

061 - Beginn der Röhrentwicklung

Teil aus dem Röhrenkapitel „Radiokatalog Band 2“:

Die Elektronenröhren haben unsere heutige Elektronik begründet - viel früher, als man glauben möchte. Schon im 18. Jahrhundert benutzt z.B. *Henly* Vakuumröhre und Flamme als Indikator der elektrischen Stromrichtung. Von ersten Versuchen mit Vakuumröhren bis zur Entwicklung erster Radioröhren und der Vervollkommnung der Rundfunkröhren berichtet «Radios von gestern» [1] auf den Seiten 197 bis 260. Hier im «Radiokatalog» finden Sie lediglich stark gekürzte Fakten über die Entstehung der Radioröhre. Warum überhaupt? In Deutschland hat man während der «braunen Zeit» auch auf dem Gebiet der «Erfindung» der Röhre den Fakten widersprechende Angaben veröffentlicht. Und: Diese halten sich bis heute sogar in modernen Lexika - und damit auch bei Fachleuten.

Aber auch 1917 und später findet man bei *Telefunken* und in Fachzeitschriften «geschönte» Fachbeiträge, die zumindest Arbeiten des Auslandes ignorieren und damit auf falsche Schlüsse kommen. Besonders bei Telefunkenunterlagen wie [580, 582 und 583] der Jahre 1918 und 1919 findet man statt des viel späteren Einführungsdatums von Röhren und Geräten Monats- und Jahresdaten oft als „Datum des ersten Musters“ angegeben – und zwar so, dass man an das Einführungsdatum glaubt.

Erste Sendeversuche mit der Liebenröhre gab es ab 1913, doch findet man im Text immerhin «Bei 400 Volt betrug die Lebensdauer meist nur wenige Stunden» [582-11]. Ab 1915 konnte man in Deutschland eigentliche Hochvakuum-Senderöhren bauen [582-27+45] und damit 15 km (Fürstenbrunn – Seegefeld) in Telefonie überbrücken. Zum Vergleich: Im Oktober 1915 erreichen die Amerikaner mit Ihren drahtlosen Telefonieversuchen Paris [1-50] wobei jedoch 550 Röhren in Parallelschaltung arbeiten.

De Forest und von Lieben

Wenn die Fragestellung lautet: Wer hat die **Radioröhre** erfunden, dann muss man feststellen, dass man weder den Amerikaner Lee *de Forest* (Yale Universität), noch den Österreicher Robert *von Lieben* nennen kann, sondern **Fleming** aus **Grossbritannien**. Er hat **1904** - nach praktischen Versuchen - das Patent für die HF-Gleichrichterröhre bzw. Röhrendiode (oscillation valve) angemeldet. Schon ab 1902 kann Marconi die Fritter (Kohärer, Stahlkohärer) durch den empfindlicheren Magnetdetektor (*Rutherford* 1895) ablösen, doch ist er von der Röhrendiode von *Fleming* (Idee «Hochvakuum») so begeistert, dass er z.B. den «Marconi-Fleming valve receiver» [1-199] baut. Wenn Sie aber nach dem Erfinder des Röhrengleichrichters fragen, kommen Sie auf Peter *Cooper-Hewitt*, der 1902 die Quecksilberdampf-Gleichrichterröhre zum Patent anmeldete. Diese diente über Jahrzehnte zur Gleichrichtung von Wechselstrom. Aber auch der Deutsche Arthur *Wehnelt* veröffentlicht ab 1903 wichtige Erkenntnisse um die «Aussendung negativer Ionen» bei erhitzten metallischen Stoffen und findet dabei die überragende Leistung von oxydierten alkalischen Metallen wie Barium und Kalzium. Am 15.1.1904 meldet er ein Patent für eine Gasentladungsröhre mit **Oxyd-Kathode** für die Gleichrichtung von Wechselstrom inkl. Drehstrom an. 1905 führt er bei der Braunschen Kathodenstrahlröhre von 1897 die Glühkathode ein. Erst 1906 führt *Wehnelt* unter

Erwähnung von *Fleming* an, dass sein Gleichrichter prinzipiell auch HF gleichrichten könne.

Auf die Frage nach dem Erfinder der **Triode** gibt es auch eine klare Antwort: **Lee de Forest** aus den **USA**. Nachdem er 1899 an der Yale Universität mit der Arbeit «Reflections of Hertzian Waves from the Ends of Parallel Wires» graduiert, widmet er sich intensiv der Empfangstechnik. 1900 suchen er und *Smythe* den Kohärer durch einen «Responder» zu ersetzen und *de Forest* studiert danach verschiedene Phänomene im Zusammenhang mit Gasflamme und erhitzten Materialien. 1905 meldet er seine «static valve» zum Patent an. Das ist aber noch keine Triode, wie auch die Patentanmeldungen von *Lieben's* bis im Dezember 1910 keine Trioden behandeln. Auch das am 18. Januar 1906 angemeldete «Two electrode audion» ist nur eine spezielle Röhrendiode, die im linearen Teil statt wie bei *Fleming* im nichtlinearen Teil (Kennlinienknick) der Kennlinie arbeitet [1-200]. Am 25. Oktober **1906** aber meldet er eine Triode als «Device for **amplifying** feeble electrical currents» zum Patent an. Für die Steuerelektrode führt er darin auch das Wort «Gitter» (grid) ein. Weitere Patente folgen und anlässlich der Kreuzfahrt der US-Flotte von **1907-08** um die Welt befinden sich bereits mehr als 20 Audion-Empfänger **im Einsatz!** Bis 1910 funktionieren in der Praxis weltweit lediglich die Röhrendioden (nicht unbedingt besser als Kristalldioden) und das *de-Forest-Audion*. Bis Ende 1909 sind 440 Audionröhren verkauft und man kann in den USA erste mit Röhren von *Lee de Forest* bestückte Empfänger frei erwerben.

Was macht Robert *von Lieben* zu dieser Zeit? Er möchte mit der «Braunschen Röhre» mit «Wehnelt-Kathode» einen Telefonverstärker bauen. Dazu meldet er am 4. März 1906 ein Patent an, das die Ablenkung eines Kathodenstrahls mittels äusserlichen Magneten auf zwei verschiedene Anoden vorsieht. Eine ähnliche Einrichtung melden z.B. auch *Max Dieckmann* und *Gustav Glage* am 10. Oktober 1906 an. Mit der Patentanmeldung vom 4.9.1910 sichert sich das *Team von Lieben/Reisz/Strauss* (LRS) die Rechte der elektrostatischen Ablenkung (wie z.B. beim Oszilloskop), doch die praktischen Versuche, auch nur eine akzeptable NF-Verstärkung zu erzielen, scheiterten auch hier. Erst mit der Patentanmeldung vom **20.12.1910** verlässt das Team diesen Weg vollkommen und beschreibt darin – notabene unter Erwähnung der Arbeit von *de Forest* - eine Triode. Aber erst weitere Erkenntnisse und Patentansprüche machen diese auch praktisch einsetzbar - z.B. Füllung mit Quecksilberdampf (Patentanmeldung 13.7.1911). Am 1. März **1912** startet AEG die serielle Herstellung der *Lieben-Röhre*, die wir so sehr suchen! Die Triode mit der Priorität von 1906 zu verbinden statt mit 1910 – wie es fast bei allen Artikeln über *von Lieben* vorkommt – ist absurd und man müsste dann die Priorität ebenso absurd bei *de Forest* auf die Jahrhundertwende legen, wo er mit erhitzten Gasen einen Radioempfang zu erreichen versuchte.

Den eigentlichen Durchbruch bringt die Vakuumröhre statt der gasgefüllten: **Ende 1912** erreicht *WECO* in den **USA** mit der im selben Jahr durch *Gaede* entwickelten Pumpe eine **Vakuumröhre (Type A)** und 1913 baut *Langmuir* bzw. *General Electric* Hochvakuum-Trioden mit noch höherem Vakuum, dank der Pumpe von *Langmuir*, während die mit Quecksilbergas gefüllte *Liebenröhre* noch immer nicht zufriedenstellend arbeitet. Erst ab 1914, umschlossen durch einen Käfig mit Temperaturregulierung, zeigt die Röhre befriedigende Resultate für drahtgebundene

Telefonie, während sie ab April 1913 zumindest im Sender Nauen als Überlagerer zum Einsatz kommt [580-117]. Endlich verlässt man in **Deutschland** diesen Holzweg: *Telefunken* entwickelt ab Mai/Juni bis August 1914 eine Hochvakuum-Radoröhre EVN94 samt Zweiröhren-NF-Verstärker Typ EV89, die ab Januar 1915 verfügbar werden [580-43+61]. Die EVN94 erhält später einen weniger gekrümmten Heizfaden (Änderungen April 1915 und August 1915). Auch bei *Telefunken* entstehen zahlreiche Zwischentypen zu Versuchszwecken bis eine Röhre fertig entwickelt ist – für Doppelgitterröhren gab es dort wohl mehr als 100 verschiedene Versuchsmuster. So ist z.B. die 61ZM ein Vorläufer der „SS“. Im November 1916 entsteht die EVN171 (ab April 1917 in kleinerer Form). Als Weiterentwicklung der Schlömilchröhre vom März 1914 kommt ab Januar 1917 die EVE173 mit rot gefärbtem Kolbendom in den Verkauf und ab Mai 1917 ist sie ohne Kappe und verkleinert verfügbar. Sie mutiert schliesslich bis zum Dezember 1917 zur RE11 [580-49+75] mit Einsatz im NF-Verstärker EV226, wobei die Serienfertigung ab 1918 erfolgt.

In der besprochenen Zeit entstehen bei *AEG* die Messerkontaktröhren K1 und K3 sowie die Röhre K2 mit Telefunktensockel.

Auch *Siemens & Halske* entwickeln mit der A-Röhre eine Messerkontaktröhre - mit einer späteren Verbesserung (ohne Ringli in der Heizungszuführung) sowie 1915 die Sch86-Röhre mit Telefunktensockel in der Ausführungsform nach Dr. *Schottky*. Ein Zweiröhren-Verstärker von *S&H* enthält Doppelgitterröhren und ein Dreiröhren-Verstärker die C-Röhre, beides Messerkontaktröhren. Nur während des Krieges bauen *auch Schott und Genest* verschiedene Typen mit Telefunktensockel und eine Messerkontaktröhre (zuerst mit Nickelanode). Im Dezember 1916 gibt es Versuche ohne Glühkathode mit der Kesselröhre und im Januar 1917 mit der Marxröhre [580-55].

Alles klar? Nein. Gemäss [149-90] - mit vielen Behauptungen aus der «braunen Zeit» - habe *Gaede* bereits 1906 mit einer Quecksilberdampfampe und eingebautem Steuergitter mittels Rückkopplung selbsterregte Schwingungen erhalten. Zudem: *De Forest* kann schon 1908 die Gebühren für seine deutschen Patente nicht bezahlen und nach deutschen Quellen habe er den Anspruch auf NF- oder HF-Verstärkung nicht gemacht (siehe aber im obigen Text) - obwohl das Audion natürlich auch ohne Rückkopplung verstärkt. *Otto von Bronk* (*Telefunken*) meldet am 3.9.1911 den Anspruch für die HF-Verstärkung der «de-Forest-Röhre» an - nicht der «Lieben-Röhre»! *De Forest* beschreibt z.B. die Rückkopplung am 6.8.1912 und seine Vertreter gewinnen später am obersten Gericht der USA gegen *Armstrong* [1-50]. Über die wichtige Rückkopplung gibt es besonders Ende 1912 bis 1913 Patentanmeldungen von zahlreichen «Erfindern» dieses Prinzips.

Zurück zur frühen Röhrenentwicklung: Am 14.8.1912 erhält *de Forest* Röhren mit besserem Vakuum und demonstriert am 30.10.1912 bei der *Western Electric Company (WECO)* seine Anordnung als Telefonverstärker. Diese Rechte kauft *WECO* und entwickelt daraus die («Hoch»)-Vakuum-Röhre Type A mit Platin-Kathode und Bariumoxyd. Diese Art Telefonverstärker kommt ab 18. Oktober 1913 in Philadelphia zum Einsatz. Die Röhre hat 1000 Stunden Lebensdauer. Ab Anfang 1914 sind die *WECO*-Röhren als «Type M» mit einem kurzbeinigen 4-Stiftsockel mit Bajonettverschluss versehen. Das «alte» Oxydverfahren erweist sich als zu kompliziert, anfällig und teuer, weshalb es erst mit ganz neuen, meist patentierten

Methoden Anfang der 20er Jahre gelingt, gute Oxydkathoden herzustellen. Die Glühlampenindustrie arbeitet ab 1906 mit Wolframpaste [423-3] statt Kohle als Glühdraht, wobei 1910 D. *Coolidge* bei *GE* reine Wolframdrähte verarbeiten kann und 1913 Irving *Langmuir*, ebenfalls bei *GE*, mit gasgefüllten Lampe (Argon) einen weiteren Durchbruch erzielt. So erhalten auch die ersten Radioröhren eine Wolframheizung.

Wegen des mechanischen Telfonverstärkers von S.G. *Brown* von 1908 war man in **Grossbritannien** z.B. nicht so sehr an Röhren interessiert, obwohl sich *Fleming* bereits 1907 ein de-Forest-Audion kommen lässt. Immerhin beginnt H.J. *Round* 1911 bei *Marconi* mit der Entwicklung von Trioden. Die Round-Röhren kommen **1913** als HF-Verstärker zum Einsatz [1-207]. Weitere Röhren folgen. Ab 1916 fabrizieren alle britischen Röhrenhersteller (siehe unten) die R-Hochvakuumröhre mit B4-Europasockel in Anlehnung an die französische TM.

1908 führt *de Forest* sein Audion in **Frankreich** vor. Die weitere Geschichte ist ziemlich abenteuerlich [1-208], bis **1915** die ausgezeichnete Hochvakuum-Radioröhre TM mit B4-Europasockel realisiert ist.

Andere europäische Länder benötigen mehr Zeit, bis sie Röhren entwickeln und fabrizieren - **Holland** und die **Schweiz** z.B. ab **1917**. Andere melden frühe Patente an, die aber nicht zu einer Produktion führen, wie z.B. Eric Magnus Campbell *Tigerstedt* in Dänemark 1914 oder modifizieren das Audion von *de Forest* wie Quirino *Majorana* in Italien mit deutscher Patentanmeldung von 1912. In **Österreich** scheint eine Röhrenproduktion erst in den 20er Jahren aufzukommen.

Hochvakuum blieb nicht der einzige Schritt, der zu brauchbaren Röhren führte, sondern auch Kathodenmaterial, Fabrikationsmethoden, Verbundsysteme, Verkleinerung und Entkopplung der Systeme etc. Das würde ein ganzes Buch füllen.