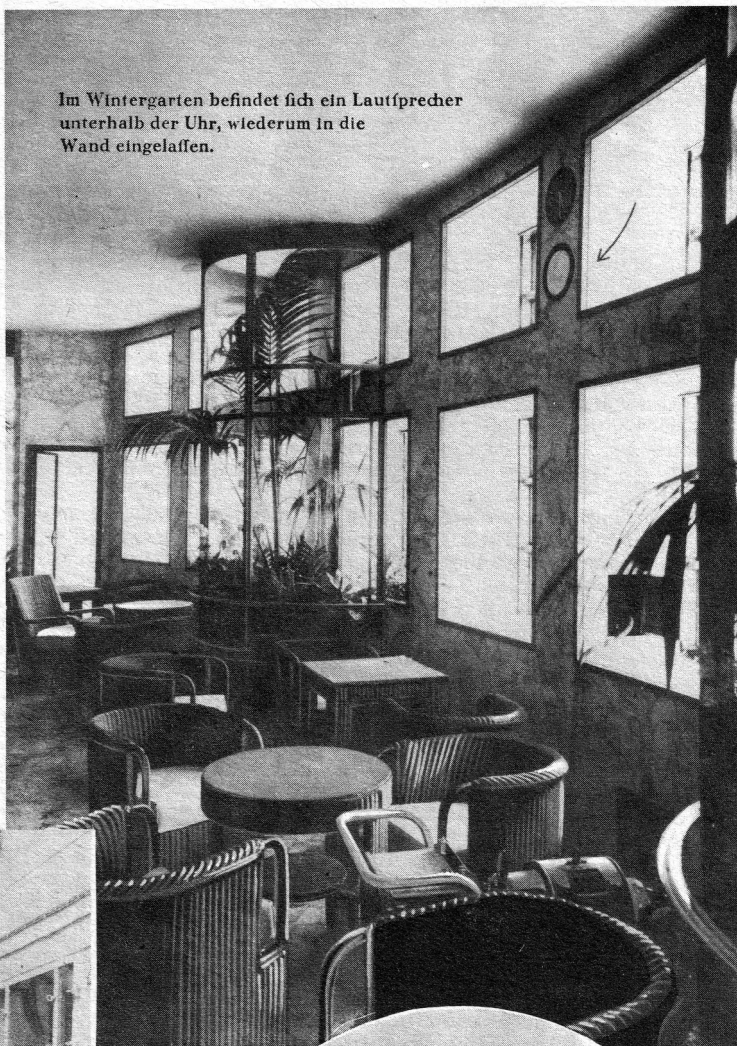


Die Lautsprecheranlage der "Normandie"

(Zu dem Artikel auf
der folgenden Seite.)



Selbst in den Luxus-
kabinen sind Lautsprecher mit
Lautstärkeregler und Schalter eingebaut.



Im Wintergarten befindet sich ein Lautsprecher
unterhalb der Uhr, wiederum in die
Wand eingelassen.



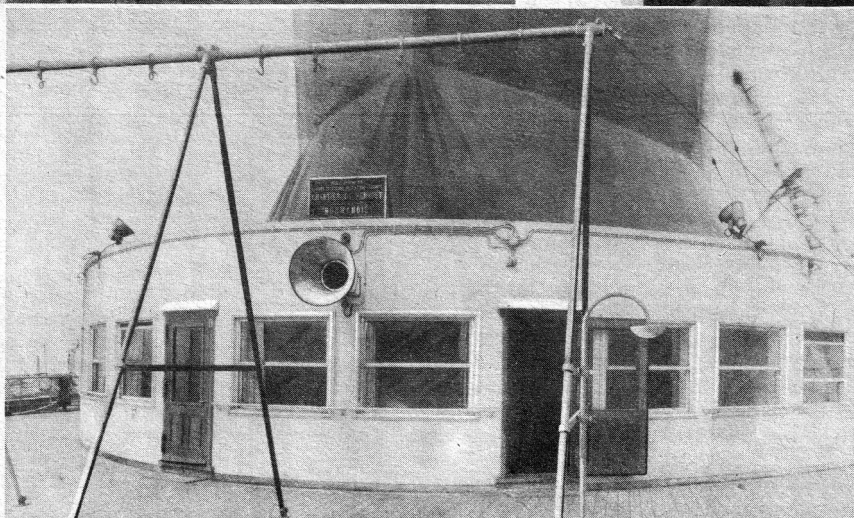
Auf allen Decks befinden sich
Lautsprecher. Hier das Boots-
deck.

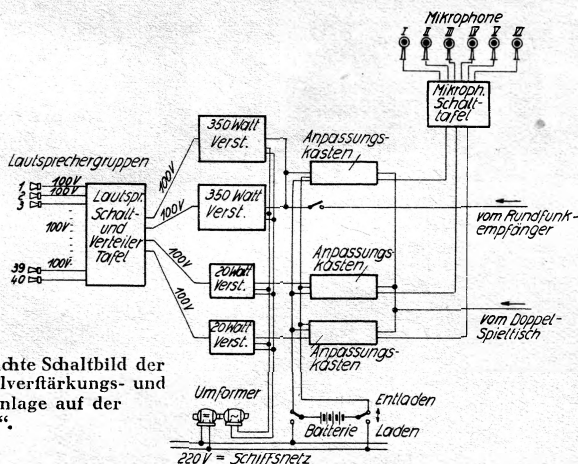


Im Verstärkerraum steht der
Plattenspieltisch, der ver-
schließbar ist und Überblen-
dungen von der einen Schall-
platte auf die andere erlaubt.

Einer der wasserdichten
Trichterlautsprecher auf dem
obersten Deck, das als Ten-
nis- und Ballspielplatz dient.

(Sämtl. Aufn.: Philips)





Das vereinfachte Schaltbild der Philips-Schallverstärkungs- und Verteilungsanlage auf der „Normandie“.

Schallverteilungs- und Verstärkungsanlagen auf größeren Dampfern dienen nicht allein der Unterhaltung der Fahrgäste, sondern sind auch für Mitteilungen der Schiffsführung an die Passagiere bestimmt. In fast allen Schiffsanlagen hat das Mikrophon auf der Kommandobrücke vor den übrigen Mikrofonen den Vorrang, so daß der Kapitän in jedem Augenblick die Fahrgäste wie auch die Mannschaften erreichen kann. Diese Möglichkeit ist im Gefahrfalle von allergrößter Wichtigkeit, weshalb man heute die ausgedehnten Lautsprecheranlagen auf den Überseedampfern bereits als einen Teil der vielen Sicherheitseinrichtungen des Schiffes ansieht.

Die Schallverstärkungsanlage auf dem französischen 80 000-Tonnen-Schiff „Normandie“ der Compagnie Générale Transatlantique ist nun nicht nur wegen ihrer Größe von Bedeutung, sondern vor allem wegen der Art der Lautsprecheranpassung. Die Anlage, die von Philips ausgeführt wurde, umfaßt 74 Lautsprecher mit 6, 10 und 20 Watt Leistung, die bei voller Belastung 680 Watt aufnehmen. Zu ihrer Verforgung stehen 4 Verstärker zur Verfügung: Zwei 350-Watt-Verstärker und zwei 20-Watt-Verstärker, die aus zwei 3-kW-Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer aus dem 220-Volt-Gleichstromnetz des Schiffes gespeist werden. Um die höchste Betriebssicherheit der Schallverstärkungsanlage zu gewährleisten, sind von den Umformern, Verstärkern und noch anderen wichtigen Teilen Reservefälle aufgestellt.

Die beiden Hauptverstärker lassen sich nach Abschaltung von zwei der vier vorhandenen Endröhren auch mit der halben Leistung von 175 Watt betreiben. Diese Aufteilung der Verstärkerleistung ist für die wirtschaftliche Ausnutzung der Anlage sehr wichtig, da man weitesten Spielraum hat, um die Verstärkerleistung stets der gerade angeschlossenen Lautsprecherzahl anpassen zu können.

Werden mehrere Lautsprecher an einen Verstärker angeschlossen, so müssen bekanntlich Verstärkerleistung, Gesamtverbrauch der Lautsprecher, Verstärker-Ausgangswiderstand und die Lautsprecher-Anpassungswiderstände einander angepaßt sein, was bei den sehr unterschiedlichen Widerstandswerten der Lautsprecher oftmals zu komplizierten Schaltungen führt.

Bei der Philips-Anlage auf der „Normandie“ wurde für die An-

passung ein anderer Weg beschritten, der von der Starkstromtechnik abgeleitet ist. Alle Licht- und Kraftnetze haben immer eine gleichbleibende Spannung (z. B. 110, 125, 150, 220, 240 oder 440 V), der die Stromverbraucher wie Lampen, Motoren und sonstige Apparate und Geräte angepaßt und in Parallelschaltung angeschlossen sind. In gleicher Weise hat man auf der „Normandie“ ein Lautsprecherleitungsnetz von ca. 100 Volt Spannung geschaffen. Die Verstärker sind fämtlich so berechnert, daß sie bei voller Aussteuerung und bei voller Belastung eine Ausgangsspannung von ca. 100 Volt abgeben.

Bei den vorher erwähnten 350-Watt-Verstärkern beträgt z. B. die Ausgangsspannung bei Belastung mit der Nennleistung genau 100 Volt und steigt selbst bei unbelastetem Verstärker nur bis auf etwas über 120 Volt und sinkt bei einer (selbstverständlich unerwünschten) Überbelastung von 20% der Nennleistung auf noch nicht einmal ganz 90 Volt herab. Diefem 100-Volt-Lautsprechernetz hat man alle Lautsprecher dann in der Art angepaßt, daß das Übersetzungsverhältnis der Lautsprechertrafos so hoch ist, daß beim Anschluß an das 100-Volt-Netz genau die Nennleistung aufgenommen wird. Eine Berechnung der richtigen Lautsprecherwiderstandswerte ist hierbei vollkommen überflüssig. Die ganze Berechnung besteht jetzt lediglich noch im Zusammenzählen der Nennleistungen fämtlicher angeschlossenen Lautsprecher, wobei nur darauf zu achten ist, daß die von den Lautsprechern verbrauchte Leistung nicht etwa die Verstärkerleistung übersteigt.

