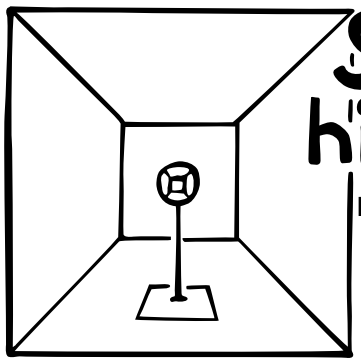
ZWEITES SEPTEMBER-HEFT 1928 NR. 36

Funkschau

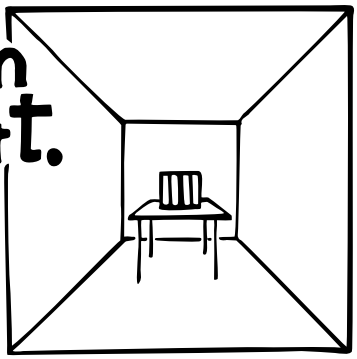
NEUES VOM FUNK DER BASTLER DER FERNEMPFANG

INHALT DES ZWEITEN SEPTEMBER-HEFTES 8. SEPTEMBER 1928:
Gabriel: Schall und Raum — hier und dort / Kappelmayer: Wie Amerika baut. / Debus: Faltlautsprecher zum Selbstbau / Hertweck: Superacht-Stapellauf / Bergtold: Verzerrung und Milliammeter/ Huth: Bildfunk oder Bildtelegraphie?

DIE NÄCHSTEN HEFTE BRINGEN U.A.
Von der Funkausstellung: Der Bildfunk; Neue Röhren; Neue Lautsprecher; Einzelteile, Batterien, Gleichrichter; Neue Empfangsgeräte usw. / Ortsempfänger und Netzanschluß / Was geht im Kondensator vor?



Schall und Raum hier und dort.



Mikro und Aufnahmeraum; Lautsprecher und Wiedergaberaum.

Ich möchte hier einmal von Dingen plaudern, deren Bedeutung für die Güte der erreichbaren Lautsprecher-Wiedergabe von den meisten Funkfreunden wohl kaum hinreichend beachtet wird, nämlich von der Raumakustik, und zwar nicht nur von den akustischen Verhältnissen im Aufnahmeraum des Senders, sondern vor allem auch von der Akustik des Raumes, in dem der Lautsprecher beim einzelnen Funkfreunde selber steht, also von der Akustik des Wiedergaberaumes.

Der Schall auf dem Weg vom Instrument zum Ohr.

Im Aufnahmeraum des Senders befinde sich eine Kapelle, die aus einer Anzahl Musiker besteht, von denen jeder ein Instrument spielt. Von jedem Instrument gehen nach allen Seiten hin Schallwellen aus, von denen irgend ein Anteil das ebenfalls im Aufnahmeraum befindliche Mikrophon trifft. Das Mikrophon wandelt die auftreffenden Schallwellen in niederfrequente elektrische Schwingungen um, die nach angemessener Verstärkung dem Sender zugeführt und von ihm als Modulation seiner Hochfrequenz-Welle ausgestrahlt werden. Ein geringfügiger Bruchteil dieser Hochfrequenz wird vom Empfänger aufgenommen und soweit verstärkt, daß man die in der Modulation enthaltene Niederfrequenz durch Gleichrichtung absondern und darauf ebenfalls verstärken kann. Diese verstärkte Niederfrequenz fließt dann dem Lautsprecher zu, der sie rückwärts wieder in Schallwellen umwandelt. Die vom Lautsprecher erzeugten Schallwellen verbreiten sich schließlich im Wiedergaberaum und ein gewisser Anteil von ihnen gelangt an das Ohr des Hörers. Der Weg von den einzelnen Musikinstrumenten der Kapelle zum Ohr des Hörers umfaßt also eine ganze Reihe recht verwickelter elektrischer Vorgänge, denen aber, und das ist hier die Hauptsache, ein akustischer Vorgang vorangeht und ebenso ein akustischer Vorgang nachfolgt.

Nehmen wir an, daß. alle erwähnten elektrischen Vorgänge richtig verlaufen, so bleibt doch offenbar immer noch die Möglichkeit, daß durch die beiden akustischen Vorgänge Fehler in die gesamte Übertragung hineinkommen und die Güte der Wiedergabe beeinträchtigen. Wir müssen mithin untersuchen, ob und wie solche Fehlermöglichkeiten praktisch zustande kommen und in Erscheinung treten können. Besonders wird aber eine Beantwortung der Frage interessieren, welche Maßnahmen der Funkfreund in seinem Wiedergaberaum treffen kann, um wenigstens dort Fehler zu vermeiden.

Der Raum ums Mikrophon.

Der Gedankengang des Vorstehenden legt es nahe, nun zunächst auf die akustischen Vorgänge im Aufnahmeraum des Senders näher einzugehen. Man muß sich darüber klar sein, daß die Kapelle im Aufnahmeraum, in dem sie gerade eben Platz findet, etwas Ungewöhnliches darstellt. Wir sind nicht gewöhnt, eine Kapelle in einem Raum zu hören, der die Kapelle so eng umschließt, wie dies in den Aufnahmeräumen der Sender im allgemeinen der Fall ist. Wenn wir sonst Gelegenheit haben, eine größere Kapelle zu hören, so befindet diese sich üblicherweise auf dem Musikpodium eines großen, mit Menschen gefüllten Saales. Unter diesen Umständen hat der Schall der Musikinstrumente Gelegenheit, sich in einen weiten Raum auszudehnen, in dem er verhallt. Durch die Art, wie die Töne verhallen, ist die Akustik des betreffenden Saales charakterisiert-. Soll also die in einem Aufnahmeraum eines Senders gespielte, drahtlos übertragene und durch einen Lautsprecher wiedergegebene Musik auf den Hörer den gleichen Eindruck machen wie die Musik vom Podium eines großen Saales in diesem selber, so muß durch künstliche Mittel dafür gesorgt werden, daß die Töne in dem Aufnahmeraum ebenso verhallen wie in dem großen Saal.

Die Eigenschaften eines Raumes hinsichtlich des Verhallens von Tönen in ihm lassen sich durch zwei Größen kennzeichnen, die gemessen werden können; es sind das die Anhall-Zeit und die Nachhall-Zeit. Diese beiden Zeiten sind abhängig von der Größe des Raumes, der Art und Gestaltung der ihn umschließenden Wände sowie der Decke und des Bodens und schließlich von den Gegenständen im Raume.

Was ist „Nachhall-Zeit“?

Der Leser mag sich einmal vorstellen, daß die Wände des Aufnahmeraumes kahle Steinmauern seien und daß in dem Aufnahmeraum eine große Kapelle spiele, die fast den ganzen im Aufnahmeraum verfügbaren Platz einnehme. Es bedarf wohl keiner besonderen Phantasie, um sich klarzumachen, wie die Musik der Kapelle unter diesen Umständen klingen würde, und daß es einfach unerträglich wäre, diese Musik anzuhören. Da die kahlen Wände die einzelnen Schallwellen nicht aufzuzehren vermöchten, sondern wie Spiegel das Licht zurückwerfen würden, so würden die Schallwellen den Raum immer wieder durchkreuzen und erst nach unzähligen Kreuz-und Querläufen so abgeschwächt werden, daß sie schließlich unhörbar würden. Jeder mit einem Musikinstrument erzeugte Ton wäre beispielsweise noch 10 oder mehr Sekunden nach dem Zeitpunkt hörbar, an dem das Instrument aufgehört hat, diesen Ton zu geben. Somit würde jeder Ton mehrere ihm zeitlich nachfolgende Töne in dem Maße überlagern, daß man die Melodie gar nicht mehr erkennen könnte und statt ihrer ein wüstes, einfach unbeschreibliches Durcheinander von Tönen bekäme. Dies ist die Folge einer zu großen Nachhallzeit. Es ist ja wohl klar, daß

Digitalisiert 2016 von Thomas Günzel für radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung der Funkschau-Redaktion

man hierunter die Zeitdauer versteht, in der ein Ton nach Beendigung seiner Erzeugung noch hörbar bleibt.

Die Nachhall-Zeit wird um so kürzer, je eher die Schallwellen wieder verschwunden, daß heißt je schneller die in den Schallwellen enthaltene Energie auf gezehrt wird. In der Luft verlieren die Schallwellen nur verhältnismäßig wenig Energie. In einem großen Saal, in dem die hin-und herlaufenden Schallwellen große Wege in Luft zurücklegen, muß sich daher immer ein einigermaßen langer Nachhall ergeben, wenn die Schallwellen nicht beim jedesmaligen Auftreffen zu erheblichen Teilen aufgezehrt werden. Dies macht sich in einem großen Saal beispielsweise dann bemerkbar, wenn er leer ist. Das in Form und Stoff eigenartige Gebilde, das die Reihen der Zuhörer darstellen, ist nämlich in hervorragendem Maße geeignet, die Schallenergie aufzuzehren. Die Anwesenheit der Menschen in einem Saal genügt aber meistens für sich noch nicht, eine gute Akustik, das heißt eine angenehm wirkende Nachhall-Zeit, nämlich eine solche von ½ bis 1½ Sekunden, herbeizuführen. Es müssen vom Architekten noch besondere Maßnahmen getroffen sein, die Nachhall-Zeit auf den eben angegebenen Wert zu verkürzen; das gilt namentlich für große und sehr große Säle. Diese Maßnahmen bestehen im großen in starker Gliederung der Wände durch Balkone, Ränge und Logen und im kleinen in der Aufteilung der Wandflächen durch Rippen und Facetten sowie durch ihre Bekleidung mit Stoff Vorhängen. Natürlich darf der Architekt in dieser Richtung auch nicht zu weit gehen, sonst wird die Nachhall-Zeit übermäßig verkürzt; in einem Raum mit zu geringer Nachhall-Zeit wirkt jeder Klang tot und nichtssagend.

