

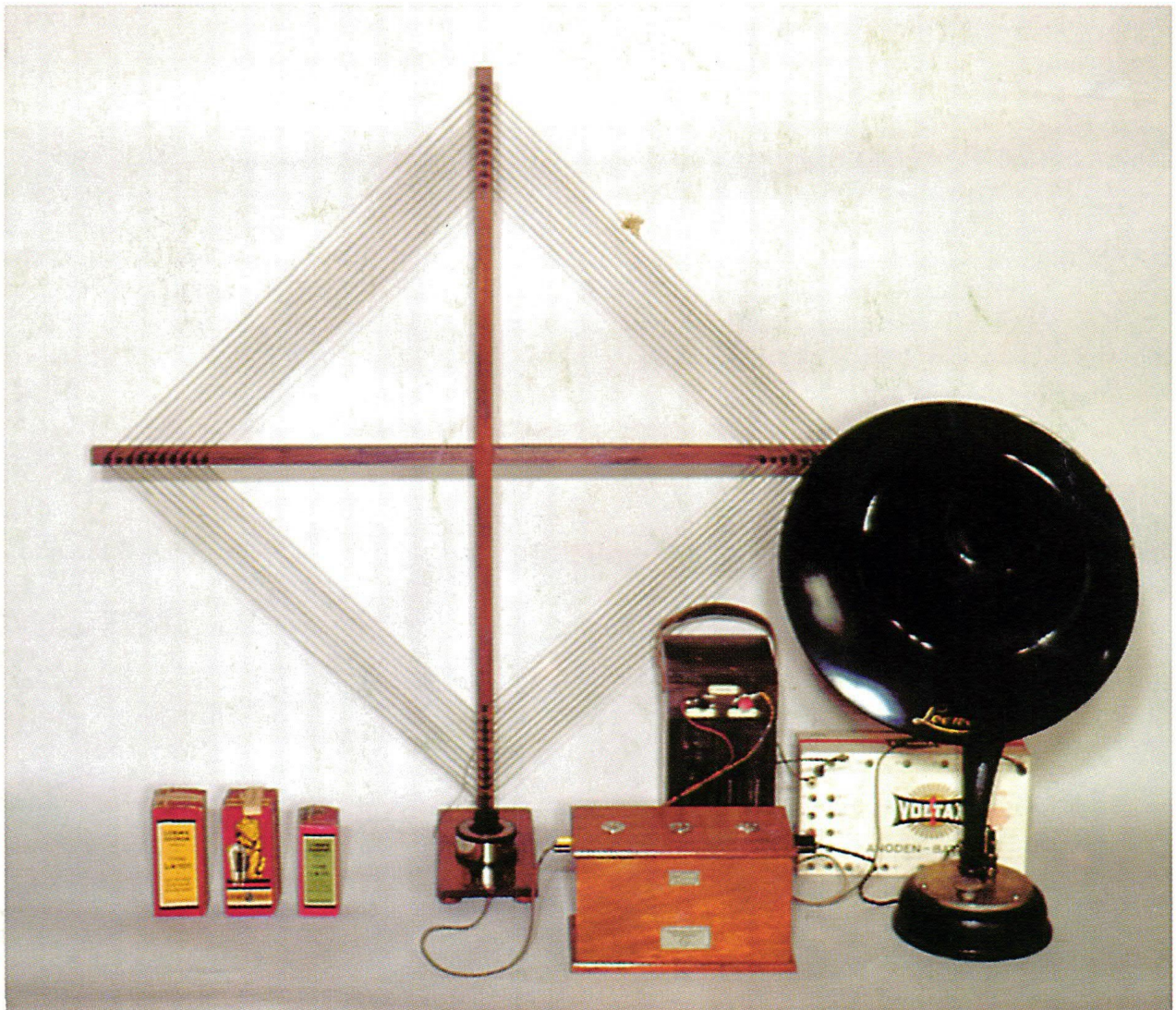
Aus Funkgeschichte Heft 116 mit freundlicher Genehmigung der GFGF e.V.

FUNK

No. 116

GESCHICHTE

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



November/Dezember 1997

Digitalisiert 2023 von H.Stummer für www.radiomuseum.org

20. Jahrgang

Inhaltsverzeichnis

Nachruf

Walter Kausch † 307

Fachaufsätze

Loewe „NF 333“ - eine Sammler-Rarität 263
Ducal Radio 268
Der erste Rundfunksender der Französischen Schweiz (2) 273
FEHO - Geschichte einer Lautsprecherfabrik 277
Anmerkungen zur Röhre UEL51 280
Fernsehprojektion in der DDR 281
Hat Elihu Thomson das Radio erfunden ? 287
Das „Telephon-Relais“ 295

Verein

H. Börner übernimmt Redaktion der „Funkgeschichte“ 294
Nachträge und Änderungen zum Mitgliederverzeichnis 1997/98 311

Aktuelle Informationen

Aktuelle Info 310

Literatur

Literaturhinweise 286, 308, 309

IMPRESSUM

Die *Funkgeschichte* erscheint jeweils in der ersten Woche der Monate Januar, März, Mai, Juli, September, November.

Anzeigenschluß ist jeweils der 1. des Vormonats.

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

Vorsitzender: Prof. Dr. Otto Künzel, Beim Tannen-
hof 55, 89079 Ulm.

Redaktion: O. Künzel, Ulm, unter Mitarbeit von
H. Biberacher.

Kurator: Günter Abele, Otto-Reiniger-Str. 50,
70192 Stuttgart.

GFGF-Mitgliedschaft: Jahresbeitrag 60,- DM,
(Schüler/Studenten jeweils 42,- DM gegen
Bescheinigung), einmalige Beitrittsgebühr 6,-

DM. Für GFGF-Mitglieder ist der Bezug der
Funkgeschichte im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Konto: GFGF e.V., Postbank Köln
(BLZ 370 100 50), Konto-Nr. 29 29 29 - 503.

Herstellung und Verlag: Maul-Druck GmbH,
Senefelderstr. 20, 38124 Braunschweig,
Tel. 0531 / 61694, Fax 0531 / 612422.

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

Zusendungen:

Anschriftenänderungen, Beitrittserklärungen
etc. an den Schatzmeister Alfred Beier,
Försterbergstr. 28, 38644 Goslar, Tel.
05321/81861, Fax 05321/81869.

Artikelmanuskripte ab sofort an H. Börner,
Wacholderweg 13, D-98693 Ilmenau.

Kleinanzeigen und Termine an Dipl.-Ing.
Helmut Biberacher, Postfach 1131, 89240
Senden, Tel. 07307/7226, Fax 7242.

Auflage dieser Ausgabe: 2100 Exemplare

Titelbild: Loewe Empfangsanlage von 1925, bestehend aus Antennen-Resonanzkreis, Verstärker NF 333,
Trichterlautsprecher und Batterien.

Preis NF 333 mit Röhren RM 65,-

Links unten: die Original-Röhrenschachteln

Foto: G. F. Abele, Stuttgart

Loewe „NF 333“ - eine Sammler-Rarität

G.F. Abele, Stuttgart

Jeder kennt den Loewe-Ortsempfänger OE 333 von 1926. Es soll der erste Umsatz-Millionär gewesen sein. Die dabei verwendete Mehrfach-Röhre „3 NF“ ist weltberühmt, wobei die Bezeichnung „Röhre“ nicht ganz stimmt: Es handelt sich ja eigentlich um einen Breitbandverstärker. Dazu aber später mehr. Zu ihrer Entwicklungsgeschichte zitiert *Bruno Wienecke*, Mitarbeiter bei Loewe, einen Ausspruch von *Siegmond Loewe*: „Man müsste einmal versuchen, drei Röhrensysteme in einem Glaskolben unterzubringen“.

Loewe meinte damit die drei Röhren aus dem widerstandsgekoppelten Verstärker „NF 333“, den die Radiofrequenz GmbH 1925 auf den Markt gebracht hatte (Bild 2). Der anfängliche Preis betrug RM 65.- Dieses Gerät ist in Stückzahlen produziert worden, die um Größenordnungen kleiner waren als die des OE 333: der abgebildete „NF 333“ hat die Fabrik-Nr. 2! Das Gerät ist so selten, daß kaum ein Sammler es je zu Gesicht bekam.

Das gleiche Gerät gab es übrigens auch als „Bastelkasten“ (Bild 3) für RM 49.50, von dem eine ausführliche Beschreibung von *Dr. Loewe* in [1] erschienen ist.

Das unscheinbare Edelholzkästchen ist aber hochinteressant - es handelt sich um eine bahnbrechende Entwicklung. Das Verfahren der Widerstandskopplung war zwar bekannt, mit der Trafokopplung jedoch konnte es anfangs nicht konkurrieren. Erst durch die Untersu-

**DER NEUE
ORTSEMPFÄNGER
N. F. 333**

nach v. Ardenne und Heinert

garantiert idealen Ortsempfang

Ohne Außenantenne
Ohne Rückkopplung
Ohne schwierige
Bedienung
erzielen Sie verzerrungsfreieste
Wiedergabe
im
LOEWE-
LAUTSPRECHER
Rückhaltlos
zustimmende Urteile
liegen bereits vor!

Preis:
65.- Mk.
einschließlich
3 Röhren

Lizenz:
7.75 Mk.
Kleinstmiete
extra 7.50 Mk.



LOEWE RADIO

RADIOFREQUENZ G.M.B.H.
BERLIN-FRIEDENAU, NIEDSTRASSE 5

Bild 1: Anzeige aus „Der Radioamateur“, März 1925

chungen des damals 18-jährigen *Manfred von Ardenne* (der in dieser Sache mit *U. Heinert* zusammenarbeitete), wurde eine Dimensionierung gefunden, welche den Verstärkungsfaktor ganz wesentlich verbesserte [3].

Voraussetzung dafür war eine Spannungsverstärkeröhre mit den entsprechenden Werten von Steilheit S , Durchgriff D und Innenwiderstand R_i - sie wurde als Type L.A. 77 in der Loewe-Audion-Röhrenfabrik entwickelt (Bild 4).

Rundfunkempfänger

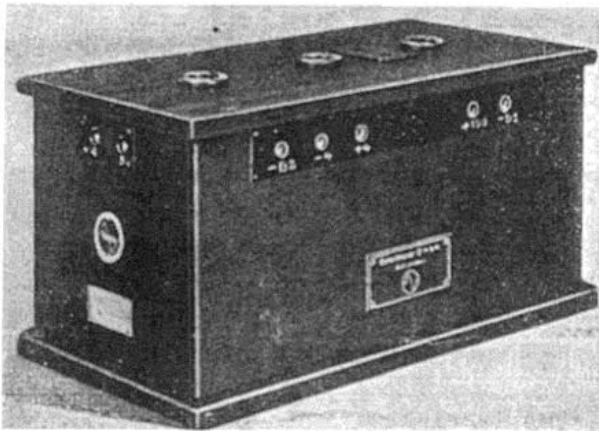


Bild 2: Loewe „NF 333“



Bild 3: Der Bastelkasten des Loewe
„NF 333“

Die dafür geeigneten Außenwiderstände hatten erstaunlich hohe Werte: 3 Megaohm! Ungewöhnlich sind auch die kleinen NF-Kopplungskapazitäten von 300 cm und die Gitterableitwiderstände von 5 Megaohm. Es wurden die präzisen Loewe-Vakuumwiderstände eingesetzt. Bei Widerstandswerten dieser Größenordnung mußte natürlich auf optimal isolierte Aufbauteile geachtet werden, und auf die Vermeidung kapazitiver Einflüsse. Deshalb arbeitete *Ardenne* ohne Röhrensockel und -Fassungen und lötete die aus den Röhrenquetschfüßen herausgeführten Drähte direkt an die Löffahnen der Buchsen und Kopplungselemente (Bild 5). Nicht ganz überzeugend klingt aus heutiger Sicht *Dr. Loewes* Postulat: „Für den Amateur bedeutet sicherlich das Einlöten der ungesockelten Röhren keinerlei Schwierigkeit. Diese Mühe wird durch eine nicht unerhebliche Vergrößerung der Verstärkung belohnt“ [1]. Man bedenke: damals mußte der LötKolben des Amateurs noch durch die Spiritusflamme erhitzt werden - keine Rede von „Temperaturkonstanz“.

Wenn auch die gegenüber trafogekoppelten Verstärkern weitaus bessere Breitbandverstärkung den versierten Techniker überzeugte - ein Verkaufserfolg wurde das Modell nicht. Aber es wurde zur Grundlage der „3 NF“! Diese enthält nämlich genau die Funktions-teile, welche in dem 23 x 13 x 14 cm großen Holzkästchen untergebracht sind; nicht mehr und nicht weniger [2].

Für die Firma Loewe war die Mehrfachröhre der große Wurf. 1925 noch in großen wirtschaftlichen Schwierigkeiten, glänzte sie 1926 mit einer Bilanz, die

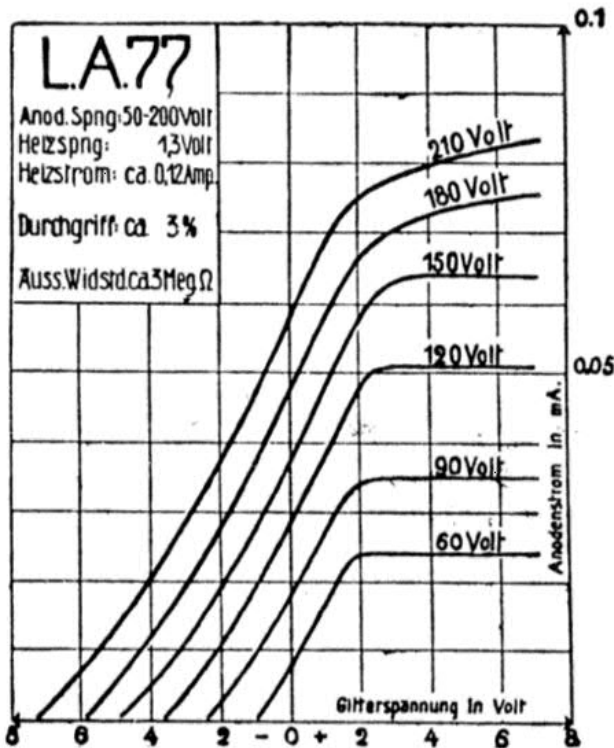


Bild 4: Kennlinien der Spannungsverstärkerröhre L.A. 77 nach v. Ardenne und Heinert (1925)

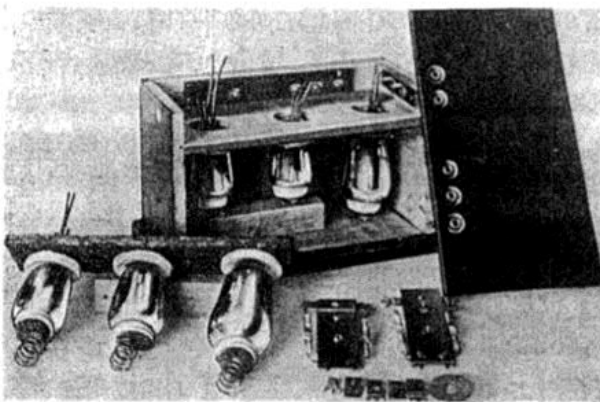


Bild 5: Einbau der ungesockelten Röhren

sich sehen lassen konnte. Nicht weniger partizipierte auch *Manfred von Ardenne* am Gewinn der viel verkauften Ortsempfängerröhre.

Beunruhigt war nur die Konkurrenz, die ihre Felle davonschwimmen sah. *Ardenne* berichtet in seinen Memoiren vom

Besuch des *Grafen Arco* in seinem Labor, das sich noch im elterlichen Hause in der Hasenheide befand. Sicher war das ein denkwürdiger Tag: der mächtige Telefunken-Mann - Synonym deutscher Funktechnik - kommt zum jungen Auto-didakt. Sah er in ihm eine Gefahr? Zu einer Zusammenarbeit kam es nicht, aber Telefunken offerierte 1927 die „Arcolette“. Es war ein Abglanz des „NF 333“; eine dürftige Nachahmung in Billigausführung und bestimmt nicht die richtige Antwort auf den Loewe-Ortsempfänger „OE 333“¹.

Die hier vorgestellte Loewe-Empfangsanlage von 1925 ist auf der Titelseite in Farbe abgebildet. Sie besteht aus dem Antennen-Resonanzkreis, dem Verstärker „NF 333“, dem Trichterlautsprecher und den Batterien.

Betrachtet man die Abbildung des „NF 333“ (Bild 2) etwas genauer, so fällt auf, daß keine Drehknöpfe für die Heizwiderstände und nicht einmal die Röhren selbst zu sehen sind. In [1] heißt es dazu: „Der Fortfall der Heizwiderstände bedeutet nicht nur eine Ersparnis, sondern zugleich eine Erhöhung der Betriebssicherheit. Die in dem Gerät verwendeten Röhren sind nämlich gerade so berechnet, daß sie ohne jeden Vorwiderstand an zwei bzw. vier Volt gelegt werden können und einerseits bei vollem Ladungszustand des Akku (2,1 V/Zelle) noch nicht überheizt wer-

¹ Weil *Ardenne's* Patentanmeldungen nicht anerkannt wurden, bauten große Teile der damaligen Radioindustrie - sehr zum Ärger der Erfinder und *Dr. Loewe* - das Verstärkerprinzip nach. Vielfach werden diese Nachbauten unter Radiosammlern als „39,50 RM-Geräte“ bezeichnet.

Rundfunkempfänger

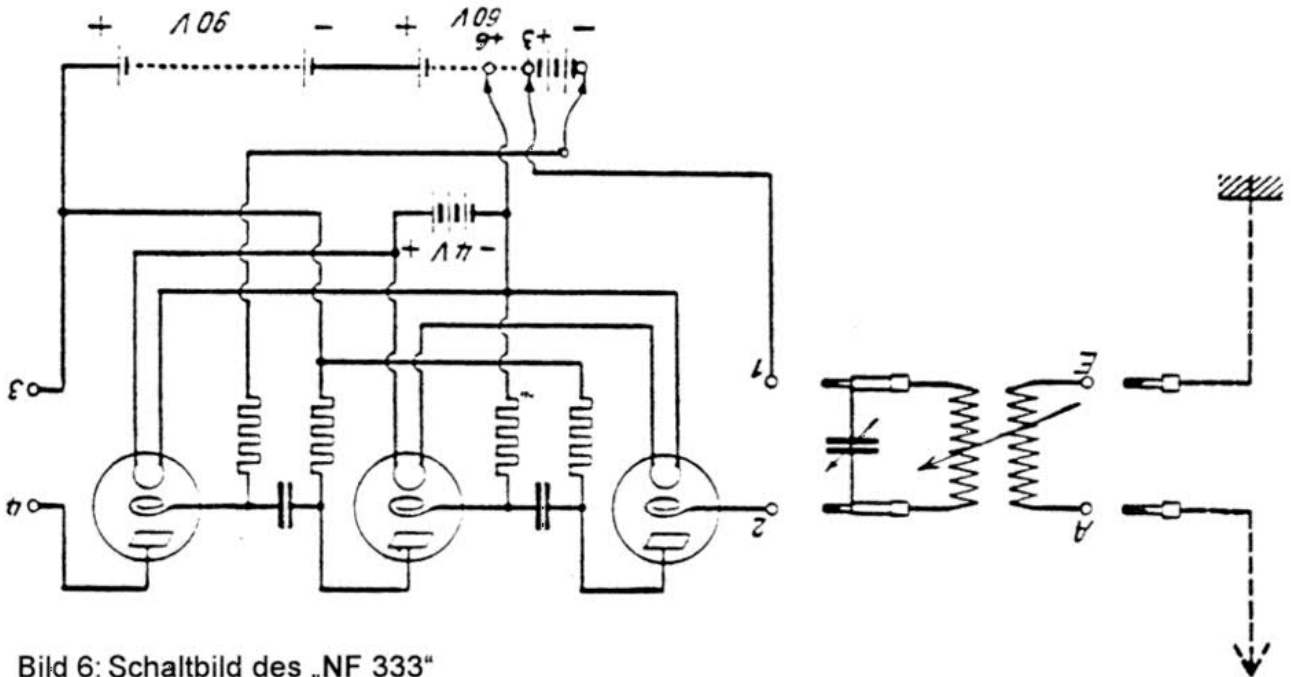


Bild 6: Schaltbild des „NF 333“

den, andererseits bei nahezu leerem Akku (1,8 V/Zelle) in ihrer Leistung noch nicht merklich nachlassen. In dem Gerät sind drei Röhren verwendet und zwar zwei Spannungsverstärkerröhren Type L.A. 77, deren Heizfäden in Serie liegen, so daß sie zusammen bei 4 V einen Strom von etwa 0,15 A verbrauchen. Die Lautsprecherröhre L.A. 101 liegt direkt an 4 V und verbraucht einen Strom von 0,3 A. Ein besonderer nicht unwesentlicher Punkt liegt darin, daß die Röhren ungesockelt verwendet werden (Bild 5).

Das prinzipielle Schaltschema zeigt Bild 6. Es ist das übliche Schaltschema eines widerstandsgekoppelten Verstärkers. Die Besonderheit liegt nur in den verwendeten Spezialröhren und der besonderen Dimensionierung der verwendeten Widerstände und Kondensatoren (s.o.). Sie sind in „Kopplungselementen“ (Bild 7 rechts) zusammengefaßt. Das Schaltbild zeigt auch den Anschluß des

abgestimmten Vorsatzkreises und der Antenne.“

Erstaunlich ist die Empfehlung, bei diesem Empfänger für Ortsempfang eine Rahmenantenne zu verwenden. Aber auch die Außenantenne wird in einem Schaltungsbeispiel empfohlen. In diesem Falle wurde der im Loewe-Eudarit-Preßstoffwerk gefertigte Drehkondensator mit Steckern versehen und direkt am „NF 333“ eingesteckt. Ähnlich, wie dies Telefunken dann 1927 mit dem Flachvariometer der Arcolette tat.

