

Aus Funkgeschichte Heft 136 mit freundlicher Genehmigung der GFGF e.V.

# FUNK Nr. 136 GESCHICHTE

MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT DER FREUNDE  
DER GESCHICHTE DES FUNKWESENS (GFGF)



## Inhalt / Impressum

### Persönliches

Bundesverdienstkreuz für Günter Abele .....	55
---	----

### Biografie

Lee de Forest - "Vater des Radios"	
Teil 2: Die Audionröhre als Verstärker .....	57

### Rundfunktechnik

Drahtfunk, Teil 4:	
Vom Drahtfunk zum Breitbandkabel .....	83

### Schaltungstechnik

Radione 740 W. Teil 2: Störbegrenzer .....	90
--	----

### Firmengeschichte

Die HEATHKIT-Story .....	97
--------------------------	----

### Mitteilungen / Verein

Gedanken über die Redaktion der FUNKGESCHICHTE .....	74
Deutsches Rundfunkarchiv jetzt in Potsdam-Babelsberg .....	79
Des Rätsels Lösung .....	82
Typenreferent Fernsehen: Wilfried Meier .....	78
<b>Typenreferenten der GFGF</b> .....	103

### Museum

Neues privates Radiomuseum in Ueckermünde .....	80
Körting-Raritäten in Grödig .....	81

### Buchtipp

Bernhard Hein: Die Geschichte der Rundfunkindustrie der DDR 1945 - 1967 .....	76
Letzte Exemplare vom Trenkle-Buch "Bordfunkgeräte" .....	77

## IMPRESSUM

Die FUNKGESCHICHTE erscheint in der ersten Woche der Monate Januar, März, Mai, Juli, September, November. Redaktionsschluss ist jeweils der 1. des Vormonats.

Herausgeber: Gesellschaft der Freunde der Geschichte des Funkwesens (GFGF) e.V., Düsseldorf.

Vorsitzender: *Karlheinz Kratz*, Böcklinstraße 4, 60596 Frankfurt/M. Kurator: *Winfried Müller*, Hämmerlingstraße 60, 12555 Berlin-Köpenick.

Redaktion: *Dr. Herbert Börner*, Ilmenau, (Textteil) und *Helmut Biberacher*, Senden, (Anzeigenteil).

Artikelmanuskripte an: *Dr.-Ing. Herbert Börner*, Wacholderweg 13, D-98693 Ilmenau.

Kleinanzeigen und Termine an: *Dipl.-Ing. Helmut Biberacher*, Postfach 1131, 89240 Senden,

Tel. 07307/7226, Fax 17242,

E-Mail: [helmut.biberacher@t-online.de](mailto:helmut.biberacher@t-online.de)

Anschriftenänderungen, Beitrittserklärungen etc. an den Schatzmeister *Alfred Beier*, Försterbergstraße 28, 38644 Goslar, Tel. 05321/81861, Fax /81869, E-Mail: [beier.gfgf@t-online.de](mailto:beier.gfgf@t-online.de)

Für GFGF-Mitglieder ist der Bezug der FUNKGESCHICHTE im Mitgliedsbeitrag enthalten.

GFGF-Mitgliedschaft: Jahresbeitrag 70,- DM, (Schüler/Studenten jeweils 52,- DM gegen Bescheinigung), einmalige Beitrittsgebühr 6,- DM. Konto: GFGF e.V., Konto-Nr. 29 29 29 - 503, Postbank Köln (BLZ 370 100 50).

Druck und Versand: Druckerei Kretzschmar, Inh. *Peter & Andreas Jörg* GbR., Schleusinger Str. 10, 98708 Gehren/Thür., Tel. 036783/87557

Auflage dieser Ausgabe: 2.500 Exemplare

© GFGF e.V., Düsseldorf. ISSN 0178-7349

Internet: [www.gfgf.org](http://www.gfgf.org)

**Titelbild:** *Günter Abele* (r.) während der Verleihung des Bundesverdienstkreuzes.

Foto: *K.-H. Kratz*





## Bundesverdienstkreuz für *Günter Abele* - herzliche Gratulation!

**E**s gibt Ereignisse im Leben eines Menschen, die man beim besten Willen nicht planen kann. Ich denke nicht an Überraschungen, die wir dem Schicksal zuschreiben, die dem eigenen Handeln und Streben zuwiderlaufen. Ich denke an beglückende Momente, die mit der eigenen Wesensart und den Wünschen in Einklang stehen.

Am 26. Oktober 2000 hat der Bundespräsident das **Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland** an unseren Sammlerfreund **Günter Abele** verliehen. Die Auszeichnung wurde am 11. Januar dieses Jahres im Rahmen einer Feierstunde von Staatssekretär *Sieber* im Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg in Stuttgart übergeben. Als Gäste hatte *Günter Abele* eingeladen: Herrn *Hans Georg Brunner-Schwer*, ehemaliger technischer Direktor bei SABA,

Herrn *Dr. Ulrich Kern* vom Museum für Technik und Arbeit aus Mannheim, Herrn *Dr. Moortgat-Pick*, ehemals technischer Direktor der Körting-Radiowerke. Von der GFGF waren vertreten die Herren *Dr. Erik Windisch* aus Rosengarten, *Gerhard Neef* aus Karlsruhe und *Karlheinz Kratz* aus Frankfurt.

Eine solche Feier erhält ihren Glanz erst durch die eigene Familie, den Bruder *Werner Abele* und die Kinder *Ursel Hartmann*, *Evi Müller*, *Frank Abele* und am Ende dieser Aufzählung als Hauptperson selbstverständlich *Günter Abeles* langjährige Lebensgefährtin *Erika Lütke-Wenning*.

In seiner Laudatio würdigte Herr Staatssekretär *Sieber* den Werdegang von *Günter Abele*, seine Verdienste für das Land Baden-Württemberg und für den Erhalt technischen Kulturgutes. Mit beruflichen Wurzeln in der Rundfunktech-

## Ehrung

nik entwickelte *Günter Abele* sich über Service- und Reparaturtätigkeit an medizinischen Hochfrequenz-Therapiegeräten in unermüdlicher Arbeit bis zum ersten Sachverständigen für HF-Schweißtechnik und brachte die Geräte bis zur Fertigungsreife, zunächst bei Körting. Als Autodidakt erarbeitete er sich ein umfangreiches theoretisches und praktisches Wissen über diese neue Technologie und gab u. a. 1965 das umfangreiche Buch "HF-Schweißtechnik" heraus, das bis heute als Standardwerk auf diesem Gebiet gilt.

Im Jahre 1990 beendete er seine selbständige berufliche höchst erfolgreiche Karriere und widmete sich seitdem wieder dem Ursprung seines Erfolges - der Radiotechnik. Seit seinem 50. Lebensjahr Radiosammler und ab 1981 Mitglied der GFGF, sammelte und dokumentierte er mit der ihm eigenen Gründlichkeit. Unter uns Sammlern ist *Günter Abele* ein Begriff. 1990 hatte der Amateurfilmer *Josef Pettinger* mit dem Film "Faszination Radio" höchste Auszeichnungen erhalten, 1993 erschien als erstes Buch die "Radio-Nostalgie".

Die Krönung des unermüdlichen Schaffens ist das zwischen 1996 und 1999 herausgegebene fünfbändige Werk "Historische Radios", mit dem dann endgültig ein Denkmal für die deutsche Rundfunkindustrie errichtet war, nicht ein die Vergangenheit verherrlichendes, wie wir es so oft in firmeneigenen Veröffentlichungen finden, sondern ein objektiv darstellendes.

Eine allumfassende Würdigung von mehr als 7 Jahrzehnten aktiven Lebens kann an dieser Stelle nicht gebracht werden. Erwähnt sei nur noch *Günter Abeles* Engagement für die Museen des Landes Baden-Württemberg und die Dokumentation der Radiohersteller dieses Landes, von den Anfängen bis zu den kleinen Fabrikanten der Nachkriegszeit.

In seiner Dankrede brachte unser geehrter Sammlerfreund seine große Freude über die Würdigung zum Ausdruck und erinnerte daran, dass er ohne die tatkräftige Unterstützung von vielen seiner Freunde nicht zu dieser Ehre gekommen wäre. Ich zitiere: "Aber wie das halt so ist im Leben, der Initiator erntet die Lorbeeren, die Helfer haben das Nachsehen." Als Dank überreichte er an den Staatssekretär einen Satz Bücher "Historische Radios" zur Weitergabe an eine der großen Landesbibliotheken, da denen ja das liebe Geld für solch teure Bücher fehle.

Im Namen der GFGF würdigte *Karlheinz Kratz Günter Abele* als Sammlerfreund und langjähriges Vorstandsmitglied, das Maßstäbe gesetzt hat. Die GFGF rechnet nicht damit, dass nach der Auszeichnung die Hände in den Schoß gelegt werden. Wer sich auf seinen Lorbeeren ausruht, trägt sie an der falschen Körperstelle. *Günter Abele* wird sie auf dem Haupt tragen.

Herzlichen Glückwunsch!

*Karlheinz Kratz*



# Lee de Forest - "Vater des Radios"

## Lebensweg und technische Beiträge des amerikanischen Funkpioniers (1873 - 1961)

### Teil 2: Die Audionröhre als Verstärker

Berthold Bosch, Bochum

Im Frühjahr 1912 erfuhr Präsident Thomson von der Federal-Gesellschaft, dass ein gewisser *Fritz Lowenstein* in New York mit einem von ihm "Ion Controller" genannten Bauelement sowohl einen NF-Verstärker als auch einen Oszillator gebaut hatte [3], [12]. Dies war für die Federal von großem Interesse, da sie zur Erhöhung der Reichweiten ihrer Stationen dringend eine Verstärkung hinter dem Empfangsdetektor benötigte. Chefsingenieur *Elwell* berichtete *de Forest* davon und fragte ihn, ob seine Audionröhre denn nicht auch zu mehr brauchbar sei als nur zur Detektion. Bei der Erwähnung des Namens *Lowenstein* wurde *de Forest* hellhörig.

*Fritz Lowenstein* (ursprünglich *Löwenstein*) war gebürtiger Österreicher, der nach seinem Studium in Österreich und Deutschland in die USA gegangen war, und zwar als Assistent zu *Nicola Tesla* [19]. Er kehrte nach einiger Zeit für ein paar Jahre nach Deutschland zurück, um dann erneut für *Tesla* zu arbeiten. In New York eröffnete er 1905 ein eigenes Ingenieurbüro, und 1909 wurde er von der De Forest Co. als beratender Ingenieur angestellt. Dort kam er auch mit dem Audion-Detektor in Kontakt. Nach dem Bankrott der De-Forest-Firma betrieb er ab Frühjahr 1911 wieder ein eigenes Büro. Sein Hauptkunde war

damals ein von *John Hammond* geleitetes Unternehmen, das Fernsteueranlagen für Torpedos und kleine Schiffe entwickelte. Im Winter 1911/12 befasste sich *Lowenstein* näher mit den Möglichkeiten, die ihm die Audionröhre mit ihren drei Elektroden zu bieten schien. Durch Kontakte, die er nach Österreich und Deutschland unterhielt, war *Lowenstein* wohlvertraut mit der zunächst in Wien, dann in Berlin entwickelten Lieben-Röhre [3]. Mitte November 1911 konnte er mit dem Audion, das er "Ion Controller" nannte, bereits NF-Verstärkung erzielen und bald darauf auch Schwingungen erzeugen. Dabei fand er heraus, dass es wichtig war, dem Gitter der Röhre eine negative Vorspannung zu geben. Bild 18 zeigt die von ihm verwendete Verstärkerschaltung, für die er ein Patent anmeldete.

*Lowenstein*, der Anfang 1912 offenbar auch HF-Verstärkung erzielen und Schwingungen erzeugen konnte [3], führte seinen Verstärker am 27.1.1912 als eine "Black Box" der Telefongesellschaft American Telephone & Telegraph Co. (AT&T) vor, die dringend einen NF-Verstärker suchte. Er wartete lange Zeit vergeblich auf eine Antwort, hatte der AT&T aber auch erst nach fast einem Jahr gestattet, seine Box zu öffnen. Die AT&T kaufte ihm schließlich

**Biografie**

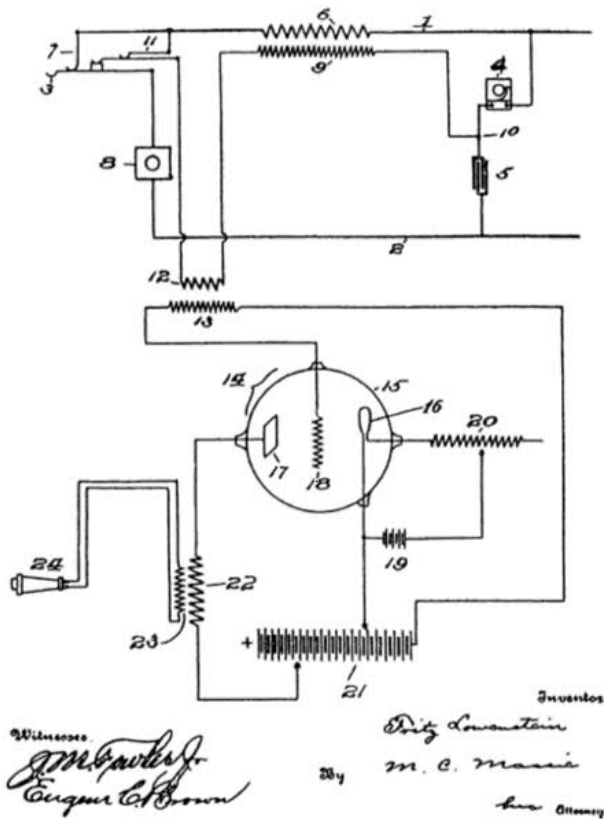


Bild 18: Verstärkerschaltung von F. Lowenstein (U.S. Patent 1 231 764, 24.4.1912).

1918 das Patentrecht für die stattliche Summe von 150.000 \$ ab. Darin enthalten war Entgelt für die Nutzung in zurückliegenden Jahren. Im Frühjahr 1912 hatte Lowenstein mehr zufällig auch Kontakt zur General Electric in Schenectady bekommen. Dort war es Irving Langmuir, der sofort die Möglichkeiten erkannte, die in der Audionröhre steckten, vor allem wenn man deren Vakuum verbesserte. Bereits im März 1913 konnte Langmuir eine passable Audionröhre mit Hochvakuumröhre vorweisen, mit der er dann im folgenden Monat sehr erfolgreich einen Verstärker realisierte. Auf diese Weise gelangte das in einer kleinen bankrotten Firma verborgene Wissen um die Verstärkerröhre über den aktiv involvierten Mittelsmann Lowenstein zum größten Hersteller elektrischer Geräte, der GE [3].

Im Juni 1912 nahm John Hammond, Lowensteins Auftraggeber, an der International Wireless Telegraphy Conference in London teil, auf der die Telefunken-Gesellschaft ihr großes Aufsehen erregendes LRS-Relais\* ausstellte. Schon im Mai 1912 hatte die britische Admiralität gegenüber Telefunken ihr Interesse an dieser Relaisröhre angemeldet [20]. Nach der Konferenz folgte Hammond einer Einladung nach Berlin, um die Telefunken-Laboratorien zu besichtigen. Dort sah er NF-Verstärker mit der LRS-Röhre, vor allem wohl auch den HF-Verstärker mit einer Audion-Triode, den Otto von Bronk am 3.9.1911 zum Patent angemeldet hatte [3], [12]. Hammond war überrascht vom Fortschritt, der in Deutschland gemacht worden war. Unmittelbar nach seiner Rückkehr in die USA schrieb er am 9.8.1912 einen warnenden Brief an Lowenstein: "Die Telefunken-Gesellschaft hat genau dasselbe Ding, das Sie haben. Ich sehe keine Möglichkeit, Telefunkens Patentrechte anzugreifen. Um Geld aus der Sache herauszuholen, sollten wir uns beeilen, damit wir nicht in Patent-Komplikationen geraten [3]."

Bild 19 zeigt die Anordnung, wie sie von Bronk in seinem Telefunken-Patent angegeben hatte und in der von ihm ein Audion verwendet wurde. Die Audions mussten dann wohl beim Hersteller McCandless gekauft worden sein, der in seinen erhalten gebliebenen Aufzeichnungen für 1911 z. B. 127 Röhrenverkäufe an "verschiedene Kunden" bzw. "gegen bar" verzeichnete [12].

\* Ursprünglich von R. von Lieben konzipierte Verstärkerröhre ("Kathodenstrahlrelais"), die später vor allem von seinen Mitarbeitern E. Reisz und S. Strauss weiterentwickelt wurde.



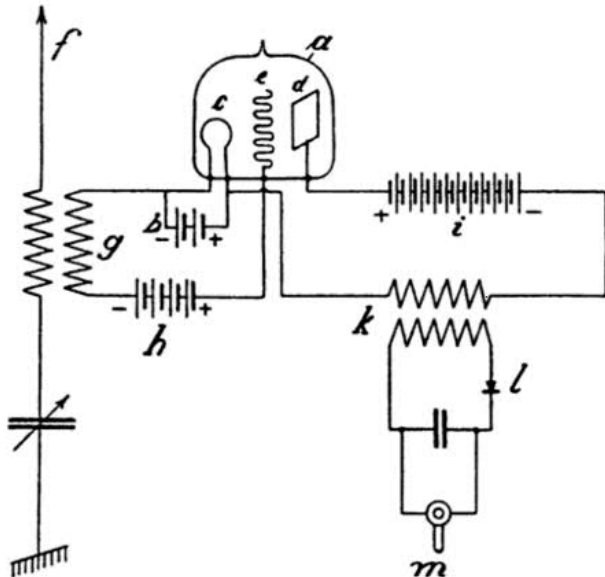
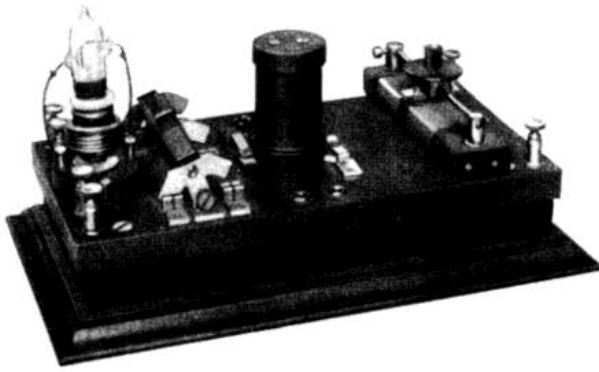


Bild 19: Hochfrequenzverstärker nach Otto von Bronk (DRP 271 059, 3.9.1911). Foto aus: Festschrift 25 Jahre Telefunken, 1928.

In der Patentschrift von Bronks wird erklärt, dass eine kleine positive Gittervorspannung nötig sei, um den dann fließenden Gleichstrom durch das HF-Signal zu verstärken oder zu schwächen und auf diese Weise auch den Strom zur Anode zu modulieren. Eine negative Gittervorspannung dagegen wurde für die Verstärkung bei der LRS-Röhre in ihrer Form von Ende 1910 als notwendig erachtet (Bild 20). Die am 20.12.1910 erfolgte Patentanmeldung führt jedenfalls aus, dass in der mit Steuergitter ausgestatteten Röhre eine sorgfältige Einstellung der Gittervorspannung wichtig wäre, damit tatsächlich eine Verstärkung und nicht lediglich "eine Gleich-

richtung wie bei dem De-Forest-Audion" aufträte. Wenn der Abgriff c in Bild 20 sich näher zum negativen Ende des mit etwa 25 V betriebenen Heizfadens hin befand, stellte sich eine negative Vorspannung am Gitter gegenüber dem Heizfaden ein. Die LRS-Röhre wurde zunächst für NF-Verstärkung entwickelt und ermöglichte z.B. im Oktober 1912 erstmals eine Telefonübertragung auf der Strecke Königsberg-Straßburg. Telefunken benutzte die Röhre ab Mitte 1912 auch als HF-Verstärker und ab Anfang 1913 als HF-Oszillator sowie Radiotelefonie-Sender [16], [22] (s. a. Bild 21).

Die Telefunken-Gesellschaft begründete einen umfassenden patentrechtlichen Anspruch auf alle Verstärkerröhren mit dem Erwerb des ursprünglichen Lieben-Patentes vom 4.3.1906 (Erwerb durch Lieben-Konsortium) und der späteren LRS-Patente. Im Patent von 1906 lautete der Anspruch schlicht und einfach: "Kathodenstrahlrelais bis zu den höchsten Frequenzen, dadurch gekennzeich-

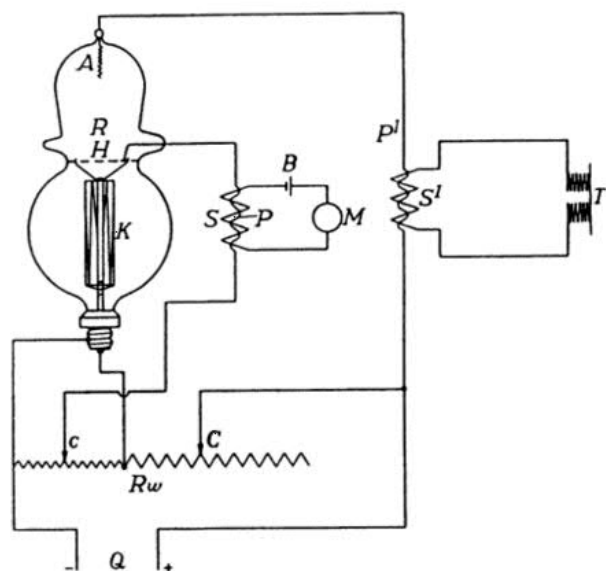


Bild 20: Verstärkerröhre nach R. von Lieben, E. Reisz und S. Strauss in NF-Schaltung (DRP 249 142, 20.12.1910).

## Biografie

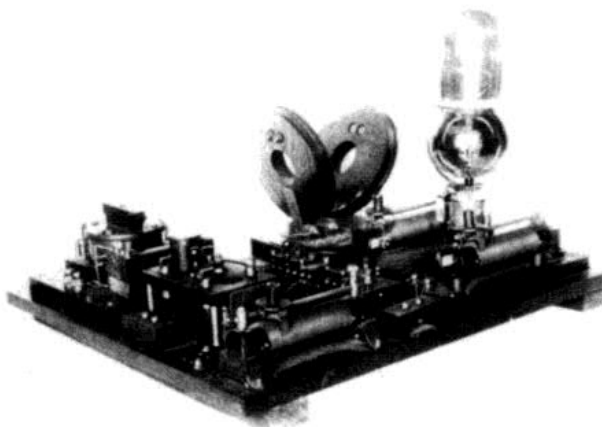


Bild 21: Funkempfänger mit LRS-Röhre aus der Anlage des Passagierdampfers "Vaterland" der Hamburg-Amerika-Linie; Jungferreise Mai 1914. Als die U.S. Navy das Schiff 1917 übernahm, fanden sich 14 dieser Röhren an Bord [21].

net, daß langsame Kathodenstrahlen ... durch die zu verstärkenden Stromwellen derart beeinflußt werden, daß sie in ihrem Stromkreise Wellen gleicher Frequenz, aber höherer Amplitude hervorrufen." Im Text dieser Patentschrift wird angeführt, dass die mit Wehnelt-Oxidkatode versehene Anordnung sich in einer hoch evakuierten Glasröhre\* befinden und die Steuerung der erzeugten "Kathodenstrahlen" entweder durch schwache magnetische oder elektrostatische Felder geschehen sollte. Allerdings war nicht die später generell angewendete Elektronen-Dichtesteuerung, sondern die von der Braunschen Ozillografen-Röhre her bekannte Ablenksteuerung vorgesehen; siehe auch [23].

Nach *K. Skowronek* [22] kamen *Reisz* und *Strauss* im Verlauf des Jahres 1910 mehr durch Zufall auf die elektrostatische Dichtesteuerung mit Hilfe eines ein-

\* Bei den (späteren) LRS-Röhren wurde eine Quecksilberdampf-Füllung verwendet, um durch die dann zusätzlich erzeugten Ionen einen höheren Kathodenstrahl-Strom zu erzielen.

gefügt Gitters. Ein zunächst auf Kathoden- oder Anodenpotential gelegtes Drahtgitter sei zwischen Katode und Anode eingefügt worden, um Glimmladungen infolge der hohen Anoden-spannung von meist 220 V zu unterbinden. Als dieses Gitter dann einmal mit einer veränderbaren Spannung beaufschlagt worden sei, habe man festgestellt, dass die Gitterspannung relativ empfindlich auf den Anodenstrom einwirkte. Das Steuersignal konnte deshalb auf das Gitter gegeben werden und die magnetische Ablenkung entfallen. So schilderte es jedenfalls 1924 der Miterfinder *S. Strauss* [22]. Ob die Gittersteuerung bei der LRS-Röhre nun tatsächlich so gefunden wurde, oder sie das ihnen inzwischen aus dem U.S. Patent 879 532 bekannte De-Forest-Gitter einfach einmal ausprobiert hatten, sei dahingestellt. Jedenfalls erkannten *Reisz* und *Strauss* - wie auch *von Bronk* und *Lowenstein* - die Verstärkungsmöglichkeit beim Audion von *de Forest* früher als dieser selbst.

Kehren wir zu *Lee de Forest* in Kalifornien, in Palo Alto, zurück. Für die von *Elwell* angeregten Versuche, NF-Verstärkung mit der Audionröhre zu erzielen, hatte die Federal Co. *de Forest* zwei Assistenten zugeteilt. Einer der beiden war ein erfahrener Experimentator, *Charles Logwood*, der andere ein junger Telefoningenieur namens *Herbert van Etten*. Als erstes entwarf *van Etten* geeignete NF-Transformatoren zur Ankopplung. Damit war bereits eines der Probleme ausgeräumt, das 1909 *de Forest* gehindert hatte, Verstärkung zu erzielen [12]. Dann begannen die drei herumzuprobieren, ohne jedes theoretische Verständnis für das, was zu tun sei [3].





und lauter zu hören; siehe auch Bild 22. Allerdings war die verwendete Anordnung für NF-Signale nicht sonderlich geeignet. Wie die Schaltung einer der Verstärkerstufen in Bild 23 zeigt, hatte *de Forest* vor dem Gitter der Röhre den Kondensator belassen, den er bei der HF-Detektion verwendete. Als Folge hiervon waren die Röhren schon bei niedrigen Signalpegeln blockiert. Der Pegel blieb zusätzlich dadurch beschränkt, dass die gashaltigen Röhren bereits bei kleinen Anodenspannungen - oberhalb 20 bis 30 V - "blaues Glühlicht" entwickelten. Starke Ionisationseffekte bewirkten dann Verzerrungen und ein Absinken der Verstärkung. Schließlich trat bei bestimmter Anordnung der Bauteile zueinander ein Heulen im Kopfhörer auf, das natürlich den Verstärker völlig unbrauchbar machte, für das *de Forest* keine Erklärung hatte [3], [12].

Bild 22: *De Forest* mit vierstufigem Audion-NF-Verstärker [2].

Nach drei oder vier Wochen ihres planlosen Experimentierens erzielten sie schließlich Verstärkung. *Logwood* war auf die Idee gekommen, drei Audionstufen in Reihe zu schalten: Das Geräusch der Taschenuhr von *de Forest*, vor das Mikrofon gehalten, war im Kopfhörer hinter dem Verstärker deutlich

Die Federal Co. testete den Verstärker in ihrer Telegrafiestation in San Fransisco, fand ihn aber ziemlich unzuverlässig. Cheffingenieur *Elwell* brachte ein Exemplar nach Washington zur Navy, die sich interessiert zeigte [17]. Als sich der Erfolg eingestellt hatte, war es für *de*

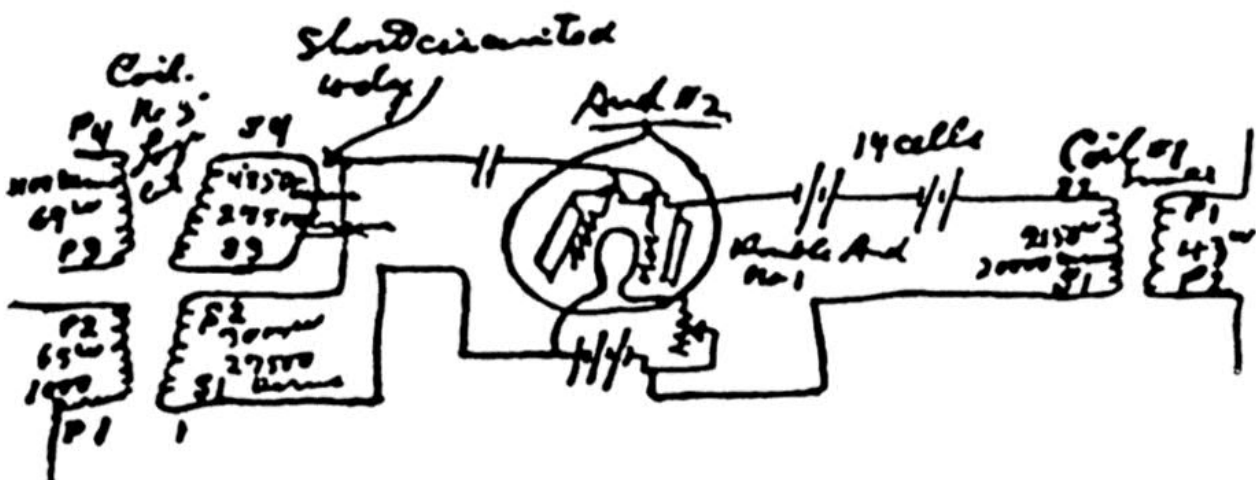


Bild 23: Verstärkerstufe der NF-Experimente im Sommer 1912 [2]. Es wurden Double-Wing-Audions verwendet (siehe Bild 10, rechts).

## Biografie

*Forest* klar, dass er sich vor allem an die den Telefonweitverkehr in den USA dominierende AT&T-Gesellschaft wenden sollte, die bekanntermaßen dringend auf einen Telefonverstärker wartete und zweifellos bereit wäre, einen guten Preis zu zahlen. Anders, als es ein halbes Jahr vorher *Lowenstein* ergangen war, konnte er durch Vermittlung eines Bekannten Kontakt direkt zum Vizepräsidenten der Telefonfirma knüpfen. Am 30. 10. 1912 führte er seinen Verstärker vor, und zwar bei dem produzierenden Teil der Firma, der Western Electric in New York. Seine Apparatur war offen sichtbar aufgebaut, im Gegensatz zu *Lowenstein* mit seiner Black Box. Die Herren der Western Electric zeigten sich aber nicht sonderlich beeindruckt. Signalpegel, wie sie im Telefonverkehr üblich waren, konnte der Verstärker nicht verarbeiten. *De Forest* ließ seinen Verstärker für weitere Versuche der Telefoningenieure zurück. Lange Zeit hörte er nichts.

Am 1. 12. 1912 hatte *Harold Arnold*, ein junger Physiker bei der Western Electric, Gelegenheit, den Verstärker zu untersuchen. Arnold war mit moderner Vakuumtechnik und Elektronenemission vertraut und erkannte im Gegensatz zu *de Forest* sofort die Möglichkeiten, die in der Gitter-Audionröhre steckten. Gleich ging er daran, die Röhre zu verbessern. So sah er eine Oxidkathode statt der rein metallischen vor, verbesserte die mechanische Stabilität des Systems und pumpte die Röhre stärker aus. Bereits Mitte Dezember verfügte er über eine fast schon Hochvakuum aufweisende Triode, die mit Anodenspannungen von zunächst bis 100 V, bald bis 200 V betrieben werden konnte [12]\*. Nach Entfernen des Gitter-Serienkondensators

von *de Forest* arbeiteten Verstärker mit den verbesserten Röhren völlig zufriedenstellend. Zehn Monate später konnte die AT&T die Telefonlinie New York - Washington bereits mit Röhrenverstärkern betreiben.

Zu dieser Zeit war *Lee de Forest* in gravierenden finanziellen Schwierigkeiten. Er musste z. B. einige Auslandspatente zum Audion, so das deutsche, verfallen lassen, da er die Erneuerungsgebühren nicht zahlen konnte. Er wartete lange auf eine Reaktion der AT&T. Sie verzögerte sich auch deshalb, weil die Rechte am Audion teilweise von der im Konkursverfahren befindlichen North American Radio Telephone gehalten wurden. Erst im Juli 1913 bot die Telefonfirma *de Forest* über einen Mittelsmann die enttäuschend niedrige Summe von 50.000 \$ für die Rechte am Telefonverstärker an. In seiner finanziellen Notlage akzeptierte er. Im August 1914 kaufte die Gesellschaft ihm dann für 90.000 \$ auch die Rechte für Anwendungen in der Funktelegrafie ab, wobei *de Forest* sich, wie vorher schon, die Nutzung für eigene Zwecke vorbehielt.

Bald glaubte er, einen weiteren potenten Interessenten gefunden zu haben. Er führte seinen NF-Verstärker bei der American Telegraphone Co. vor, und zwar für die Verwendung bei deren Tonfilmexperimenten mit einem Stahldraht als Tonträger. Im April 1913 teilte diese Firma ihm mit, sie sei ernsthaft

\* Während die AT&T und über *Lowenstein* auch die General Electric Anfang 1913 zu ersten anwendbaren Hochvakuum-Trioden kamen, ging die Telefunken-Gesellschaft erst im Sommer 1914 zu diesem Röhrentyp über (*H. Rukop*, DRP 298 460).



interessiert und Geld für Versuche wäre vorhanden. *De Forest* verließ daraufhin die Federal Co. und trat in die Dienste der American Telephonie ein. Die Tonaufzeichnungen mit seinem Verstärker fielen aber derart schlecht aus, dass die Firma ihm nach ein paar Monaten kündigte [5].

### Der erbitterte Krieg zwischen *de Forest* und *Armstrong* um die Rückkopplungsrechte

*Edwin Howard Armstrong*, ein Radioamateur und Student der Elektrotechnik aus New York, besaß eine Gitter-Audionröhre der Firma *De Forest*. Im Herbst 1911 hatte er, damals 21 Jahre alt, in einem Institut seiner Columbia-Universität die Gelegenheit, das Audion mit einem Oszillografen näher zu untersuchen. Dabei kam er zu dem Schluss, dass diese Röhre in einer geeigneten Schaltung in der Lage sein müsste, HF-Schwingungen zu verstärken.

Im Frühjahr und Sommer 1912 entwickelte *Armstrong* Verstärkerschaltungen, und dabei kam ihm die Idee, das verstärkte Signal von der Anode auf das Gitter zurückzuführen. Da die Elektronen sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegten, könnten sie doch viele tausend Mal in der Sekunde wieder zurückgebracht und dabei jedesmal erneut verstärkt werden. Er dachte sich für diesen Zweck eine besondere Schaltung aus. Am 22.9.1912 funktionierte seine Idee und führte zu einem kaum zu glaubenden Erlebnis: Mit der neuen Empfangsschaltung konnte er auf einmal extrem weit entfernte, sonst nie erreichte Stationen hörbar machen. Clifden in Irland und Honolulu tönnten ihm aus dem Kopfhörer entgegen. *Armstrong*

war sofort klar, dass er auf etwas Wichtiges, Patentwürdiges gestoßen war. Als Student verfügte er aber nicht über die Mittel, die 150 \$ Anmeldegebühr für ein Patent aufzubringen. Seinem Vater, der meinte, er solle erst einmal sein Studium abschließen, konnte er das Geld nicht entlocken. Auf Anraten eines Nachbarn ließ er seine neue Schaltung, bei der eine Spule im Anodenkreis mit der Abstimmspule am Eingang gekoppelt war, aber am 31.1.1913 unter Anwesenheit eines Zeugen von einem Notar für 25 Cents beglaubigen (Bild 24) [3], [5].\*

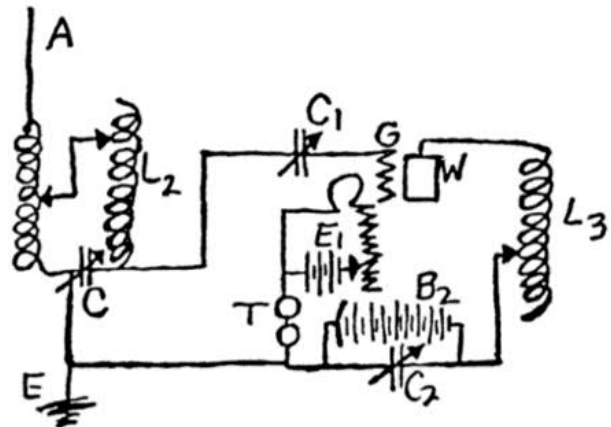


Bild 24: Rückkopplungsschaltung von *E. H. Armstrong*, wie sie am 31.1.1913 notariell beglaubigt wurde [3].

Im Winter 1912/13 experimentierte *Armstrong* intensiv weiter. Anfang 1913 war er in der Lage, mit seinen Rückkopplungsschaltungen NF- und HF-Schwingungen zu erzeugen. Zwei seiner Professoren besuchten ihn zu Hause, um die erstaunlichen Resultate selbst in Augenschein zu nehmen. Erst am 29.10.1913 meldete *Armstrong*, der sein Studium im Juni abgeschlossen hatte,

\* Am 11.12.1912 hatte *S. Strauss* nur in Österreich ein Patent zur Schwingungserzeugung durch Rückkopplung angemeldet, auf die er bei seinen Experimenten mit der LRS-Röhre gestoßen war.

## Biografie

die Rückkopplungsschaltung zum Patent an. Er vergaß dabei, die Oszillator-eigenschaft eigens zu erwähnen, holte dies aber mit einer weiteren Anmeldung am 18.12.1913 nach.

In seiner zurückhaltenden Art machte *Armstrong* selbst nie viel Aufhebens aus seiner Entdeckung, im Gegensatz zu der Art, wie *de Forest* seine tatsächlichen oder vermeintlichen Erfindungen der Öffentlichkeit präsentierte. Bei späteren Veröffentlichungen und Vorträgen bestachen *Armstrongs* Darstellungen durch nüchterne Klarheit und wissenschaftliche Fundierung: auch dies im Kontrast zu *de Forest*. Die erste Lizenznehmerin für das *Armstrong* am 6.10.1914 erteilte Rückkopplungspatent war die Telefunken-Gesellschaft, die in den USA empfindliche Funkempfänger dringend benötigte, als zu Kriegsbeginn 1914 die deutschen Überseekabel von den Briten gekappt wurden. Telefunken zahlte *Armstrong* 100 \$ pro Monat [5]. Telefunken's eigenes Rückkopplungs- und Oszillatorpatent, das auf *A. Meißner* (DRP 291 604; 10.4.1913) zurückging, war zu dieser Zeit in den USA noch im Beantragungsverfahren und wurde dort erst später erteilt, schließlich aber wieder annulliert.

Im Herbst 1913 hörte *de Forest* davon, was der junge *Armstrong* mit einer Audionröhre erreicht hatte. Er selbst war in den sechs Jahren, seit die Röhre existierte, auf solches nicht gekommen. Im März 1915 hielt *Armstrong* vor dem Institute of Radio Engineers in New York einen viel beachteten Vortrag über seinen neuen Audion-Empfänger\*. Daraufhin entgegnete *de Forest*, dass keineswegs Oszillationen an der Anode der Röhre aufträten und dass die etwa von

*Armstrong* beobachteten Schwingungen nichts mit einer Rückkopplung zu tun hätten.

Bald aber änderte *de Forest* seine Meinung, suchte fast wie besessen nach einer Schaltung, die Rückkopplung lieferte, und meldete am 20.3.1914 mit sehr unklarer Beschreibung ein Patent für ein rückgekoppeltes Audion (ultra audion) und am 23.9.1915 ein solches für einen Audion-Oszillator (oscillating audion) an. Beide Anmeldungen wurden zunächst zurückgewiesen. Erst als *de Forest* behauptete, bereits im August 1912 einen Oszillator mit Rückkopplung erhalten zu haben, wurden die Verfahren wieder aufgenommen. Im Folgenden brachte er es auf fünfzehn verschiedene Fassungen der Patentanträge. Dabei folgte er oftmals *Armstrongs* Beschreibungen mit leichten Variationen [5]. Zur Untermauerung seiner Priorität bezog sich *de Forest* auf seine Beobachtung vom Sommer 1912, wonach sein Verstärker unter gewissen Bedingungen die störende Eigenschaft gezeigt hatte, in ein "Heulen" auszubrechen. Dem war damals keine weitere Beachtung geschenkt worden; auch hatte niemand gewusst, warum das Heulen auftrat. Drei Jahre lang - von 1912 bis 1915 - bis zum Einreichen einer Patentanmeldung zu warten, war völlig untypisch für *de Forest* [3]. [5].

\* In diesem Vortrag konnte *Armstrong* auch als Erster die Wirkungsweise der Audion-Schaltung mit ihrer gleichzeitigen Gittergleichrichtung und Verstärkung erklären. Wegen der Gashaltigkeit benötigten die frühen Röhren keinen separaten Gitterableitwiderstand. Ein Blockkondensator von 100 bis 200 pF am Gitter war üblich. Einen solchen hatte *de Forest* schon früh für die Ankopplung des Antennensignals an seine Detektorröhren verwendet.



Zwischen *de Forest* und *Armstrong* (später zwischen den Firmen, die deren Patente erworben hatten, nämlich Westinghouse und zunächst der AT&T) begann nun ein fast zwanzig Jahre dauernder, mit bitterer Intensität ausgefochtener Patentkrieg. Mit dreizehn Gerichtsentscheidungen wurde es eine der längsten und mit fast 1,5 Mio. \$ an Anwalts- und Gerichtskosten auch teuersten Patent-Auseinandersetzungen in den USA.

Nachdem *de Forest* in der ersten Instanz und dann auch beim Berufungsgericht abgewiesen worden war, gab ihm der angerufene Oberste Gerichtshof zum Erstaunen der Fachwelt im Oktober 1928 Recht. Dies ließ *Armstrong* aber nicht ruhen. Als eine kleine Firma 1931 gegen das *de Forest* zugesprochene Rückkopplungspatent verstieß, sah er eine neue Chance. Er kaufte kurzerhand 51 % der Anteile an dieser Firma und ließ sich von *de Forest* verklagen. Dies eröffnete die Möglichkeit, erneut durch alle Instanzen zu gehen. Unter dem Vorsitz des brillanten Juristen *Cardozo* lag der Fall 1934 schließlich wieder dem Obersten Gerichtshof vor. Inzwischen war das Laborbuch gefunden worden, in dem *de Forests* Assistent *van Etten* am 6.8.1912 eine Notiz über das störende Heulen des Verstärkers gemacht hatte.

Entgegen den für *Armstrong* günstigen Entscheidungen der Vorinstanzen, entschied der Jurist und technische Laie *Cardozo* überraschenderweise zu Gunsten von *de Forest*. Dieses Urteil empfand die Fachwelt als völlig absurd, und wochenlang waren die einschlägigen Zeitungen und Zeitschriften mit Protesten gegen dieses offensichtliche Fehlurteil gefüllt. *De Forest* sah sich fast aus-

schließlich als Scharlatan bezeichnet, als "juristischer Erfinder" im Gegensatz zum wahren Erfinder *Armstrong*. Das *Cardozo*-Urteil führte zu einer Reform der Patent-Gerichtsbarkeit in den USA. *De Forest* hatte im Rückkopplungsstreit gewonnen, aber die Erfindung des Audions als Verstärker wurde ihm in dieser Entscheidung gleichfalls erst für den Sommer 1912 zugestanden [5], [7].

### Hersteller von Funkgeräten und Röhren (1913 - 1923)

Als sich im Betrugsprozess gegen die Direktoren der North American Wireless Co. abzeichnete, dass *Lee de Forest* selbst mit einem blauen Auge davongekommen würde, gründete er im Dezember 1913, noch vor der Urteilsverkündung, wieder eine Firma. Von der Telephon-Tonfilmgesellschaft entlassen, hatte er sich wieder einmal in einer verzweifelt finanziellen Situation befunden, bis die AT&T ihm im Juli 1913 die Summe von 50.000 \$ für die Telefonverstärker-Rechte am Audion zahlte.

Dieses Geld ermöglichte die Gründung der Radio Telegraph & Telephone Co. mit rechtlichem Sitz in Delaware und Betriebsstätte im New Yorker Stadtteil Bronx. Anfang 1914 wurde der Firmenname in De Forest Radio Telegraph & Telephone Co. geändert. Der Finanzrahmen war auf 3 Mio. \$ festgesetzt.

Um es gleich vorwegzunehmen: Diesmal schien *Lee de Forest* seine Lektion gelernt zu haben und unterließ dubiose Aktienverkäufe weitgehend. Er schuf ein kleines, einigermaßen seriös operierendes Unternehmen und taktierte vorsichtiger [3], [4].

## Biografie

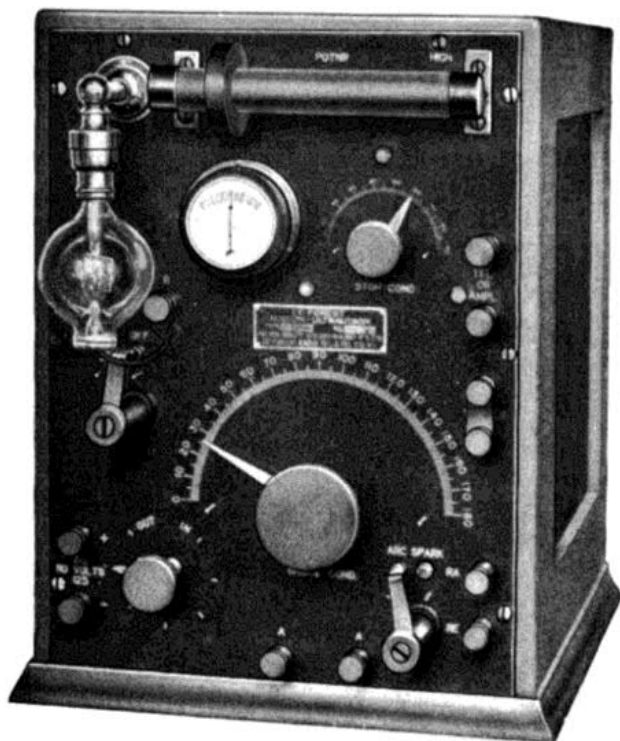


Bild 25: Ultraaudion-Empfänger [25].

Als Folge des im Sommer 1914 in Europa ausgebrochenen Krieges füllten sich die Auftragsbücher sämtlicher funktechnischer Firmen in den USA, sowohl mit Exportaufträgen als auch mit Aufträgen der eigenen, aufrüstenden Streitkräfte. *De Forest* konnte an seine Aktionäre zum ersten Mal eine ansehnliche Dividende ausschütten, aber natürlich auch persönlich kräftig verdienen.

Im Jahr 1915 wurden Verkäufe für etwa 130.000 \$ getätigt und ihr Umfang für 1916 auf 226.000 \$ geschätzt. Insgesamt waren 45 Leute beschäftigt, und die Bilanz wies Aktivposten in Höhe von knapp über 3 Mio. \$ aus. Von letzteren bestanden - wohl äußerst optimistisch angesetzt - 2,89 Mio. \$ in Patenten und Patentrechten [24]. Die Firma stellte vor allem Geräte - Sender und Empfänger bzw. Detektoren - für Radioamateure her (Bild 25) und vertrieb Audion-Röhren. Der für ca. 20 \$ (fast ein Wochenlohn)



Bild 26: Oscillon-Sender für kleine Leistungen [24].

verkaufte RJ-Detektor-Apparat (Radio Junior) wurde in größeren Stückzahlen fabriziert. Aber auch die Navy trat wieder als Kunde auf. Daneben entwickelte *de Forest* Radiotelefonie-Anlagen mit Röhrensender und Audion-Empfänger für Eisenbahnzüge und Flugzeuge, ferner ein mit Röhren betriebenes Musikinstrument, das als Vorläufer der elektrischen Orgel gelten könnte [12].

*McCandless*, der Hersteller der Audionröhren, verkaufte seine Firma 1914 an Westinghouse, konnte aber bis Ende 1915 noch an *de Forest* liefern. *De Forest* war danach gezwungen, seine Röhren selbst herzustellen. Er kaufte entsprechende Apparaturen und erreichte im März 1916 einen Ausstoß von 50 Röhren pro Tag. Die schnelle und relativ erfolgreiche Aufnahme der Röhrenproduktion verdankte er in erster Linie *Robert Gowen*, einem an der Universität

Harvard ausgebildeten Wissenschaftler und begeisterten Radioamateur, der Ende 1915 Chefingenieur der Firma geworden war. *Gowen* erweiterte das Spektrum der Röhrentypen und entwickelte mit *de Forest* z.B. auch kleine Senderröhren (einige zehn Watt), die Oscillions genannt wurden (Bild 26). Bis 1919 konnte die Leistung dieser Senderröhren auf 1000 W gesteigert werden.

Fast 90 Prozent der verkauften Röhren waren 1915 allerdings noch Detektor-Audions, deren Lebensdauer gering war und die oft noch blaues Glimmlicht zeigten. Eine 1915 eingeführte Regelung, Audions nicht separat, sondern nur mit einem Gerät zu verkaufen, konnte *de Forest* nicht lange aufrechterhalten. Es waren nämlich Konkurrenzfirmen auf dem Markt erschienen, so von *Cunningham*, *Moorhead* und *Myers*, die leicht abgewandelte Audionröhren herstellten und einzeln verkauften [4], [12].

Ein willkommener Geldzufluss ergab sich, als *de Forest* 1914 die funktechnischen Rechte am Audion für 90.000 \$ ebenfalls an die AT&T verkaufen konnte, sich selbst dabei aber das Recht zur eigenen Nutzung vorbehielt. Weitere 250.000 \$ erhielt er im März 1917 von der AT&T für den Verkauf aller weiteren vorhandenen und in den nächsten sieben Jahren zu erwartenden Patentrechte, einschließlich derjenigen an Schaltungen. Eine schwierige Situation war 1914 eingetreten, als die Marconi-

Gesellschaft *de Forest* und die Erwerberin seiner Rechte wegen Verletzung des Dioden-Patentes von *Fleming* verklagte und *Armstrong* dabei als Zeuge auftrat\*.

Im Gegenzug klagte daraufhin *de Forest* gegen Marconi wegen Verletzung der Rechte an seinem Gitter-Audion. Er hatte erfahren, dass die Marconi-Gesellschaft inzwischen Verstärkertrioden herstellen ließ. Im Gerichtsentscheid von 1916 wurde beiden Klagen stattgegeben, so dass eine nun beide Firmen lähmende Patt-Situation entstand.

Erst 1919 kam es zu einer Einigung mit gegenseitigen Lizenzgewährungen [5], [12]. Die General Electric Co. verklagte *de Forest* 1916, weil er deren Patent für den Wolfram-Heizfaden verletzt hatte [24]. Allerdings fielen durch Regierungsanordnung alle Patentbeschränkungen fort, als die USA am Karfreitag 1917 Deutschland den Krieg erklärten. Ab 1919 normalisierte sich das Wirtschaftsleben, und die Patentrechte wurden wieder in Kraft gesetzt.

Um ihre funktechnischen Aktivitäten zu erweitern und die patentrechtliche Stellung zu festigen, hatte die General Electric 1916 erwogen, die Firma von *de Forest* aufzukaufen. Eine Prüfung der Bücher und Inspektion der Fertigungsanlagen fiel jedoch negativ aus und ließ die GE Abstand von diesem Projekt nehmen. Einer der Prüfer, *E. P. Edwards*, schrieb in seinem Bericht u.a.: "Das Audion wird hauptsächlich als Detektor benutzt. Die Lebensdauer ist sehr kurz, durchschnittlich drei Tage nach Erfahrungen der Regierungsstellen (35 bis 100 Stunden gibt *G. Tyne* an [12]). Die Oscillions sind in der Größe, nicht aber in

\* Das Fleming-Diodenpatent von 1904, im Besitz der Marconi-Gesellschaft, wurde wegen älterer einschlägiger Arbeiten von *Th. A. Edison* und *A. Wehnelt* in den USA schließlich annulliert. Die endgültige Entscheidung hierzu fiel der Oberste Gerichtshof am 21.6.1943.



## Biografie

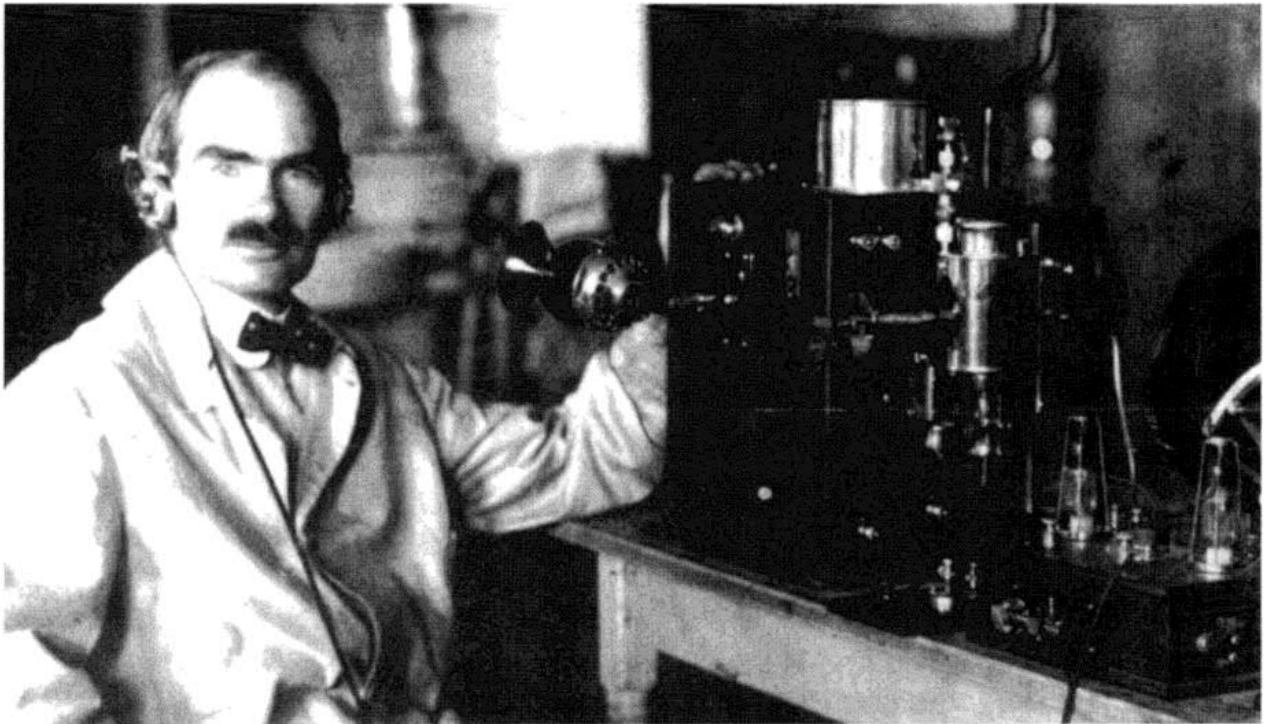


Bild 27: Lee de Forest am Mikrofon eines seiner "Rundfunk"-Telefoniesender (um 1910) [7].

ihrer Leistungsfähigkeit unseren Pliotrons vergleichbar. Das getestete Oscillation versagte etwa bei 40 W." [24]

In Fortsetzung seiner früheren, mehr sporadischen Musiksendungen für die Allgemeinheit (Bild 27), führte *de Forest* ab 1915/16 in New York verstärkt, ab Mitte 1916 bis zum Kriegseintritt fast täglich, abendliche Sendungen durch. Meist war es Musik von Grammophonplatten, unterbrochen von Werbespots in eigener Sache, aber auch die Durchgabe von Sport- und Wahlergebnissen. Bis Ende 1915 wurden Lichtbogen-Telefoniesender verwendet, dann Röhrensender mit Oscillions.

Nach Kriegsende durften die "Sendungen für alle" - wie jede Sendetätigkeit durch Amateure - erst im Dezember 1919 wieder aufgenommen werden. Doch schon im Februar 1920 erteilten die Behörden in New York *de Forest* ein

Sende- und Empfangsverbot wegen aufgetretener Störungen. Als derjenige, der wohl zuerst die Idee hatte, die Bevölkerung mit "Rundfunksendungen" zu unterhalten, kann *Lee de Forest* mit einigem Recht als "Vater des Radios" bezeichnet werden [15].

Ende 1920 wurde *de Forests* Fabrik in Brooklyn zum größten Teil durch Feuer zerstört. In diesen Nachkriegsjahren musste er feststellen, dass viel Konkurrenz entstanden und die Funktechnik mehr und mehr zu einer Disziplin mit wissenschaftlicher Basis geworden war. Beides machte ihm bei seiner Mentalität das Leben schwer, ließ ihn die Lust verlieren. Er stellte fest, dass "keine Pionierleistungen mehr gefragt" waren [2], wandte sich anderen Gebieten zu und verkaufte 1923 alle von ihm gehaltenen Anteile an seiner *De Forest Telegraph & Telephone Co.* für knapp über eine Mio. \$.

## Tonfilm, Diathermie, Fernsehen und anderes (1920-1950)

Trotz seines Misserfolges und des daraus resultierenden Hinauswurfs bei der American Telegraphone Co. schwebte *de Forest* weiterhin vor, ein Tonfilmsystem unter Verwendung seines Röhrenverstärkers zu entwickeln. Nach Abklingen der Hektik der Kriegsjahre wandte er sich diesem Projekt konkret zu.

Der Berliner *Meißter* hatte ab 1903 Experimente zur Synchronisation eines Grammofons mit der Bildprojektion durchgeführt, und *Edison* versuchte 1912, dies mit seinem Phonographen zu erreichen. Beides war nicht sonderlich zufriedenstellend. Experimenten der American Telegraphone Co. unter Verwendung eines magnetisierten Stahldrahtes als Tonträger ab 1913 war gleichfalls kein Erfolg beschieden. *De Forest* hatte nun die Vorstellung, eine Tonspur direkt auf dem Film aufzubringen und mit einer Fotozelle zu arbeiten [5]. Diesen Weg verfolgten bereits ab 1918 *Jo B. Engl*, *Hans Vogt* und *Joseph Massolle* in ihrer Berliner Tri-Ergon GmbH [26], [27]. Zumindest einen Namen hatte *de Forest* bald für sein neues Kind gefunden, nämlich Phonofilm.

Anfang 1920 nahm er konkrete Arbeiten auf, um eine geeignete Lichtquelle zum Abtasten der Tonspur, eine genügend empfindliche und trägheitslose Detektorzelle sowie nicht zuletzt eine Methode zum Aufbringen der Tonspur auf den Film zu entwickeln. Was die Kameras und die spezielle Fotozelle betraf, übernahm er Arbeiten von *T. W. Case*, ohne diesen zu erwähnen. Ein guter Freund von *de Forest*, nämlich *Erich*

*Huth* in Berlin, der 1921 Lizenzen auf einige Patente von *de Forest* für Mitteleuropa erworben hatte, machte ihn auf Tonfilm-Arbeiten in Deutschland aufmerksam und lud ihn nach Berlin ein. Der in Berlin gewonnene Eindruck war so positiv, dass *de Forest* sich entschloss, mit seiner Frau für eine Weile nach dort überzusiedeln. Dies erfolgte im November 1921. Für diesen ungewöhnlichen Schritt sprach, dass er glaubte, in Berlin "unabgelenkt" am Tonfilm arbeiten zu können.

Ablenkungen gab es in New York z.B. dadurch, dass *Armstrong* zusammen mit *Westinghouse* auf Ungültigerklärung von *de Forests* Rückkopplungspatent (Ultra-audion) geklagt hatte und weiterhin *Langmuir* eine Klage wegen Verletzung seiner ihm inzwischen erteilten Hochvakuumröhren-Patente eingereicht hatte.

Für eine zeitweise Übersiedlung nach Berlin sprach weiter, dass *de Forest* wieder einmal in finanziellen Schwierigkeiten steckte - obwohl er sich gerade noch einen *Rolls Royce* zugelegt hatte. Mehrmals war er gezwungen, den Schmuck seiner (inzwischen zweiten) Frau, die zunehmend dem Alkohol verfiel, zu beleihen [5]. Im Deutschland der nahenden Inflation besaß der Dollar eine hohe Kaufkraft, und - nicht offen eingestanden - glaubte er wohl, von den Tri-Ergon-Leuten in Berlin etwas abschauen zu können. Seine deutschen Freunde halfen, geeignete Räume zu finden und einige Mitarbeiter einzustellen. Bis zu seiner Rückkehr in die USA im Oktober 1922 entwickelte *de Forest* tatsächlich ein grobes System. Ihm schienen noch ein bis zwei Jahre bis zu dessen Vollkommenheit nötig.

## Biografie

Wieder in New York gründete *de Forest* im November 1922 die De Forest Phonofilm Corp. Abgesehen von kleineren Finanzmitteln konnte er trotz öffentlicher Tonfilm-Vorführungen keinen Financier finden. Ungeachtet der misslichen Finanzlage waren 1925 bereits 35 Kinos mit dem Phonofilm-System ausgestattet. Als *de Forest* versuchte, in alter Manier wieder Aktien unter die Leute zu bringen, unterbanden dies die Behörden in New York. In den nächsten Jahren, endgültig bis 1927, zogen die Western Electric und vor allem die Filmindustrie selbst aber an der Phonofilm-Gesellschaft vorbei. Auch wurden erneut Klagen gegen *de Forest* wegen Patentverletzungen erhoben, unter anderem von der deutschen Tri-Ergon-Tonfilmgesellschaft. Schließlich war die De Forest Phonofilm 1929 am Ende.

Um nach diesen Enttäuschungen einen neuen Anfang zu machen, verlegte *Lee de Forest* seinen Wohnsitz 1930 nach Los Angeles. Dort glaubte er bald, ein neues hoffnungsvolles Betätigungsfeld gefunden zu haben, nämlich ein mechanisch arbeitendes System zur Großprojektion in der sich gerade entwickelnden Fernsehtechnik. Er beteiligte sich 1931 an der Gründung der American TV Labs., doch die angesprochene Filmindustrie in Hollywood blieb skeptisch und sah eher eine Konkurrenz.

Zudem war das von *de Forest* vorgesehene mechanische System, das sich an Nipkow anlehnte, technisch bereits überholt. Als sich die Hausbank Ende 1932 gezwungen sah zu schließen, mussten die American TV Labs. Bankrott anmelden [5].

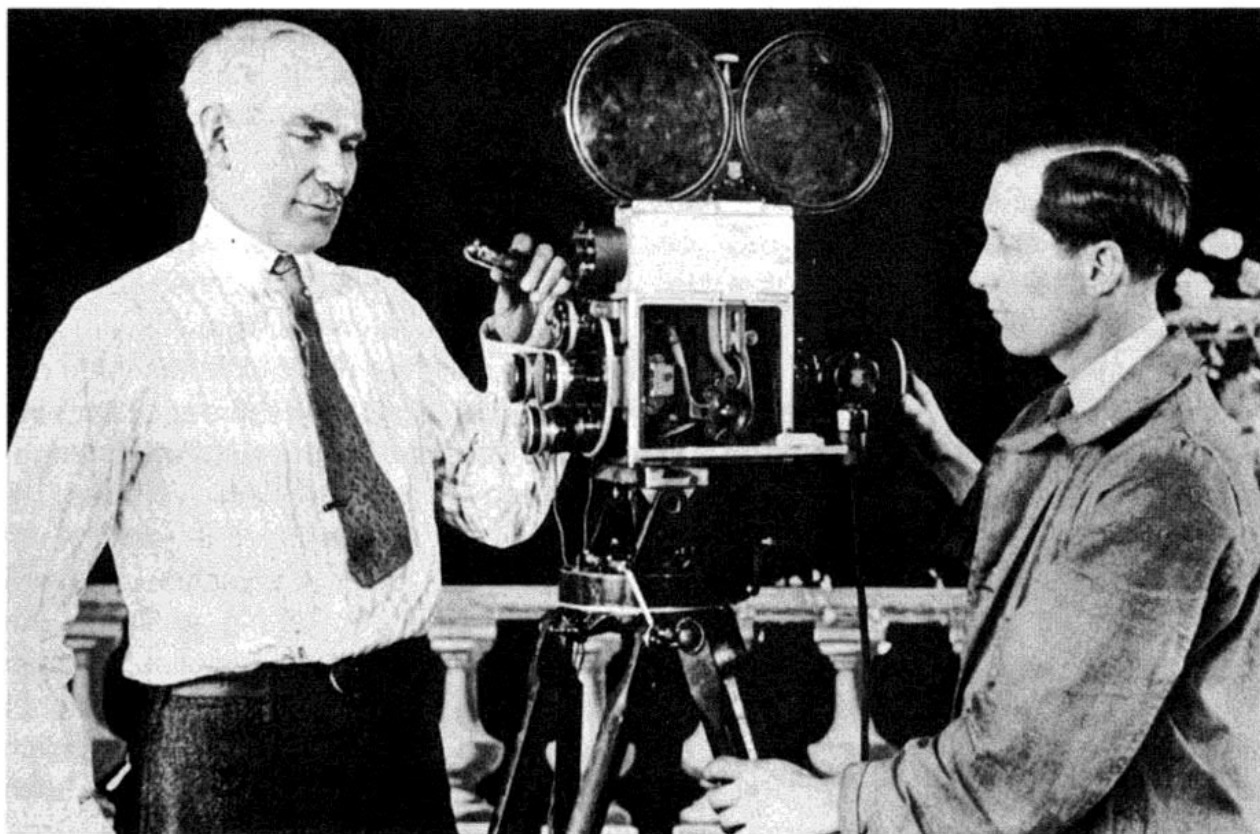


Bild 28: Auch *de Forests* Traum vom Tonfilm ging für ihn nicht in Erfüllung.



*Lee de Forest* blieb allerdings nicht lange untätig. Er hatte von der zunehmenden Anwendung medizinischer Diathermiegeräte in Europa gehört und sah eine Chance, die Mediziner auch in den USA dafür zu interessieren. Mit zwei Partnern gründete er 1934 wieder einmal eine Firma, etwa die fünfzehnte in seinem Berufsleben. Als erstes reiste er dann nach Europa, um die dortigen Entwicklungen zu studieren. In Berlin besuchte er u.a. *Siegmund Loewe*. *De Forest* stellte fest [2]: "In England wie üblich wenig, in Deutschland viel an Fortschritten." Die neuesten dort gesehenen Konzepte wandte er nach der Rückkehr in seinen Entwicklungen an. Mit dieser, der Bastelei nicht fernen Tätigkeit war *de Forest* wieder in seinem Element (Bild 29). Auch ein Gerät zur Erzeugung künstlichen Fiebers entstand. Die Ärzteschaft und die American Medical Association zeigten sich, und blieben, aber skeptisch. Auch meldete sich bald die U.S.-Funkaufsichtsbehörde FCC und ordnete wegen aufgetretener Störungen die strikte Einhaltung schmaler, zugewiesener Frequenzsegmente im Kurzwellenbereich an. Dies hätte die Verwendung quartzgesteuerter Sender erforderlich gemacht. Wegen der zusätzlichen Kosten, die einen durchsetzbaren Preis unwahrscheinlich machten, wohl auch weil kompliziertere Schaltungen nicht *de Forests* Sache waren, ließ er es wieder einmal zum Bankrott kommen [5].

Auch die folgenden Jahre waren durch *Lee de Forest's* Lieblingsbeschäftigung, nämlich Neues oder vermeintlich Neues zu erfinden, gekennzeichnet. Manches Patent kam zustande. Kaum eines hatte einen praktischen Wert. Mit der aufkommenden Radartechnik arbeitete er

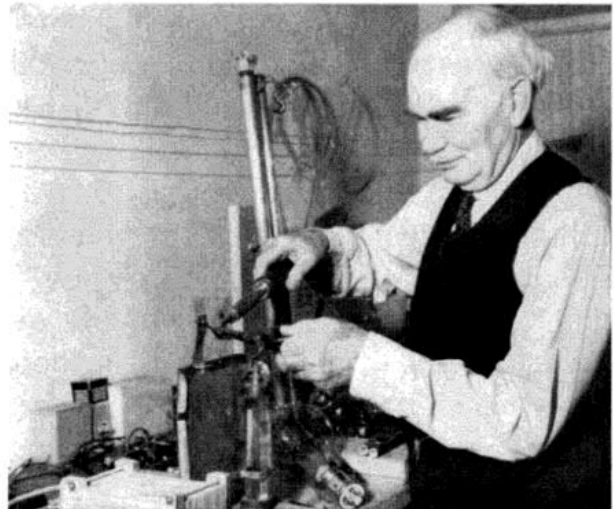


Bild 29: *Lee de Forest* bei der Entwicklung elektromedizinischer Geräte; etwa 1935 [2].

ab 1936 am Problem der mechanischen und elektronischen radialen Abtastung der Umgebung und schlug ein grobes System vor. Ab dem Kriegsbeginn in Europa beschäftigte er sich bis 1942 mit Vorschlägen für zielsuchende Bomben. Mit Hilfe von Fotozellen sollten nächtlich abgeworfene Bomben selbsttätig ein illuminiertes Ziel ansteuern. Seine ihm sonst wohlgesonnene Navy lehnte diesen Vorschlag brüsk ab [5]. Nach dem Zweiten Weltkrieg begann auch *Lee de Forest*, Beiträge für ein praktikables Farbfernsehen zu liefern. Er schlug eine mechanische Methode mit rotierender Farbscheibe vor, die aber keine Chance hatte.

Unzufrieden mit der Beurteilung durch andere, beschloss er 1948, der Welt endlich beizubringen, welches Genie er war. Er begann, eine Selbstbiografie zu schreiben. Nicht zuletzt geschah dies auch, um durch den Buchverkauf seine prekäre finanzielle Situation zu verbessern. Mit der Biografie von 1930, die *Georgette Carneal* unter seiner Aufsicht geschrieben hatte [1], war er nicht zufrieden. Die Autobiografie erschien 1950 [2],

## Biografie

---

wurde aber ein Misserfolg. Nicht einmal die Hälfte der Erstaufage von 5000 Exemplaren konnte verkauft werden. Ein weiteres Projekt, seine Frau ein Buch mit dem Titel "Ich heiratete ein Genie" schreiben zu lassen, blieb unfertig. Ebenso erging es Film- und Fernseh-drehbüchern über sein Leben, die *de Forest* in Angriff genommen hatte und für mindestens je 50.000 \$ verkaufen wollte. Die Produzenten in Hollywood und anderswo waren nicht interessiert. Weitgehend vereinsamt, versuchte er noch im hohen Alter, in seinem Privat-labor unter Namen wie United Engineering Labs. oder Lee De Forest International Inc. neue Erfindungen zu machen und - in seinen finanziellen Nöten - Firmen wie die Bell Telephone Labs. und die RCA dafür zu interessieren [5].

---

### Schlussbemerkung

---

*Lee de Forest* war ein wichtiger Pionier der frühen Funktechnik, wurde zunehmend aber zu einer tragischen Persönlichkeit. Weitgehend einem überholten vorelektronischen Weltbild verhaftet, das in den physikalischen Erkenntnissen des späteren 19. Jahrhunderts wurzelte, jagte er der aktuellen Entwicklung bald hinterher. Bis zu seinem Lebensende war er von seiner Einmaligkeit und seinem Genie überzeugt; andererseits neigte er zu Selbstmitleid. Sicher, er hatte die Drei-Elektroden-Verstärkerröhre erfunden - wohl mehr durch Zufall: Bei der Suche nach einem Hochfrequenz-Detektor, der sich hinreichend von der Fleming-Diode unterschied, war er auf eine Struktur gestoßen, von der sich viele Jahre später herausstellte, dass sie die Urform der Verstärkerröhre bildete. Seine eigenen, zahlreichen Schilderun-

gen der Entwicklung vom Gas-Flammen-Detektor bis zum Trioden-Audion erweckten mit der Zeit immer stärker den Eindruck, es habe sich um eine von Schritt zu Schritt logische Evolution gehandelt. *Lloyd Espenschied*, der *de Forest* seit 1907 kannte, schrieb in einem nachgelassenen Artikel [11], dass er trotz vieler Diskussionen, die er mit *de Forest* geführt hatte, nie hat in Erfahrung bringen können, wie dieser nun eigentlich auf die dritte Elektrode in seiner Röhre gekommen war.

Von *de Forests* über 300 Patenten waren vier oder fünf von großer Bedeutung. Ein weiteres Dutzend wichtig, eine Reihe wurde für ungültig erklärt. Beim großen Rest handelte es sich um unrealistische Phantastereien oder triviale Variationen anderer Patente [5], [28]. Stets hat er intensiv in der Fachliteratur gelesen und fremde Produkte genau untersucht, um dort gefundene Ideen ohne viel Skrupel für seine Zwecke nutzbar zu machen. Für Patentprozesse gab er im Laufe der Zeit Millionen Dollar aus. Er war ein geltungsbedürftiger Romantiker, der stets Publizität suchte und - wenn immer möglich - einem großzügigen Lebensstil anhing. Seit seiner Studentenzeit hatte er eine Aversion gegen präzise technische Ausdrucksweise, pflegte vielmehr eine lyrisch-pathetische, melodramatische Sprache. Auf einen Nobelpreis hat er vergeblich gewartet, obwohl er zahlreiche Persönlichkeiten - wie Präsident *Eisenhower* und Vizepräsident *Nixon* - vorschlug, die sich für seine Nominierung einsetzen sollten. Schließlich hatten auch *Marconi* und *Ferdinand Braun* den Nobelpreis erhalten. Dass seine Universität Yale ihm keine Ehrung zuteil werden ließ, erfüllte ihn mit Bitterkeit [3], [5].

*Lee de Forest* heiratete viermal. Fast ein Leben lang suchte er nach seinem blonden "Goldmädchen". Drei der Ehen wurden geschieden. Unter seinen Frauen war eine Ingenieurin, eine Sängerin und eine Schauspielerin (Bild 30). Am 30. Juni 1961 starb er 87-jährig in Hollywood. Außer seinem Haus hinterließ er ein Barvermögen von 1200 \$ [28]. □

### Literatur

Literaturstellen [1] bis [18] im Teil 1, FUNKGESCHICHTE Nr. 135 (2001), S. 22

[19] Dowd, B. P.: Fritz Lowenstein, The Forgotten Man of the Vacuum Tube. The AWA Review 9 (1995), S. 205

[20] Fritze, G.A.: Wie die Verstärkerröhre vor 20 Jahren in die Praxis eingeführt wurde. Europ. Fernsprechdienst (1934) H. 34, S. 38

[21] Tyne, G. F. J.: Rare Tubes. The AWA Review 8 (1993), S. 47

[22] Skowronek, K.: Zur Entwicklung der Elektronenverstärker-Röhre (Lieben-Röhre). Archiv für Geschichte der Mathematik, Naturwissenschaften und Technik, Bd. 13 (1931), S. 225

[23] Walz, R.: Die Entwicklung der Lieben-Röhre. FUNKGESCHICHTE Nr. 52 (1987), S. 7

[24] Anderson, J. M.: The General Electric Company Considers Buying the De Forest Radio Telephone and Telegraph Co. in 1916. AWA Rev. 6 (1991), S. 13

[25] Zenneck, J.: Lehrbuch der Drahtlosen Telegraphie, Stuttgart 1916

[26] Lehmann, W.: Die Rundfunk- und Tonfilmtechnik. Nordhausen: Killinger 1932

[27] Vogt, H.: Der sprechende Film nach dem Tri-Ergon-Verfahren. VDI-Zeitschrift, Bd. 70 (1926), S. 199

[28] Encyclopedia Americana, New York 1973. Stichwort Lee de Forest (von R. A. Chipman)



Bild 30: *Lee de Forest* mit seiner vierten Ehefrau *Marie*, einer früheren Schauspielerin; etwa 1948 [2].



## Gedanken über die Redaktion der FUNKGESCHICHTE

Rüdiger Walz, Idstein



In Heft 135 der FG hat unser derzeitiger Redakteur *Herbert Börner* ausführlich die augenblicklichen Abläufe bei der Erstellung der FG beschrieben. Diese Abläufe spiegeln das hohe Engagement der letzten Redakteure und die Entwicklung der Computertechnik wider. Nicht immer hat der Redakteur die FG komplett selbst erstellt, und er muss es meiner Meinung auch nicht, um dies gleich vorzuschicken.

Die beschriebenen Vorgänge sind historisch gewachsen und entstanden aus der Finanznot der GFGF und dem Bedürfnis, die Qualität der FG zu verbessern; Qualität zum einen vom Erscheinungsbild und zum anderen vom Inhalt her. Wenn ich als ehemaliger Redakteur die Hefte der Jahrgänge 1981 bis 1987 betrachte, die unter meiner Verantwortung entstanden, muss ich mich stets daran erinnern, dass wir damals erst 200, später bis 600 zahlende Mitglieder in der GFGF waren. Der Finanzrahmen erlaubte nur ein mit Schreibmaschine und Schnelldruckverfahren erstelltes Heft. Erst höhere Auflagen erlaubten Offsetdruck. Die letzten Hefte meiner Wirkungszeit wurden in einem Verlag hergestellt, d. h. die vom Redakteur bearbeiteten Artikel wurden in ihrer Reihenfolge zusammengestellt und vom Verlag im Computer erfasst. Der Korrekturausdruck wurde vom Redakteur freigegeben und ging zum Drucker. Der Verlag tat dies natürlich nicht umsonst. Um den

Finanzrahmen nicht zu sprengen, mussten Wünsche an Gestaltung und Druckqualität zurückgeschraubt werden.

Einen Qualitätssprung machte die FG unter *Rudolf Herzog*, der sich persönlich finanziell engagierte und das nötige Computer-Equipment für die grafische Bearbeitung der FG anschaffte. Von da an hat der Redakteur die FG druckfertig montiert, heute sogar komplett mit eingescannten Fotos, was damals noch beim Drucker geschah. Das setzt natürlich Kenntnisse am Computer voraus und kostet Zeit, die man nicht Fremdfirmen bezahlen muss und die anderen Qualitäten der FG zugute kommt (z. B. besseres Druckverfahren, Farbbilder).

Aber dies setzt vor allem hochmotivierte und engagierte Redakteure voraus. Die hatten wir glücklicherweise bisher. *Rudolf Herzog* wurde von *Gerhard Ebeling* abgelöst. Nach dessen plötzlichem Tod übernahm die Redaktion *Prof. Otto Künzel* zusätzlich zu seinem Vorstandsvorsitz. *Karl Opperskalski* musste leider nach wenigen Ausgaben aus gesundheitlichen Gründen das Handtuch werfen, und seitdem hat *Herbert Börner* das Amt des Redakteurs inne. Kennzeichnend für alle genannten Personen ist ihr überdurchschnittliches Engagement und der Ehrgeiz, eine perfekte FG herauszubringen, daher auch der Wunsch, möglichst viele Produktionsschritte der FG in den eigenen Händen zu behalten.

Aber muss das so sein ? Ich sage: nein. Zum ersten hat der von den Mitgliedern gewählte Redakteur die Freiheit, im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten den Ablauf der Produktion der FG selbst zu gestalten. Zum zweiten wird es immer schwieriger, Personen zu finden, die bereit sind, so viel Zeit, wie *Herbert Börner* beschrieben hat, zu investieren. Familie und Beruf fordern ebenfalls ihren Tribut. Und die Finanzen der GFGF erlauben es durchaus, reine Schreib- und Layout-Tätigkeiten an Firmen zu vergeben. Was natürlich beim Redakteur verbleiben muss, sind die Punkte (bezogen auf den Artikel von *H. Börner* in der FG 135) :

- Bearbeitung des Artikels und Korrespondenz mit dem Autor,
- Auswahl der Artikel für das Heft und Auswahl der Bilder,
- Korrektur und Freigabe des Andrucks.

Ich denke, es wird immer schwieriger, ein "Universalgenie" zu finden, das alle Tätigkeiten übernehmen möchte, kann und auch die Zeit dazu hat. Der Fokus muss ganz klar auf der Qualität der Artikel liegen. Dazu ist die Benennung von Fachredakteuren genau das Richtige, zudem wird die Arbeit auf mehrere Schultern verteilt.

Der Hauptredakteur muss mehr freie Zeit haben, über die Zusammensetzung der Artikel in der FG nachzudenken und ggf. Autoren anzusprechen und zu motivieren. Rein mechanische Tätigkeiten sollten Fachfirmen übernehmen. Ich habe den Eindruck, dass die meisten Leser die hohe Qualität des Layout nicht zu schätzen wissen. War was über Wehrmacht drin? Wurde über Restauration berichtet? Stimmt der Inhalt? War die Darstellung zu kompliziert oder zu ein-



So sah sie auch mal aus: FG Nr. 22 vom Januar 1982.

fach? Ist der Mix der Artikel in Ordnung? Für jeden was dabei? Das sind meines Erachtens Fragen, die die Leser vor allem beschäftigen. Ich denke, diese Qualitäten haben die bisherigen Redakteure auch dank der Aktivitäten engagierter Autoren immer wieder gewährleistet, und das ist es auch, was wir in Zukunft in der FG garantieren müssen! Der Erfolg unserer FG zeigt das. Sie ist unser wichtigstes Kommunikationsorgan, auch in den Zeiten des Internet.

Wenn ich sehe, wie viele Privatpersonen zum Teil mit viel Arbeit hervorragende Homepages gestaltet haben, nicht nur mit Fotos der eigenen Sammlung, sondern auch mit Abhandlungen über die Rundfunkgeschichte, könnte doch darunter unser nächster Redakteur oder ein Fachredakteur sein, oder?

## Buchtipp

Bernhard Hein:

### Die Geschichte der Rundfunkindustrie der DDR 1945 bis 1967

248 Seiten, über 200 s/w-Abbildungen.  
Funk Verlag B. Hein, Dessau. 68,45 DM  
ISBN 3-9805085-2-8

Nach elf Jahren Wiedervereinigung Deutschlands ist es endlich da - ein erstes Buch, das allein die Entwicklung der Rundfunkindustrie in der DDR bis 1967 zum Inhalt hat. Jetzt kann jeder interessierte Leser in Ost und West, auch der nicht mit dem Wesen der DDR-Wirtschaft vertraute Radiosammler, nachschlagen, was aus den ehemaligen Werken wie AEG, Graetz, Körting, Lorenz, Mende, Sachsenwerk, Seibt, Siemens, Telefunken und anderen auf dem Territorium Ostdeutschlands nach 1945 wurde, welcher VEB Stern-Radio oder welches VEB Funkwerk welche Geräte dort "von den Werktätigen der sozialistischen DDR" entwickeln und produzieren ließ, welche Firmenlogos die Geräte zierten oder was es mit dem Warenzeichen RFT auf sich hat. (RFT gibt es heute noch!)

Schon im Band 4 von *Günter Abele's* "Historischen Radios" wurde dazu ein erster Versuch unternommen. Auch *Hagen Pfau* widmete einen großen Teil seines Buches "Radio-Geschichte(n)" diesen Firmen und Geräten, und *Dr. Herbert Börner* hat 1995/96 mit seinen "Rundbriefen an die GFGF-Mitglieder in den neuen Bundesländern" versucht, alle in der sowjetischen Besatzungszone und in der DDR bis 1965 produzierten Rundfunkgeräte zu erfassen.

Jetzt liegt durch *Bernhard Hein* eine lückenlose Aufstellung aller nennenswerten DDR-Betriebe vor, die Radios



und entsprechendes Zubehör fertigten. Je nach gegenwärtigem Wissensstand und der Zuarbeit von "Insidern" sind die Informationen mal kurz, mal sehr präzise. Immerhin existierten in der DDR einmal über 20 größere Firmen, deren Namen meist bekannt sind. Dem Autor gelang es darüber hinaus, noch Informationen zu mehr als 70 weiteren kleineren Herstellern in sein Buch aufzunehmen, an die sich kaum jemand erinnern kann, auch nicht der "gelernte DDR-Bürger". Außerdem findet man in tabellarischer Form auf 51 Seiten die Produktpalette fast aller bis 1967 hergestellten Röhren-Rundfunkempfänger, ergänzt durch etwa 190 Geräteabbildungen, 22 Fotos zu Betriebsgeschichten, ca. 33 Prospekt- und Firmenwerbungen. Eine bemerkenswerte Fleißarbeit und eine ergiebige Fundgrube für den Sammler dieser Geräte.

Der Untertitel "Der schwere Wiederbeginn, Aufstieg und Blüte der Röhren-



empfänger" würde ebenso in ein Buch passen, welches die Rundfunkindustrie im Westen Deutschlands nach 1945 zum Inhalt hätte - die Anfänge wären identisch. Interessant ist, dass es dem Autor an vielen Stellen gelingt, die wirtschaftlichen und politischen Hintergründe in der DDR zu beschreiben, warum Entwicklung und Produktion später immer mehr gegenüber der Bundesrepublik zurückblieben. Der Leser findet Erklärungen, warum es oft zum "Verschwinden" eines Firmennamens kam oder ein weiterer "Volkseigener Betrieb" entstand, weil sich der Inhaber wegen unerträglicher Repressalien "in den Westen absetzte" oder gar wegen "Wirtschaftskriminalität" inhaftiert wurde.

Nun gilt aber auch für dieses Buch die alte Weisheit, dass dort, wo fleißig gearbeitet wird, Mängel und Fehler vorkommen. Mehr als der "Druckfehler-teufel" stört die Qualität vieler Abbildungen mit den - vermeidbaren - Spuren des Rastereffekts beim Scannen. Man merkt dem Buch an, dass es unter Zeitdruck entstand. Der Autor hatte wohl den Ehrgeiz, die Radiofreunde noch unter dem Weihnachtsbaum zu erfreuen, was ihm ja auch gelungen ist.

Ein Radiosammler wünschte sich aber auch, dass z. B. eine Jahreszahl bei jedem Gerätefoto steht, dass es in den Tabellen einen Vermerk gibt, welches Gerät auf welcher Seite abgebildet ist. Die Röhrenbestückung zu jedem Radio sowie ein Gesamtregister wären auch nicht schlecht. Vielleicht kommt es einmal in einer Nachauflage zur Ergänzung der Daten, so wie es zum Beispiel *Ernst Erb* in seinem Katalog gemacht hat. Da könnten dann die noch fehlenden Geräte sowie Varianten Aufnahme finden.

Ich kann jedem Radiosammler - egal ob im deutschen Osten oder Westen - das Buch nur empfehlen. Bei vielen Sammlern aus den alten Bundesländern hat es sich herumgesprochen, dass es auch in der DDR viele interessante und sammelwürdige Radios gab; mit dem Buch kann man sein Wissen dazu erweitern. Aber selbst der mit diesen Geräten aufgewachsene Sammler findet viel Wissenswertes und sicher auch manches Neue.

Dem Rezensenten bleibt es jedoch ein Rätsel, warum der Autor, selbst Mitglied der GFGF, die Existenz unseres Vereins in seinem Buch verschweigt.

Wolfgang Eckardt

■ ■ ■

### Letzte Exemplare vom Trenkle-Buch "Bordfunkgeräte"

Dieses Buch ist jetzt im Ausverkauf zum halben Preis zu haben. Es erschien in einer Buchreihe über die Entwicklungsgeschichte der Luftfahrttechnik und gibt daher einen ausgezeichneten Überblick über fast 100 Jahre Flugfunk "vom Funkensender zum Bordradar", wie sein Untertitel lautet. Das Buch ist ein Standardwerk für jeden an der kommerziellen Funktechnik Interessierten und kann nur empfohlen werden.

Fritz Trenkle: Bordfunkgeräte. 263 Seiten, 430(!) Bilder. Bernard & Graefe Verlag Koblenz, 1986, ISBN 3-7637-5289-7. Zu erhalten bei: Versandbuchhandlung Freistühler, PF1226, 58207 Schwerte, Preis: 39,80 DM plus 6,- DM Porto, oder im Internet (z. B. [www.booxtra.de](http://www.booxtra.de) oder [www.buecher.de](http://www.buecher.de)), gleicher Preis, im Inland keine Versandkosten. Red.

## Mitteilungen / Verein

### Einladung zur

## GFGF - Jahrestagung am 18. - 20. Mai in Bad Harzburg Hotel Weißes Ross, Breite Straße 8

**Freitag, 18. Mai 2001:** Ab 18 Uhr: Geselliges Beisammensein mit Möglichkeit zum Abendessen im Hotel.

**Samstag, 19. Mai 2001:** 9.00 - 12.30 Uhr Mitgliederversammlung im Hotel.  
12.30 - 14.00 Uhr Mittagessen. Bei Bedarf ab 14.00 Uhr Fortsetzung der Mitgliederversammlung.

Im Anschluß an die Mitgliederversammlung: Vortrag von *Friedrich P. Profit*:  
"Die Rundfunkmesstechnik des Röhrenzeitalters - ein Rückblick".

Das weitere Beiprogramm, auch speziell für mitreisende Damen, wird noch organisiert.

**Sonntag, 20. Mai 2001:** Ab 8.00 Uhr Sammler-Markt in den Räumen des Hotels.

Organisator der Jahrestagung ist *Alfred Beier*, Goslar, der für die Anreise und die Hotelbuchung separate Informationen zusammengestellt hat, siehe Beilage.

**Achtung! Anträge an die Mitgliederversammlung** sind bis zum **31.3.2001** an den Vorsitzenden der GFGF zu richten.

### Vorstellung unserer Typenreferenten

**Wilfried Meier**, geboren 1941 in Dortmund. Radio-Fernsehtechniker-Lehre im Handwerk ab 1955. Gesellenprüfung 1958, anschließend drei Jahre bei Philips/Krefeld im HF-Labor für Fernstechnik. Meisterprüfung 1965. Ab 1970 selbständig mit einer Werkstatt für Radio- und Fernsehgeräte. Das Interesse für alte Geräte begann jedoch erst Ende der achtziger Jahre.



Mein Sammelgebiet umfasst Radio- und TV-Geräte verschiedener Fabrikate sowie Röhren. Seit zehn Jahren restauriere ich in meiner Werkstatt Radio- und TV-Geräte auch für andere Sammler und stehe als **Typenreferent Fernsehen** für technische Auskünfte zur Verfügung.

**Wilfried Meier,**  
**47625 Kevelaer.**

— — —

### Trafo-Wickel-Service

Für die GFGF-Mitglieder ist folgende Mitteilung sicher von Interesse, über die uns freundlicherweise Frau *Monika Hermann-Willnow*, Waldbröl, informierte:

**Trafo-Wickelservice** der Firma **EXPERIENCE electronics**:

- » beliebige Strom- und Spannungs-kombinationen;
- » Anschlüsse als Litzen, Lötösen, Printmontage, Flachstecker, Klemmleisten;
- » Befestigung je nach Kerngröße als Printmontage, Fußwinkel, Stehbolzen oder Schraubenmontage;
- » alle Trafos mit Standardkernen wie M, MD, PM, PMZ, EI, UI, Schnittbandkernen usw. Alle Größen zwischen etwa 1 W und vielen Kilowatt sind möglich. Für Ringkerntrafos sind leider keine Wickeleinrichtungen vorhanden.
- » Netzsiebdrosseln sind ebenfalls lieferbar. Wegen des notwendigen Luftspalts EI- oder SM-Kerne;
- » Alle Trafos werden grundsätzlich nach VDE-Vorschriften hergestellt, lagenweise mit Zwischenisolationen gewickelt, einzeln geprüft. Die Spannungsfestigkeit zwischen Primär- und Sekundärwicklung beträgt 4000 V. Zum Schluss werden die fertigen Trafos vakuumgetränkt.
- » Die Lieferzeit beträgt etwa 14 Tage nach Auftragseingang, in Urlaubs- und Feiertagszeiten etwas länger.
- » **Ein besonderer Service: Wir können auch defekte Trafos und Übertrager aus historischen Geräten reparieren bzw. nachfertigen.**
- » Da es sich um kundenspezifische Anfertigungen handelt, wird nur gegen Vorausrechnung gefertigt. Sie geben uns Ihre Wünsche telefonisch oder schriftlich bekannt. Sie bekommen eine Vorausrechnung mit DM 9,- Versandkostenpauschale. Sie geben an, ob Postversand oder Anlieferung per UPS gewünscht wird. Sofort nach Geldeingang

wird mit der Fertigung angefangen, und danach unverzüglich ausgeliefert.

- » Erreichbarkeit: werktäglich zwischen 9 und 16 Uhr Tel. freitags bis 14 Uhr. Sie bekommen sofort Auskunft über Liefermöglichkeit und Preis.

**EXPERIENCE electronics**  
**, 89542 Herbrechtingen**

■ ■ ■

## Deutsches Rundfunkarchiv jetzt in Potsdam-Babelsberg

Gekürzt aus: POTSDAMER NEUESTE NACHRICHTEN vom 1.12.2000, S. 13

40 Jahre Rundfunkgeschichte der DDR, zusammengefasst in 8 km Schriftstücken, 5 Millionen Fotos, 4 Millionen Presseauschnitten, 400.000 Tonbändern, 150.000 Filmdosen und 36.000 Einzelgeräusche wurden Ende letzten Jahres aus Berlin-Adlershof nach Potsdam-Babelsberg umgelagert.

Die Stiftung Deutsches Rundfunkarchiv (DRA) und der Ostdeutsche Rundfunk Brandenburg (ORB), auf dessen Areal ein viergeschossiger Neubau entstand, eröffneten am 6. Dezember 2000 das Archiv offiziell. Als es vor zwei Jahren in den alten Archivräumen in Adlershof durch das Dach zu regnen begann, tat eine schnelle Lösung not. Drei Vorschläge traten in den Wettbewerb: Neben dem ORB bekundete ein Münchener Filmgroßhändler Interesse an der Filmesammlung, außerdem gab es die Idee, die Gebäude in Berlin zu sanieren. Der Entschluss für einen Neubau in Babelsberg fiel jedoch schnell. Damit wurden auch 50 Arbeitsplätze geschaffen, die für den Betrieb des Archivs notwendig sind.



## Mitteilungen / Verein

Mit einem Budget von 22,5 Mio Mark entstand in vierzehnmonatiger Bauzeit ein dreiteiliges Gebäude. In dem gläsernen Trakt sind Büros und Vorführräume untergebracht, das Entree beeindruckt durch eine scheinbar freischwebende Treppe, die die verschiedenen Etagen in einem Zickzack-Verlauf miteinander verbindet. In der großzügigen Eingangshalle werden die Kartei und Glasvitrinen stehen. In den Ausstellungswürfeln zeigt das Deutsche Rundfunkmuseum, das 1996 aus Geldmangel geschlossen wurde, ausgewählte Exponate. Insgesamt 1000 Radio- und Fernsehgeräte aus dem Museumsbestand fanden nun Platz in den Kellerräumen des „Schatzkästchens“.

Der wohltemperierte Magazintrakt hinter Klinkersteinen ist das eigentliche Archiv. Um den Verfall alter Vierfarb-Negative zu vermeiden, herrschen im Keller vier Grad minus und eine konstante Luftfeuchte von 50 Prozent. Die 60.000 Kinofilmrollen, die derzeit noch in Wilhelmshagen lagern, werden nach Potsdam tiefgefroren in Thermocontainern transportiert. Für das Überspielen auf andere Formate würden sie eventuell noch einmal geöffnet, erklärte Archivar *Dr. Peter-Paul Schneider*, danach aber für ewig auf Eis gelegt.

Diese einmalige Sammlung ist eine hervorragende Quelle für Doktoranden und Medienwissenschaftler. Das Rundfunkarchiv wird aber, ähnlich wie eine Bibliothek, der gesamten Öffentlichkeit zugänglich sein. Info: *T. Kubaczewski*

## Neues privates Radiomuseum in Ueckermünde

Kürzlich erhielt die Redaktion von *Wolfgang Mayer* aus Ueckermünde folgenden Brief:

Mit dem Sammeln von Röhrenradios habe ich erst im Dezember 1998 angefangen. In den vergangenen zwei Jahren kamen ca. 450 Geräte zusammen, zu meist aus früherer DDR-Fertigung. Darunter sind auch einige Transistorradios, Plattenspieler und Tonbandgeräte.



Das brachte natürlich eine Menge Arbeit mit sich, denn die Apparate sollten ja auch einen Ton von sich geben. Also musste nach und nach ein Ersatzteillager angelegt werden und die Jagd nach den jeweiligen Teilen ging los. Zur Zeit sind längst noch nicht alle Radios repariert. Das Problem der Gehäuseinstandsetzung ist glücklicherweise gelöst, da ich einen guten Freund habe, der von Beruf Tischler ist.

Nun sollen die Apparate ja auch spielen. Vom Fachlichen ist das für mich kein Problem. Von 1954 bis 1958 habe ich im RFT-VEB Stern-Radio in Berlin-Weißensee gearbeitet. Danach machte ich mich

mit einer Reparaturwerkstatt für Radio- und Fernsehapparate und Antennenbau selbständig. Diese Tätigkeit versetzt mich heute in die Lage, alle Apparate fachlich einwandfrei zu reparieren.

Da ich die Geräte nicht im dunklen Zimmer horten wollte, entschloss ich mich, eine kleine Rundfunkausstellung einzurichten. Dazu musste ich in unserem Garten einen Container aufstellen. Hier konnte ich erst einmal ca. 150 Radios ausstellen. Dazu kam in den Ausstellungsraum noch eine Werkstatteinrichtung von 1958 zur Anschauung, selbstverständlich voll einsatzfähig.

Am 1. September 2000 war die Eröffnung meines kleinen Privatmuseums. Ich hatte seitdem schon viele Besucher, nicht nur Radiofreunde, auch interessierte Bürger sowie Schulkinder.

Wer einmal vorbeikommen möchte, den bitte ich jedoch, mich vorher anzurufen, damit ein Termin vereinbart werden kann, man ist ja nicht immer zu Hause.

**Wolfgang Mayer,**  
17373 Ueckermünde.

— — —

## Körting-Raritäten in Grödig

find *Anton Minichshofer*, Schalchen

Auf dem Heimweg von meinem Schiurlaub besuchte ich das Radiomuseum Grödig bei Salzburg. Ein Anruf bei Herrn *Walchhofer* genügte, er war sofort bereit für eine Führung. Mitten im Ort liegt das Heimathaus und da geht es in den 3. Stock. Dann kommt man aus dem Staunen nicht heraus. Im Eingangsbereich ist eine Vielzahl von Freischwinger-Laut-

sprechern ausgestellt. Ein Funkeninduktor, Detektorgeräte, die ersten Röhrengeräte bis zur Arcolette stehen im "20er Eck", der Ecke mit den Geräten aus den zwanziger Jahren. Voller Stolz werden die Geräte eingeschaltet und vorgeführt. Eine Hörprobe vom Lenzola-Lautsprecher, einem Freischwinger und der Philipsschüssel beendet den ersten Teil der Nostalgierese.

Dann geht's zu Körting: Firmengeschichte, die ersten Trafos und Netzgeräte. Körting hat ja erst 1932, relativ spät, ein komplettes Radio gebaut. Da stehen sie nun alle wie in der Auslage. Ein R 100 gibt sein Bestes. Der kleine Unix darf ebenso wenig fehlen wie der Cyclo-Selektor, der Dominus 40, der Tourist, ein Röhrenverstärker und ein Maximus-Lautsprecher. Dem Transmare 39 und dem Ultramar wurde sogar eine eigene Ecke gewidmet. Man kann sich zum Ultramar setzen, einschalten, ehrfürchtig die Knöpfe bedienen und dem Klang lauschen.



Der Neuanfang in Grassau ist mit einer Auswahl von Fotos dokumentiert. Die Highlights des UKW-Zeitalters mit dem Royal-Syntektor 55, dem Dynamic 830 W und Stereo Dynamic sowie eine Vielzahl von Kofferradios runden das Pro-

## Mitteilungen / Verein

gramm ab. Alle Geräte sind spielbereit, so dass man sich von dem gerühmten "strahlenden Körtingklang" überzeugen kann. Der Streifzug in die Vergangenheit zeigt darüber hinaus seltene Firmenfotos, historische Werbeunterlagen und weitere nostalgische Erinnerungen.

Zum Abschluss kann man noch die Aufnahmequalität eines Schaub-Supraphon testen und die Kabelfernsteuerung eines Saba-Freiburgs ausprobieren. Mit ein paar aufgelegten Platten aus den 60ern klingt dieser Streifzug durch einen Teil der spannenden Radiogeschichte aus. Als Fazit kann ich nur sagen: sehens- und hörens- und wert!

Wie mir Herr *Walchhofer* mitteilte, ist die Ausstellung bis Januar 2002 verlängert worden. Hier nochmals die Adresse:

**Radiomuseum Grödig, Hauptstraße 3 A-5082 Grödig** (bei Salzburg)  
Geöffnet jeden Mittwoch 15 - 18 Uhr.  
Tel.: -----

— — —

## Des Rätsels Lösung

Unser Kurator *Winfried Müller* zu Preisrätsel und Umfrage in der FG 24 (2001) Nr. 135:

Rätsel lösen ist "in". Zeitungen und Zeitschriften, der Rundfunk und besonders die vielen Fernsehsender beschenken uns täglich Rateprogramme aller Art. Warum nicht auch ein Rätsel, sogar ein Preisrätsel, in unserer FUNKGESCHICHTE? Auch wenn einige vom Rätselkonstrukteur aufgestellte Hürden recht hoch waren, hat es offenbar kaum Schwierigkeiten bereitet, das gesuchte Lösungswort "Funkgeschichte" zu finden. Es erreichten mich 30 Zuschriften. Verglichen mit der Gesamtzahl der Mitglieder eine

nicht gerade beeindruckende Teilnahmeresonanz bei den Mitgliedern der GFGF!

Die meisten Zuschriften kamen aus dem süddeutschen und nur eine aus dem ostdeutschen Raum. Zwei Zuschriften enthielten nicht des Rätsels Lösung, sondern nur das Bekenntnis zum besten Artikel des Jahres. Gleichviel Punkte (6) erhielten die Beiträge "Röhrenheizung mit Wechselstrom" von *B. Bosch* und "Freiheitssender 904" von *B.-A. Möller*. "Alle Artikel gut" wurde mehrfach befunden. Es folgten die Beiträge: "Die deutschen Export-Radios 1940/44" von *K. Opperskalski*, "Neckerman machts möglich" von *B. Witke*, die "Profit-Gerätebeschreibungen" und "Deutscher Soldatensender" von *H. Bergmann*.

1			T	E	L	E	F	U	N	K	E	N		
2	A	M	P	L	I	T	U	D	E					
3				B	I	N	O	D	E					
4			D	E	T	E	K	T	O	R				
5	S	C	H	I	R	M	G	I	T	T	E	R		
6				A	R	D	E	N	N	E				
7			V	O	L	K	S	R	A	D	I	O		
8		B	R	O	A	D	C	A	S	T	I	N	G	
9				K	O	H	A	E	R	E	R			
10				A	U	D	I	O	N					
11		F	R	E	I	S	C	H	W	I	N	G	E	R
12				Z	E	R	H	A	C	K	E	R		
13			K	R	A	F	T	A	U	D	I	O	N	
14			C	O	N	D	E	N	S	A				

Das Los bestimmte die Gewinner der 3 Frei-Mitgliedsbeiträge für das Jahr 2001:

**Thomas Sieben, Vennhauser Allee 34, 40229 Düsseldorf,**

**Herbert Skoda, Neumagenstraße 21, 79219 Staufen,**

**Bernd Broszeit, Harreweg 81, 26133 Oldenburg.**

Herzlichen Glückwunsch!



## Beitragsreihe Drahtfunk, Teil 4:

# Vom Drahtfunk zum Breitbandkabel

Otto Künzel, Ulm

### Drahtfunk in Deutschland nach 1945

Nach Kriegsende wurden zunächst einmal sämtliche Drahtfunkanlagen in Deutschland abgeschaltet. Aber bereits im Oktober 1945 gingen in der britischen Besatzungszone die ersten Drahtfunkanlagen in Hamburg und Lübeck wieder in Betrieb, die für die britischen Besatzungstruppen das Programm des BFN (British Forces Network) übertrugen. Im Februar 1947 wurde der Drahtfunkempfang auch für die deutsche Bevölkerung wieder freigegeben. Neben dem Programm des BFN konnte auch das Programm des auf Befehl der britischen Besatzungsmacht neu gegründeten NWDR über Draht empfangen werden. Im Juli 1948 gab es in der britischen Besatzungszone bereits wieder 32 Drahtfunksendeämter und 210 Drahtfunkverstärkerämter, die 38.000 Drahtfunkteilnehmer auf den Frequenzen 160 und 249 kHz versorgten. Ab 1950 speiste die Bundespost auf den Frequenzen 160, 210 und 254 kHz die NWDR-Programme UKW-Nord, UKW-West und das Mittelwellenprogramm ein.

In Bayern waren 1948 erst 4 Drahtfunksendeämter und 12 Verstärkerämter im Aufbau, die auf der Frequenz 249 kHz das Programm von Radio München übertrugen.

In Berlin wurde das Drahtfunknetz im russischen Sektor Ende 1945 wieder in

Betrieb genommen. Auf 235 kHz hörte man das Programm des Berliner Rundfunks (Sender Tegel). Interessant ist ein weiterer Drahtfunksender im russischen Sektor, der auf 145 kHz normalerweise das Programm des Berliner Rundfunks übertrug, bei besonderen Anlässen aber auch die öffentlichen Lautsprecheranlagen im russischen Sektor speisen konnte.

**Achtung!** **DER DRAHT-FUNK** **Achtung!**

**IM AMERIKANISCHEN SEKTOR BERLIN**

beginnt am 7. Febr. 1946 zu senden.  
Sie empfangen sein Programm  
**täglich von 17-24 Uhr**  
auf Langwelle 1429 m = 210 kHz  
oder 1221 m = 245 kHz

**DRAHTFUNK IM AMERIKANISCHEN SEKTOR BERLIN G.M.B.H.**

Nachrichten aus aller Welt  
Unser Reporter  
Die Stimme Amerikas  
Berliner Hörbilderbogen  
Volksmusik/Heimmusik  
Konzertmusik  
Verklungen  
Stimmen  
Schallplatten aus Übersee  
Klingendes Musikwörterbuch

Stars von drüben  
Studio für Neue Musik  
Die Horschule  
Das große Sendespiel  
Literarisches Mosaik  
Das verbotene Buch  
Die Tischrunde  
Lexikon von morgen  
Für die Frau  
Reisen  
In Märchenland  
Funkbrett  
Das Schau-Boot auf der Spree

Bild 20: Flugblatt zur Eröffnung des "DIAS", des Drahtfunks im Amerikanischen Sektor Berlins 1946.

Im amerikanischen Sektor von Berlin begann der Rundfunk mangels Sender Anfang Februar 1946 als Drahtfunk (Bild 20). Er hieß auch so: Drahtfunk im amerikanischen Sektor (DIAS) und brachte 7 Stunden lang neben einem eigenen



Bild 21: Drahtfunkversorgung in der BRD im Jahre 1950. Erklärungen im Text. Quelle: Infoblatt der DBP.

Programm auch die "Stimme Amerikas" und Ausschnitte aus den Sendungen anderer deutscher Stationen in der amerikanischen Zone. Erst am 5. September 1946 wurde aus dem DIAS der RIAS, der nun mit 800 W eines ausrangierten Truppensenders strahlte.

Franzosen und Engländer folgten. Insgesamt waren am 1. Juni 1948 in Berlin 50 Drahtfunk-Verstärker in Betrieb, die 27.000 Teilnehmer in symmetrischer Technik und eine unbekannte Zahl von Teilnehmern "unsymmetrisch" versorgten. Im September 1948 schlossen sich die Drahtfunk-Netzgruppen der Amerikaner, Briten und Franzosen zusammen und übertrugen das Programm des NWDR auf 225 kHz und das Programm des RIAS auf 269 kHz.

Das Drahtfunknetz im russischen Sektor wurde im Dezember 1948 von Westberlin abgespalten. Über das weitere Schicksal des Drahtfunks in der DDR liegen dem Autor keine Angaben vor. Ein Ausbau ist aber nicht erfolgt.

Die Gebühren für den Drahtfunkempfang waren in den Besatzungszonen nicht einheitlich. In der britischen Zone galten zunächst die Regelungen aus der Zeit vor 1945 weiter. Auch in Berlin musste man nichts bezahlen. In Bayern waren dagegen 1948 eine einmalige Anschlussgebühr und eine monatliche Drahtfunkgebühr von 1,- DM fällig. Später musste man überall im Westen 1,50 DM im Monat bezahlen. Hinzu kam aber in jedem Fall die monatliche Rundfunkgebühr von 2,- DM [14, 15].

Bild 21 gibt einen Überblick über die Drahtfunkversorgung in der BRD im Jahre 1950. Die hinterlegten Bereiche

OPD-Bezirk	Programm	Netzgruppen
West-Berlin	SFB, RIAS	West-Berlin
Braunschweig	NWDR	Braunschweig, Einbeck, Göttingen, Goslar Herzberg/Harz
Bremen	Radio Bremen, NWDR	Bremen, Emden, Oldenburg, Osnabrück, Westerstede, Wilhelmshaven
Dortmund	NWDR	Dortmund, Lüdenscheid, Meschede, Siegen
Düsseldorf	NWDR	Düsseldorf, Essen, Wuppertal
Freiburg i.B.	SWF, SDR, HR, NWDR	Lörrach
Hamburg	NWDR	Cuxhaven, Hamburg I,II, Lübeck, Lüneburg, Stade
Hannover	NWDR	Celle, Hameln, Hannover, Uelzen
Kiel	NWDR	Eckernförde, Elmshorn, Eutin, Flensburg, Heide, Husum, Kiel, Neumünster
München	BR, SDR, SWF	Augsburg, Bad Reichenhall, Garmisch-Partenkirchen, Immenstadt, Kempten, Kochel, Starnberg, Traunstein

Tab. 1: Drahtfunknetzgruppen 1956. Quelle: Funkschau 28 (1956), H. 23, S. 976



## Rundfunktechnik

kennzeichnen die Verbreitungsgebiete von Drahtfunk. Die vielen kleinen Dreiecke in den anderen Bereichen weisen auf geplante Drahtfunksendeämter der Deutschen Bundespost (DBP) hin. Wie aber die Drahtfunk-Netzgruppenübersicht in Tab. 1 aus dem Jahr 1956 zeigt, wurden die Planungen kaum verwirklicht.

Auch wenn die Zahl der Drahtfunkteilnehmer in der Bundesrepublik bis in die Mitte der 50er Jahre auf etwa 125.000 anstieg, waren die Bemühungen der Deutschen Bundespost, den HF-Drahtfunk weiter auszubauen und zu modernisieren, aus mehreren Gründen zum Scheitern verurteilt: Zum einen war die Zuständigkeit für die Programmverbreitung in den westlichen Besatzungszonen nach dem Krieg nach dem Willen der Siegermächte auf die Rundfunkanstalten übergegangen, und diese hatten sich nach der Wellenkonferenz von Kopenhagen (1948) für die Einführung des UKW-Rundfunks und nicht für den Drahtfunk zur Lösung der Probleme der Rundfunkversorgung in Deutschland entschieden.

Zum anderen wurde durch den raschen Ausbau des Sendernetzes der Mittelwellen- und vor allem der UKW-Sender die Rundfunkversorgung und die Empfangsqualität schnell verbessert. Die Anhänger des Drahtfunks nahmen daher rapide ab. Gegen Ende der 50er Jahre sank ihre Zahl um 1000 pro Monat.

Daneben machte auch die technische Entwicklung im Fernsprechnetz der Post Probleme: Für die neuen Vermittlungsstellen der Bauart 55 waren die bisher verwendeten Hoch- und Tiefpässe nicht mehr geeignet. Außerdem erreichten auch die Drahtfunksendeeinrichtungen

ihre Altersgrenze. Neuentwicklungen verboten sich jedoch auf Grund der zu geringen Akzeptanz des Drahtfunks. So wurde das Ende des Drahtfunks in der BRD eingeläutet.

Ende 1962 gab es noch ca. 93.000 Drahtfunkteilnehmer. Das größte Netz bestand in Hamburg mit 16.000 Anschlüssen. Da ein wirtschaftlicher Betrieb aber nicht mehr möglich war, hatte der Verwaltungsrat der DBP bereits 1961 beschlossen, den weiteren Ausbau des Drahtfunknetzes zu beenden, und so wurde das Drahtfunknetz am 30.6.1963 beim Stand von 78.000 Teilnehmern generell stillgelegt. Schon vorher mussten einige Ortsnetze wegen Bauteilemangels abgeschaltet werden. Nur in einigen drahtlos schlecht versorgten Gebieten, vor allem in Gebirgsorten in Bayern, gab es Drahtfunk noch bis zum 31.3.1965. Als letztes Drahtfunknetz stellte West-Berlin am 30.9.1966 seinen Betrieb ein.

Weltweit gab es HF- und NF-Drahtfunk aber weiterhin (vor allem in England, Holland, der Schweiz, der UdSSR u. a. [21]). Bei einem Stand von 574 Mio. drahtlosen Hörfunkempfängern wurden 1966 immerhin 55,4 Mio. Hör-Drahtfunkempfänger gezählt [16].

Anmerkung am Rande: Ende 1949 wurde von der AEG und der Deutschen Post nochmals der Versuch eines Hochfrequenz-Drahtfunks über das Elektrizitäts-Versorgungsnetz unternommen. In Wildemann/Oberharz wurden 356 Teilnehmer über das Drehstromnetz auf Langwelle versorgt. Die Empfänger wurden über Kondensatoren von 0,1  $\mu\text{F}$  zwischen Phase und Erde angeschaltet.

## **Der Weg zum Breitbandnetz**

Einen neuen Auftrieb hatte jedoch die drahtgebundene Verteilung von Rundfunkprogrammen inzwischen durch die Entwicklung des Fernsehens erhalten, bei dem es sich zunehmend als notwendig erwies, die drahtlose Versorgung durch lokale Leitungsnetze zu ergänzen, wobei die Hinzunahme von Rundfunkprogrammen nur einen geringen Mehraufwand erforderte. Die ständig wachsende Zahl von UKW- und Fernsehsendern in unterschiedlicher Empfangsrichtung und Frequenzlage führte zu immer größeren Antennengebilden, die sowohl das Ortsbild beeinträchtigten als sich auch z. T. gegenseitig elektrisch störten. Mit der Entwicklung der Gemeinschaftsantennenanlagen bot die Industrie eine Lösung, die optisch, wirtschaftlich und technisch Vorteile bot und die als Keimzelle der Breitband-Verteilnetze anzusehen ist.

Auch die Deutsche Bundespost engagierte sich daher. Bereits 1959 legte sie einen ersten Entwurf über technische Bedingungen für "Öffentliche Gemeinschaftsantennenanlagen (ÖGA)" zur Diskussion vor, dem im Juli 1960 ein weiterer Entwurf folgte. Im Juni 1964 baute die DBP dann in Spiegelberg, in der Nähe von Backnang, einem Ort mit besonders ungünstigen Bedingungen für den drahtlosen Fernsehempfang, die erste drahtgebundene Versuchsanlage in kommerzieller Technik für die Übertragung von maximal 3 Fernsehprogrammen auf [22]. Weitere Versuchsanlagen, z. B. in Nürnberg (Schauberg), Berlin und Fulda, folgten.

In anderen Ländern, wie England, Holland, der Schweiz und der UdSSR, be-

nutzte man teilweise die vorhandenen Leitungsnetze des NF-Drahtfunks, um Draht-Fernsehnetze in größerem Umfang einzurichten [16, 17, 21, 23]. 1965 waren z. B. in England 800.000 Haushalte an ein Draht-Fernsehnetz angeschlossen [16].

In der BRD errichtete die DBP in den Jahren 1973/74 weitere ausgedehnte Versuchsanlagen in Hamburg und Nürnberg, die bereits einer erweiterten Zielsetzung im Hinblick auf den Ausbau von Breitband-Kommunikationsnetzen genügen sollten (Rück- und Dienstleistungskanäle) [19]. Weitere derartige Anlagen folgten, bei denen die Übertragung von mindestens 12 Fernseh- und 24 Stereo-Rundfunkprogrammen vorgesehen war. Man nannte sie zunächst "Kabelfernseh-anlagen", heute spricht man - vor allem auch wegen der größeren flächenmäßigen Ausdehnung - von "Breitband-(BK-) Verteilnetzen". Welche Möglichkeiten man dabei bereits 1974 sah, zeigen die folgenden Stichworte:

- Verbreitung lokaler und überregionaler Hörfunk- und Fernsehprogramme
- Münzfernsehen
- Textnachrichten, Bildnachrichten
- Warndienste/Notrufe
- Meinungsumfragen durchführen
- Verbrauchsdaten von Haushalten (Gas, Wasser, Strom usw.) erfassen
- Überwachung von Räumen, Straßen, Spielplätzen, Umwelt usw.
- Auftragsdienste (z.B. Wecken, Fernschalten)
- Diverse Informationsdienste (z.B. Wetter, Verkehr, Stellenangebote, Immobilienangebote usw.)
- Literaturdienste
- Interaktive Dienste (z. B. Auskunftsdienste, Lehrprogramme usw.)

## Rundfunktechnik

- Bankverkehr
- Reservierungen/Fernbestellungen
- Datenfernverarbeitung u. a. m.

### Das Breitbandverteilstnetz der DBP

Der weitere Weg der Breitband-Pilot-Projekte in der BRD war recht mühsam: 1976 schlug die "Kommission für den Ausbau des technischen Kommunikationssystems (KtK)" den Bau von vier Pilot-Projekten vor, um deren Technik und die Akzeptanz durch die Bevölkerung zu erproben bzw. zu testen. Vorgesehen wurden die Städte Dortmund, Berlin, Ludwigshafen und München, wo teilweise voneinander abweichende Modelle getestet werden sollten.

Das medienpolitische Gerangel und die fehlende Finanzierungsgrundlage haben in den folgenden sechs Jahren verhindert, dass auch nur ein Projekt zum Laufen kam. Trotz aller Probleme wurde aber schließlich mit den Regierungserklärungen von Oktober 1982 und Mai 1983 die Grundlage für den zügigen und großflächigen Ausbau der Kabelnetze für die Verbreitung der Programme geschaffen.

In der ehemaligen DDR wurde ein BK-Netz erst nach der Wiedervereinigung aufgebaut.

### Die Technik der BK-Verteilnetze

Für den Aufbau der nationalen TV- und Ton-Bezugskette (Signal-Übertragungskette) wurde eine Unterteilung in vier Abschnitte/Netzebenen vorgesehen. Sie umfassen alle Einrichtungen zwischen dem TV- bzw. Ton-Studio eines Programmproduzenten bis zum Empfangsgeräteanschluss in der Wohnung des Teilnehmers. Einzelheiten dazu siehe z. B. in [18, 20]. Die zu verteilenden Programme aus lokalen Studios, Hörfunk- und Fernsehsendern werden in Kopfstationen empfangen, was per Direktempfang, Richtfunk, Satellit oder Glasfaserkabel geschieht. In den Kopfstationen werden die Programme für das System des Kabelnetzes (BK-Verteilnetz, Netzebene 3) und für die Norm der Empfangsgeräte aufbereitet.

Für die Verteilung der Programme steht der Frequenzbereich von 47 MHz bis 450 MHz zur Verfügung (Bild 22). In diesem Bereich können 38 Fernsehsig-

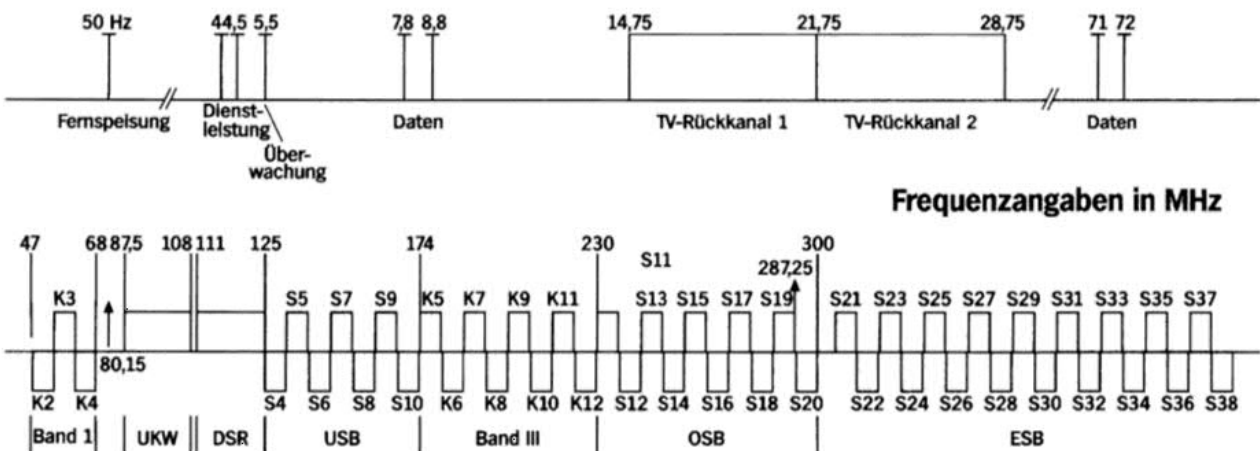


Bild 22: BK-Kanalraster für das 450-MHz-System. Der DSR-Kanal (Digitales Satelliten-Radio) wurde durch die DTAG Ende 1998 stillgelegt.



nale, 30 Stereo-Hörfunksignale und 16 digitale Hörfunksignale übertragen werden. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Rundfunk- und Fernsehempfänger erfolgt die Verteilung der Fernseh- und Tonrundfunksignale im Kabel vorzugsweise im gleichen Frequenzbereich, in dem sie auch drahtlos verbreitet werden. Der Hörrundfunk belegt somit im Kabel den Frequenzbereich 87,5 - 108 MHz. Die noch freien Frequenzen (Kanäle) sind für andere Aufgaben, z. B. für Datenübertragung, Rückkanäle oder die Netz-Überwachung reserviert. Die Übertragung von Rundfunksignalen im LMK-Bereich macht wegen der mäßigen Qualität wenig Sinn. Gegebenenfalls wäre aber eine Einspeisung nach Umsetzung in einen UKW-Kanal möglich. Das Breitbandkabel endet beim Teilnehmer im sogenannten Übergabepunkt (früher einmal hieß diese Einrichtung Drahtfunk-Anschlussdose!).

Bis 1993 waren nach [18] in den alten Bundesländern 63,3 % der anschließbaren Wohneinheiten und in den neuen Bundesländern 54,7 % an das BK-Verteilnetz angeschlossen, das sind 13,6 Millionen Teilnehmer. Im Vergleich mit anderen Ländern betrieb die Deutsche Telekom damit das größte Kabelnetz der Welt zur Verbreitung von Hörfunk- und Fernsehprogrammen. Seit Ende 2000 ist das BK-Netz an den Amerikaner *Richard L. Callahan* verkauft, und man darf gespannt sein, wie es weitergeht. Die relativ hohen Teilnehmergebühren und die Möglichkeit des preiswerten Satelliten-Direktempfangs mit größerem Programmangebot werfen Probleme auf.

**Schlussbemerkung:** Es war im vorgegebenen Rahmen leider nicht möglich,

die Entwicklung des Drahtfunks auch in Ländern außerhalb Deutschlands - mit Ausnahme der Schweiz - genauer zu betrachten oder auf medienpolitische Fragen einzugehen. Auch die politische Benutzung des Drahtfunks, z. B. in der Sowjetunion, die dafür ein gigantisches Drahtfunknetz aufgebaut hatte, konnte leider nicht behandelt werden. Der Verfasser bittet dafür um Verständnis und würde sich über ergänzende Hinweise zum HF- und NF-Drahtfunk sehr freuen. □

#### Literatur

- [14] Budischin, F.: Entwicklung und Ausbau des hochfrequenten Drahtfunks in Deutschland. FTZ 1 (1948) H. 1, S. 201 - 202
- [15] Nübel, W.: Die Geschichte des Drahtfunks. Radio Hören (1996) H. 3, Beilage S. 4 - 7
- [16] Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Hrsg. Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen 1970
- [17] Klemperer, G.: Drahtfunk und Drahtfernsehen. radio mentor 28 (1962) H. 2, S. 111 - 114
- [18] Kniestedt, J.: Der Rundfunk im vereinigten Deutschland. In: Hermann/Kahle/Kniestedt: Der deutsche Rundfunk. S. 225 - 226. Heidelberg: R. v. Decker's 1994
- [19] Rint, C.: Breitbandkommunikation in Nürnberg erprobt. radio mentor electronic 40 (1974) H. 5, S. 178
- [20] Stekle, H.: Breitbandverteilnetze der Deutschen Bundespost. 2. Aufl., S. 2 - 4. Heidelberg: R. v. Decker's 1988
- [21] Reekie, A. F.: Kabelgebundene Tonrundfunk- und Fernsehübertragungsanlagen in Europa. Rundfunktechnische Mitteilungen 17 (1973) H. 2, S. 53 - 58
- [22] o. Verf.: Drei TV-Programme über Kabel für 2000 Teilnehmer. radio mentor 30 (1964) H. 9, S. 682
- [23] o. Verf.: Drahtfernsehen - Technik und Verbreitung. radio mentor 31 (1965) H. 2, S. 109

## Die interessante Schaltung:

# Radione 740 W. Teil 2: Störbegrenzer

*Jean Ritzenthaler, Genf, und Hermann Freudenberg, Netphen*

Nachdem im Teil 1 (FG Nr. 135) die Neutralisation des ZF-Verstärkers des Radione 740 W beschrieben wurde, widmet sich Teil 2 der Störbegrenzerschaltung. Die Bilder in Teil 1 haben die Nummern 1.1 bis 1.6, die Bilder in Teil 2 die Nummern 2.1 bis 2.8; die Literaturangaben in Teil 1 sind mit [1.1] bis [1.5], die in Teil 2 mit [2.1] bis [2.3] bezeichnet.

---

### Störungen bei AM-Empfang

---

Die Freude am amplitudenmodulierten Rundfunkempfang, insbesondere im Langwellenbereich, wird neben den auf gleicher oder benachbarter Welle arbeitenden Sendern durch eine Vielzahl aperiodischer Störer getrübt; als Beispiele seien genannt: atmosphärische Störungen (Gewitter), elektrische Geräte (Staubsauger), Schalter und Schaltanlagen, früher Bogen-, heute Leuchtstofflampen, elektrische Bahnen. Neben der Entstörung der Störer selbst, z. B. durch RC-Kombinationen, hat man schon in der Anfangszeit des Rundfunks nach Schaltungen gesucht, die im Empfänger die Wirkung der beschriebenen Störungen, wenn schon nicht verhindern, so doch erträglicher machen sollten. Solche Schaltungen wurden u. a. als Krachtöter bezeichnet; im Englischen heißen sie heute "noise limiter" und fehlen in keinem CB-Gerät. Bekannt und verbreitet war der Krachtöter an den Hörkapseln der Telefone der Hebdreh-

wählerzeit: Zwei antiparallel geschaltete Selengleichrichter schonten die Ohren bei starken Kontaktgeräuschen oder bei Induktionsstörungen auf den Telefonleitungen durch Begrenzung der Spannung an der Hörkapsel.

Der einfachste Störschutz ist die Tonblende, weil die Störungen meist im höherfrequenten Hörbereich liegen. Die in der Literatur der Röhrenzeit angegebenen Störschutzschaltungen nutzen nichtlineare Kennlinien zur Amplitudenbegrenzung der niederfrequenten Signale: Röhren, Glimmröhren, Trockengleichrichter.

---

### Radione 740 W

---

Eine ungewöhnliche Störschutzschaltung hat der Vorstufensuper Radione 740 W. Die Schaltung nutzt zur Begrenzung der niederfrequenten Störampplituden den Sperrbereich einer Diode EB 11; nicht die Spannung, sondern der niederfrequente Wechselstrom des Demodulators wird begrenzt. Im Folgenden soll die Funktionsweise der Schaltung beschrieben werden.

---

### Schaltungsausschnitt und Ersatzschaltbild

---

Die ZF-Verstärkerröhre EBF 11 ist nicht geregelt; die Regelspannung wirkt auf die Vorstufe EF 13 und die Mischstufe ECH 11 [1.1], [1.2], (Bild 1.1). Über die

"linke" Diode der EBF 11 wird die verzögerte Regelspannung gewonnen, die "rechte" Diode wird als Demodulator verwendet.

An den Demodulator schließt sich der Störbegrenzer mit der Röhre EB 11 an. In den Schaltbildern [1.1] und [1.2] ist hier ein Fehler: nicht die linke, sondern die rechte Diode der EB 11 ist mit den Widerständen des Demodulatorkreises zu verbinden (s. Bild 1.1).

In der Darstellung des Schaltbildes ist die Schaltung des Störbegrenzers nur schwer verständlich. Deshalb ist in Bild 2.1 die Schaltung in anderer Form gezeichnet; der Demodulator besteht aus dem ZF-Kreis mit der Kreiskapazität  $C2 = 85 \text{ pF}$ , aus einer Diode der EBF 11 und aus der Kapazität  $C1 = 40 \text{ pF}$  und erzeugt die Spannung  $U_{\text{dem}}$ . Die einander entsprechenden Knoten sind in den Bildern 1.1 und 2.1 jeweils mit A bis D bezeichnet.

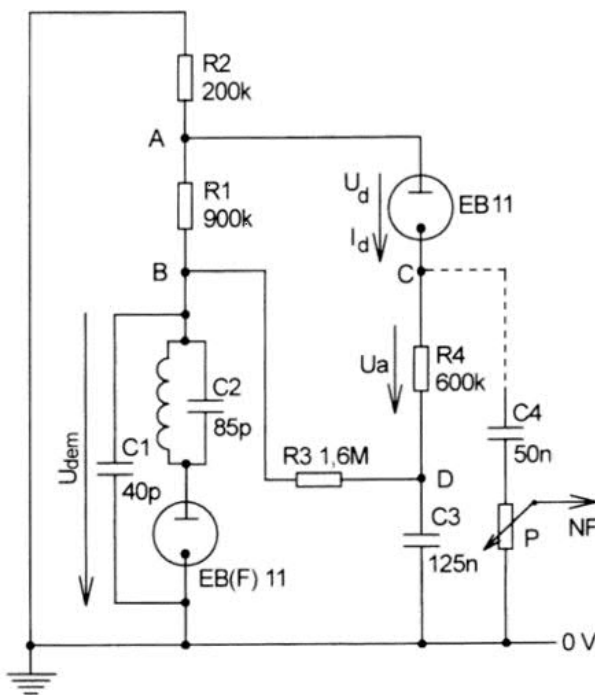


Bild 2.1: Schaltung von Demodulator und Begrenzer.

## Heizungsvorwiderstände und Kennlinie der EB 11

Im Schaltbild [1.1], [1.2] sind im Heizkreis der EB 11 zwei Vorwiderstände von je  $70 \Omega$  angegeben; zusätzlich findet sich die Angabe "2,5 bis 3 V". Diese Widerstandswerte sind auch im Originalschaltplan von Radione angegeben [2.3]; die Angabe ist wahrscheinlich nicht richtig: Bei  $2 \times 70 \Omega$  im Heizkreis ist im Messbereich  $1 \mu\text{A}$  keine Emission nachweisbar. Ein anderer Sammler, Besitzer eines Radione 740 W, hat die Widerstände gemessen und fand Werte von  $2 \times 18 \Omega$  und eine Heizspannung an der EB 11 von 2,45 V. In Bild 1.1 sind die beiden Heizwiderstände deshalb mit Rh1 und Rh2 bezeichnet ohne Angabe eines Widerstandswertes.

Warum die EB 11 mit niedrigem Heizstrom geheizt wird und wie die Größe des Heizstromes zu bemessen ist, soll im folgenden untersucht werden.

In welchem Betriebsbereich wird die Diode EB 11 betrieben? Um diese Frage beantworten zu können, muss die Spannung  $U_{\text{dem}}$  bekannt sein.  $U_{\text{dem}}$  setzt sich zusammen aus der Richtspannung  $U_{\text{dem-}}$  entsprechend der Amplitude der HF-Wechselspannung des ZF-Trägers und aus der Wechselspannung  $U_{\text{dem~}}$ , die durch Demodulation der ZF-Spannung entsteht. Punkt D ist durch C3 wechselstrommäßig für Niederfrequenz "geerdet". Damit stellt sich an D eine Gleichspannung ein, die nur von der Richtspannung  $U_{\text{dem-}}$  abhängt. Dadurch fließt durch die Diode ein Strom  $I_{\text{d}}$ , der außer von den Widerständen R1, R2, R3 und R4 von den Eigenschaften der Diode abhängt. Der maximale Strom



## Schaltungstechnik

$I_{dmax}$  fließt, wenn man die Diode kurzschließt und die Richtspannung  $U_{dem-}$  ihr Maximum hat.

Wie groß kann die Richtspannung werden? Nach [1.4] muss für die EF 13 und die ECH 11 bei voll gleitender Schirmgitterspannung mit einer maximalen Regelspannung von  $U_{regel} = 40\text{ V}$  gerechnet werden. Unter der Annahme kritischer Bandfilterkopplung beträgt die Richtspannung am Demodulator etwa  $U_{dem-} = 0,5 \cdot U_{regel} \approx 20\text{ V}$ , wenn man die unterschiedlichen Kreisimpedanzen (60 pF bzw. 85 pF) vernachlässigt. Bei dieser Richtspannung fließt ein maximaler Strom  $I_{dmax} = 6\text{ }\mu\text{A}$ ; die Berechnung erfolgte mit dem Simulationsprogramm ELECTINA [1.3].

Bei diesem kleinen Strom befindet sich der Arbeitspunkt der Diode im Anlaufstromgebiet; der Strom gehorcht hier streng dem Exponentialgesetz [2.1] :

$$I_d = I_o \cdot e^{(U - U_k) / U_T}$$

Dabei hängen  $I_o$  und  $U_T$  von der Katodentemperatur ab und damit vom

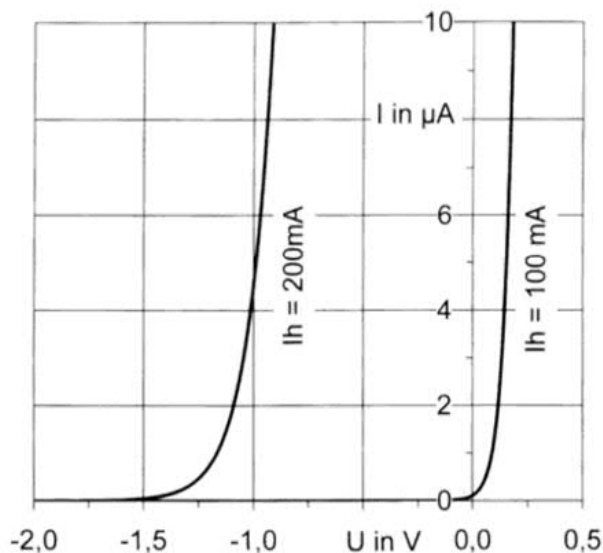


Bild 2.2: Abhängigkeit  $I = f(U)$  bei Heizströmen von 200 mA und 100 mA.

Heizstrom. In Bild 2.2 sind für die Diode der E-11-Röhren-Serie die Kennlinien für 200 mA (normale Heizung) und für 100 mA Heizstrom dargestellt, berechnet mit den Daten nach [2.1]. Die Messung an einer Diode EB(F) 11 bestätigte die Berechnung.

Bei normalem Heizstrom ist die Anlaufspannung der Diode groß und beträgt etwa 1,5 V, bei Unterheizung mit 100 mA Heizstrom beginnt die Kennlinie ungefähr im Nullpunkt, die Diode hat jetzt praktisch keine Anlaufspannung; außerdem erkennt man, dass die Kennlinie jetzt steiler ist, bei gleicher Spannungsänderung ist die Stromänderung der unterheizten Diode größer (!) als bei der normal geheizten Diode. In Bild 2.3 ist zum Vergleich für beide Fälle der differentielle Innenwiderstand in Abhängigkeit vom Strom dargestellt; man erkennt, dass das Schaltverhalten der unterheizten Diode wesentlich günstiger ist als das der normal geheizten, die Kurve für 100 mA Heizung schmiegt sich besser der R- bzw. der I-Achse an.

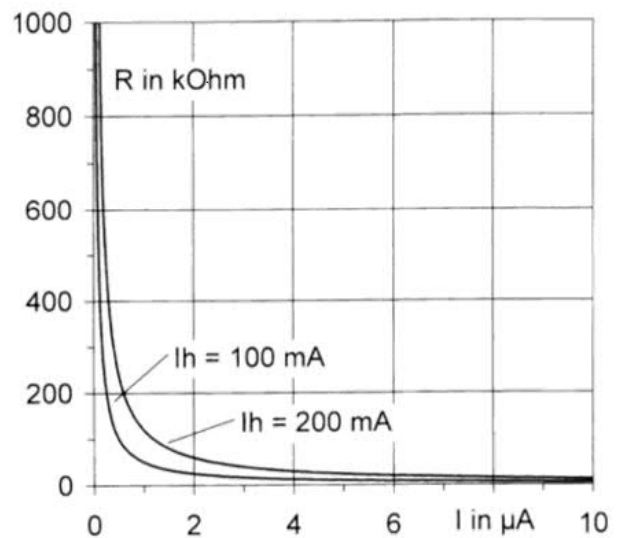


Bild 2.3: Differentieller Innenwiderstand der EB 11 bei den Heizströmen 200 mA und 100 mA .

### Wirkungsweise der Schaltung und Simulation

Die Wirkungsweise der Störbegrenzerschaltung soll mit Hilfe von Bild 2.4 erklärt werden. Bild 2.4 ist gleichzeitig Simulationsmodell. Schwingkreis und Diode von Bild 2.1 sind ersetzt durch die Spannungsquelle

$$U_{dem} = U_{dem-} + U_{dem\sim}$$

und den Innenwiderstand  $R_{dem}$ . Eine Störspannungsquelle  $U_{St}$  ergänzt die Schaltung, mit der sich dem normalen Demodulatorsignal  $U_{dem}$  kurze negative Rechtecksignale beliebiger Größe überlagern lassen. Die Kennlinie der Diode entspricht Bild 2.2 mit dem verringerten Heizstrom von  $I_h = 100 \text{ mA}$ .

Zunächst seien keine Störsignale vorhanden, es sei also  $U_{St} = 0$ . Es wird weiter angenommen, dass ein Sender mit 100 % Modulation empfangen wird mit einer Feldstärke, die am Demodula-

tor eine Richtspannung  $U_{dem-} = -20 \text{ V}$  erzeugt; das entspricht bei  $m = 100 \%$  einer ZF-Wechselspannung mit einem Scheitelwert von  $20 \text{ V}$  am Demodulator.

Mit  $U_{dem} = -20 \text{ V} + 20 \text{ V}$  wurden mit ELECTINA [1.3] die Knotenspannungen der Schaltung berechnet; sie sind in Bild 2.4 eingetragen. C4 und das Potentiometer Pot wurden vernachlässigt, um die Zusammenhänge einfacher darstellen zu können. Man erkennt, dass Knotenpunkt A gegenüber Knotenpunkt B positiv ist; die Diode ist also in Durchlassrichtung gepolt. An Punkt D stellt sich eine Gleichspannung ein ( $-7,42 \text{ V}$ ), die nur von der Demodulatorrichtspannung, nicht aber von der Demodulatorwechselspannung abhängt. Der Wechselstromwiderstand des Kondensators C3 (Wechselstromwiderstand bei  $1 \text{ kHz}$ :  $X = 1,3 \text{ k}\Omega$ ) ist klein gegenüber den Widerständen  $R3 = 1,6 \text{ M}\Omega$  und  $R4 = 600 \text{ k}\Omega$ ; er wirkt deshalb für Wechselspannung wie eine Konstantspannungs-

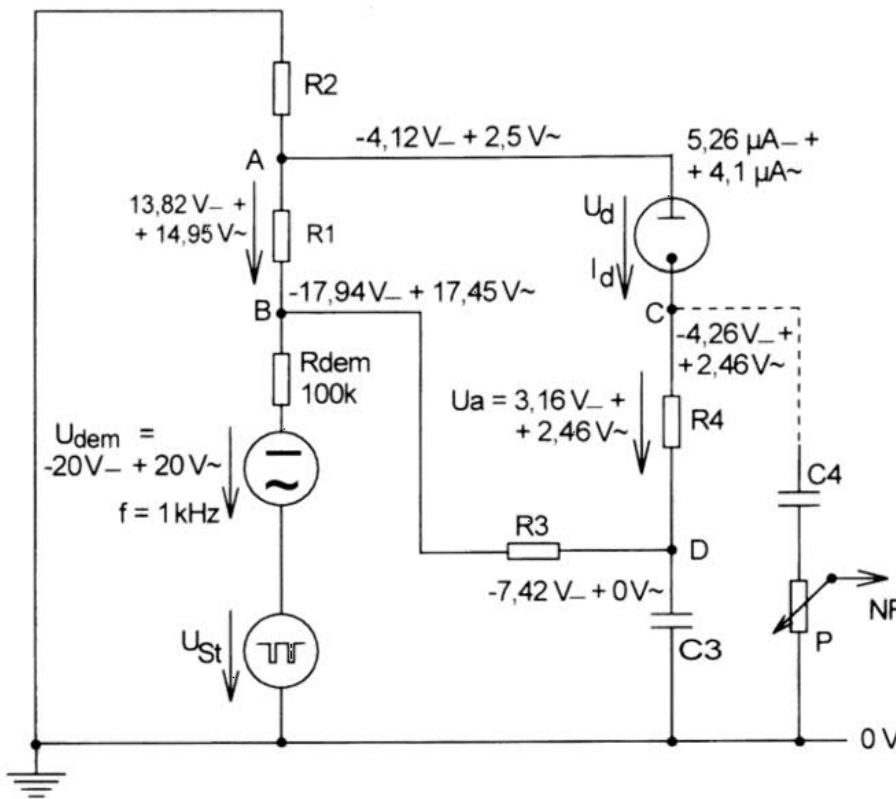


Bild 2.4: Simulationsmodell des Begrenzers. Spannungen und Ströme bei  $20 \text{ V}$  Richtspannung am Demodulator und bei  $100 \%$  Modulation, ohne Störsignal  $U_{St}$ .

Schaltungstechnik

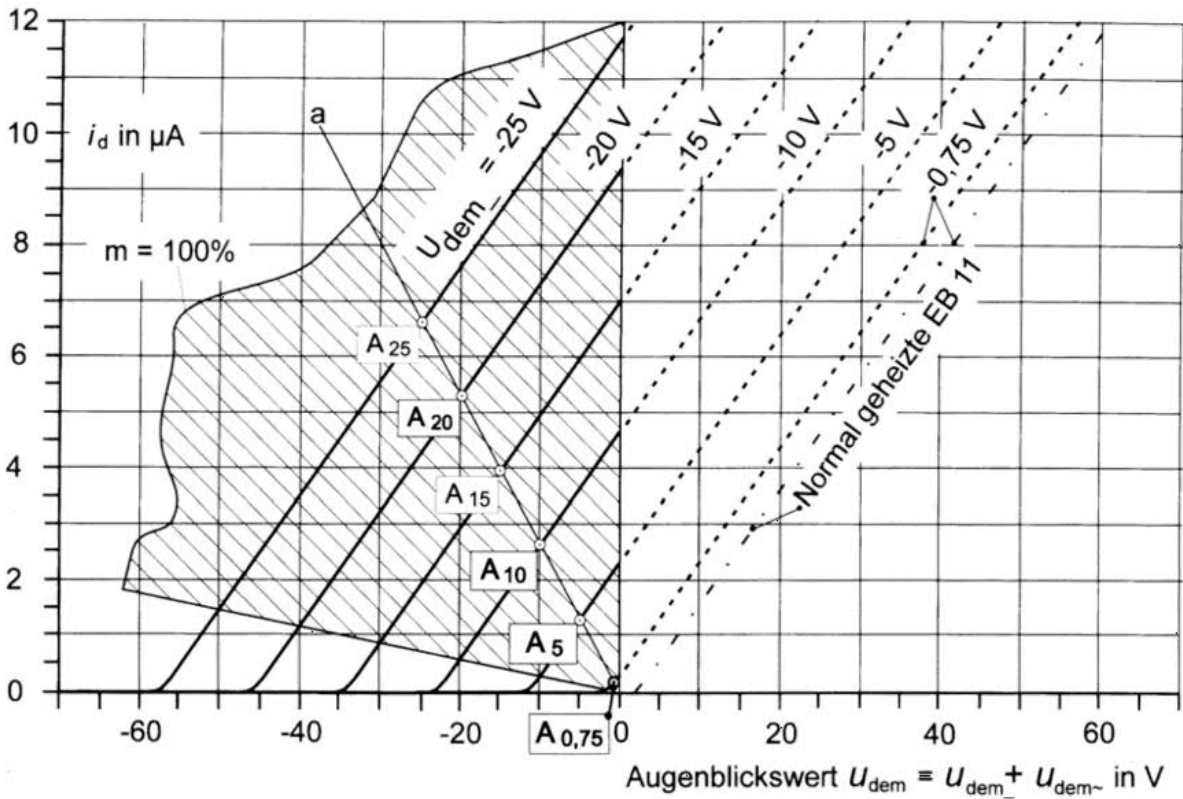


Bild 2.5: Diodenstrom  $I_d$  der unterheizten Begrenzerdiode in Abhängigkeit von der Demodulatorspannung  $U_{dem}$ .

quelle, deren Größe nur von der Richtgleichspannung  $U_{dem-}$  abhängt. Diese bestimmt den Arbeitspunkt der Diode für die Wechselspannung  $U_{dem~}$ , der in Bild 2.5 mit  $A_{20}$  bezeichnet ist. Durch die Diode fließt ein Strom von  $5,26 \mu A$ . Die Wechselspannung  $U_{dem~} = 20 V$  bei 100 % Modulation lässt den Diodenstrom zwischen  $1,16 \mu A$  und  $9,36 \mu A$  schwanken; da eine Modulation größer als 100 % systembedingt nicht möglich ist, ist damit der maximale Aussteuerbereich der Begrenzerdiode für stö-

rungsfreien Empfang bei  $-20 V$  Richtspannung bestimmt. In Bild 2.5 ist diese Kennlinie eingetragen, ebenso die Kennlinien für die Richtspannungen  $U_{dem-} = -0,75 V, -5 V, -10 V, -15 V$  und  $-25 V$ . Das Kennlinienfeld wird für 100 % Modulation durch das schraffierte Feld begrenzt. Die Arbeitspunkte  $A_{0,75}$  bis  $A_{25}$  liegen auf der Geraden  $a$ . Man erkennt ein Kennlinienfeld mit linearen Arbeitskennlinien; damit ist gewährleistet, dass die Schaltung bis zu den größten Modulationsgraden linear arbeitet.

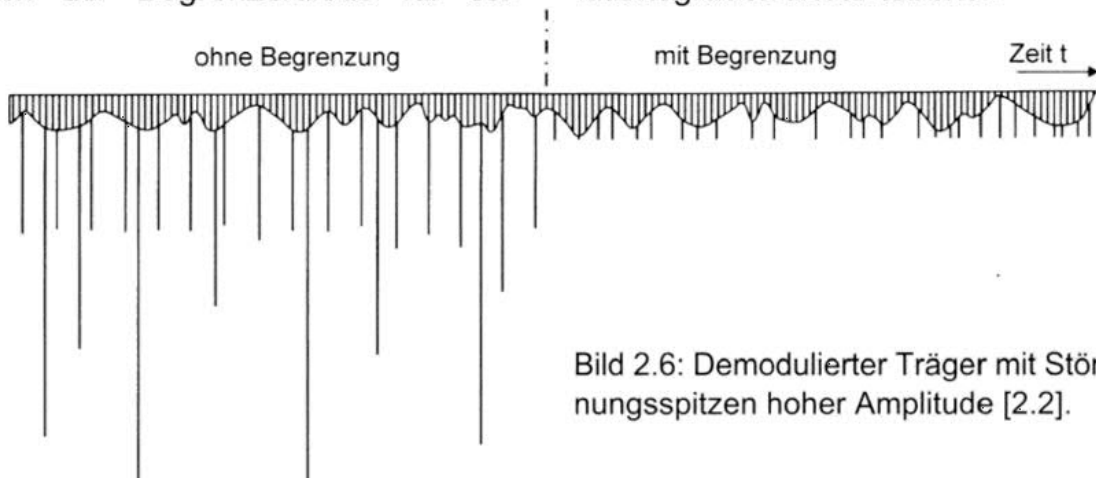


Bild 2.6: Demodulierter Träger mit Störspannungsspitzen hoher Amplitude [2.2].



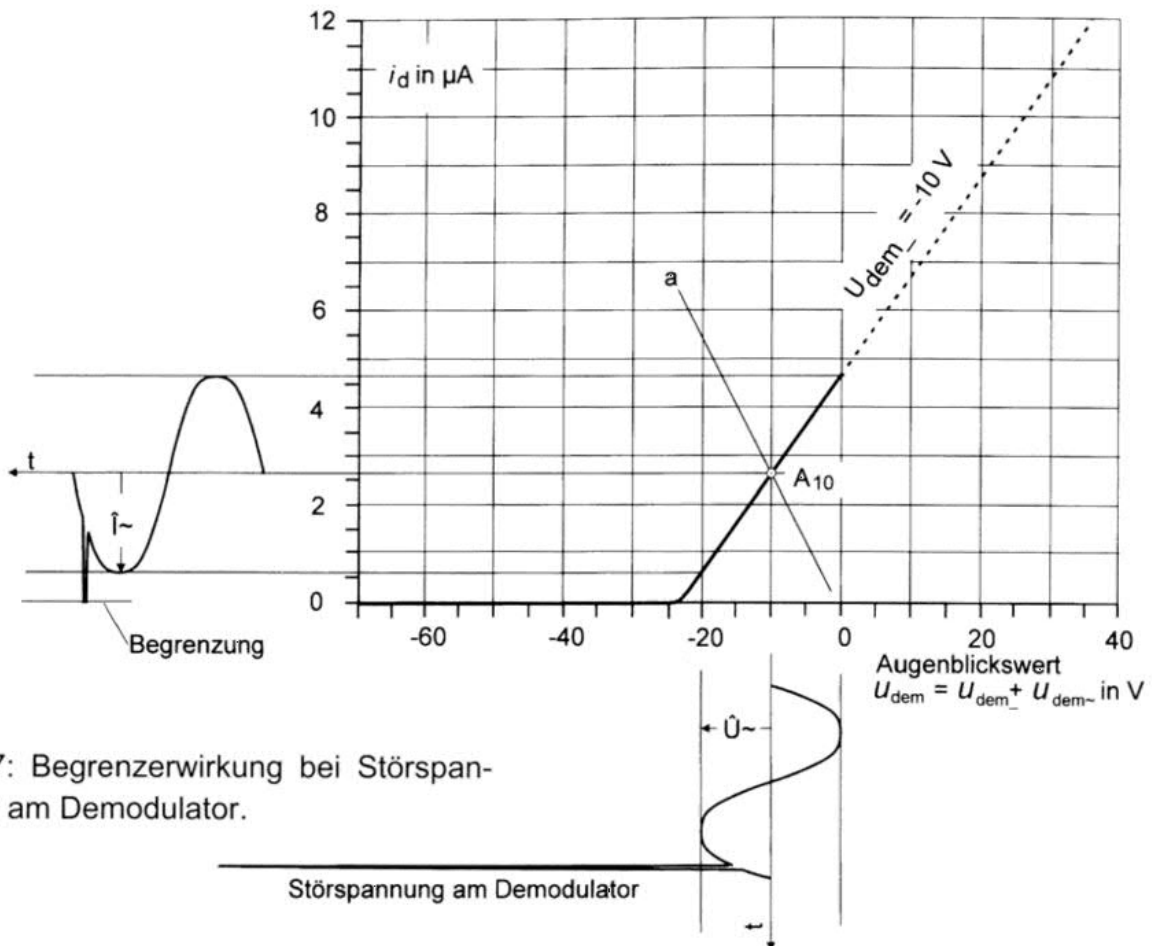


Bild 2.7: Begrenzerwirkung bei Störspannungen am Demodulator.

Wie verhält sich die Schaltung bei Störungen? In Bild 2.6 ist links die Spannung dargestellt, wie sie bei einem modulierten ZF-Signal und bei Störungen an Punkt B von Bild 1.1 bzw. Bild 2.4 auftritt. Durch die Gleichrichterwirkung der Demodulatordiode EB(F) 11 treten nur Spannungen auf, die kleiner als Null, also negativ sind; das gilt auch für die Störspannungen. Die Störspannungen können - insbesondere bei kleinem Antennensignal - ein Vielfaches der Amplitude der Nutzspannung erreichen. Gewünscht wird, dass die Störspannungen auf einen Pegel begrenzt werden, der im Idealfall der Amplitude des Nutzsignals bei 100 % Modulation entspricht (Bild 2.6, rechte Seite). Bild 2.7 erklärt, wie im Kennlinienfeld nach Bild 2.5 die Begrenzerwirkung zustande kommt. Hier ist die Kennlinie für  $U_{dem-} = -10$  V als Beispiel eingetragen.

Der Spannung  $U_{dem-} = -10$  V ist eine Wechselspannung mit  $\hat{U}_{\sim} = 10$  V (100 % Modulation) überlagert. Die Wechselspannung erzeugt einen Wechselstrom mit dem Scheitelwert  $\hat{I} = 4,1$  µA (s. a. Bild 2.4). Ist der Wechselspannung eine Störspannung überlagert, die, wie oben erläutert, nur negativ sein kann, dann wird der dadurch hervorgerufene Strom auf 0 µA begrenzt; die Größe der restlichen Störspannung hängt nur ab von der Neigung der Geraden a, auf der die Arbeitspunkte  $A_n$  liegen (s. a. Bild 2.5). Die Neigung der Geraden a hängt in erster Linie von dem Widerstand R3 (Bild 2.4) ab; sie wird zweckmäßigerweise so eingestellt, dass einerseits bei 100 % Modulation das Nutzsignal mit Sicherheit noch unverzerrt übertragen wird, dass aber andererseits Störspannungen, die nur wenig größer sind als das Nutzsignal bei 100 % Modulation, möglichst früh

## Schaltungstechnik

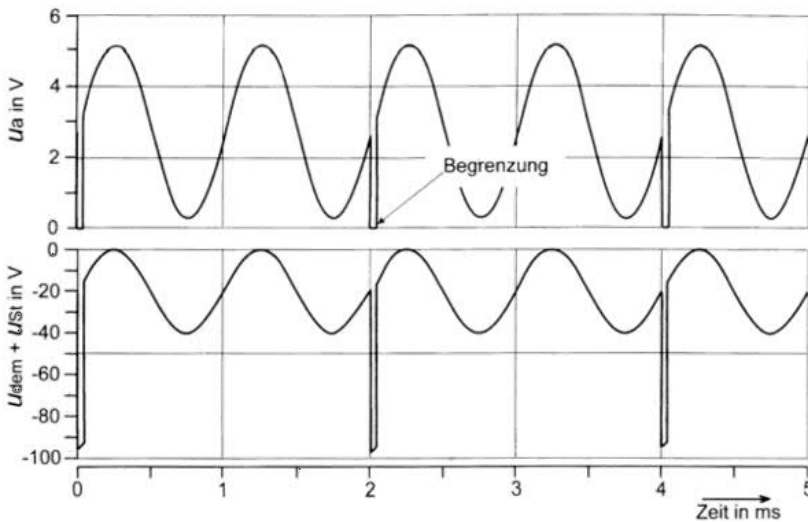


Bild 2.8: Transientenanalyse mit ELECTINA. Gestörte Demodulatorspannung  $U_{dem} + U_{st}$  und begrenztes Ausgangssignal  $U_a$ .

begrenzt werden. Wie bei [2.2] begrenzt die Schaltung Störspannungen in Abhängigkeit von der ZF-Trägerspannung am Demodulator; im Gegensatz zu der dort beschriebenen Schaltung mit einer Triode kommt die Radione-Schaltung mit einer Diode aus.

Die mit ELECTINA [1.3] durchgeführte rechnerische Transientenanalyse (Bild 2.8) mit dem Simulationsmodell nach Bild 2.4 bestätigt die Wirksamkeit der Schaltung. Tatsächlich wird der Knoten C durch das Potentiometer Pot und durch den Gitterableitwiderstand der dem Begrenzer folgenden EFM 11 wechselstrommäßig belastet. Wie oben bereits erwähnt, sollen diese Einflüsse jedoch vernachlässigt werden, da sie für das Verständnis der Begrenzerschaltung unerheblich sind.

Kommen wir jetzt zurück zu der Frage, warum die Störbegrenzer-Diode EB 11 mit verringertem Heizstrom betrieben wird. In dem Kennlinienfeld Bild 2.5 ist neben der Kennlinie für  $U_{dem-} = -0,75$  V der unterheizten Diode auch die Kenn-

linie für  $U_{dem-} = -0,75$  V der normal mit 200 mA geheizten Diode mit der Kennlinie nach Bild 2.2 mit großer Anlaufspannung strichpunktiert eingezeichnet. Die Anlaufspannung verschiebt die Kennlinie in Bild 2.5 nach rechts in Richtung positiver Richtspannung  $U_{dem}$  in ein Gebiet, in dem demodulierte Signale  $U_{dem}$  nicht mehr übertragen werden können, denn die Kennlinie liegt außerhalb des schraffierten Bereichs, in dem die Störbegrenzerschaltung bis zu Modulationsgraden von 100 % linear arbeitet.

Damit ist der Grund bekannt, warum die Diode EB 11 des Radione 740 W unterheizt wird: Nur durch verringerte Katodentemperatur - d. h. verringerte Heizleistung - kann vermieden werden, dass die Störbegrenzerdiode EB 11 eine Anlaufspannung erzeugt, die das Kennlinienfeld der Störbegrenzerschaltung (Bild 2.5) in ein unzulässiges Gebiet positiver Demodulatorrichtspannung verschieben würde. Durch die verringerte Katodentemperatur wird sichergestellt, dass die Störbegrenzerschaltung auch bei kleinen Demodulatorrichtspannungen - und damit bei kleinen Antennensignalen - verzerrungsfrei arbeitet. □

### Literatur

- [2.1] Barkhausen, H.: Lehrbuch der Elektronen-Röhren, Bd.1. Leipzig: Hirzel 1950, § 4
- [2.2] Dickert, J. E.: A New Automatic Noise Limiter. QST, Nov. 1938
- [2.3] Brief von Herrn Peter Braunstein (Erstes Österreich. Funk- u. Radiomuseum Wien) an Herrn J. Ritzenthaler vom 16.03.2000

## Die HEATHKIT-Story

*Henning Brandes, Überlingen*

In Gesprächen mit GFGF-Mitgliedern musste ich feststellen, dass die Firma HEATHKIT wohl nur dem Namen nach, oft aber auch gar nicht bekannt war. Als Typenreferent und früherer Mitarbeiter von HEATHKIT habe ich inzwischen einige Recherchen über den Beginn und die folgenden 60 Jahre durchgeführt. Es war und ist sehr schwer, hier fündig zu werden. Aus diesem Grund kann der folgende Bericht nicht vollständig sein. Für eventuelle zusätzliche Hinweise bin ich daher sehr dankbar.

Am Anfang stand nicht ein Elektronik-Bausatz, sondern ein Sportflugzeug in Bausatzform, das man im Jahre 1926 in Chicago von *Edward Bayard Heath* für 199 \$(!), ohne Motor, kaufen konnte. Mit diesem "Parasol"-Bausatz bot *Edward* den vielen Flug-Interessierten eine preiswerte Chance. Leider kam er bei einem Testflug 1931 ums Leben, womit das erste HEATH-Kapitel tragisch endete.

*Howard Anthony*, auch ein begeisterter Flieger, übernahm 1935 die Firma, verlegte sie nach Benton Harbor und konnte dort das Geschäft mit Flugzeugen und entsprechenden Ersatzteilen vergrößern. In diesen Jahren hatte *Howard* bereits die Idee, mittels einer bestimmten Anzahl von Elektronik-Teilen einen verkaufsfähigen Bausatz zu entwerfen. Jedoch erst 1947 entstand der erste HEATHKIT, ein 5-Zoll-Oszilloskop. Dieser O-1 war für einmalige 39,50 \$ zu haben und wurde hauptsächlich aus Teilen zusammengestellt, die in

*Howard's* riesigem Surplus-Lager vorrätig waren. Der Konstruktion lag insbesondere die Katodenstrahlröhre vom Typ 5 BP 1 zu Grunde, die in Tausenden von Exemplaren vorhanden war.

Kurze Zeit später kam das erste Röhrenvoltmeter V-1 heraus, das zusammen mit dem Oszilloskop O-1 schnell zu einem ungeahnten Verkaufserfolg wurde, was nicht zuletzt auf die stürmische Entwicklung in der Rundfunk- und Fernseh-Technik der USA zurückzuführen war. Natürlich nutzten auch die Radio-Amateure wie alle anderen Elektronik-Bastler diese neue Möglichkeit, ein preiswertes Messgerät zu bekommen.

Sicherlich gab es in den USA auch andere Hersteller von Elektronik-Bausätzen (*Knight*, *Lafayette*, *Transvision*, *Eico* u.a.), aber HEATHKIT setzte sich schnell an die Spitze. In dem Fachmagazin RADIO & TELEVISION NEWS vom Oktober 1948 fand ich eine der ersten Werbeanzeigen von HEATH COMPANY in Form von 3 Ganzseiten mit Bildern und Beschreibungen, Bilder 1 und 2.

Zu jener Zeit wurden von HEATH bereits mehrere Modelle von Messgeräten, ein paar HiFi-Verstärker, ein 3-Röhren-Allband-Radio und einige Stromversorgungen angeboten. Die Preise waren sagenhaft niedrig, auch wenn man den damaligen Dollar-Kurs berücksichtigt. Der erste Werbe-Slogan von HEATH COMPANY hieß: "Save 2/3 the cost" (Spare 2/3 der Kosten).



**Firmengeschichte**

*It's Only Natural*

**FOR RADIO MEN TO ASSEMBLE THEIR OWN**

**Heathkit ELECTRONIC SWITCH KIT**  
DOUBLES THE UTILITY OF ANY SCOPE



gives two separately controllable traces with individual inputs on any scope. See both the input and output traces, locate distortion, phase shift, etc., immediately. Individual gain controls and positioning control. Coarse and fine sweeping rate controls. Complete Heathkit matches others, with 5 tubes. All metal parts are punched, formed and cadmium plated. Complete with tubes, all parts, detailed blueprints and instructions. Shipping Wt. 13 lbs. **Nothing ELSE TO BUY**

**\$34.50**

- ★ Save ⅓ the cost.
- ★ Gain valuable knowledge.
- ★ Achieve better workmanship.
- ★ Learn many new applications.
- ★ Ideal training for use.

Heathkits are regular factory quality test equipment unassembled but with all forming, punching, calibrating and printing already completed.


**HEATHKIT CONDENSER CHECKER KIT**



A condenser checker anyone can afford to own. Measures capacity and leakage from .0001 to 1000 MFD on calibrated scales with test voltage up to 500 volts. No need for tables or multipliers. Reads resistance 500 ohms to 2 megohms. 110V 60 cycle transformer operated complete with rectifier and magic eye indicator tubes. Easy quick assembly with clear detailed blueprints and instructions. Small convenient size 9" x 6" x 4 3/4". Weight 4 pounds. This is one of the handiest instruments in any service shop.

**\$19.50**  
*Nothing ELSE TO BUY*


**THE NEW HEATHKIT VACUUM TUBE VOLTMETER KIT**



The most essential tool a radio man can have, now within the reach of his pocketbook. The Heathkit VTVM is equal in quality to instruments selling for \$75.00 or more. Features 500 microamp meter, transformer power supply, 1% glass enclosed divider resistors, ceramic selector switches, 11 megohms input resistance, linear AC and DC scale, electronic AC reading RMS. Circuit uses 6SN7 in balanced bridge circuit, a 6H6 as AC rectifier and 6 x 5 as transformer power supply rectifier. Included is means of calibrating without standards. Average assembly time less than four pleasant hours and you have the most useful test instrument you will ever own. Ranges 0-3, 30, 100, 300, 1000 volts AC and DC. Ohmmeter has ranges of scale times 1, 100, 1000, 10M and 1 megohm, giving range .1 ohm to 1000 megohms. Complete with detailed instructions. Add postage for 8 lbs.

**\$24.50**  
*Nothing ELSE TO BUY*

**HEATHKIT SIGNAL GENERATOR KIT**



Every shop needs a good signal generator. The Heathkit fulfills every servicing need, fundamentals from 150 Kc. to 30 megacycles with strong harmonics over 100 megacycles covering the new television and FM bands. 110V 60 cycle transformer operated power supply. 400 cycle audio available for 30% modulation or audio testing. Uses 6SN7 as RF oscillator and audio amplifier. Complete kit has every part necessary and detailed blueprints and instructions enable the builder to assemble it in a few hours. Large easy to read calibration. Convenient size 9" x 6" x 4 3/4". Weight 4 1/2 pounds.

**\$19.50**  
*NOTHING ELSE TO BUY*

**HEATHKIT SIGNAL TRACER KIT**



Reduces service time and greatly increases profits of any service shop. Uses crystal diode to follow signal from antenna to speaker. Locates faults immediately. Internal amplifier available for speaker testing and internal speaker available for amplifier testing. Connection for VTVM on panel allows visual tracing and gain measurements. Also tests phonograph pickups, microphones, PA systems, etc. Frequency range to 200 Mc. Complete ready to assemble. 110V 60 cycle transformer operated. Supplied with 3 tubes, diode probe, 2 color panel, all other parts. Easy to assemble, detailed blueprints and instructions. Small portable 9" x 6" x 4 3/4". Wt. 6 pounds. Ideal for taking on service calls. Complete your service shop with this instrument.

**\$19.50**  
*Nothing ELSE TO BUY*

**HEATHKIT SINE AND SQUARE WAVE AUDIO GENERATOR KIT**



The ideal companion instrument to the Heathkit Oscilloscope. An Audio Generator with less than 1% distortion, high calibration accuracy, covering 20 to 20,000 cycles. Circuit is highly stable resistance capacity tuned circuit. Five tubes are used, a 6SJ7 and 6K6 in the oscillator circuit, a 6SL7 square wave clipper, a 6SN7 as a cathode follower output and 5Y3 as transformer power supply rectifier. The square wave is of excellent shape between 100 and 5,000 cycles giving adequate range for all studio, FM and television amplifier testing. Either sine or square wave available instantly at a toggle switch. Approximately 25V of sine AC available at 50,000 ohm output impedance. Output ± 1 db. from 20 to 20,000 cycles. Nothing else to buy. All metal parts are punched, formed and cadmium plated. Complete with tubes, all parts, detailed blueprints and instructions.

**\$34.50**  
Shipping Wt., 13 lbs.





**The HEATH COMPANY**

**DEPT. N . . . BENTON HARBOR, MICHIGAN**

Bild 1: RADIO & TELEVISION NEWS vom Oktober 1948, Seite 86.

# TEST EQUIPMENT

## New! HEATHKIT FM and TELEVISION SWEEP GENERATOR KIT

THE BASIC FM AND TELEVISION SERVICE INSTRUMENT

**Features -**

- ★ Covers 2 Mc. to 226 Mc.
- ★ 110 V 60 cy transformer.
- ★ Supplies either RF or FM.
- ★ Variable sweep width 0 to App. 10 Mc.
- ★ 5 Tube Circuit
- ★ Large calibrated dial.
- ★ Variable phasing control.
- ★ Sweep output for scope.
- ★ No band switching necessary.
- ★ Uses new miniature HF tubes.

At the lowest cost possible, anyone can now service FM and television receivers. The Heathkit sweep generator kit operates with oscilloscope and covers all necessary frequencies. A few pleasant hours assembling this kit puts any organization in position to share the profits of the FM and TV boom.

Every part supplied - grey crackle cabinet, two color calibrated panel, all metal parts punched, formed and plated. 5 tubes, complete detailed instructions for assembly and use. Shipping weight 6 lbs.



**\$24.50**

Enjoy the profits now of this new field

---

### HEATHKIT HIGH FIDELITY AMPLIFIER KIT

Build this high fidelity amplifier and save two-thirds of the cost. Push pull output using 6L6 tubes (military type 6L6's), two amplifier stages using a dual triode (6SN7), and a phase inverter give this amplifier a linear reproduction equal to amplifiers selling for ten times this price. Every part supplied; punched and formed chassis, transformers (including quality output to 3-8 ohm voice coil), tubes, controls, and complete instructions. Add postage for 20 lbs.

12" PM speakers for above **\$6.95**

**\$14.95**

### HEATHKIT 3-TUBE ALL-WAVE RADIO

110-volt AC operation

An ideal way to learn radio. This kit is complete ready to assemble, with tubes and all other parts. Operates from AC. Simple, clear detailed instructions make this a good radio training course. Covers regular broadcasts and short wave bands. Plug-in coils. Regenerative circuit. Operates loud speaker.

Add postage for 3 lbs.

HS 30 Headphones per set **\$1.00**  
2 1/2" permanent magnet loudspeaker **\$1.95**

**\$8.75**

### INTERPHONE 2-WAY CALL SYSTEM KIT

Ideal call and communication system for homes, offices, factories, stores, etc. Makes excellent electronic baby watcher, easy to assemble with every part supplied including simple instructions. Distance up to 1/5 mile. Operates from 110 V.A.C.

3 tubes, one master and one remote speaker. Shipping Weight 5 pounds.

**\$14.50**

---

**\$39.50**  
*Nothing ELSE TO BUY*



### NEW 1948 HEATHKIT 5" OSCILLOSCOPE KIT

A necessity for the newer servicing technique in FM and television at a price you can afford. The Heathkit is complete, beautiful two color panel, all metal parts punched, formed and plated and every part supplied. A pleasant evening's work and you have the most interesting piece of laboratory equipment available.

Check the features - large 5" 5BP1 tube, compensated vertical and horizontal amplifiers using 6SJ7's, 15 cycle to 30 M cycle sweep generator using 884 gas triode, 110V 60 cycle power transformer gives 1100 volts negative and 350 volts positive.

Convenient size 8 1/2" x 13" high, 17" deep, weight only 26 pounds.

All controls on front panel with test voltage and ext. syn. past. Complete with all tubes and detailed instructions. Shipping weight 35 pounds. Order today while surplus tubes make the price possible.



---

### 110 V. A.C. MILITARY RECEIVER POWER SUPPLY KIT

Ideal way to convert military sets. Supplies 24 Volts for filament - no wiring changes inside radio. Also supplies 250 V. D.C. plate voltage at 50-60 MA. Connections direct to dynamotor input. Complete with all parts and detailed instructions. Ship. Wt., 6 lbs.

**\$5.95**

### 110 V. A.C. TRANSMITTER POWER SUPPLY KIT

For 6C-645, 223, 522, 274N's, etc. Ideal for powering military transmitters. Supplies 500 to 600 Volts at 150 to 200 MA plate, 6.3 C.T. at 4 Amps, 6.3 at 4 Amps and 12V at 4 Amps. Can be combined to supply 3-6-9-12 or 24 Volts at 4 Amperes. Kit supplied complete with husky 110V 60 cycle power transformer, 5U4 rectifier, oil filled condensers, cased choke, punched chassis, and all other parts, including detailed instructions. Complete - nothing else to buy.

**\$14.50**





## The HEATH COMPANY

DEPT. N . . . BENTON HARBOR, MICHIGAN

Bild 2: RADIO & TELEVISION NEWS vom Oktober 1948, Seite 87.

## Firmengeschichte

---

Die große Popularität und der fantastische Verkaufserfolg von HEATHKIT zeigte sich in der Tatsache, dass man in 30 Jahren (1947-77) vom Röhrenvoltmeter 24 und vom Scope 60 verschiedene Modelle entwickelte. Allein diese beiden Renner erbrachten Stückzahlen von vielen Hunderttausenden.

Völlig anders sahen die Startbedingungen für HEATHKIT nach 1945 auf dem deutschen bzw. europäischen Markt aus. Ganz langsam hatte sich Deutschland von dem gigantischen Kriegswahnsinn erholt und begann, wirtschaftlich wieder aufzuleben. In den frühen 50er Jahren erschien bei uns die in USA bereits gut etablierte HEATH COMPANY ziemlich unauffällig in Form einer Werksvertretung. Dahinter stand die kleine Elektronik-Spezialfirma von *Heinz Iwanski* in Vienenburg bei Goslar im Harzvorland.

Der clevere Firmen-Inhaber machte sich alsbald daran, die Bausätze zu "germanisieren". Die 110-V-Trafos wurden gegen solche für 220 V ausgetauscht und die US- Netzkabel gegen passende für unsere Steckdosen. Zu der Zeit, als ich meinen ersten Job in dieser Firma bekam (mit 1,75 DM Stundenlohn - und das als gelernter Rundfunk- und Fernsehtechniker), wurde die teilweise recht laxe Mechanik der Bausatz-Geräte deutlich verbessert. Kurze Zeit später entschloss sich Herr *Iwanski* zur Eigenmontage verschiedener HEATH-Modelle und verkaufte diese Fertig-Geräte zu einem entsprechend höheren Preis. Dies war natürlich mit der Mutterfirma abgesprochen worden.

Im Zuge einer typisch amerikanischen Firmen-Umwandlung wurde HEATHKIT

von der großen DAYSTROM, zu der u.a. auch WESTON gehörte, einverleibt, und viel später (1979) wurde die Firma von ZENITH aufgekauft (HEATH-ZENITH). 1961 entstand in Frankfurt/M. ein Verkaufs- und Service-Büro in der Niddastraße. Bereits ab November 1962 arbeitete das neu erstellte HEATHKIT-Fertigungswerk in Sprendlingen bei Frankfurt/M., heute Dreieich.

Zu dieser Zeit besaß HEATH-DAYSTROM schon 6 Verkaufsniederlassungen weltweit, in Toronto/Kanada, Gloucester/England, Frankfurt/M., Wien/Österreich und zwei in der Schweiz (Zürich und Genf). Außer in Benton Harbor/USA wurde nur in Sprendlingen und Gloucester unter einheimischer Mitwirkung produziert.

Mit dem Aufkommen des Transistors lief auch bei HEATHKIT die schöne Zeit der Röhren-Technik aus. In manchen Bausatz-Modellen konnte man Transistoren schon Mitte der 60er Jahre entdecken, jedoch die 70er waren dann "voll transistorisiert".

Bald jedoch kamen Bausatz-Geräte immer mehr aus der "Mode". Kaum jemand hatte noch Lust oder Zeit (die Muße), sich seinen elektronischen Apparat selbst zusammenzubauen. Sicherlich war das sehr große Angebot an kompletten Geräten zu günstigen Preisen am Ende der Siebziger daran schuld. Es war halt wesentlich bequemer, in den Elektronik-Shop zu gehen und sich die passende Blackbox einfach zu kaufen.

Natürlich entwickelte HEATHKIT noch weitere Jahre viele neue Bausätze, z. B. Digital-Voltmeter IM-102, Zweikanal-



20 "Professional" Oscilloscope



**"PROFESSIONAL"**  
**5" DC Oscilloscope KIT**

*Here's the Scope  
You've Been Waiting For!*

Calibrated Driven Sweep With Built-in Triggering Circuits  
DC Coupled Vertical Amplifier, Calibrated in Volts-per-CM  
Uses 5ADP2 Flat Face C. R. Tube—Edge-Lighted Grid-Screen

The model OP-1 Professional Oscilloscope is one of the finest ever designed for kit-form construction. Not until now has the complete versatility and many features designed into a scope at such a tremendous price saving.

Perfect for all general use as well as special features DC coupled, triggered signals and triggering signals.

**MODEL OP-1**

*Specifications*

VERTICAL CHANNEL  
Frequency Response Within

Bild 3: Ein Oszilloskop mit 5"-Bildröhre (13 cm) und Gleichstromkopplung konnte man ohne Übertreibung schon als "professionell" bezeichnen (1959).

Scope IO-4510, 180-MHz-Frequenz-Zähler IB-1103 oder den SSB-Transceiver SB-104. In den frühen 80ern kamen dann die ersten Personal-Computer mit allem Zubehör hinzu. Auch einen ZENITH "Trans-Oceanic"-Allbandempfänger und eine Satelliten-Erd-Station gab es zum Selberbauen. In den frühen 90ern war dann leider das Ende dieser berühmten Bausätze erreicht, weltweit!

Heute gibt es noch eine Firma in Benton Harbor/Michigan, welche einen ähnlichen Namen besitzt. Das ist Heathkit EDUCATIONAL SYSTEMS, die PC-gestützte Schulungs- bzw. Trainings-Systeme für Aus- und Fortbildung herstellt. Die Basis stammt noch aus der ZENITH-Zeit.

Um nun aber den Reiz des Bausatzes doch noch einmal aufleben zu lassen, will ich hierzu folgende Bemerkungen machen. Dieser Reiz begann bereits beim Auspacken der ordentlich verpackten Einzelteile, es war fast wie Weihnachten. Ein erster Blick in das hervorragend konzipierte Bauheft (Assembly Manual) steigerte die Neugier und den Drang zum Starten des Zusammenbaus erheblich. Nun war es sehr wichtig, sich sklavisch an die Reihenfolge der Bauanleitung zu halten, das war die berühmte "Step-by-step"-Methode. Wenn jedoch einige "Spezialisten" meinten, diese nicht befolgen zu müssen, endete das in vielen Fällen mit dem Nichtfunktionieren auf mehr oder weniger katastrophale Weise. HEATHKIT hatte nicht umsonst die hochqualifizierte Service-



Bild 4: Röhrenvoltmeter-Kit IM-13 aus dem Jahre 1965.

Abteilung in Frankfurt eingerichtet. Ich habe selbst so manches verbastelte Gerät herrichten müssen, wobei in Anbetracht der Tatsache, dass der Apparat ja noch nie funktioniert hatte, einiges an Können und Geduld abverlangt wurde.

Die Regel war aber der gekonnte Zusammenbau und das unbeschreibliche Aha-Gefühl, wenn das Machwerk dann richtig arbeitete. Da die Schaltungskonzepte sehr raffiniert entwickelt waren, ergaben sich fast keine Abgleicharbeiten. Komplizierte HF-Gruppen waren bereits vormontiert und abgeglichen, so dass auch in diesem Bereich keine Panne passieren konnte, jedoch immer vorausgesetzt, man drehte nicht schon vorher planlos an einem Kern o.ä. herum.

Da stand sie jetzt, die selbstgebaute Elektronikkiste, sei es nun ein HiFi-, ein Amateurfunk- oder ein Mess-Gerät, und man war sehr stolz, auch auf sich

selbst. Es gab seinerzeit sogar eine große Fan-Gemeinde, und in Sprendlingen trafen sich oft zahlreiche Mitglieder im Verkaufs-Show-Raum der HEATHKIT-Werksniederlassung.

Abschließend kann ich persönlich nur sehr bedauern, dass es keine entsprechenden Hersteller für elektronische Bausätze in der HEATHKIT-Art mehr gibt, oder irre ich mich da vielleicht? Sei es, um unsere "Newcomer" besser an die Materie heranzuführen zu können, oder auch nur, um irgendein Gerät möglichst kommerziell, aber ohne dessen Aufwand einmal schnell aufbauen zu können, wünschte ich mir, dass ich mich geirrt habe. □

**Quellen:**

1. Verschiedene Verkaufskataloge von HEATHKIT-USA und -Deutschland
2. Perdue, Terry: HEATH NOSTALGIA. USA 1992

## Typenreferenten der GFGF - Stand Jan. 2001

Die nachstehenden Mitglieder der GFGF haben sich als Typenreferenten zur Verfügung gestellt und halten entsprechende Service-Unterlagen für Sie bereit.

Wenn Sie eine kleine Frage haben, legen Sie bitte einen frankierten Rückumschlag bei. Brauchen Sie aber Service-Unterlagen, deren Umfang Sie nicht kennen, senden Sie keinen Rückumschlag. Sie erhalten dann vom Referenten eine Rechnung über die Unkosten. Vereinzelt sind noch Original-Unterlagen erhältlich, fragen Sie an.

Haben Sie seltenere Schaltbilder, Bedienungsanleitungen, Prospekte oder andere Unterlagen, die Sie entbehren können, so überlassen Sie diese bitte dem Referenten, es kommt letztlich uns allen zugute. Oft reicht auch eine Leihe zum Kopieren.

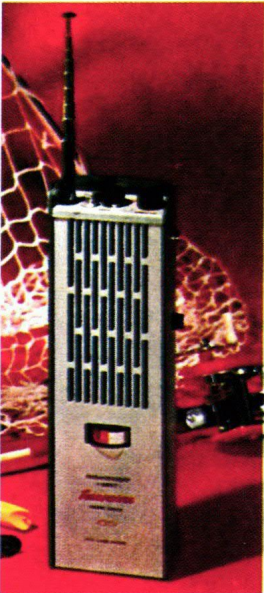
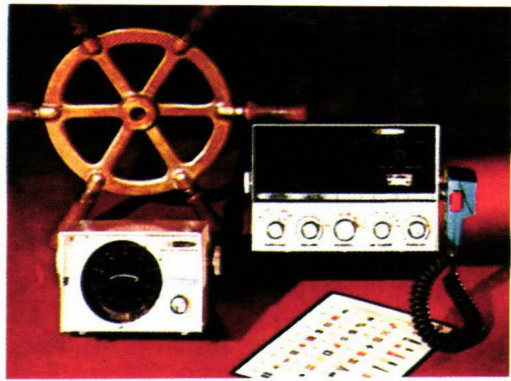
**Detektorgeräte** (weltweit)  
**Ducal-Radio** (Luxemburg)  
**EMUD**

**Funkwerk Erfurt**  
**Grundig**  
**Grundig u. Metz**  
**HEATHKIT-Selbstbaugeräte**  
**Kapsch**  
**Loewe-Opta** (nach 1945)  
**Lorenz/SEL/ITT**  
**Nora**  
**Owin-Radio**  
**Philips**  
**Philips-Prag**  
**Rundfunk-Studioteknik**  
**Schneider-Opel**  
**Schweizer Militärgeräte**  
**Tefi**  
**Telefunken und Truppen-**  
**betreuungsgeräte** aller Art  
**SBZ/DDR-Rundfunkgeräte**  
**DDR-Fernsehgeräte**  
**Fernsehen:** Reparaturhilfe,  
Modulatoren, Testbildgeneratoren, Normwandler für 405 u. 441 Zeilen.  
**Deutsche Röhren** (1920-1950)  
**Röhren-Nachbauten**

Eine Reihe von Typenreferenten, die noch in der Liste von 1999 (FG Nr. 123, S. 51) aufgeführt waren, haben ihre Referententätigkeit seitdem leider eingestellt.

Sollte jemand vergessen worden sein oder sich inzwischen entschlossen haben, für eine Firma, Geräteart oder Sonstiges den Typenreferenten zu übernehmen, so möge er sich bitte beim Redakteur melden!

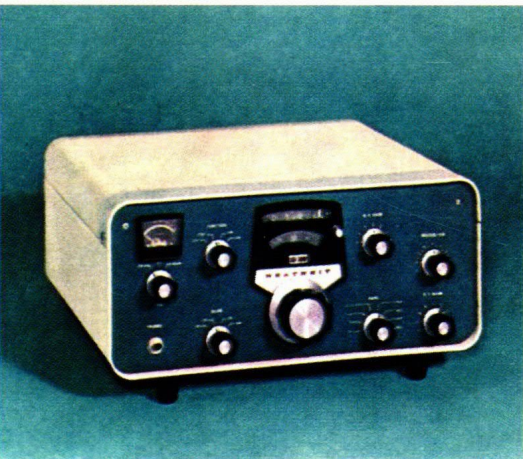




# HEATH COMPANY

BENTON HARBOR, MICHIGAN

Plant Location: St. Joseph, Michigan



## SUBSIDIARIES:

- Daystrom Ltd., Cooksville (Toronto), Canada
- Daystrom Ltd., Gloucester, England
- Daystrom GmbH., Spremlingen Bei Frankfurt/Main, Germany
- Daystrom S.A., Geneva, Switzerland
- Daystrom S.A., Zurich, Switzerland
- Daystrom Overseas GmbH., Vienna, Austria