Man kann die Schall-Verzehrung als Schall-Dämpfung auffassen und dementsprechend von einem Raum mit zu geringer Nachhall-Zeit behaupten, daß er zu stark dämpfend wirke. Diese Auffassung macht es verständlich, daß im allgemeinen der Raum mit kleinerer Nachhall-Zeit die größere

„Anhall-Zeit“ aufweist.

Die Anhall-Zeit ist nämlich die Zeit, die vergeht, bis ein mit einem Musikinstrument intonierter, das ist angesetzter Ton im Raum in voller Stärke gehört werden kann. Nun ist es eine allgemeine physikalische Regel, daß die Schwingungen eines Körpers, hier der Schallwellen in Luft, sich um so langsamer aufschaukeln lassen, je größer die Dämpfung des Körpers ist. Hieraus folgt für die Akustik, wie bereits zuvor gesagt, daß ein Raum mit großer Schallverzehrung, der deshalb eine kurze Nachhall-Zeit hat, aus dem gleichen Grunde eine lange Anhall-Zeit haben muß.

Eine zu lange Anhall-Zeit macht sich in einem Konzertsaal sehr unangenehm bemerkbar; sie bewirkt, das alle nur kurz angeschlagenen und nicht längere Zeit dauernden Töne, also beispielsweise alle $^1/_{16}$ Noten, viel zu schwach erklingen und daß sich die Töne, die etwa halben und ganzen Noten entsprechend ausgehalten werden, vordrängen. Die Erzeugungsdauer der kurzen Töne reicht in einem Raum mit langer Anhall-Zeit nicht aus, die kurz dauernden Tönen entsprechenden Schallwellen zu genügender Stärke anschwellen zu lassen.

Kehren wir nun zu dem Aufnahmeraum und zu der Annahme zurück, daß seine Wände alle aus kahlen Steinmauern bestehen. Außer einer viel zu langen Nachhall-Zeit würde sich in einem solchen Aufnahmeraum auch noch eine andere Erscheinung störend bemerkbar machen. Wenn nämlich eine Schallwelle, wie das namentlich in kleinen Räumen leicht geschehen kann, vielmals von Wand zu Wand hin und her eilt, so können, zumal bei einem länger ausgehaltenen Ton, Teile derselben Schallwellen einander entgegenlaufen. Die Folge ist dann eine vollständige Auslöschung oder wenigstens eine Schwächung der Schallwelle. Diese Erscheinungen (Interferenzen) kommen am ehesten bei den hohen Tönen zustande, während sie bei tiefen Tönen nur ganz ausnahmsweise auftreten können. In einem engen Raum mit langer Nachhall-Zeit wird die Musik folglich fast immer in den hohen und höchsten Tönen geschwächt werden und mithin dumpf und rollend klingen.

Künstliche Verbesserung des Raums um das Mikro.

Was kann man nun tun, um bei dem Aufnahmeraum eines Senders zu lange Nachhall-Zeiten und Auslöschungen der hohen Töne zu verhindern? Man muß zu diesem Zweck nach dem, was oben dargelegt wurde, offenbar die Schalldämpfung des Aufnahmeraumes künstlich hinreichend groß machen, also für genügende Aufzehrung des Schalles an den Wänden des Raumes sorgen. Das geschieht, indem man die Wände und eventuell auch die Decke des Raumes mit einem weichen und dicken in zahlreiche Falten gelegten Stoff bekleidet und auf den Boden einen dicken Teppich legt.

Natürlich kann auch hier wieder zu viel des Guten getan werden, wie das tatsächlich bei den Aufnahmeräumen mancher Sender geschehen ist, bevor bekannt wurde, daß eine zu starke Dämpfung eine tot klingende Wiedergabe zur Folge hat und außerdem dem Dirigenten und den Musikern sowie den Sängern und Rednern ihre Aufgabe außerordentlich erschwert, weil die mit der Dämpfung zunehmende Anhall-Zeit einen großen Klang- und Stimmaufwand erfordert, ohne daß Klang und Stimme entsprechend laut zu hören sind. Man ist sonst gewöhnt daß bei einer bestimmten Anstrengung auch eine bestimmte Lautstärke durch die Instrumente oder die Stimmbänder erzeugt wird. In einem Raum mit zu starker Dämpfung bleibt die Lautstärke aber beträchtlich hinter der zurück, die jeder seiner Erfahrung nach erwartet; dies schafft leicht Verwirrung und Unsicherheit. Man ist daher mehr und mehr dazu übergegangen die ursprünglich sehr hoch gewählte Dämpfung der Aufnahmeräume so weit, zu vermindern, daß sie jetzt etwa der Dämpfung in mittleren Sälen entspricht. Dadurch sind nicht nur für den Klang der Wiedergabe, sondern auch für die im Aufnahmeraum spielenden Musiker bzw. die Sänger oder Redner Verhältnisse geschaffen, die dem Natürlichen und Gewohnheitsmäßigen näher kommen. Man bespannt nicht mehr alle Wände und auch die Decke, wie oben angegeben, mit Stoff, sondern nur noch einzelne Abschnitte der Wände und zwar namentlich die im Hintergrund gelegenen.

Dies ist deswegen vorteilhaft, weil die seitlichen, freigelassenen und daher den Schall zurückwerfenden Wandflächen zur Folge haben, daß der Schall auch von der Seite her und nicht nur in gerader Richtung das Mikrophon erreicht. Vergleicht man nämlich die Entfernung zwischen der Kapelle und den Ohr des Hörers in einem Konzertsaal mit der Entfernung zwischen der Kapelle und dem Mikrophon im Aufnahmeraum so ist die zuletzt genannte Entfernung offenbar wesentlich geringer. Dieser Unterschied kann akustisch durch die vorstehend erwähnten Maßnahmen ausgeglichen werden, denn auch im Konzertsaal wird ein Teil des Schalles von den Wänden des Saales zum Ohr des Zuhörers hin reflektiert.

Der Raum um den Lautsprecher.

Wir wenden uns nunmehr einer Betrachtung der akustischen Verhältnisse im Wiedergaberaum, also in dem Raum zu, in dem der Lautsprecher des Funkfreundes Aufstellung gefunden hat.

Zu leise Wiedergabe ist immer falsch.

Früher galt es als fein und vornehm, den Lautsprecher recht zart und leise spielen zu lassen und als Banause wurde angesehen, wer seinen Lautsprecher brüllen und schreien ließ. Die vor einiger Zeit üblichen Endröhren gestatteten tatsächlich nur eine leise Wiedergabe, wenn diese verzerrungsfrei sein sollte. Wer seinen Lautsprecher also einigermaßen laut arbeiten ließ, besaß offenbar kein musikalisches Gehör, denn sonst hätte er das wegen der auftretenden Verzerrungen selber als unschön erkennen müssen. Inzwischen hat man aber gelernt, daß eine zu leise Wiedergabe immer falsch ist, weil bei ihr die tiefen Töne, in denen gerade die Wucht und Eindringlichkeit von Musik und Sprache zum Ausdruck gelangen, geschwächt und unterdrückt erscheinen. Erst wenn die Lautstärke so groß ist, daß sie der entspricht, mit der der Zuhörer in einem großen Saal die Musik oder eine Rede zu hören gewöhnt ist, stehen tiefe und hohe Töne im richtigen Lautstärkenverhältnis. Diese Erkenntnis hat dazu geführt, daß jetzt Endröhren zur Verfügung stehen, die verzerrungsfrei auch mit größerer Lautstärke Rundfunk-und Grammophon-Musik wiederzugeben gestatten.

Die auf diese Weise heute üblich gewordenen größeren Lautstärken des Lautsprechers zwingen dazu, der Akustik des Wiedergaberaumes Beachtung zu schenken. Bei geringen Lautstärken des Lautsprechers werden die Schallwellen in der Luft oder wenigstens schon nach einmaliger Zurückwerfung (Reflexion) so geschwächt, daß von einem wesentlichen Nachhall nicht die Rede sein kann. Sobald der Lautsprecher aber ziemlich laut arbeitet, muß damit gerechnet werden, daß jede einzelne Schallwelle mehrfach zurückgeworfen wird und auf diese Weise beträchtliche Nachhall-Zeiten zustande kommen. Es dürfte hiernach klar sein, daß bei einem ziemlich laut arbeitenden Lautsprecher unangenehme akustische Wirkungen auftreten können, wenn der Raum und die Stelle, an der er Aufstellung gefunden hat, nicht zu einer Wiedergabe mit dieser großen Lautstärke geeignet sind.

Wie soll der Lautsprecher gestellt werden ?

