

FUNKSCHAU

NEUES VOM FUNK · DER BASTLER · DAS FERNSEHEN · VIERTELJAHR 1.80

ZU BEZIEHEN IM POSTABONNEMENT ODER DIREKT VOM VERLAG DER G. FRANZ'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI, MÜNCHEN, POSTSCH. KTO. 575B

INHALT: Rundfunk als Pionier des Tonfilms · Das sprechende Papierband · Man schreibt uns · Brauchen wir so viele Röhrentypen? · Die billigste Wechselstrom-Netzanode · Serien- oder Parallelschaltung bei Gleichstrom-Netzheizung?

RUNDFUNK



ALS PIONIER DES TONFILMS

Wie innig die Verbindung zwischen Tonfilm und Rundfunk nicht nur auf technischem sondern auch künstlerischem Gebiet ist, das wird uns vielleicht dann erst klar, wenn das erste tönende Filmband sich über den Verstärker unserer Sender rollt.

So werden wir uns gerne erzählen lassen, wie der heutige Tonfilm aussieht und wie er arbeitet.

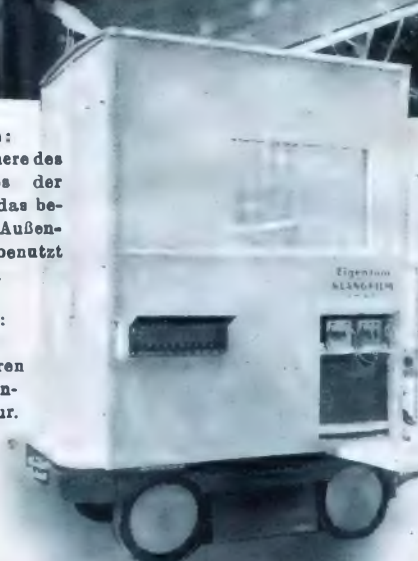
Es liegt ein scheinbarer Widerspruch zur Überschrift in der Feststellung: die Anfänge des Tonfilms gingen bis in die 90er Jahre des

Ton-Kamera und Plattenschneider der Klangfilm.



Oben: Blick ins Innere des Tonfilmautos der Klangfilm, das besonders zu Außenaufnahmen benutzt wird.

Rechts: Eine auf Elektrokarren fahrbare Tonfilmapparatur.



Wie Kanonen zur Schlacht, so stehen die Vorführapparate da, bereit, die Leinwand zu „beschießen“. (Klangfilmapparatur)



Die Lautsprecher hinter der Kinoleinwand
(Klangfilm)

vorigen Jahrhunderts zurück. So alt sind — rein historisch betrachtet — die Versuche, Bild und dazugehörigen Ton aufzuzeichnen und wiederzugeben. Der Tonbildfilm scheiterte damals weniger an der Aufnahme, als an der Unmöglichkeit, die aufgezeichneten Töne mit genügender Lautstärke wiedergeben zu können, wie man sie eben bei der Vorführung von Tonbildfilmen in Kinos braucht.

Wie es kam.

Als Rubmer seine ersten Lichtaufzeichnungen von Tönen auf einem Filmband machte, dachte er nicht mehr an die Vereinigung von Ton und Bild, also den Tonbildfilm im heutigen Sinne, sondern einzig und allein daran, mittels des Films als Träger der aufgezeichneten Schallschwingungen die pausenlose Wiedergabe auch größerer Musikstücke zu ermöglichen. Das war mit einer Schallplatte zu jener Zeit nicht möglich. Es ist eigenartig, daß rund 20 Jahre später die Einführung des Tonfilms für den gleichen Zweck wieder propagiert wurde. Bei der Debatte über die Bedeutung des Tonbildfilms für den Rundfunk drehte es sich auch immer nur um den akustischen Teil des Tonbildfilms, nämlich Sprache, Musik und Geräusche, d. h. den akustischen Eindruck besonderer Ereignisse aufzuzeichnen, um sie im Rundfunk wiedergeben zu können, wenn eine direkte Übertragung aus irgend welchen Gründen nicht möglich war. Hiervon ist allerdings viel zu selten Gebrauch gemacht worden. An die Verwendung dieser Methoden für den sprechenden Film dachte man erst sehr viel später.

Die Liebenröhre, die für die gesamte Funktechnik von so ausschlaggebender Bedeutung geworden ist, war es, die auch den Tonfilm zu neuem Leben erweckte. Die Elektronenröhre hatte zum Bau von Verstärkern geführt, die es erlaubte, auch sehr kleine Anfangsenergien praktisch verwendbar zu machen. Bei dem Röhrenverstärker beginnt die Pionierarbeit des Rundfunks für den Tonbildfilm. Sie erstreckt sich nicht allein auf technisches Gebiet, sondern auch sehr weitgehend auf künstlerisches, vor allem bei der Benutzung von Mikrofonen.

Vogt, Engel und Massolle waren die ersten, die den Röhrenverstärker aus der Funktechnik für ihr Tonfilmverfahren benutzten. 1919 war

das „Tri-Ergon“-System fertig. Für die Aufzeichnung der Schallschwingungen wird die Glimmlampe benutzt, für die Rückverwandlung der optischen Zeichen auf dem Film in Töne eine Photozelle, deren sehr kleine Ströme erst einmal beträchtlich verstärkt werden mußten, bevor sie im Lautsprecher hörbar wurden. Die Ufa interessierte sich 1923 für das Tri-Ergon-Verfahren und erwarb auch die Lizenz, gab sie aber später wieder auf; das Verfahren wurde dann zur Herstellung von Schallplatten benutzt.

Den deutschen Tonfilm aus der Taufe gehoben hat die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft. Zur Funkausstellung 1928 wurde ein Tonfilm „Tönende Welle“ gezeigt, den Tri-Ergon im Auftrage der R.R.G. für Rundfunkwerbezwecke angefertigt hatte. Es war noch kein hundertprozentiger „Ton- und Sprechfilm“, aber doch ein Tonbildfilm mit Musik, Sprache und Geräuschen, der die Aussichten auf eine neue Filmgattung eröffnete. Diesem Rund-

Da wäre zunächst

das Tonfilmatelier.

Vom Rundfunk her wußte man, daß es notwendig ist, alle Störgeräusche von dem Aufnahme-raum fernzuhalten. Die Erfahrungen über Schallreflexionen, Nachhall, Dämpfung usw. konnte man übernehmen. Es ist daher nicht weiter verwunderlich, wenn die modernen Tonfilmateliers mit den modernen Senderäumen sehr viel Ähnlichkeit haben. Das große Tonfilmatelier der Ufa z. B. ist kreuzförmig angeordnet. Die vier Aufnahme-räume sind nach der Straßenseite hin hermetisch abgeschlossen. Sie sind um einen Lichthof gruppiert, um den ein Gang mit den Zugängen zu den einzelnen Ateliers läuft. Diese Anordnung hat viel Ähnlichkeit mit der Gruppierung der Senderäume im neuen Funkhaus in Berlin, aber auch mit den Sendehäusern in München und Frankfurt.

Der Film wird mit einer Geschwindigkeit von 24 Bildern in der Sekunde aufgenommen und auch wiedergegeben. Auf die gleiche Film-länge muß auch der Ton aufgezeichnet werden, der zu den einzelnen Bildern gehört. Das erfordert, daß die Aufnahme-geräte für Bild und Ton vollkommen gleich oder, wie der Fachausdruck lautet, synchron laufen. Man kann das mechanisch erreichen, indem man die Bildkamera durch eine biegsame Welle mit der Achse des Antriebsmotors für die Tonkamera



Wenn eine Tonfilmexpedition auspackt.

funktionfilm folgte einige Monate später ein ähnlicher Tonbildfilm „Melodie der Welt“. Damit hatte sich der Tonfilm in Deutschland endgültig durchgesetzt, zumal auch die Amerikaner sich um diese Zeit nahezu vollkommen auf den Tonbildfilm umgestellt hatten.

Wir wollen nun einmal einen Tonfilm von seinem Entstehen bis zu seiner Wiedergabe in einem Kino verfolgen.

oder den Plattenschneider verbindet oder elektrisch durch Synchronmotore, die aus einem gemeinsamen Synchronnetz gespeist werden. Wir haben beim Tonfilm zwei verschiedene Verfahren zu unterscheiden, nämlich: Nadelton und Lichtton.

Ganz rechts sehen wir ein Stück eines Tonfilms mit den charakteristischen Querstreifen.

Fahrbare Tonaufnahmeapparat und Bildkamera zur Herstellung von Tonfilmen nach dem Tobie-Verfahren.



Beim Nadeltonverfahren wird für die Tonaufzeichnung eine Wachplatte benutzt. Es hat gegenüber dem Lichtton den Vorteil, daß jede aufgenommene Platte hinterher sofort abgehört werden kann. Sind Fehler vorhanden, so wird die Aufnahme wiederholt. Der Nachteil der Platte ist jedoch, daß sie umgeschrieben werden muß, wenn nachher die endgültige Schallplatte für den fertigen Film hergestellt wird.

