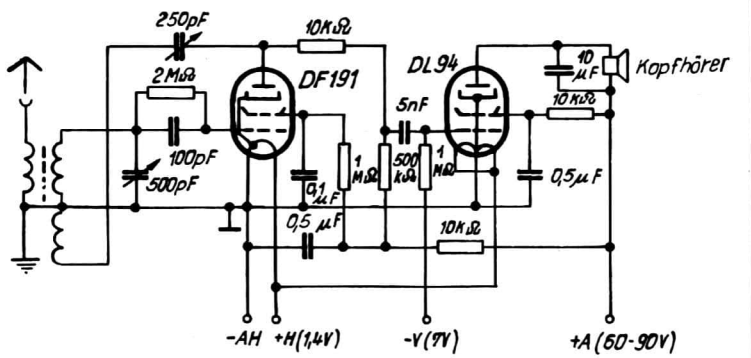


Abb. 91 Batterie-Koffergerät

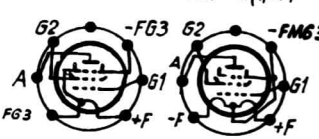


Abb. 92 Sockelbilder

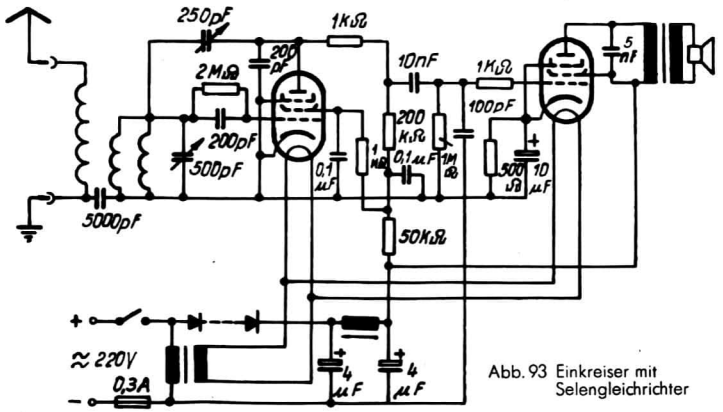


Abb. 93 Einkreiser mit Selengleichrichter

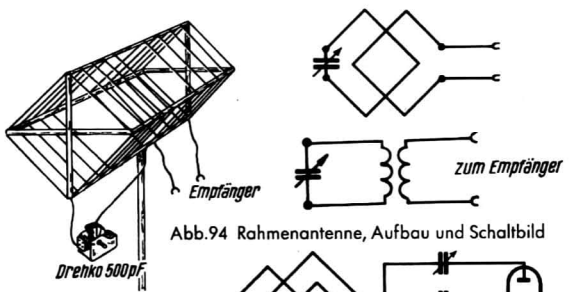


Abb.94 Rahmenantenne, Aufbau und Schaltbild

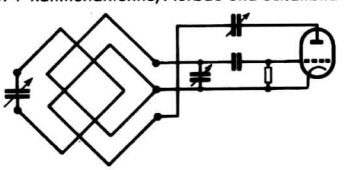


Abb.95 Schaltbild einer Einbau-Rahmenantenne

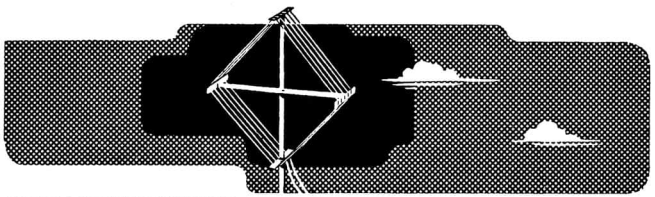
Im Koffergerät verzichten wir auf große Bauteile und verwenden auch nur Quetscher als Drehkos. Die Röhren müssen durch kleine Drahtbügel oder Schutzkappen vor dem Herausfallen gesichert sein. Die erforderlichen Batterien sind im Handel erhältlich. Statt der DF 191 kann unbedenklich auch die DF 96 oder die DC 90 verwendet werden. Als Ersatz für die DL 94 eignen sich die DL 96 und die DL 192, bei ihnen muß man allerdings auf die veränderten Spannungen für Anode und Gitter achten.