Es ist die Tatsache wohl zu beachten, daß, wie oben bereits erwähnt wurde, in einem Saal der Schall der Musik-

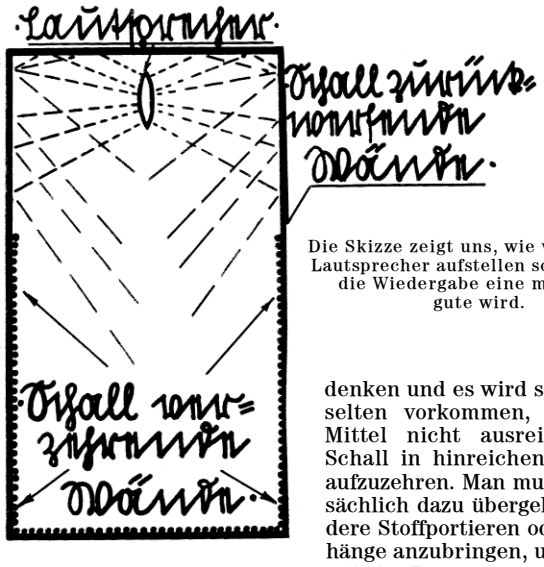
Digitalisiert 2016 von Thomas Günzel für radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung der Funkschau-Redaktion

kapelle oder der Stimme des Redners nicht nur auf geradem Wege, sondern auch von den Seiten her an das Ohr des Zuhörers gelangt. Ein Lautsprecher, und zumal ein Trichterlautsprecher, sendet dagegen, wenn er nach dem Hörer gerichtet ist, diesem den größten Teil des Schalles auf geradem Wege zu. Unter diesen Umständen muß jede Lautsprecherwiedergabe etwas Unnatürliches an sich haben, nämlich so wirken, als käme der Schall aus einer Röhre von mehr oder minder großem Durchmesser.

Es dürfte leicht einzusehen sein, daß sich dieser Übelstand dadurch beheben läßt, daß man die Lautsprecheröffnung bzw. die Schall-Austrittsseite des Lautsprechers vom Zuhörer ab- und nach einer Wandseite des Zimmers hinwendet. Der Schall des Lautsprechers gelangt dann teils von dieser Wandfläche, teils von der gegenüberliegenden Wandfläche an das Ohr des Hörers, also in ähnlicher Weise, wie das in einem Saal der Fall ist. Natürlich muß der Lautsprecher wenigstens 1 oder 2 Meter von den Wänden entfernt sein und diese sollten möglichst glatt und nackt sein, damit sie den Schall gut zurückwerfen. Diese Aufstellungsart des Lautsprechers gestaltet sich besonders einfach bei solchen Lautsprechern, die nach der Vorder- und auch nach der Rückseite hin Schall abgeben, wie beispielsweise der Bi-Cone der Western Electric. Einen solchen Lautsprecher stellt man also am besten vor die Mitte der schmäleren Wandseite des Wiedergaberaumes und zwar derart, daß der Lautsprecher dem Zuhörer nicht die Vorderseite, sondern die Seitenkante bzw. Seitenfläche zuwendet. (Siehe Skizze.) Die unmittelbar an die schmale Wandseite beiderseits anschließenden Abschnitte der seitlichen Wände, auf die die Schallwellen von der Vorder-und Rückseite des Lautsprechers auftreffen, sollten dann, wie angegeben, möglichst kahl und gut reflektierend sein.

Künstliche Verbesserung des Raums um den Lautsprecher

Hinsichtlich der anderen Wandflächen des Wiedergaberaumes ist es dagegen wünschenswert, daß diese den Schall möglichst verzehren und nicht reflektieren. Dies gilt bezüglich der übrigen Teile der beiden Seitenwände und ganz besonders bezüglich der anderen Schmalseite des Wiedergaberaumes, die dem Lautsprecher gegenüberliegt. Es ist nicht gerade immer notwendig, diese Wandflächen mit Stoff zu bekleiden, sondern es genügt zur Schallverzehrung meistens schon, wenn Möbelstücke vor ihnen stehen, die stark unterteilte Flächen sowie viele Kanten und Winkel aufweisen. Im übrigen kann man die Schallverzehrung auch dadurch erhöhen, daß man die Türen zu den Nachbarzimmern öffnet, wodurch ein Teil der Schallwellen einer Zurückwerfung entzogen wird. Es läßt sich aber wohl der Fall



Die Skizze zeigt uns, wie wir unseren Lautsprecher aufstellen sollen, damit die Wiedergabe eine möglichst gute wird.

denken und es wird sicher nicht selten vorkommen, daß diese Mittel nicht ausreichen, den Schall in hinreichendem Maße aufzuzehren. Man muß dann tatsächlich dazu übergehen, besondere Stoffportieren oder Stoffbehänge anzubringen, um die Akustik des Raumes zu verbessern.

Wer es scheut, solche Maßnahmen zum Zweck der Verbesserung der Wiedergabe zu treffen, wird unter Umständen das gleiche Ziel erreichen können, wenn er mit der Aufstellung des Lautsprechers ein wenig herumexperimentiert und sich das Zimmer und die Anordnung sucht, bei der sich die beste Wiedergabe ergibt. Man findet oft, daß scheinbar geringfügige Änderungen, und schon solche der Richtung des Lautsprechers allein, einen sehr erheblichen Einfluß auf den Eindruck der Wiedergabe ausüben. Es lohnt sich also durchaus, die beste Aufstellung des Lautsprechers auszuprobieren. Wer die Entstehung des Anhalls, des Nachhalls und der Interferenzen richtig im Kopf hat, wird in jedem Falle auch leicht die akustischen Erscheinungen auszudeuten wissen, die sich bei einer Änderung der Lautsprecher-Aufstellung ergeben und sofort entsprechende Schlüsse ziehen können, was geschehen muß, um zu möglichst guten Verhältnissen für die Wiedergabe zu gelangen.

Obering. F. Gabriel, Friedenau.

WIE AMERIKA BAUT

II. PRAKTISCHE ERGEBNISSE[1])

Die elektrische Schaltung.

In Amerika hat sich ein Apparattyp durchgesetzt, der aus hintereinander geschalteten, neutralisierten Hochfrequenzverstärkerstufen, einem Audion und zwei Niederfrequenzverstärkerstufen besteht. Der bei uns lange Zeit durchgeführte Kampf zwischen Widerstands- und Transformatorenverstärkern konnte drüben keinen Widerhall finden, weil die Amerikaner schon lange erkannt haben, daß bei guten Transformatoren Frequenzverzerrungen praktisch so gering bleiben, daß sie außer Betracht gelassen werden können, daß dagegen umgekehrt die meisten Verzerrungen in der Wiedergabe, die man in Deutschland bislang der Frequenzkurve zugeschrieben hat, in Wirklichkeit nichts anderes als die oben gekennzeichneten nichtlinearen Verzerrungen sind. Die Schirmgitterröhre wird nur in beschränktem Umfange angewandt, da sie preistechnisch gegenüber zwei Hochfrequenzstufen mit gewöhnlichen, guten Röhren keinen Vorteil bringt. Die Verstärkung ist höchstens gleich groß der von zwei normalen Hochfrequenzverstärkerstufen, aber die Selektivität natürlich bei Verwendung einer einzigen Hochfrequenzverstärkerstufe mit Schirmgitterröhre, recht erheblich geringer. Darum ist vorauszusehen, daß in Deutschland die Schirmgitterröhre weitergehende Verwendung finden wird, weil bei uns lange nicht so hohe Ansprüche an die Selektivität gestellt werden müssen wie in Amerika.

Zur Illustration der oben untersuchten Verhältnisse wollen wir nun einige der gebräuchlichsten amerikanischen Schaltungen durchsprechen, wobei wir die Auswahl natürlich so getroffen haben, daß das schaltungstechnische Bild möglichst vollständig wird.

Die Schaltungen verwenden durchweg

wechselstromgeheizte Röhren.

Die 26iger Typen sind sehr billig und entsprechen unseren direkt geheizten Wechselstromröhren. Sie verbrauchen ein Ampere Strom bei 1½ Volt Spannung. Die 27iger Röhren entsprechen unseren Typen mit indirekt geheizter Kathode und sind wie diese mit einem Faden ausgerüstet, der etwa 2 Ampere Strom bei 2½ Volt Spannung verbraucht. Dieser Faden heizt ein Metallröhrchen, weiches mit einer hochemissionsfähigen Oxydschicht bestrichen ist. Man betreibt die 26iger Röhren mit 135, die 27iger mit 50 und die Endverstärkerröhren mit 180 Volt oder mehr, je nach Dimensionierung der Endstufe. Man hat zwei Endverstärkertypen, die 71iger und 210er Röhren, welche mit 5 Volt Wechselstrom geheizt werden (aber auch mit Gleichstromheizung betrieben werden können) und an Stelle der früher allgemein gebräuchlichen Endröhre UX 210 die neue UX 250, welche bis zu 4,6 Watt Leistung abgeben kann. Für die

1) 1. Teil siehe 4. Augustheft der „Funkschau“,

Digitalisiert 2016 von Thomas Günzel für radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung der Funkschau-Redaktion

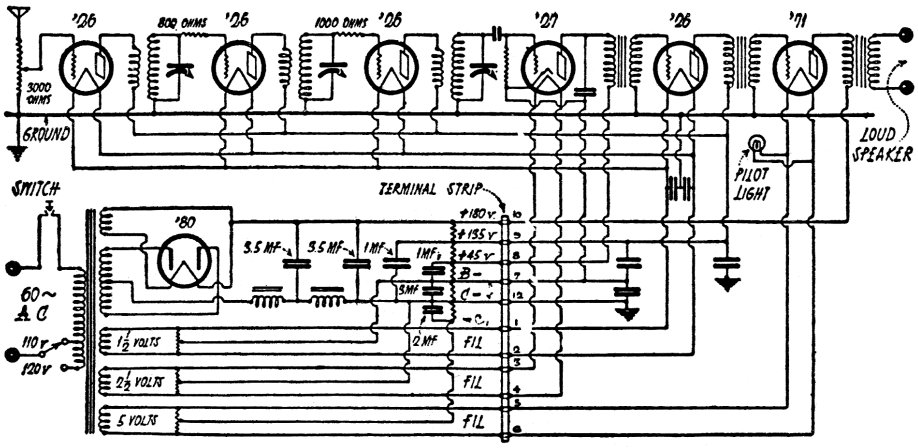


Abb. 1. Radiola 17.