Der Durchmesser der Schallplatte für den Tonfilm beträgt 40 Zentimeter. Sie läuft mit $33\frac{1}{3}$ Umdr./min. gegenüber 78 bei den normalen Schallplatten. Man hat diese Abmessungen gewählt, um die für einen Tonfilm benötigte Plattenzahl möglichst klein zu halten. Auf einer solchen Platte kann man den Ton für eine Bildlänge von 300 m aufzeichnen, also für einen Akt. Im Gegensatz zu den gewöhnlichen Schallplatten ist beim Tonfilm die Tonschrift von innen nach außen spiralförmig aufgezeichnet, was folgenden Grund hat:

Der Umfang der äußersten Schallrille ist dreimal so groß wie der der innersten. Braucht man für die Aufzeichnung der Schwingungen eines bestimmten Tones auf der äußersten Rille ein Stück von 0,3 mm Länge, so beträgt die Aufzeichnungslänge des gleichen Tones auf der innersten Rille nur noch 0,1 mm. Dadurch kommt man bei höheren Frequenzen schon in Abmessungen, die in der Nähe der Größe der Nadelspitze liegen, insbesondere wenn die Nadel sich beim Spielen abgenutzt hat. Läuft also die Spirale von innen nach außen, so werden die kleinsten Aufzeichnungslängen von der neuen Nadel abgetastet und die großen von der abgenutzten. Die Qualität der Wiedergabe bleibt dann von Anfang bis Ende gleich.

In Deutschland ist man bei der Aufnahme vom Nadeltonverfahren abgekommen, weil ja jeder Lichttonfilm ohne weiteres auf Nadelton umgeschrieben werden kann. Beim Lichtton geschieht die Aufzeichnung der Töne auf einem Filmband nach dem Intensitätsverfahren. Die durch die Schallschwingungen im Mikrophon hervorgerufenen Ströme werden dazu benutzt, die Helligkeit einer Lampe zu verändern. Diese Helligkeitsschwankungen werden auf einem Film aufgezeichnet. Entsprechend der jeweiligen Lautstärke entstehen auf dem Film hellere oder dunklere Streifen, die umso dichter beieinander liegen, je höher der Ton, d. h. je größer seine Schwingungszahl ist. Man benutzt einen Film normaler Breite, um die bestehenden Kinoprojektoren nicht abändern zu müssen. Tonstreifen und Bild liegen innerhalb der Perforation, wobei das Bild schmaler gemacht wurde, um Platz für den 2 mm breiten Tonstreifen zu schaffen.

Die Tobis, in der die Systeme von Tri-Ergon, Petersen-Poulsen und Küchenmeister zu einem

Jetzt ist der Apparat für Tonfilmvorführungen im Hause durchkonstruiert worden. Er besteht aus einem Vorführungsapparat für Schmalfilme, einem Schallplattenapparat und einem Lautsprecher. Der kleine Kinoapparat und die Drehscheibe des Grammophons werden durch eine biegsame Welle verbunden, so daß eine genaue Übereinstimmung von Bild und Schall erreicht werden kann.

Presse-Photo
G. m. b. H.



Einheitstonfilm zusammengefaßt sind, benutzt für die Tonaufzeichnung die Ultrafrequenzlampe von Tri-Ergon, eine Art Glimmlampe. Klangfilm benutzt statt dessen dafür die Kerrzelle, wie wir sie bereits von der Bildtelegraphie und vom Fernsehen her kennen. Bei der Glimmlampe wird die Aufzeichnungsapparatur etwas einfacher, weil man keine besondere Lichtquelle braucht, dafür gibt jedoch die Kerrzelle erheblich größere Lichtmengen her. Die Lichtintensität ist zirka 2000mal größer. (Wenn es gelingt, eine billige Kerrzelle herzustellen, werden die Basler beim Fernsehen beträchtlich hellere Bilder erzielen können, als mit der Glimmlampe.)

Bei den ersten Tri-Ergon-Apparaturen wurden Bild und Ton gemeinsam auf einem Filmstreifen aufgenommen. Heute nimmt man getrennt auf und bringt beides erst wieder auf der Positiv-Kopie zusammen. Auf den Grund für diese Maßnahme kommen wir noch später zu sprechen. Die Tobiasapparatur vereint Tonkamera, Verstärker, Mischbrett und die dazugehörigen Batterien fahrbar auf einem vier-rädrigen Karren, der im Aufnahmeatelier aufgestellt wird. Die Bildkamera wird durch eine biegsame Welle vom Antriebsmotor der Tonkamera aus angetrieben, so daß unbedingter Gleichlauf zwischen beiden erfolgt. Klangfilm dagegen benutzt für den Atelierbetrieb stationäre Apparaturen. Sämtliche Ton- und Bildkameras werden aus einem Drehstrom-Synchronnetz von 48 Perioden angetrieben, dessen Periodenzahl unbedingt konstant gehalten wird. Für die Tonaufnahme stehen neun Mikrophone zur Verfügung. Im neuen Atelier der Ufa werden die Mikrophonleitungen zu einem Tonaufnahmerraum geführt, der ca. 4 m über dem Fußboden des Ateliers liegt. Ein großes Fenster, unter dem das Mischbrett für die neun Mikrophone liegt, gestattet dem Tonmixer einen genauen Überblick über das Atelier. Auf dem Mischbrett kann die Lautstärke jedes einzelnen Mikrophons geregelt werden und außerdem die Gesamtlautstärke sämtlicher Mikrophone. Der Tonmixer steht mit dem Regisseur durch ein Telefon und eine Zeigertelegraphie-Vorrichtung, ähnlich dem Schiffstelegraphen, in Verbindung¹⁾.

Der Endverstärker ist so ausgebildet, daß er für sämtliche Tonkameras und Plattenschneider zunächst eine gemeinsame erste Stufe hat. An diese sind dann fünf getrennte Verstärker angeschlossen, und zwar zwei für die beiden Tonkameras und drei für die Plattenschneider. Man hat diese Trennung gewählt, um jeden dieser Verstärker genau anpassen zu können. Die Endleistung beträgt bei jedem 15 Watt. Sie ist namentlich bei den Tonkameras über-

dimensioniert, um Übersteuerungen zu vermeiden. Sämtliche Fehlerquellen sind durch entsprechende Wahl der Verstärkungscharakteristik beseitigt worden, und zwar ist die Kompensation so gewählt, daß hinter der Kerrzelle alle Frequenzen nahezu gleichmäßig verstärkt sind. Bildfilm und Tonfilm werden fortlaufend in kurzen Abständen mit Zeichen versehen, die später bei der gemeinsamen Kopie auf einen Positivfilm das genaue Zusammenfügen von Bild und Ton ermöglichen.

Damit ist der Tonfilm für die Vorführung im Kino fertig.

Die Wiedergabe des Films.

Bei den normalen Kinoprojektoren wird der Film ruckweise durch das Bildfenster bewegt. Für die Umwandlung des aufgezeichneten Tones in elektrische Ströme ist aber ein vollkommen gleichmäßiger Ablauf notwendig, da sich sonst die Tonhöhe ändern würde. Es war daher notwendig, bei der Wiedergabe die Bildprojektion von der Tonprojektion vollkommen zu trennen, außerdem aber durch mechanischen Ausgleich jede Schwankung der Tourenzahl zu verhindern, was man durch Schwungradscheiben, mechanische Filter usw. erreicht hat.

Der Film wird von der oberen Trommel zunächst ruckweise durch das Bildfenster bewegt. Dann gelangt er in einer Schleife durch den Tonprojektor, wo er kontinuierlich weiterläuft und von dort in die untere Aufwickeltrommel. Dieses Nacheinander der Bild- und Tonprojektion macht ein Versetzen des Tonstreifens gegen den Bildstreifen um 38 cm notwendig. Das ist auch der Grund dafür, daß man Bild und Ton bei der Aufnahme trennt. Dadurch wird auch das Schneiden des Negativs erleichtert. Der Projektormotor treibt gleichzeitig den Tonprojektor über eine Kette oder Schnur an. Zum Ausgleich aller Schwankungen der Tourenzahl ist ein mechanisches Filter eingeschaltet. Ein Revolverkopf mit drei Lampen (zwei zur Reserve) liefert einen Lichtstrahl, der über ein optisches System den Tonstreifen spaltförmig beleuchtet. Hinter dem Film ist eine Photozelle angebracht, die die Helligkeitsschwankungen, hervorgerufen durch die Schwärzungsgrade des Films, in elektrische Ströme umwandelt. Der Vorverstärker ist dicht bei der Photozelle angeordnet.

Für die Endverstärkung werden Apparaturen verwendet, wie wir sie auch vom Rundfunk her kennen. Es werden Verstärker von Siemens, AEG, Tekade und neuerdings auch Lorenz (Kinton) benutzt. Die Leistungen bewegen sich zwischen 7 und 200 Watt und richten sich nach der Größe des Kinos. Im allgemeinen werden für die Wiedergabe dynamische Lautsprecher benutzt. Klangfilm kombiniert Riffel- und Konus. Kinton benutzt nur Konuslautsprecher. Außerdem werden aber auch Trichter mit dynamischem Antriebssystem be-



So sieht eine Tonfilmkamera der Tobis von innen aus.