Die unansehnliche Zigarrenkiste wird vor dem Zusammenbau mit Kaliko oder Kunststoff-Folie beklebt, damit unser Gerät auch äußerlich einen guten Eindruck macht.

3. Kombination: Einkreiser mit Selengleichrichter mit EF 12 und EF 14 (Abb. 93).

Wieder ein Einkreiser mit bekanntem Aufbau, allerdings hier unter Benutzung von E-Röhren mit einer Heizspannung von 6,3 Volt, die durch einen Heiztrafo erzeugt werden. Bei Gleichstrombetrieb wird wie üblich die Heizung hintereinandergelegt und durch Vorwiderstand die benötigte Spannung hergestellt. Wir finden hier nur einen Schutzkondensator in der Masseleitung zwischen der Antennen- und der Gitterwicklung. Das übrige ist aus dem Schaltbild zu ersehen.

Dieses Gerät läßt sich auch mit den Oktalröhren 6 J 5 und 6 AG 7 bauen. Der Kathodenwiderstand der 6 AG 7 beträgt dabei 60–80 Ohm.



DIE RAHMENANTENNE

Mit dieser Antennenart kann man Richtversuche anstellen. Über ein Holzgestell werden in regelmäßigen Abständen etwa 15 m Hochfrequenzlitze gewickelt, beide Enden blank gerieben, verzinnt und an die Anschlüsse eines 500 pF Luftdrehkondensators gelötet (Abb. 94). Neben dieser großen Spule wird nun eine zweite gleich große in gleichen Abständen gewickelt, deren Enden zur Antennen- und Erdbuchse des Apparates führen. Stellen wir jetzt unseren Apparat auf einen bestimmten Sender ein, so werden wir merken, daß hierbei die Einstellung viel kritischer ist als beim Empfang mit Hochantennen. Haben wir einen Sender auf größte Lautstärke gebracht, so regulieren wir vorsichtig den Drehko an der Antenne nach, bis plötzlich unser Sender noch ein wenig lauter wird. Jetzt sind beide Rahmenantennen „in Resonanz", ihre Eigenschwingungen stimmen überein, sie verstärken sich gegenseitig. Der Rahmen ist dadurch richtempfindlich geworden. Wenn wir ihn drehen, stellen wir fest, daß der Sender bei einer ganz bestimmten Stellung schwächer wird, vielleicht sogar verschwindet. Denken wir uns jetzt eine Achse durch die Mitte aller Windungen, so zeigt diese zum Sender, wir wissen allerdings nicht, welche von beiden Seiten die richtige ist. Unser Rahmen empfängt (aber nur wenn beide Spulen in Resonanz sind) die größte Feldstärke, wenn die Spulen quer zum Sender stehen.

Ähnlich läßt sich auch ein Rahmenempfänger aufbauen. Wir verzichten dabei ganz auf den Spulensatz, wickeln jetzt nur noch eine dritte Spule für die Rückkopplung dazu und führen die Leitungen möglichst abgeschirmt an den Empfänger (Abb. 95).

Bei Kofferempfängern liegt die Rahmenantenne meist zwischen Chassis und Gehäuse. Die Windungszahl muß experimentell ermittelt werden, wobei die Rückkopplungswindungen etwa ein Drittel der Gitterwindungen ausmachen.

Mit Peilantennen wird in der Luft- und Seefahrt gearbeitet. Man kann durch zwei Peilungen von verschiedenen Orten aus den genauen Standpunkt des Senders ermitteln, wenn man die gefundenen Linien in eine Karte einträgt. Wo sie sich kreuzen, steht der Sender.