Um dem Leser die Betrachtung der Schaltbilder zu erleichtern, wollen wir die amerikanischen Bezeichnungen erläutern:
110 Volts 60 Cycle A.C. = Wechselstromlichtnetz 60 Per. 110 Volt (bei uns meist 50 Per.),
Power switch = Starkstromschalter (Ausschalter),
Full wave rectifier = Vollweggleichrichter,
Choke = Drossel,
RF = Hochfrequenz,
DET = Audion,
AFT = Niederfrequenztransformator,
Rheostat = Widerstand,
Voltage divider = Spannungsteiler,
Panel Light = Taschenlämpchen zur Beleuchtung der Skala, der gemeinsamen Drehkondensatorantriebscheibe,
Gangcondenser = Drehkondensator mit gemeinsamem Antrieb,
Dialight = Panel light,
Fil oder Filament = Heizfaden,
shilding canes = Schirmkästen,
ground = Erde,
Loudspeaker = Lautsprecher,
Case = Canes = Schirmkasten,
terminal = Anschlußklemme,
Amp. = Amplifier = Verstärker.

erste Stufe im Niederfrequenzverstärker benutzt man — wie beim Hochfrequenzverstärker — eine 26iger Röhre. Die große Endverstärkertype wird mit 7,5 Volt Wechselstrom geheizt.

Man möchte wirklich herzlich wünschen, daß sowohl in bezug auf die Heizdaten, als auch die sonstige Dimensionierung der Röhren eine ähnliche Einheitlichkeit auch bei uns recht bald Platz greifen würde, bei der man mit einer Hochfrequenzverstärkertype, einem Audion und einer kleineren und größeren Endverstärkertype das Auslangen findet. Dabei könnten alle Röhren, genau wie in Amerika, einfach mit Wechselstrom oder für Akkumulatorenbesitzer auch mit Gleichstrom geheizt werden.

Der Netzanschlußteil.

Die Heizung für alle Röhren wird von 3 oder 4 Transformatorwicklungen abgenommen und zwar mit einer Spannung von 1½, 2½, 5 und 7½ Volt. Wenn die 71iger oder 210er Röhren in der Endstufe Verwendung finden, braucht man bloß 3 Heizwicklungen. Es hat sich als praktisch herausgestellt, an Stelle des Mittelabgriffs der Heizwicklungen einfach ein Potentiometer von etwa 30/50 Ohm parallel zur Heizwicklung zu schalten mit einem verschiebbaren Ring, der so eingestellt wird, daß die Wechselstromgeräusche verschwinden. Diese Methode ist auch für Deutschland zu empfehlen; man wird finden, daß die günstigste Stellung dieses Ringes durchaus nicht immer in der Mitte des Potentiometers ist. Im übrigen wird dieser Heizungsmittelpunkt mit minus der Anodenstromquelle verbunden. Soll aber die Vorspannung für die Endröhre gleich mit am Spannungsteiler des Netzanodengerätes abgegriffen werden, so muß dies natürlich beim Anschluß berücksichtigt werden.

Die Siebung des Anodenstromes erfolgt durchweg in einer zweigliedrigen Siebkette. Dabei ist aber fast bei allen Schaltungen der Anodenstrom für die Endröhre nicht über die zweite Drossel geführt, sondern nur über die erste, weil in der Endstufe eine doppelte Siebung nicht notwendig ist. Da auch bei uns

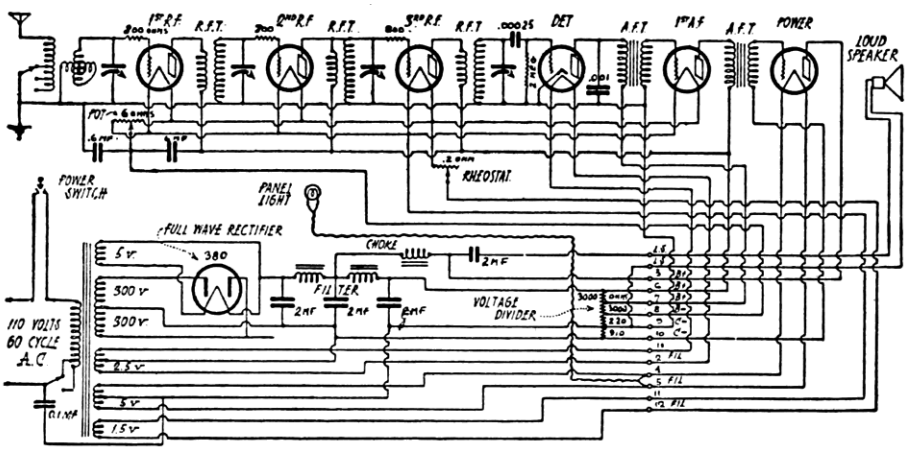


Abb. 2. Kolster A. C.

der elektro-dynamische Lautsprecher große Zukunft haben dürfte, möchte ich besonders auf Bild 2 aufmerksam machen, wo der Lautsprecher (der elektro-magnetische Jensen-Typ) mit einem fremd erregten Magnet ausgerüstet ist und die Magnetspule gleichzeitig als Drossel dient. Die Drosselwirkung ist jedoch nur dann ausreichend, wenn diese Magnetspule für eine Spannung von etwa 110 oder 220 Volt dimensioniert ist und der hindurchfließende Gleichstrom höchstenfalls 40 Milliamp. beträgt. Wir wissen ja, daß die wirksame Selbstinduktion einer Eisendrossel sehr rasch absinkt mit der Größe des sie durchfließenden Gleichstroms.

Eine andere interessante Angelegenheit ist die Verhinderung der Schwingneigung des Gerätes. Wir haben bereits darauf hingewiesen, daß die Hochfrequenzverstärkerstufen neutralisiert sind. Dies ist aber in Amerika so selbstverständlich, daß bei den Schaltzeichnungen die kleine Neutralisierungsspule und der Neutralisierungs-Kondensator gar nicht mehr mit eingezeichnet sind. Im übrigen erscheint auch bei mehrstufigen Hochfrequenzverstärkern die Neutralisierung entbehrlich, wenn man Röhren mit sehr geringer Gitter-Anodenkapazität verwendet, wie etwa die Valvo H 406 Spezial. Um hierbei die Schwingneigung zu bekämpfen, hat sich in Amerika eine sehr einfache Dämpfungsmethode durchgesetzt: Man schaltet hinter den Abstimmkreis (damit die Abstimmschärfe durch die Dämpfung nicht

(Schluß Seite 288)

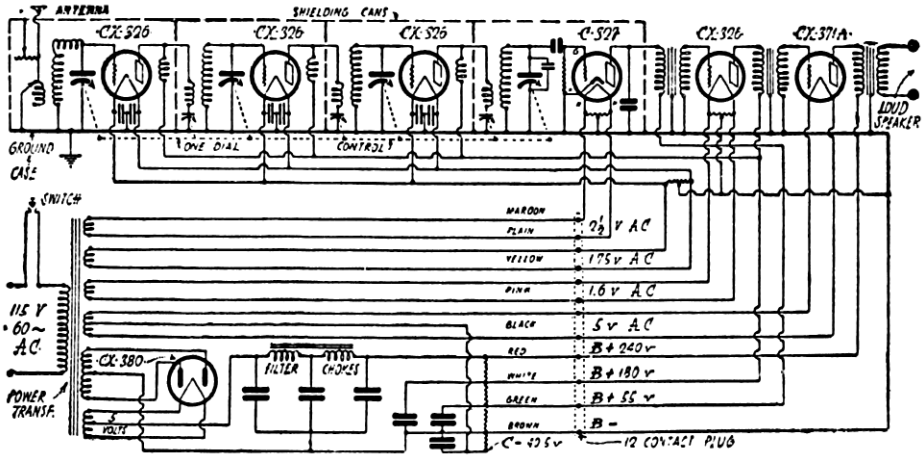


Abb. 3. Stewart Warner Model 715.