¹⁾ Wir wollen die Tobis-Apparaturen hier nur kurz behandeln, da in kurzer Zeit für Aufnahme und Wiedergabe von der Tobis nur Klangfilmapparaturen benutzt werden.



Abb. 1. Das erste Modell des Selenophon-Junior mit dem Papiertonstreifen.

nutzt. Die Lautsprecher sind neben oder hinter der Projektionsleinwand angeordnet, die dann aber auch schalldurchlässig sein muß. Zum Teil verwendet man auch fahrbare Apparaturen.

Der Hauptverstärker ist im allgemeinen im Projektionsraum untergebracht. Hier hängt auch ein Kontroll-Lautsprecher für den Tonvorfürer. In großen Kinos hat man im Zuschauerraum selbst noch eine Kontrollstelle eingerichtet, um von dort aus mittels Fernsteuerung die Lautstärke dem jeweiligen Besuch anpassen zu können. Neben der Lichtprojektionseinrichtung hat jedes Kino auch noch zwei Plattenteller für die Wiedergabe von Nadelton, soweit die Kinos nicht überhaupt nur für Nadelton eingerichtet sind. Die Plattenteller werden entweder vom Projektormotor über eine Gelenkwelle angetrieben oder laufen synchron vom selben Netz. Schwankungen werden in beiden Fällen durch Schwingmassen oder mechanische Filter ausgeglichen.

Man war im allgemeinen bestrebt, auch bei der Vorführung eine praktisch gleichmäßige Wiedergabe aller Frequenzen zu erreichen, indem man Lautsprecher verschiedener Klangfarbe kombinierte und außerdem die Verstärkungscharakteristik des Verstärkers der Charakteristik des Lautsprechers anpaßte. Man ist hier jedoch auf halbem Wege stehen geblieben, indem man die Verstärker mit einem Entzerrer versah, der es ermöglicht, die Frequenzen vor allem oben zu beschneiden. Dieser Entzerrer dürfte der Hauptschuldige dafür sein, daß die S- und Zischlaute teilweise so schlecht im Kino herauskommen.

Für die Wiedergabe von Nadeltonfilmen ist der Film mit einem Metallstreifen versehen, der einen Kontakt betätigt, worauf über ein Kurzzeitrelais der Plattenteller angelassen wird. Er braucht nur Bruchteile einer Sekunde, um auf volle Touren zu kommen. Der Tonabnehmer wird vorher auf die Starttrille der Platte aufgesetzt. Die Umschaltung von einem Projektor auf den anderen geschieht von Hand. Damit wird dann auch automatisch auf den zweiten Plattenteller umgeschaltet bzw. der neue Tonprojektor bei Lichtton an den Verstärker angeschaltet.

Auf dem Verstärkergebiet gibt es im Tonfilm noch lebhaft Patentrekämpfe, die nicht ohne Einfluß auf die künstlerische Qualität der Tonfilme geblieben sind. Es wäre zu wünschen, daß hier bald eine Klärung eintritt, vorausgesetzt, daß nicht ein neues Verfahren für die Aufzeichnung der Töne Wandel schafft.

N. Meyer.

Das sprechende Papierband

EINE VOLLSTÄNDIGE OPER IM EIGENBESITZ FÜR 5 MARK · DAS TONFILM-GRAMMOPHON ·

Rechts ein Papierstreifen mit den 4 nebeneinanderliegenden Aufnahmen.

Natürliche Größe

Die konservierte Hausmusik, das Grammophon, konnte bis heute schon zu einer sehr befriedigenden Qualität entwickelt werden, gleichgültig, ob man die Schallplatte direkt abhört, oder die Darbietung mittels einer elektrischen Schalldose und einem Niederfrequenzverstärker wahrnehmbar macht.

Trotzdem wird aber an allen Orten eifrigst an weiteren Verbesserungen der Schallplatten gearbeitet, in erster Linie selbstverständlich, um die Qualität zu steigern, in zweiter Linie aber ist man bestrebt, die relativ kurze Spieldauer einer Schallplatte zu vergrößern, ohne jedoch eine Vergrößerung des Formates derselben in Kauf nehmen zu müssen. Dort, wo das Format nicht viel ausmacht, wie z. B. beim Tonfilm, — manche Tonfilme amerikanischen Systems sind mit großen Schallplatten von 15 und mehr Minuten Spieldauer ausgestattet — hat man sich ja damit abgefunden, aber für das Heim sind Schallplatten mit fast $\frac{1}{2}$ m Durchmesser sicherlich ganz unmöglich.

Vor einem Jahre etwa hat man allerdings von einer Erfindung Edisons gehört, die sich auf die Schallplatte mit langer Spielzeit beziehen sollte, aber seither ist es wiederum still geworden, und auch von anderen Seiten hört man nur wenig von Fortschritten in dieser Sache.

Geht man aber dem Problem der konservierten Hausmusik langer Spieldauer von einer ganz anderen Seite zu Leibe, dann kommt man auf Gebiete, die lange nicht solche Schwierigkeiten aufweisen, wie sie sich uns bei den Schallplatten entgegenstellen.

Hierher gehört ein System, das seine Entwicklung vom Tonfilm aus nahm und sich seinen Ausbau unabhängig von den übrigen Systemen sicherte.

Es war ein Gedanke des Wiener Physikers Univ.-Prof. Dr. Hans Thirring, an Stelle der bis dahin für die Wiedergabe von Tonfilmen ausschließlich verwendeten Photozellen Selenzellen zu gebrauchen¹⁾. Sie haben nämlich vor den Photozellen den Vorteil, bei der gleichen Lichtmenge einen viel größeren elektrischen Strom zu liefern, so daß auch die Verstärkungsapparaturen nicht so umfangreich sein müssen; sie arbeiten daher auch viel betriebssicherer. Thirring hatte sich schon seit den Kriegsjahren mit der Herstellung von Selenzellen befaßt und brachte es so weit, daß diese Zellen all ihre Unsicherheiten in der Arbeitsweise verloren und heute vollkommen verlässlich in Dauerbetrieb genommen werden können.

Unter Mitwirkung des Generaldirektors der Wiener „Ravag“, Oskar Czeija, sowie des inzwischen verstorbenen Programmleiters der „Ravag“, Prof. Dr. L. Richtera, wurden nun Versuche angestellt, unabhängig von den bestehenden Patenten ein neues Tonfilmsystem zu entwickeln. Die Arbeiten fielen günstig aus und es wurde nun zum weiteren Ausbau die „Selenophon“-Gesellschaft gegründet, die, wie es schon der Name sagt, die Selenzelle an hervorragender Stelle verwendet.

¹⁾ Vergl. unseren Artikel „Das Selenophon“, Jahrg. 1929, S. 232.



Es seien hier nur wenige Worte über das Aufnahmeverfahren beim „Selenophon“-System gesagt. Es ist durch die Verwendung eines Saitenoszillographen charakterisiert, dessen Hauptbestandteil, die Saite, aus einem Leichtmetalldraht von 20 mm Länge und 0,1 Millimeter Durchmesser besteht. Diese Saite ist durch einen Federzug so gespannt, daß ihre Eigenfrequenz bei 14000 Hertz liegt, also sich außerhalb des notwendigen Frequenzbereiches, der für eine gute Musikwiedergabe notwendig ist, befindet. Die Metallsaite befindet sich in einem Luftspalt von 0,6 mm Breite, zwischen den Schneiden eines starken Elektromagneten. In der Ruhelage wird das Bild des Spaltes nun zum Teil verdeckt, wird die Leichtmetallsaite aber von den im tonfrequenten Rhythmus variierenden Mikrophonströmen durchflossen, dann beginnt sie im gleichen Rhythmus zu vibrieren. Eine Lichtquelle (eine 50-Watt-Glühlampe) ist nun so angeordnet, daß über eine besondere Optik ein feiner Lichtstrahl in den Spalt eindringt und nach dessen Passierung auf einen lichtempfindlichen Filmstreifen fällt. Es ist leicht verständlich, daß die vibrierende Saite die Intensität des durch den Spalt gehenden Lichtes beeinflusst, so daß sich letzten Endes auf dem lichtempfindlichen Film Lichtintensitätsänderungen in ganz genau dem gleichen Rhythmus aufzeichnen, wie sie den vom besprochenen Mikrophon gelieferten Wechselströmen entsprechen.

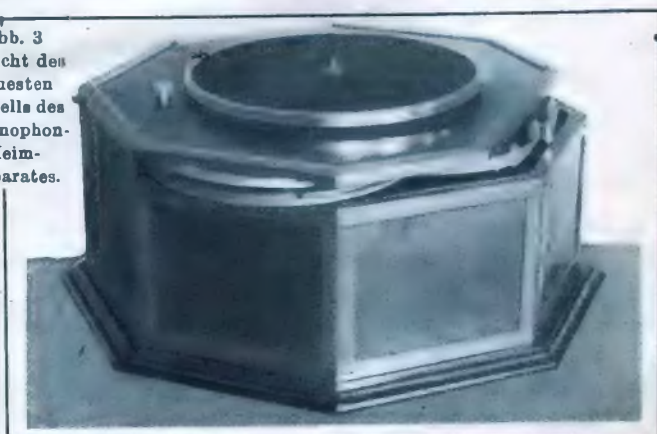
Am Film selbst ist die Tonaufzeichnung zackenförmig. Diese Aufzeichnungsart kommt dadurch zustande, daß die Saite gegen den Lichtspalt um etwa 10 Grad verdreht wird. Man könnte aber auch die Leitermethode verwenden, dann wird einfach die Saite parallel zum Lichtspalt gelegt.