ELEKTRISCHE MESSUNGEN

Zum Schluß wollen wir noch auf die wichtigsten elektrischen Messungen eingehen, weil sie bei unseren Bastelarbeiten unerläßlich sind. Da ist die Anordnung von *Spannungsprüfer* und Schnur, wenn wir damit Spannungsmessungen durchführen wollen (Abb. 96). Für die Schnur brauchen wir eine Krokodilklemme, sie wird aufgesteckt und an Masse geklemmt, während wir nun mit dem Prüfer selbst an die versteckte sten Kontakte innerhalb der Schaltung herangehen können, um zu sehen, ob sie Spannung führen.

Wie hoch die Spannung ist, können wir nur mit dem *Voltmeter* feststellen. Es wird genauso geschaltet wie der Spannungsprüfer (Abb. 97). Ein Pol (−) wird an Masse geklemmt, für den anderen müssen wir uns eine recht lange Prüfspitze beschaffen oder aus einem isolierten steifen Draht selbst herstellen. Mit dieser Prüfspitze, die am anderen Anschluß (+) des Voltmeters liegt, gehen wir nun an alle Kontakte heran und stellen fest, welche Spannung vorhanden ist. Ebenso können wir das Netz oder Batterien auf ihre Spannung hin untersuchen. Voltmeter werden immer parallel zur Stromquelle und parallel zum Verbraucher gelegt.

Das *Milliamperemeter* aber muß direkt in den Stromkreis geschaltet werden; denn die Stromstärke kann man natürlich nur ermitteln, wenn man den Strom direkt durch das Instrument fließen läßt. (Abb. 98). Hier

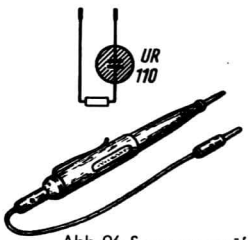


Abb. 96 Spannungsprüfer mit Schaltbild



Abb.97 Messen der Spannung

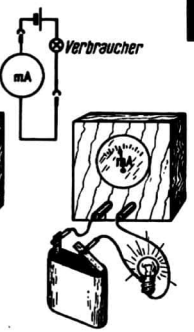


Abb. 98 Messen der Stromstärke

müssen also Stromquelle, Meßgerät und Verbraucher hintereinandergeschaltet werden, wenn wir es eichen. Mit dem Voltmesser kann man auch Widerstände messen. Man nimmt für solche Messungen eine bestimmte Meßspannung an, schaltet dann vor das Voltmeter geeichte Widerstände und notiert sich, wie weit der Zeiger dadurch von der Meßspannung zurückgeht. Daraus läßt sich eine Kurve zeichnen, an der jedes Meßergebnis für Widerstandswerte abgelesen werden kann. Das Meßgerät wird dann zum *Ohmmeter*.

Da diese Meßgeräte alle recht teuer sind, werden wir in der Hauptsache wohl auf unseren Spannungsprüfer angewiesen sein, der uns recht gute Dienste leisten kann.

FORMELTABELLE

Es wird gemessen:

Stromstärke in Ampere (A), Spannung in Volt (V),
Leistung in Watt (W), Widerstand in Ohm (Ω),
Kapazität in Farad (F), Selbstinduktion in Henry (H),
Wellenlänge in Meter (m), Schwingungen in Hertz (Hz).

Vergrößerungen:

Deka = zehnfach, Hekto = hundertfach, Kilo = tausendfach, Mega = millionenfach, Giga = milliardenfach, Tera = billionenfach.

Verkleinerungen:

Dezi = zehntel, Zenti = hundertstel, Milli = tausendstel, Mikro = millionstel, Nano = milliardstel, Piko = billionstel.

Umrechnung der Kapazitäten:

10 pF = 0,01 nF
100 pF = 0,1 nF
1000 pF = 1 nF
10000 pF = 10 nF = 0,01 μF
100 nF = 0,1 μF
1000 nF = 1 μF

Umrechnung der Widerstände:

1000 Ω = 1 kΩ
10000 Ω = 10 kΩ
100 kΩ = 0,1 MΩ
1000 kΩ = 1 MΩ

Ohmsches Gesetz

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

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

Elektrische Leistung

Spannung (Volt) × Stromstärke (Ampere) = Leistung (Watt)

Verhältnis der Transformatorenwicklungen

$$\frac{\text{Primärspannung}}{\text{Sekundärspannung}} = \frac{\text{Sekundärstromstärke}}{\text{Primärstromstärke}}$$

Berechnung der Vorwiderstände für Röhrenheizung

Netzspannung — Summe der Heizspannungen = Restspannung

$$\frac{\text{Restspannung}}{\text{Heizstrom}} = \text{Vorwiderstand}$$

Restspannung × Heizstrom = Belastbarkeit des Vorwiderstands.