Digitalisiert 2016 von Thomas Günzel für radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung der Funkschau-Redaktion

Faltlautsprecher zum Selbstbau

mit entspanntem Anker

von Ernst Dubas

Das für unsere Zwecke verwendete Magnetsystem mit sog. entspanntem Anker bauen wir nicht selbst, sondern kaufen es fertig und zwar ist dies bekannt unter dem Namen „Omniphon“ von den Idealwerken Berlin. Dieses Omniphon ist ein Magnetsystem, welches an jeder größeren schwingfähigen Fläche stehend oder hängend angebracht werden kann und hier die Darbietungen je nach dem verwendeten Empfangsgerät in größerer oder geringerer Lautstärke zu Gehör bringt. Abb. 1 zeigt das Antriebssystem. Der Preis beträgt 13,75 RM. Die Erregerspule sitzt fest auf den Polschuhen des Magnetsystems. Auffallend ist der sehr starke Hufeisenmagnet, der an der Stirnseite wechselseitig ausgespart ist, um die Polschuhe bequem unterbringen zu können. Der Antriebsanker besteht aus einer Eisenstange von nur 20×4×2 mm =w= 160 cmm. Der Luftspalt zwischen Anker und Polschuhen ist außerordentlich klein, was für die Lautstärke von wesentlicher Bedeutung ist. Der Anker sitzt auf einem Messingbügel, der auf der Vorderseite wiederum mit einem durchlochten, bandförmigen Eisenblech verbunden ist. Auf diesem aufgelötet sitzt eine Antriebsstange, die auf der Vorderseite zur Schonung der Unterlage einen kleinen Knopf trägt.

Bau des Lautsprechers. Wir verwenden hierzu 8 mm starkes Ahornholz, erhältlich bei jedem guten Schreiner. Die Innenmaße des Kastens sind 36 × 34 × 17,5 cm. Auffallend ist die große Tiefe, was davon kommt, daß das Magnetsystem vom Hufeisenmagnet bis zum Angriffspunkt der Membran 10,5 cm, die Höhe der Membran vom Angriffspunkt bis zur schwingenden Fläche 6,5 cm beträgt. Die Membran besteht aus gewöhnlichem, weißem sog. Patentzeichenpapier Nr. 435 in der Größe von 34×29 cm. Sie wird derart gefaltet, daß zwei Hälften von je 14,5 cm entstehen. Der Angriffspunkt des Magnetsystems ist nach dem Prinzip des goldenen Schnittes (A : B = B : C) in unserem Falle also 34 :21 = 21 :13 angebracht. Der Mittelpunkt ist nun 21 cm bzw. 13 cm von außen entfernt, während der Angriffspunkt vom gefalteten Rand etwa 6—8 mm entfernt ist. Ich habe die Mühe nicht gescheut und Versuche mit verschieden großen Membranen aus Pertinax angestellt, die aber alle nicht befriedigt haben. Der Ton von diesen Membranen war überaus hell und hart, also unnatürlich zum Unterschied von der aus Zeichenpapier hergestellten Membran. Die Wiedergabe mit dieser ist so naturgetreu, daß man glaubt, in einem stillen Winkel eines Konzertsaales zu sitzen. Die einzelnen Musikinstrumente wie Violine, Cello, Flöte, Klavier, Oboe und Fagott sind ohne weiteres im Orchester herauszufinden. Auch die Wiedergabe der Sprache ist sehr gut.

Warnen möchte ich davor, die Membran mit irgendeinem imprägnierenden Stoff z.B. Schellack oder Aceton zu bestreichen, was nämlich den Nachteil hat, daß die Klangfarbe bedeutend heller wird und deshalb die gute Wiedergabe leidet.

Die Befestigung des Magnetsystems geschieht auf einer 6 cm breiten und 24 cm langen Holzleiste. Die Stärke ist gleichgültig. Zu diesem Zweck muß die Umhüllung des Omniphons entfernt werden, so daß der Hufeisenmagnet freiliegt. Durch die Mitte der Holzleiste geht eine Schraube mit Mutter, welche unter Zuhilfenahme eines kleinen Brettchens ca. 40×65 mm das Magnetsystem hält. Man kann zu diesem Zweck auch Messing- usw. Band verwenden, nur darf es nicht aus Eisen sein, weil sonst der Hufeisenmagnet kurzgeschlossen wird.

Die Rückseite des Kastens wird durch einen 255×380×4 mm großen Deckel abgeschlossen, in welchen neun Löcher mit 3 cm Durchmesser gebohrt werden. Das hat den Zweck, daß der Schall nicht nur nach vorne, sondern auch nach rückwärts austreten kann und dadurch auch eine gewisse Hallwirkung erzielt wird.[1]) Auf die Vorderseite des Kastens habe ich einen mit einem entsprechenden Stoff bespannten Rahmen aus einer Eichenholzleiste gesetzt. Diese Art der Ausführung liegt natürlich im Geschmack jedes einzelnen. Es läßt sich auch ohne weiteres die Lautsprechermembran vergrößern, oder wem die eckige Form nicht zusagt, der kann auch unbeschadet der Lautstärke eine konische Membran verwenden, mit dem Unterschied, daß die Klangfarbe eine andere wird. Man kann auch zwei konische Membranen verschiedener Größe anbringen, um zu erreichen, daß keine Frequenzbevorzugung eintritt, was man bei der Faltmembran dadurch zu vermeiden sucht, daß das Magnetsystem an dem Punkt angreift, der nach dem Prinzip des goldenen Schnittes gefunden wird.

Die Befestigung der Membran am Magnetsystem geschieht durch eine auf die Zugstange aufgelötete Lötöse einerseits und eine Schraube mit Mutter an der Membran andererseits.

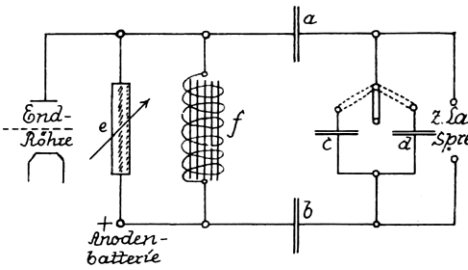


Abb. 3. Ein Filter verbindet die Endröhre mit dem Lautsprecher. Durch Wahl verschiedener Widerstände *e* oder Kondensatoren *c* und *d* läßt sich die Wiedergabe günstig beeinflussen.

Die Membran muß auch noch im Innern des Kastens befestigt werden. Dies geschieht durch drei Messingwinkel oben und unten, wobei die Membran in Filz oder Watte gelagert wird; die Haltemuttern dürfen nicht zu fest angezogen werden, damit die Membran nicht klirrt. Auch kann man sie ihrer ganzen Länge nach in Filz einspannen, was jedoch meines Erachtens nicht viel besser ist.

Über den Anschluß des Lautsprechers an den Empfänger ist zu sagen, daß es einerlei ist, ob der Anodenstrom rechts herum oder links herum durch die Erregerspule geht, eine Schwächung des permanenten Magnets findet unter keinen Umständen statt, da ja hier die Spule nicht auf den Polen des permanenten Magnets sitzt.

Ein im Gerät angebrachter Ausgangstransformator 1 :1 erhöht auf jeden Fall die Güte der Wiedergabe, aber noch bessere Erfolge gibt hier ein Filterkreis. Dieser blockiert wie der Ausgangstransformator den Anodenstrom gegen den Lautsprecherkreis, was besonders bei Verstärkern, die mit Netzanschlußgeräten arbeiten, sehr vorteilhaft ist; außerdem wird die Vormagnetisierung vermieden und die Lautstärke kann durch einen vor der Drossel angebrachten hohen Wiederstand bequem reguliert werden. Die Kondensatoren a und b in Abb. 3 sollen möglichst groß gewählt werden (2 — 4 Mf.), b kann auch aus Sparsamkeitsgründen wegfallen. Die parallel zu schaltenden Blockkondensatoren c und d haben 0,01 bis 0,025 Mf.[2]) Ein wunder Punkt ist die Drossel f. Diese soll eine sehr hohe Selbstinduktion mit einem niedrigen Gleichstromwiderstand vereinigen. Eine gute Type

(Schluß Seite 288)

Oben, Abb. 1, das Antriebssystem für unseren neuen Lautsprecher.
Links, Abb. 2, der Einbau des Antriebssystems. Man sieht deutlich die Schraube, mit der der Antriebsstift den Falz der Membrane erfaßt.

1) Günstig wäre es, die Rückseite mit Stoff zu bespannen, statt einen Deckel aufzuschrauben, (D. Schriftltg.)

2) Sehr geeignet für diese Zwecke das Fabrikat „H y d r a “.

Digitalisiert 2016 von Thomas Günzel für radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung der Funkschau-Redaktion

Super 8 Stapellauf!

Bei der Inbetriebnahme darf man ja nichts überstürzen, eine Woche ist grade die richtige Zeit, den Panzerachter voll in Gang zu bringen.

Zuerst das Audion, dann die Zwischenfrequenzröhren

Brav fangen wir mit dem Anwerfen auch wieder von hinten an, und zwar mit dem Audion. Wir brauchen dazu eine Hoch-antenne oder doch mindestens so etwas Ähnliches.

Erde und Heizbatterie werden zuerst angeschlossen, dann die verschiedenen Anodenspannungen, wie sie am Klemmbrettchen verzeichnet stehen. Der Kopfhörer kommt in die Klemmen, die über die Primärseite des NF-Transformators gelegt sind.