Die Wiedergabe.

Die Wiedergabe eines nach dem Selenophon-system aufgenommenen Tonfilmes erfolgt in prinzipiell ähnlicher Weise wie bei den übrigen Lichttonfilmen, der Lichttonstreifen befindet sich gleichfalls seitwärts vom Lichtbild. Der durchleuchtete Tonstreifen läuft an einer Selenzelle vorüber, die die veränderlichen Lichtintensitäten in Stromschwankungen umwandelt.

Es ist an dieser Stelle auf eine physikalische Eigenheit der Selenzellen hinzuweisen. Sie arbeitet nämlich nicht ganz trägeheitslos wie die Photozelle, und diese äußert sich darin, daß die langsameren, die tieferen Frequenzen etwas stärker wiedergegeben werden als die hohen. Da nun ein Verstärker sowieso verwendet werden muß, so hat dies praktisch nichts zu sa-

Abb. 3 Ansicht des neuesten Modells des Selenophon-Heim-Apparates.



gen, da man dann bloß die Röhrenkopplungselemente mit Rücksicht auf diesen Umstand etwas anders dimensionieren muß, um die Intensitätsangleichung der hohen Töne an die niedrigen zu erzielen.

Die von der Lichttonaufzeichnung mittels der Selenzelle veranlaßten Ströme sind so stark, daß sie bereits nach einstufiger Niederfrequenzverstärkung im Kopfhörer gut wahrzunehmen sind. Für Lautsprecherwiedergabe ist ein dreistufiger Niederfrequenzverstärker zur Füllung eines Zimmers ganz ausreichend.

Diese einfachen Verhältnisse haben nun bei der „Selenophon“-Gesellschaft den Gedanken reifen lassen, die Lichttonaufzeichnung auch für die Hausmusik in Wettbewerb mit der Schallplatte treten zu lassen. Vor allem war der Gedanke verlockend, auch längere Konzertstücke ohne Unterbrechung wiedergeben zu können, da das Filmband mit der Lichttonaufzeichnung praktisch ja unendlich lang gemacht werden kann.

Sorge bereitete aber die Feuergefährlichkeit des Zelluloidfilmes. Ein Gedanke von Generaldirektor Czeija wirkte hier nun wie ein Ei des Columbus: Er schlug vor, einfach statt eines Filmes ein lichtempfindliches Papierband zu benutzen, und das von dem Papierband diffus reflektierte Licht erst auf die Selenzelle wirken zu lassen:

Der Gedanke war derart einfach, daß er sich tatsächlich mit vollem Erfolg verwirklichen ließ und heute in ganz betriebssicheren Geräten Verwendung findet. An Hand eines Bildes, das eine der ersten Ausführungsformen des „Selenophon“-Heimapparates „Junior“ zeigt, wollen wir die Vorgänge etwas näher betrachten. (Abb. 1.)

Der Papierfilm wird von einer der beiden übereinander liegenden Filmrollen abgewickelt und zwar wird dies durch den Motor M veranlaßt. Eine Lichtquelle L schießt durch das Linsensystem O einen Lichtstrahl zu Punkt F, wo er den Papierstreifen abtastet. Ein Teil des Lichtes wird nun in veränderlicher Intensität vom Streifen diffus reflektiert und fällt auf die bei S angebrachte Selenzelle. Der Hebel H dient dazu, den Papierstreifen in beliebiger Höhe von dem Lichtstrahl treffen zu lassen; Knopf Ko dient endlich dazu, diese Umschaltung durch einen einfachen Druck durchführen zu können.

Durch diese letztere Einrichtung ist eine ganz außerordentliche Ökonomie zu erzielen möglich gewesen. Jede Lichttonaufzeichnung nimmt nämlich nur einen Raum von etwa 1 mm Breite auf dem Streifen ein. Man kann also den Streifen dadurch ungeheuer ausnützen, daß man zunächst eine Tonreihe aufnimmt, bis man zum Ende des Streifens kommt. Diese Streifen haben eine Länge von 300 m und ermöglichen schon eine Spieldauer von 9 Minuten. Nun wird Knopf Ko gedrückt, der Hebel H verstellt das Papierband ca. 3 mm tiefer und jetzt nimmt man rückwärtslaufend eine neue 9 Minuten dauernde Tonreihe auf. Wieder erfolgt eine Umschaltung, die dritte Tonreihe, ca. 3 mm tiefer, verläuft jetzt gleichfalls 9 Minuten in der ursprünglichen Richtung. Dann erfolgt die letzte Umschaltung, es kommt die 4. Tonreihe dran. Ist man dann am Ende angelangt, so hat man folgende Bilanz: Durchlaufende Meterzahl = $4 \times 300 \text{ m} = 1200 \text{ m}$, Spieldauer = $4 \times 9 \text{ Minuten} = 36 \text{ Minuten!}$ (Abb. 2.)

In 36 Minuten läßt sich schon ein ganz hübsches Konzertstück herunterspielen, beispielsweise für Kurzopern die ideale Länge. Und dabei hat der Papierstreifen für die 4 Tonreihen nur eine Breite von 12 mm!

Wie schon erwähnt, zeigt unser Bild eine der ersten Ausführungsformen des „Selenophon“-Heimapparates. Bei ihm muß man die Umschaltung von einer Tonreihe auf die andere noch von Hand aus (Knopf Ko) vornehmen, was aber nur etwa 1,5 Sekunden in Anspruch nimmt.

Das neueste, erst wenige Wochen alte Modell zeigt uns Abb. 3. Bei ihm ist diese Umschaltart nicht mehr vorhanden, es geht alles automatisch, so daß man sich buchstäblich während aller 36 Minuten nicht um den Apparat zu kümmern braucht. Übrigens stellt er

sich selbstverständlich auch automatisch ab. Auch sind die Streifentrommeln nicht mehr übereinander, sondern nebeneinander angeordnet. Der achteckige Kasten hat obenauf einen Schallplattentellersitzen, so daß man in Verbindung mit einer Elektrodose auch Schallplatten abspielen kann. Unter dem oberen Abschlußdeckel ragt vorne ein Teil der Papierstreifentrommel hervor, während man rechts sieht, wie der Streifen an der Lichtquelle und der Selenzelle vorbeigeführt wird. Aus dem Apparat führt ein einfaches Kabel heraus, das die Verbindung mit dem Verstärker herstellt.

Ein interessanter Umstand sei hier erwähnt, der zur Kennzeichnung der Lebensdauer eines solchen Papier-Tonstreifens wichtig ist: Die normalen Kinofilme beginnen, wenn sie eine größere Vorführungszahl hinter sich haben, zu „regnen“, das Bild auf der Leinwand flimmert. Wenn man nun nach einem Analogon beim Papierstreifen suchen würde, so würde man keinen Erfolg haben. Denn beim normalen Kinofilm entsteht das „Regnen“ durch das vielmalige ruckartige Anreiben, das durch das „Malteserkreuz“ bedingt ist, während beim Papier-Tonstreifen eine vollkommen gleichfö-

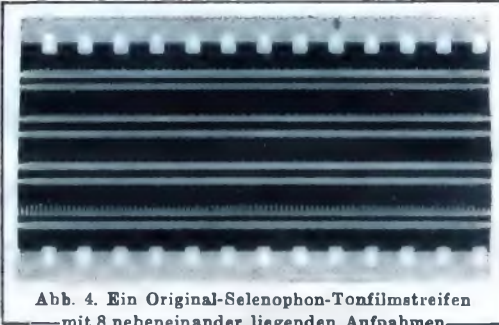


Abb. 4. Ein Original-Selenophon-Tonfilmstreifen mit 8 nebeneinander liegenden Aufnahmen.

mige Bewegung vorhanden ist. Auch wenn der Streifen reißen würde, so kann man ihn ruhig mit irgendeinem Klebstoff wieder zusammenkleben und die paar hundertstel Sekunden, die dabei verloren gehen, vermögen in keiner Weise die Wiedergabe zu beeinträchtigen. Selbst bei einem der allerersten Papier-Tonstreifen, der nun infolge seiner unzähligen Vorführungen schon an 30 Stellen „geflickt“ wurde, war akustisch nichts davon zu bemerken.

Der Herstellungs- und Vervielfältigungsprozess eines solchen aus photographischem Papier bestehenden Streifens ist natürlich dem bei Filmen üblichen Vorgang entsprechend.