Eine Unterbelastung des Verstärkers ist für die Lautsprecher ohne jeden schädlichen Einfluß, da diese sogar die überhaupt höchstmögliche Spannung, die bei unbelastetem Verstärker auftreten kann, noch ohne Nachteile vertragen können.

Die äußere Gestaltung der Lautsprecher ist den verschiedenen Aufstellungsorten angepaßt. Auf den offenen Decks werden die Systeme in fee- und regenwasserdichten Gehäusen eingebaut, die zudem noch durch besondere schalldurchlässige Schirmplatten nach außen zu abgegeschlossen sind. In den Fest- und Gesellschaftsälen hat man die Lautsprecheröffnungen so geschickt verdeckt und so versteckt angebracht, daß diese auf dem ersten Blick überhaupt nicht zu erkennen sind.

Mikrophone stehen in der Kapelle zur Übertragung von Gottesdiensten bereit, außerdem im Theateraal, im Speisesaal und in der Tanzdiele. Die wichtigste Bepfropfungsstelle befindet sich auf der Kommandobrücke. Das dort untergebrachte Mikrophon hat, wie gefagt, gegenüber allen anderen Mikrofonen stets den Vorrang. An allen Stellen, an denen Mikrophone und benachbarte Lautsprecher zu etwaigen akustischen Rückkopplungen führen könnten, sind letztere abschaltbar eingerichtet. Neben Mikrophonübertragungen können auch Rundfunkdarbietungen und Schallplattenkonzerte gefendet werden.

Die Verstärker, die Schalttafel für die beiden Umformer, die Lautsprecher- und Mikrophon-Verteilertafeln sind im Verstärkerraum untergebracht. Dort steht auch der Doppel-Spieltisch für die Schallplattenmusik, dessen Motoren und Plattenteller kardanisht¹⁾ aufgehängt sind, so daß selbst bei starkem Rollen und Schlingern des Dampfers die Nadel nicht aus den Rillen springt.

Eine Übersicht über den gesamten Aufbau der Schallanlage des Riefendampfers „Normandie“ zeigt unser vereinfachtes Schaltbild. Herrnkind.

¹⁾ D. h. so aufgehängt, daß sie sich nach jeder Richtung frei bewegen können.

RUNDFUNK-NEUIGKEITEN

Schallplatten ohne Oberstimmen

In der nächsten Zeit werden Schallplatten mit einer sonderbaren und ungewohnten Eigenschaft käuflich zu haben sein: Schallplatten, bei denen eine Stimme fehlt. Es fehlt z. B. bei einem Kammermusikstück die erste oder die zweite Geige oder das Cello, andere Stücke wiederum sind ohne Klavier aufgenommen. Das soll freilich nicht ein technischer Scherz oder ein Versuch sein, vielmehr sollen die Platten dem Freund der Hausmusik helfen und ihn bei seiner Arbeit unterstützen. Während des Spiels einer solchen Schallplatte braucht der Musikfreund nur den fehlenden Part hinzuzufügen, um ganz unter dem Eindruck zu stehen, als ob er im Quartett, im Orchester spiele. Es ist hier nicht der Platz, eingehender die Möglichkeiten anzudeuten, die der Hausmusikfreund hier finden kann. Nur so viel noch: Es liegen etwa 100 derartige Aufnahmen bereits vor (32 unter Fortlassung der ersten, 3 unter Fortlassung der zweiten Geige, je 3 ohne Viola und Cello, 9 ohne Klavier usw.). Das Programm umfaßt zur Zeit vorwiegend Kammermusikstücke von Bach, Händel, Haydn, Beethoven und Schubert und einige neuere Stücke von Dvorak und Tschaikowsky. Das Programm soll jedoch schon in der nächsten Zeit durch einfachere Stücke erweitert werden. Jeder Platte liegt im übrigen ein Notenblatt mit der fehlenden Stimme bei und jede Schallplatte beginnt mit einem kurzen Aufklingen des Kammertons (zum Stimmen des Instruments) und ein paar Schlägen des Taktstöckes, die Tempo und Einatz geben.

Rundfunkempfang unter der Erde

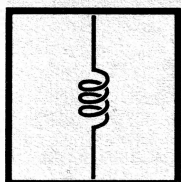
Der polnische Funkwissenschaftler Dr. Dobrzanski hat neuerdings Versuche über den Empfang von Rundfunkwellen unter der Erdoberfläche angestellt. Die Versuche wurden in den Kalkhöhlen von Ojcow bei Krakau in einer Tiefe von 20 bis 25 m angestellt. Man beobachtete, daß die benachbarten Sender viel schwächer zu hören waren als z. B. der französische Sender Touloufe.

Störichutz in Österreich - aber auf Kosten der Hörer

Der vor einigen Wochen herausgekommene Entwurf zur Ergänzung des bestehenden Gesetzes über die Starkstromversorgung in Österreich, bringt auch eine Verstärkung des Schutzes des Rundfunks gegen Störungen durch elektrische Starkstromanlagen und Starkstromgeräte. Der Schutz wird auf den Empfang von Fernsendern ausgedehnt, was bisher nicht der Fall war. Allerdings muß die Gruppe von Rundfunkhörern, die auf eine derartige Entförrung Wert legt, die Kosten dafür tragen. Auf der anderen Seite sind die Besitzer der störenden Anlagen zur Duldung der Entförrung verpflichtet.

Auf dem Wege zu geletzlichem Störichutz in Italien

Die italienische Störichutz-Gesetzgebung ist noch nicht weit vorgegangen. Angesichts der geringen Hörerdichte haben die Besitzer elektrischer Anlagen sich vielfach gegen eine Entförrung gestäubt. Inzwischen ist ein Bündel von Verfügungen von der Rundfunkgesellschaft mit Unterstützung der verschiedenen Ministerien ausgearbeitet worden. Mit diesen Verfügungen, sowie einer weitgehenden Werbung hofft man, daß die endgültige Störichutzgesetzgebung keine großen Schwierigkeiten mehr bereitet und leicht durchzuführen ist. Man versichert, daß man unnachgiebig das Ziel einer vollkommenen Entförrung des italienischen Äthers verfolgen will.



Spulen im allgemeinen

Aussehen und Bedeutung des Schaltzeichens.

Das Schaltzeichen besteht aus mehreren hintereinander angeordneten Schleifen, die mit gleicher Strichstärke wie die zugehörigen Leitungen gezeichnet werden. Die Schleifen bringen zum Ausdruck, daß es sich um mehrere gleichförmig gewickelte Windungen handelt. Eine Spule wird fomit aus mehreren gleichförmig gewickelten Windungen gebildet.

Gelegentlich finden wir als Schaltzeichen für Spulen auch diejenige Zickzacklinie vor, die uns schon einmal als Zeichen für Drahtwiderstände begegnet sind¹⁾ Abb. 1). Die Zickzacklinie

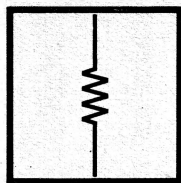
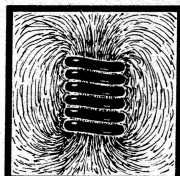


Abb. 1 und 2. Die Zickzacklinie, die man manchmal statt des allgemeinen Spulensymbols findet, und das Magnetfeld, wie es sich um jede Spule ausbildet, wenn Strom durch die Windung fließt.



wendet man an, weil sie leicht zu zeichnen ist, oder weil man damit zum Ausdruck bringen will, daß die Spule nebenbei einen nicht unbedeutenden Leitungswiderstand aufweist.

Die Eigenschaft der Spule: die Induktivität.

Wie bei Kondensatoren die Kapazität und bei einfachen Widerständen der Widerstandswert die Eigenschaften darstellen, um dererwillen man diese Teile in den verschiedensten Schaltungen benutzt, so ist die allen Spulen charakteristische Eigenschaft die Induktivität. Das Wort ist hergeleitet von Induktion (induzieren), einem Ausdruck, der in der Elektrotechnik häufig bei der Beschreibung der Zusammenhänge zwischen Spannung, Strom und magnetischem Feld erwähnt wird.

Der Bastler weiß, was Magnetismus ist und magnetisches Feld. Er kennt die beiden Arten von dynamischen Laufpredern — die mit Dauermagnet und die mit Erregerpule. Diese Spule erzeugt, sobald sie von Gleichstrom durchflossen wird, ein kräftiges magnetisches Feld. Man kann übrigens ein Magnetfeld, wie es eine von Strom durchflossene Spule ausbildet, leicht mit Eisendrahtspänen sichtbar machen (Abb. 2).

Nun aber eine Frage: Fließt in demselben Augenblick, in dem eine Erregerpule eingeschaltet wird, sofort der Strom, der fließen würde, wenn die Spule nur ihren Drahtwiderstand hätte und kein Magnetfeld ausbilden müßte? Bei einem Drahtwiderstand würde sich sofort nach dem Einschalten der volle Strom einstellen, der allein abhängig ist von dem Wert des Widerstandes und von der Höhe der angelegten Spannung. — Bei der Erregerpule ist dies nicht der Fall! Warum nicht? — Eben wegen der alle Spulen kennzeichnenden Eigenschaft — der Induktivität.

Das Wesentliche der Spule ist ihr Magnetfeld.

Das Magnetfeld verleiht der Spule auf Grund der beiden folgenden Tatsachen seine besondere elektrische Eigenschaft: 1. Das Magnetfeld tritt immer gemeinsam mit dem Spulenstrom auf. Der Spulenstrom kann nur in dem Maß fließen, in dem sich das zugehörige Magnetfeld ausbildet. Schließlich: Wenn der Strom seine Richtung wechselt, so muß auch das Magnetfeld seine Polarität ändern. 2. Das Magnetfeld stellt aufgeschobene Arbeit dar, was wir leicht einsehen, wenn wir daran denken, daß das Magnetfeld Eisen bewegen und fomit Arbeit leisten kann. Das ist von besonderer Bedeutung, denn der Umstand, daß im Magnetfeld Arbeit steckt, macht ein plötzliches Zustandekommen und Verschwinden des Magnetfeldes unmöglich!