Die Antenne kommt in die Anodenbuchse der Röhre vor dem Audion, nur dieses wird gesteckt, und zwar eine VT128 mit 1 Megohm Gitterwiderstand. (Ausnahmsweise wichtig.) Stand der Rückkopplungskondensator auf Null, so wird man beim Hereindrehen einen Knall hören, der das Inschwingenkommen anzeigt. Hat man ein Milliammeter, so nimmt man dieses zum Anzeigen des Schwingens. Dreht man jetzt die Abstimmung des Zwischentransformators, den vierten Kondensator, durch, so wird man eine Unmasse von Funkern piepsen hören. Ist die Lautstärke infolge kleiner Antenne zu gering, so nehmen wir eben die NF-Stufe dazu. Von zehn zu zehn Minuten schalten wir immer wieder ein und drehen durch, einmal werden wir dann auch jemanden sprechen hören. Es kann Wolff-Büro oder Tel-Union sein, auch der Eiffelturm quäkt manchmal. Der Sprecher wird gut eingestellt; es sind neckische Herren in Berlin und hören immer grade dann auf mit Sprechen, wenn man sie braucht. Also nicht verdrießen lassen und warten bis es wieder losgeht! Es dauert ja nie lange. Klappt die Abstimmung, so kann man die nächste Röhre, die vorhergehende, dazu nehmen, die Antenne kommt also in die Anodenbuchse der ersten Zwischenfrequenzröhre. Nachstimmen, Potentiometer so weit negativ als möglich! Mit einer VT128 als Audion und einer VT112 als Verstärker kann man ganz nach der negativen Seite.

Klappt auch dies, so wird die erste Zwischenfrequenzröhre auch gesteckt, wieder eine VT 112, und die Antenne an Bolzen I gelegt. Bedingung ist, daß alle Anodenbatterieanschlüsse gesteckt sind. Mit einem kleinen Antennchen sind jetzt auch ohne NF-Stufe, mit letzterer im Lautsprecher, WTB, Telunion und Eiffelturm zu hören. Wir stimmen so sorgfältig wie möglich auf WTB mit der längsten Welle, 3100 Meter, ab und amüsieren uns mal einen Abend lang mit Potentiometer und Rückkopplungsknopf. Nicht vergessen dürfen wir, daß durch Ändern der Rückkopplung auch die Audionabstimmung ziemlich stark in Mitleidenschaft gezogen wird.

Es gibt Händler, die zusammenpassende Röhren liefern, ganz sicher erhält man sie bei der Fabrik. Man nehme möglichst zwei solche in den Verstärker herein.

Je gewissenhafter und langsamer man vorgeht, desto eher wird man den Zwischenverstärker auf Leistungsmaximum haben. Man hat dann schon viel geschafft und das folgende ist Kinderspiel.

Der Frequenzwandler

Zunächst muß der Frequenzwandler in Gang gesetzt werden, langweilig, aber einfach zu machen. In die Modulatorstufe, also den dritten Sockel von der Antenne ab gerechnet, den zweiten von der rechten Apparatseite, kommt eine Radio-Record Doppelgitter (Seitenschraube nicht vergessen!) und in den Oszillatorsockel eine VT112. Die Antenne kommt in die Anodenbuchse der zweiten HF-Röhre. Vorläufig drehen wir den Zwischenverstärker aus und legen in die + Anodenleitung einen Kopfhörer, besser ein Milliammeter. Zeigt das Milliammeter bei der einen VT 112 zwei Milliampere, so schwingt der Oszillator mit Garantie nicht.

Man muß die Sekundärseite der Oszillatorspule umpolen, daß der Strom auf etwa 0,2 bis 0,5 MA sinkt. Dann schwingt der Oszillator sicher. Bedingung bei der Prüfung ist das Brennen der Doppelgitterröhre, 20 Volt Anodenspannung und höchstens 4 Volt Raumgitterspannung derselben. Die Kopfhörerprüfung geschieht derart, daß man, den Kopfhörer an der Stelle des Milliammeters, mit dem nassen Finger das Gitter des Oszillators berührt. Beim Loslassen ist ein Knack zu hören, wenn die Röhre schwingt.

Es kann der Fall eintreten, daß der Oszillator auf unteren Stellungen des Abstimmkondensators zu tröpfeln anfängt. Man sucht dies zu beseitigen, indem man 1,5 Volt mehr Raumgitterspannung auf die Doppelgitterröhre aufgibt oder ein paar Windungen von der Rückkopplungsspule abwickelt. Es ist nicht schwer, die Sache so zu bekommen, daß der Oszillator auch in hohen Lagen gut schwingt ohne in niedrigen zu tröpfeln.

Jetzt können wir den Zwischenverstärker wieder andrehen und den Kopfhörer an seinen ordentlichen Platz bringen. Der dritte Kondensator, also die Abstimmung des Frequenzwandlers, wird auf einen Mittelwert gestellt und der Oszillator sachte, sehr sachte durchgedreht. Wir werden jetzt schon einen Sender ziemlich laut hören. Wenn vorher unser Zwischenverstärker sauber stand und nicht schwingt, so wird der Sender vollkommen klar und sauber da sein, nötigenfalls gehen wir im Zwischenverstärker mit der Rückkopplung etwas heraus. Die Abstimmung des Frequenzwandlers wird sauber eingestellt, ebenso die des Oszillators, hierauf wird im Zwischenverstärker noch die Abstimmung von Primär- und Sekundärseite des Filters nachreguliert, das Filter wird gleichzeitig loser gekoppelt und man wird mit Erstaunen den Verstärkungszuwachs bemerken. Bitte beachten: nirgends etwas ändern, nur Abstimmung und Kopplung des Filters auf größte Lautstärke justieren. Nun haben wir schon einen recht guten Empfänger, der uns mit einem Antennenstummelchen eine Masse Sender in den Lautsprecher bringt, ohne daß wir etwas anderes zu tun hätten als zwei Abstimmungen zu drehen. Wir amüsieren uns wieder einen Abend lang damit, ohne den Zwischenverstärker allzusehr zu belästigen.

Das Neutralisieren

Nun können wir auch die zweite Hochfrequenzstufe stecken, die Antenne kommt weiter in die Anode der ersten Röhre. Sofort stimmen wir auf den Lokalsender ab, schieben ein Papierstreifchen über die eine Heizfeder des zweiten HF-Röhrensockels und stecken die Röhre wieder ein, sie wird jetzt dunkel bleiben. Das Neutrodon wird unendlich vorsichtig so einreguliert, daß der Lokale verschwindet. Nur dicht unter dem Sender selbst darf man sich mit einem Lautminimum begnügen. Es kann der Fall eintreten, daß das Neutrodon zu groß ist. Man hilft sich dann mit dem alten Witz vom Meta 6, indem man eine kleine Hilfskapazität aus zwei verdrillten Kupferdrähtchen (nur zwei- oder dreimal zwirnen, und zwar sehr lose) über die Röhre spannt, also an Gitter und Anode anschließt. Weiterzuarbeiten bevor diese Stufe neutralisiert ist, hat gar keinen Zweck. Zwei- oder dreimal muß die Operation mindestens gemacht werden, viermal schadet auf keinen Fall.

Erst dann läßt man die Röhre wieder brennen, steckt auch die erste Röhre und den Rahmen und stimmt wieder ab. Der Empfang wird quäken wie zehn Katzen zusammen es nicht besser können! Das Audion ist überlastet! Es hilft nur das Löschen der ersten Röhre mit dem bekannten Papierstreifen, worauf man einen tadellosen lauten Empfang haben wird. Man sucht ihn mit Abstimmung so laut wie möglich zu bekommen und geht darauf wieder hinter das Neutrodon. Es ist vergnüglich anzuhören, wie der Empfang mit dem Drehen des Neutrodons verschwindet und kommt. Bei dieser Röhre auf gänzliches Verschwinden hinarbeiten zu wollen ist aussichtslos, zumal in der Sendestadt. Man wird immer nur ein allerdings scharf ausgeprägtes Minimum erhalten können. Verdreht man aber eine Abstimmung nur geringfügig, so wird der Empfang verschwinden. ein Zeichen, das die Selektion trotz der Aufnahme durch die ungepanzerten HF-Leitungen doch die wünschenswerte Größe hat.

Langweilig, leicht und ach so notwendig ist die exakte Neutralisation. Man kann sich immer wieder damit amüsieren. Der Apparat wird immer schöner gehen. Dazwischen hinein kann man auch den Rahmen und die Spulen so weit abwickeln, daß die Wellenbereiche schön passen.

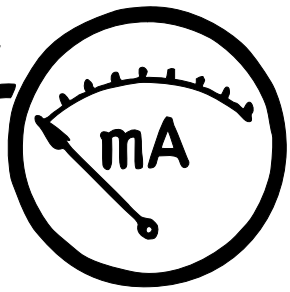
Digitalisiert 2016 von Thomas Günzel für radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung der Funkschau-Redaktion

Bei der Abstimmung auf ferne Sender fange man immer mit dem Oszillatorkondensator an und verdrehe ihn nicht um ganze, sondern nur halbe Teilstriche, die übrigen folgen; der Rahmenkondensator darf meist gar nicht genau abgestimmt werden, da sonst der Empfang infolge Überlastung des Audions quäkt.