Endlich stellt „Selenophon“ für ganz hohe Ansprüche ein Gerät her, das nicht mit einem Papierband, sondern mit einem Normalfilmstreifen arbeitet, und bei seinen 35 mm Breite die Aufnahme von 8 Tonreihen gestattet. (Abb. 4.) Bei 300 m Länge kommt so eine ununterbrochene Spieldauer von $8 \times 9 = 72$ Minuten heraus, was also die Wiedergabe von ausgesprochenen Konzerten ermöglicht. Dabei ist diese Apparatur nur um ein geringes größer; diese Volumsvergrößerung ist



Links die große Type des Selenophon-Junior für Normalfilm. In der Mitte der entsprechende Apparat für Papier-Schmal-Film, rechts der Verstärker.

hauptsächlich auf die natürlich dreimal so breiten Filmtrommeln zurückzuführen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß man es hier mit einer sehr ingeniosen Methode zu tun hat, die spielend jene Schwierigkeiten überwinden kann, über die die Schallplatte vorläufig nicht hinweg kommt. J. F.

Man schreibt uns

Für meinen Freund hatte ich nach Ihren Angaben einen Zwei-Röhren-Hochleistungsempfänger (EF.-Baumappe Nr. 178) gebaut; er sowohl als auch ich können Ihnen sagen, daß wir mit demselben sehr gute Resultate erzielt haben und sehr zufrieden sind.

O. M., Berlin-Neukölln.

Das Schirmgitter-Netzvierergerät für Gleichstrom habe ich mir gebaut und bin, trotzdem ich nur 110 Volt Gleichstrom habe, vollständig überrascht worden. Ich habe nur eine kleine Lautsprecherröhre, außerdem als Hochfrequenz die bewährte RES/094 s, Audion RE/084 s und Widerstandsrohre die RE/034 s. Ich habe bei günstigem Empfangswetter bis jetzt 47 Sender lautstark im Lautsprecher, trotzdem ich einen billigen Lautsprecher verwende. Ich habe eine sehr große Freude damit. J. O., Altötting.

Habe nach Ihrer Blaupause (E.-F.-Baumappe Nr. 51) den „Zweier-Dreier“ gebaut und damit glänzende Erfolge gehabt. Mit ganz schlechter Antenne und Licht als Erde habe ich bis jetzt eine ganze Reihe von europäischen Sendern in einer unvergleichlichen Reinheit und Störfreiheit empfangen. Bis jetzt habe ich folgende Stationen bei sehr guter Lautstärke gehört: Wien, Toulouse, Prag, Budapest, Bukarest, Preßburg, Leipzig, Berlin, Mailand, Rom, Daventry usw. Die Trennschärfe ist tadellos, so daß ich diesen Empfänger jedem Bastler auf dem Lande oder in einer Stadt ohne Ortssender bestens empfehlen kann. H. Sch., Kellmünz.

Auf Grund Ihrer Beschreibung im 3. und 4. Juniheft 1930 der „Funkschau“ baute ich mir den billigsten Batterie-Vierer. Von der Leistung dieses Empfängers bin ich wirklich überrascht worden. Die meisten Europasender kommen spielend herein und dann mit einer Lautstärke, welche fabelhaft ist. Ich schalte den Sender Langenberg, in dessen Nähe ich wohne, glatt aus. W. K., Castrop-Rauzel.



Abb. 2. Die Tonfilmrolle faßt 300 m Schmalfilm aus Papier.



Erwünschten wir zu vielen Röhrentypen?

Wenn man die Preisliste irgendeiner unserer Röhrenfirmen in die Hand nimmt und einmal ganz kritisch betrachtet, so muß man sich wundern über die große Zahl von Röhren, die da angepriesen werden. Wir finden Typen, die einander bis auf geringe Einzelheiten vollständig gleichen und doch sind es eben verschiedene Typen. Muß das sein?

Überlegen wir uns mal, was da wirklich notwendig ist!

Zunächst Verstärker- und Audionstufen im Prinzip.

Da ist für Hochfrequenzstufen, für Audionstufen und auch — wenn man das tatsächlich braucht — für Trafo-Niederfrequenzstufen in gleicher Weise eine Röhre sehr geeignet, die etwa 6% Durchgriff, wenigstens 2 mA/V Steilheit und außerdem eine geringe Gitter-Anodenkapazität aufweist. Das ist die erste Röhrentype, die wir nötig haben.

Dann kommt für besonders intensive Hochfrequenzverstärkung die Schirmgitterröhre. Evtl. kann an die Stelle der Schirmgitterröhre ein Eingitterrohr treten, welches geringste Gitteranodenkapazität mit äußerst kleinem Durchgriff vereint. Damit hätten wir Röhre Nummer 2.

Als dritte Röhre käme ein Widerstandsrohr mit 3—4% Durchgriff. Hierzu wäre allerdings zu bemerken, daß bei Überhandnehmen des Doppelkraftaudions (siehe Funkschau Seite 357) die Niederfrequenzzwischenstufe, die heute meist als Widerstandsstufe ausgeführt wird, wohl in Wegfall kommen könnte.

Nun das Rohr Nr. 4. Das wäre ein Doppelgitterrohr. Es ist nicht unbedingt notwendig, wird aber doch für spezielle Schaltungen kaum zu vermissen sein. Es wäre vielleicht möglich, daß man dieses Doppelgitterrohr mit Erfolg durch ein Hochfrequenz-Schirmgitterrohr ersetzen kann. (Heute denkt man nicht an diese Möglichkeit, weil das Schirmgitterrohr teurer ist, als das Doppelgitterrohr.)

Jetzt kommen die Endröhren an die Reihe.

Sie, die man im Anfang der Rundfunktechnik überhaupt nicht kannte, bilden jetzt nicht nur an Größe und Leistung, sondern vor allem auch an Zahl die bedeutendste Gruppe in unserer Röhrenliste.

Da ist zunächst Nr. 5: Ein Eingitterendrohr für geringe Anodenspannung (110 Volt).

Dann 6: Ein leichteres Eingitterendrohr für höhere Anodenspannungen und

7. Ein schweres Eingitterrohr, das natürlich auch nur für höhere Anodenspannungen in Betracht kommt.

8. Ein leichteres Schutzgitterendrohr, das man — trotz seiner nicht allzu günstigen Tonwiedergabe — wegen seiner schon bei niedrigen Anodenspannungen höheren Leistung und wegen seiner großen Verstärkung nicht vermissen kann.

Neuntens schließlich könnte vielleicht unserer Liste auch noch ein schweres Schutzgitter-Endrohr angefügt werden. — Vielleicht. Ich bin mir doch eigentlich nicht ganz einig darüber. Wenn man schon viel Geld ausgibt, so kann man sich doch wohl noch eine Verstärkerstufe leisten, die dann die Verwendung normaler Endröhren bei gleicher Gesamtverstärkung gestattet.

Die Heizungsfrage.

Die Endröhren brauchen nur für 4 Volt direkte Heizung ausgeführt zu werden. Indirekt

Wir wollen doch sparen! Also fort mit allen unnötigen Röhrentypen. Statt rund 80 nurmehr 14 Röhrentypen! Vereinfachung und Verbilligung der Fabrikation und des Handels und damit Preisherabsetzung im allgemeinen wird die Folge sein.

Wir wenden uns an die Industrie!

geheizte Endröhren haben sich nicht durchsetzen können, weil der Gewinn an Brummfreiheit so unbedeutend ist, daß er einen höheren Preis nicht rechtfertigt.

Als Röhren, die auch für indirekte Heizung in Frage kommen, bleiben somit nur die Typen 1—4 übrig. Und dabei ist noch etwas zu berücksichtigen. Bei indirekter Heizung läßt sich eine höhere Steilheit relativ leicht erreichen. Steigert man die Steilheit, so läßt sich auch bei Audionröhren, bei Niederfrequenzröhren und schließlich auch bei Hochfrequenzröhren mit dem Durchgriff weiter herunter gehen. Tut man das, so ist das Resultat eine Universalröhre, die für Hochfrequenz, Audion, Trafo-Niederfrequenz und auch für Widerstandsverstärkung in gleicher Weise brauchbar ist.

An indirekt beheizten Wechselstromröhren sind folglich nur drei Typen notwendig: Ein Rohr mit hoher Steilheit und etwa 4% Durchgriff (Nr. 10), sowie außerdem noch ein Schirmgitter-Hochfrequenzrohr (Nr. 11), bzw. eventuell auch wieder an dessen Stelle ein Eingitterrohr mit geringster Gitteranodenkapazität und äußerst kleinem Durchgriff, und schließlich noch eine Doppelgitterröhre (Nr. 12).

Für ganz billige Netzanschluß- Bezirksempfänger.

Für sie ist es wohl angebracht, ein preiswertes Audion und ein ebensolches Widerstandsrohr leben zu lassen. Diese beiden Röhren haben zweckmäßigerweise 1 Volt Heizspannung und sollten möglichst unempfindlich gegen Netzbrummen sein. Das sind die Typen Nr. 13 und 14.

Alles in allem

hätten wir nun damit glücklich 14 Typen zusammen. Das ist noch lange nicht die Hälfte der Röhrenzahl, die in jeder der Röhrenlisten angeboten wird. Und hierbei waren wir noch gar nicht engherzig.