Ein Gleichnis für das Magnetfeld.

Ein über eine Fahrradkette angetriebenes Schwungrad hilft uns recht gut bei der Vorstellung von der Auswirkung des Spulen-Magnetfeldes:

In dem sich drehenden Schwungrad steckt — wie im Magnetfeld — Arbeit. Die Bewegung der Fahrradkette entspricht der Elektronenbewegung im Spulendraht (dem Strom). Der Schwung des sich drehenden Schwungrades bedeutet das Magnetfeld mit seinem Arbeitsinhalt. Und die Kraft, die wir über die Kette zur Wirkung kommen lassen, stellt uns die Spannung dar, die das Magnetfeld in Schwung bringt. — Es ist gut, beim Studium der folgenden Abschnitte an dieses Gleichnis zu denken!

Spule und Gleichstrom.

Schließen wir eine Spule an eine Gleichspannung an, so verstreicht eine, wenn auch meist nur geringe Zeit, bis sich das Magnetfeld ausgebildet hat und bis dann der Strom seinen vollen Wert erreicht. Nach Ablauf dieser kurzen Zeit spielt das Magnetfeld für den Gleichstrom keine Rolle mehr. Es kommt erst wieder beim Ausschalten des Stromes dadurch zur Geltung, daß es unter Umständen einen Auschaltfunken oder gar einen Lichtbogen verursacht. In diesem Funken oder Lichtbogen wird die im Magnetfeld enthaltene Arbeit wieder frei.

Also: Abgesehen vom Einschalt- und Auschalt-Augenblick ist das Magnetfeld für den Gleichstrom wirkungslos. Die Spule setzt dem Gleichstrom lediglich den Widerstand entgegen, der durch ihren Draht gegeben ist (siehe Heft 11 FUNKSCHAU 1937: „Drahtwiderstände“).

Spule und Wechselstrom.

Schließen wir eine Spule an eine Wechselspannung an, so gibt es für das Magnetfeld keine Ruhepause, während der es auf einem gleichbleibenden Wert beharren darf. Hier wird das Magnetfeld — dem ständigen Wechsel der antreibenden Spannung folgend — immer wieder wechselweise in dem einen und dem anderen Sinn auf- und abgebaut. Wie der Wechselstrom, so muß auch das Magnetfeld fortwährend Wert und Vorzeichen ändern.

Verwenden wir eine Wechselspannung mit geringer Frequenz, so hat das Magnetfeld reichlich Zeit, sich aufzubauen, weshalb hierbei schon mit geringer Spannung ein kräftiges Magnetfeld und ein dementsprechend hoher Stromwert zustandekommen. Je höher wir die Frequenz der Wechselspannung wählen, desto weniger Zeit steht für den Aufbau des Magnetfeldes und demgemäß auch für das Anwachsen des Stromes zur Verfügung. Folglich fallen bei gegebenem Spannungswert Magnetfeld und Strom um so geringer aus, je höher die Frequenz der Spannung gewählt wird.

Die Induktivität als Maßeinheit für die elektrische Wirkung der Spule.

Für den Stromkreis, der eine Spule enthält, ist das Magnetfeld als solches ohne Bedeutung. Für ihn spielt nur die Auswirkung des Magnetfeldes auf die Elektronenbewegung und damit auf den Zusammenhang zwischen Spannung und Strom eine Rolle. Diese Rolle kann auschlaggebend sein.

Im vorigen Abschnitt haben wir, daß der Spulenstrom um so geringer wird, je höher wir die Frequenz der Spannung wählen, wenn nur der Wert der Spannung gleichbleibt. D. h.: Das Magnetfeld der Spule hat einen mit der Frequenz steigenden Spulenwiderstand zur Folge. Diesen mit dem Magnetfeld zusammenhängenden Widerstand bezeichnet man — zum Unterschied gegen den auch bei Gleichstrom wirkamen Drahtwiderstand — als „induktiven Widerstand“.

Nun ist es leider nicht möglich, für irgend eine Spule allgemeingültig einen bestimmten induktiven Widerstand zu nennen, da der Strom mit wachsender Frequenz abnimmt und demnach der Widerstand mit der Frequenz in die Höhe geht. Aus diesem Grunde muß man an Stelle des induktiven Widerstandes einen Wert angeben, aus dem man den induktiven Widerstand unter Zuhilfenahme der hierfür geltenden Frequenz ermitteln kann. Dieser Wert wird „Induktivität“ genannt. Als Maßeinheit für große Induktivitäten dient das Henry. Für kleine Induktivitäten gebraucht man an Stelle des Henry das Millihenry, das $\frac{1}{1000}$ Henry bedeutet, oder das cm, von dem 1 000 000 000 auf ein Henry gehen. Induktivität und induktiver Widerstand stehen miteinander in folgendem Zusammenhang:

Induktiver Widerstand in $\Omega = 6,28 \times \text{Frequenz in Hertz} \times \text{Induktivität in Henry}$

Spulen in der Praxis.

Spulen finden in Rundfunkgeräten vielfach Verwendung — als Spulen in Schwingkreisen, als Drosselpulen für Hoch- und Niederfrequenz, sowie als Kopplungs- und Transformatorspulen. Auf diese Anwendungsgebiete werden wir im Laufe dieser Aufsätze noch im Einzelnen eingehen.

Muß die Spule nun große Induktivität aufweisen, so gibt man ihr viele Windungen und einen Eisenkern. Bei geringer Induktivität genügen wenige Windungen. Und einen eisenhaltigen Kern braucht man hierbei nur, wenn recht kleine Spulen-Abmessungen gefordert werden. Doch davon wird der nächste Aufsatz berichten.

F. Bergtold.

¹⁾ Vgl. „Drahtwiderstände“, Heft 11 FUNKSCHAU 1937.

Die Ton- und Schallfilmschriften

Wenn die FUNKSCHAU heute ihren Lesern die verschiedenen Tonfilmschriften zu erklären versucht, so deshalb, weil dem Film als Tonträger in der Reihe der Schallaufzeichnungs-Verfahren eine immer stärkere Bedeutung zukommt. Während der Tonfilm bis vor kurzem lediglich eine Angelegenheit der Filmindustrie war, beginnt er nunmehr auch in andere Arbeitsgebiete vorzudringen wegen seiner mannigfachen Vorteile, die er gegenüber der Schallplatte besitzt. „Radio-Wien“ bedient sich schon seit Jahren des Lichttones (Vgl. FUNKSCHAU 1936, Heft 50) und jetzt hat auch die Reichsrundfunkgesellschaft mit einem 5,8-mm-Lichttonfilm Versuche unternommen, die sehr gute Erfolge gezeitigt haben. Dieser Bericht von O. P. Herrnkind dürfte wohl der erste in der Fachpresse sein, der in so vollständiger und verständlicher Weise alle heute zur Anwendung kommenden Schriftarten und deren Aufzeichnung behandelt.

Die bekanntesten Aufzeichnungsarten von Schallvorgängen sind Schallplatte und Lichttonfilm (Schallfilm), zu denen in den letzten Jahren noch die verbesserten Magnetton-Verfahren hinzukamen. Eine Schallaufzeichnung muß vor allem die folgenden qualitätsbestimmenden Forderungen erfüllen: 1. Ein breites Frequenzband aufzeichnen lassen, 2. größte Frequenztreue besitzen, 3. größten Lautstärkeumfang zur Erzielung einer guten Dynamik zulassen und 4. eine vollständige Verzerrungsfreiheit haben, d. h.: es dürfen weder Töne verlorengehen, noch neue — im Original nicht enthaltene — Töne hinzukommen, noch irgendein Teil des Frequenzbereiches bevorzugt oder benachteiligt werden. In aufnahme- und wiedergabetechnischer Hinsicht kann unsere moderne Elektroakustik und Niederfrequenztechnik diese Forderungen voll und ganz erfüllen. Von den verschiedenen Schallträgern aber ist es nur der Film mit der Lichttonschrift, mit dem sich die aufgezählten Qualitätsansprüche erreichen lassen.

Betrachten wir zunächst einmal einen Tonfilmstreifen in der Form (im Positiv), wie er durch die Wiedergabemaschine des Lichtspielhauses läuft (Bild 1), so sehen wir auf einer Seite des Streifens zwischen Perforation und Bild die „Tonspur“, die die photographierten Tonchwingungen darstellt. Die Platzanordnung der Tonspur wie auch deren Breite von 2,5 mm sind genormt. Der



Abb. 1. Die Anordnung der Tonspur auf einem Tonfilm. Links neben dem Bild ist ein schmaler Streifen, der den Ton trägt. Das abgebildete Stück ist übrigens ein Ausschnitt aus einem technischen Film. Die abgebildete Person spricht den Vokal „i“.
(Werkaufn.: Klangfilm)

zum Bilde gehörende Ton ist nun aber nicht unmittelbar neben dem Bilde aufgezeichnet, sondern versetzt und zwar um 19 Bilder (= 361 mm) nach vorn gezogen. Das ist notwendig, weil Bild und Ton, die zeitlich zusammenfallen müssen, an verschiedenen Stellen des Projektors „verarbeitet“ werden. Die Ablaufgeschwindigkeit des Films beträgt 24 Bilder/Sek. (= 456 mm/Sek.) und ist gleichfalls international festgelegt.

Während auf dem Positivfilm Bild und Ton vereinigt sind, werden sie bei der Aufnahme auf getrennten Negativen aufgenommen: das Bild in der Bildkamera auf dem Bildnegativ und der Ton in der Tonkamera auf dem Tonnegativ. Ihre Vereinigung erfolgt erst beim Kopierprozeß, in dem Bild- und Tonnegativ zusammen auf einem Positivfilm gedruckt werden.

Zwei grundsätzlich verschiedene Tonaufnahmeverfahren.