Bei Fadings stimmt man mit dem Rahmenkondensator scharf nach, man wird dann die Station nicht verlieren, nur muß man dann eben auch in Kauf nehmen, daß die statischen Störungen bei der ungeheuren Verstärkung poltern wie Trommelfeuer.

C. Hertweck.

MILLIAMMETER UND VERZERRUNG



Übersicht.

Bedeutet das Zucken des Instrumentenzeigers eine Verzerrung oder nicht? — Das ist die Streitfrage [Vilbig[1]) gegen Ranke[2])].

Hierzu soll in folgenden Zeilen prinzipiell Stellung genommen werden. Meine Antwort auf die obenstehende Frage möchte ich — für den eiligen Leser — gleich vorwegnehmen. Sie lautet:

Es kommt ganz auf die Verhältnisse an. Zucken des Zeigers bedeutet nicht immer Verzerrung, konstanter Ausschlag des Instrumentes nicht unbedingt Verzerrungsfreiheit.

Nun folgt die Behandlung der einzelnen Fälle:

Stromverlauf genau den Schallwellen entsprechend

Zunächst eine Eigenschaft normaler Gleichstrominstrumente: Wechselströme bis hinunter auf etwa 20 Perioden je Sekunde bewegen den Zeiger praktisch nicht. Die mechanische Trägheit des drehbaren Meßwerkteiles ist viel zu groß, die Resonanzfrequenz des beweglichen Organes viel zu tief.

Wie steht's bei den Schallwellen mit den Periodenzahlen je Sekunde? — Die untere Grenze liegt unwesentlich tiefer als 30!

Die den einzelnen Schallwellen genau entsprechenden Ströme üben demnach auf das Milliamperemeter keine merkliche Wirkung aus.

Ein Einwand: Rein sinusförmig verlaufende Schallwellen kommen praktisch nicht vor. Es gibt nur Mischungen von Einzelwellen verschiedener Frequenz. Die Mischung könnte doch derart sein, daß sie den Instrumentenzeiger in Bewegung bringt. Dieser Einwand ist nicht stichhaltig. Wenn auch Mischung, so besteht sie doch immer aus einer Summe von einzelnen Wellen. Das weiß man, seit es einmal ein großer Mathematiker ganz allgemein bewiesen hat. Jede der Einzelwellen läßt den Zeiger in Ruhe (siehe oben). Die Wellensumme kann dann logischerweise nichts anderes als das gleiche tun. Auch die — nicht sinusförmigen Schallwellen genau entsprechenden — Wechselströme lassen demnach unser Milliamperemeter in Ruhe. Das kann man mit etwas Mathematik exakt beweisen, worauf ich aber hier verzichten möchte.

Symmetrische Verzerrung

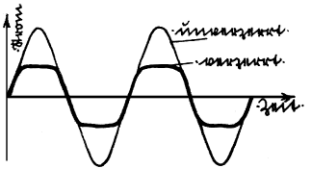


Abb. 1.
Symmetrischer Wechselstrom.
Bei symmetrischer Verzerrung zackt das Instrument nicht.

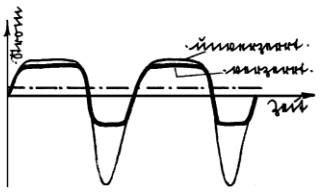


Abb. 2.
Unsymmetrischer Wechselstrom.
Bei symmetrischer Verzerrung zuckt das Instrument infolge Entstehens eines (oben strichpunktiert angegebenen) Gleichstromes.

Die Überschrift sagt: Die positiven und negativen Augenblickswerte werden in genau gleicher Weise verzerrt (Abb. 1).

Was macht da das Milliamperemeter? Antwort: Es zuckt oder zuckt nicht!

Bei unsymmetrischem Wechselstrom (Abb. 2) kann sich der Instrumentenzeiger rühren. Es seien die Stromhöchstwerte unverzerrt — beispielsweise gemäß Abb. 2 — nach der einen Seite hin beträchtlicher als nach der anderen.

[1]) „Verzerrungskontrolle." „Funkschau", 1. Augustheft.
[2]) „Die Lautstärke der verschiedenen Rundfunksender im Panzersechser." „Bastler" Nr. 3 (1928).

Dann wird der Strom in der einen Richtung mehr geschwächt. Das heißt nichts anderes als: Es entsteht nach der anderen Richtung hin ein Gleichstrom. Dieser fließt solange, als sich der Stromverlauf auf Grund der Schallwellen in stets der gleichen Weise wiederholt. Und solange nimmt der Zeiger eine diesem zusätzlichen Gleichstrom entsprechende Stellung ein.

Bei symmetrischem Wechselstrom kommt keine Zeigerbewegung zustande. Vom Strom wird nach beiden Richtungen durch die Verzerrung gleich viel unterschlagen. Deshalb entsteht hier kein Gleichstrom und damit keine Ausschlagsänderung (vgl. Abb. 1).

Unsymmetrische Verzerrung

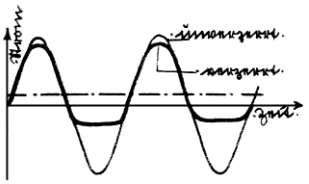


Abb. 3
Unsymmetrischer Wechselstrom.
Bei unsymmetrischer Verzerrung zuckt oder schwankt das Instrument, je nachdem, infolge Entstehens bzw. Änderung des entstandenen Gleichstroms (dieser strichpunktiert angegeben).

Die positiven Augenblickswerte werden anders verzerrt als die negativen (Abb. 3). Spezialfälle: Der Strom wird in der einen Richtung verzerrt, in der anderen nicht — oder: Es kommt überhaupt nur nach einer Seite ein Strom zustande, nach der andern geht nichts durch. Das Letzte wäre eine radikal unsymmetrische Verzerrung. Die aber wird im nächsten Abschnitt behandelt.

Die nicht radikal unsymmetrische Verzerrung allgemein ist wohl die Verzerrung schlechtweg. Sie hat einen Gleichstrom zur Folge. Dieser kann sich ändern. Das bedeutet Zeigerbewegungen am Instrument.

Der an sich denkbare Fall, daß die Wirkung der Verzerrungsunsymmetrie in bezug auf das Milliamperemeter durch eine entsprechende Unsymmetrie des Wechselstroms ausgeglichen wird, ist eine Spitzfindigkeit ohne praktische Bedeutung.

Radikal unsymmetrische Verzerrung

Mit dieser müssen wir uns etwas eingehender befassen. Sie ist das wert. Von einem andern Standpunkt aus nennt man sie schlechtweg „Gleichrichtung", oder besser „Ventilwirkung".

Ein idealer Detektor beispielsweise ist so eine Einrichtung, die radikal unsymmetrisch verzerrt. Die wirklichen Detektoren tun das annähernd.

Was da steht, klingt absurd. Ein idealer Detektor soll verzerren? — Das meint man doch gewiß nicht.

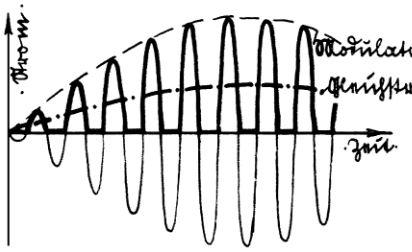


Abb. 4.
Die Detektorwirkung beruht auf radikal unsymmetrischer Verzerrung. Das Instrument kann infolge dieser Verzerrung wackeln, muß es aber nicht tun.

Der Widerspruch klärt sich leicht auf, wenn man dem Detektor bei seiner Arbeit einmal näher zusieht. Was macht er da? — Von modulierten, hochfrequenten Strömen läßt er nur alle Halbwellen gleicher Richtung durch. Was ihn passiert, ist eine Mischung aus einem Hochfrequenzstrom und einem weit weniger rasch variablen Strom. Der erstere übt auf das Telephon keine Wirkung aus: Er schließt sich nur in ganz geringem Maße durch die Spulenwindungen des Telephons hindurch und außerdem ist die Membran viel zu träge, um den hochfrequenten Kräften zu folgen. Der langsam veränderliche Stromanteil, der in Schallwellen umgesetzt wird, entspricht aber genau der Modulationsform des Hochfrequenzstromes. Diese wird also nicht verzerrt (Abb. 4).

Digitalisiert 2016 von Thomas Günzel für radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung der Funkschau-Redaktion

Die radikal unsymmetrische Verzerrung ist da. Das kann nicht geleugnet werden. Praktisch aber wirkt sie sich hier nicht aus, weil das, was man braucht, nicht dieser verzerrte Strom ist.

Wie verhält sich das Milliamperemeter dazu? Darauf gibt's wieder eine ganz merkwürdige Antwort: Es wackelt mit seinem Zeiger oder wackelt nicht, je nachdem, was der Apparat aufnimmt. Zwei Fälle sind denkbar.