Es wäre durchaus möglich ohne die Doppelgitterröhren 4 und 12 auszukommen (vergl. zu 12 die „heutigen Röhrenlisten“).

Auch die Röhren Nr. 8 und 9, d. h. die Schutzgitter-Endröhren lassen sich vermissen.

Vielleicht ginge es schließlich noch, die leichteren Endröhren 5 und 6 in eine Type zusammenzufassen. Ich stelle mir hier eine Röhre vor, die einen Durchgriff von 15 bis 20% und — nach dem heutigen Stande der Technik — eine Steilheit von 2 mA/V, sowie eine möglichst kleine Anlaufspannung aufweist. Der größere Durchgriff ließe sich (ebenso wie der Verzicht auf 8 und 9) deshalb verantworten, weil wir heute mit der Verstärkung soweit sind, daß die Endstufe dazu kaum mehr etwas beizutragen braucht.

Wird radikal vorgegangen, so bleiben — meinen vorstehenden Ausführungen entsprechend — überhaupt nur noch 9 Typen übrig.

Was soll eine solche Verminderung der Typenzahl?

Man könnte meinem Vereinfachungsvorschlag entgegenhalten, daß ich billigere Typen wegstreiche und sie durch teure Typen ersetze. Das trifft zu. Ich bringe tatsächlich einzelne teurere Röhren dort in Vorschlag, wo billigere Typen genügen würden. —

Und doch ist ein solcher Vorwurf nicht gerechtfertigt. Eine weitgehende Reduktion der Typenzahl kann und wird eine wesentliche Verbilligung des Röhrenbruttopreises als Folge haben.

Geringe Typenzahl bedeutet in der Fabrikation Auflage größerer Serien, Möglichkeit noch weitergehender Automatisierung, gleichmäßigerer Fabrikation. Für den Handel aber bringt die verringerte Zahl der Röhrentypen eine vereinfachte Lagerhaltung und eine Verringerung des Gesamtalters überhaupt mit sich, weshalb beim gleichen Umsatz weniger Geld in Röhren festgelegt zu werden braucht.

Ein Grund für die große Typenzahl, die wir heute haben, ist selbstverständlich

die Rücksicht auf alte Geräte.

Die Röhrentechnik hat in den letzten Jahren gewaltige Fortschritte gemacht und die Empfangsgeräte haben eine lange Lebensdauer. Wenn es auch in den meisten Fällen fast das beste wäre, einen veralteten Empfänger ganz wegzutun und einen neuen zu kaufen, statt die Röhren des alten Empfängers durch neue zu ersetzen, so ist man doch gezwungen, auf die Besitzer alter Geräte Rücksicht zu nehmen. Die Anschaffung eines kompletten neuen Gerätes geht eben schließlich nicht so schmerzlos von statten, wie der allmähliche Ersatz der einzelnen Röhren.

Wenn man über den Röhrenersatz in veralteten Geräten keine Erfahrungen hat, so könnte man vielleicht zur Ansicht kommen: Ja, warum denn dort wieder veraltete Typen hineintun, wenn es doch heute wesentlich bessere gibt! — Das geht aber nicht. Die modernen Röhren sind erheblich leistungsfähiger. Setzen wir eine moderne Hochfrequenzröhre beispielsweise in einen alten Empfänger, so ergibt sich eine überstarke Koppelung. Der Apparat schwingt und ist mit dem besten Willen nicht mehr zu neutralisieren — es sei denn, man baut ihn ganz um und macht aus dem alten Empfangsgerät ein neues.

Viel Eigensinn bei den Verbrauchern und auch manches Vorurteil ist an der allzu großen Röhrenzahl mit schuld. Und die Röhrenfirmen selbst tun nicht allzuviel dagegen. Sie weisen in den erklärenden Texten zwar darauf hin, daß die die Röhre an Stelle der andern auch noch geführten Type getreten ist, daß diese andere Röhre heute eigentlich nicht mehr das leistet, was dem jetzigen Stand entspricht. Die Röhrenfirmen tun das aber zu unauffällig. M. E. wäre es viel wirksamer, wenn man folgendermaßen vorgehen würde:

Die Röhrenfirmen sollten

diejenigen Standardtypen, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen und soweit sie nebeneinander wirklich berechtigt sind, in eine besondere Abteilung der Liste als moderne Röhren zusammenfassen. Die übrigen Röhren aber sollten in der Liste ganz ausdrücklich als an sich überflüssig bezeichnet werden. Oder man könnte wenigstens klar darauf hinweisen, daß sie gegen besseres Einsehen nur auf Wunsch der Verbraucher bzw. daß sie mit

Rücksicht auf veraltete Geräte noch beibehalten werden.

Die künftige Röhrenliste

könnte etwa folgendermaßen aussehen:

(Nur die Röhre Nr. 1 müßte neu geschaffen werden, alle anderen lebensberechtigten Röhren sind heute schon da)

Nr.	Telefunken	Tekade	Valvo	Unsere Röhrennummer
1	RE 054	4 W 03	W 406	3.
2	RE 054			
3	RE 064		H 406	
4	RE 074			
5	RE 074n	4 H 07	H 407 sp	
6	RE 144			
7	RE 084	4 A 08	A 408	
8	RE 154			
9			N 406	
10	RE 114	4 L 11	L 410	5.
11	RE 124	4 L 12	L 414	
12	RE 134	4 L 13	L 413	6.
13		4 L 29		
14	RE 304	4 K 32	LK 430	
15		4 K 50		
16	RE 604	4 K 60	LK 460	7.
17	RES 044			
18	RES 094		H 406 D	2.
19	RE 074 d			4.
20	RES 164 d			
21	RES 164		L 416 D	8.
22			L 415 D	
23			L 425 D	
24	RES 664 d		L 491 D	9.
25			L 495 D	
26	RA 501	(2 U 15)	W 125	
27	RA 511		H 125	
28			H 125 D	
29			L 160 D	
30	REN 601	(2 L 20)	L 160	
31	REN 201		MW 125	13.
32	REN 301		MA 125	14.
33	REN 804	4 A 80 n	A 4100	
34	REN 904	4 A 90	A 4110	10.
35	REN 1004	4 W 100	W 4080	
36	REN 1104	4 N 110		
37	REN 2204			
38	REN 704 d			12.
39	RENS 1204	(4 S 120)	H 4100 D	11.
40			H 4080 D	

Zu dieser Tabelle

sind noch ein paar Worte zu sagen:

Unsere Type Nr. 1 tritt an Stelle von Nr. 2 bis 9. Sie müßte aber nur die guten Eigenschaften von Nr. 5 und 7 der Tabelle vereinigen. Solange das nicht ist, brauchen wir immer noch unbedingt diese beiden Typen.

Die Nummern 13 bis 15 habe ich gestrichen, weil der hörbare Gewinn gegenüber Nr. 12 (unsere Nr. 6) dem größeren Aufwand kaum entspricht. Genügt Nr. 12 (unsere Nr. 6) nicht, so greift man besser — wie es übrigens erfahrungsgemäß auch heute schon geschieht — gleich zu Nr. 16 (unsere Nr. 7).

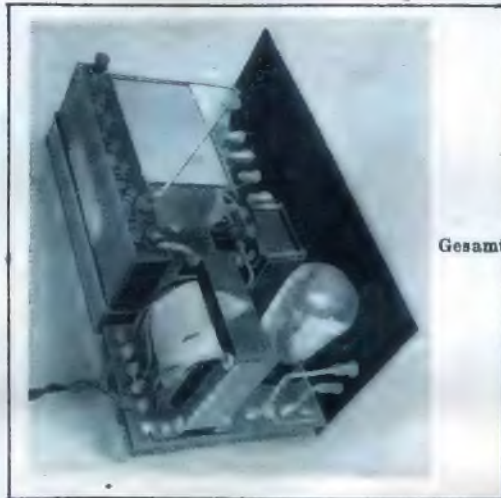
Die Ein-Volt-Röhren 26 und 27, sowie die Zwei-Volt-Röhre Nr. 26 werden in vorteilhafter Weise durch die Stabröhren ersetzt. Die Nr. 23 hat gegenüber Nr. 39 praktisch nur Nachteile. Nr. 29 und 30 (mit 1 Volt Heizspannung) hätten schließlich in Verbindung mit 31 und 32 Bedeutung. Vorerst habe ich sie aber weggelassen, da m. E. eine zusätzliche 4-Volt-Wicklung auf dem Netztrafo gegen den Vorteil einer Verkleinerung der Röhrentypenzahl nicht ins Gewicht fällt. *F. Bergtold.*

Man schreibt uns

Bezüglich Ihrer Baumappen kann ich Ihnen nur mein vollstes Lob aussprechen. Mehrere meiner Kollegen haben sich auf meine Empfehlung hin Ihre Mappen gekauft und sehr gute Erfolge erzielt. *G. H., Lugau (Erzgeb.)*

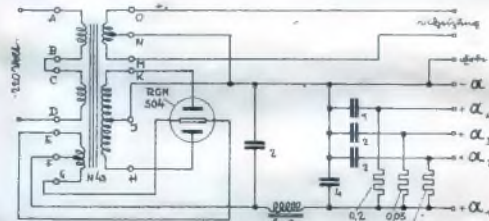
DIE BILLIGSTE WECHSELSTROMNETZANODE

MIT HEIZUNG AUCH FÜR VIER-RÖHREN-GERÄTE AUSREICHEND.