Für die Lichttonaufzeichnung haben zwei Verfahren in der Filmtechnik Eingang gefunden: das Schwärzungsverfahren und das Amplitudenverfahren. Beim ersten werden die verstärkten Tonchwingungen einer trägeheitslos arbeitenden Lichtquelle zugeführt, deren Helligkeit (Intensität) sich im Takte der Schwingungen ändert. Das Licht wird dann in Form eines feinen, schmalen Streifens auf dem stetig ablaufenden Film photographiert und die Lichtschwankungen erscheinen nach der Entwicklung des Films als eine Aufeinanderfolge verschieden stark geschwärzter und verschieden dicker Streifen, die wie die Sprossen einer Leiter aussehen (Bild 2A). Die Breite der Streifen, d. h. die Breite der Tonspur bleibt beim Schwärzungsverfahren stets gleich, die Streifenfärbung und der Streifenabstand ändern sich hingegen ständig.

Das Schwärzungsverfahren nennt man auch Intensitäts- oder Sprossenverfahren.

Das zweite Aufnahmeverfahren — das Amplitudenverfahren — zeichnet die Tonchwingungen in Zackenform auf und heißt danach auch Zackenverfahren. Die Zacken entstehen durch einen feinen — gleich hell bleibenden — Lichtstrahl, der von dem Spiegel eines Schleifenoszillographen¹⁾ auf den Film geworfen wird und im Takte der Spiegelausschläge (d. h. im Takte der die Schleife steuernden Tonchwingungen) hin- und herhüpft und dabei den Film belichtet. Beim Amplitudenverfahren ist die Breite der Tonspur je nach der Zackenhöhe

veränderlich, und ihre Aufzeichnung erfolgt tiefschwarz auf klar-durchsichtigem Grunde. Die Höhe der Zacken, d. h. die Größe der Schleifenamplituden gibt die Lautstärke an, dünne Zacken (schnelle Amplitudenfolge) stellen hohe Töne und dicke Zacken tiefe Töne dar (Bild 2B).

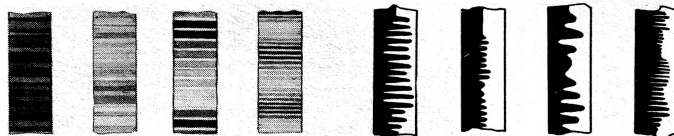


Abb. 2 A

Abb. 2 B

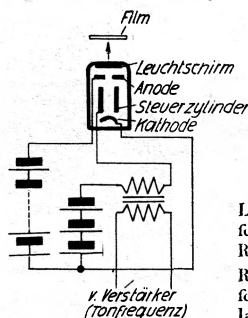
Die beiden Tonfilmschriften. Links die Intensitäts- oder Sprossenchrift. Sie besteht aus verschieden stark geschwärzten und verschieden dicken Querstreifen. Starke Schwärzung ist gleichbedeutend mit großer Lautstärke. Geringe Schwärzung gleichbedeutend mit geringer Lautstärke. Starke (dicke) Sprossen bringen tiefe Töne, schmale Sprossen hohe Töne hervor. (Die scharfe Abgrenzung der einzelnen Sprossen ist nur der Übersichtlichkeit der Zeichnung halber erfolgt. In Wirklichkeit sind die Ränder unscharf.) — Rechts die Amplituden- oder Zackenschrift. Die Schrift ist tiefschwarz auf durchsichtigem klarem Grund. Große Zackenhöhe entspricht großer Lautstärke, geringe Zackenhöhe kleiner Lautstärke. Je dicker der Zacken, desto tiefer der Ton, je dünner der Zacken, desto höher der Ton.

Trotzdem beide Verfahren verschiedene Aufnahmegeräte erfordern und die aufgezeichneten Schriften verschiedenes Aussehen haben, bleibt ihre Wirkung dieselbe. Beide Verfahren können mit den gleichen Wiedergabegeräten abgespielt werden, so daß der internationalen Austauschbarkeit der Tonfilme nichts im Wege steht²⁾.

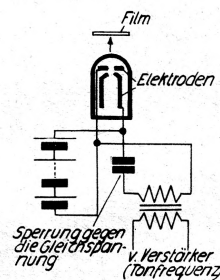
Die Aufnahme beim Schwärzungsverfahren.

Doch zurück zum Schwärzungsverfahren, das man als das allererste Tonaufzeichnungsverfahren ansprechen kann, denn schon Ruhmer photographierte 1900 hinter einem länglichen Spalt auf einem Filmstreifen die Helligkeitsschwankungen einer „sprechenden Bogenlampe“.

Zwei Faktoren sind bei der Aufnahme nach dem Sprossenverfahren, wie es auch heißt, von größter Wichtigkeit: Die Lichtquelle und der Spalt (Blende). Um keine Klangverfälschungen zu erhalten, muß die Lichtquelle auch die höchste aufzuzeichnende Frequenz trägeheitslos verarbeiten. Es kommen also nur Glimmlampen oder Braunköhnen Röhren in Frage, bei denen es möglich ist, eine so große Lichtmenge zu erzeugen und zu steuern, daß auch bei hohen Frequenzen (d. h. bei sehr kurzen Belichtungszeiten) noch eine merkbare Filmschwärzung erreicht wird. Die Anschaltung der Lichtquellen geht aus den Bildern 3 und 4 hervor. Bei der Glimmlampenordnung wird die Glimmentladung durch eine Gleichspannung erzeugt und aufrecht erhalten, der



Links: Abb. 3. Die Anschaltung der Braunköhnen Röhre an die Stromquellen. Rechts: Abb. 4. Die Anschaltung der Glimmlampe.



über einen Trafo die zu photographierende Tonfrequenzspannung überlagert ist. In den Braunköhnen Röhren ist die Tonfrequenzspannung der zwischen Kathode und Steuerzylinder liegenden Gleichspannung überlagert und steuert somit die Helligkeit des Leuchtflecks auf dem Schirm.

Bei der Braunköhnen Röhre sowie bei der Glimmlampe wird die für die Belichtung notwendige Lichtmenge in den Lichtquellen selbst erzeugt und schwankt entsprechend der Tonwechselspannung. Nun

¹⁾ Davon siehe später Näheres.

²⁾ Die weitaus meisten Filme werden heute nach dem Amplitudenverfahren aufgenommen.

kann man aber auch Lichtquellen mit gleichbleibender Helligkeit wählen und die Helligkeitssteuerung außerhalb des Lampenystems verlegen. Die Steuerung geschieht dann durch ein „Lichtrelais“, das den auf den Film einwirkenden Lichtstrahl im Takte der Tonfrequenz mehr oder weniger verdunkelt.

Ein solches Lichtrelais ist, wie bekannt, die „Kerrzelle“, die wir auch beim Fernsehen und bei der Bildtelegraphie antreffen. Ihre Arbeitsweise ist kurz folgende:

Wie die Kerrzelle arbeitet.

Einen Lichtstrahl kann man als Querschwingungen von Ätherteilchen auffassen, deren Schwingungen in allen möglichen durch die Fortpflanzungsrichtung gelegten Ebenen erfolgen. Das Nicol'sche Prisma, kurz „Nicol“ genannt, besteht aus zwei bestimmt geformten und unter bestimmten Winkeln geschnittenen Kalkspatstücken, die an ihren geschnittenen Winkelflächen mit kanadabalsam zusammengeklebt sind. Tritt in ein Nicol'sches Prisma ein Lichtstrahl ein, so wird dieser in zwei Strahlen zerlegt, den „ordentlichen“ und den „außerordentlichen“, wobei jeder Strahl nur in einer einzigen Ebene schwingt. (Beide „Polarisationsebenen“ bilden einen rechten Winkel.) Der ordentliche Strahl wird an der Kittfläche des Prismas total reflektiert, kommt also nicht wieder aus dem Prisma heraus, hindurchgelangt aber der außerordentliche Strahl. Setzt man nun hinter das erste Prisma („Polarisator“) noch ein zweites, gleichartiges („Analytator“), so geht der polarisierte Lichtstrahl fast ungechwächt hindurch, falls die Kittflächen beider Prismen parallel liegen. Wird das zweite Prisma gedreht um einen rechten Winkel, so geht überhaupt kein Licht mehr hindurch, während in den Zwischenstellungen eine mehr oder weniger große Schwächung des durchgehenden Lichtes eintritt.

Bei der Kerrzellenanordnung, die in Bild 5 schematisch wiedergegeben ist, fehlen wir die beiden Nicols und dazwischen eine mit Nitrobenzol gefüllte Glas-Küvette, in die zwei Plattenelektroden (Kondensator) hineinragen. Die beiden Nicols stehen mit ihren Kittflächen parallel, so daß das hindurchgehende Licht ungechwächt bleibt. Wird jetzt nach Schaltbild 6 an die Zellenelektroden eine genügend hohe Spannung gelegt, so tritt eine „elektrische Doppelbrechung“



Abb. 5. Der Aufbau der Kerrzelle im Prinzip.

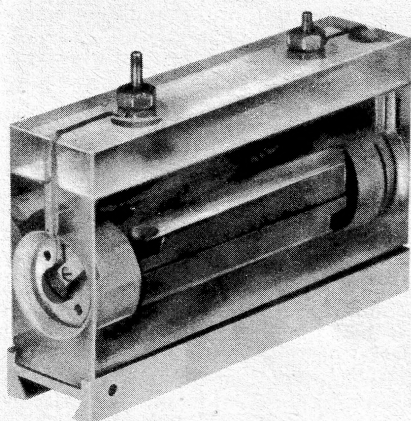


Abb. 7. Eine praktische Ausführung der Kerrzelle geöffnet. Der Glasbehälter ist mit Nitrobenzol gefüllt. Die Platten haben einen Abstand von genau 0,26 mm. (Werkphoto: Telefunken)

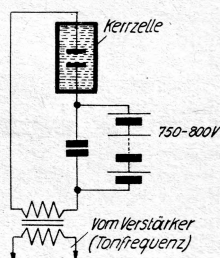


Abb. 6. Die Anschaltung der Kerrzelle.