KLEINE RÖHRENTABELLE

Typ	Heizung		Anode		Schirmgitter		Außenwiderstand kΩ	Kathodenwiderstand Ω	Sockelschaltung Nr.
	Spannung V	Strom mA	Spannung V	Strom mA	Spannung V	Strom mA			
AC 2	4	650	250	6	—	—	—	—	14
+AF 3	4	650	250	8	100	2,6	—	—	16
+AF 7	4	650	250	1	100	0,4	200	2,5 kΩ	16
+AL 4	4	1750	250	36	250	5	7	150	17
+Ba	3,5	500	220	3	—	—	—	—	7
+Bi	4	1000	220	10	—	—	—	300	8
+C 3b	4	1100	220	8	150	3,5	—	175	9
+DC 90	1,4	50	90	3	—	—	—	—	20
DF 96	1,4	25	85	1,7	85	0,55	—	—	21
+DF 191	1,4	50	67,5	3,4	67,5	1,5	0,5	—	21
+DL 94	1,4	100	90	8	90	1,8	8	—	22
+DL 96	1,4	50	85	5	85	0,9	13	560	22
+DL 192	1,4	100	67,5	7	67,5	2	5	—	23
+EC 92	6,3	150	250	10	—	—	—	10	2
+EF 12	6,3	200	250	0,9	100	0,3	200	3 kΩ	10
+EF 14	6,3	450	250	12	200	1,9	—	350	11
+EF 80	6,3	300	250	10	250	2,8	—	270	14
+EL 12	6,3	1200	250	72	250	8	3,5	90	10

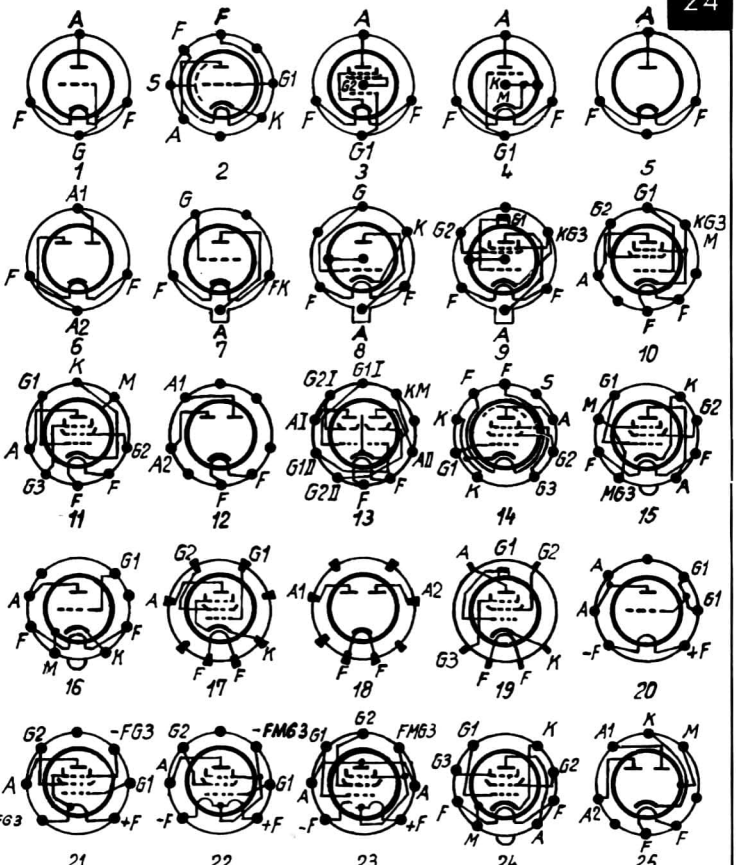
KLEINE RÖHRENTABELLE (Fortsetzung)

