

# FUNK BASTLER

FACHBLATT DES FUNKTECHNISCHEN VEREINS ZU BERLIN / DES DEUTSCHEN RADIOCLUBS ZU BERLIN  
UND DES SÜDDEUTSCHEN RADIOCLUBS ZU MÜNCHEN

## Die neuen Mehrfachröhren

Der Verstärker in der Röhre. — Das Pentatron. — Die Schaltungsmöglichkeiten.

In dem Bestreben, den Bau von Empfangsgeräten und Verstärkern einerseits zu vereinfachen und andererseits mit gleichem Aufwand an Apparatkosten und Betriebsenergie größere Leistungen zu erzielen, kam man schon vor Jahren auf den Gedanken, in den evakuierten Glasballon einer Elektronenröhre mehrere Röhrensysteme einzuschließen.

Diese Idee wurde von mehreren Seiten unabhängig voneinander verfolgt; sie führte zur Entstehung der Mehrfachröhren, wobei die nach Dr. Loewe und das Pentatron nach L. v. Kramolin zu unterscheiden sind. Loewe hat mehrere vollständige Röhrensysteme in eine Röhre einschließend der zu diesen Systemen gehörenden Kopplungsglieder eingebaut; eine derartige Mehrfachröhre stellt also einen vollständigen Verstärker in der Röhre dar.

L. v. Kramolin hat dagegen eine neue Art der Röhren mit fünf Elektroden geschaffen (daher auch der Name), nämlich zwei Gittern und zwei Anoden, die sich um einen Heizfaden gruppieren. Diese Röhre kann man in den verschiedensten Empfangsschaltungen wie zwei normale Eingitterröhren behandeln, und man kann mit ihr außerdem wertvolle Nullpunkt- und Gegentaktschaltungen durchführen.

Die Mehrfachröhren nach Dr. Loewe, die im Prinzip Widerstandsverstärker sind, werden in zwei Modellen hergestellt, das eine als Mehrfachröhre für Hochfrequenzverstärkung, das andere für Niederfrequenzverstärkung. Die Hochfrequenzröhre umschließt einen zweistufigen aperiodischen Hochfrequenzverstärker, die Niederfrequenzröhre den dreistufigen sogenannten Widerstands-Orts-

empfänger mit einer Dimensionierung der Kopplungsglieder wie auch der Röhrensysteme nach M. v. Ardenne. Der Aufbau dieser Mehrfachröhren geht am besten aus den Systemansichten Abb. 1 und 2 hervor; Abb. 1 gibt die Systemanordnung der Hochfrequenz-, Abb. 2 die der Niederfrequenzröhre wieder. In Abb. 1 erkennen wir rechts und links die beiden Röhrensysteme  $R_1$  und  $R_2$ ; zwischen diesen beiden Systemen, die Doppelgittersysteme darstellen, also je eine Anode, zwei Gitter und einen Heizfaden besitzen, sind zwei Hochohm-

widerstände  $W_1$  und  $W_2$  und ein Blockkondensator  $C$  angeordnet. Die Zusammenschaltung der einzelnen Teile der Hochfrequenz-Mehrfachröhre, deren Dimensionierung ebenfalls von M. v. Ardenne stammt, geht aus Abb. 3 hervor; der im Schaltungslesen geübte Leser erkennt ohne weiteres, daß er hier einen aperiodisch gekoppelten Zweifach-Hoch-

frequenzverstärker mit Doppelgittersystemen in der Raumladungsgitterschaltung vor sich hat. Der Vorteil dieser Hochfrequenz-Mehrfachröhre ist in erster Linie der, daß die so außerordentlich schädlichen Sockel- und Nebenkapazitäten, die bei der Verwendung von normalen Eingitterröhren vor allem durch die verschiedenen Schaltverbindungen beträchtliche Werte annehmen, fortfallen. Auf diese Weise ist eine aperiodische Verstärkung auch der Rundfunkwellen, und noch dazu eine verhältnismäßig wirksame Verstärkung, sehr gut möglich. Aus den Empfangsergebnissen, die weiter hinten mitgeteilt werden, ist das deutlich zu ersehen. Der weitere Vorteil ist der, daß in dieser Röhre die denkbar günstigste Dimensionierung der Einzelteile angewendet wurde, so daß der Bastler aller Sorge um die richtigen Werte der Kopplungsglieder enthoben ist. Die Hochfrequenz-Mehrfachröhre erfordert eine Heizspannung von 4 Volt und einen Heizstrom von 0,17 Amp, die Röhre wird ohne Zwischenschaltung eines Heizwiderstandes direkt an einen 4 Volt-Akkumulator angeschlossen. Die Anodenspannung soll 90 Volt betragen, kann aber bis 180 Volt gesteigert werden. An den Raumladungsgittern soll ein Spannung von 10 bis 30 Volt liegen. Die