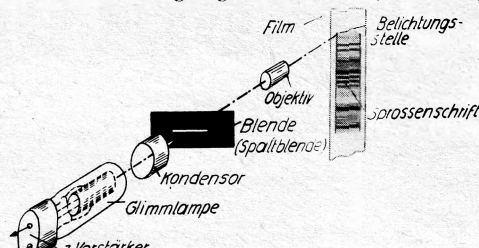
ein und der austretende Lichtstrahl wird mehr oder weniger verdunkelt. Ist das zweite Prisma aber von Haus um einen rechten Winkel gedreht, so kommt in der „Nullstellung“ gar kein Licht hindurch, während beim Anlegen der Spannung sich dann eine entsprechende Aufhellung einstellt. In beiden Fällen sind die Helligkeitsschwankungen das genaueste Abbild der Spannungsschwankungen am Kerrkondensator, die Lichtquelle wird demnach durch das Kerrzellen-Lichtventil in ihrer Helligkeit entsprechend der am Kondensator liegenden Tonfrequenzspannung gesteuert. (Den Aufbau einer Kerrzelle, wie sie von Klangfilm-Telefunken hergestellt wird, zeigt Bild 7.)

Das auf den Film fallende, in der Helligkeit gesteuerte Licht muß natürlich irgendwie begrenzt werden. Das geschieht mit Hilfe einer Schlitzblende, kurz „Spalt“ genannt. Um eine saubere Aufzeichnung aller Frequenzen zu erreichen, ist die Höhe des Spaltes genau festgelegt. Eine einfache Rechnung zeigt uns am schnellsten die Wichtigkeit der Spalthöhe. Die Ablaufgeschwindigkeit des Filmes beträgt, wie oben gesagt, 456 mm/Sek. Bei einer Spalthöhe von 1 mm kämen alle Töne mit über 456 Schwingungen/Sek. schon nicht mehr zur Aufzeichnung, und bei einer Spalthöhe von $\frac{1}{10}$ mm würden alle Töne oberhalb von 4560 Hertz verlorengehen³⁾. In der Tonfilmtechnik hat man die Spalthöhe für die Tonaufzeichnung auf max. 15μ ($\frac{15}{1000}$ mm) und für die Wiedergabe auf max. 17μ ($\frac{17}{1000}$ mm) festgelegt, womit sich Frequenzen bis zu 10 000 Hz noch einwandfrei aufnehmen und wiedergeben lassen. Die Breite des Spaltes (Breite der Tonspur) beträgt 2,5 mm.

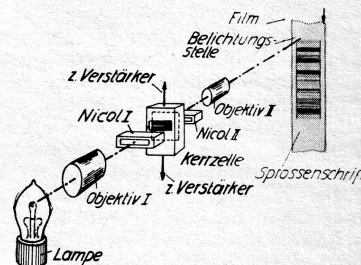
Einen so feinen Spalt mechanisch herzustellen, wäre zwar möglich, aber zwecklos, da dieser schon nach wenigen Augenblicken durch Staubpartikelchen verschmutzt sein würde. Man baut daher den Spalt wesentlich größer, leuchtet ihn mit der gesteuerten Lichtquelle gleichmäßig aus und projiziert ihn als „optische Spaltabbildung“ verkleinert in den richtigen Maßen auf den Filmstreifen.

Betrachten wir jetzt in Bild 8 die prinzipielle Glimmlampen-anordnung. Das von der Glimmlampe gelieferte Licht wird auf einen Kondensator gerichtet, der die Spaltblende gleichmäßig ausleuchtet. Der Spalt wird wiederum durch ein Verkleinerungs-

objektiv an der „Belichtungsstelle“ als ein 2,5 mm breiter und höchstens $\frac{15}{1000}$ mm hoher Strich auf dem Film abgebildet. Entsprechend den Tonschwingungen erscheinen die Blendabbildungen auf dem entwickelten Film dann als mehr oder weniger hohe und mehr oder weniger geschwächte „Sprossen“ (Bild 9).



Oben: Abb. 8. Das Prinzip der Aufzeichnung nach dem Schwärzungsverfahren (Intensitätsverfahren) unter Benutzung einer Glimmlampe. Rechts: Abb. 10. Das Prinzip der Aufzeichnung nach dem Schwärzungsverfahren (Intensitätsverfahren) unter Benutzung einer Kerrzelle. Auch hier ergibt sich wieder die Sprossenschrift.



Bei der Kerrzellenanordnung, deren Prinzip Bild 10 und deren Apparatur Bild 11 wiedergibt, ist die Glimmlampe durch das Zusammenwirken einer starken Lichtquelle mit der Kerrzelle als „Lichtventil“ ersetzt. Ein besonderer Spalt kommt hierbei in Fortfall, als Spalt werden vielmehr die Kanten der Kondensatorplatten benutzt. Die vor und hinter der Kerrzelle liegenden Nicols sind gekreuzt, so daß bei unbefrodenem Mikrophon kein Licht passieren kann und der Film unbelichtet bleibt.

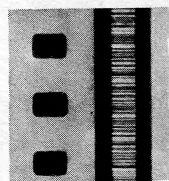


Abb. 9. Die Sprossenschrift auf einem Stück Film. (Archiv Herrnkind)

Die Aufnahme beim Amplitudenverfahren.

Die Zackenschrift wurde erstmalig von Korn im Jahre 1905 gezeigt, der zur Aufzeichnung ein Spiegelgalvanometer benutzte. Wie beim Sprossenverfahren sind auch beim Amplitudenverfahren verschiedene „Grundbestandteile“ der Apparatur vorhanden, z. B. der Lichtschreiber, die Optik zur Erzeugung des Spaltbildes und der Schreiber und schließlich die Filmtransporteinrichtung.

Der Lichtschreiber hat die Aufgabe, die Tonfrequenzschwankungen in Licht umzuformen. Erst wurden hierzu Schleifenoszillographen verwendet, bei denen zwischen den Polen eines starken Dauermagneten eine Drahtlaute in Schleifenform ange-spannt ist, die von dem Tonfrequenzstrom durchflossen wird. Da die Saiten der Schleife in entgegengesetzter Richtung durchflossen werden, schwingen diese auch gegenfönnig und ein auf den Saiten

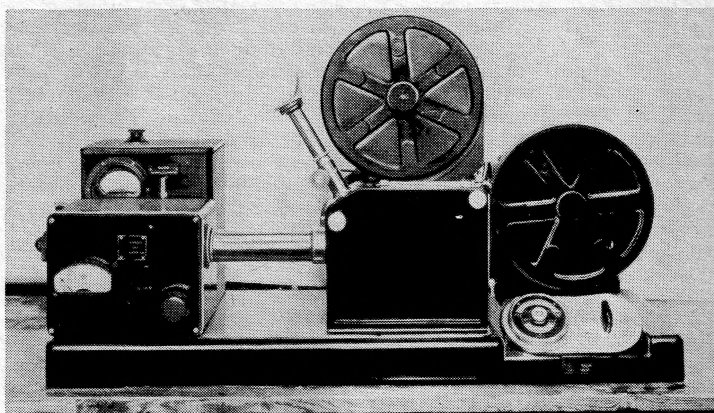


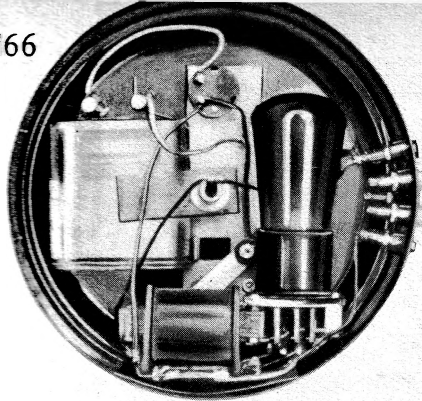
Abb. 11. Klangfilm-Tonaufnahmegerät mit Kerrzelle. Im Gehäuse links ist die Tonlampe, die Beleuchtungsoptik und die Kerrzelle eingebaut. Rechts daneben die Kamera, die mit dem Kerrzellengehäuse durch den Belichtungsstabus verbunden ist. Im Vordergrund rechts der Film-Meterzähler und der Anlaufhalter. Neben der oberen Aufwickelkassette das Beobachtungsmikroskop. (Verkauf, Klangfilm)

befestigtes Spiegelchen erfährt im Takte der Tonschwingungen kleine Verdrehungen. Projiziert man einen kleinen Lichtpunkt auf den Spiegel und richtet den reflektierten Strahl auf einen Filmstreifen, so wandert der Lichtpunkt entsprechend den Spiegelverdrehungen auf diesem hin und her. Durch die Fortbewegung des Filmes entsteht eine gezackte Kurve, die den Film in eine belichtete und eine unbelichtete Hälfte teilt. Die Größe der Ausschläge (Amplituden) sind von der Lautstärke und ihre Aufeinanderfolge von der Frequenz abhängig.

(Fortsetzung folgt.)

³⁾ Beim Kalkspat spricht man von einer „optischen“ Doppelbrechung.

³⁾ In der Praxis liegt allerdings der höchste noch einigermaßen brauchbare Ton zwischen etwa $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{3}$ der errechneten Werte.



Ein billiger Universalv

Der Einbau der Vorröhre in das Mikrophon ist einfach durchzuführen und macht das Mikrophon praktisch noch einmal so wertvoll!

Verstärker sind beim Bastler viel häufiger zu finden als beim Käufer fertiger Industriegeräte: Die Preisvorteile des Selbstbaus sind hier besonders groß, die technischen Schwierigkeiten gering, jedenfalls wesentlich geringer als beim Empfängerbau, und vor allem weiß der Bastler die vielseitige Verwendbarkeit eines guten Verstärkers am besten auszunutzen. Er braucht ihn zur Erweiterung der Empfangsanlage, für hochwertige Schallplattenwiedergabe, für die Selbstaufnahme von Schallplatten und für Übertragungen mittels Mikrophon und Lautsprecher — alles Arbeitsgebiete, die den völligen Laien wenig vertraut sind, obwohl sie besonderen Reiz besitzen.

Neuerdings ist durch die Schaffung von Hochleistungs-Endröhren der Bau von Verstärkern noch wesentlich lohnender geworden, können doch sehr hochwertige Geräte mit Endleistungen bis zu 4 Watt nunmehr auch ohne Anwendung einer Gegentaktschaltung gebaut werden. Das bedeutet eine enorme Vereinfachung und auch Verbesserung, denn wir können jetzt ohne Kopplungstransformatoren arbeiten, mit denen bekanntlich ein erstklassiger Frequenzgang nicht leicht zu erreichen ist.