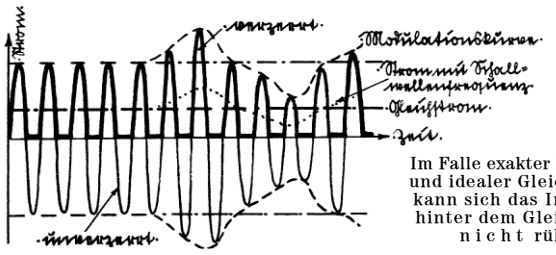


Abb. 5. Im Falle exakter Modulation und idealer Gleichrichtung kann sich das Instrument hinter dem Gleichrichter nicht rühren.

Wir nehmen gleich den einen vor: exakte Modulation nach Abb. 5. Durch den Detektor fließt die Summe aus Hochfrequenzstrom, der uns weiter nicht kümmert, aus Gleichstrom, der das Instrument in Ruhe läßt, weil seine Größe der unmodulierten (konstanten) Sendewelle entspricht und aus Wechselstrom, der die Schallwellen abbildet, und der — wie früher schon besprochen — aus diesem Grunde ebenfalls keine Zeigerbewegung verursachen kann.

Der zweite Fall ist der: Der unmodulierte Hochfrequenzstrom an sich ist unkonstant (z. B. Fading). Diese Schwankungen können den Zeiger zum Zucken bringen.

Verzerrung durch wirkliche Detektoren

Abb. 6 zeigt die Kennlinien eines idealen und eines wirklichen Detektors. Der letztere kann keine radikal unsymmetrische Verzerrung geben. Wir können uns den wirklichen Detektor aber zusammengesetzt denken aus einem idealen Detektor und einer danebengeschalteten Einrichtung, die auch unsymmetrisch verzerrt, aber dies nicht radikal. Damit ist das Problem auf die in den letzten beiden Abschnitten behandelten zurückgeführt. Es ergibt sich: Die wirklichen Detektoren lassen den Zeiger zucken, und das um so mehr, je weniger ideal die Kennlinie, je stärker also auch praktisch die Verzerrung!

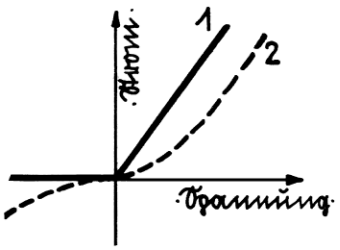


Abb. 6. Bei Gleichrichtung durch einen idealen Detektor (Kennlinie 1) muß das Instrument vollkommen in Ruhe bleiben. Geschieht die Gleichrichtung aber durch einen wirklichen Detektor (Kennlinie 2), so zuckt das Instrument um so mehr, je weniger ideal der Detektor ist.

Experimentelle Prüfung

Zunächst habe ich versucht, die Zeiger von Drehspulinstrumenten durch Wechselstrom in Bewegung zu bringen. Das ist mir mit technischen Frequenzen bis zu 16⅔ herunter nicht gelungen. Dabei wurden Instrumente benutzt, die verhältnismäßig hohe mechanische Schwingungsfrequenz haben (Mavometer).

Dann ist ein Röhrenapparat künstlich auf starke Verzerrung eingestellt worden — das Drehspulinstrument bewegte sich bei jeder Einstellung des Apparates. Wurde der Gleichstrom durch Zwischenschaltung eines Trafos abgeriegelt, so blieb das Milliamperemeter praktisch in Ruhe.

Der Ausfall der Versuche stimmt mit den vorhergehenden Überlegungen vollkommen überein.

Bildfunk oder Bildtelegraphie?

Unter Bildtelegraphie verstehen wir das Aussenden und Empfangen von Bildern auf gewöhnlichem telegraphischen Wege über Drähte und Kabel, während der Bildfunk eine drahtlose Bildtelegraphie ist, bei der, wie beim Rundfunk, der Raum, durch den sich die ausgestrahlten Hochfrequenzwellen nach allen Richtungen verbreiten, den Draht ersetzt. Nun wird es natürlich jedem Außenstehenden lächerlich erscheinen, daß man heute, im Zeitalter des Funkwesens, daran denkt, die Bildübertragungen auf anderem als dem drahtlosen Wege zu bewirken. Die Berechtigung einer derartigen Erörterung aber möge aus folgenden Tatsachen hervorgehen: Die drahtlose Telephonie hat bisher nicht den Fernsprecher, und die drahtlose Telegraphie nicht das alte Kabeltelegraphiesystem, dessen sich z. B. die Deutsche Reichspost bedient, zu verdrängen vermocht und wird dies auch in absehbarer Zeit nicht können, und zwar namentlich deshalb, weil es nicht möglich ist, der für nur einen Empfänger bestimmten drahtlosen Sendung eine bestimmte Richtung zu geben und jegliche Störungen durch die Atmosphäre usw. auszuschalten.

Nun versteht es sich natürlich ganz von selbst, daß wenn man für die Funkfreunde der ganzen Welt Bildübertragungen vornehmen wollte, dies auf drahtlosem Wege tun würde, während die Bildtelegraphie zwischen zwei bestimmten Stellen über Kabel erfolgen müßte. Solange aber kein Funkfreund, sondern lediglich ganz bestimmte behördliche Stellen über Bildempfangsanlagen verfügen, kann die Benutzung von Kabeln bei der Bildtelegraphie naturgemäß nicht mit dem Hinweis auf die Gefahr unbefugten Bildempfangs begründet werden. Trotzdem erfolgt die Bildübertragung Berlin—Wien nicht drahtlos, wie dies ursprünglich beabsichtigt war; das ist auf dem zweiten der oben angeführten Gründe (die Unmöglichkeit der Störungsbeseitigung bei drahtloser Übertragung) zurückzuführen.

Wir kennen vom Rundfunk her die sogenannten Luftstörungen, welche in der Atmosphäre ihre Ursache haben, und die sich beim Empfang im Fernhörer oder Lautsprecher durch Nebengeräusche oder durch den Schwindeffekt (Fading) bemerkbar machen. Diese Störungen, die besonders im Sommer infolge der Einwirkung der Sonnenstrahlen, einen sehr unangenehmen Charakter annehmen, zeigen sich bei der Bildtelegraphie in so störender Weise (schwarze, fleckige bzw. blasse Stellen in den Bildern), daß man vorerst nicht daran denken konnte, eine größere Entfernung durch den Bildfunk zu überbrücken.

Aus diesem Grunde arbeiten die am 1. Dezember 1927 dem öffentlichen Verkehr übergebenen Bildsender in Berlin und Wien nach dem alten Telegraphenverfahren, nach welchem heute auch der Depeschenverkehr erfolgt. *Georg Huth*

(Schluß von Seite 285)

hierfür ist „Körting" F D M H 11 Nr. 30742. Die Drossel ist so dimensioniert, daß mit ihr die größten Lautsprecher einwandfrei betrieben werden können.

Hiermit wäre das wichtigste über den Selbstbau des Lautsprechers gesagt. Interessenten können denselben auf Wunsch bei mir im Betrieb hören. Und nun frisch ans Werk und Glück zum Erfolg!

(Schluß von Seite 284)

beeinflußt wird) einen praktisch-induktionsfreien Widerstand von 600/1000 Ohm direkt vor das Gitter der Hochfrequenzverstärkerröhren. Diese Anordnung ist fast bei allen Schaltbildern zu sehen. Zu der Gleichrichtung, die bei den Schaltbildern noch in Form des gewöhnlichen Audions mit Gittergleichrichtung gezeichnet ist, sei noch besonders bemerkt, daß dieselbe neuerdings grundsätzlich in Richtverstärkung gemacht wird, d. h. mit einer Vorspannung des Audions ohne den Gitterblockkondensator. Aus rein zeichnerischen Gründen jedoch geben die amerikanischen Schaltbilder die gewöhnliche Audionschaltung an (weil ja drüben jeder weiß, daß nur noch Richtverstärker-Audions gebaut werden).

Der Vorteil der sogenannten progressiven Siebung scheint in Amerika noch nicht klar erkannt worden zu sein. Sie besteht darin, daß man für die Niederfrequenzverstärkerstufen, nur grob siebt und bei den Hochfrequenzverstärkerstufen eine Widerstands-Kondensatorkombination (etwa 30000 Ohm und 1 mf.) einschaltet. Oder an Stelle des Hochohmwiderstandes eine Drossel, welche sehr klein sein kann, da der sie durchfließende Gleichstrom sehr gering ist.

Brummt der Apparat bei sonst richtigem Bau, so kann man — wie dies im Schaltbild Abb. 3 gezeigt ist — parallel zum Heizfaden bei den Hochfrequenzverstärkerröhren zwei Kondensatoren von je 1 mf. hintereinander schalten und ihre Mitte erden oder beim Audion und Niederfrequenzverstärker parallel zum Heizfaden ein Potentiometer von 30 bis 50 Ohm (oder bis zu 200 Ohm, je nach den Heizdaten der Röhre), dessen Abgreifring so eingestellt wird, daß das Pfeifen oder Brummen verschwindet. Dies ist übrigens dieselbe Anordnung, wie sie in den übrigen Schaltbildern gezeigt ist, wo, wie wir oben besprochen haben, an Stelle des Mittelabgriffs der Heizwicklung ein Potentiometer mit beweglicher Schelle tritt. *Kappelmayer*

Im nächsten Heft beginnen wir mit den Berichten über die 5. Große Deutsche Funkausstellung, Berlin.

Digitalisiert 2016 von Thomas Günzel für radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung der Funkschau-Redaktion