Röhre verbraucht bei normalem Betrieb einen Anodenstrom von 3 mA und einen Raumladungsgitterstrom von 5 mA.

Die äußere Form der Mehrfachröhren ist aus Abb. 5 zu ersehen, die gleichzeitig auch den Sockel wiedergibt mit der dazugehörigen Fassung. Da beide einen großen Durchmesser besitzen, ließen sie sich sehr kapazitätsarm ausbilden. Die Umrandungslinien der Abb. 3 und 4 deuten den Sockel an, von oben gesehen, bei der Herstellung der Verbindungen kann man sich ohne weiteres nach diesen Schaltbildern richten.

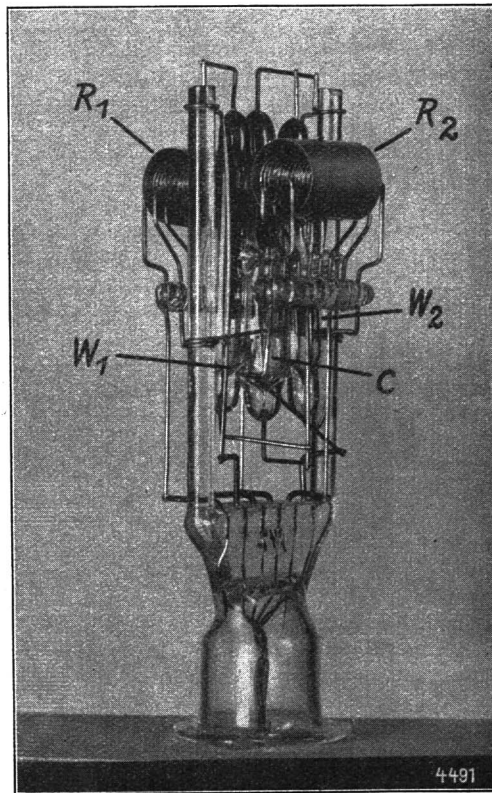


Abb. 1. Der innere Aufbau der Hochfrequenz-Mehrfachröhre (nach Dr. Loewe).

Der Aufbau der Dreifach-Niederfrequenzröhre, deren innere Schaltung aus Abb. 4 zu ersehen ist, stellt sich naturgemäß noch weit komplizierter dar. In Abb. 2 sieht man oben rechts und links die beiden Röhrensysteme der Spannungsverstärkerstufen des Verstärkers ( $R_1$  und  $R_2$ ), während sich in der Mitte, senkrecht stehend, das Lautsprechersystem, also das dritte Röhrensystem,  $R_3$ , befindet. Mit  $W$  sind in der Abbildung die Hochohmwiderstände bezeichnet, von denen vier vorhanden sind, mit  $C$  die Blockkondensatoren, zwei an der Zahl. In mechanischer Beziehung stellt der Innenaufbau dieser Röhre ein kleines Kunstwerk dar. Aus der Schaltung Abb. 4 erkennt man,

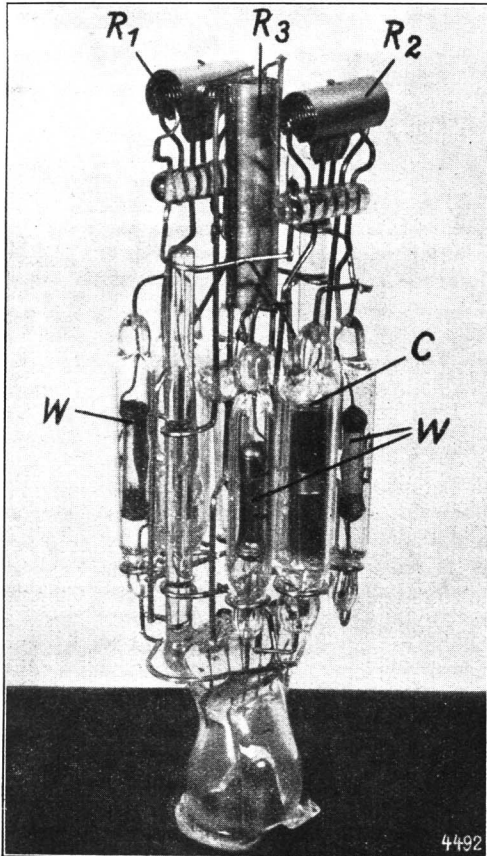


Abb. 2. Systemansicht der Niederfrequenz-Mehrfachröhre.