Wir verlangen:

Wohl eine der ältesten Forderungen im Verstärkerbau ist eine zwischen etwa 30 und 10000 Hz flach verlaufende Frequenzkurve. Die Endleistung muß für hochwertige Heimwiedergabe oder für die Selbstaufnahme von Schallplatten ca. 4 Watt betragen, wobei der Klirrfaktor möglichst nicht über 5% liegen sollte; mit einem Klirrfaktor von 10–15%, wie er in Empfängern durchaus üblich ist, lassen sich zwar durchschnittliche Ansprüche recht gut befriedigen, achten wir jedoch auf besonders gute Wiedergabe der tiefen Töne unter Verwendung eines geeigneten Schallwandlautsprechers, so ist es erwünscht, über 5–8% Klirrfaktor nicht hinauszugehen. — Der Eingangsspannungsbedarf des Verstärkers muß bei etwa 0,25 Volt bei voller Aussteuerung liegen, damit auch hochwertige Tonabnehmer verwendet werden können, die ja bekanntlich im allgemeinen eine ziemlich geringe Tonspannung liefern¹⁾. Nach Möglichkeit muß auch dafür gesorgt werden, daß auf einfache Weise ein Mikrophon vor den Verstärker gespannt werden kann; hierfür kommen allerdings wohl nur Mikrophone mit eingebauter Vorstufe in Frage, da ein normales Kohlekörner-Mikrophon mit Transformator nur eine Spannung von etwa 0,1 Volt zu liefern pflegt.

Es war früher allgemein üblich, auch den Erregerstrom für einen fremderregten dynamischen Lautsprecher dem Verstärker zu entnehmen. Diese Möglichkeit besteht natürlich auch bei der nachfolgend beschriebenen Neukonstruktion, sie bedeutet jedoch einen erhöhten Stromverbrauch und eine Mehrbelastung des Gleichrichters. Da andererseits die Standard-Modelle der im Handel befindlichen Lautsprecher Dauermagnete besitzen und sehr hohen Anforderungen genügen, sei bei Neubefassung der gesamten Anlage unbedingt empfohlen, ohne Erregerstromentnahme zu arbeiten.

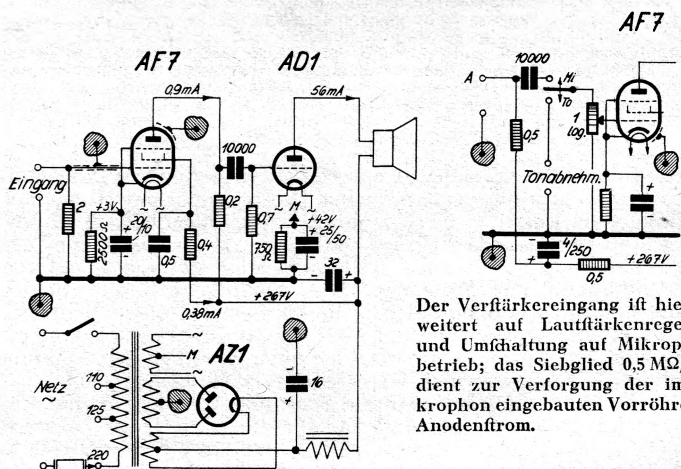
Um eine möglichst vielseitige Anwendbarkeit des Verstärkers zu sichern, werden wir schließlich verlangen, daß er so klein als möglich aufgebaut wird: Nur so kann er bequem in Truhen, in das Flachbaugehäuse eines vorhandenen Empfängers, in ein Lautsprechergehäuse oder in einen Plattenspieler eingebaut werden.

Die Schaltung.

Die aufgestellten Forderungen lassen sich am besten bei Verwendung der Hochleistungs-Dreipolröhre AD 1 erfüllen, der wir in Widerstandskopplung die Fünfpolröhre AF 7 vorpannen. Diese Anordnung ergibt eine Endleistung von 4 Watt bei einem Eingangsspannungsbedarf von 0,23 Volt. Daselbe in dieser Hinsicht ließe sich allerdings auch mit einer Fünfpolendröhre AL 4 und vorgepannter Dreipolröhre AC 2 erreichen, also gewissermaßen mit der umgekehrten Anordnung, wobei sich ein um 30% veringert Anodenstromverbrauch, infolge der indirekten Heizung eine etwas geringere Brummspannung und schließlich auch noch

ein Minderpreis von etwa RM. 2.— ergeben würden. Es erscheint also fruchtbar, welche Anordnung die günstigere ist: AC 2 + AL 4 oder AF 7 + AD 1? Hätten wir eine Empfängerkonstruktion vor uns, so würden wir uns wahrscheinlich für die AL 4 entscheiden, da in den meisten Empfängern auch für die Vorstufen ein erheblicher Anodenstrom benötigt wird und es daher im Interesse eines billigen Netzteils angebracht erscheint, bei der Endstufe Strom zu sparen; außerdem ist die Bevorzugung der hohen Töne, welche die Fünfpolendröhre ergibt, für die meisten Empfänger ein ganz erwünschter Ausgleich für die hochfrequenzzeitige Befehndeckung dieser Tonlagen. Die Rücksicht auf den Anodenstromverbrauch fällt jedoch bei einem selbständig aufgebauten Verstärker vollkommen weg, da Transformatoren für Ströme unter 60 mA ohnehin nicht handelsüblich sind. Auch ist beim Verstärker, wie oben festgestellt, eine möglichst flache Frequenzkurve und ein Klirrfaktor von nicht mehr als 5–8% erwünscht, während die Fünfpolendröhre bei ihrer Nennleistung etwa den doppelten Klirrfaktor besitzt. In unserem Fall entscheiden wir uns daher für die zweite Anordnung, also AF 7 + AD 1.

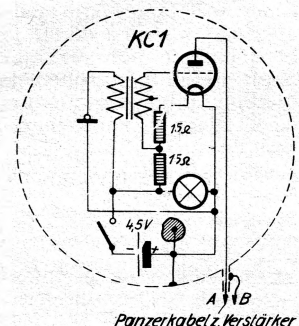
Über die Schaltung der Fünfpolschirmröhre AF 7 als Niederfrequenzverstärker wurde erst kürzlich unter der Rubrik „Wie schalte ich“ berichtet²⁾. Es wurde ein Anodenwiderstand von 0,2 MΩ verwendet, wobei sich unter Erhaltung eines brauchbaren Frequenzganges eine etwa 145fache Vorverstärkung ergibt. Die hohe dynamische Eingangskapazität der nachfolgenden AD 1 bewirkt zwar bei den höchsten Frequenzen einen erheblichen Abfall der Verstärkung, jedoch ist dieser Abfall erst oberhalb 10000 Hz wesentlich, so daß der Verstärker dennoch üblichen Anforderungen vollkommen genügt. Die Endstufe und der Netzteil sind normal geschaltet, jedoch nicht ganz normal bemessen: Der zweite Siebkondensator parallel zur Gesamtanodenspannung besitzt die ansehnliche Größe von 32 µF, der Ladungskondensator am Gleichrichter besitzt 16 µF. Dreipolendröhren mit geringem Innenwiderstand — der Innenwiderstand der AD 1 beträgt nur 670 Ω — besitzen nämlich den Nachteil, eine sehr gut gefiehte Anodenspannung zu verlangen, außerdem liegt die reichliche Bemessung des zweiten Sieb-



Der Verstärkereingang ist hier erweitert auf Lautstärkenregelung und Umschaltung auf Mikrophonbetrieb; das Siebglied 0,5 MΩ/4 µF dient zur Verforung der im Mikrophon eingebauten Vorröhre mit Anodenstrom.

Früher verlangte ein guter 4-Watt-Verstärker 2 Röhren 604 in Gegentaktschaltung. Ist da nicht dieser neue, widerstandsgekoppelte AD 1-Verstärker von überlegener Einfachheit?

Rechts: Eine Vorröhre wird in Form der KC1 zweckmäßig in den Mikrophonfuß eingebaut, eine raumparende Lösung, die sich sehr bewährt hat.



Panzerkabelz Verstärker

¹⁾ Tonabnehmer, bei denen nicht so sehr auf einen ausgeglichenen Frequenzgang Wert gelegt wird, können allerdings wesentlich höhere Spannungen liefern, etwa 2 Volt, eine ganz neue Ausführung zur unmittelbaren Durchsteuerung der AL 4 oder CL 4 liefert sogar 4 bis 5 Volt Tonspannung.

²⁾ Heft 12 FUNKSCHAU 1937.

Verstärker mit der AD1

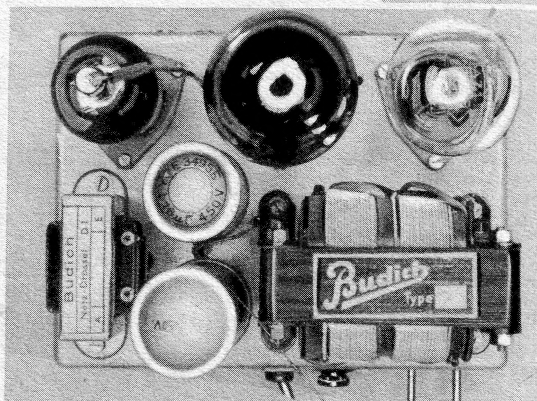
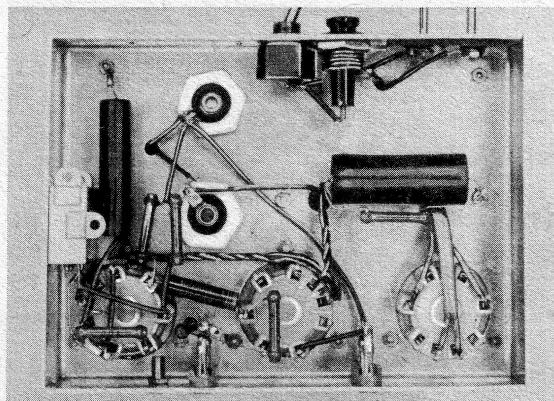


Das Gerät ist ausnehmend klein; das Bild wird beherrscht von der wichtigen Endröhre AD 1, „nur“ eine Dreipolröhre, und dennoch ein Meisterwerk der Röhrenbaukunst.