Gesamtansicht.

Eine Netzanode soll nicht nur den Betrieb eines Empfängers verbilligen, sondern auch voll und ganz eine Batterie ersetzen. In Fällen, in denen Wechselstrom zur Verfügung steht, ist die Sache doppelt günstig, da sich Wechsel-



Die Schaltung.

strom nach Belieben transformieren läßt und wir so mit Hilfe einer modernen Netzanode jede gewünschte Spannung zur Verfügung haben. So ist es vor allen Dingen besonders vorteilhaft, daß wir in allen Fällen, ganz gleichgültig ob 110 oder 220 Volt Netzspannung vorhanden sind, stets mindestens 200 Volt Anodenspannung erhalten können. Allerdings sollte dann eine solche Anode nicht mit Spannungsteilern aufgebaut werden, durch welche ein Spannungsabfall und außerdem eine Vorbelastung des Gleichrichters sowie der Siebkette herbeigeführt wird. Das Gerät muß auch, um höchsten Wirkungsgrad zu haben und allen Ansprüchen zu genügen, mit den zweckmäßigsten Materialien aufgebaut werden. Der Stromverbrauch wird dann so gering sein, daß die Kosten für den Strom nur wenige Pfennige im Monat betragen, so daß sich die Netzanode schnell abbezahlt.

Die Schaltung.

Über die Wirkungsweise des Gleichrichterteiles wie auch der Siebkette ist bereits so viel geschrieben worden, daß es sich erübrigt, hier genauer darauf einzugehen. Wenn wir nach dem Grundsatz bester Qualität unsere Anode aufbauen, so wird sie uns an jedem, auch dem größten Röhrenempfänger, vollauf zufriedenstellen. Da es möglich ist, ohne jegliche Mehr-

kosten im Aufbau, aus unserer Anode Wechselstrom zur Röhrenheizung zu erhalten, so wurde auch diese vorgesehen und zwar ausreichend für 1—4 Röhren.

Über den Aufbau

selbst ist nicht viel zu sagen. Wir brauchen als Träger für die Steckbuchsen, an denen die Spannungen abgegriffen werden, eine Frontplatte aus hochwertigem Isoliermaterial, um Kriechströme sicher zu vermeiden. Zum Aufbau der Drossel und der Blocks verwenden wir eine Grundplatte aus Sperrholz. Zum Aufbauen des Gleichrichterteiles, der aus Netztrafo und Gleichrichterrohr besteht, verwenden wir eine kleine Pertinaxplatte (130 x 80 mm), auf welche wir den Trafo setzen und gleichzeitig 4 Buchsen für das Gleichrichterrohr. Ferner montieren wir noch die erforderlichen Klemmschrauben für die freien Enden des Netztrafos, welche auf der Unterseite der Platte angeklemt werden. Durch diese Schrauben erhalten wir dann die Klemmstellen für unsere Verdrahtung.

Der so erhaltene Gleichrichterteil wird als kompaktes Ganzes auf das Grundbrett aufgeschraubt und die Verdrahtung vorgenommen. Die Leitungen werden der Sicherheit halber teilweise mit Isolierschlauch überzogen. Die angegebenen Widerstände sind nach langen Versuchen so gewählt, daß die an ihnen abgegriffenen Spannungen für alle vorkommenden Emp-

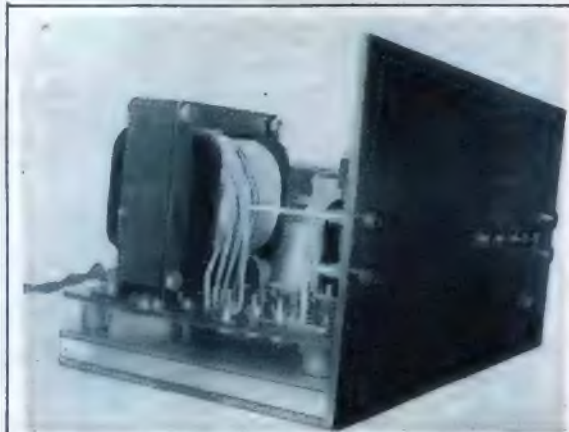


Das sind Lötlungen !!

fänger von 1—6 Röhren passend sind. Die Anode kann ohne jegliche Änderung, lediglich durch entsprechendes Schalten des Netztrafos, für 110 oder 220 Volt benützt werden. (Vgl. Blaupause in der E.-F.-Baumappe.) Die Erdleitung muß stets ans Gerät angeschlossen werden, um Geräusche zu vermeiden. *R. Exel.*

Liste der Einzelteile

1 Trafo N 43 Görler	14.—
1 Drossel D 2 Görler	10.—
1 RGN 504	8,50
1 Blockkombination, z. B. NSF	8,70
1 Block, z. B. NSF	2,40
3 Polywatt Dralowid	4,50
10 Buchsen	1.—
1 Gitterbatterie 12 Volt	1,80
3 Stecker	—,30
1 Frontplatte Pertinax 130 x 200 x 3	1,50
1 Grundbrett 130 x 260 x 12, Sperrholz	—,50
1 Pertinax-Stück 130 x 80 x 3	—,35
Kleinmaterial	2,46
Preis mit Röhre Sa: 56.—	



Der Gleichrichterteil sitzt auf einem Zwischenpaneel.

Serien- oder Parallelschaltung bei Gleichstromnetzheizung?

Bei dem Bau von Gleichstrom-Netzempfängern taucht immer wieder die Frage auf, ob es besser ist, die Heizfäden der Röhren wie bei Batteriebetrieb parallel zu schalten, oder aber alle Röhren in Serie zu heizen. Leider läßt sich diese Frage nicht allgemeingültig beantworten, da es sehr darauf ankommt, von welchem Gesichtspunkt aus man die Frage betrachtet. Je nachdem, ob man niedrige Betriebskosten, niedrige Anschaffungskosten, technische Höchstleistung oder einfachen Aufbau in den Vordergrund stellt, wird man zu einer anderen Antwort kommen.

Beginnen wir mit der

Betriebskostenfrage.

Die Überlegenheit der Serienschaltung ist dabei eigentlich selbstverständlich, denn wir müssen uns stets zwei Dinge vor Augen halten:

1. Heizspannung steht uns je nach den Verhältnissen des Netzes mit 110 oder 220 Volt zur Verfügung. Ob wir davon einen größeren oder kleineren Bruchteil ausnützen, spielt für die Betriebskosten keine Rolle, denn wir müssen immer die volle Netzspannung abnehmen und bezahlen. Was für unsere Zwecke zuviel ist, muß in Widerständen nutzlos in Wärme umgesetzt, also vernichtet werden.

2. Heizstrom steht natürlich ebenfalls in beliebiger Stärke zur Verfügung, aber je mehr wir dem Netz Strom entnehmen, desto höher werden die Betriebskosten. Wir werden deshalb den Heizstrom so niedrig wie möglich halten, denn Vergrößerung des Heizstromes kostet Geld, Vergrößerung der Heizspannung dagegen nicht.

Durch diese Erkenntnis werden wir ohne weiteres darauf geführt, daß Serienschaltung aller Röhren wirtschaftlich am günstigsten ist, denn bei ihr wird wohl die notwendige Heizspannung vergrößert, nicht aber der Heizstrom. Letzterer richtet sich nur danach, wie hoch der Verbrauch derjenigen Röhre ist, die am meisten Heizstrom benötigt; praktisch also nach dem Verbrauch der Endröhre. Die normalen Endröhren (RE 134, RE 114, RE 164 d) brauchen etwa 0,15 Ampere. Der Leistungsverbrauch eines Empfängers mit einer dieser Endröhren, sonst aber beliebiger Röhrenzahl, ist bei 220 Volt also: $220 \text{ Volt} \times 0,15 \text{ Ampere} = 33 \text{ Watt}$. In einer Stunde verbraucht der Empfänger also eine elektrische Arbeit von: $33 \text{ Watt} \times 1 \text{ Stunde} = 33 \text{ Wattstunden} = 0,033 \text{ Kilowattstunden}$. Bei einem Strompreis von 30 Pfennig für eine Kilowattstunde betragen also die Stromkosten für einstündigen Betrieb genau einen Pfennig; die Serienschaltung arbeitet also außerordentlich wirtschaftlich.

Bei Parallelschaltung ist es wesentlich anders, wie das folgende Beispiel zeigt: Wir legen einen Vierröhrenempfänger zugrunde, in dessen ersten drei Stufen Röhren mit 0,06 Ampere Heizstromverbrauch verwendet werden, während die Endröhre wieder 0,15 Ampere benötigen soll. Der Gesamtheizstromverbrauch ist also: $3 \times 0,06 \text{ Ampere} + 0,15 \text{ Ampere} = 0,33 \text{ Ampere}$; der Leistungsverbrauch bei 220 Volt Netzspannung also $72,6 \text{ Watt}$. In gleicher Weise wie oben errechnen sich die stündlichen Betriebskosten zu etwa 2,2 Pfennig; sie sind also für Parallelschaltung mehr als doppelt so hoch wie für Serienschaltung. Die Parallelschaltung wird, wie ohne weiteres verständlich sein wird, um so unwirtschaftlicher, je höher die Röhrenzahl und je höher der Stromverbrauch der Einzelröhre ist. Wir würden deshalb, wenn wir nur auf die Betriebskosten Rücksicht zu nehmen hätten, immer Serienschaltung anwenden.