Typ	Heizung		Anode		Schirmgitter		Außen-widerstand kΩ	Kathoden-widerstand Ω	Sockel-schaltung Nr.
	Spannung V	Strom mA	Spannung V	Strom mA	Spannung V	Strom mA			
RE 034	4	60	200	2	—	—	—	—	1
+RE 134	4	150	250	12	—	—	—	1,5 k Ω	1
REN904	4	1000	200	6	—	—	—	600	4
RES 164	4	150	250	12	80	1,9	10	850	3
+RV 12 P2000	12,6	75	220	2	140	0,5	18	900	19
+UEL 51	62	100	200	0,65	200	0,22	200	—	13
			200	45	200	5	4,5	—	
+6AG 7	6,3	650	300	30	150	7	7	80	15
+6J 5	6,3	300	250	9	—	—	—	900	16
+6SJ 7	6,3	300	250	3	100	0,8	—	—	24

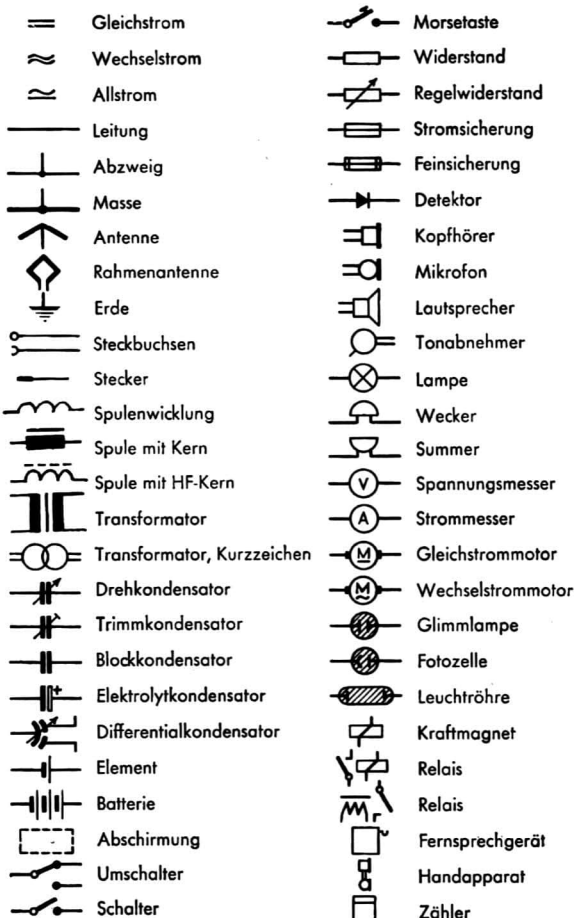
NETZGLEICHRICHTERRÖHREN

Typ	Art	Heizung		gelieferter Anodenstrom		Sockel-Schaltung Nr.
		Spannung V	Strom mA	Spannung V	Stärke mA	
				2 · 500	60	
+ AZ 1	ZW	4	1000	2 · 400	75	18
				2 · 300	100	
+ AZ 11	ZW	4	1100	2 · 500	60	12
				2 · 300	100	
EZ 11	ZW	6,3	290	2 · 250	60	25
RGN 354	EW	4	300	250	25	5
RGN 564	EW	4	600	500	30	5
RGN 504	ZW	4	500	2 · 250	30	6
				2 · 500	60	
+RGN 1064	ZW	4	1000	2 · 400	75	6
				2 · 300	100	

+ = Röhre wird neu produziert.
EW = Einweg-Gleichrichtung; ZW = Zweiweg-Gleichrichtung


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
Anode
Bremsgitter
Schirmgitter
Steuergitter
Kathode, direkt geheizt
Kathode, indirekt geheizt
Anschluß für Gitterkappe
Sockelstifte
Sockelkontakte
Schirmung in der Röhre
Masse

WICHTIGE ELEKTROTECHNISCHE SCHALTZEICHEN



FACHWORTVERZEICHNIS

Allstromgerät: Gerät, das sowohl mit Gleichstrom als auch mit Wechselstrom betrieben werden kann.