Links:

Man möchte meinen, daß es günstiger wäre, den Gleichrichter AZ 1 an die Seite der zugehörigen Elektrolyts zu setzen; dann wäre jedoch die magnetisch empfindliche Eingangsrohre dem Netztrafo benachbart, und es bestünde die Gefahr von Brummtörungen.

Zum 2. Bild links: Die Einfachheit der Schaltung kommt in der klaren Verdrahtung zum Ausdruck.



kondensators im Interesse einer ungechwächten Wiedergabe der tiefen Töne, da ja dieser Kondensator in Reihe mit dem Lautsprecher im Anodenwechselstromkreis der Endröhre liegt.

Das Originalgerät wurde ohne jeden Lautstärkenregler und Umschalter ausgeführt. Diese Form ist besonders geeignet für die Verwendung als reiner Schallplattenverstärker, da ja heute die meisten Tonabnehmer einen Lautstärkenregler eingebaut erhalten. Soll wahlweise auch ein Mikrophon angeschlossen werden, so ist es allerdings zweckmäßig, die Eingangsschaltung nach der beigegebenen Ergänzungsskizze auszubauen. Es ist dann sowohl eine Lautstärkenreglung wie eine Umschaltung von Tonabnehmer auf Mikrophon möglich. Auch für die Ausrüstung des Mikrophons mit einer eingebauten Vorstufe sei eine bewährte Schaltung angegeben: Aus der 4-Volt-Mikrophon-Batterie wird über Heizwiderstände die direkt geheizte Batterieröhre KC 1 betrieben; die nötige Gittervorspannung kann ohne weiteren Aufwand gleich an diesen Widerständen abgegriffen werden. Der Anodenwiderstand der KC 1 befindet sich jedoch nicht mehr im Mikrophonfuß, da ja hier keine Anodenpannung zur Verfügung steht, sondern er ist im Verstärker eingebaut und erhält dort einfach und billig über ein kleines Siebglied eine gut geglättete Anodenpannung. Das Mikrophon ist dann lediglich über ein einpoliges Panzerkabel mit dem Verstärker zu verbinden, wobei der Abschirmmantel dieses Kabels als erdseitige Verbindung ausgenutzt wird.

Bau und Betrieb.

Für den Verstärker wurde ein möglichst niederes, vierseitig abgebogenes Chassis gewählt. Wer die erweiterte Eingangsschaltung anwenden will, wird selbstverständlich das Chassis in der einen Richtung etwas größer wählen als beim Originalgerät. Da der Verstärker infolge seiner Widerstandskopplung keine magnetisch empfindlichen Teile enthält, können wir ohne weiteres auf Eisenblech bauen.

Bei der Verdrahtung wurden einige freie Lötflächen an den Röhrentastungen als Stützpunkte für die Verdrahtung ausgenutzt, wodurch die ganze Sache besonders stabil wird. Über diese Möglichkeiten geben uns am besten das Lichtbild und die Sockelschaltungen der Röhren Aufschluß.

An das erste Einschalten des Verstärkers ist nicht zu denken, wenn wir nicht in den Anodenkreis der AD 1 einen Milliampere-meter gelegt haben, das eine Kontrolle des Anodenstroms dieser wertvollen Röhre ermöglicht. Auch der zuverlässigste Baßler ist niemals gegen kleine Baufehler gesichert. Eine Überwachung der übrigen Spannungen und Ströme wird in den seltensten Fällen notwendig sein, jedoch wurden zur Sicherheit die entsprechenden Werte in das Schaltbild aufgenommen.

Im Betrieb muß der Verstärker stets geerdet werden. Die Primärwicklung des Lautsprechertransformators soll an die AD 1 angepaßt sein. Praktisch ist mit der Anzapfung „niederohmig“ der permanentdynamischen Standard-Lautsprecher recht gut zu arbeiten. Wer es sich irgendwie leisten kann, sollte eines der **großen** Standard-Chassis mit 4,5 Watt Belastbarkeit verwenden.

Die Brummspannung des Verstärkers dürfte auch für hohe Ansprüche hinreichend gering sein; wer jedoch beispielsweise für die Schallplattenaufnahme einen extrem brummarmen Verstärker braucht, dem sei eine reichlicher bemessene Siebdrösel empfohlen.

Erregerstromentnahme.

Die gebräuchlichsten Erregerpulsen besitzen entweder einen Widerstand von 2000 Ω bei 110 V Nennspannung und 55 mA Stromaufnahme, oder von 10 000 Ω bei 300 V Nennspannung und 30 mA. Die 2000- Ω -Erregerpulsen sind für uns günstiger, denn wir können sie an Stelle der Siebdrösel einhalten; die Drösel fällt also weg, der Netztrafo muß allerdings statt 2×300 V nunmehr 2×400 V liefern; ein solcher Trafo ist in derselben Größe lieferbar wie der im Originalgerät eingebaute und nur unwesentlich teurer, auch die Gleichrichterröhre ist der Mehrbelastung gut gewachsen. Sind wir dagegen auf 10 000- Ω -Erregung angewiesen, so halten wir die Erregerpule parallel zum 16- μ F-Kondensator und müssen einen 2×300 -V-Trafo für höhere Belastung einbauen (handelsüblich z. B. mit 125 mA), der meist räumlich größer als der Originaltrafo sein wird. Die AZ 1 dürfen wir bei 2×300 V Wechselspannung höchstens mit 100 mA belasten.

Wilhelmy.

Einzelteil-Liste

Fabrikat und Type der im Mustergerät verwendeten Einzelteile teilt die Schriftleitung auf Anfrage gegen Rückporto mit. Beziehen Sie diese Einzelteile durch Ihren Radiohändler! Sie erhalten sie hier zu Originalpreisen.

- 1 Netztrafo 2×300 V/75 mA ¹⁾
- 1 Netzdröfel 400 Ω , 60 mA, 10-20 Hy
- 1 Elektrolytkondensator 32 μ F/450 V
- 1 Elektrolytkondensator 16 μ F/450 V
- 1 Elektrolytkondensator 25 μ F/50 V
- 1 Elektrolytkondensator 20 μ F/10 V
- 1 Kleinbecherblock 0,5 μ F/700 V
- 1 Mikroblok 10 000 pF
- 2 Widerstände 2 Watt: 750, 2500 Ω
- 4 Widerstände 0,5 Watt: 2, 0,7, 0,4, 0,2 M Ω
- 1 Sicherungselement 500 mA
- 1 Netzschalter

- 1 Grundgestell 140 $\times$ 190 $\times$ 35 mm (evtl. größer! Vergl. Beschreibung)
- 3 Röhrenfassungen Spolig
- Ferner: 2 Doppelbuchsen, 1 Buchse unifol., 1 Netzanflußleiste, 15 Zylinderkopfschraub. 3 $\times$ 12 mm, 2 Linsenkopfschraub. 3 $\times$ 10 mm, 5 Lötösen, 2 m Schaltdraht mit Rüsche, 10 cm abgeschirmter Rüsche, 1 Gitteranflußclip

Röhren:

- Valvo, Telefunken: AF 7, AD 1, AZ 1
- Löwe: 4 H 1, 140 NG

¹⁾ Bei Verwendung der Erregerpule als Siebdröfel: Netztrafo 2×400 Volt. Bei Entnahme von Erregerstrom parallel zum Ladungskondensator: Netztrafo 2×300 V/125 mA.

DIE KURZWELLEN

Aus dem Inhalt: Was ist ein Kurzwellenamateur? Der deutsche Amateur ist Mitglied einer Weltorganisation. Der Empfänger. Der Sender. Frequenzmesser und Sender-Kontrollgeräte. Kurzwellen-Antennen für Sender und Empfänger. Der Amateurverkehr. Eine vollständige Allstrom-Amateurstation für den Selbstbau.

Das Buch für jeden, der sich mit den Kurzwellen näher befreunden will!

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer, München, Luisenstraße 17

Eine Einführung in das Wesen und in die Technik für den Rundfunkhörer und für den Amateur. Von Dipl.-Ing. F. W. Behn. Preis RM. 1.90

Bastel-Briefkasten

Höchste Qualität auch im Briefkastenverkehr setzt Ihre Unterstützung voraus:

1. Briefe zur Beantwortung durch uns nicht an bestimmte Personen, sondern einfach an die Schriftleitung adressieren!
2. Rückporto und 50 Pfg. Unkostenbeitrag beilegen!
3. Anfragen numerieren und kurz und klar fassen!
4. Gegebenenfalls Prinzipchema beilegen!

Alle Anfragen werden brieflich beantwortet, ein Teil davon hier abgedruckt. Ausarbeitung von Schaltungen, Drahtführungsskizzen oder Berechnungen unmöglich.

Rückkopplung im Gleichstrom- verstärker aus Heft 27, FUNK- SCHAU 1936? (1351)

Man könnte meinen, das ganze Orchester habe sich im Zimmer verflämmt. Jetzt besitze ich endlich ein Gerät, das mich in musikalischer Hinsicht höchst befriedigt. Eines stört mich freilich noch: Ich möchte den Empfangsteil mit Rückkopplung ausstatten. Ich habe zwar schon alles mögliche versucht, konnte aber noch keinen Erfolg erzielen. Woran mag das liegen?

Antw.: Wir freuen uns wirklich, daß Ihr Gleichstromverstärker so ausgezeichnet arbeitet und danken Ihnen sehr für Ihre freundlichen Zeilen.