daß man es mit dem ganz normalen Dreifach-Widerstandsverstärker zu tun hat. Die Mehrfachröhre besitzt die gleichen Eigenschaften wie dieser Verstärker, sie eignet sich in erster Linie zum Lautsprecherempfang des Ortssenders, wozu naturgemäß jede Behelfsantenne ausreichend ist.

Die Leistungen der Niederfrequenz-Mehrfachröhre dürften nach dem Vergleich mit dem Dreifach-Widerstands-Orts-empfänger klar sein: man bekommt an jeder Behelfsantenne vollen Lautsprecherempfang des Ortssenders; in einer Entfernung von 25 km vom Witzlebener Sender wird dieser an einer Zimmerantenne z. B. noch in zufriedenstellender Lautsprecherstärke empfangen. An Hochantennen kann man im Kopfhörer eine Reihe weiterer Sender empfangen, in der Hauptsache die „guten“ Sender, wie Frankfurt, Leipzig, Hamburg, Breslau, Wien, Prag. Bei gutem Funkwetter und guten Antennenverhältnissen usw. erhält man auch einige dieser größeren Sender so stark, daß man sie im Lautsprecher wiedergeben kann, eine Hochantenne vorausgesetzt. Schaltet man die Hochfrequenz-Mehrfachröhre mit der Niederfrequenz-Mehrfachröhre zusammen, was am besten nach der rein prinzipiell gehaltenen Schaltung Abb. 6 zu ge-

schehen hätte, so ist man in der Lage, fast alle europäischen Sender in den Lautsprecher zu bringen. In der Entfernung von 25 km vom Witzlebener Sender empfang ich an einer Zimmerantenne von 24 m Gesamtlänge mit der erwähnten

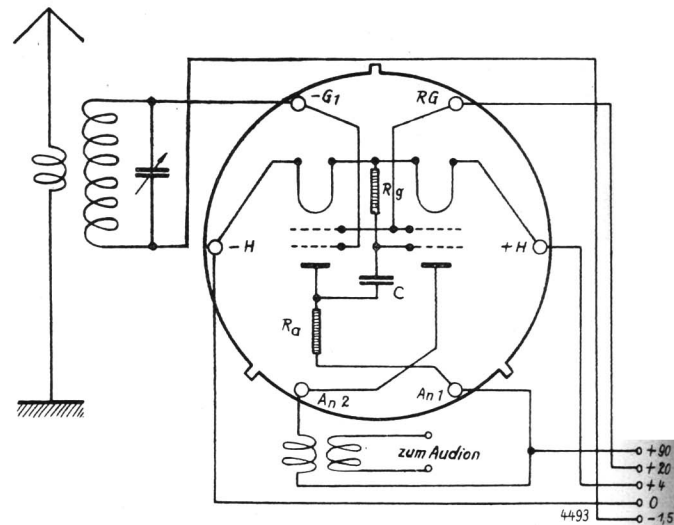


Abb. 3. Prinzipschaltung der Hochfrequenz-Mehrfachröhre.

Apparatur die Sender Leipzig, Frankfurt, Wien, Breslau, Stuttgart, Münster, Dortmund, Elberfeld, Hamburg, Hannover, Kiel, Stettin, Oslo, Bern, Dresden u. a. in gleicher Lautstärke wie Berlin nur mit der Niederfrequenzröhre, zum Teil auch fast so laut wie Berlin mit beiden Mehrfachröhren. Die Lautstärke beim Fernempfang von Hamburg, Wien und Breslau wird teilweise so außerordentlich groß, daß das letzte System der Niederfrequenzröhre, also das Lautsprechersystem, stark übersteuert wird, so daß man die Lautstärke durch losere Kopplung herabsetzen muß. Bei dieser Apparatur kommt ein Suchen mit dem Kopfhörer, wie man es sonst gewohnt ist, naturgemäß nicht in Frage, man stellt jeden fernen Sender mit Leichtigkeit bei geschlossenem Lautsprecher ein. Die Güte der Wiedergabe der fernen Sender ist, soweit sie nicht durch Luftgeräusche und Überlagerungen gestört wird, die gleiche wie die des Ortssenders. Versuche mit der gleichen Apparatur an einem

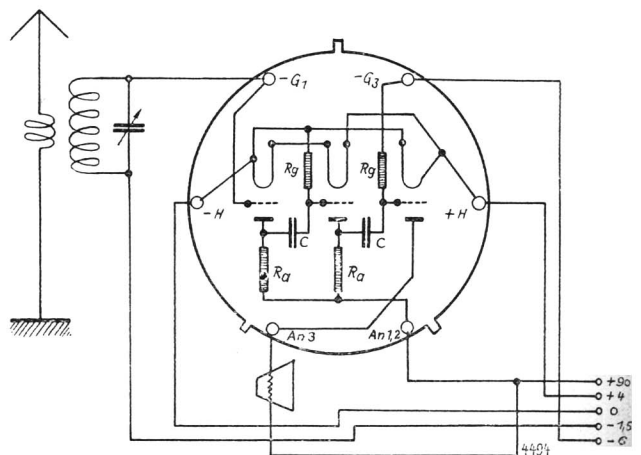


Abb. 4. Prinzipschaltung der Niederfrequenz-Mehrfachröhre.

Rahmen von 30 cm Kantenlänge ließen die größeren deutschen Sender überlaut in den Kopfhörer bekommen.

Die Energiedaten der Niederfrequenz-Mehrfachröhre sind die folgenden: Heizspannung 4 Volt, ohne Zwischenschaltung eines Widerstandes direkt an einen zweizelligen Akkumulator anzuschließen, Heizstrom 0,3 Amp, Anodenspannung 90 bis 150 Volt, Anodenstrom 3 bis 5 mA.

Die Pentatronröhre nach L. v. Kramolin stellt nun keinen kompletten Verstärker in der Röhre dar, sondern eine Kombination von zwei Röhrensystemen, deren Elektroden getrennt nach außen geführt werden. Abb. 7 zeigt



Abb. 5. Hochfrequenz-Mehrfachröhre mit Fassung.

eine schematische Darstellung des Pentatrons: Wir haben den gemeinsamen Heizfaden H, die Gitter  $G_1$  und  $G_2$  und die Anoden  $A_1$  und  $A_2$ . Von der Kathode fließt ein Anodenstrom sowohl nach  $A_1$  als nach  $A_2$ . Der Strom nach  $A_1$  kann durch Spannungen gesteuert werden, die man an das Gitter  $G_1$  legt, der Strom nach  $A_2$  durch Spannungen am

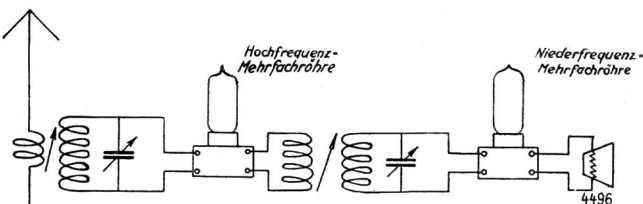


Abb. 6. Schematisches Schaltbild eines Fernempfängers mit zwei Mehrfachröhren.

Gitter  $G_2$ . Eine gegenseitige Beeinflussung der Röhrenhälften findet nicht statt. Man ist also in der Lage, die eine Hälfte der Röhre als Audion und die zweite Hälfte als Niederfrequenzverstärker arbeiten zu lassen, oder die eine Hälfte als Hochfrequenzverstärker und die zweite als Niederfrequenzverstärker, oder auch noch in anderer Weise.

Die Röhre behandelt man schaltungstechnisch einfach so, als hätte man zwei normale Eingitterröhren zur Verfügung; die gleichen Schaltungen, die man mit diesen vornimmt, kann man auch mit dem Pentatron ausführen. Dadurch ermäßigt sich die Röhrenzahl eines Gerätes jeweils auf die Hälfte, und damit wird auch der Platzbedarf wie der Herstellungspreis eines Gerätes geringer. Zu diesem Vorteil kommt nun noch, daß man mit dem Pentatron in besonders einfacher Weise Nullpunkt- und Gegentaktschaltungen ausführen kann. Man denke nur an die ganz normale Gegentaktschaltung, die man sonst mit Hilfe von zwei normalen Eingitterröhren herstellt.

Eine andere Schaltung ergibt sich aus Abb. 8: Die beiden Gitter der Pentatronröhre sind hier über die Sekundärwicklung eines Transformators verbunden, die in der Mitte angezapft ist, die beiden Anoden über die Primärwicklung eines gleichen Transformators. Die Sekundärwicklung des letzteren ist über ein Telefon geschlossen. In der Leitung, die der Röhre die Anodenspannung zuführt, liegt ein zweites Telefon, während in die Leitung, durch die die Gitter mit dem Minuspol der Gitterbatterie verbunden werden, die Sekundärwicklung eines dritten Transformators eingeschaltet wird. Läßt man auf den Transformator A einen Wechselstrom, beispielsweise einen Sprachstrom, wirken, so tritt dieser im Anodenkreis verstärkt auf und beeinflusst das Telefon I, in dem die Sprache abgehört werden kann. Da die Anzapfung der Anodenwicklung des Transformators B in der elektrischen Mitte liegt, die Schaltung demnach eine Nullpunktanordnung darstellt, fließt durch das Telefon II kein Wechselstrom, in ihm ist also nichts zu hören. Anders, wenn man jetzt

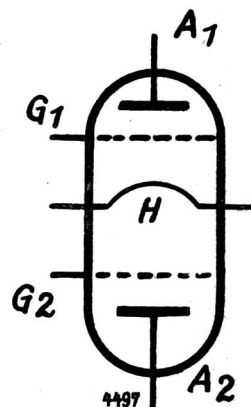


Abb. 7. Schema des Pentatrons.

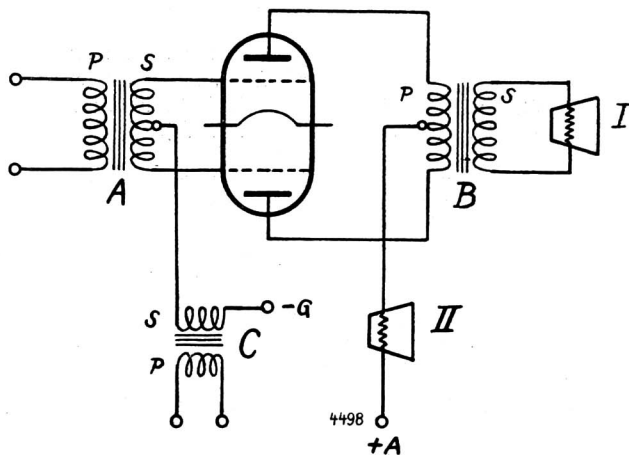


Abb. 8. Prinzip der Pentatron-Nullpunkt-Gegentaktschaltung.

dem Transformator C einen Sprachstrom zuführt; durch den wird die ganze Anordnung so gesteuert, daß nur im Telefon II etwas zu hören ist, während das Telefon I ruhig bleibt. Man kann durch die Röhre also zwei Verstärkungen vornehmen, die sich gegenseitig nicht beeinflussen. Nach diesem Prinzip sind die eigentlichen Pentatron-Schaltungen durchgebildet, die die Vorteile dieser Fünfelektrodenröhre erst richtig ausnutzen.

Die elektrischen Daten des Pentatrons sind: Heizspannung 3,5 Volt, Heizstrom 0,1 Amp, Anodenspannung 50 bis 120 Volt, Emission pro Röhrenhälfte 15 mA, Durchgriff 12 v. H., Steilheit pro Röhrenhälfte 0,6 mA/V. Das sind die Daten der modernsten Pentatronröhre, die nach Kra-



molin-Schutzrechten von der Tekade hergestellt wird; die Daten der bisher in den Handel gebrachten weichen hiervon etwas ab, sie sind in dem Sonderdruck „Die modernen Empfänger- und Verstärkerröhren“ enthalten.

*Erich Schwandt.*

Dem Prinzip der Pentatronröhre entspricht auch noch die Ultra-Duotron des Radoröhren-Laboratoriums Dr.

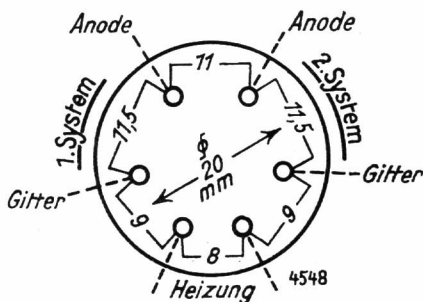
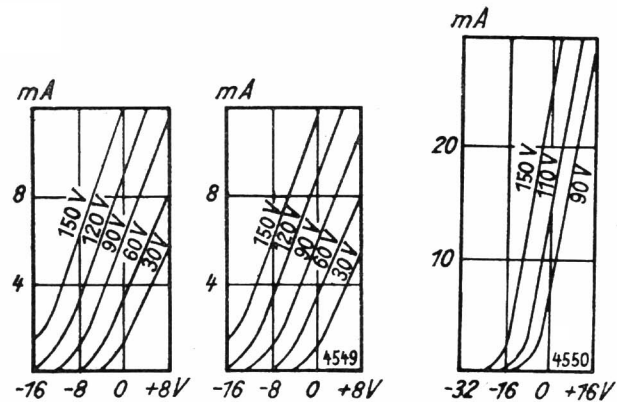


Abb. 9. Anordnung der Steckerstifte am Röhrensockel der Ultra-Duotron (Entfernungen in Millimetern).

Nickel G. m. b. H. Auch sie ist eine Fünfelektrodenröhre, mit einem Heizfaden, zwei Gittern und zwei Anoden. Die Lage der Elektrodenausgänge und der sechs Steckerstifte ist aus der Abb. 9 zu ersehen. Beide Hälften der Ultra-Duotron sind einander völlig gleich (siehe Charakteristik Abb. 10), so daß sie für Nullpunkt- und Gegentaktschaltungen benutzt werden kann. Alles hierüber bei der Pentatronröhre Gesagte findet auch auf die Ultra-Duotron Anwendung. Selbstverständlich müssen bei diesen Schaltungen beide Röhrenhälften unter den gleichen Bedingungen arbeiten, also gleiche Anodenspannungen (bis zu 150 Volt) und gleiche Gittervorspannungen erhalten. Man kann natürlich auch eine Röhrenhälfte als Audion, die andere als Niederfrequenzverstärkerröhre benutzen. Die Audionhälfte hat dann 20—30 Volt, die Verstärkerhälfte 70—150 Volt Anodenspannung zu bekommen. Die Ultra-Duotron ist gasgefüllt und verspiegelt. Ein Fenster gestattet die Beobachtung des Heizfadens.

Die elektrischen Daten der Ultra-Duotron sind: Heizspannung 1,6—1,8 Volt, Heizstrom 0,3 Amp, Anodenspannung 20 bis 50 Volt, Emission bis zu 20 mA je Röhrenhälfte, Durchgriff je 16—18 v. H., Steilheit je 0,7 mA/V<sup>1</sup>).



1. System. 2. System.  
Abb. 10. Ultra-Duotron.

Beide Systeme parallel geschaltet.  
Abb. 11. Ultra-Duotron.

Schaltet man beide Röhrenhälften parallel (Anode mit Anode, Gitter mit Gitter verbinden, das Ganze wie eine gewöhnliche Röhre behandeln), so wächst die Steilheit auf 1,4 mA/V, die Emission auf 40 mA, der Ruhestrom von 12

<sup>1</sup>) Ausführliche Daten siehe im Sonderdruck: „Die modernen Empfänger- und Verstärkerröhren“, Preis 1,50 M. — Die abgebildeten Charakteristiken entsprechen in Größe und Anordnung denen des Sonderdrucks.

auf 24 mA (siehe Abb. 11). Wir haben jetzt eine Hochleistungs- röhre für Lautsprecherbetrieb, für die letzte Verstärkerstufe, vor uns, die sich mit jeder anderen Hochleistungs- röhre messen kann.

Außer den drei genannten Mehrfachröhren gibt es noch eine ganze Anzahl Röhren, die auch zwei Röhrensysteme in sich enthalten, aber die gesonderte Benutzung der beiden Röhrenhälften nicht gestatten. Bei ihnen sind die beiden Hälften innerhalb der Röhre parallel geschaltet, um eine hohe Steilheit zu erzielen. Hierher gehören die Niggleröhren NA 220, NA 440, die Delta-Valve DV 52/4 und DV 52/2 und die Ultra-Orchestron 2 und 4. *Fritz Kunze.*

**Ein rückgekoppeltes Audion mit Schiebepule.**

Die im folgenden beschriebene Schaltung eignet sich besonders für den Umbau eines Detektorempfängers mit Schiebepule in ein Audion, da die Rückkopplung anders als bei den gebräuchlichen Schaltungen bewirkt wird.

Bei dem normalen Audion nach Abb. 1 koppelt die drehbare Spule b zurück auf die Antennenspule a. Der negative Pol der Anodenbatterie liegt bei c am Heizfaden. Für diese Schaltung eignet sich die Schiebepule ohne ein Trennen der Wicklung nicht. Demgegenüber ist bei Schaltung nach Abb. 2

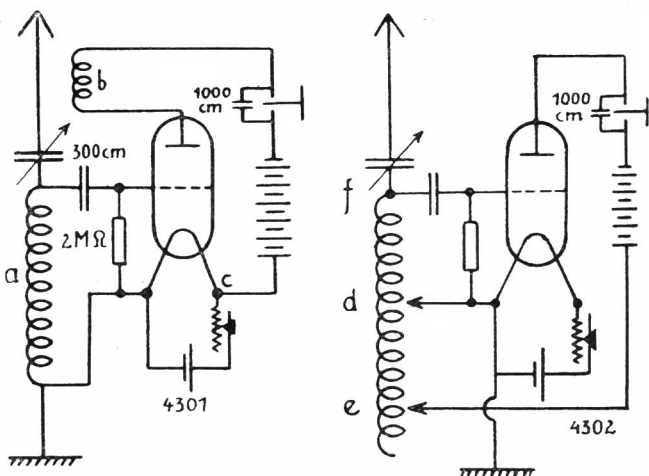


Abb. 1. Normales Audion. Abb. 2. Audion mit Schiebepule.

die Schiebepule mit zwei Abgriffen ungeändert verwendet. Um eine Rückkopplung zu erzielen, wurde der negative Pol der Anodenbatterie nicht wie bei c in Abb. 1 unmittelbar an den Heizfaden gelegt, sondern an den Schieber e der Spule; der Anodenstrom durchfließt dann das Stück der Spule zwischen den Schiebern e und d, um dann von d in den Heizfaden zu gelangen.

Der Drehkondensator kann für Nahempfang weggelassen, dann erfolgt die Abstimmung mit der Antennenkapazität nur durch den Schieber d. Für den Rundfunkbereich beträgt f d etwa 50—80 Windungen je nach der verwendeten Antenne, d erhält ebensoviel Windungen. Es gibt für jede Wellenlänge einen günstigsten Wert der Schieberstellungen d und e, der auch von der Größe des Blockkondensators am Telefon abhängig ist.

Bei dem Aufsuchen eines Senders ist zu beachten, daß eine Verstärkung der Rückkopplung durch Vergrößerung des Abstandes d e oder durch Vergrößerung des Telephonkondensators eine Erhöhung der Wellenlänge ergibt. Diese muß dann durch den Drehkondensator oder durch Verkürzen der Entfernung d f ausgeglichen werden. Die Schleifkontakte bei d und e sollen möglichst schmal sein und gleichzeitig möglichst nur eine Windung berühren. Die Schaltung ist sehr empfindlich und eignet sich vorzüglich zur Einarbeitung des Bastlers in die Bedienung des Audions.

Dem Anfänger empfehle ich, mit der Rückkopplung recht vorsichtig umzugehen, da die Schwingneigung bei starker Heizung groß ist. Es gelang mir, mit der Schaltung nach Abb. 2 mit einer Hilfsantenne im Herbst des vorigen Jahres das Zeitzeichen des Big Ben (England) in Berlin zu empfangen.

**Esperanto auf der „Deutschen Welle“.** Die „Deutsche Welle“ wird am 2. November mit einem Esperantokursus beginnen. Der Unterricht findet jeden Donnerstag von 4.00 bis 4.30 Uhr nachmittags durch den Sender Königswusterhausen (Welle 1300) in Form eines Zwiegesprächs statt. Die Leitung hat Postrat Behrendt, Berlin, übernommen.