Anker: Drehbarer Teil des Elektromotors, bestehend aus Achse, Kern und Magnetwicklungen sowie dem Kollektor.

Anode: Die positive, kalte Elektrode in der Radioröhre.

Arbeitsstromanlage: Alarmanlage, in der erst ein Strom fließt, sobald der Alarm ausgelöst wird.

Audion: Rundfunktechnische Schaltung, die zugleich verstärkt und gleichrichtet.

Bremsgitter: Das dritte Gitter in der Radioröhre, es ist negativ geladen und verhindert den Rückstrom von der Anode zum Schirmgitter.

Chassis: Aufbaugestell für Rundfunkgeräte.

Diode: Zweipolröhre, hat Gleichrichterwirkung.

Durchgriff: Größe des Einflusses der Gitteröffnungen auf den Anodenstrom (enges Gitter = kleiner Durchgriff, weites Gitter = großer Durchgriff).

Einweg-Gleichrichtung: Verwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom, wobei eine Halbwelle des Wechselstroms abgeschnitten und nicht verwendet wird.

Elektroden: Metallteile, die verschiedene elektrische Ladungen tragen.

Elektrolyt oder Elko: Kurzbezeichnung für Elektrolytkondensator, der mit einer besonderen Flüssigkeit oder Masse gefüllt ist und bei kleinem Volumen eine recht hohe Kapazität hat.

Feldmagnet: Magnet des stehenden Teils beim Elektromotor.

Fotozelle: Gerät zur Umwandlung von Lichtschwankungen in elektrische Stromstöße.

Freischwinger-Lautsprecher: Lautsprecher, bei dem ein mit der Membran fest verbundener Anker zwischen den Polen eines Magneten frei beweglich ist und dadurch Stromstöße in Schwingungen der Membran verwandelt.

Gitterkappe: Geerdete Blechkappe, die, über den Gitterkontakt der Röhre gesteckt, die Zuleitung abschirmt.

Glimmlampe: Kleine, gasgefüllte Röhre, in der zwei Elektroden eingebaut sind. Das Gasgemisch leuchtet um die Elektroden herum auf, sowie die Zündspannung erreicht ist.

Hexode: Sechspolröhre.

HF: Hochfrequenz (Trägerwelle des Rundfunks).

Impedanz: Scheinwiderstand, besonders beim Lautsprecher gebraucht.

Innenwiderstand: Innerer Widerstand der Röhre für den Anodenwechselstrom.

Kathode: Negative, geheizte Elektrode der Radioröhre.

Kippschwingungen: Stoßweises Zünden einer Glimmröhre, das zu Schwingungen führt.

Kollektor: Teil des Elektromotors, durch das der Strom den einzelnen Wicklungen zugeführt wird.

Magisches Auge: Abstimm-Anzeigeröhre beim Superhetempfänger.

Masse: Hauptleitung einer Rundfunkschaltung, negativ geladen, mit der das Chassis und alle Abschirmteile verbunden sind.

Monozelle: Einzelne Batteriezelle.

Netzanode: Gleichrichter zur Erzeugung der Anodenspannung aus dem Lichtnetz.

NF: Niederfrequenz, Tonfrequenz, hörbare Schwingungen.

Oktode: Achtpolröhre.

Pentode: Fünfpolröhre.

Permanentmagnet: Dauermagnet, im Gegensatz zum Elektromagneten.

Potentiometer: Regelbarer Widerstand, Drehwiderstand.

Primärspule: Spule des Transformators, die den umzuformenden Wechselstrom zugeführt erhält.

Rahmenantenne: Antenne, die über einen Rahmen zur Spule gewickelt wurde und dadurch Richtwirkung hat.