Was die Rückkopplung betrifft, so konnten Sie, falls Sie die Eingangsschaltung nicht gleichzeitig abändern, wahrscheinlich allein deshalb nicht zum Ziele gelangen, weil die Art der Lautstärkeregelung und die vorgegebenen Sperrwiderstände das Auftreten von Hochfrequenz im Anodenkreis der Verbundröhre verhindern. Sie wissen aber sicherlich, daß eine Rückkopplung dadurch zustande kommt, daß ein Teil der verstärkten HF-Energie vom Anoden- auf den Gitterkreis zurückgeführt wird. Die HF ist in Ihrem Fall aber nicht vorhanden und daher bleibt auch die Rückkopplung aus! Dem ist jedoch leicht abzuhelfen! Sie entfernen die Sperrwiderstände 0,1 und 0,5 M Ω und ordnen erst den Lautstärkeregler auf der Gitterseite der zweiten Röhre an, d. h. Sie bringen das Steuer-gitter der Verbundröhre unmittelbar mit dem Kopplungsblock von 10 000 cm in Verbindung. Den Rückkopplungs-zweig fassen Sie in der üblichen Weise. Etwaigen Übersteuerungen bei elektrischer Schallplattenübertragung beugen Sie dann durch eine Lautstärkeregelung am Tonabnehmer selbst bzw. am Verstärkereingang.

Anderer Netztrafo, andere Audionröhre - im „Quick“? (1352)

Ich möchte mir den „Quick“ aus Heft 31 Funkschau 1936 (Funkbau-Bauplan Nr. 146) bauen und habe dazu folgende Fragen: 1. Kann ich einen Netztrafo mit nur 250 V Anodenpannung verwenden? 2. Kann ich ohne weiteres eine AC 2 im Audion verwenden?

Antw.: 1. Ja. Sie erniedrigen jedoch vorteilhaft den Siebwiderstand von 3000 Ω auf 2000 Ω , damit der Gleichspannungsverlust etwas geringer wird. Noch günstiger wäre jedoch in Ihrem Fall die Verwendung einer geeigneten Netzdroßel, weil Sie dann etwa dieselben Spannungen erhielten wie mit dem richtigen Netztransformator und eine weniger gute Siebung der Anodenpannung nicht in Kauf zu nehmen bräuchten. — 2. Ja; denn die AC 2 entspricht in ihren elektrischen Daten weitgehend der 904. (Der höhere Bedarf an negativer Gittervorspannung ist in Audionhaltungen bedeutungslos.)

Ich habe den in Heft 27 FUNKSCHAU 1936 beschriebenen Gleichstromverstärker nachgebaut. Mit feiner Wiedergabe bin ich sehr zufrieden. Es ist ein Genuß, am Lautsprecher zu sitzen und der Musik zu lauschen.

Man könnte meinen, das ganze Orchester habe sich im Zimmer verflämmt. Jetzt besitze ich endlich ein Gerät, das mich in musikalischer Hinsicht höchst befriedigt. Eines stört mich freilich noch: Ich möchte den Empfangsteil mit Rückkopplung ausstatten. Ich habe zwar schon alles mögliche versucht, konnte aber noch keinen Erfolg erzielen. Woran mag das liegen?

Antw.: Wir freuen uns wirklich, daß Ihr Gleichstromverstärker so ausgezeichnet arbeitet und danken Ihnen sehr für Ihre freundlichen Zeilen.

Was die Rückkopplung betrifft, so konnten Sie, falls Sie die Eingangsschaltung nicht gleichzeitig abändern, wahrscheinlich allein deshalb nicht zum Ziele gelangen, weil die Art der Lautstärkeregelung und die vorgegebenen Sperrwiderstände das Auftreten von Hochfrequenz im Anodenkreis der Verbundröhre verhindern. Sie wissen aber sicherlich, daß eine Rückkopplung dadurch zustande kommt, daß ein Teil der verstärkten HF-Energie vom Anoden- auf den Gitterkreis zurückgeführt wird. Die HF ist in Ihrem Fall aber nicht vorhanden und daher bleibt auch die Rückkopplung aus! Dem ist jedoch leicht abzuhelfen! Sie entfernen die Sperrwiderstände 0,1 und 0,5 M Ω und ordnen erst den Lautstärkeregler auf der Gitterseite der zweiten Röhre an, d. h. Sie bringen das Steuer-gitter der Verbundröhre unmittelbar mit dem Kopplungsblock von 10 000 cm in Verbindung. Den Rückkopplungs-zweig fassen Sie in der üblichen Weise. Etwaigen Übersteuerungen bei elektrischer Schallplattenübertragung beugen Sie dann durch eine Lautstärkeregelung am Tonabnehmer selbst bzw. am Verstärkereingang.

Eine Frage zum „Vorlauten Spatz“ (1353)

Als Bastel-Anfänger habe ich mir den in Heft 51 FUNKSCHAU 1936 beschriebenen Einröhrenempfänger „Vorlauter Spatz“ gebaut und bin damit im allgemeinen sehr zufrieden. Es ist jedoch mein Wunsch, das Gerät durch Einbau einer weiteren Stufe etwas leistungsfähiger zu machen, zumal ich eine zweite Doppelgitterröhre besitze. Halten Sie das für vorteilhaft? Liebe Sie dann u. U. auch ein Lautsprecher betreiben?

Antw.: Ihr Vorschlag läßt sich ohne weiteres verwirklichen. Sie brauchen Ihre zweite Doppelgitterröhre lediglich über einen Trafo 1:6 ans Audion anzukoppeln. Sie erzielen dadurch größere Empfindlichkeit und höhere Lautstärke. Allerdings ist die Lautstärkeregelung nicht so groß, daß Sie einen Lautsprecher betreiben können. Das wäre nur dann möglich, wenn Sie als zweite Röhre eine ausgeprobenere Lautsprecheröhre verwenden und die Anodenpannung auf mindestens 60 Volt erhöhen würden. Das aber dürfte wohl auch in Ihrem Falle ausreichen, da dann die beiden bedeutendsten Vorteile des „Vorlauten Spatz“, das geringe Gewicht und der kleine Raumbedarf, verlorengehen.

Wir rechnen u. gemessen

Abstimmkreis-Wicklungen für Haispelkerne

Haispelkerne bewickelt man für den Mittelwellen- und den Langwellenbereich mit Hochfrequenzlitze. Die Hochfrequenzlitze bietet bei der dichtgedrängten Wicklung der Eifenkernspule gegenüber dem Volldraht mehr Vorteil als bei der einlagigen Wicklung einer Zylinderföule. Außerdem benötigt man für die Wicklungen der Eifenkernspulen nur geringe Leiterlängen, so daß der gegenüber dem Volldraht höhere Preis der Litze leicht in Kauf genommen werden kann.

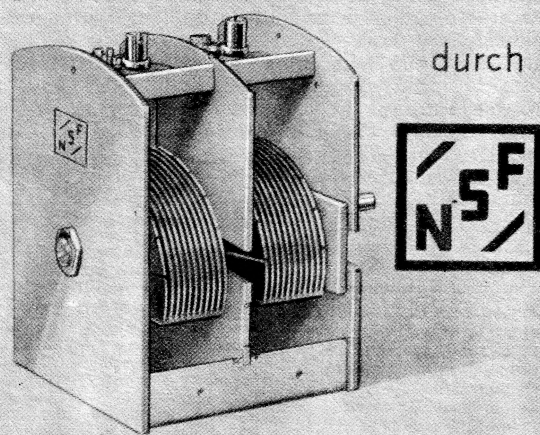
Für den Mittelwellenbereich kommt — der geringeren Spulen-induktivität entsprechend — eine Litze mit geringerem Widerstand und dementsprechend größerem Querschnitt in Betracht: Man wählt vorteilhafterweise eine Litze 20x0,07 — d. h. eine Litze mit 20 Einzeldrähten, von denen jeder 0,07 mm dick ist.

Für den Langwellenbereich muß der Litzenquerschnitt geringer sein, damit die Wicklung auf dem Kern und dem zugehörigen Spulenkörper untergebracht werden kann. Hier genügt — wegen der geringeren Frequenz — eine weniger feine Unterteilung: Man wählt vorteilhafterweise eine Litze 3x0,07, d. h. eine Litze mit 3 Einzeldrähten, von denen jeder 0,07 mm dick ist.

Wellenbereich	Schwingkreis- wicklung	Antennenwicklung	Rückkopplungs- wicklung
Mittelwellen 200 ... 600 m	62	5	12
Langwellen 700 ... 2000 m	205	25	60

F. Bergtold.

TRENNSCHARF — — KLANGREIN



Widerstände
Kondensatoren
Lautstärkeregler

NÜRNBERGER SCHRAUBENFABRIK UND
FACONDREHEREI NÜRNBERG-BERLIN

Unsere neue Standard-serie:

6-Kreis-4-Röhrensuper für Allstrom
6-Kreis-4-Röhrensuper f. Wechselstr.

Schwundausgleich, Kurzwellen u. Bandbreitenregelung.

Die Originalteile, alle Bauunterlagen
u. weitere Aufschlüsse erhalten Sie bei

Radio - Holzinger

dem beliebten Fachgeschäft der Bastler

München • Bayerstraße 15

Ecke Zweigstr. • Tel. 59269/59259 • 6 Schaufenster



Hochohm G. m. b. H., Berlin-Adlershof

Die Funkschau gratis

und zwar je einen Monat für jeden, der unserm Verlag direkt einen Abonnenten zuführt, welcher sich auf wenigstens ein halbes Jahr verpflichtet. Statt dessen zahlen wir eine **Werbeprämie von RM. -70.** Meldungen an den Verlag, München, Luifenstraße Nr. 17.

Verantwortlich für die Schriftleitung: Dipl.-Ing. H. Moyn, München; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. Druck und Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer, München, Luifenstraße 17. Fernruf München Nr. 53621. Postdruck-Konto 5758. - Zu beziehen im Postabonnement oder direkt vom Verlag. Preis 15 Pf., monatlich 60 Pf. (einschließlich 3 Pf. Postzeitungs-Gebühr) zuzüglich 6 Pf. Zustellgebühr. - DA 1.VI.1937: 16 000 o. W. - Zur Zeit ist Preisliste Nr. 2 gültig. - Für unverlangt eingelangte Manuskripte und Bilder keine Haftung.

Mit freundlicher Genehmigung der WK-Verlagsgruppe für bastel-radio.de