Ergänzend wäre zu vermerken, daß es den Widerstandsverstärker auch für hohe Frequenzen gab: die Type „H.F. 332“ mit Röhren der Type L.A.75.

Das Verfahren der aperiodischen HF-Verstärkung - *Ardenne* erreichte mit der Zweifachröhre eine Bandbreite von un-

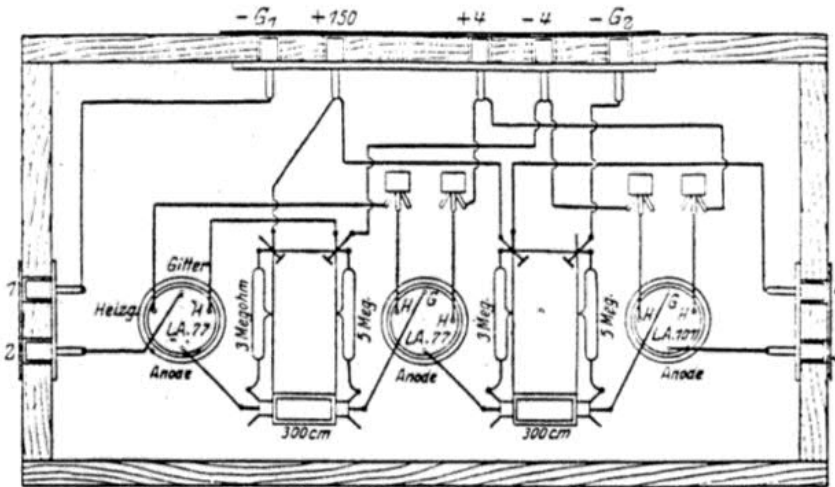


Bild 7: Aufbauschema des „NF 333“. Rechts: Kopplungselement

gefähr 1 MHz - zählte zu den bedeutenden Entwicklungen des jungen Erfinders.

M. v. Ardenne blieb der Forschung bis zu seinem Tod am 26. Mai 1997 verbunden. Seiner Ansicht folgend, nach der ein Wissenschaftler alle 10 Jahre sein Arbeitsgebiet wechseln sollte, verließ er jedoch Anfang der dreißiger Jahre das Feld der Funktechnik und wandte sich anderen Gebieten der Wissenschaft zu.

Nachtrag: M. v. Ardenne, der zu diesem Manuskript seine Zustimmung signalisierte, äußerte sich zur grundlegenden Konstruktionsidee einer „3NF“ wie folgt: *Das Zitat von Herrn Wienecke über die Entstehung des Gedankens der Loewe-Dreifachröhre ist nicht ganz richtig. Er entstand in einem abendlichen Telefongespräch zwischen Dr. Loewe und mir. Wir sahen damals die Vorteile der kapazitätsarmen Bauweise, vor allem aber, daß diese neuartige Bauweise von der anderen Industrie nicht so leicht nachgebaut werden konnte, d.h., wir sahen die Möglichkeit der Ausschaltung der*

Konkurrenz auf diese Weise. Ich habe die damaligen Geschehnisse in meiner Autobiografie „Die Erinnerungen“ (Herbig Verlag, München 1990) dargestellt.

Literatur

- [1] Loewe, S.: Widerstandsgekoppelter Verstärker. *Der Radio-Amateur*. März 1925, S. 248-252.
- [2] Börner, H.: Vom RC-Verstärker zur Mehrfachröhre - aus der Geschichte des Widerstandsverstärkers. *Funkgeschichte* No. 66 (1989), S. 4-12.
- [3] v. Ardenne, M. u. Heinert, H.: Über Widerstandsverstärker. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* 26 (1925), H. 2, S. 52-54.

Ducal Radio

Eine Luxemburger Radiolegende

R. Tholl, Schieren (Luxemburg)

Das Großherzogtum Luxemburg: 83 km lang, 50 km breit, 400.000 Einwohner; ist scheinbar seit eh und je auf dem Gebiet der Radioindustrie völlig abhängig vom Ausland. Doch der Schein trügt: Das Großherzogtum besaß eine eigene Radiofabrik, genannt Ducal-Radio. Ducal-Radio produzierte ab dem 2. Weltkrieg bis ungefähr 1955 Radiogeräte, danach betrieb die Firma ein Elektrogroßhandelsgeschäft, dessen Betriebstätigkeit erst 1992 vollständig eingestellt wurde.

Die Geschichte von Ducal-Radio

Die Firma Ducal-Radio wurde von zwei Brüdern, den Herren *Emile* und *Raymond Stein* gegründet. Wie Herr *Raymond Stein*, dessen Bruder letztes Jahr starb, erzählt, interessierte er sich schon als Kind für Basteleien mit der sogenannten „Funkentelegraphie“. Mit 12 oder 13 Jahren bekam er dann sein erstes eigenes Radio, einen Kristalldetektorapparat. *Raymond Stein* sparte sein Geld und verbesserte seinen Kristalldetektor. Schließlich kam er in den Besitz eines Röhrenempfängers.

In den 20er Jahren entwickelte *Raymond Stein* dann Interesse am Amateurrundfunk und führte mit Kollegen in seinem Hobbyzimmer mit einem Amateursender einzelne Versuche durch.

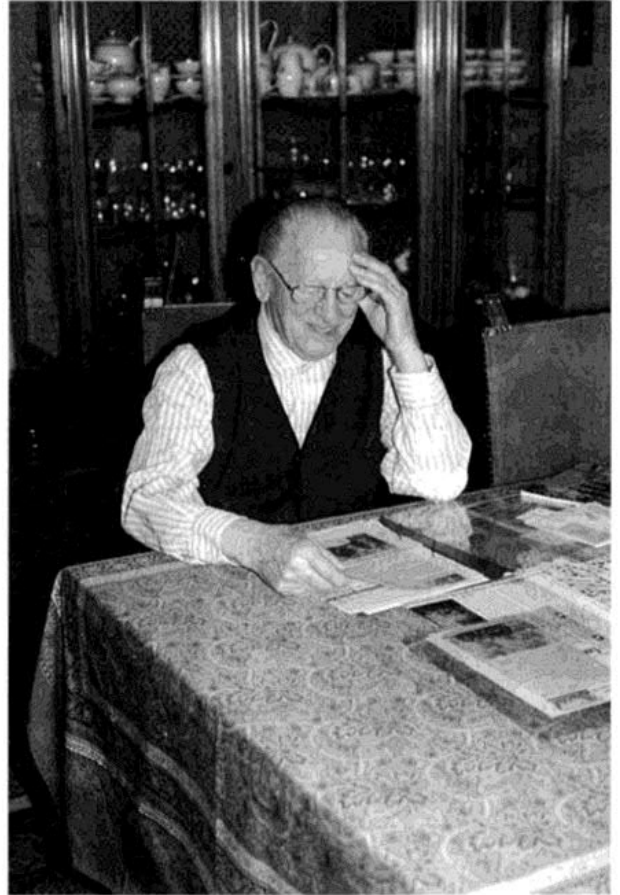


Bild 1: *Raymond Stein* heute

Während des 2. Weltkriegs waren die zwei Brüder getrennt: während *Emile Stein* den Krieg in Paris miterlebte, blieb *Raymond Stein* in Luxemburg. Hier wurde ihm sein Interesse am Amateurrundfunk fast zum Verhängnis. Er mußte mit einigen seiner Kollegen wegen unerlaubter Sendung von Radioprogrammen ins Gefängnis.

Als *E. Stein* nach dem 2. Weltkrieg aus Paris zurückkehrte und Luxemburg in Schutt und Asche lag, entstand und verstärkte sich der Wunsch der beiden Brüder, selbst Radios zu bauen.

Ihre Pläne wurden in die Wirklichkeit umgesetzt: sie mieteten ein kleines Eck-



Bild 2: Die erste Produktionsstätte von Ducal-Radio am Theaterplatz in Luxemburg

haus auf dem Theaterplatz in Luxemburg-Stadt (Bild 2) und gründeten, mit wenig Startkapital und mit der Unterstützung einer Bank, die Firma Ducal-Radio.

Von nun an bauten die Brüder mit ungefähr fünfzehn Angestellten verschiedene Modelle von Rundfunkgeräten, vom einfachsten Radio mit 3 Wellenbereichen bis zur Musiktruhe mit Raumklang (Bild 3).

Da wegen zunehmender Nachfrage mehr Raum benötigt wurde, mietete Ducal-Radio ab 1947 die 3. Etage der ehemaligen Handschuhfabrik in Stadtgrund.

Hier arbeiteten im Bereich der Radiofertigung zwischen 60 und 70 Dauerangestellte,

Emile und *Raymond Stein* teilten sich die Arbeit auf:

Während *Emile* den geschäftlichen Teil von Ducal-Radio übernahm, beaufsichtigte und entwickelte *Raymond* den technischen Teil der Fertigung; er wurde weiterhin auch von seinem Bruder hauptsächlich in der Entwicklung unterstützt.

Obwohl Ducal-Radio einen rasanten Absatz der Geräte bei ihren über 80 Wiederverkäufern im Inland und auch

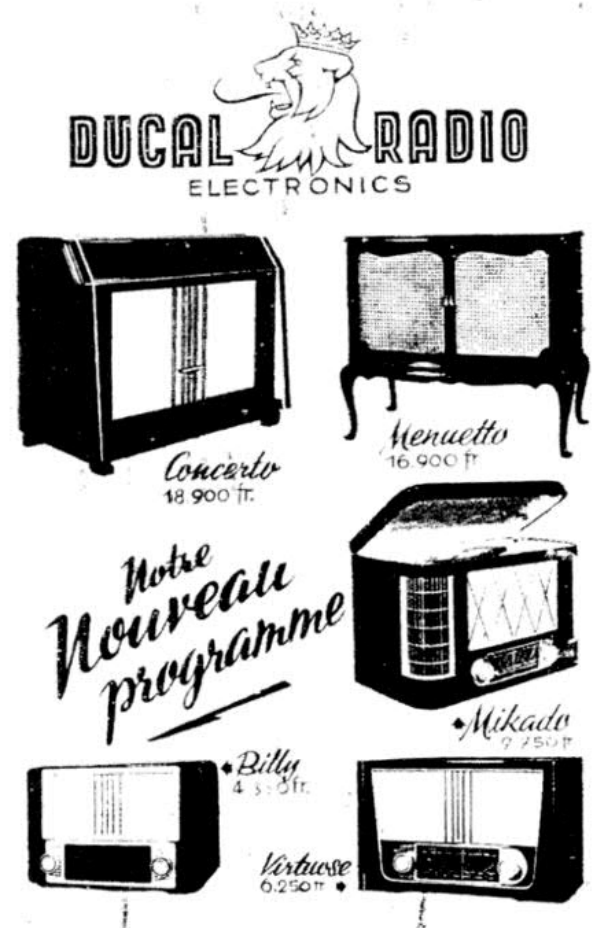


Bild 3: Ducal Radio-Prospekt

Firmengeschichte

bei Vertretern aus Belgien, Holland, Frankreich, den Niederlanden und sogar aus Deutschland feststellen konnte, beschlossen die zwei Brüder, die Produktion von Radiogeräten unter ihrem Namen Mitte der 50er Jahre einzustellen.

Herr *Raymond Stein* begründete dies im Gespräch mit dem Autor dieses Textes anhand von zwei Ursachen:

„Wegen der wachsenden Konkurrenz und Zunahme von Billigproduzenten in der Radioindustrie aus Holland, Belgien und Deutschland wollten wir kein Risiko eingehen, die hohen Lohnkosten hier in Luxemburg ließen diese Produktion einfach zu riskant erscheinen.

Da wir unsere Bauteile fast ausschließlich aus dem Ausland bezogen, mußten wir Importtaxe bezahlen. Der Staat gab uns keine Fördermittel, er war nicht an Kleinindustrien wie der unsrigen interessiert, sondern nur an der Stahlproduktion im Süden des Landes, die zu jener Zeit ihrem Höhepunkt zustrebte.“

Ducal-Radio existierte jedoch weiterhin. *Emile* und *Raymond Stein* bauten einen Elektrogroßhandel auf. Sie verkauften fortan Elektrohaushalts- und Audiogeräte. Ducal Radio fertigte noch einige Jahre Radios unter den Namen verschiedener Firmen (Telefunken, SBR, Braun, Siera...), bis die Produktion schließlich eingestellt wurde.

Die Geschäftsstelle befand sich in der ehemaligen Handschuhfabrik in Stadtgrund sowie im eigenen Gebäude der Gebrüder *Stein* und wurde bis 1984 von ihnen selbst geleitet. Im Jahr 1982 zog sich *Raymond Stein* im Alter von 70 Jah-

ren zurück, sein Bruder folgte zwei Jahre später. Fortan wurde das Elektrogeschäft von einem Nachfolger geleitet, bis es 1992 zahlungsunfähig wurde und den Betrieb vollständig einstellen mußte. Mit dieser Schließung ging die erste und einzige Luxemburger Radiolegende zu Ende.

Die Produktionsstätte von Ducal-Radio

Ducal-Radio bezog die Einzelteile zur Radiofertigung aus der ganzen Welt: Alles was nicht selbst produziert werden konnte (Röhren, Kohlewiderstände, Kondensatoren), wurde im Land gekauft oder importiert. Kondensatoren hauptsächlich aus Frankreich und Holland, Röhren aus Holland (Philips) und den USA. In ihrer weiteren Fertigung war Ducal-Radio jedoch weitgehend unabhängig. „Das Blech für das Chassis bekamen wir von der Arbed in 4-m Stücken geliefert, wir verarbeiteten es am Anfang mit einer Handstanzmaschine, später, in unserem neuen Fertigungsraum in der alten Handschuhfabrik, besaßen wir eine professionelle Maschine zur Blechverarbeitung“ erzählt Herr *Raymond Stein*. Der Fertigungsraum in der ehemaligen Handschuhfabrik war in folgende Bereiche eingeteilt:

- Mechanische Werkstatt (Bild 4)
- Galvanik
- Schreinerei
- Lackierung
- Technische Werkstatt bestehend aus:
 - Verdrahtung und Aufbau (Bild 5)
 - Endkontrolle (Bild 6)
 - Probe“lauf“ (Bild 7)

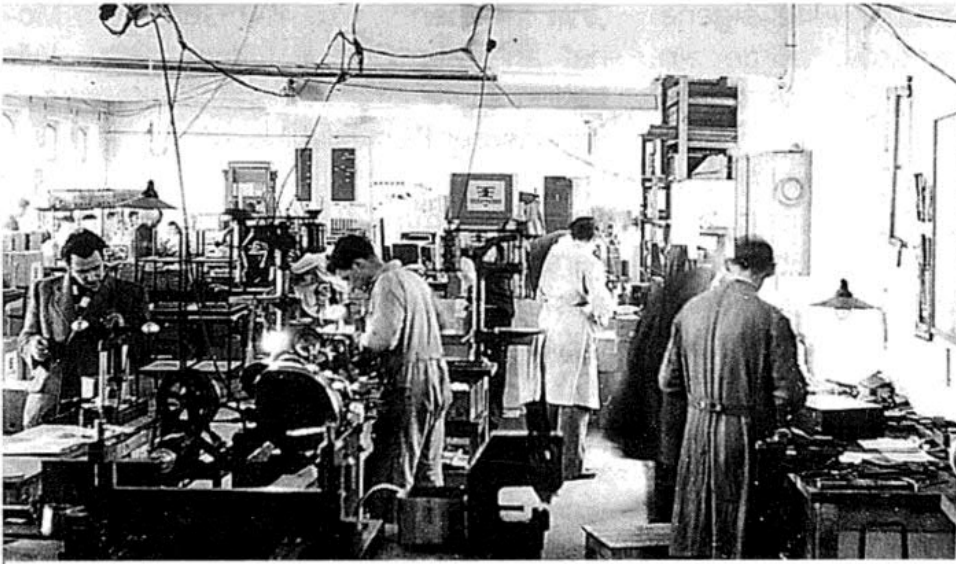


Bild 4:
Ducal-Radio-
fertigung:
Mechanische
Werkstatt

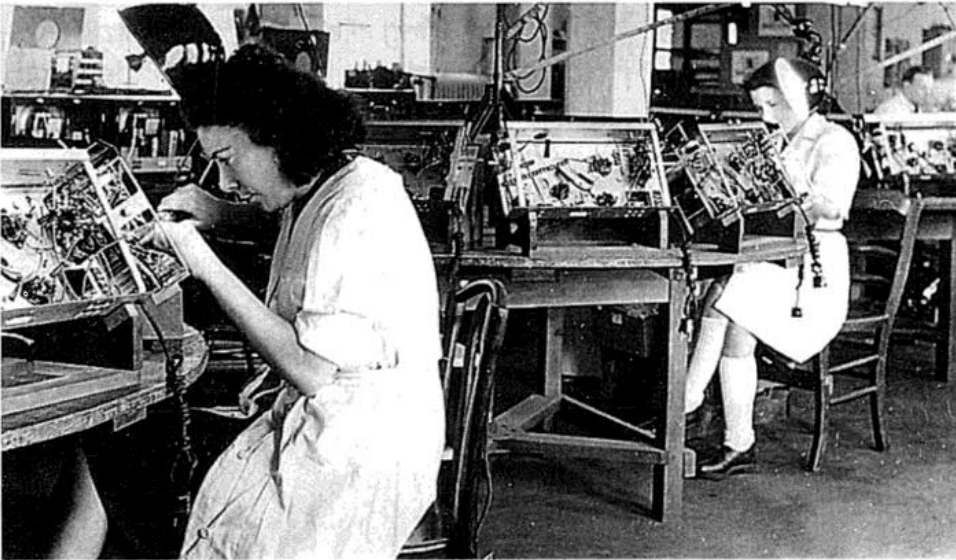


Bild 5:
Ducal-Radio-
fertigung:
Verdrahtung und
Aufbau

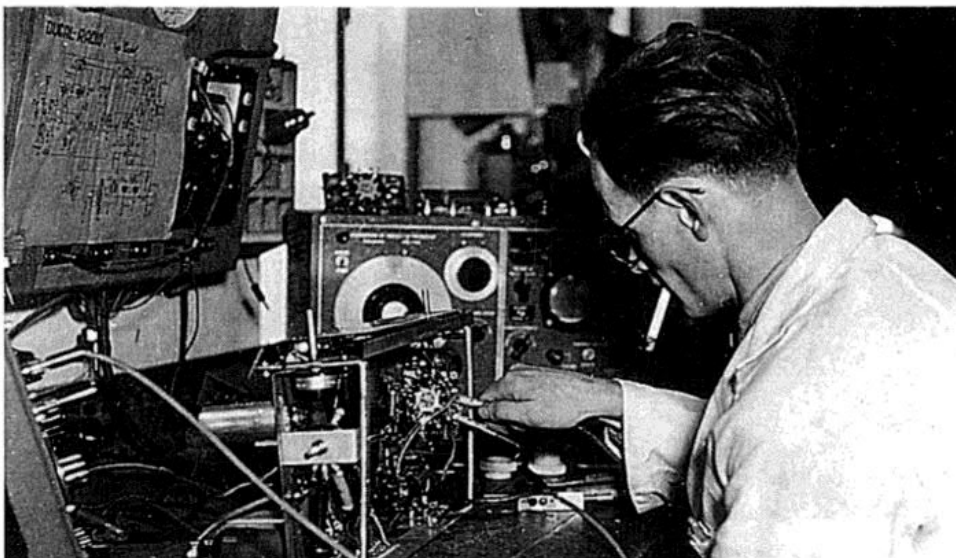


Bild 6:
Ducal-Radio-
fertigung:
Endkontrolle

Firmengeschichte

Obwohl Ducal Radio über eine eigene kleine Schreinerei verfügte, wurde ein Großteil der Gehäuse von verschiedenen Schreinereien in Luxemburg angefertigt. Zum elektronischen Aufbau wurden jeweils einer Arbeitskraft zehn Radiogeräte auf einen runden, drehbaren Tisch gestellt, wo sie diese dann verdrahten und aufbauen konnte. Nach dieser Arbeit wurden die Geräte von Technikern einzeln „auf Her(t)z und Nieren“ geprüft. Nach dem Einbau des Chassis in das Gehäuse und der endgültigen Montage kamen die Geräte dann in einen Probierraum, in dem jedes Gerät einen ganzen Arbeitstag Probe lief.

Schließlich wurden die fertigen Radiogeräte in Kartonverpackungen (aus der Kartonfabrik in Lintgen) verpackt und im eigenen Geschäft oder an Wiederverkäufer oder Vertreter aus dem Ausland verkauft.

„Wir fertigten bis zu 400 Geräte im Monat an“, berichtet *E. Stein* stolz, „Wir hatten sogar einen eigenen Lieferwagen mit unserer Firmenaufschrift“.

Betrachtet man die Seriennummern der verschiedenen Geräte, so läßt sich daraus schließen, daß hauptsächlich die billigeren Geräte, wie das Ducal Radio „Billy“ reißenden Absatz fanden. Schwere Musiktruhen wurden verhältnismäßig wenige verkauft; vom Typ „Menuetto“ waren es ungefähr 150 Stück.

Als Ducal-Radio aufhörte, eigene Geräte zu bauen, ging die erste und letzte Radiobaulegende unseres Landes zu Ende.

Ducal-Radio - eine Legende, aber eine lebendige! Denn Ducal-Radio lebt weiter, in sämtlichen, noch erhaltenen Ducal-Radios sowie in den Herzen begeisterter Ducal-Radio Sammler.