Relais: Elektromagnetischer Schalter.

Rotor: Drehbarer Teil des Elektromotors oder des Drehkondensators.

Rückkopplung: Teil der Einkreiserschaltung, wodurch verstärkte Anodenschwingungen dem Gitterkreis zugeführt werden und dort weiter verstärkend wirken.

Ruhestromanlage: Alarmanlage, in der ein stetig fließender Strom bei Auslösung des Alarms unterbrochen wird.

Schirmgitter: Zweites Gitter in der Radioröhre, positiv geladen, beschleunigt die Elektronen auf ihrem Wege zur Anode.

Sekundärspule: Zweite Spule des Transformators, die den umgeformten (Sekundär-) Strom abgibt.

Selengleichrichter: Trockengleichrichter, dessen Zellen aus Metallplatten mit aufgespritzter Selenmasse bestehen (sprich Seleen).

Septode: Siebenpolröhre.

Siebkette: Vorrichtung zum Glätten des in Gleichstrom umgewandelten Netzwechselstroms.

Spannungsprüfer: Glimmlampenprüfgerät zur Spannungsprüfung.

Stator: Feststehender Teil des Elektromotors oder Drehkondensators.

Steilheit: Ausdruck für den Verstärkungsgrad einer Röhre, wird in mA/V gemessen.

Steuergitter: Erstes Gitter der Radioröhre, steuert den Anodenstrom.

Tetrode: Vierpolröhre.

Triode: Dreipolröhre, einfachste Form der Verstärkerröhre.

Vakuum: Luftleerer Raum.

Verbundröhre: Radioröhre mit zwei und mehr getrennten Systemen in einem Kolben.

Verstärkerstufe: Teil des Rundfunkempfängers, das sich um eine Röhre herum aufbaut und gelieferte Energie verstärkt weitergibt.

Voltmeter: Meßinstrument, das die Spannung angibt.

Watt: Maßeinheit für die elektrische Leistung.

Zweiweg-Gleichrichtung: Verwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom, wobei beide Halbwellen des Wechselstroms verwendet werden.

DAS GROSSE BASTELBUCH

Illustrationen von Heinz-Karl Bogdanski
204 Seiten, Halbleinen cellophaniert, 7,50 DM
340 Illustrationen, 85 Fotos und 2 Baupläne

Dieses Buch ist für Schüler und Lehrer wichtig und gehört in jeden Bücherschrank als unentbehrliches Nachschlagewerk für den polytechnischen Unterricht.
Vom Deutschen Zentralinstitut für Lehrmittel, Berlin, ausdrücklich als Lehrmittel empfohlen.

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Martin Selber

MIT LOGBUCH, CALL UND FUNKSTATION

100 Seiten, Halbleinen lackiert, 4,— DM

Eine leichtverständliche Einführung in das Gebiet des Amateurfunks. Der Leser kann sich mit funktechnischen Grundbegriffen vertraut machen, das Wesen der Kurzwelle kennenlernen und sich mit der Betriebstechnik des Amateurfunks beschäftigen. Das Buch hilft sogar beim Bau einiger Geräte, mit denen Kinder als Funk-Empfangsamateure arbeiten können.

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Gute Helfer beim polytechnischen Unterricht!

Dr. Gerhard Niese
WIE KOMMT DENN DAS?
Physik auf Schritt und Tritt

Illustrationen von Heinz-Karl Bogdanski
Halbleinen lackiert, 232 Seiten, 4,80 DM
Für Leser von 12 Jahren an

Dr. Gerhard Niese
100 EIER DES KOLUMBUS

Illustrationen von Heinz-Karl Bogdanski
Halbleinen cellophaniert, 176 Seiten, 5,– DM
Für Leser von 11 Jahren an

Martin Selber
MIT SPULEN, DRAHT UND MORSETASTE

Illustrationen von Heinz-Karl Bogdanski und Editha Rosenthal
Halbleinen cellophaniert, 112 Seiten, 4,20 DM
Für Leser von 12 Jahren an

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN