

Auszug aus dem Fachbuch «Radios von gestern»
(Ernst Erb)

Copyright Ernst Erb

RÖHRENTWICKLUNG 1910-19

Bis 1910 funktionieren in der Praxis lediglich die Röhrendioden und das **de-Forest-Audion**. Immerhin hat de Forest 1909 insgesamt 440 Audionröhren herstellen lassen sowie 214 Stück im Jahr 1910. Es sind mehrere Jahre intensiver Forschungsarbeit nötig, um Röhren für den praktischen Einsatz beim Telefon sowie zur Verstärkung von HF zu erhalten. Das Jahrzehnt ist vor allem in Europa von Kriegsorderungen geprägt. Die Notwendigkeit der Telefonverstärker spielt in den USA (wegen immenser Distanzen) eine wesentlich grössere Rolle als in Europa. Dies führt zu einer anderen Röhrentechnik (Thorium- oder Oxydkathoden, Hochvakuum), verglichen mit den traditionellen Entwicklungen durch Glühlampenhersteller (Wolfram, Gasfüllung).

USA

Die weitere Entwicklung der Röhren in den USA baut auf der Erfindung von **de Forest** auf. Zwei der grössten Firmen auf dem Gebiet der Kommunikation und der elektrischen Maschinen, **Western Electric Company Ltd. (WECO)**, eine Tochterfirma der **American Telephone & Telegraph Company (AT&T)**, und die **General Electric Company Ltd. (GE)** führen die Entwicklung mit ihren gut geschulten Ingenieuren fort. Aber auch die Firma **Westinghouse** befasst sich bald mit Weiterentwicklungen. **Langmuir (GE)** konstruiert 1913 die Hochvakuumröhre, in der er beim ersten Versuch im März eine zweite Anode auf der gegenüberliegenden Seite der Heizung einführt - also nicht auf der Seite der Triode. Für seine **Hochvakuum-Doppelgitterröhre** erhält er im Oktober 1913 das US-Patent 1558436. Weitere Patente folgen. Gemäss [150, 241] erfinden 1915 **Langmuir** und **Schottky** gleichzeitig die Raumladegitterröhre (**space-charge-grid**). Die am 3.3.1885 in Albany, NY, gegründete **AT&T** (gemäss [149] ist Theodore N. **Vail** der erste Präsident) wächst zur grössten Firma der Welt, bis 1984 der Staat eine Abtrennung von sieben Firmen durchsetzt. Sie übernimmt 1899 die am 29.6.1878 gegründete **Bell Telephone Company** bzw. die **National Bell Telephone Co.**, die am 17.2.1879 aus der Fusion von **Bell** und **New England Telephone Co.** entstanden ist. Die **GE** entsteht 1892 aus der am 17.10.1878 durch **Edison**, John Piermont **Morgan** und anderen Finanziers gegründeten **The Edison Electric Light Co.** [149].

De Forest

Trotz guter Erfolge mit dem Audion geht seine Gesellschaft **Radio Telephone Company** am 11.3.11 in Konkurs. **De Forest** lässt sich immer wieder von seinen Partnern übervorteilen. Einige von ihnen erhalten Gefängnisstrafen. Er selbst geht verarmt als Mitarbeiter der **Federal Telegraph Company** nach San

Francisco. Dort kann er weiterhin seine Röhren bei **McCandless** bestellen, um einen NF-Verstärker zu entwickeln. Im Frühling 1912 erhält **de Forest** in B. **van Etten** einen Assistenten, der die **Transformator-Kopplung** einführt. Bei verschiedenen Versuchen ergeben sich heulende Rückkopplungen. Die beiden suchen diese zunächst zu vermeiden, bis de Forest daraus das **Rückkopplungs-Audion** und den **Audion-Oszillator** entwickelt. Am 14.8.12 erhalten **de Forest** und **van Etten** vom Glasbläser **G.E. Lamont** in San Francisco Röhren mit besserem Vakuum und erzielen damit gute Verstärkerwirkung. In San Francisco existierten mehrere Glühlampenhersteller - auf der spanischen Insel Gran Canaria (!) konnte ich einige Kohlefadenglühlampen von **R. Castro SA, San Francisco** mit je 15 Kerzen Lichtstärke erwerben.

Am 30.10.12 demonstriert **de Forest** - auf Vermittlung von John **Stone-Stone** hin - der **WECO** seine Anordnung für einen **Telefonverstärker**. Am 26.7.13 erreicht **WECO** die Klärung der Verhältnisse im Zusammenhang mit den an den Patenten von **de Forest** beteiligten, konkursbelasteten Firmen. **De Forest** erhält von **WECO** 50'000 Dollar. Seine Rechte für das Audion (drahtlose Zwecke) bleiben ausgeklammert (siehe Weiterentwicklungen bei **WECO**). **De Forest** beginnt in New York (High Bridge, Bronx) wieder selbständig zu arbeiten.

Walter G. **Hudson** schlägt **McCandless** vor, statt des schwachen **Tantalfadens** einen Wolframfaden zu benutzen und diesen wegen der besseren Emission mit Tantal zu umwickeln. **Hudson** meldet am 19.2.14 für diese Anordnung ein Patent an, das er am 11.7.16 unter Nr. 1190412 erhält. Bereits vorher hat er seine Rechte an **de Forest** verkauft. Am 7.8.14 bezahlt **WECO** 90'000 Dollar an de Forest für die nicht-exklusiven Rechte am Audion, die drahtlosen Anwendungen betreffend. Am 16.3.17 verkauft **de Forest** der **WECO** die Exklusivität zu 250'000 Dollar mit dem Vorbehalt, dass er selbst für die Regierung und für private Anwendungen liefern darf und die **Marconi Company** eine Lizenz erhält.

1914 verkauft **McCandless** seine Glühlampenfabrik an die Firma **Westinghouse**, für die er bis Anfang 1916 weiterarbeitet. Bis dahin ist **McCandless** in den USA wohl der einzige Betrieb, bei dem man Radioröhren bestellen kann. Nach Einstellung des Betriebes richtet sich **de Forest** in High Bridge selbst für die Fabrikation ein. Ende März 1916 stellt er 50 Röhren täglich her. Auf der **Panama-Pacific Exposition** in San Francisco zeigt die **De Forest Telephone and Telegraph Company** 1915 u.a. ein **Radio-Telefon** für die Eisenbahn. Im Dezember 1915 stellt **de Forest** vor der **New York Electrical Society** ein **elektronisches Musikinstrument** vor, das auf seiner **Oscillationröhre (singer-type audion)** basiert und präsentiert damit den Vorgänger der elektrischen Orgel. Im April 1916 offeriert **de Forest** ein Röhren-Audion in Röhrenform, genannt **Type T** oder **Ultra-Audion** für Rückkopplung. Danach konstruiert er den **Flugzeugsender Type A**, ein ähnliches Gerät, das ab Januar 1917 als **Type OJ3 Oscillation Telephone** für Amateurzwecke erhältlich ist. Im November 1916 sendet er als **Rundfunk** die Ergebnisse der Wahlen. Ab 1917 sind Amateurstationen wegen des Krieges vorübergehend verboten und **de Forest** beginnt, vermehrt die Armee zu beliefern. Eine weitere Neuentwicklung ist die **VT21** mit einem Heizstrom von 1,1 A und einem Verstärkungsfaktor von 10-12 bei 6000 Ohm Innenwiderstand und 20 V Ua. Für die Navy konstruiert und fabriziert man die **CF185** (CF-185) mit Oxyd-Kathode.

Western Electric Company Ltd. (WECO)

De Forest benutzt seine Triode Mitte 1912 erstmals als Telefonverstärker und demonstriert diesen am 30.10.12 der **WECO**.

In seiner Schaltung verwendet er noch den Gitterkondensator. Vorher hat Fritz **Löwenstein** der Gesellschaft ein Audion von **de Forest** - aber als Blackbox und versehen mit einer negativen Gittervorspannung - demonstriert. **Löwenstein** meldet seine Anordnung am 24.4.12 zum Patent an. Erst am 3.7.17 erhält er es mit der Nr. 1231764. Dieses **C-bias patent** erwirbt **AT&T** für ihre Tochtergesellschaft **WECO** [138-86]. Dr. Harold D. **Arnold**, ein Forscher bei **WECO**, soll die Triode von **de Forest** so verbessern, dass sie als zuverlässiger Telefonverstärker funktioniert. Als Voraussetzung gilt eine lange Lebensdauer ohne Verstärkungsverlust, Austauschbarkeit und Uniformität. Wartungs- oder Nachstellarbeiten sollen überflüssig sein, und die Röhre soll das Frequenzspektrum gleichmässig verstärken. Für das hohe Vakuum kommt die neue **Molekularpumpe** von **Gaede** zum Einsatz. Die Röhre arbeitet 1913 mit bis zu 200 Volt Anodenspannung. Die Labor-Lebensdauer der Röhre erreicht Mitte 1913 tausend Stunden und am 13.10.13 kommt sie in Philadelphia erstmals zum Einsatz. Diese, **Type A** genannte Röhre und ihr Nachfolger **Type B** - mit **ladder-type-grid** - verfügen über einen Obenanschluss, besitzen aber keinen Sockel. Sockel, **Röhrensockel** oder Basis heisst der untere, steckbare Teil der Röhre mit der Durchführung der Elektroden. Diese besteht bis ca. 1925 aus Metall, dann aus Pressstoff, bis in den 40er Jahren die Allglasröhren erscheinen. Als **Röhrenfassung** oder Fassung bezeichnet man das Gegenstück im Apparat, das die Röhre aufnimmt. Anfang 1914 folgt mit der **Type M** (für **mounted**) die nächste Röhre. Neu daran sind ein Messingsockel mit vier kurzen Stiften unten und ein kleiner Vorsprung für eine **Bajonettverriegelung** an der Sockelwand. Andere Firmen übernehmen diesen **UV-Sockel** (für **Unit vacuumtube**) - auch die Radioindustrie. Bis Mitte der 20er Jahre gilt er als Standard (neben dem ähnlichen **Shaw-Standard**, den vor allem die Marine anwendet). In die gleiche Röhrenfassung lassen sich später die (entsprechend mit Nippel versehenen) **UX-Röhren** einsetzen - ein US-Standard, der sich bis Mitte der 30er Jahre hält.



Bild 539 [Sammlung Erb, Luzern]
UV- und UX-Sockel im Vergleich (UV-300 und UX-...)

1914 konstruiert A.M. **Nicolson** bei **WECO** eine indirekt geheizte Röhre. Sie findet keinen Einsatz und erst ab Anfang der 20er Jahre beginnt man den Gedanken wieder aufzunehmen, doch ist **Westinghouse** dann schneller mit der Entwicklung (siehe dort). Die Röhre **Type M** mit einer Heizung von 4 V und 1,45 A, einer Anodenspannung von 100 V bei 10-15 mA heisst später **101A**. Der Verstärkungsfaktor beträgt 5 bei 5000 Ohm Innenwiderstand, die praktische Lebensdauer ca. 400 Stunden. 1915 löst die **Type L** mit doppelter Länge des Heizdrahtes und einer Lebensdauer von 4500 Stunden die **101A** ab. Sie kommt als **101B repeater bulb** und für andere Zwecke als **101B vacuum tube** (5V, 1,3A, 150Va) auf den Markt. Bis 1922 gilt dieser Unterschied in der Terminologie. Anfang 1915 entsteht die **Type V** (zuerst **VM**) als Vorverstärkeröhre. Die **Type V** erhält ab 1916

die Bezeichnung **102A**. Die **Type S** von 1915, später **204A** genannt, eignet sich als Modulatorröhre. Mit einer **Type W**, der späteren Röhre **204B**, erreicht man 1915 erstmals Europa drahtlos in Telefonie; 550 Röhren dieses Typs arbeiten parallel; Paris-Eiffelturm kann die Sendung aufnehmen.

Type O folgt und das Fabrikationsmodell von Ende 1917 heisst **104A**. Für das **US-Signal corps** folgt die **VT1** (VT-1, intern **Type J** genannt). Sie nennt sich bei der **Navy CW933** (CW-933) und für zivile Zwecke **203** (A etc.). Nach dem Ersten Weltkrieg setzen Amateure diese vielseitig verwendbare Röhre in jeder Stufe ein. Es folgen die **202A** (**Type K** genannt) und die **VT2** im Jahre 1917 (resp. **CW931** und intern **Type E** genannt). Die **VT2** weist als zivile Version die Bezeichnung **205** (B) auf. Einige weitere Typen entstehen während des Ersten Weltkrieges, z.B. die **201A** (**CW186**) und die mit einem am Sockel verbundenen Heizfaden aufweisende **201B** (**Type D**). Bis 1918 gelangen mehr als eine halbe Million Röhren an die Armee.

General Electric Company Ltd. (GE)

Die Firma geht 1892 aus der 1878 durch **Edison** und J.P. **Morgan** gegründeten **The Edison Electric Light Company** hervor. Sie ist zu Anfang des Jahrhunderts auf dem Starkstromsektor die führende Firma. Man arbeitet zudem an der Entwicklung von Maschinensendern. R.A. **Fessenden** von der **National Electric Signalling Company**, Brant Rock, Mass., gibt den Auftrag, nach seinen Plänen einen Maschinensender für 100 kHz zu bauen. Die Ingenieure weisen darauf hin, dass für die geforderte Leistung maximal 10 kHz möglich sind. 1906 liefern sie eine solche Maschine. **GE** sieht trotz der technischen Schwierigkeiten den Bedarf an schnelleren und stärkeren Maschinensendern und stellt für die Weiterentwicklung E.F.W. **Alexanderson** an. Der Alexanderson-Generator entsteht nach Investition von vielen Millionen Dollars. 1909 erreicht er 100 kHz. 1913 baut **Alexanderson** Alternatoren für einige kWh und Frequenzen bis 200 kHz. Es fehlt eine befriedigende Modulationsmethode für Telefonie. Der magnetische Modulator von **Alexanderson** bringt keine Lösung. John Hays **Hammond** jr. macht **Alexanderson** auf das Audion aufmerksam, beschafft sich ein Gerät und bespricht die Probleme intern mit W.D. **Coolidge** und Irving **Langmuir**. Die beiden Männer arbeiten bei **GE** an Problemen im Zusammenhang mit Wolframkathoden. **Coolidge** führt **gezogene Wolframdrähte** ein. **Langmuir** erreicht einen Verbesserungssprung bei der Glühlampe, indem er sie mit **Edelgas** füllt. Zu dieser Zeit herrscht der Glaube auch bei den Röhren, dass ein zu grosses Vakuum den Elektronenfluss zum Erliegen bringt.

1913 baut **Langmuir** die erste **Hochvakuum-Triode**. Er kann demonstrieren, dass Hochvakuumröhren stabiler arbeiten. Ein zweites Modell vom 15.3.13 mit einem Druck von 0,05 Mikron funktioniert sehr gut als Detektor und HF-Verstärker. Um sie beim Evakuierungsprozess auf grösste Hitze bringen und alle Gasreste absaugen zu können, bestehen alle drei Elektroden aus Wolframdraht. Die Röhre nennt er als Diode **Kenotron** und als Triode **Pliotron** oder **CA-Pliotron**. Später erreicht man einen Druck von 0,0005 Mikron und das Pliotron kann bis 180 kV und 250 mA verarbeiten. 1913 kann **Coolidge** - mit Hilfe von **Langmuir** - eine stabile **Röntgenröhre** mit geheizter Kathode und fokussierender Bremsanode (Antikathode) vorstellen. 1917 erfindet **Langmuir** das **Thyratron**. Später erhält es Argon, Xenon, Wasserstoff oder Quecksilberdampf als **Restgas**. Das Steuergitter dient lediglich dazu, den Stromfluss zu einem bestimmten Zeitpunkt einzuleiten; der Fluss selbst ist nicht steuerbar. Die Röhre bildet einen idealen Wandler, um aus Wechselstrom einen von Null aus zu regelnden Gleichstrom zu erzeugen.

gen [219]. Das Pliotron eignet sich als Modulator. Mit 30 parallel geschalteten Röhren der **Type P Pliotron** lässt sich 1918 ein 200-kWh-Maschinensender modulieren. Albert W. **Hull, GE**, erreicht bei einer positiven Gittervorspannung einen negativen Widerstand. Wenn er die Anodenspannung erhöht, sinkt der Anodenstrom. Er verwendet in einer Arbeit für das **I.R.E.** im Januar 1917 die Namen **Dynatron** und **Pliodynatron** für eine Röhre mit vier Elektroden - wohl die erste Erwähnung einer Röhre dieser Bauart.

Neben Quecksilberdampfrohren konstruiert man eine Gleichrichterröhre mit Argon-Gas. Sie findet ab 1915 unter dem Namen **Tungar** grosse Verbreitung zur Verwendung in Batterieladegeräten für die eben ankommenden Wagen mit Anlasser.

Im Dezember 1917 bestellt die **Navy** 1000 Röhren, die als **CG886** (CG-886) zur Auslieferung kommen. Der **Navy-Sockel** weist 3 Stifte und eine stromführende Nocke für den Bajonettverschluss auf. Bis 1918 liefert man für die Armee 200.000 Röhren. Die Bezeichnung reicht etwa von **VT10** bis **VT18**, wobei die **VT11** mit 4-Volt-Heizung (4 Vf) sonst gleiche Daten wie die **VT1** (2 Vf) von **WECO** aufweist. Die **VT18** (50 Watt) produziert man später als **UV203** für die **RCA**.

1919 wird vermutlich die erste **Regelröhre** hergestellt: Sie erhält eine konische Anode und koaxial-spiralförmiges Gitter und Kathode. Diese Konstruktion dient lediglich als Experimentieröhre. Es besteht noch kein Bedarf an regelbaren Röhren.

1919 möchte die von **Marconi-England** kontrollierte **Marconi Wireless Telegraph Company of America** von **GE** Maschinensender kaufen. Obwohl die Entwicklung Millionen gekostet hat und die **Marconi-Gesellschaft** der einzige Grosskunde sein könnte, beliefert man sie nicht. Den Grund bildet eine Intervention von zwei hohen US-Beamten, die zugleich vorschlagen, ein starkes amerikanisches Konsortium zu gründen, um den US-Vorsprung auf dem Gebiet der Maschinensender auszunützen. Daraufhin entsteht die **Radio Corporation of America RCA**.

Schwarze Schafe

Nachdem der Radio-Amateur Jack **Binns** mit seinem CQD-Aufruf - also seinem Hilferuf für die **SS Republic** in Seenot - die Rettung vieler Menschen herbeiführen kann, zieht das faszinierende Hobby vor allem junge Menschen an. Zu jener Zeit aber geht die einzige legitime Firma für die Lieferung von Audion-Röhren, die **Radio Telephone Company** von **de Forest**, in Konkurs. Zudem liefert **de Forest** nur komplette Apparate. «Schwarze» Hersteller tauchen auf.

Die ersten sind vermutlich eine Gruppe von Amateuren im Kielwasser von Paul E. **Wallace** und Merrit D. **Mosher**. Sie ist zwischen 1911 und 1913 tätig und baut mit dem **Wallace Valve Detector** ab 1911 ein fertiges Gerät. Die Röhren liefert **McCandless** - 108 im Jahre 1912 und 172 im Jahre 1913. In einem spannenden Bericht - **The RJ-4 Mystery** geht **Tyne** den Gründen nach, warum der **Wallace Valve Detector** ab 1913 nicht mehr angeboten wird und dem **RJ4 Detector** von 1913 genau gleicht und entdeckt anhand der Gerichtsurteile von 1923, dass dieser Apparat schon 1911 mit Rückkopplung funktioniert - **Wallace** patentiert diese Einrichtung jedoch nicht und **Armstrong** entdeckt sie bei ihm...

Die Amateure möchten ihre Apparate gerne selbst konstruieren. Verschiedene «Moonlighters» beginnen, Röhren herzustellen und durch Inserate zu verkaufen, wobei sie natürlich die Patentrechte von **de Forest** verletzen. In den 10er Jahren entstehen und verschwinden zahlreiche Kleinfirmen. Viele wechseln häufig ihre Namen und Adressen, um dem Gesetz zu entgehen. Trotz besserer Kontrolle durch **RCA** in den 20er Jahren steigert sich die Anzahl von «bootleggers» bzw. Herstellern ohne Lizenz.

RCA hat viel Geld zu investieren, um bei einigen der grössten Organisationen die illegale Produktion stoppen zu können. Das Fleming-Patent läuft im November 1922 aus, wodurch jedermann Dioden frei herstellen kann. Das wichtige de-Forest-Patent Nr. 879532 verliert seine Schutzwirkung am 18.2.25.

Im Buch **Saga of the Vacuum Tube** nennt Gerald F.J. **Tyne** ca. 300 Marken von Aussenseiter-Herstellern [138]. Zwei dieser Hersteller beginnen sehr früh und erreichen letztlich die Legalität, d.h. sie verkaufen in der Folge von **RCA** hergestellte Röhren unter ihrer Marke: 1915 beginnt Elmer T. **Cunningham** in Oakland, Kalifornien, Röhren zu produzieren, die ab August in den Verkauf kommen. Ab 22.10.15 verwendet er den Namen **AudioTron**, den er am 30.3.16 registrieren lässt. Röhren kosten 7.50, später 5.25 Dollar. Während kurzer Zeit erhält das **Amplitron** ein Element ausserhalb des Glases. Den gleichen «Fehler» begeht **Telefunken** 1930 mit ihrer Stabrohre **Arcotron!** Da wegen Kriegsbeginn am 6.4.17 alle Amateure ihre Apparate abzubauen haben, erscheinen erst ab Juni 1919 (im **QST**, ab Juli in **Radio Amateur News**) wieder Inserate. Im April 1915 beginnt Otis B. **Moorhead**, San Francisco, ein ehemaliger Mitarbeiter von **de Forest**, Röhren mit der Bezeichnung **Electron Relay** herzustellen. **Hyde**, ein ausgezeichneter Glasbläser, der zuvor bei **Oakland Mazda Lamp Works**, einer Tochtergesellschaft von **GE** sowie kurze Zeit bei **Cunningham** arbeitet, fabriziert die Röhren für **Moorhead Laboratories**. Im Juli 1916 erscheint das erste Inserat von **Moorhead**. Dieses besagt, dass die Hersteller des **AudioTron** nun eine bessere Röhre - eben seine - herstellen! Während des Krieges kann er sogar die US-Armee und die britische Armee (**R-Type, VT32**) beliefern. Am 30.11.18 erhält er von der **Marconi Company** eine Lizenz für die Fleming-Rechte. 1919 entsteht - um die de-Forest-Rechte der **RCA** zu umgehen - eine komplizierte Vereinbarung zwischen ihm und **de Forest**. Henry B. **Shaw** von der **Shaw Insulator Company** wählt man als Präsident der **Moorhead Laboratories** und **de Forest** kann sich beteiligen. Nach Verhandlungen mit **RCA** erhält die Firma eine Lizenz, die Mitte 1922 abläuft, worauf der Betrieb schliesst. **Moorhead** eröffnet entgegen den Vereinbarungen mit **RCA** die **Universal Radio Improvement Company**, wo er täglich 1000 Röhren herstellt. Als Gitter dient eine Art Spule, um Patente zu umgehen. Das Produkt heisst **A-P Selenoid Tube**. **Moorhead** stirbt am 31.1.23 durch einen Unfall und die Firma erlischt bald darauf.

DEUTSCHLAND

Im August 1911 demonstriert Robert **von Lieben** seine gemeinsam mit **Reisz** und **Strauss** entwickelte Röhre im **Institut für physikalische Chemie der Universität Berlin** einer Gruppe von Vertretern der grössten deutschen Elektrofirmen. Zu Beginn dieses Kapitels findet sich die auf grossen Umwegen erfolgte Entwicklung dieser Röhre ab der ersten Patentanmeldung vom 4.3.06 aufgezeichnet. Im deutschsprachigen Raum gilt dieses Datum ganz fälschlicherweise als Geburtsstunde der Radioröhre. Die Firmenvertreter sind von der Röhre so beeindruckt, dass vier Unternehmen - **AEG, S&H, Felten & Guillaume Carlswerk AG** und **Telefunken** - das sogenannte **Lieben Konsortium** als Laboratorium bilden. Daneben entwickelt **S&H** Röhren in ihrem eigenen Laboratorium. Für das gemeinsame Laboratorium (bei **AEG** in Oberschönweide) ist Eugen **Reisz** verantwortlich. Am 15.10.12 meldet man die **LRS-Verstärkeröhre** zum Patent an (DRP 264554). Es handelt sich um eine **Quecksilberdampfrohre**, die bereits seit drei Monaten im Test steht. Das Patent für diese NF-Verstärkeröhre übernimmt **Telefunken**. Die Röhre kommt als Telefonverstärker in Betrieb, befriedigt jedoch nicht. Erst 1914, umschlossen durch

einen Käfig mit Temperaturregulierung (DRP 293460), zeigt sie bessere Resultate. Zu diesem Zeitpunkt stellt man in den USA Hochvakuumröhren her und es ist erstaunlich, dass auch führende Firmenvertreter - wenigstens in jener Zeit - sowenig Ahnung von Entwicklungen in anderen Ländern besitzen.

Im Mai 1913 baut Alexander **Meissner** mit der Röhre einen Oszillator, um den Träger von Morse-Maschinensendern zu modulieren. Das Heft **25 Jahre Telefunken**, Berlin 1928, zeigt eine Abbildung des von der Marine in Schiffen eingesetzten Apparates. Allerdings schreibt **Telefunken** in [118]: **«Mit weitest-Verbesserungen durch Reisz und Strauss kann Meissner mit seiner 1913 zum Patent angemeldeten Rückkopplungsschaltung einen Funksprechverkehr zwischen Berlin und Nauen abwickeln»**

Vor dem Krieg rüstet man die Linien Königsberg, Frankfurt, Köln und Danzig mit den Röhren aus. Ende des Krieges sind ca. hundert Verstärker in Betrieb. Österreich ehrt **von Lieben** 1936 für seine Verdienste mit seinem Portrait auf einer Briefmarke.

Ab 1914 versucht Professor M. St. von **Pirani**, Mitarbeiter der **Telefunken**, in der Glühlampenfabrik von **S&H** eine Hochvakuumröhre für Telefoniezwecke zu entwickeln. Im Herbst 1916 liefert **S&H** die ersten Hochvakuumröhren, **Typ A** genannt, als Telefonverstärker. Der erste Versuch besteht aus einer glühlampenähnlichen Konstruktion, die **Typ A** jedoch röhrenförmig und zweiendig bzw. mit Messerkontakten auf beiden Seiten, denn die Röhre verwendet man liegend. Zunächst benötigt die Armee die Röhre in Abhörgeräten und man baut 50'000 Exemplare. Der Heizstrom beträgt 0,52 A, der Verstärkungsfaktor 14 und der Innenwiderstand 120 K.

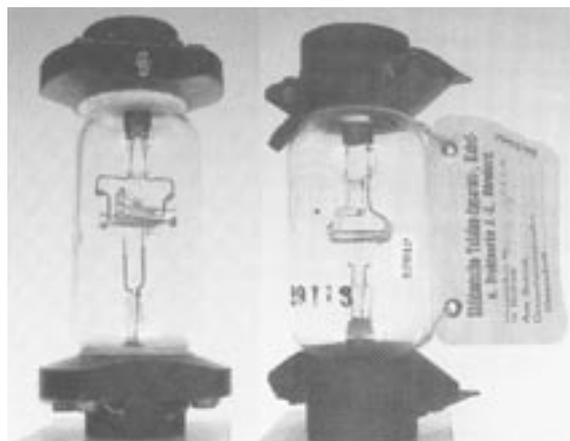


Bild 540 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
Links Siemens Typ A, rechts Typ K6 von TKD

1917 folgt das Modell **Mc** mit 2,1 A bei 4 V, 220 V Ua (Anodenspannung) bei 10 mA und 60 mW Ausgangsleistung. Die **K6** bzw. **EVN94**, eine ähnliche Röhre, stellt **AEG-Telefunken** her. Sie arbeitet bei 7-8 V und 1,1 A Heizung und weist Gemeinsamkeiten mit dem Audion von **de Forest** auf. Verwendung findet sie z.B. in den Endstufen des AEG-Verstärkers **K4**. Die beiden Röhren Mc und K6 dienen auch nach dem Krieg als Telefonverstärker. Ab 1920-22 ersetzt sie ein neuer, speziell auf die Anforderungen des Telefonsektors zugeschnittener Typ. Verschiedene Hersteller fabrizieren das Nachfolgemodell - z.B. **AEG**, **S&H**, **TKD** (für **Süddeutsche Telefonapparate-, Kabel- und Drahtwerke AG** - Tochtergesellschaft von **Felten & Guilleaume**), **C. Lorenz** und **Dr. Erich F. Huth Gesellschaft**. Die Entwicklung bei **S&H** heisst z.B. **BF** und bildet von 1922-25 das Standardmodell. Alle diese Röhren - ausser diejenige von **Huth** - besitzen ein zylinderförmiges Elektrodensystem und Glashalterungen.

Telefunken

Otto **von Bronk**, ein Ingenieur von **Telefunken**, meldet am 3.9.11 das Patent DRP 271059 an. Es hat das **de-Forest-Audion** als HF-Verstärkeröhre zum Gegenstand. Dafür erhält er auch Patente in Frankreich, Grossbritannien, Österreich und den USA. **De Forest** hatte diesen Anspruch in seinen Patenten nicht erhoben. Er erkennt erst 1912 die Verstärkerwirkung seiner Röhre. Ab August 1914 bringt **Telefunken** eine Serie von Hochvakuumröhren für Radiozwecke auf den Markt. Von den ersten Typen sind die **EVN94** und die **EVN171** nennenswert. Zweiendig, wie die späteren Telefonröhren **Typ-A** von **S&H**, dienen sie zunächst im Verstärker **EV89**. Die als Oszillator konzipierte **EVS129** (in der Literatur oft fälschlicherweise als **EVN129** bezeichnet) kommt ab Juni 1915 in einem Telefunken-Sender zur Verwendung.



Bild 541 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
EVS129, oft fälschlicherweise als EVN129 bezeichnet

Noch 1914 geht man zu einem eigenen 4-Stift-Sockel über. Die Stifte haben 4 mm Durchmesser, sind 11 mm lang. Sie bilden mit ihrem Zentrum einen Kreis von 17 mm Durchmesser. Wie beim US-Sockel sind die Stifte nicht gegeneinander versetzt. Das Folgemodell zum Ersatz der EVN171, die **EVE173** weist einen ganz anderen Sockel auf. Er ist aus bereits vorhandenen, verpolungssicheren Telefonsteckern entwickelt.

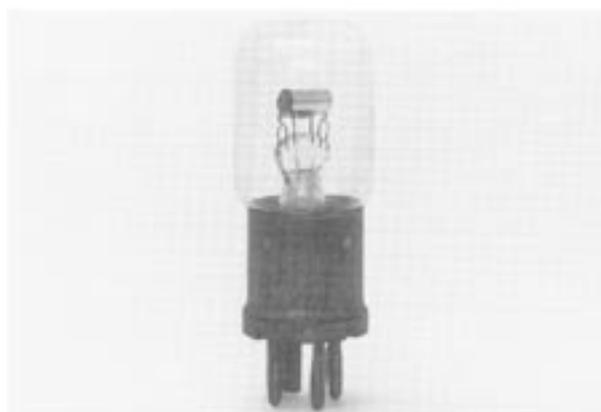


Bild 542 [Sammlung Erb, Luzern]
EVE173 mit speziellem «4-Stift-Sockel» (3 Stifte, 1 Buchse)

Es sind drei federnde Stifte von 22 mm Länge und ein Röhren mit Abständen von 20 mm. Die Röhre ersetzt die EVN171 und kommt im **EVE211-Verstärker** zur Verwendung. Bald danach gilt bei **Telefunken** statt der EV-Bezeichnungen ein **Bezeichnungsschema** mit folgenden Abkürzungen und einer (laufenden) Nummer:

- RE = Röhre Empfänger
- RS = Röhre Sender
- RG = Röhre Gleichrichter
- RV = Röhre (End-)verstärker

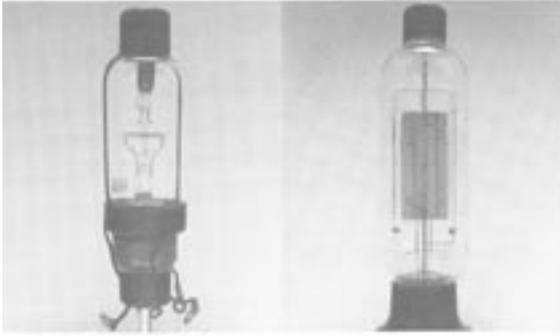


Bild 543 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
Links EVN94, rechts Verstärkerröhre RV24

250 Stück der Allzweckröhre **RE11** entstehen täglich. Die gleiche Röhre heisst mit Europa-Sockel (auch als franz.-engl. oder Philips-Sockel bezeichnet) **RE71**.

Diese beiden Wolframröhren bauen die **GFGF-Mitglieder** Prof. Dr. **Künzel** und Dr. **Walz** heute als **Replika**. Sie weisen gleiche Betriebsdaten wie die Originalröhren auf. Das Team **Walz/Pemmerl** vertreibt zusätzlich die französische Wolframröhre bzw. englische **R-Röhre** als Replika.



Bild 544 [Sammlung Erb, Luzern]
RE71 mit Originalverpackung und Replika sowie franz. Wolframröhre mit blauem Kolben und Replika

Am Pressfuss erkennt man durch den Kolben die Einprägung «Replica». Die Herstellung solcher Röhren ist sehr zu begrüssen, denn mit diesen lassen sich älteste Rundfunkgeräte betreiben, ohne alte Röhren aufzubrauchen. Ein anderes Kapitel bilden die Nachbauten von sockellosen **de-Forest-Audionröhren**, die nicht als solche gekennzeichnet sind und zu massiv übersetzten Preisen als Originale auftauchen. Mindestens einen Teil der Röhren kann man als billigen Nachbau entlarven, weil die Durchführung der Drähte im Quetschfuss mit der ab 1923 verwendeten, rötlichen **Dumet-Legierung** statt mit Platin ausgeführt ist. Leider hat auch **S&H** 1962 eine Serie von Liebenröhren nachgebaut und an wichtige Partnerfirmen und Honoratoren verteilt. Diese «Liebenröhren» sind nicht als Nachbau gekennzeichnet und gleichen dem Original dermassen, dass viele dieser Nachbauten nun als Originale zirkulieren.

↳ Nach dem Wörterbuch Wahrig heisst Replik die genaue Wiederholung eines Kunstwerks durch den Künstler selbst im Unterschied zur Kopie. Im Handel hat sich das Wort «Replika» für eine Kopie eingebürgert...¹

Von der Allzweckröhre **RE16** stellt **Telefunken** im Sommer 1918 täglich 1000 Stück her. Verschiedene Röhren wie die **RE58** erhalten den US-Sockel. Eine Röhre mit Raumladegitter nennt man **RE20**.

Die erste Senderröhre mit der Bezeichnung **RS1** dient in Apparaten für Schützengräben. Die folgenden Röhren **RS2** und **RS3** finden wenig Verwendung. Die **RS4** arbeitet in Marinesendern - ebenso die verbesserte **RS5**, von der im Sommer 1918

pro Tag 25 Stück entstehen. Auch **S&H** stellt diese Röhre her. Hervorzuheben ist die ausgezeichnete Glasarbeit innerhalb des Kolbens. Die Krönung dieser Serie bildet die **RS17** mit 200 Watt Leistung. Ihre Entwicklung ist im Februar 1918 abgeschlossen. Mitte 1918 produziert man täglich 5 Röhren dieses Typs. Gemäss [638545] übernimmt 1921 **Osram** die Fertigung von Telefunken-Röhren und 1939 übernimmt **Telefunken** das Röhrenwerk von **Osram**. 1941 endet die Beteiligung von **Siemens** an **Telefunken**. Nach dem Krieg übernimmt **AEG** die **Telefunken** und in den 80er Jahren gelangt sie an die französische Gruppe **Thomson**.

Siemens & Halske; S&H

1910 entwickelt **S&H** aus dem Relais von S.G. **Brown** - nach Erwerb dessen Rechte - ein zuverlässiges mechanisches **Telefonrelais**.

Das Militär möchte Röhren entwickeln lassen, die kleinere Batterien, d.h. weniger Anodenspannung benötigen. Walter **Schottky**, Mitarbeiter von **S&H** erkennt, dass dazu die Triode mit einem weiteren Gitter zu versehen ist. Am 19.5.15 meldet er ein Patent (DRP 310605) für die **Raumladegitterröhre (space charge)** an. Am 31.5.16 und am 1.6.16 folgt mit **Vakuumverstärkerröhre mit Glühkathode und Hilfselektrode** die Patenteingabe für die **Schutzgitterröhre** oder **Schirmgitterröhre** (engl. **protective network grid** bzw. **screened grid**). Er erhält dafür die Patente **DRP 388775** und **DRP 300617** für die Anmeldung vom 1.6.16 und im Mai 1916 das britische Patent 145421. Am 24.1.17 erfolgt die Patentanmeldung mit dem Titel **Durchbrochene Zwischenelektrode für Glühkathodenröhren**, was zu **DRP 300191** führt. Beide Röhrenarten gelten heute als **Tetrode** oder **Vierpolröhre**, wobei die Raumladegitterröhre bald nur bei speziellen Anwendungen anzutreffen ist.



Bild 545 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
Links SSI alte Form, Mitte SSI spätere Form, rechts SSII

Die erste Raumladegitterröhre von Schottky heisst bei **S&H Typ SSI** und bei **Telefunken K26** (später **RE26**). Sie dient der Reichspost als Verstärker; die Armee bevorzugt sie wegen ihrer niedrigen Anodenspannung. Nach dem Krieg endet die Produktion dieser Röhre. Es folgen weitere Entwicklungen von **Schottky**, die **Telefunken** übernimmt. Sie dienen in den 20er Jahren für Kofferempfänger. Beispiele: 1920 verbesserte **RE20**; 1925 **RE212 RE216**; 1927 **RE072d, RE073d**; 1928 **RE074d**; 1930 **REN704d**.

Die **SSI** (Siemens-Schottky Nr.1), kommt ab 1917 als Telefonverstärker auf den Markt und ist nicht HF-tauglich [138]. Sie enthält einen Wolframfaden für 2,5 V bei 0,38 A. Die Anodenspannung beträgt 35, die Schirmgitterspannung 12 V. Der Verstärkungsfaktor beträgt 33. **SSII** und **SSIII** folgen. Der Typ **SSIII** weist einen Verstärkungsfaktor von 100 bei 400 kΩ Innenwiderstand auf. Diese Röhren haben ihren direkten Nachfolger im Typ **110**, der ab ca. 1918-20 erhältlich wird. Man betreibt Raumladegitterröhren z.T. wie Schirmgitterröhren mit hohen

Anodenspannungen, wie z.B. bei der Poströhre **OR** mit 220 Va (Kolben wie RE87). **Schottky** entwickelt auch Dreigitterröhren, die sich aber nicht durchsetzen.

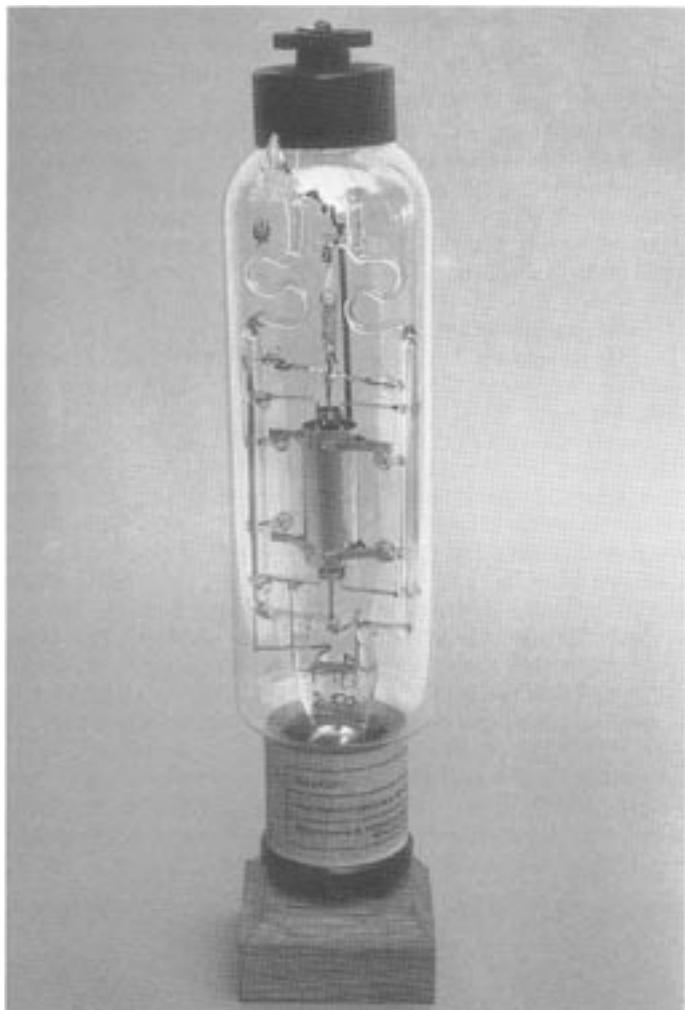


Bild 546 [Sammlung Hütter, Altach]
Poströhre BEb von S&H. Auffallend ist die Glasarbeit bei den ersten Röhrentypen von Siemens & Halske

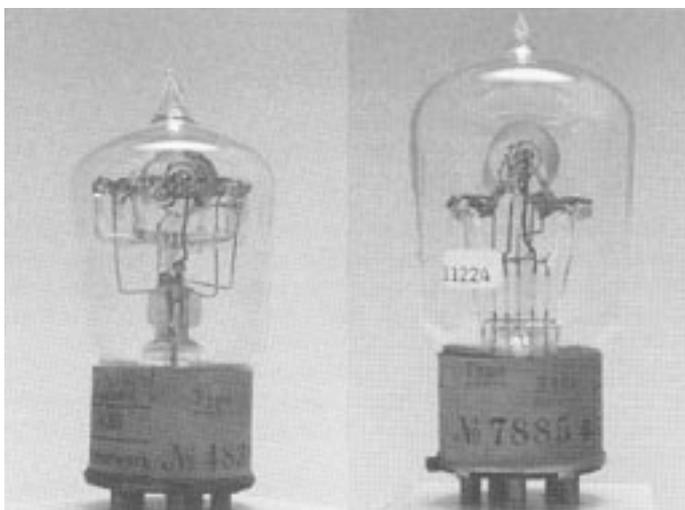


Bild 547 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
Zwei Ausführungen der Röhre Typ 110 von S&H

Kleinere Röhrenhersteller

Neben den grösseren Produzenten stellen besonders während des Ersten Weltkrieges viele weitere Unternehmen Röhren her. Nur wenige dieser Firmen haben die beiden Kriege überlebt. Daten über ihre Produktion gibt es kaum noch. Gerald F.J. **Tyne** gibt in seinem Buch [138] für die Dekade der 10er Jahre Deutschland betreffend 50 Literaturhinweise und erwähnt folgende Firmen:

Studiengesellschaft Auer

Sie heisst später **Auergesellschaft GmbH**, Berlin. Es entstehen Empfangs- und Senderröhren. Die Senderöhre **MW6** - mit Heizdraht aus Molybdän - erreicht einen gewissen Bekanntheitsgrad. Der Betrieb befindet sich im Ostteil Berlins. Alle Produktions- und Verwaltungsräume gehen in den letzten Tagen des Zweiten Weltkrieges durch Zerstörung verloren.

Dr. Erich F. Huth GmbH

Huth baut Empfänger- und Senderröhren, wobei zuerst die Buchstaben RE für die Empfänger- und RS für die Senderröhren in Gebrauch sind. Später erhalten die Empfängerröhren die Buchstaben LE. Alle Empfängerröhren sind als kleine runde Glasform ohne Spitze gefertigt - so z.B. die **RE32** oder **LE219**. Die Huth **RS15** ist eine 5-Watt-Senderöhre für Flugzeuge. 1917 baut man die **RS30** als 2-kW-Senderöhre.

1923 erfolgt die Umbenennung in **Huth Gesellschaft für Funkentelegraphie mbH**. 1926 übernehmen **Telefunken** und **Lorenz** die Firma. Grund sind die langjährigen Patentstreite, die Huth gegen diese Firmen auszufechten hatte. Später geht sie zur **Standard Electric Lorenz AG** der Firma **ITT** über.

C. Lorenz AG

Die Firma beginnt 1917 in Wien mit der Fabrikation von Röhren. 1920 erfolgt die Liquidation, wobei **OTFA** übernimmt. Siehe unter Röhrenentwicklung ab 1920.

C.H.F. Müller GmbH; Valvo

Vor dem Ersten Weltkrieg besteht die Produktion u.a. aus Röntgenröhren. Ab 1916 sind auf Befehl des Reiches Radioröhren zu entwickeln - zuerst Empfangs- und ab 1918 auch Senderröhren.



Bild 548 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
Senderöhre Typ MS

Die **MSI** leistet 250 und die **MSII** 500 Watt. 1924 trennt man die Radioabteilung unter dem Namen **Radioröhrenfabrik GmbH** ab. Einige Monate danach ändert diese ihren Namen in **Valvo GmbH** und **Philips** übernimmt teilweise und voll ab 1927.

J. Seddig

Die Würzburger Firma liefert Röhren mit der Bezeichnung **RJW** an die Armee - es sind Modelle ohne Spitze. Das Glas

trägt eine Seriennummer. Dazu kommt u.a. ein vergleichbarer Typ zur K6 von **Telefunken**. Eine andere Röhre ähnelt der **Telefunken EVE173**, eine weitere der RE16.

Süddeutsche Telefonapparate-, Kabel- und Drahtwerke AG; TKD, TeKaDe

Der seinerzeit neben **AEG-Telefunken** und **S&H** grösste Hersteller beginnt 1920 in Nürnberg mit der **K6** Empfängerröhre und der **ST12**, nachdem er sich ab 1916 mit Röhren befasst. Später gilt bei mehreren Serien von Empfängerröhren **VT** als erster Teil der Bezeichnung. Ab 1920 heisst die Marke **TKD** und später **Te-Ka-De**. **TKD** ist eine Tochterfirma von **Felten & Guilleaume**. Mitte der 30er Jahre stellt **TKD** die Lieferung von Röhren an den freien Handel ein, nachdem sie 1931 verzichtet, Rundfunkröhren unter eigenem Namen herzustellen. Gemäss [638545] erfolgt 1934 der Nachbau von Telefunken-Röhren.

GROSSBRITANNIEN

Obwohl **Fleming** bereits 1907 ein de-Forest-Audion kommen lässt, beginnt in England die Fabrikation von Röhren nicht sofort. Die Entwicklungen scheinen anfänglich zudem eher vom gasgefüllten Typ (**von Lieben-Reisz**) auszugehen als vom Audion.

1908 arbeiten einige Forscher an einer Telefonverstärkerröhre im Versuchslaboratorium der britischen Post. Bald darauf bringt S.G. **Brown** ein mechanisches Relais heraus. Es kommt ab 1914 in Leeds für die Telefonlinie London-Glasgow zum Einsatz. Das Modell ist ein Einweg-Verstärker, der sich sprachgesteuert umpolarisiert, um einen Halbduplex-Betrieb zu erreichen! Das Relais funktioniert mit einem Elektromagneten, der eine Membrane bewegt, die wiederum einen Kohlemikrofon-Kreis mit neuer Spannungsquelle im Rhythmus der Sprache moduliert.



Bild 549 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
Round-N-Röhre

1911 beginnt H.J. **Round**, Kapitän, bei **Marconi** mit der Entwicklung von Trioden. Am 6.3.13 treffen **Marconi** und **Telefunken** ein Gegenseitigkeitsabkommen. Dieses vereinbart, dass **Round** und C.S. **Franklin** ihre Arbeit auf Empfängerröhren, **Telefunken** auf Senderöhren vorantreiben. Die Round-Röhren von 1913 heben sich von der Konstruktion von Liebens ab. Sie kommen zunächst als HF-Verstärker zum Einsatz. Die **Typ C** scheint als NF-Verstärkerröhre so gut gewesen zu sein wie 3 Stufen der französischen Hochvakuumröhre **TM**. Die gute Wirkung der «weichen Röhren» ohne Hochvakuum entsteht wegen der Ionisation beim Aufprall der Elektronen auf Restgase, was die Raumladung vermindert. Dieser Effekt kommt nur bei der richtigen Einstellung der Röhre zustande. Dafür enthält z.B. die **Round-N-Röhre** ein eingeschlossenes Asbeststück, das von Zeit zu Zeit zu erwärmen ist. Bei anderen Röhren schliesst man zu diesem Zweck Quecksilberamalgamein [235]. Der Marconi-

Empfänger **Type 27** basiert von 1914-18 auf der Round-Type-N-Röhre [235-107] als HF-Verstärker. Die Heizfäden beider Röhrentypen erhalten einen Überzug aus Barium- und Kalziumoxyd. Im berühmten **Marconi-Empfänger Nr. 16** mit Karborundum-Detektor wirkt die Röhre als Reflexstufe für HF- und NF-Verstärkung. Während des Krieges verwendet man verschiedene Typen von Round-Senderöhren.

G.W. **White** entwickelt im **Cavendish Laboratory**, Cambridge, unter der Leitung von Sir J.J. **Thomson Kalt-Kathodenröhren**, die als Radoröhren dienen. Sie erreichen nicht die guten Resultate der geheizten Röhren. Normale Röhren mit oxydbeschichteten Platinkathoden kommen 1916 erstmals zum Einsatz. 1917 gelangt die **White-Röhre** zusammen mit einem de-Forest-Audion im **Mark III-HF-Verstärker** mit Rückkopplung zum Einsatz. Sowohl die deutsche LRS-Röhre als auch die Round- und die White-Röhre sind relativ gross zu bauen, um stabile Verhältnisse im Zusammenhang mit dem Gas (z.B. Stickstoff, Quecksilber) im Nahfeld der Elektroden zu garantieren. Die Empfindlichkeit ist grösser als die der Hochvakuumröhre jener Zeit.

Im Sommer 1916 entwickelt die **British Thomson-Houston Company (BTH)** in Rugby das **BTH-Audion** und wandelt es 1917 in eine stickstoffgefüllte Triode um. Ab Juni 1917 baut die **Osram-Robertson-Fabrik** der **General Electric Company, Ltd. (GEC)**, nicht zum GE-Konzern in den USA gehörend) das BTH-Audion. Wegen Problemen mit der Röhrenfunktion erhält die **R2** genannte Röhre ab September Helium als Restgas. Danach fabrizieren **Osram-Robertson**, **BTH** und **Ediswan** die Röhre. Eine **R2A** und die **Type D** für die Luftwaffe markieren das Ende der gasgefüllten oder Niedervakuumröhren.

1914 befindet sich W.J. **Picken** von der **Marconi-Gesellschaft** in den USA. Er nimmt mit **Weagant** an transatlantischen Versuchen teil. **Picken** und **Weagant** lassen Audionröhren an der **Columbia University** auf hohes Vakuum auspumpen und erzielen mit diesen Röhren stabilere Verhältnisse. **Picken** nimmt einige Exemplare mit nach Grossbritannien zurück. 1915 scheint man sich dort aktiv mit den Hochvakuumröhren zu befassen. Zur Untersuchung gelangen die **Pliotron** von **GE USA** und die französische **TM-Röhre**. Ab 1916 stellen alle britischen Fabriken die **R-Hochvakuumröhre** her. Sie weist den B4-Europa-Sockel auf. Allerdings fabriziert **Osram** eine **R2** und eine **R4A** und **Mullard** eine **NR4C** mit dem amerikanischen Edison-Gewindesockel, wobei sich dieser oben befindet und keine Anschlüsse aufweist [237]. Die Röhren dienen als Ersatz für die schwer zu beschaffenden de-Forest-Röhren.

Ediswan nennt ihre Röhre **ES1**. **BTH** konstruiert eine **R4**-Röhre und das **Osram-Robertson-Werk** verbessert sie enorm, so dass sie eine Lebensdauer von bis zu 8000 Stunden erreicht statt der 1500 Stunden der R4. Ediswan und die **Stearn Lamp Company** produzieren sie ebenfalls. Es entstehen die R4A und **R4B** sowie 1919 eine R4B durch **Osram-Robertson**. Die **Z Electric Lamp Company** entwickelt die **R5**. Hauptmann S.R. **Mullard** versieht die Röhre für das **Royal Flying Corps** mit einem Obenanschluss, um die Anoden-Gitterkapazität zu verringern. Sie gilt als die erste Miniaturröhre, wobei **Armstrong** die Aussagen von **Round** bestätigt, dass die Röhre seit 1916 existiert [237]. Die **R6** kommt nicht über das Experimentierstadium hinaus. Ab 1920 produziert **Mullard** die **R7**. Eine **R8** befindet sich im **Science Museum** in London. Damit ist die für Sammler interessante R-Serie abgeschlossen.

Um hohe Frequenzen in Kaskadeverstärkern besser verstärken zu können, entwickelt **Round** für **Marconi** parallel verschiedene Röhren, so z.B. 1916 die **V24** (ähnlich R5) als Verstärker- und die **Q** als Detektor-Röhre. Die V24 ist eine verbesserte **Miniaturröhre** mit Wolframfaden. Sie trägt beidseitig einen Anschluss

plus zwei am Umfang befestigte Kontakte. Spätere Typen weisen einen Thoriumfaden auf. Die V24 kommt vor allem im 6stufigen **Marconi-HF-Verstärker Type 55** zum Einsatz und die Produktion erfolgt bis 1937. Ab 1920 stellt **Round** die Schirmgitterröhre **FE1** her, die auf der V24 basiert. Sie findet Einsatz im **Marconi-Schiffsgerät Type 91** - jedoch nicht als «normale» Schirmgitterröhre, sondern als Detektor, HF- und NF-Verstärker zugleich! Es folgt eine kleine **FE2**-Röhre mit ähnlicher Charakteristik [138].

BTH fabriziert eigene Empfängerröhren **Type A** ab 1917 und **Type B** ab 1918.

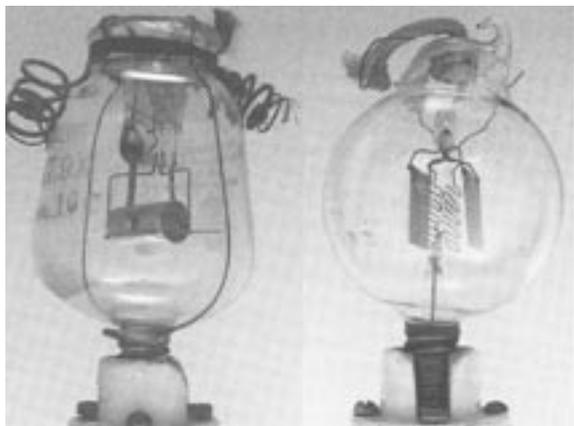


Bild 550 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
Links NT9X von Marconi-Osram, rechts «spherical audion» von BTH

Frankreich

Gustav **Ferrié** von der französischen militärischen Telegrafie-Abteilung (später General) ist der Promotor der Radioröhre. 1908 kommt **de Forest** nach Frankreich, um sein Audion vorzuführen. **Ferrié** lässt ihn die Antenne des Eiffelturms für Versuche benutzen. 1909 beschreibt **Ferrié** als Co-Autor im Buch von J. **Boulangier La Télégraphie sans fil y les ondes électriques** (Verlag **Berger-Levrault**, Paris) Aufbau und Funktionsweise des Audions. 1910 veröffentlicht er eine gut dokumentierte Studie über alle Verfahren der drahtlosen Kommunikation.

1910 stellt die **Compagnie Générale des Lampes** für verschiedene Laboratorien einige Fleming-Dioden - 1912 einige Audiontrioden her. Erst mit der immer bedrohlicheren Aufrüstung in Deutschland erkennt man die Wichtigkeit der Radiokommunikation. **Ferrié** geht im Frühjahr 1914 in die USA. Unter anderem besucht er **Fessenden**, der an Unterwasser-Ton-Erkennungssystemen für U-Boote arbeitet und einen 3-Stufen-Verstärker mit de-Forest-Trioden benutzt. Im Juni 1914 lässt **Ferrié** den Apparat durch seinen Kollegen **Girardeau** beschaffen und an die militärische Radiotelegrafie-Abteilung zu Testzwecken senden. **Girardeau** hört nichts mehr von dieser Abteilung. Bei Kriegsausbruch hält sich Paul **Pichon** - ein französischer Deserteur - gerade in England auf. Er kommt mit dem Schiff aus den USA, wo er für **Telefunken** (er ist dort Chef des Patentdienstes) die neuesten Röhren und Apparate einzukaufen hatte. Ihn überrascht der Krieg und er kann nicht nach Deutschland weiterreisen. Darum wendet er sich an den ihm bekannten Godfrey **Isaacs**, den Direktor von **Marconis Wireless Telegraph Company**, um ihn um Rat zu fragen. Dieser erinnert ihn daran, dass er nach wie vor Franzose sei und sich stellen solle, obwohl er mit einer Gefängnisstrafe zu rechnen habe. Da er, **Pichon**, **Ferrié** persönlich kenne, solle er mitteilen lassen, dass er die modernsten Röhren mit sich führe. So geschieht es, und **Ferrié** lässt **Pichon** sofort rufen. Nach dem Bericht von **Pichon** teilt er ihn in den Radiodienst ein und sendet Muster zur Glühlampen-

fabrik **E.C. & A. Grammont** in Lyon (Marke: **FOTOS**) zwecks Analyse und Nachbau. Erst beim anschliessenden Gespräch mit **Girardeau** über **Pichon** erinnert sich **Ferrié** an den 3-Stufen-Verstärker, der - zwischenzeitlich verstaubt - wieder zu neuen Ehren kommt!

Das Audion konstruieren Jacques **Biguet** und Michel **Peri** mit Unterstützung des Physikers Max **Abraham** praktisch neu und es erhält einseitige Anschlüsse mit Sockel und vier Stiften. Am 23.10.15 melden sie ihre Röhre zum Patent an. Der Sockel ist in der Patentschrift zwar genau vermessen, doch erheben die Erfinder keinen Patentanspruch darauf. Oft nachgebaut, gelangt er darum zum europäischen **Standard B4**. Die Hochvakuumröhre erhält die Bezeichnung **TM Fotos** [131, 138]. Die Bezeichnung **TM** steht für **Télégraphie Militaire**. Da das Militär mehr Röhren benötigt, als **Grammont** fabrizieren kann, verpflichtet man zusätzlich die Firma **Compagnie Générale des Lampes** in Ivry. Diese verwendet die Bezeichnung **TM Métal** auf den Röhren. Gemäss [138-195] sind die Röhren der beiden Hersteller an einigen Details zu unterscheiden, falls die Bezeichnung nicht mehr lesbar ist. Gegen Ende des Krieges beträgt die Produktion dieser Röhren mit zylindrischen, horizontal angeordneten Elektroden mehr als 1000 täglich, die Gesamtproduktion 100.000 Stück. Nach dem Krieg verwenden zahlreiche Amateure diese Röhre. Die Anode besteht aus Nickel, das Gitter aus Molybdän (**Fotos**) oder Nickel und der Heizfaden von 2,1 cm Länge aus Wolfram. Als Verstärkereröhre erhält sie 4 Vf (0,6-0,8 A) und 40-120 Va, als Sende-Oszillatorröhre 5-6 V Heiz- und bis zu 500 V Anodenspannung. Um das Gitter beim Vakuumprozess zur Beseitigung aller Restgase auf Weissglut zu erhitzen, weist es zwei herausgeführte Enden für die Stromzufuhr auf. Mit hoher Spannung bringt man auch die Anode auf Rotglut und wendet aussen Temperaturen von 400 Grad Celsius an.

Ab 1915 erfolgt unter Zuziehung von **Etablissements H. Pilon** die Entwicklung verschiedener grösserer Senderöhren. **Pilon** stellte vorher u.a. Röntgenröhren her. 1917 baut man in Lyon mit der Röhre **TM Fotos** einen Telefonverstärker, der erstmals für die Linie Paris-Marseilles zum Einsatz kommt.

Holland

Am 15.11.17 bringt das Holländische Kriegsministerium eine Telefunken-EVN94-Röhre aus einem deutschen Wasserflugzeug zur **Metaldraadlampenfabriek Holland**, um sie zu analysieren und Kopien herstellen zu lassen. Bereits am 22.11. funktioniert ein Nachbau, der jedoch **Molybdändrähte** enthält, die keine Restgase abgeben. Die Gaede-Pumpe schafft nicht das erforderliche Vakuum, sondern erst die Langmuir-Pumpe. Der Ingenieur F.B.A. **Prinssen** erhält 1918 das holländische Patent Nr. 911 1918 5176 für den Molybdändraht. Die frühen **Hochvakuum-Holland-Röhren** arbeiten so gut, dass im Dezember 1917 die ersten Bestellungen der niederländischen Marine eintreffen. Rundfunkröhren fabriziert die Firma ab 1923 bis zur Stilllegung 1928. 1917 bringt Dr. Hanso **Idzerda**, ein Elektroingenieur aus Den Haag, ein Muster des de-Forest-Audions zu **N.V. Philips Gloeilampenfabrieken** in Eindhoven und erhält Ende des Jahres die ersten Muster des Nachbaus, nachdem er eine Abnahmeverpflichtung von 180 Röhren pro Jahr eingegangen ist. **Philips** hat zuvor keine Röhren fabriziert. Die Röhre heisst nach dem Auftraggeber **Ideezet (IDZ)**. Die Qualität ist gut und die Nachfrage so gross, dass **Idzerda** bis Ende 1918 1200 Stück verkauft. Mehr Informationen über **Philips** sind im Kapitel über die Rundfunkentwicklung bei den einzelnen Ländern unter Holland enthalten und über die weiteren Röhren finden sich Daten im Abschnitt über die 20er Jahre und später.

1918 wirbt **N.V. Bal**, Breda, unter der Marke **Bal Breda** und

Pope für Empfangsröhren. Der Name **Pope** ist die Marke von **N.V. Pope's Draad- en Lampenfabrieken**, Venlo. Die Firma produziert bereits vor **Philips** Glühlampen, ist aber für ihre Drähte und Kabel besser bekannt. 1920 übernimmt **Philips** [138] und führt sie als Handelsfirma weiter.

Andere Länder

In den Jahren 1906-10 entwickeln in Österreich **von Lieben**, **Reisz** und **Strauss** die Quecksilberdampfrohre. In Olmütz (Olomouc in der heutigen Tschechoslowakei) hat **von Lieben** mit Unterstützung seines Vaters eine kleine Telefonfabrik gekauft, in der er die beiden Mitarbeiter **Reisz** und **Strauss** kennenlernt. Seine Versuche führt er in Wien im elterlichen Haus durch. Er hat gesundheitliche Probleme; die Weiterentwicklung seiner Erfindung liegt zum grossen Teil in den Händen seiner Mitarbeiter. Das **Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie** von **Nesper**, 1921, zeigt bei der **C. Lorenz AG** in Wien gefertigte Röhren. **Lorenz Wien** löst man 1920 auf. Zusammen mit den ersten Röhrentypen baut **Lorenz** einen 2stufigen Verstärker.

In Italien konstruiert Quirino **Majorana** eine Variante des de-Forest-Audions und nennt seine Röhre **Electronic Deviator**. Er verwendet ein **Co-planar-Gitter**, das erst zwanzig Jahre später wieder zur Anwendung kommt. Dafür erhält er das deutsche Patent DRP 281014. Das Gitter weist zwei elektrisch getrennte, auf gleicher Ebene angeordnete Kämmen auf. Die erste Beschreibung stammt vom 5.9.12.

Eric Magnus Campbell **Tigerstedt**, ein in Dänemark lebender Russe, meldet 1914 ein deutsches Patent für eine Telefonverstärkeröhre an. Er erhält 1916 das US-Patent 1212163, doch ist nichts über eine Produktion bekannt.

In der Schweiz entstehen ab 1917 in der **Basler Glühlampenfabrik** unter Mitwirkung von Prof. **Zickendraht** einige Sende- und Empfangsröhren. Später stellen weitere Firmen Röhren in kleiner Zahl her.

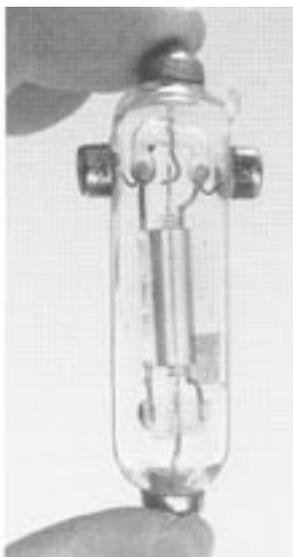


Bild 551 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
Japanische ANNAKA, Typ QX, früher Nachbau der Marconi V24

Russland bzw. die UdSSR leidet nach dem Ersten Weltkrieg unter den Wirren der Revolution, und es kommt einzig 1919 eine Kopie der französischen **TM-Röhre** zustande. Diese stellt M.A. **Brontsch-Brujewitch** im Laboratorium Nijni-Novgorod unter der Bezeichnung **PR1** her.

In Australien stellt ab 1919 die 1913 durch **Marconi** und **Telefunken** gegründete **Amalgamated Wireless Australasia Ltd.** (**AWA**) eine Triode ohne Sockel, jedoch mit zwei Heizfäden her.

Die **Expans B-Röhre** weist auf beiden Seiten Drähte auf. In Japan produziert man um das Jahr 1920 eine sockellose Röhre mit der Bezeichnung **ANNAKA-AAB-5**. Sie ist auf zwei Seiten mit Drähten bestückt.

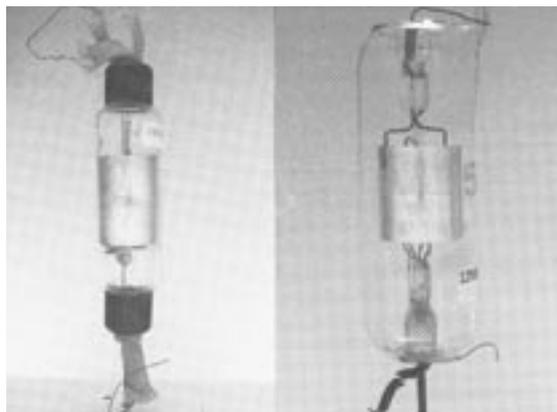


Bild 552 [Sammlung Radtke, Gütersloh]
Links Expans B-Röhre aus Australien, rechts Annaka-AAB-5 aus Japan

Auszug aus dem Fachbuch «Radios von gestern»
(Ernst Erb)

Wir haben die Seitennummerierung so eingesetzt, dass sie dem Buch entspricht. Damit können sich Leerstellen (zu Beginn oder am Ende) ergeben.

Sie sind eingeladen, Fehler in diesem Buch zu melden oder den fachartikeln Zusätze in Ihrem Namen anzufügen. Dazu können wir Ihnen die Schreibrechte einstellen. Fehlerkorrekturen möchten wir in einem günstigen Arbeitsbuch mit einfließen lassen, sobald die jetzige Form (3. Auflage) ausverkauft ist. Zusatzartikel verbleiben aber hier, da wir die Seiteneinteilung grundsätzlich auch im neuen Buch einhalten wollen.

Benutzen Sie das Feldstecher-Symbol, um Suchbegriffe sofort zu finden.

Kritiken über das Buch finden Sie über www.amazon.de. Bestellen können Sie es direkt bei der Verlagsauslieferung, die täglich per Post gegen Rechnung Bücher ausliefert: HEROLD-Oberhaching@t-online.de oder HEROLD@herold-va.de. Da ist auch der Radiokatalog Band 1 zu haben.

Copyright Ernst Erb

www.radiomuseum.org