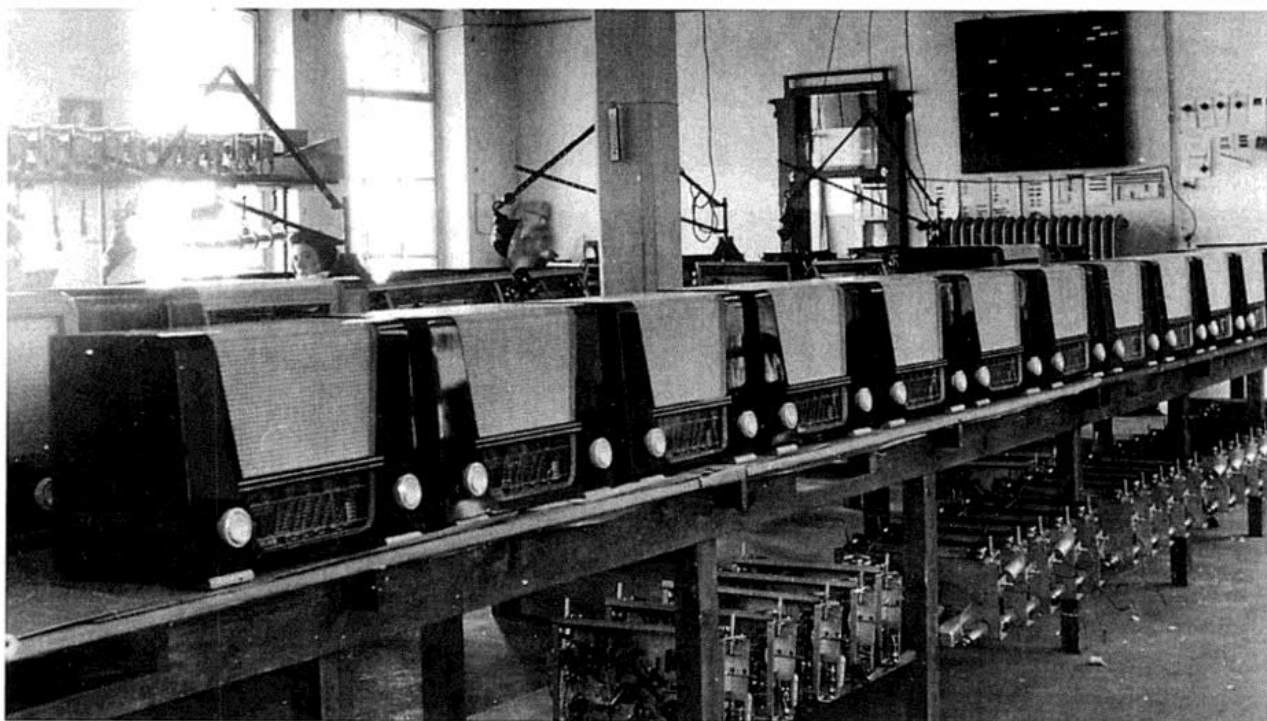


Bild 7: Ducal-Radiofertigung, Probelauf.

Der erste Rundfunksender der Französischen Schweiz (2)

- Die Schaltung

J. Ritzenhaler, Genf und H. Freudenberg, Netphen

In [1] wird über den ersten Rundfunksender der Französischen Schweiz berichtet, den Sender Lausanne am Standort Champ-de-l'Air. In der Zwischenzeit wurde das Schaltbild des Senders (Bild 1) in [2] gefunden. Dieses Schaltbild ist ein gutes Beispiel dafür, daß uns alte Schaltbilder oft erst dann verständlich werden, wenn wir sie in die uns gewohnte Form umzeichnen. Bild 2 zeigt daher den gleichen Sender in moderner Darstellung ohne Heizkreise und ohne Anodenstromversorgung. Anhand dieses Bildes sei nun die Senderschaltung erläutert.

Bei der Schaltung handelt es sich um einen selbsterregten Telefonie-Sender; er arbeitet in Anodenbasisschaltung, die Modulation erfolgt durch Gittergleichstrommodulation.

Grundsätzlich ist es bei einer Oszillatorschaltung gleichgültig, welcher Schaltungspunkt geerdet ist; bei langwelligen Schaltungen sind wir es gewohnt, daß die Kathode geerdet wird (z.B. *Huth-Kühn, Hartley, Colpitt*). Bei dem Sender Lausanne ist jedoch die Anode hochfrequenzmäßig geerdet. Damit können die Schwingkreisinduktivitäten S_1 und S_2 gleichstrommäßig auf Erdpotential gelegt werden. Die galvanisch an den Schwingkreis gekoppelte Antenne liegt dadurch mit dem Schwingkreis gleichstrommäßig ebenfalls auf Erdpotential.

Der Parallelschwingkreis des Senders besteht aus der Reihenschaltung der Spulen S_1' , S_1 und der Spulen S_2 || S_2' im Heizkreis der Kathode, die vermutlich parallel gewickelt sind. Parallel zu dieser Reihenschaltung der Induktivitäten liegt die Kapazität C_{an} der Antenne. In Bild 2 ist die Ersatzschaltung der Antenne gestrichelt dargestellt (L_{an} , C_{an} , R_{an} , [6] S. 375 ff.). Bei der Wellenlänge $\lambda = 1080$ m und bei den in [1] angegebenen Abmessungen der Antenne kann L_{an} gegenüber S_1 und S_2 vernachlässigt werden.

Bei der Oszillatorschaltung handelt es sich um eine induktive Dreipunktschaltung mit dem Gitter an Anzapfung G, der Kathode an Anzapfung F und der Anode wechstrommäßig über den Siebkondensator C_p an dem geerdeten Fußpunkt T. Die Wechselspannungen an G und F haben gegenüber T die gleiche Phasenlage (Anodenbasisschaltung, Kathodenverstärker, [3] § 250, [4] S. 176). Die Spannung an G ist größer als an F, damit ist die Selbsterregungsbedingung qualitativ erfüllt.

Das Gitter hat in der Senderöhre L_e wie üblich nur Steuerwirkung; es arbeitet mit automatischer Gitterspannungserzeugung („Audionschaltung“) über die Gitterkapazität C_g und den inneren Widerstand der Modulatorröhre R_{im} , in Bild 2 gestrichelt angedeutet. Hochfrequenz-

Rundfunkgeschichte

mäßig ist das Gitter von Le von der Modulatorröhre Lm durch die Drossel Sg isoliert. Durch den Gitterstrom, hervorgerufen durch die positiven Spitzen der Gitterwechselspannung von Le, wird das Gitter von Le gegenüber der Kathode von Le negativ. Um den Gitterstrom ableiten zu können, muß deshalb die Kathode von Lm an das Gitter von Le, die Anode von Lm gleichstrommäßig an die Kathode von Le und damit an Erde gelegt werden.

Der Innenwiderstand Rim, und damit der Arbeitspunkt von Le, sind abhängig von der Modulationsspannung des Mikrofons M. Die Hochfrequenzamplitude von Le wird dadurch entsprechend moduliert (Gittergleichstrommodulation von Schaffer, Telefunken, [5] S. 499). Der Nachteil der Modulatorschaltung liegt u.a. darin, daß die Kathode von Lm „in der Luft hängt“. Lm wurde deshalb mit einer Batterie geheizt. Die Gittergleichstrommodulation ist heute ohne Bedeutung wegen ihres schlechten Wirkungsgrades.

Wie oben bereits angemerkt, liegt der Grund für die Wahl der Anodenbasis-schaltung wahrscheinlich darin, daß damit alle Schwingkreisinduktivitäten und die galvanisch angeschlossene Antenne gleichstrommäßig auf Masse gelegt werden können, und daß keine Kapazitäten erforderlich sind, die für die hohe Blindleistung und für die großen Wechselspannungen des Schwingkreises ausgelegt werden müssen. Solche Kapazitäten waren 1923 nur schwer herzustellen. Der Gitterkondensator führt praktisch keinen HF-Strom und auch die Spannungsbelastung ist gering. So er-

gibt sich eine sehr einfache und robuste Schaltung. Nur die Frequenzkonstanz dürfte nicht sehr groß gewesen sein, weil die Frequenz unmittelbar vom Kehrwert der Wurzel der Antennenkapazität abhängt.

Während das Schaltbild (Bild 1) nur eine Senderöhre Le und eine Modulatorröhre Lm zeigt, wird in [1] von 5 Endstufen und von 2 Vorstufen gesprochen; auf dem Foto [1] erkennt man auf der rechten Seite des Pultes diese 7 Röhren. Nach neueren Untersuchungen sind von den 5 großen Röhren 4 Stück in der HF-Stufe Le (Bild 1) parallel geschaltet, die fünfte große Röhre ist wahrscheinlich die Modulatorröhre Lm. Die Verwendung der 2 kleinen Röhren ist z.Zt. nicht bekannt; sie können Vorstufen der Modulatorröhre Lm sein.

Literatur

- [1] *Ritzenthaler, J.; de Montmollin, G.:* Der erste Rundfunksender der Französischen Schweiz. *Funkgeschichte* No. 114, (1997), S. 194-195
- [2] *Zeitschrift Radio Electricité.* 1923
- [3] *Pitsch, H.:* Hilfsbuch für die Funktechnik. Leipzig 1951
- [4] *Rint, C.:* Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, Bd. 2, Berlin 1953
- [5] *Zinke, O.; Brunswig, H.:* Hochfrequenztechnik 2. Springer-Verlag 1993
- [6] *Zinke, O.; Brunswig, H.:* Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Bd. 1. Springer-Verlag 1990

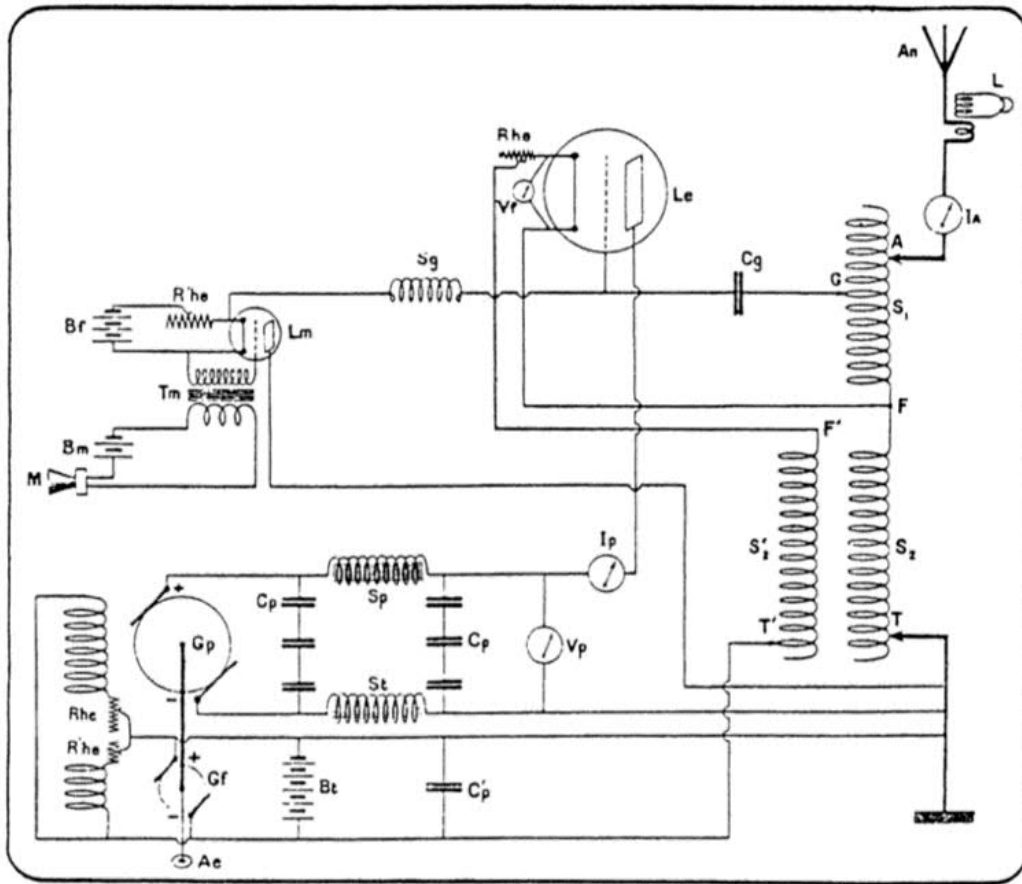


Bild 1: Sender Lausanne. Original-Schaltbild. Aus [2]

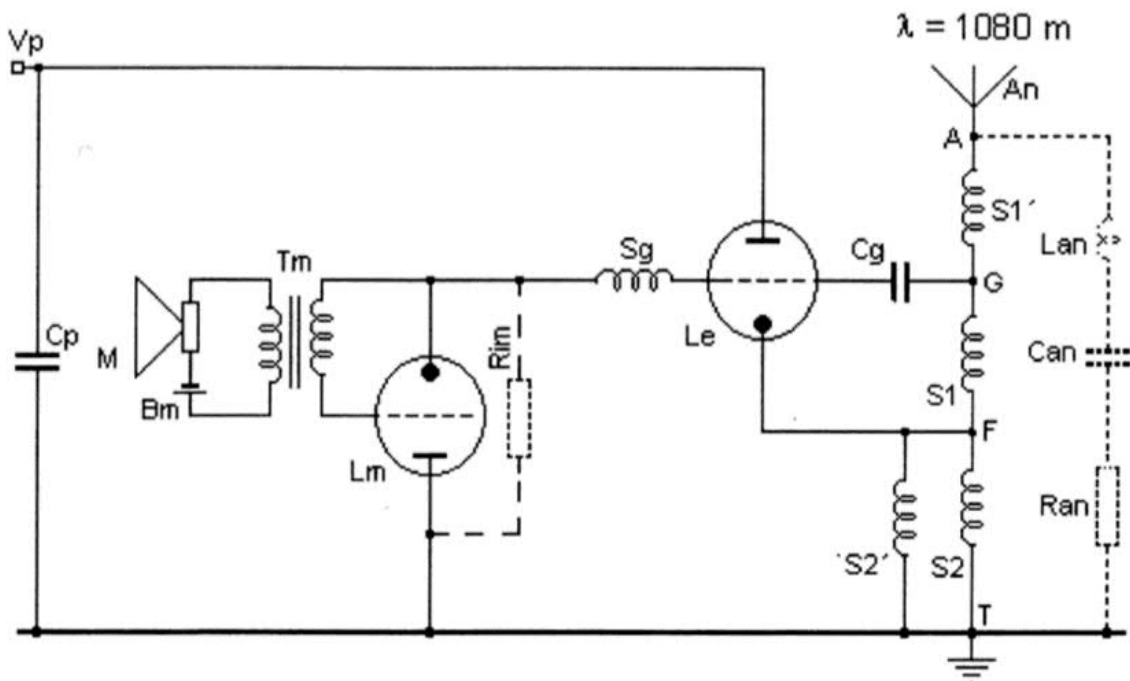


Bild 2: Sender Lausanne. Schaltbild in moderner Darstellung, ohne Heizkreise und Anodenspannungsversorgung

Firmengeschichte



Jecho
Lautsprecher
für alle Zwecke

LEIPZIGER LAUTSPRECHER- U. METALLWARENFABRIK

FISCHER & HARTMANN

LEIPZIG S 3 / Bornaische Straße 54 / Fernsprecher 33589

FEHO - Geschichte einer Lautsprecherfabrik

A. Baumgarten, Remscheid

FEHO-Lautsprecher

Auf einer Radiobörse in Bad Laasphe 1995 stieß ich auf einen älteren Lautsprecherprospekt einer Firma FEHO aus dem Jahre 1949. Da Lautsprecher nun mal nicht mein Sammelgebiet ist, maß ich dem Prospekt anfangs aber keine besondere Bedeutung zu. Beim näheren Durchblättern des Prospektes prangte mir dann aber in großen Lettern entgegen, daß sich der Firmensitz der FEHO zum damaligen Datum in Remscheid befand. Als Remscheider Urgestein und interessiertem Radiosammler war mir sofort klar, daß ich unbedingt mehr über die FEHO in Erfahrung bringen mußte.

Wie kommt man an Information

Als erstes habe ich versucht, über die *Funkgeschichte* Informationen einzuholen, doch konnte mir kein Sammler dabei helfen. Was lag also näher, als in der hiesigen Presse - Remscheider-General-Anzeiger - einen Aufruf zu starten, mit der Bitte, daß sich ehemalige Betriebsangehörige bei mir melden möchten. Ich hätte nicht gedacht, daß dieser Aufruf in der Presse auf soviel Resonanz stoßen würde. Es kamen einige Dutzend Anrufe, wobei sich einer als besonders wertvoll erweisen sollte. Der Herr entpuppte sich als ein guter Freund des ehemaligen Betriebsleiters der FEHO, Herrn *Werner Wölk*, der jetzt in Berlin lebt. Durch diesen glücklichen Umstand konnte ich die Brücke in die Hauptstadt

bauen. Herr *Wölk* versorgte mich mit ausführlichen Informationen und seltenen Prospekten der FEHO, wofür ich mich an dieser Stelle recht herzlich bedanken möchte. Außerdem kam eine Fülle von Informationen vom Vorsitzenden des hiesigen Arbeitgeberverbandes, Herrn *Tödt*, wofür ich mich ebenfalls herzlich bedanke. Mit diesen Informationen und Unterlagen aus dem Archiv des Remscheider-General-Anzeigers (RGA), war es nun möglich eine kleine Firmenhistorie der FEHO zu erarbeiten. Es ist klar, daß es mich besonders gefreut hat, damit ein Stück Rundfunkgeschichte in Remscheid dokumentieren zu können.

Die Geschichte der FEHO

Die Firma wurde am 1.9.1928 von den Herren *Fischer* (Kaufmann) und *Hartmann* (Metalldrückermeister) im Leipziger Osten (Rabet) gegründet. Einige Jahre später zog man in den Leipziger Süden, Bornaische Str. 54, um. Im Fertigungsprogramm war so ziemlich alles vertreten, was man zur Beschallung braucht: Freischwinger, permanent dynamische Lautsprecher, große Lautsprechersysteme zur Beschallung großer Räume, bis hin zu Tonmöbeln. Nicht zu vergessen der legendäre Volkslautsprecher „VL 34“ in schönem Bakelitgehäuse, für damals (1937) 25 RM.

In der Zeit bis zum Kriegsausbruch 1939 wurden alle damals bekannten Systeme hergestellt. Genaues Zahlenmaterial liegt leider nicht vor. Man

Firmengeschichte

schätzt aber, daß die FEHO bis 1945 ca. 60-80 Mitarbeiter hatte. Zu dem Kundenkreis gehörten damals so bekannte Radiofirmen wie Telefunken, Mende und Staßfurt. Mit dem Beginn des Krieges wurde ab 1939 die Fertigung mehr und mehr auf kriegswichtige Produkte umgestellt, so daß bis zum Kriegsende fast ausschließlich für die Wehrmacht produziert wurde.

Noch während des Krieges hat Herr *Fischer* große Mengen Magnete von der Firma DEW in Dortmund angekauft und bei der DEW in Remscheid eingelagert. Diese Begebenheit sollte später den Ausschlag dafür geben, daß man von Leipzig nach Remscheid umsiedelte.

Nach dem Zusammenbruch war die Not natürlich - wie überall in den betroffenen Ländern - riesengroß, die Produktionsstätten waren zum Teil erheblich zerstört und an Material herrschte ebenfalls Mangel. Wie ehemalige Mitarbeiter erzählen, hat man damals unter anderem Kupferdraht auf „Umwegen“ von den Junkerswerken in Dessau bekommen. Außerdem hat man „rucksackweise“ Kupfer von der Mannsfelder Kupfermine herangeschafft. Was das für eine Plakerei war, kann sich wohl heutzutage kaum einer vorstellen. „Bezahlt“ wurde natürlich nicht mit „Barem“, sondern wie in dieser Zeit üblich, wurde irgendwie getauscht. Interessant, daß nicht mit irgend etwas getauscht wurde, sondern mit kleinen Radioapparaten - die heute eine absolute Rarität sind - die man wieder dank hoher Improvisationskunst und Pioniergeist selbst herstellte. Die Magnete, die man für den eingebauten Lautsprecher brauchte, wurden unter

abenteuerlichen Bedingungen von Remscheid nach Leipzig geschafft, was ja bekanntlich zwischen den Besatzungszonen nicht so einfach war. Aus Mangel an Drehkondensatoren hatte man eine Variometerabstimmung eingebaut. Bei dem Gerät handelte es sich um einen einfachen Einkreis-Rückkopplungsempfänger, der mit RV12P2000 bestückt war, die aus alten Wehrmachtsbeständen in genügender Menge vorhanden waren. Interessant ist noch zu erwähnen, daß das Gehäuse aus Pappenguß hergestellt wurde. Telefunken hatte auch so angefangen.

Als die Hoffnung auf eine baldige Wiedervereinigung Deutschlands 1947 schwand, wurden heimliche Vorbereitungen getroffen, einen Teil der Fertigung von Leipzig nach Remscheid zu verlagern. So wurden 1948 die ersten Lautsprecher in Remscheid in gemieteten Räumen der DEW gebaut. Parallel dazu lief der Betrieb in Leipzig bis zur Enteignung 1952 weiter. 1954 wurde der Betrieb mit anderen verwaisten Betrieben zum VEB-Elektrogeräte zusammengefaßt. Das war dann endgültig das Ende der FEHO in Leipzig. Der alleinige Firmensitz war jetzt in Remscheid-Bliedinghausen, Lempstr. 24.

Nachdem einer der Firmengründer, Herr *Hartmann*, schon vor 1945 verstorben ist, starb 1955 der andere Firmengründer, Herr *Fischer*, in Remscheid. Die Geschicke des Betriebes oblagen nun der Witwe des Herrn *Fischer* und als Betriebsleiter Herrn *Wölk*.

Anfang der 50er Jahre war die FEHO in Remscheid schon immerhin soweit eta-



1959 entstand dieses Bild bei FEHO. Auch ohne Fließband lief die Lautsprecher-Produktion offenbar schon wie am Schnürchen (Foto: RGA-Archiv)

biert, daß man 1950 bei der Funkausstellung in Düsseldorf dabei war. Prospekte der Firma zur Funkausstellung zeigen eine große Produktvielfalt, die man in nur zwei Jahren in Remscheid „auf die Beine“ gestellt hatte.

Ende der 50er Jahre ist man dann in den Ortsteil Lennep umgezogen, wo man größere Räumlichkeiten zur Verfügung hatte und wo man auch gleichzeitig eine moderne Fertigung aufbauen konnte. Die Belegschaft umfaßte im Mittel ca. 60-70 Personen.

Ende der 60er Jahre war man in der Lage, alle 30 Sekunden einen Lautsprecher zu produzieren.

1971/72 wurde dann die bis dahin selbständige Firma FEHO an die Firma HECO-HENNEL & Co. GmbH, Schmitten im Taunus, verkauft. Die alte FEHO wurde nun als HECO Werk 2, Remscheid-Lennep, geführt.

Die Rezession 1974 machte es erforderlich, das „Werk 2“ in Remscheid zu schließen und die gesamte Produktion zum Stammwerk der HECO nach Schmitten zu verlagern. Somit ging ein Stück Industriegeschichte in Remscheid verloren.

1996 ging auch die Firma HECO in Konkurs. Sie wurde daraufhin durch die US-amerikanische Gesellschaft RECOTON übernommen.

Anmerkungen zur Röhre UEL51

Reinhard Riek, Erfurt

Hier im Osten ist die Tetrode-Endtetrode UEL51 vom Funkwerk Erfurt so bekannt, daß eigentlich niemandem mehr auffällt, daß es diese Röhre in zwei Varianten gibt. Im Westen Deutschlands ist sie nicht so bekannt, so daß die Unterschiede sicherlich bereits dem einen oder anderen Sammler aufgefallen sind und er sich fragte, ob denn das Exemplar, das er vor sich hat, denn auch die richtige Röhre ist bzw. ob die Röhre denn nicht defekt sei, oder ob jemand einen Sockelstift abgebrochen und den freigewordenen Draht einfach mit einem anderen Sockelstift verbunden hat.

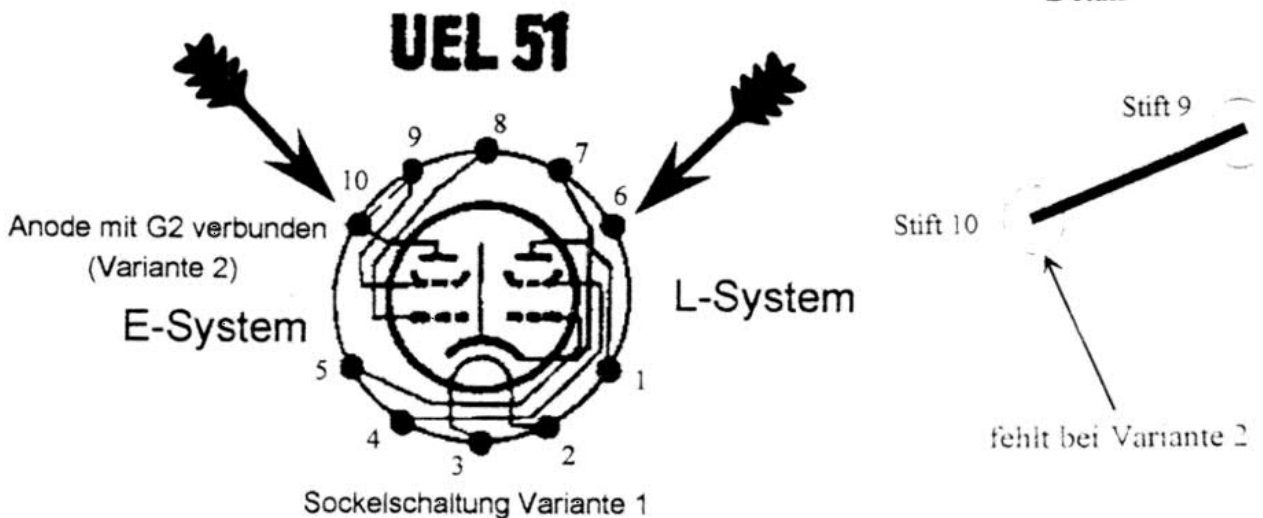
Zur Beruhigung: Es gibt diese Röhre in zwei Varianten. Der Unterschied besteht darin, daß es diese Röhre einmal mit dem 10-poligen Stahlröhrensockel und einmal mit dem 8-poligen Stahlröhrensockel gibt. Äußerlich unterscheiden sich die beiden Varianten dadurch, daß die 8-polige Ausführung um das Tetro-

densystem im unteren Drittel des Kolbens eine silbrig-helle Metallisierung besitzt und eben dieser fehlende Sockelstift. Bei den 10-poligen Varianten ist dieser Massering grau. Beide Exemplare sind elektrisch völlig identisch, also ohne weiteres gegeneinander austauschbar.

Bei der 8-poligen Variante fehlen Stift Nr. 6 und 10. Aus dem Loch, das durch das Fehlen des 10. Stiftes entsteht, wird ein Draht herausgeführt und mit Stift 9 verbunden, so daß die Anode des Vorstufensystems mit dem Gitter 2 des Vorstufensystems verbunden ist. Möglicherweise verbessert das die Arbeitsweise der Röhre.

Wahrscheinlich wurde diese Abart des Sockels aus Sparsamkeitsgründen entwickelt, da die Sockelschaltung ohnedies mit nur 9 Kontakten auskommt, man sich also von vornherein den 10. Stift sparen kann.

Die beiden mit  bezeichneten Stifte fehlen bei Variante 2



Fernsehprojektion in der DDR

Winfried Müller, Berlin

Fernsehbildprojektion

Anfang der 50er Jahre war man der Auffassung [1], daß der Serienherstellung großformatiger Bildröhren Schranken glastechnischer Art gesetzt wären. Eine Bildröhre mit einer Schirmbilddiagonalen von 30 cm galt damals als Standardtype. Sie gestattete, Fernsehbilder im Format von 18 x 24 cm auszuschreiben. Hinsichtlich der vorausschaubaren Fortschritte in der Technologie zur Herstellung von Bildröhrenkolben schien es zukünftig möglich, Glaskolben für ein Bildformat von maximal 24 x 36 cm herstellen zu können.

Fernsehbilder über das genannte Maß hinaus zu erzeugen, war mit vertretbarem Aufwand nur auf dem Wege der optischen Vergrößerung - der vergrößerten Projektion eines kleinen Schirmbildes auf eine geeignete Projektionswand - möglich. Etwa Mitte der 50er Jahre begannen in beiden deutschen Staaten die Arbeiten am Projektionsfernsehen. Hierbei konnte an Vorarbeiten angeknüpft werden, die auf diesem Gebiet von verschiedenen Firmen bereits in der zweiten Hälfte der 30er Jahre geleistet worden waren, aber dann kriegsbedingt abgebrochen werden mußten. [2] In der Bundesrepublik waren es die Firmen Philips und Saba, in der DDR der VEB Rafena-Werke, der VEB Stern-Radio Berlin und der VEB Werk für Femmeldewesen (WF), die sich mit dieser speziellen Sparte der Fernsehbildwiedergabe befaßten.

Projektionssysteme

Zwei Projektionssysteme, die Schmidt-Optik (S-Optik) und die Durchstrahloptik, beide in Verbindung mit einer speziellen Projektionsbildröhre, kamen zur Anwendung.

Das Konstruktionsprinzip und die Funktion der Schmidt-Optik erläutert das Bild 1.

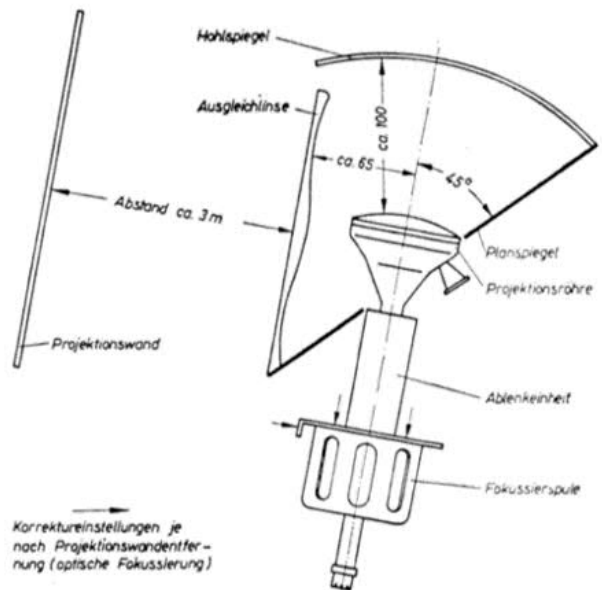


Bild 1: Aufbauprinzip einer Schmidt-Projektionsoptik

Die Durchstrahloptik, Bild 2, ist, verglichen mit der Schmidt-Optik, eine unkomplizierte, preiswerte und einfach von Staubablagerungen zu reinigende, optische Baeinheit. Die Projektionsentfernung läßt sich im Rahmen der Bildhelligkeit und Bildgröße variieren, während das bei der Schmidt-Optik nur in engen Grenzen möglich ist. Die Entstehung

Fernsehempfänger

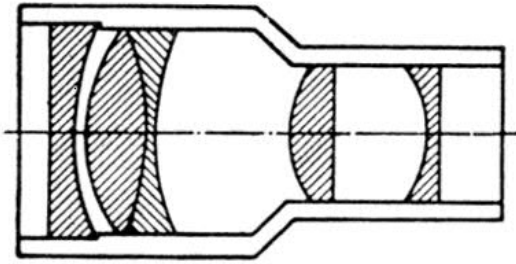


Bild 2: Projektion mit Durchstrahl-optik

optischer Fehler kann bereits durch die Formgebung der Linsen und deren Kombination miteinander vermieden werden.

Die Lichtstärke der eingesetzten Durchstrahl-optik ist mit einem Öffnungsverhältnis von 1:1,3, gegenüber der der S-Optik von 1:0,8, etwas ungünstiger. Jedoch zeigten sich beim praktischen Vergleich beider Systeme, bezogen auf eine Bildfläche von 90 x 120 cm, kaum nennenswerte Helligkeitsunterschiede. Beiden Projektionsverfahren haftet der Nachteil an, daß die Bildvorführungen nur wirkungsvoll in einem abgedunkelten Zuschauerraum zur Geltung kommen.

VEB Rafena-Werke Radeberg [3]

Auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1958 zeigten die Rafena-Werke das in Bild 3 wiedergegebene Entwicklungsmuster ihres Fernsehprojektors. Das Gehäuse des transportablen Gerätes besteht aus Blech und enthält das modifizierte Chassis des Heim-Fernsehempfängers „Cranach“. Als Projektionssystem verwendete Rafena eine spezielle, von dem VEB Feinmechanische-Optische Werke Rathenow entwickelte Durchstrahl-optik. Rafena entschied sich hiermit für eine aufkommende Entwicklungsrichtung,

das Projektionsverfahren mittels Durchstrahl-optik. Gegenüber der bislang für die Fernsehprojektion eingesetzten Schmidt-Optik bot es die bereits erwähnten Vorteile.



Bild 3: Projektions-Fernsehempfänger, VEB Rafena-Werke, 1958

Die Überleitung des Mustergerätes in die Fertigung blieb Rafena allerdings versagt. Der für die Entwicklung der Projektionsröhre „bilanzierungspflichtige“ Betrieb, der VEB Werk für Fernmeldewesen (WF) weigerte sich, die als Vorbild dienende Type MW 6-4 (Philips) nachzuentwickeln und zu produzieren. WF war der Ansicht, daß die Technik des Projektionsfernsehens für das vorgesehene Einsatzfeld (Heimbereich, Ferien- und Clubhäuser) keine Perspektive hätte und zudem die in Aussicht gestellte Produktionsstückzahl der Röhren unattraktiv sei. Ein Import der für die Empfängerproduktion benötigten Röhren aus dem „NSW“ (nichtsozialistisches Wirtschaftsgebiet) kam im Hinblick auf die hierfür aufzuwendenden „harten Devisen“ nicht infrage. Die zuständigen übergeordneten staatlichen Institutionen

hätten ein solches Ansinnen nicht genehmigt.

VEB Stern-Radio Berlin [4]

Der Fernsehprojektionsempfänger FS P 01 „Panke“ (Bild 4), er hatte sein Debüt 1958/59, wurde in etwa 1200 Exemplaren hergestellt. Der Empfänger enthält als Projektionssystem eine Schmidt-Optik und ist in einem transportablen, mit Kunstleder bezogenen Sperrholzgehäuse untergebracht. Ein weiteres, ähnlich gestaltetes Gehäuse enthält den Lautsprecher. Das Vertikalchassis entspricht dem des Heim-Fernsehempfängers FS 01 „Weißensee“. Die Schmidt-Optik bildet mit der Bildröhre MW 6-2 (sphärischer Schirm, Bild 5) und der Ablenkeinheit eine, aus der gemeinsamen Gerätegrundplatte herauslösbare, Baueinheit. Die Hochspannung von etwa 25 kV wird durch Spannungsvervielfachung mit 3 x DY 86 erzeugt.

Schmidt-Optik: NSW-Import

Die komplette Baueinheit konnte während des Fertigungszeitraums des



Bild 4: Projektions-Fernsehempfänger FS P 01 „Panke“, VEB Stern-Radio Berlin, 1959



Bild 5: Projektionsbildröhre MW 6-2 (Philips)

„Panke“ (1958-60) für die Hergabe kostbarer „harter Devisen“ importiert werden. Für die Branche war dieser Umstand ungewöhnlich. Die auffällige Begünstigung des VEB Stern-Radio Berlin gegenüber Rafena hatte folgenden Hintergrund, der für Außenstehende kaum einsehbar war: In der DDR gab es eine Reihe „privat“ geführter Ingenieurbüros, mit deren Hilfe konspirative Technologietransfers zu Gunsten der DDR-Wirtschaft realisiert wurden. Ein solches Büro war zunächst federführend für die Nachentwicklung des Billigfernsehers „Weißensee“ auf der Basis eines „organisierten“ Schaltungskonzepts tätig. Das Projekt „Panke“ hatte also durch dieses Büro einen potenten Paten. Einen einflußreichen Paten, der den Import der Schmidt-Optiken, auch gegen die staatlich verordneten Devisensparmaßnahmen, durchzusetzen wußte.

Die Projektionsempfänger „Panke“ wurden fast ausschließlich in Kulturhäusern und Ferienheimen aufgestellt. Die Reparatur und Wartung der Fernsehempfänger „Panke“ erfolgte unmittelbar durch Mitarbeiter des VEB Stern-Radio Berlin. So erklärt es sich, daß der „Panke“ nur

Fernsehempfänger

ausnahmsweise in eine ortsansässigen Fernseh- und Rundfunkwerkstätte zur Reparatur geriet und er daher in diesem Dienstleistungsumfeld weitgehend unbekannt blieb. Bemerkenswerterweise kannten auch viele Sammler in der DDR den „Panke“ nicht, obwohl er in [4] ausführlich beschrieben wurde.

Reste-Verkauf

Nichtabsetzbare Restbestände des „Panke“ und einzelne Schmidt-Optiken wurden 1963/64 über einen bekannten Berliner Radio-Fernseh-Reparatur- und Handelsbetrieb für „nen Appel und 'n Ei“ an Bastler verkauft. Insgesamt sind nur sehr wenige Exemplare erhalten geblieben!

VEB Werk für Fernmeldewesen Berlin-Oberschöneweide (WF) [5]

Heim-Projektionsempfänger

Bis etwa 1952 bestand im WF die Absicht, zu der hier bereits vorhandenen Empfänger- und Bildröhrenfertigung eine Fernsehempfängerproduktion einzurichten. In diesem Zusammenhang befaßte sich eine Entwicklungsabteilung mit dem Musterbau verschiedener Fernsehempfänger. Das betraf auch den Versuchsaufbau eines Heim-Projektionsempfängers, von dessen einstiger Existenz lediglich Bild 6 und Bild 7 aus dem Jahre 1949/50 zeugen.

Fernseh-Großbildprojektor

Eine Sonderstellung nahmen die im WF entwickelten und als Einzelexemplare hergestellten Fernseh-Großbildprojektor-

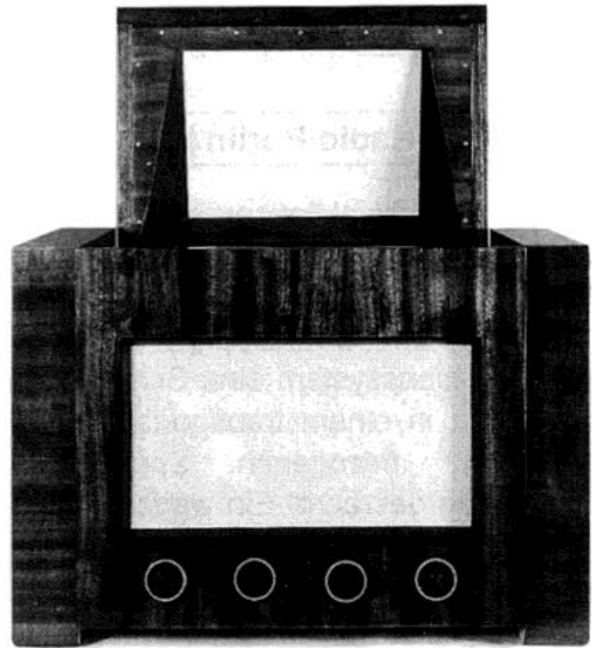


Bild 6: Projektionsfernsehempfänger OSW 2684, VEB Werk für Fernmeldewesen, 1949, Bild wurde gegen ausklappbaren Spiegel projiziert.

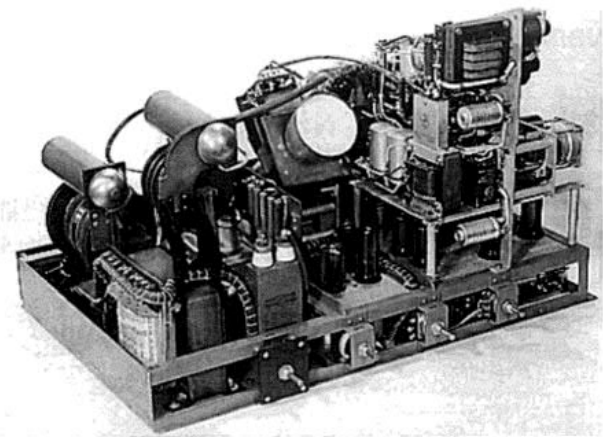


Bild 7: Chassis des OSW 2684 mit 3"-Bildröhre

ren für den Einsatz in Hörsälen ein. Der Fernsehprojektor OSW 2552 (Bild 8 und Bild 9) wurde 1949 gebaut, die in Bild 10 gezeigte Anlage 1957/58.

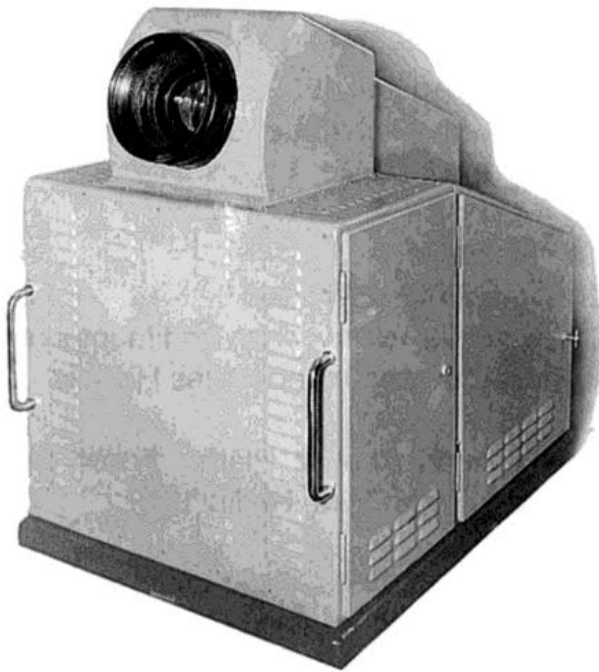


Bild 8: Fernseh-Großbildprojektor OSW 2552. Objektiv Biotar 1.1,5, f: 35 cm

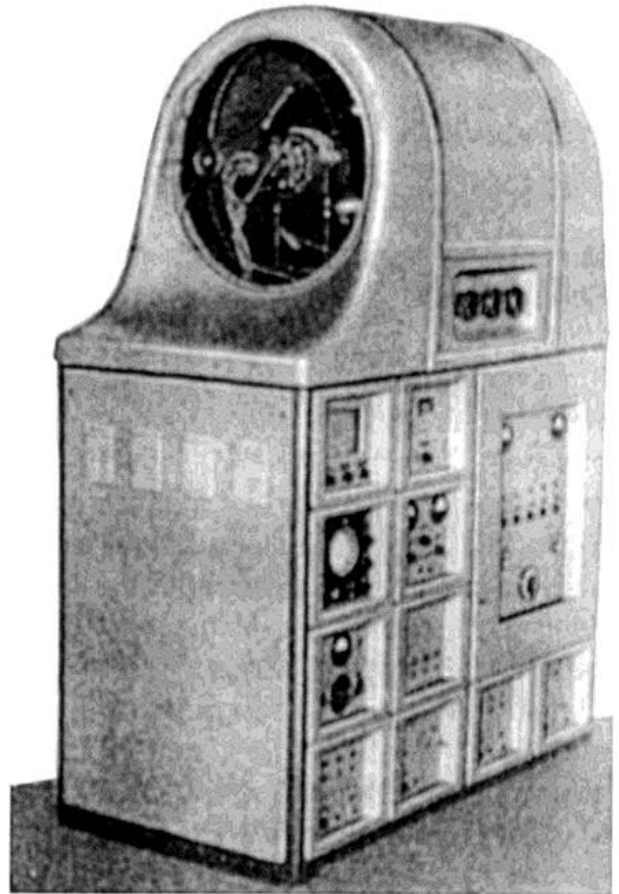


Bild 10: Großbildprojektor für Hörsaal der chirurg. Abteilung der Charité, Berlin (U_A 60 kV, Bildwand 3 x 2 m). Dazu gehört ein etwa gleichgroßes Bediengerät

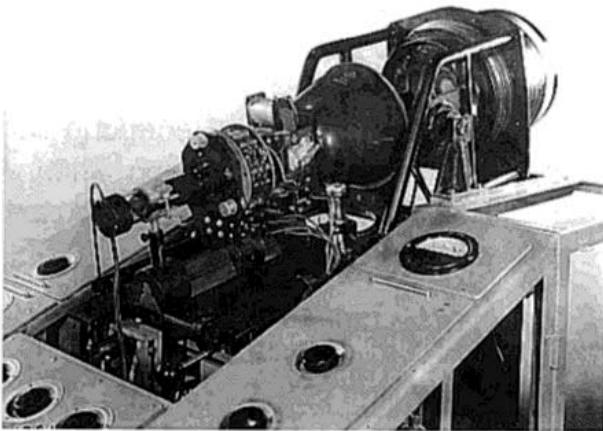


Bild 9: OSW 2552 mit 10"-Projektionsröhre.

Literatur

- [1] Hachenberg, O.: Der gegenwärtige Stand des Fernsehens. *Elektrotechnik* 1950, H. 12
- [2] Eine Fernsehprojektionseinrichtung, *radio und fernsehen*. 1958, H. 23
- [3] Leipziger Frühjahrsmesse 1958, *radio und fernsehen* 1958, H. 8
- [4] Zimmermann, A.: Fernsehprojektor „Panke“, *radio und fernsehen*, 1959, H. 4
- [5] Fernseh-Großbildprojektor für den studentischen Unterricht in der Charité, *radio und fernsehen*, 1958, H. 24

Literaturhinweise

Neue militärhistorische Schriftenreihe **Militärgeschichtliche Blätter**

Projekt+Verlag Dr. E. Meißler, Berlin
1997

Mit der neuen militärhistorischen Schriftenreihe will der junge Berliner Verlag bisher nicht bekannte Fakten, Zusammenhänge und Hintergründe wichtiger Ereignisse und Begebenheiten aus der deutschen Militärgeschichte einem breiten Leserkreis nahebringen. Einen besonderen Stellenwert soll dabei u.a. die mehr als hundertjährige Militärgeschichte der in der Nähe von Berlin gelegenen Region Zossen-Wünsdorf-Klausdorf-Rehagen-Sperenberg-Kummersdorf erhalten. Es stehen stets streng geheim gehaltene Aktivitäten der Militärs im Vordergrund, die der Öffentlichkeit bisher immer verborgen blieben. Erschienen sind folgende Titel:

Kampe, H.G.:

Deckname „Zeppelin“

Die Bunker im Hauptquartier des Oberkommandos des Heeres in Zossen

80 S., zahlr. Abb. u. Pläne, 17x24 cm.
Broschur. 17,80 DM, Berlin 1997

Am 7. Mai 1937 meldet das Reichspostministerium dem OKH den Baubeginn an dem großen, 20 Meter unter der Erde geplanten Nachrichtenbunker „Zeppelin“ im Stammlager Zossen. Zeitgleich, nur wenige hundert Meter davon entfernt, beginnen die Bauarbeiten an den Bunkersiedlungen „Maybach I“ und „Maybach II“. In Zossen entsteht das Hauptquartier des OKH für den Zweiten Weltkrieg. Die Dokumentation

beschreibt den Bau und die Ausmaße der 24-Bunker-Anlage, ihre Inbetriebnahme im August 1939 und ihre Nutzung bis zur Inbesitznahme durch die Rote Armee am 20.4.45.

Kampe, H.G.:

Zossen-Wünsdorf 1945

Die letzten Kriegswochen im Hauptquartier des Oberkommandos des Heeres

80 S., zahlr. Abb. u. Pläne, 17x24 cm.
Broschur. 17,80 DM, Berlin 1997

12. Februar 1945. Generaloberst *Guderian*, als noch amtierender Generalstabschef befiehlt die schrittweise „Auflockerung“ der Garnison Zossen-Wünsdorf. Hier sind inzwischen mehr als 15000 Angehörige ausgebombter Heeres-Dienststellen in Ausweichquartieren untergebracht. Mit dieser Dokumentation werden erstmals Einzelheiten und Zusammenhänge der Verlegung der deutschen Heeresführung nach Thüringen und Süddeutschland in den letzten Kriegswochen veröffentlicht.

In Vorbereitung:

- Wünsdorf - Geburts- und Entwicklungsstätte der deutschen Panzertruppen
- Die Heeresnachrichtentruppen 1945 in der „Alpenfestung“
- Deckname „Hansa“ - Die Bunker im geplanten Hauptquartier des OKH in Giessen

Info/Bestellung:

Hat Elihu Thomson das Radio erfunden ?

Karl Tetzner, Icking

Der erste Radioempfänger?

Als die General Electric Company im Jahr 1953 ihr 75jähriges Jubiläum beging, kam u.a. die schmale Broschüre „Scrapbook History“ heraus, eine Sammlung historischer Bilder aus der Firmengeschichte. Unter der Jahreszahl 1875 stand in der Zeittafel die Anmerkung: „*Elihu Thomson*, assistant professor of Chemistry at the Boys Central High School, Philadelphia, operates the first radio set in history“.

Das machte neugierig, denn von „radio sets“, also von Radioempfängern, sprach man erst Jahrzehnte später, und landläufig heißt es, daß zunächst *Heinrich Hertz* 1883 bis 1885 den wissenschaftlich exakten Nachweis der elektromagnetischen Wellen erbrachte, nachdem der Schotte *James Clerk Maxwell* deren Vorhandensein 1873 mit seiner Elektromagnetischen Lichttheorie bewiesen hatte. Lange vorher, im Jahr 1831, erforschte der englische Physiker *Michael Faraday* die elektromagnetische Induktion, indem er den Zusammenhang von Magnetismus und Elektrizität experimentell nachwies.

Wieso also „radio set“ im Jahr 1875, als die Erkenntnisse von *Faraday* und *Maxwell* Gegenstand theoretischer Betrachtungen unter Gelehrten blieben und *Heinrich Hertz* noch nicht auf dem Plan war?



Bild 1: Elihu Thomson in jüngeren Jahren

Diese Geschichte aus Zufall, Genie und Versäumnissen ist auch deshalb interessant, weil zeitweilig der berühmte *Thomas Alva Edison* darin eine Rolle spielte.

Wer war Elihu Thomson ?

Geboren am 2. März 1828 in Manchester/England, kam als Kind nach Amerika. Mit elf Jahren wollte er in die Central Boys High School Philadelphia eintreten, wurde aber als zu jung befunden und mußte warten; während dieser Zeit nervte er seinen Vater mit allerlei elektrischen Experimenten. Endlich von der High School aufgenommen, avancierte der junge Student schnell als der Beste in seiner Gruppe. Mit 17 Jahren wurde er als Assistent von Professor *Houston* in den Lehrkörper berufen, schon mit 23 beförderte man ihn zum

Biographie

Assistenz-Professor für Chemie und Physik. Er lehrte an der Central High School bis zu seinem 28. Lebensjahr, um dann endlich seiner eigentlichen Berufung zu folgen: Unternehmer zu werden in der aufstrebenden elektrotechnischen Industrie der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Erfinder und Manager

Elihu Thomson war eine Persönlichkeit in dieser Branche und ein genialer Erfinder zugleich. Zeitweilig befehdete er sich mit *Edison*, so wegen der fundamentalen Frage Gleichstrom oder Wechselstrom. *Edison* machte sich stark für die Gleichstromversorgung des Kontinents, *Thomson* aber setzte den Dreiphasen-Wechselstrom mit 60 Perioden durch. Die Übertragung hoher elektrischer Leistung mit Freileitungen war bei den großen Entfernungen in Amerika seiner Meinung nach nur mit hohen Wechselspannungen möglich, weil anderenfalls die Leitungsverluste unerträglich hoch wären. *Elihu Thomson* erfand so wichtige Sachen wie das Wattmeter, das Elektroschweißen, verbesserte ganz wesentlich Elektromotoren, Transformatoren und den Dynamo - 696 US-Patente trugen seinen Namen! *Thomson* ging seine Aufgaben mit der Gründlichkeit der Wissenschaftlers an, *Edison* hingegen war der wahrhaft geniale Erfinder und unermüdliche Experimentator. Diese Verschiedenheit des Naturells mußte zu Kontroversen führen, bis es schließlich 1892 dennoch zum Zusammenschluß beider Firmengruppen kam: Die Edison General Electric Company von 1890 und die Thomson Houston Company fusionierten zur General Electric Company. Nachzutragen ist, daß

Thomson mit seinem Förderer und Vorgesetzten aus der Zeit an der Central High School in Philadelphia, Prof. *Edwin J. Houston*, schon 1886 eine gemeinsame Firma für die Auswertung der zahllosen Erfindungen gegründet hatte. Sie hieß Thomson Houston Co. und residierte in Lynn/Massachusetts. Um sie rankte sich ein Kranz von Spezialunternehmen wie Telegraph Supply Co., Brush Electric Co., Excelsior Electric Co., American Electric Works, schließlich die Schuyler Electric Co., Die Bentley-Knight Electric Railway Company und für die ausländischen Aktivitäten die Thomson Houston International Electric Co.

Doch zurück zum Jahr 1871, zurück zur Central High School in Philadelphia, wo der junge *Elihu Thomson* bereits unterrichtete. Damals gehörte zum Physikstudium die Vorführung des Funkeninduktors, mit dem hochgespannter Strom und große Funken erzeugt werden konnten. Man nutzte die nach dem deutschen, in Paris tätigen Mechaniker *Rühmkorff* genannte Spule und eine Batterie von Leydener Flaschen. Der Funkeninduktor also war fertig, in der Funkenstrecke sprühten sichtbare Entladungen.

Elihu Thomson macht eine entscheidende Beobachtung

Die Funken sprangen nicht nur zwischen den Polen der Strecke, sondern sie waren auch an isoliert angebrachten Metallteilen im Raum nachzuweisen, etwa mit der Schneide eines Messers.

Die Fernwirkung war entdeckt!

Thomson kam auf den Gedanken, einen der beiden Resonatoren an der Funkenstrecke mit der Wasserleitung zu verbinden, also an „Erde“ zu legen, und den anderen mit einer Metallplatte, sozusagen als Antenne. Der Effekt zeigte sich verstärkt, auch weiter als zehn Meter entfernt. Jetzt ging *Thomson* auf Wanderschaft. Zunächst wurde im Keller unter seinem Klassenraum nachgeforscht - auch hier fand er genügend Funkenenergie. Er stieg die Treppen des Schulgebäudes empor - überall das gleiche. Schließlich landete er im sechsten Stock, wo das kleine schuleigene Observatorium residierte. Selbst der metallene Knopf der schweren Holztüre reagierte mit Funken beim Berühren mit einem Grafitstab. Gleiches geschah am Messingring des Fernrohr-Okulars. Der Abstand zum „Sender“ betrug jetzt schon rd. 90 Fuß (27m); dazwischen lagen fünf Etagen eines soliden Bauwerkes¹.

Eine spätere Niederschrift liest sich so: „Astronomie-Professor *Snyder* war in eine Arbeit vertieft und wunderte sich, als der junge Chemielehrer so ohne weiteres in sein Reich einbrach und ihm die Funkenübergänge in seinem Observatorium vorführte. Als er es selbst probieren konnte, wurde er immer interessierter und kam sich offensichtlich vor wie ein Kind mit einem neuen Spielzeug. Als Professor für Astronomie kannte er die Maxwell'sche Elektromagnetische Lichttheorie, die auf den Faradayschen Arbeiten über die Induktion elektrische Ströme aus dem Jahr 1831 aufbaute.

¹ Leider gibt es keine Angaben zu dem verwendeten Funkeninduktor und der ganzen Versuchsanordnung, so daß es unmöglich ist, die Angaben nachzuvollziehen. Zweifel seien daher angemerkt. *Red.*

Jetzt aber schien der Beweis erbracht, daß es elektromagnetische Wellen mit Fernwirkung gibt.

Die beiden gingen zum Eingang der Bibliothek mit der schönen Türe und dem kräftigen Messingknopf. Hier waren die Funken besonders kräftig und sogar hörbar. *Thomson* blieb plötzlich stehen und lächelte *Snyder* fragend zu. Der Ältere nickte zustimmend - da sei kein Zweifel an der Tatsache, daß elektrische Energie durch den Raum transportiert wird.“

Thomson blieb skeptisch. Da müssen noch weitere Experimente her, sagte er, um zu beweisen, daß das Transportmittel elektromagnetische Wellen sind und nicht eine ominöse „Äther-Kraft“. *Elihu Thomson* verfeinerte später seine Versuchsanordnung, indem er eine Art Abstimmung einführte. Jeder Resonator arbeitete nunmehr mit eigener Wellenlänge wie wir heute sagen würden, die sich gegenseitig beeinflussen. Dieses Interferenz-Prinzip war vom Licht her damals sehr geläufig, nachdem *Isaac Newton* um 1700 darüber berichtet hatte. Für *Thomson* war der Beweis erbracht, daß Maxwell mit seiner Behauptung, Licht und elektromagnetische Wellen sind von der gleichen Natur, im Recht war.

Die beiden Resonatoren also verhielten sich richtig: Sie konnten in Phase schwingen und dann besonders kräftige Funken im ganzen Gebäude erzeugen, aber sie konnten sich auch gegenseitig auslöschen, so daß im Haus keine Energie mehr nachweisbar war, obwohl der „Sender“ arbeitete. Damit war, wie sich später herausstellte, die von *Edison*

Biographie

in die Welt gesetzte Behauptung von der „Äther-Kraft“ widerlegt. Um die Beobachtungen auch an Stellen mit geringer Feldstärke zu ermöglichen, entwarf Thomson einen innen geschwärtzten Kasten ohne Vorderfront, so daß die Funkenerscheinungen an einem innen angebrachten Metallteil sehr deutlich erkennbar waren. Wenn man will, war das der erste „Radioempfänger der Welt“ - die Anmerkung im Scrapbook History vom „first radio set“ war so falsch nicht.

Die wissenschaftliche Welt wird informiert

Die Berichterstattung über das gelungenen Experiment überließ *Thomson* dem älteren Kollegen *Houston*. Der schrieb alles nieder und unterzeichnete den Text, der bestimmungsgemäß dem Franklin Institute vorzulegen war, mit seinem Namen. Das Manuskript strotzte von „Ich“; *Thomson* war nur einmal kurz in einem Satz erwähnt. Damit wurde der Eindruck erweckt, daß *Houston* alles alleine gemacht hat. Die Niederschrift erschien im „Scientific American“ am 11. Dezember 1875 und auch anderswo. *Thomson* gab sich zufrieden. Das war das eigentlich Seltsame an der Affäre: *Thomson* und auch *Houston* verloren das Interesse daran und wendeten sich anderen Aufgaben zu.

Die Parallele zum Verhalten von *Heinrich Hertz* drängt sich auf. Der deutsche Professor in Karlsruhe schrieb 1888 alles nieder, was er über elektromagnetische Wellen und deren Verwandtschaft zum Licht mathematisch korrekt und experimentell überzeugend erarbeitet hatte; verschwendete aber keinen einzi-

gen Gedanken an deren praktische Anwendung. Daß man mit elektromagnetischen Wellen eine neue Welt der Kommunikation hätte aufbauen können, kam weder ihm noch *Thomson* in den Sinn. Das blieb sehr viel später der praktischen Veranlagung und der durchsetzungskräftigeren Energie eines *Guglielmo Marconi* vorbehalten. Dennoch wurden *Thomsons* Experimente in Philadelphia nicht vollends vergessen. Er selbst erinnerte sich später oft daran und erklärte einmal ganz offen, er wäre damals nicht klug genug gewesen, um zu erkennen, daß er die Grundlage eines neuen Kommunikationssystems gefunden habe.

Henry Ford wollte die „historische“ Türe kaufen

Auch anderswo war man aufmerksam geworden. *Henry Ford* wollte Jahrzehnte später die Tür der Bibliothek mit dem massiven Messingknopf für sein Technisches Museum in Dearborn kaufen, um sie zusammen mit *Edisons* früherer Glühlampe zu zeigen. Aber das Schulkomitee lehnte ab: Die Türe sei noch sehr brauchbar und schön obendrein. Viel später wurde am Gebäude eine Messingtafel mit Inschrift angebracht (Bild 2)

Rivalität zu Edison

Edison, Erzrivale von *Thomson*, hatte sich mit ähnlichen Problemen am Rand auch befaßt. Er entwickelte eine Telefonverbindung zu fahrenden Zügen, allerdings ohne „Wireless“. Es war vielmehr schlicht Induktion zwischen Spulen im Waggon und einer im Bahndamm vergrabenen Kabelschleife, eine Er-

**Benjamin Franklin High School
Birthplace of Wireless
In this building in 1875
Elihu Thomson und Edwin
Houston
Young Science Teachers
Sent and received Wireless
Waves
To the Distance of 100 feet²**

Bild 2: Tafelinschrift zur Erinnerung an die Versuche von *E. Thomson*

scheinung, die zuerst *Joseph Henry* 1832 beschrieben hatte. Auch *Edisons* Experimente mit der geringen Fernwirkung eines starken Elektromagneten können mit *Thomsons* Versuchen nicht verglichen werden.

Beide Erfinder hatten damals ganz anderes im Sinn. *Thomson* plagte sich mit entscheidenden Verbesserung des Dynamos und *Edisons* Gedanken galten voll der Arbeit für die Sprechmaschine.

Dennoch - hätte ein kluger Kopf *Thomsons* Entdeckung ausgewertet, wäre „Wireless“ um Jahrzehnte früher in das Leben der Menschheit getreten. Das ist eine Spekulation, denn andererseits kann die Meinung vertreten werden, daß ohne die fundamentalen Untersuchungen eines *Heinrich Hertz* aus der Sache doch nichts geworden wäre. Seine genialen Arbeiten über „Optische Versuche mit Strahlen elektrischer Kraft“ und „Über die Beziehungen von Licht und Elektrizität“

² Die Benjamin-Franklin-Schule hatte später dieses Gebäude bezogen, während die Central High School in ein modernes Haus umzog. Nach dem Krieg wurde das alte Gemäuer abgerissen; der Verbleib der Tafel ist unbekannt.

zimmerten das solide Fundament für *Marconi*, den Praktiker.

Elihu Thomson gehörte zu jenen bedeutenden Persönlichkeiten des 19. Jahrhunderts, die beides waren; exzellente, oft geniale Techniker und Erfinder auf der einen Seite, auf der anderen kluge Verwerter ihrer Schöpfungen als vorausschauende Geschäftsleute und Firmengründer, *Siemens* und *Edison* sind die hervorragenden Beispiele.

Thomson und Edison fusionieren

Die 1882 gegründete Firma Thomson-Houston Electric Company wurde mit ihren elektrotechnischen Basisprodukten so mächtig, daß selbst *Edison* bereit war, eine Fusion einzugehen. Immerhin sechs Monate, bevor *Edison* sein erstes Elektrizitätswerk in New York einschaltete, erleuchtete das neue System von *Thomson* bereits die Straßen von Kansas City.

Es kam zur gemeinsamen Gründung der General Electric Company am 15. April 1892. *Charles A. Coffin*, einer der Manager von Thomson-Houston Co. in Lynn/Mass., wurde der erste Präsident. Beide Unternehmen waren für damalige Verhältnisse sehr groß und auf fast allen Gebieten gleichrangig, wie die Zusammenstellung in Tabelle 1 aus dem Jahr 1891 und Bild 3 beweist.

Das gemeinsame Unternehmen entwickelte sich zielstrebig; zehn Jahre nach der Gründung stieg der Umsatz auf 28 Mio. Dollar, und im letzten Geschäftsjahr vor dem 75. Jubiläum 1952, wurden 2,6 Milliarden Dollar erreicht. Man machte

EDISON COMPANIES

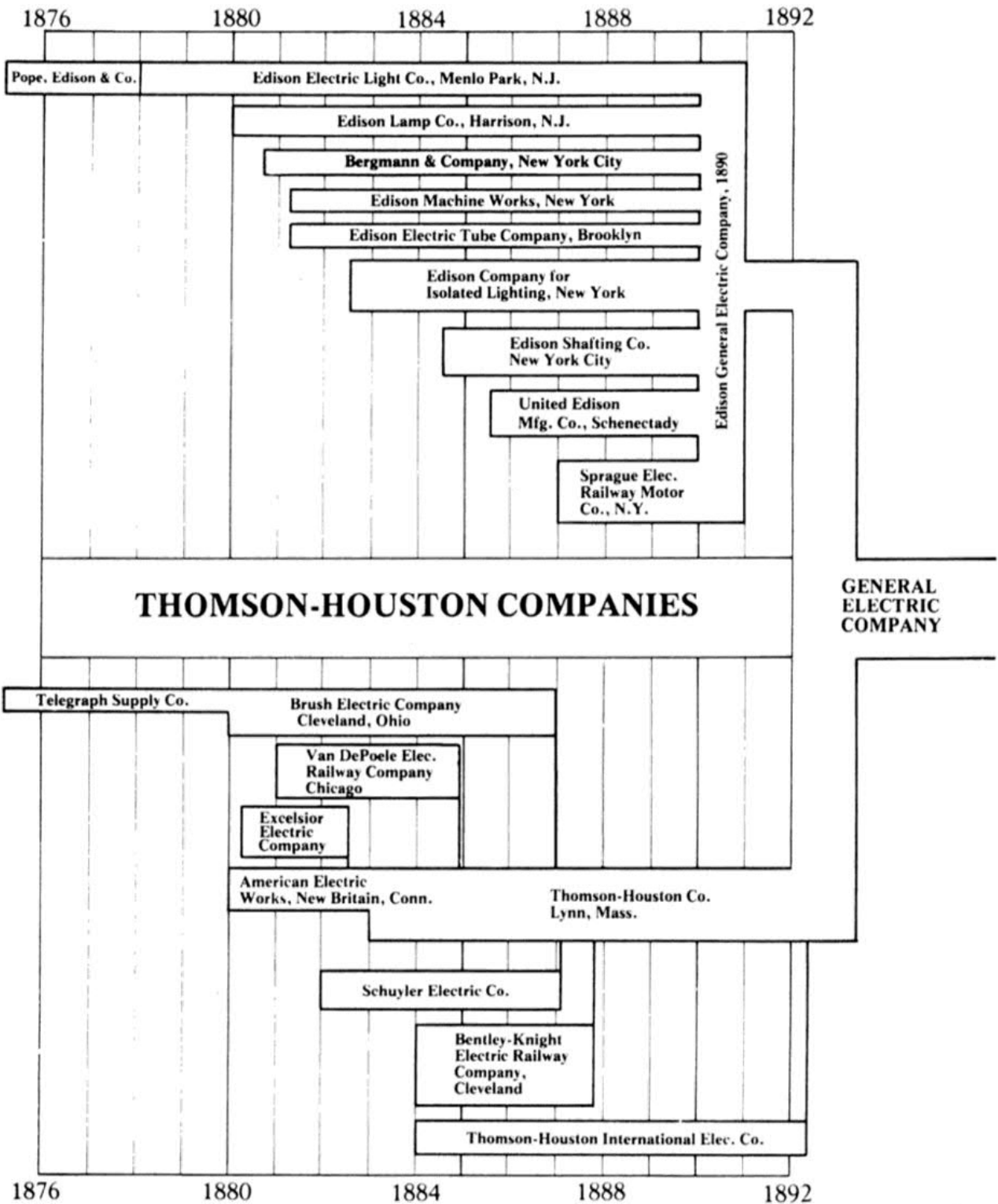


Bild 3: Die Entwicklung der von Thomson und Edison gegründeten bzw. inspirierten und beeinflussten Firmen bis zur Fusion 1892

	Edison General Electric	Thomson-Houston
Kapital	\$ 15	\$ 10,4 Mio
Umsatz	\$ 10,9	\$ 10,3 Mio
Reingewinn	\$ 2,1	\$ 2,7 Mio
Mitarbeiter	6000	4000
Fabrikfläche	400 000	340 000 sq.ft (1 sq.ft = 0,1 m ²)
Anzahl der Kunden	324 000	324 000
Elektrizitätswerke	375	870
ausgestattete Straßenbahnanlagen	180	204
Straßenbahnwagen	2230	2760

Tab. 1: Einige Angaben zu Edison General Electric Co. und Thomson-Houston Co.

sozusagen alles: Röntgengeräte, Schiffsturbinen, Flugzeuge und Helikopter, Kernkraftwerke und Atomforschungsanlagen, Fernsehgeräte und die ersten FM-Empfänger, Sende- und Radaranlagen usw. getreu der technischen Tradition der Gründerväter.

Elihu Thomson blieb weiter tätig. 1889 entstand anlässlich der Weltausstellung in Paris die Thomson Houston Electric Co. und 1893 die Compagnie Francaise Thomson-Houston, die nach einer Fusion noch im gleichen Jahr als Thomson-Houston Hotchkiss Brandt firmierte; sie gilt als die Mutter des heutigen Thomson-Konzerns. Dieser mutierte kräftig und nahm bis in die Gegenwart immer neue Firmen auf, etwa Nordmende (1978), Saba (1980), Telefunken (1983), Ferguson/England (1987) und als Krönung die Rückkehr nach Amerika mit der Übernahme der General-Electric Tochter Radio Corp. of America (RCA). Dabei ging auch die Unterhaltungselektronik der General Electric Co. in den Besitz

des inzwischen staatlichen Konzerns Thomson S.A. über.

Elihu Thomson stirbt hochgeehrt

Elihu Thomson starb am Morgen des 13. März 1937 auf seinem Landsitz in Swamscott/Maine im 84. Lebensjahr, nachdem sein Gesundheitszustand lange vorher seine Aktivitäten sehr eingeschränkt hatte. Er wurde während seiner Berufslaufbahn vielfältig geehrt, u.a. verlieh ihm sein Heimatland England als einzigen Wissenschaftler die drei höchsten Auszeichnungen: die Hughes Medaille von der Royal Society, die Lord Kelvin Medaille und die Faraday-Medaille. Frankreich dekorierte ihn mit der Rosette der Ehrenlegion und der Verein Deutscher Ingenieure, die älteste Ingenieursvereinigung der Welt, überreichte zu seinem 82. Geburtstag die Ehrenmedaille. Dies ist allerdings nur ein Auszug aus der Liste der Anerkennungen für den bedeutenden Wissenschaftler und Industriellen.

Biographie

Auszug der benutzten Literatur

- *Lodge, Sir Oliver*: Talks about Wireless. Cassel & Co, London, New York, Melbourne 1925
- *Haney, John Louis*: The Barnwell Adresses, Vol. II, 1931 - 1936
- *Aitken, Hugh G.J.*: Syntony and Spark - The Origins of Radio. Princeton University Press, Princeton, N.J. 1976
- *Woodbury, David O.*: Beloved Scientist - Elihu Thomson, a guiding spirit of the electrical age. McGraw-Hill, 1944
- Sonderausgabe der River Work News zum Tode von Prof. Thomson 1937
- Scrapbook History. Firmenschrift der General Electric Co, 1953
- The General Electric Story. 4 Bände über die Zeit von 1876 bis 1978
- *Weiher, Sigfrid von*: Tagebuch der Nachrichtentechnik. VDE-Verlag Berlin und Offenbach 1980

- *Weiher, Sigfrid von*: Männer der Funktechnik. VDE-Verlag Berlin und Offenbach 1983
- *Bryan, George S.*: Edison. Paul List Verlag, Leipzig 1925

Bei der Niederschrift haben mich sehr unterstützt

Robert Einsel, ehemals Telefunken-Patentabteilung
Dr. D.P.C. Thackeray von der British Vintage Wireless Society
Prof. Dr. Karl G. Lickfeld, Mühlheim/Ruhr
Joseph B. Tripoli, Senior Vice President der General Electric Co.
Jens Oberheide, Thomson Multimedia

Ihnen sei herzlich Dank gesagt

H. Börner übernimmt Redaktion der „Funkgeschichte“

Mit einem lachenden und einem weinenden Auge verabschiedet sich mit dieser Ausgabe der *Funkgeschichte* nach zwei Jahren der bisherige „Aushilfsredakteur“. Das lachende Auge rührt von der Erleichterung, den zweimonatlichen Streß mit der Herausgabe der *Funkgeschichte* loszusein, die Träne im Auge rührt daher, daß die Arbeit eigentlich auch viel Freude gemacht hat, es aber auf Dauer leider nicht möglich war, die Redaktionsarbeit neben der Berufstätigkeit weiterzuführen. Ein herzliches Dankeschön geht heute an alle, die mich mit Beiträgen für die *Funkgeschichte* und durch Mithilfe bei der Redaktionsarbeit unterstützt haben.

Bitte senden Sie Beiträge für die *Funkgeschichte* ab sofort an

Dr. Herbert Börner,

Ihr O. Künzel

Das „Telephon-Relais“

- ein Niederfrequenzverstärker in der frühen Fernsprech-, Funk- und Radiotechnik

Berthold Bosch, Bochum

Von etwa 1910 bis 1920, bevor die Hochvakuum-Elektronenröhre in zuverlässiger Form verfügbar war, wurden in der Fernsprechtechnik zur Reichweiterehöhung vielfach mechanisch arbeitende Niederfrequenzverstärker, sogenannte Telephon-Relais, verwendet. Auch in der Frühzeit der „drahtlosen Telegraphie und Telephonie“ und selbst noch in der ersten Zeit des Unterhaltungsrundfunks kamen diese mechanischen Verstärker zum Einsatz. Bei den Funkanwendungen ging es darum, das bei der Demodulation gewonnene Signal im Kopfhörer oder gar in einem „laut-tönenden Telephon“, dem späteren Lautsprecher, besser oder überhaupt erst hörbar zu machen. Die Demodulation geschah hierbei vorwiegend mittels eines Kristalldetektors. Beispiele solcher

mechanischer Verstärker, die auch Bezeichnungen wie Telephon-Verstärker, Mikrofon- oder Kontakt-Verstärker und lautsprechendes Mikrofon trugen, waren in der telegrafischen Funkempfangstechnik mit „tönenden Stationen“ der Resonanz-Tonverstärker (Bild 1) und das für Radiohörer bestimmte Crystavox-Gerät (Bild 2).

An Röhren- und Transistorverstärker gewöhnt, kamen mir diese mechanischen Verstärker zunächst recht mysteriös vor und weckten mein Interesse. Was ich inzwischen herausfand, möchte ich im folgenden darlegen, wobei nicht zuletzt der Wirkungsmechanismus, der z.T. bis heute unverstanden blieb, behandelt werden soll.

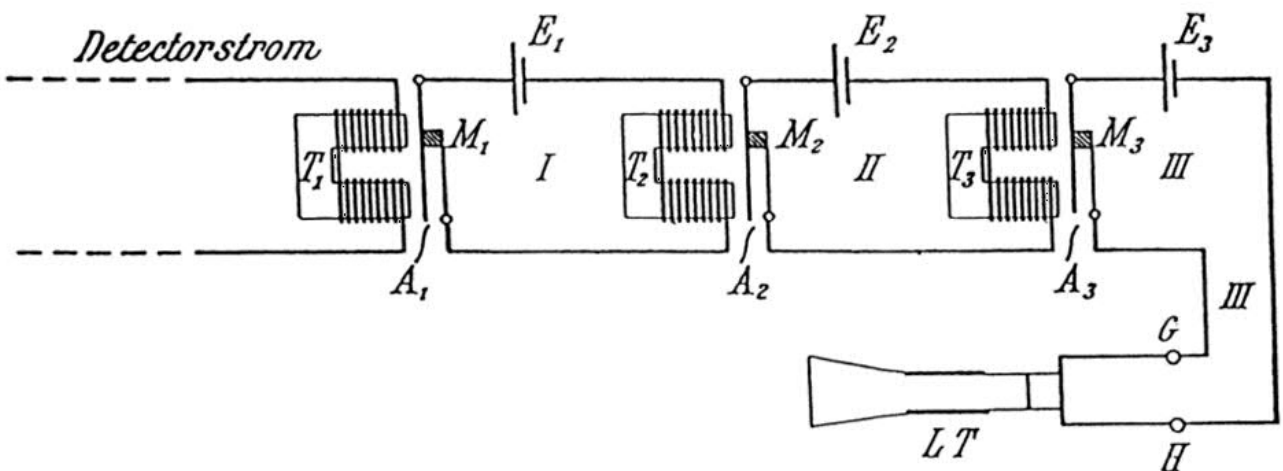


Bild 1: Resonanz-Tonverstärker der Fa. Telefunken. Aus J. Zenneck: Lehrbuch der Drahtlosen Telegraphie, Stuttgart 1916

Verstärkertechnik

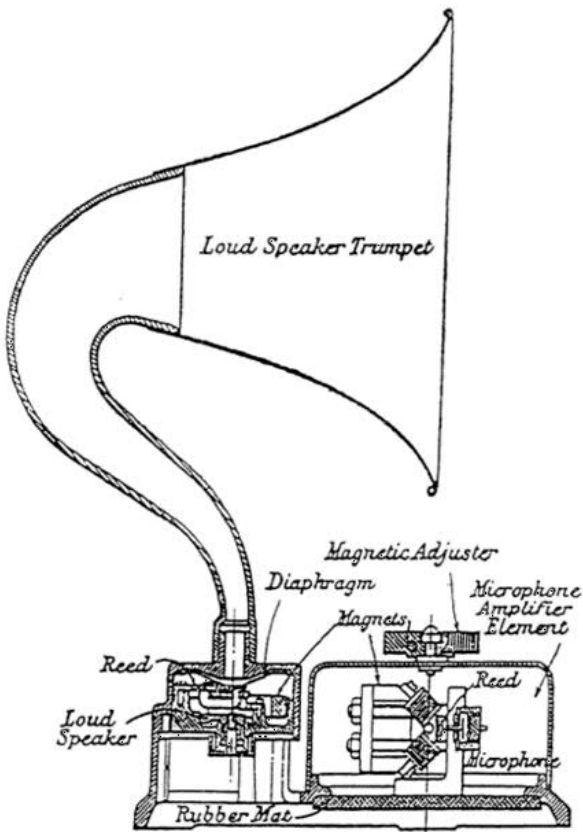


Bild 2: „Crystavox“-Kombination aus Telephon-Relais und Hornlautsprecher; Fa. S.G. Brown Ltd. Aus *P.J. Risdon: Wireless*, London 1924. (Zu Details s. Text).

Erste Entwicklungen

Nachdem *Carl A. von Steinheil* 1836 die

erste praktisch genutzte Telegrafentelefonleitung gebaut hatte, machte das 1844 von *Samuel F.B. Morse* erfundene elektromagnetische Telegrafentelefon-Relais (Bild 3) es möglich, auch größere Entfernungen zu überbrücken. Als dann 1861 *J. Philipp Reis* zum ersten Mal eine Telefonverbindung vorführte und 1876 *Alexander G. Bell* ein deutlich verbessertes System erfand, wurde natürlich auch dort bald der Wunsch nach einem „Telephon-Relais“ zur Entfernungssteigerung laut.

Erste Versuche hierzu in den USA, durch *Thomas A. Edison* im Jahr 1877, orientierten sich am Telegrafentelefon-Relais und wurden dann in England 1878 von *David E. Hughes*, 1879 von *Paul Gilliland* und schließlich 1898 von *Oliver Lodge* weitergeführt [1] [2]. Ihnen lag der prinzipielle Gedanke zugrunde, den schwachen, zu verstärkenden Wechselstrom durch die Wicklung eines polarisierten Elektromagneten zu schicken und über einen durch ihn bewegten kleinen Anker dann wechselnden Druck auf einen „losen Kontakt“ auszuüben (s. Bild 1). Die dabei angestrebte Änderung des Kontaktwiderstandes im Rhythmus des ankommenden schwachen Primär-

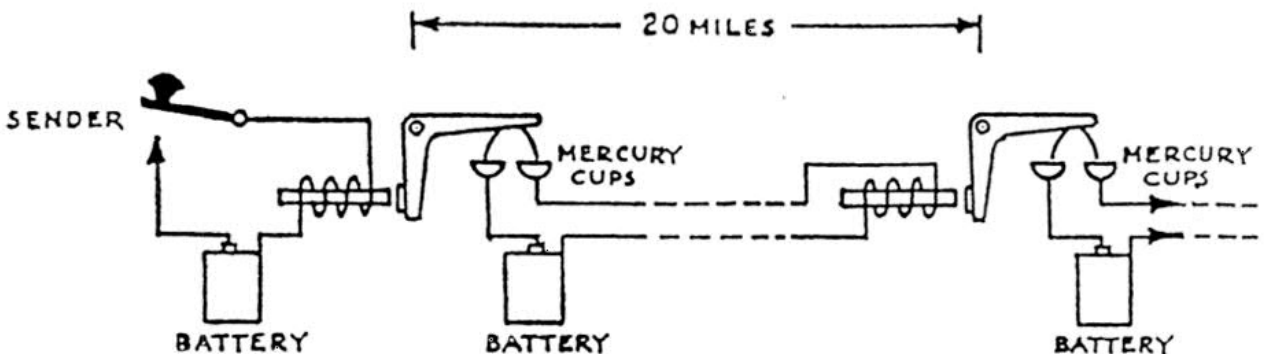


Bild 3: Reichweitenerhöhung mittels Telegraphentelefon-Relais von *S.F.B. Morse* (1844). Aus *G.P. Prescott: History, Theory and Practice of the Electric Telegraph*, Boston 1866

stromes sollte einen starken, von einer Ortsbatterie gelieferten Strom im sekundären Kontaktkreis so beeinflussen, daß das Primärsignal in ihm verstärkt wiedergegeben wurde. Mit der Bezeichnung „Telephon-Relais“ sind hier also nicht die zahlreich verwendeten Relais gemeint, bei denen es - wie in der Fernsprechvermittlungstechnik - um die Ausführung von Schaltfunktionen ging und geht. Das aus dem Französischen stammende Wort Relais hatte zunächst die Pferdewechsel-Station im Postkutschendienst bezeichnet.

„Lose“ oder auch „Mikrophon-Kontakte“ stellten nichts Neues dar. So war im Mikrofon, das *Reis* 1861 bei seiner ersten telefonischen Übertragung benutzte, das wesentliche Element ein Platinstreifen, der lose die Spitze eines Platindrähtchens berührte. *Reis* schwebte zunächst vor, daß die beim Besprechen auftretenden Schallwellen in ihrem Takt den Platinstreifen abheben und damit eine rhythmische Stromunterbrechung - also ein Zerhacken - im sekundären, von einer Batterie gespeisten Stromkreis hervorrufen sollten. Auf diese Weise hoffte er eine Abbildung des Schallsignals im Strom der Ortsbatterie erreichen zu können; siehe z.B. [3]. Dies ließ sich natürlich nicht bewerkstelligen. Aber *Reis* war immerhin in der Lage, einige Worte - auch Gesang - zu übertragen, wenn der Platinstreifen im Gegensatz zu *Reis'* eigentlicher Absicht überhaupt nicht oder nur wenig abhob und sich im letzteren Fall ein kleiner Lichtbogen ausbildete. Festgestellte Änderungen im Strom des Batteriekreises deuteten darauf hin, daß der Kontaktwiderstand dabei gewissen Änderungen unterworfen war. Ein zuver-

lässigeres und empfindlicheres Mikrofon war dann 1876 dasjenige von *Bell*, das eine in Schwingung gesetzte Membran vor einem Elektromagneten vorsah. Schließlich griff 1877 *Edison* die Idee des Kontaktmikrofons nach *Reis* wieder auf, ersetzte die Platin- aber erfolgreich durch eine Graphitspitze, später auch durch mehrere Graphitspitzen, und ließ schließlich Platinspitzen in Kohlepulver eintauchen, wobei in allen Fällen kein Abheben der Kontakte stattfand.

Bei diesem Stand der Technik lag es sicher nahe, eine Verstärkerwirkung für schwache Telefon-Wechselströme erzielen zu wollen, indem man auch hierfür einen geeigneten „losen Kontakt“ in der oben geschilderten Weise benutzte; s. auch [4] (Beim Schaltrelais sollte der Kontakt aus Stabilitätsgründen gerade nicht „lose“ sein). Diese frühen Experimente, bei denen auch Namen wie *Shreeve*, *Adams-Randall*, von *Mihály*, *Kramer-Kapp*, *Christensen*, *Pedersen* und *Mercardier* zu nennen sind, zeigten zwar eine gewisse Verstärkerwirkung, allerdings nur in einem schmalen Frequenzbereich. Mit ihnen ließ sich die menschliche Sprache nicht in verständlicher, hinreichend verzerrungsarmer Weise wiedergeben.

Die damalige unbefriedigende Situation wird dadurch charakterisiert, daß Präsident *Glidden* von der Erie Telephone Company in den USA im Jahre 1899 einen Preis von 1 Mio \$ für ein verwertbares „Telephon-Relais“ aussetzte [2]. Um es vorwegzunehmen, dieser Preis wurde bis 1906, als mit *Gliddens* Pensionierung das Preisgeld entfiel, nicht verliehen.

Verstärkertechnik

Seit 1901 war es allerdings möglich, größere Fernsprech-Streckenlängen bis zu einem gewissen Grad dadurch zu erreichen, daß nach *Michael Pupin* zur Reduzierung der Dämpfungsverluste Spulen in die Leitung eingefügt wurden (Pupinisierung). Trotzdem blieb der Wunsch nach einem Telefonverstärker bestehen.

Erfolg mit der Verstärkeridee hatte schließlich *Sidney G. Brown*, ein Londoner Hersteller nachrichten- und funkttechnischer Präzisionsgeräte. Er entwickelte 1909 ein wesentlich ausgereifteres Relais und stellte es am 5. Mai 1910 auf einer Veranstaltung des Institute of Electrical Engineers in London vor. Sein Vortrag wurde anschließend mit den Diskussionsbeiträgen abgedruckt [2].

Relais mit Luftspalt-Kontakt

Gemäß Bild 4 wird nach *Browns* Vorschlag der zu beeinflussende Kontakt durch zwei Edelmetallstücke (M, O) gebildet. Für sie verwendete er zunächst Platin, dann die noch härteren Materialien Osmium und Iridium in einer Legierung. Er hatte festgestellt, daß die Wiedergabe um so klarer erfolgte, je härter die verwendeten Edelmetalle waren, die zudem höhere Temperaturen aushielten. Die Kontaktelemente durften sich allerdings - als wesentliche Neuerung - nicht berühren. Vielmehr mußten sie, nach *Browns* Angaben, einen Abstand von etwa 5 nm (d.h. 5 millionstel mm) aufweisen. Ein solcher mikroskopischer Luftspalt, das 50fache eines Atomdurchmessers, erscheint zunächst unwahrscheinlich klein. Aber die Feinst-

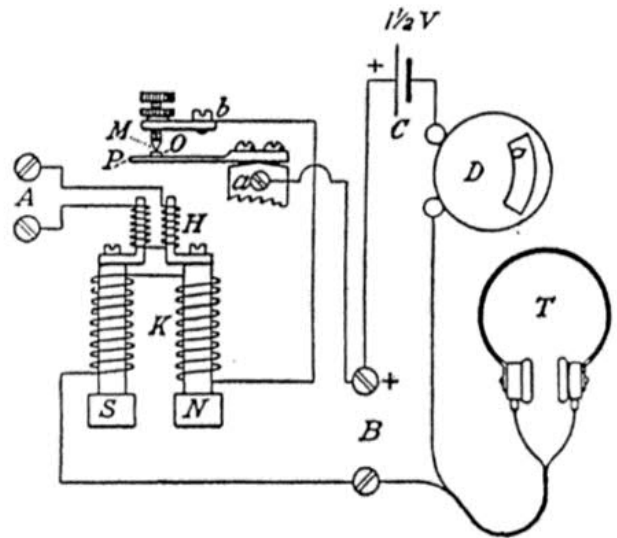


Bild 4: Genereller Aufbau des Relais Typ A mit Luftspalt-Kontakt [2].

mechanik war zu jener Zeit schon so weit fortgeschritten, daß zum Beispiel Präzisionsmikrometer mit mechanischem Antriebsmechanismus realisiert werden konnten, bei denen ein Abstand von sogar nur 1 nm (!) reproduzierbar eingestellt werden konnte [5]. Metall-Fachleute haben mir versichert, daß es damals schon möglich war, die harten Edelmetallflächen hinreichend glatt zu polieren. Bild 4 zeigt übrigens nicht die Einzelheiten der aufwendigen Justiermechanik.

In der *Brownschen* Anordnung wurde der schwache, zu verstärkende Telefonstrom - bis herab zu einer unteren Grenze in der Größenordnung von 10 nA - dem Klemmenpaar A zugeführt. Er schwächte oder verstärkte durch seine Wirkung in der Wicklung H die Vormagnetisierung und somit die Magnetkraft, die sich infolge des (horizontal angeordneten) Permanentmagneten NS im Luftspalt oberhalb bzw. zwischen den beiden Endflächen der L-förmigen Polschuh-Aufsätze ausbildete. Der Magnet-

kreis wurde dabei durch die kleine Zunge P aus hartem Stahl, die den Kontakt O trug, als Anker geschlossen. Der Luftspalt zwischen Zunge und den Endflächen der Pole betrug 0,1 bis 0,2 mm. Die beiden Haupt-Polschuhe aus Weicheisen trugen noch eine Wicklung K. Sekundärseitig lieferte eine Batterie C von 1,5 V, mit negativem Potential am oberen (spitzeren) Kontakt M, einen Lokalstrom von 5 bis 20 mA. Er durchfloß im Fall des Bildes 4 neben dem Kopfhörer und einem Galvanometer den Kontakt MO sowie die Wicklung K. In der Praxis wurde meist ein Übertrager eingeschaltet, um den Gleichstrom vom Kopfhörer bzw. dem nachgeschalteten Kreis fernzuhalten.

Die Wirkung der sog. Regulierwicklung K hielt die leichte Stahlzunge P automatisch in einer Ruheposition. Wuchs nämlich der Kontaktabstand zwischen M und O aus irgendeinem Grund, so sank der Strom im Sekundärkreis, damit auch die magnetische Anziehungskraft auf die Zunge P und folglich der Kontaktabstand. So stellte sich, nach zunächst mechanischer vorgenommener Öffnung des Kontaktes, ein labiler Gleichgewichtszustand ein. Nur geringe Kräfte waren dann nötig, um Auslenkungen mit stärkeren Widerstandsänderungen zu erreichen. Damit der durch K fließende verstärkte Wechselstrom nicht eine gegenkopplungsartige Wirkung auf die Zunge hatte, schützten zwischen Wicklung K und den Polen eingeschobene Kupferhülsen, in der Wirbelströme auftraten, den Eisenkern gegen Wechselfeldeinflüsse. Ein somit gegebener gewisser Verlust an Signalleistung stellte dabei das geringere Übel dar.

Die Methode zur mechanischen Voreinstellung war recht einfach [2]. Zunächst ließ man die Kontaktstücke M und O sich leicht berühren, und der fließende Gleichstrom wurde notiert. Anschließend öffnete man langsam den Kontakt so weit, daß der Strom auf die Hälfte sank (Kontakt-Widerstand = Widerstand im Lastkreis; ca. 100 Ω). Bei dieser Einstellung war aufgrund der gegebenen Dimensionierung von Magnetkreis und Kontakt dafür gesorgt, daß ein Luftspalt von ca. 5 nm vorlag.

Was nun den, durch das Schwingen der Zunge P beeinflussbaren elektrischen Stromfluß über einen solch extrem kleinen Luftspalt betrifft, war damals ziemlich unklar, wie ein solcher überhaupt möglich sein könnte. Ein leitender Lichtbogen, wie manche vermuteten, trat nicht auf, da die elektrische Durchbruchfeldstärke nicht erreicht wurde. Zwar versuchte sich damals der englische Physiker *Joseph J. Thomson*, der 1900 die Existenz des Elektrons nachgewiesen hatte, an einer Theorie des Stroms durch einen mikroskopischen Luftspalt. Doch stimmten die Ergebnisse, die er erhielt, schlecht mit den Experimenten überein.

Die als Typ A bezeichnete Ausführung nach Bild 4 wies eine 20fache Stromverstärkung auf und hatte 1914 einen Preis von „10 Guineas“ (= £ 10,10), was damals etwa 220 Goldmark entsprach. Dieser Verstärker war aber relativ empfindlich gegen Erschütterungen und erforderte geschultes Bedienungspersonal. Es wurde berichtet [2], daß die mechanische Justage zwar meist nur Minuten, aber manchmal doch bis zu

Verstärkertechnik

einer Stunde dauerte. Sie hielt dann gut 24 Stunden vor. Auch bereiteten Temperaturschwankungen, Verschmutzung und einfallende Schallwellen gewisse Probleme, wobei sich letztere allerdings durch Einbringen eines Tröpfchens dünnen Öls in den Kontaktbereich reduzieren ließen. Einmal optimal eingestellt, habe der Osmium-Iridium-Luftspaltkontakt bei der Sprachwiedergabe eine „klare und scharfe Artikulation“ ermöglicht.

Relais mit Kohlekörner-Kontakt

Mit seiner Luftspaltversion, dem Typ A, hatte S.G. Brown einen Verstärker hoher Empfindlichkeit und offenbar überzeugender Sprachwiedergabe geschaffen. In erstaunlich erfolgreicher Empirie, indem er die Feinstmechanik auf die Spitze trieb und einen neuen, noch unverständenen Kontakteffekt ausnutzte, gelang es ihm, die Fachwelt zu beeindrucken und das Gebiet stark zu beleben. Jedoch war das Relais für den rauen Feldbetrieb und auf Schiffen wenig geeignet; s. auch [2 c].

So war es nicht verwunderlich, daß er nach relativ kurzer Zeit eine etwas robustere Version, den Typ G, auf den Markt brachte. Sie benutzte eine 6-Volt-Batterie und wies einen Gleichstrom zwischen 20 und 40 mA auf. Dieser Typ, nun mit senkrecht stehendem Magnet, enthielt statt des Luftspalt-Kontakts eine kleine, mit Kohlegranulat gefüllte und mit einer Membran abgeschlossene Kapsel, auf welche die vibrierende Zunge p im Takt des Signalstroms stärkeren oder schwächeren Druck ausübte (Bild 5).

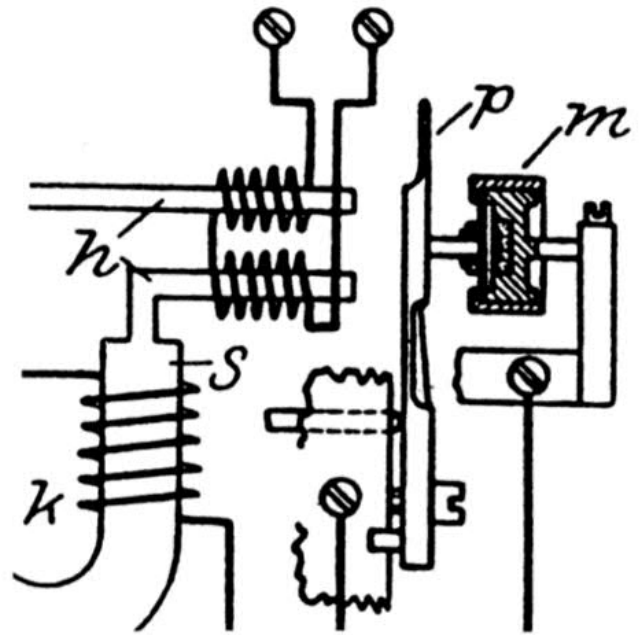


Bild 5: Genereller Aufbau des Relais Typ G mit Kohlekörner-Mikrofonkapsel. Aus E. Nesper: Handb. d. Drahtl. Telegraphie u. Telephonie, Berlin 1921

Brown konnte bei dieser Ausführung, mit deren Prinzip frühere Erfinder keinen rechten Erfolg gehabt hatten, offensichtlich seine Erfahrungen mit dem Typ A einbringen. Allerdings wies Typ G nicht ganz die Stromempfindlichkeit und „Sprachbrillanz“ auf wie die Version A. Dies lag wohl daran, daß jetzt eine größere Magnetkraft aufzubringen war, und die Zunge nicht mehr frei in Luft (bzw. Öl) schwingen konnte. Das für Kohlemikrofone typische Stromrauschen wird sich zudem nachteilig ausgewirkt haben. Für die maximale Stromverstärkung wurde wie schon beim Typ A der Faktor 20, also ca. 26 dB, angegeben. Zwei oder gar drei Verstärker ließen sich unmittelbar in Reihe schalten, womit dann Stromverstärkungen bis zu einigen 1000 möglich waren.

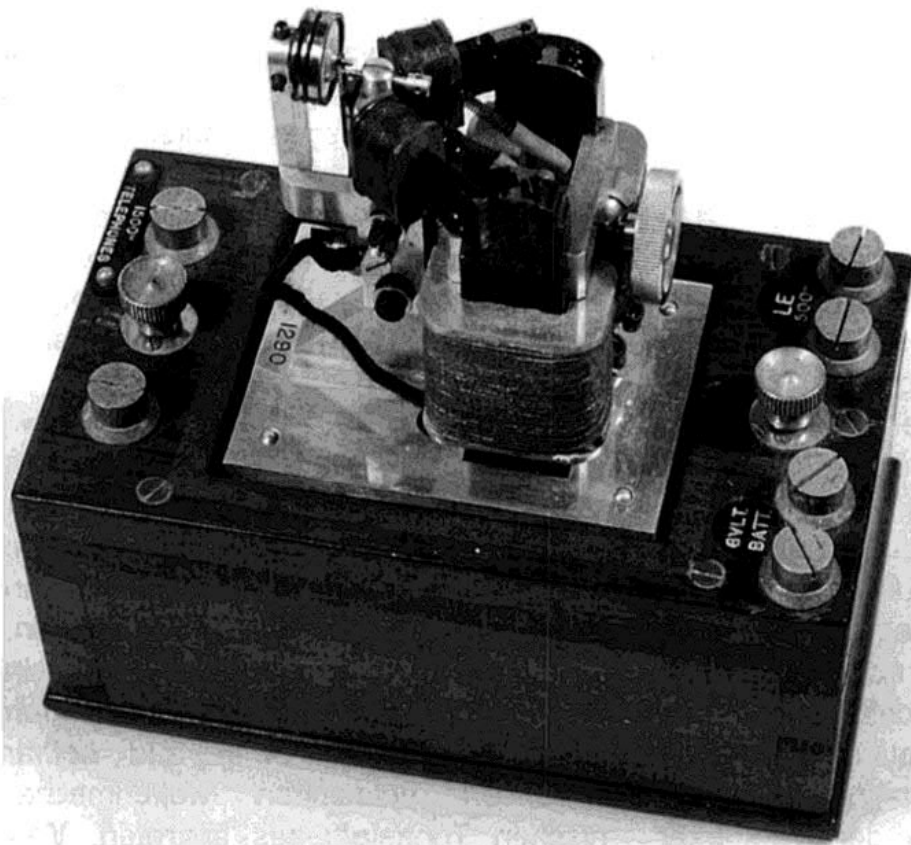


Bild 6:
Typ G des Relais von
S.G. Brown, Holz-
abdeckung entfernt,
Ausgangsübertrager
im Sockelkasten; (im
Besitz des Verfas-
sers)

Meßwerte zur Leistungsverstärkung die der Verfasser an einem Verstärker des Typs G (Bild 6) für ein Sinus-Eingangssignal von 400 Hz ermittelt hat, sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben.

Eingangsleistung in μW	Ausgangsleistung in mW	Verstärkungsfaktor
1	0,004	4
3	0,022	7,3
8	0,128	16
15	0,480	32
25	1,175	47
40	2,720	68
100	3,910	39
1000	22,020	22

Sie zeigen, daß die maximale Verstärkung etwa 18,5 dB beträgt, wobei an

dieser Stelle der NF-Eingangsstrom 110 μA betrug. Verstärkung war ab einem Eingangsstrom von ca. 5 μA feststellbar. Bei diesem minimalen Strom ergibt sich eine errechnete, auf die Ankerzunge P bzw. p wirkende Kraft von rund 25 mN, d.h. 2,5 g mit damals gebräuchlicher Maßeinheit.

Die erfolgreichen Realisierungen von Brown waren u.a. dadurch möglich, daß er Eigenresonanzen seines Zungensystems im Tonfrequenzbereich vermeiden konnte.

Im Gegensatz hierzu entwickelte die Firma Telefunken - auf der Grundlage des Brownschen Patents - einen selektiven Tonverstärker mit Kohlekörner-

Verstärkertechnik

Kontakt zur Verwendung in der drahtlosen Telegrafie mit „tönenden Funkensendern“. Drei Einzelverstärker nach Bild 1, die sternförmig an einem kardatisch aufgehängten Gußkörper befestigt waren, wurden dabei in Reihe geschaltet. Eingangsseitig lag im Wirkungsbereich eines kleinen Elektromagneten jeweils eine Ankerzunge, die bei dieser Version eine ausgeprägte mechanische Eigenresonanz (z.B. bei 1000 Hz), aufwies und ihrerseits Druck auf die kleine Kapsel mit Kohlekörnern ausübte. Die Verstärkungswirkung war dadurch selektiv und besonders ausgeprägt für Signale von tönenden Telegrafie-Stationen mit der Schwingfrequenz der Zungen. Auf Stationen, die hochfrequenzmäßig zwar auf derselben Frequenz arbeiteten, aber eine andere Funkenfolge, z.B. 1200 Hz, aufwiesen, sprach der Verstärker nicht an. Mit diesen drei Verstärkerstufen in Reihe ließen sich Wechselströme noch von einigen zehn nA um das 5×10^5 fache, d.h. 80fach pro Stufe, verstärken [6]. Die Wiedergabe erfolgte durch Morseschreiber oder, im Hörempfang, ein „lautsprechendes Telephon“. Vor dessen Schallöffnung befand sich ein akustischer Resonator, der ebenfalls für den Sendeton ausgelegt war und so die Lautstärke nochmals erhöhte.

Wirkungsweise der „Telephon-Kontakte“

Im Gegensatz zur Zeit von *Hughes*, *Lodge* und *Brown* um die letzte Jahrhundertwende ist der Mechanismus bei elektrischen Kontakten heute gut verstanden und dokumentiert, z.B. [7]. Dünne Oxid- bzw. Fremdschichten auf den Kontaktmaterialien spielen eine we-

sentliche Rolle. Auf Edelmetallen (z. B. Gold, Platin) weisen diese Schichten eine Dicke von lediglich einer oder zwei Moleküllagen - einigen Zehntel nm - auf, während sie bei unedlen Metallen (z. B. Messing, Kupfer) wesentlich dicker sowie fester sind und es größere Kontaktkräfte erfordert, um sie zu durchstoßen, wenn metallische Kontaktgabe verlangt ist.

Aber auch ohne metallische Kontakt-Verbindung ist in bestimmten Fällen eine elektrische Leitung möglich. Zum einen können die Zwischenschichten halbleiterartiges Verhalten aufweisen. Zum anderen - oder zusätzlich - kann ein Stromfluß infolge des 1928 von den Physikern *Ralph Fowler* und *Lothar Nordheim* entdeckten wellenmechanischen Tunneleffektes auftreten. Wegen der - neben ihrer Teilchennatur - gegebenen Wellennatur der Elektronen (Dualismus) vermögen diese einen isolierenden Bereich zu durchqueren, zu „durchtunneln“, wenn er nicht wesentlich größer ist als die Elektronen-Wellenlänge von einigen Nanometern. Bei Änderungen des Kontaktabstandes durch Druck auf die dünne Zwischenschicht erfolgen plastische Verformungen mit Änderungen des spezifischen Widerstands bei halbleitenden Filmen oder (und) eine Widerstandsänderung für den Tunnelstrom, wenn die zu überbrückende Streckenlänge hinreichend klein ist. Wenn ein Kontaktelement aus Kohle/Graphit gebildet wird, macht sich in erster Linie die relativ stark ausgebildete Druckabhängigkeit der Leitfähigkeit dieses halbleitenden Materials bemerkbar. Bei Kohlegranulat ist es zunächst der sich ändernde Widerstand zwischen

den einzelnen Körnern. In der Regel verhält sich der auftretende Kontaktwiderstand ungefähr umgekehrt proportional zur Kontaktkraft. Oft ist der Zusammenhang stark nichtlinear.

Darüber hinaus stellte schon *Reis* während seiner Experimente von 1861 am Mikrofon-Kontakt aus Platin auf Platin fest, daß sich dessen Widerstand auch nichtlinear bezüglich des Zusammenhangs zwischen Strom und Spannung verhält, wie bei einem Gleichrichter. Die Verwandtschaft zwischen einerseits dem Mikrofon-Kontakt und andererseits speziell dem in der Funktechnik viel verwendeten Kristalldetektor wurde schon früh erkannt und führte zu zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen. Da es sich in beiden Fällen um den Übergang von Elektronen aus einem Medium in ein anderes handelte - mit Überwindung eines Energie- bzw. Potentialberges - , konnte man beides mit derselben prinzipiellen Theorie angehen. So behandelte der bekannte Physiker *Walter Schottky*, nach dem später die Schottkydiode benannt wurde, diese zusammenhängende Thematik 1923 in einer längeren Arbeit [8].

Beim Typ A des *Brownschen* Verstärkers mit seinem Luftspalt von ca. 5 nm können wir heute davon ausgehen, daß dieser Spalt von einem Tunnelstrom durchflossen wurde - damals ein noch unbekannter Effekt. Durch schon kleine bewirkte Schwankungen in der Spaltbreite ändert sich der Widerstand für den Tunnelstrom relativ stark. Dieser läßt sich heute mit der Tunneleffekt-Theorie gut ausrechnen. Er ist von der Austrittsarbeit der verwendeten Metalle,

einer Materialgröße, und in der Regel nichtlinear von der Spaltbreite abhängig. (Eine Linearisierung des Betriebsverhaltens bewirkte jedoch der Magnetkreislufspalt und die Vormagnetisierung durch Permanentmagnet und Regulierwicklung K). Mit dicker werdenden Zwischenschichten bzw. Luftspalten, wenn der Tunnelstrom allmählich nicht mehr fließen kann, geht der Widerstand in den „normalen“ Widerstand des jeweiligen Zwischenmaterials über. Kommt es wegen entsprechend hoher angelegter Spannung zur Ionisation, d.h. einem elektrischen Durchbruch, treten andere Verhältnisse auf (Durchbruchfeldstärke in Luft: ca. 2 kV/mm).

Zur Wirkungsweise des Kontaktes mit Kohlekapsel (Relais Typ G) muß nicht viel gesagt werden. Hier bewegen wir uns auf altbekanntem Terrain. Fast ein Jahrhundert lang nutzten z.B. die Kohlemikrofone der Telefongeräte den Effekt aus, daß der elektrische Widerstand eines Kohlegranulats sich relativ stark ändert, wenn es über eine besprochene Membran Druck ausgesetzt ist. Beim verstärkenden Relais ist es nach Bild 1 bzw. 5 nun ein kleiner Stift (meist aus Platin), der statt der Schallwellen den sich rhythmisch ändernden Druck ausübt.

Anwendungen des Telephon-Relais

Die Relais Typen A und G der S.G. Brown Ltd. kamen in Großbritannien im Fernsprechweitverkehr zur Anwendung, so ab 1914 auf der Strecke Glasgow-London. Die Repeater-Abstände betragen etwa 50 km (30 Meilen). Auch das Problem des Duplex-Betriebs wurde durch

Verstärkertechnik

Wechselschaltungen gelöst; siehe [4]. Ein im Ersten Weltkrieg verwendeter zweistufiger Verstärker ist im Imperial War Museum in London zu sehen. Nach *Brown* [2] konnte mit dem Typ A das Ticken einer Taschenuhr ohne weiteres übertragen werden, auch z.B. die mit dem Stethoskop aufgenommenen Herztöne eines Patienten irgendwo im Land zur Übermittlung an einen Spezialisten im vielleicht weit entfernten London.