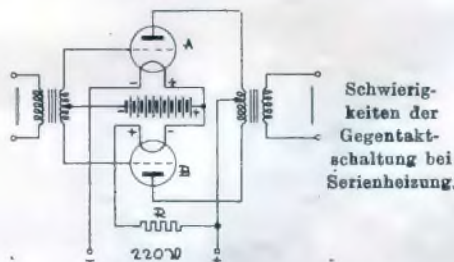
Betrachten wir unsere vorliegende Frage im Hinblick auf

möglichst einfachen Aufbau,

so ist zweifellos die Parallelschaltung vorzuziehen. Auch dies wird ohne weiteres verständlich sein. Wenn wir gute Empfangsleistungen er-

zielen wollen, müssen wir in jeder Stufe die für den betreffenden Zweck geeignetste Röhre verwenden. Leider ist aber der Heizstromverbrauch fast jeder Röhrentype wieder anders, als der der Endröhre. Wenn wir alle Röhren in Serie schalten wollen, müssen wir den Röhren, die niedrigeren Heizstromverbrauch als die Endröhre haben, Widerstände parallel schalten, die so abgeglichen sind, daß der Stromverbrauch des Systems: Röhre plus zugehöriger Parallelwiderstand dem der Endröhre gleich ist. Dies bedeutet aber nicht nur eine Komplizierung des Gerätes, sondern ist auch, namentlich beim Fehlen geeigneter Meßinstrumente, gar nicht einfach. Bei Parallelschaltung der Röhren fällt diese Schwierigkeit ganz weg, es ist hier nur der für alle Röhren gemeinsame Vorschaltwiderstand, der ja auch bei Serienschaltung nötig ist, abzugleichen.

Auch noch in einem anderen Falle ist die Parallelschaltung der Serienschaltung an Einfachheit weit überlegen, nämlich wenn die Endstufe des Empfängers als Gegendaktstufe ausgeführt werden soll. Die Gittervorspannung der Gegendaktrohre wird ja im allgemeinen über die Mittelanzapfung des Eingangstransformators zugeführt, wie dies aus der Abbildung zu ersehen ist. In dieser sind die Heizfäden der Röhren in Serie geschaltet. Betrachten wir die Schaltung näher, so finden wir, daß für die Röhre A der +Pol der Gitterbatterie am +Heizfadenende, für Röhre B dagegen am -Heizfadenende liegt. Da die Gittervorspannung, wie überhaupt alle Spannungen bei Röhren, immer auf das -Heizfadenende bezogen sind, hat die Röhre A eine um ihre Heizspannung kleinere Gittervorspannung als die Röhre B. Dies ist aber natürlich unzulässig, da es bei der Gegendaktstellung besonders wichtig ist, daß die elektrischen Eigenschaften beider Röhren gleich sind; eine Schaltung nach Abb. 1 ist deshalb unbrauchbar. Man kann sich nur dadurch helfen, daß man die beiden Wicklungshälften des Transformators trennt, so daß man jeder Röhre die Gittervorspannung gesondert zuführen kann. Man greift dann für die Röhre A an der Gitterbatterie um 3-4 Volt mehr Spannung ab, als für Röhre B. Die Symmetrie ist dadurch einigermaßen wieder hergestellt, jedoch ist dieses Verfahren nur ein Nothelfer. Denn es ist unvermeidlich, daß der Anodenstrom der Röhre B den Heizfaden der Röhre A durchfließt, so daß diese, wenn man



Schwierigkeiten der Gegendaktstellung bei Serienschaltung.

sie nicht von Anfang an durch Parallelschaltung eines Widerstandes schwächer heizt, dauernd überheizt ist. Jedenfalls ergibt sich durch die angedeuteten Schwierigkeiten eine ziemlich komplizierte Schaltung, so daß auch hier die Parallelschaltung, bei der alle diese Schwierigkeiten wegfallen, an Einfachheit überlegen ist.

Besonders vorteilhaft in bezug auf Einfachheit ist die Parallelschaltung der Gegendaktendstufe, wenn wir zur Erzielung großer Leistungen zwei Röhren RE 604 in der Gegendaktendstufe verwenden wollen. Bei Parallelschaltung beider Röhren benötigen sie einen Heizstrom von 1,1 Ampere; ein Wert, der mit dem für indirekt geheizte Röhren notwendigen vollständig übereinstimmt. Wir können deshalb, ohne daß dadurch der Stromverbrauch weiter erhöht würde, in den Vorstufen indirekt ge-

heizte Röhren, die mit den parallel geschalteten Gegendaktendstufen in Serie liegen, verwenden. Dadurch wird der Aufbau des Gerätes enorm einfach, denn wir können auf jedes Siebmittel im Heizkreis verzichten.

In diesem Zusammenhang soll auf einen technischen Nachteil der Parallelschaltung, der sich aber auch wirtschaftlich sehr stark auswirken kann, hingewiesen werden. Wenn nämlich eine der parallel geschalteten Röhren im Sockel keinen Kontakt macht oder durchbrennt, bekommen die anderen Röhren einen zu großen Heizstrom. Die Folge davon ist, wenn man das Unglück nicht sofort bemerkt, ein Durchbrennen auch der übrigen Röhren in mehr oder weniger kurzer Zeit. Es ist deshalb in dieser Hinsicht bei Parallelschaltung größte Vorsicht und Aufmerksamkeit geboten.

Genau wie der Anodenstrom, muß auch der Heizstrom, der dem Gleichstromnetz entnommen wird, durch Siebkette von den störenden Wechselstromanteilen befreit werden. Wie weit wir bei der Siebung des Heizstromes gehen wollen, hängt von den jeweiligen Ansprüchen ab. Im Prinzip ist die Serien- und Parallelschaltung bei gleicher Siebkette in bezug auf Störungsfreiheit natürlich gleichwertig. Die Frage ist lediglich die, ob wir mit dem gleichen

Aufwand an Material

in beiden Fällen die Siebkette gleich wirksam gestalten können.

Die wirksamste Siebkette besteht immer aus einer Drossel möglichst hoher Induktivität und einem möglichst großen Kondensator. Von einem früheren Aufsatz her wissen wir aber, daß die Induktivität einer gegebenen Drossel um so kleiner wird, je stärker der Gleichstromanteil ist, der sie durchfließt. Aus diesem Grunde wird die Serienschaltung, da sie immer niedrigere Stromstärken ergibt, bei gegebenem Aufwand für die Siebkette störungsfreier arbeiten, bzw. es wird, um gleiche Störungsfreiheit zu erzielen, bei Parallelschaltung eine größere, also teurere Drossel notwendig sein. Wir werden deshalb der Serienschaltung ihrer größeren Billigkeit wegen den Vorzug geben, wenn wir die Störfreiheit durch eine Drossel und einen Kondensator, der verhältnismäßig klein sein kann, bewirken wollen.

Wir können aber auch noch einen anderen Weg beschreiten. In den Elektrolytkondensatoren stehen uns außerordentlich große und verhältnismäßig billige Kondensatoren zur Verfügung. Bei ihrer Verwendung kann die Induktivität der Drossel sehr klein sein; bei normalen Netzen kann die Drossel sogar ganz weggelassen, da die Siebwirkung des Elektrolytkondensators in Verbindung mit dem sowieso notwendigen Vorschaltwiderstand ausreichend ist. Da die Elektrolytkondensatoren aber nur mit einer Spannung von maximal 10 Volt beansprucht werden dürfen, müssen wir, wenn wir nicht deren zwei verwenden wollen, zur Parallel- bzw. einer gemischten Schaltung der Röhren in der Art greifen, daß die gesamte Heizspannung, die am Kondensator liegt, nicht mehr als 8 Volt beträgt. Bei einem Dreiröhrenempfänger würden wir demnach das Audion und die erste Niederfrequenzröhre parallel und diese Gruppe mit der Endröhre in Serie schalten. Der Stromverbrauch wird dadurch nicht höher als bei reiner Serienschaltung, da die beiden Anfangsröhren in Parallelschaltung keinen höheren Heizstrom benötigen als die Endröhren. Den Nachteil der Gefährdung der einen Anfangsröhre beim Durchbrennen oder bei schlechtem Kontakt der anderen müssen wir aber auch hier in Kauf nehmen. In Anbetracht der sonstigen Vorzüge: geringer Stromverbrauch, einfacher Aufbau, Billigkeit durch Wegfall der Drossel, dürfte diese Schaltung aber trotz des erwähnten Nachteils bei aufmerksamer Bedienung wirtschaftlich die günstigste sein.

W. Hasel.