Die Firma Siemens & Halske berichtete [9], auf der Grundlage der *Brownschen* Patente und teilweise zusammen mit dem Erfinder die Apparate so umgebildet zu haben, daß die dabei resultierende Version nach einmaliger Einstellung sogar monatelang einwandfrei arbeitete, ohne besonderer Wartung zu bedürfen (Siemens-Brown-Relais). Ihr Einsatz lag vorwiegend im deutschen Weitverkehrsnetz.

In den USA dagegen bediente man sich im Fernsprechweitverkehr häufig eines ähnlichen mechanischen Verstärkers, der auf *Shreeve* zurückging; vgl. [4].

Beim funktelegrafischen Verkehr ließ sich die überbrückte Entfernung durch Verwendung eines *Brown-Relais* mehr als verdoppeln [2]. Mit einem Resonanz-Tonverstärker der Fa. Telefunken (Bild 1) war es sicher deutlich mehr.

Dieser Telefunken-Verstärker diente im Ersten Weltkrieg als Grundlage für ein „Nachschalt-Relais“, das die Berliner Fa. Telegrafon für Anwendungen in Militärflugzeugen herstellte; siehe Bild 7. Es ging darum, die in den funktelegraphischen oder -telefonischen Flugzeugemp-

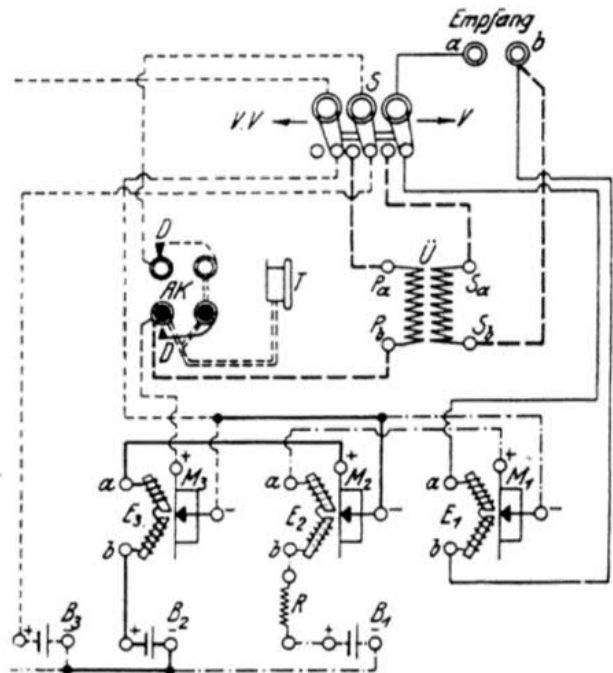


Bild 7: Schaltschema des „Nachschaltrelais“ der Fa. Telegrafon G.m.b.H.

fängern mit den damaligen (ersten) Röhrenverstärkern erzielbare Lautstärken auf „trompetenartige Laute“ zu steigern [10]. Der Einbau dieses Verstärkers bedingte auch hier eine besondere kardatische Aufhängevorrichtung, und die Relais selbst mußten in Watte verpackt werden.

Eine ähnliche Relaisanordnung für Flugzeugempfänger war das „System Dr. Stille“ der Telegraphie-G.m.b.H., die auch - offenbar aber weniger erfolgreich - Primär-Relais für direkte Schaltung hinter dem Kristalldetektor anbot. Wie der Abschnitt „Mechanische und pneumatische Relais“ in [10] weiter schildert, war aber ein ebenfalls auf *Dr. Stille* zurückgehendes elektropneumatisches Relais in der Lage, die größten Endlautstärken zu liefern. Es wurde auch im Cockpit bei der Verständigung der Flug-

zeugbesetzung untereinander mit Erfolg verwendet.

Wenn *Brown* zu vorgenommenen Musikübertragungen mit seinem Relais schreibt: „Auch litt die Reinheit der Töne bei Konzertwiedergaben durch die Einschaltung [des Verstärkers] nicht im mindesten“, können wir sicher nicht heutige HiFi-Maßstäbe anlegen. Aber nach eigenen Erfahrungen erwies sich mein Verstärker Typ G für das Betreiben eines Hornlautsprechers hinter einem Detektorempfänger als recht gut geeignet. Dies leitet nun über zur Anwendung des Telephon-Relais im Unterhaltungsrundfunk.

Telephon-Relais im Unterhaltungsrundfunk

Anfang der zwanziger Jahre war die Fernsprechtechnik zur Benutzung von Verstärkern mit Elektronenröhren übergegangen. Dem Sprachgebrauch folgend wurden Elektronenröhren zunächst auch als Elektronen- und gasgefüllte Röhren als Ionen-Relais bezeichnet. Dem Durchschnittshörer in der aufkommenden Rundfunk-Ära konnte man das Hantieren mit dem delikaten Gebilde Röhre jedoch noch nicht so recht zumuten. Zu leicht ließ sich mit der Anodenbatterie der Heizfaden durchbrennen. Und teuer waren Röhren anfangs auch. Dies ließ zumindest die S.G. Brown Ltd. auf den Gedanken kommen, ihren mechanischen Verstärker für Radiohörer zu adaptieren und auf den britischen und Export-Markt zu bringen. Insgesamt erschienen drei Versionen. Zunächst war es 1921 ein „Microphone Amplifier“ genanntes Gerät, dann 1923 eine zwei-

stufige Version mit der Bezeichnung „Crystal Amplifier“ und schließlich 1924 die in Bild 2 gezeigte Ausführung „Crystavox“ mit integriertem Lautsprecher, die damals £ 6 kostete. Alle drei basierten auf dem gut zehn Jahre älteren Verstärker des Typs G.

In den Anzeigen, die diese Geräte anpriesen, hieß es, daß hinter einem Detektorempfänger nun Lautsprecherempfang, und zwar in einem Entfernungsbereich von etwa zwanzig km um die Hauptsender der BBC, möglich sei. Als 1925 der „starke Langwellensender Daventry“ (mit 25 kW) eröffnet wurde, gab man den Empfangsbereich sogar mit 150 km an, innerhalb dessen „perfekte Lautsprecherwiedergabe möglich“ sei, „nicht allein ein Wispern, sondern richtige Lautstärke“ [11]. Versprochen wurde sowohl für den Typ C (hinter Kristalldektoren zu betreiben) als auch den Typ V (hinter Audionstufen) eine „Verstärkung telephonischer Musik ohne Verzerrungen mit einem Verstärkungsgrad, der dem von zwei Röhren entspricht“ [12].

In Deutschland hat offenbar die Berliner Firma Radio-Amato eine Zeitlang Telephon-Relais für Rundfunkzwecke hergestellt. Näheres ist aber nicht bekannt.

Ende der zwanziger Jahre konnte auch der Normal-Radiohörer in der Regel mit Röhren - nun billiger geworden - umgehen. Seitdem ist das Telephon-Relais, der mechanische NF-Verstärker, in der Versenkung verschwunden. Nicht ganz, muß gesagt werden. Denn kein geringerer als *William Shockley*, 1947 einer der Erfinder des Transistors und später mit dem Nobelpreis ausgezeichnet, berich-

Verstärkertechnik

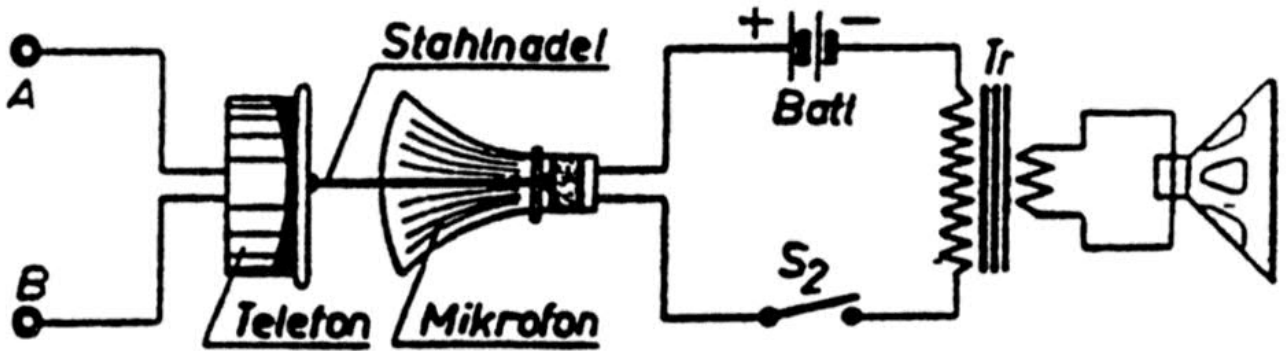


Bild 8: Bauvorschlag für ein Telephon-Relais. Aus [15].

tete [13], daß er sich in den U.S.-amerikanischen Bell-Laboratorien 1938 oder 1939 dem Prinzip des Mikrofon-Kontaktes zugewandt habe in der Absicht, endlich einen Festkörperverstärker zu realisieren. Allerdings wäre es seine Absicht gewesen, Druck auf den Kontakt nunmehr über einen Quarz- oder anderen piezoelektrischen Kristall auszuüben. Jedoch hatte *Shockley* seinen Angaben nach keinen richtigen Erfolg.

Dann tauchte der mechanische Verstärker noch einmal kurz auf, als nach dem Zweiten Weltkrieg, vor der Währungsreform, Röhren kaum aufzutreiben waren. So machte *Eugen Nesper* einen Bauvorschlag für einen „Mikrofon-Telefon-Verstärker nach *E. Nesper*“ mit Kohlekörner-Kontakt [14]. Bauanleitungen erschienen auch später noch, so mit einer mechanisch gekoppelten Kombination aus Kopfhörer-Muschel und „kleinem Mikrofon aus Wehrmachtsbeständen“ [15]; siehe Bild 8.

Ein anderes, erst relativ kürzlich vorgeschlagenes Projekt betraf den Nachbau der ursprünglichen *Brownschen* Anordnung Typ A, wobei das Justieren der kleinen beweglichen Stahlzunge als „unglaublich kritisch“ und das gesamte

Vorhaben als sehr anspruchsvoll bezeichnet wurde [16]. Ob ein Laie damit auch wirklich Erfolg haben konnte?

Herrn *Kurt Vogelbruch* danke ich für Diskussionen zur Wirkungsweise der Verstärker und Herrn *Karl-Heinz Kratz* für Informationen über mir unbekannt Anwendungen in Deutschland.

Literaturverzeichnis

- [1] *Blake G.G.*: History of Radio Telegraphy and Telephony. London 1926
- [2] *Brown S.G.*: A Telephone Relay. *Journ. Inst. Electrical Engineers* 42 (1910), S. 590-619.
- [2a] *Brown S.G.*: D.R.P. Nr. 234374 vom 7. Mai 1909.
- [2b] Anonym: Neues Telephonrelais. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* 4 (1910), S. 212-216.
- [2c] *Wagner K.W.*: Das Brown-Telephonrelais. *Physik. Zeitschr.* 13 (1912), S. 945-946.
- [3] *Reinländer C.*: Die Entstehung des Telephons. *Jahrb. d. elektrischen Fernmelde-wesens* 1960/61, S. 35-69.
- [3a] *Rotth A.*: Das Telephon und sein Werden, Berlin 1927.
- [4] *Höpfner C.*: Fernsprechverstärker. *Telegraphen- u. Fernsprech-Techn.* 2 (1913), S. 181-184, 199-201, 210-211.

- [5] *Rohmann H.*: Elektrische Kontakte. *Physikal. Zeitschr.* 21 (1920), S. 417-423.
- [6] Anonym: Der Tonverstärker mit Zellen-schreiber. *Jahrb. d. drahtlos. Telegraphie u. Telephonie* 5 (1911), S. 301-310. s. a. *J. Zenneck*: Lehrbuch d. Drahtlos. Telegraphie, Stuttgart 1916.
- [7] *Holm R.*: Die technische Physik der elektrischen Kontakte. Berlin 1941. Ders.: *Electrical Contacts*, Berlin/New York 1967.
- [8] *Schottky W.*: Über kalte und warme Elektronenentladungen. *Zeitschr. f. Physik* 14 (1923), S. 63-106.
- [9] *Gruschke G.*: Die Entwicklung des Fernsprechverstärkers. *Siemens-Zeitschr.* 1923, Heft 3, S. 113-119.
- [10] *Niemann E.*: Funkentelegraphie für Flugzeuge. Berlin 1921
- [11] Anzeige der S.G. Brown Ltd. in d. *Zeitschr. Wireless*, 23. Jan. 1926.
- [12] Katalog Nr. 217 (1925/26) der Fa. Brown Brothers Ltd.
- [13] *Shockley W.*: The Invention of the Transistor. *Conf. Proc. 2nd ESS-DERC*, Institute of Physics, Bristol 1972, S. 55-75.
- [14] *Nesper E.*: Wege zum Detektor-Lautsprecher. Berlin 1946.
- [15] *Kronseider A.*: Lautsprecher-Empfang mit dem Detektor! *Mechanikus* 1953, S. 238-239.
- [16] *Swift A.*: The Mechanical Amplifier of S.G. Brown, *Radio Bygones*, Nr. 13, Okt./Nov. 1991, S. 10-11.

Walter Kausch †



Im Alter von 83 Jahren verstarb am 16. Juli 1997 Dipl.-Ing. *Werner Kausch*, der als Leiter der Rundfunkgeräteentwicklung bei Telefunken die Aufwärtsentwicklung der deut-

schen Funkindustrie maßgeblich beeinflusst hat.

Am 17. 2. 1914 in Magdeburg geboren, wurde er schon in der Schulzeit mit dem Radiobazillus infiziert. Nach dem Stu-

dium der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Braunschweig begann seine berufliche Laufbahn 1939 im Senderbau bei Lorenz in Berlin. Nach dem Zweiten Weltkrieg arbeitete er 1 Jahr als Leiter der Rundfunkgeräteeentwicklung bei Imperial in Staßfurt, bevor er in den Westen übersiedelte.

1948 fing er als Entwicklungsingenieur bei Telefunken in Hannover an und wurde 1957 Leiter der Rundfunkgeräteeentwicklung. Zahlreiche Patente tragen seinen Namen. 1971 übernahm *W. Kausch* die Leitung der Telefunken Auslandsfertigung.

Eine besondere Würdigung seiner Verdienste wurde ihm in Südafrika zuteil, wo ein Entwicklungsinstitut in East London seinen Namen trägt.

K.-H. Müller

J.-F. Leonhard (Hrsg.)

Programmgeschichte des Hörfunks in der Weimarer Republik

2 Bände, 1298 S., zahlr. Abb., 12,5 x 19,1 cm (Taschenbuchformat), Paperback, umfangreiches Quellenverzeichnis. 64,- DM. Deutscher Taschenbuch Verlag (dtv), München 1997.

Kein Medium erreicht heute in Deutschland mehr Menschen als der Hörfunk. 98 Prozent der Bevölkerung lebt in Haushalten, in denen es mindestens ein Radiogerät, in vielen Fällen mehrere Empfänger gibt. Vier Fünftel aller Erwachsenen schalten das Radio jeden Tag mindestens einmal ein. Seit fast 75 Jahren liefert der Hörfunk täglich Informationen, Unterhaltung und Bildung für alle. Damit hat er eine Rolle im kulturellen und politischen Leben erobert, deren Bedeutung kaum zu überschätzen ist und die auch durch das Fernsehen letztlich nicht verringert wurde.

Trotz dieser gesellschaftlichen Relevanz gab es bis heute übergreifende historische Zusammenstellungen nur über den Rundfunk als Objekt der Politik, nicht jedoch über den Rundfunk als Programmanbieter.

Das vorliegende Werk bietet nun erstmals einen ausgezeichneten, umfassenden und äußerst lesenswerten Überblick über die Programmgeschichte in der Anfangszeit des Rundfunks, den Jahren 1923 bis 1933,

Im ersten Band werden zunächst die Voraussetzungen der Programmgestaltung - Sendegesellschaften und Rundfunkordnungen - geschildert und die Programmstrukturen in ihrer Entwicklung untersucht. Darauf folgt eine genauere

Analyse des aktuellen Programms von den Nachrichten über den Sport bis zu Wahlkampfsendungen, Auslandsberichten und politischen Kommentaren.

Im zweiten Band wird dieser Überblick vertieft für zwei wesentliche Bereiche: die musikalischen und die literarischen Sendungen. Die Bandbreite der Themen reicht dabei von Schallplattensendungen bis zu Operaufführungen, von Sinfoniekonzerten bis zu bunten Abenden, von Kabarett und Revue bis zur Lesung und Hörspiel.

Wer nun aufgrund der kurzen Inhalts-gabe ein langatmiges, trockenes und theoretisches Werk erwartet, wird angenehm überrascht: Beide Bände sind klar, verständlich und gut lesbar geschrieben. Sie bringen eine ungeheuere Fülle interessanter Informationen zu den Problemen der Herstellung und der Gestaltung des Rundfunkprogramms. Als der Rundfunk begann, betrat man ja Neuland. Nicht nur in der Technik, sondern auch beim Rundfunkprogramm und beim Personal. Woher sollte man z.B. Programmleiter nehmen? In dem Maße, in dem sich der Rundfunk etablierte, wuchs seine „Macht“. Rundfunkordnungen und Überwachungsausschüsse griffen daher bald in die Programmgestaltung ein. Im Spannungsfeld zwischen den Erwartungen der Hörer, den Intentionen der Produzenten und den Restriktionen durch technische, räumliche, organisatorische und politische Gegebenheiten entwickelte sich aus bescheidenen Anfängen schließlich die spezifische Angebotsstruktur des Hörfunks. Die interessanten ersten 10 Jahre der Programm-entwicklung beschreibt das vorliegende Werk, dessen Lektüre sehr empfehlenswert ist. OK

H.J. Biener

**Christliche Rundfunksender weltweit.
Rundfunkarbeit im Klima der Konkurrenz**

Calwer Theologische Monographien, Bd. C22. DM 98,-, Calwer Verlag Stuttgart 1994

Ausführliche Darstellung der christlichen Rundfunkarbeit in einer weltweiten Perspektive.

Hans-Erwin Roeder

**Die Grundig Satellit-Story
30 Jahre Weltempfänger-Geschichte**

194 S., 15x21 cm, zahlreiche Abb., Broschur. 24,50 DM, Siebel-Verlag, Mekenheim 1997

Die „Satelliten“-Familie betrat Ende 1964 mit dem Typ 205 die Bühne der Weltempfänger. Für damalige Verhältnisse stellte die Firma Grundig damit einen Spitzenempfänger vor, der kaum Wünsche offenließ - auch wenn aus heutiger Sicht manche technischen Details ein wenig „vorsintflutlich“ anmuten. 30 Jahre lang waren danach die „Grundig-Satelliten“, die immer wieder verbessert wurden, die Weltempfänger schlechthin. Daß dann jedoch im Jahre 1996 so schnell das „Aus“ für die gesamte Modellreihe kam, traf so manchen Kurzwellenfreund sehr. Der Satellit 900, der Mitte 96 auf den Markt kommen sollte, wurde nicht mehr gebaut. Warum Grundig die Entscheidung traf, sich aus dem Markt der Weltempfänger zurückziehen, ist nicht bekannt. An Hand von Gerätebeschreibungen und Testberichten zeichnet das Buch die Geschichte

der ca. 20 „Satellit“-Typen nach.

Jean-Claude Montagné

Histoire des Moyens de Télécommunication

476 S., Format A4, 426 Abb., davon 12 in Farbe, zahlr. Tab. und Quellenangaben. FFR 394 + Versand FFR 35,-

Neben dieser Telekommunikationsgeschichte bietet der Autor auch Reproduktionen von Dokumenten zu Ducretet an.

Weitere Informationen fordern Sie bitte an bei:

J.-C. Montagné,

**Warum hast Du so große Ohren?
Warum hast Du so große Augen?
Geschichte und Geschichten - der
WDR Köln**

100 S., 21x33,5 cm, reich bebildert, Broschur, Köln 1997

Eine Beschreibung des Wegs der Institution durch die Weimarer Republik, das dritte Reich, die Kriegs- und Nachkriegszeit (NWDR/WDR) bis heute. Schwerpunkte sind die Programmgestaltung und die sie tragenden Persönlichkeiten in Rundfunk und Fernsehen. Die Technik betreffend findet der Funkinteressierte nichts. Sie war aber auch nicht das gewählte Thema.

Ihre Bitte um kostenlose Zusendung richten Sie an:

WDR Köln, Abt. Öffentlichkeitsarbeit,
z.Hd. v.

Aktuelle Info

40 Jahre SECAM-Verfahren

Im Jahre 1957 entwickelte *Henri de France* (* 1911 in Paris) das SECAM-Verfahren. Ziel der Entwicklung war es, die beim damaligen NTSC-Verfahren vorhandenen Phasenfehler bei der Übertragung in ihren Auswirkungen auf die Farbwiedergabe zu vermeiden.

Verbesserungen am ursprünglichen SECAM-Verfahren führten zum Verfahren SECAM III, das 1968 in Frankreich und in Osteuropa sowie einigen Staaten Afrikas eingeführt wurde. Die Bemühungen Frankreichs, das SECAM-Verfahren als gesamteuropäisches Verfahren voranzubringen, schlugen fehl, es setzte sich das von *W. Bruch* entwickelte PAL-Verfahren durch.

65 Jahre Großsender Ismaning

Aus Anlaß der 65-Jahr-Feier des Großsenders München-Ismaning bringt der Bayerische Rundfunk am 3. Dezember 97 über die Mittelwellensender München und Nürnberg 801 kHz von 17-19 Uhr eine Sondersendung mit Erinnerungen und viel Musik aus dem Jahr 1932.

Info: *H.-O. Hoffmann* Tel.:

Fördergesellschaft Rundfunk- und Tonbandmuseum Köln

Das Ziel der Fördergesellschaft ist die Gründung eines Rundfunk- und Tonbandmuseums in Köln und dessen Unterstützung in fachlicher und betrieblicher Hinsicht.

Neue Mitglieder sind herzlich willkommen. Aktive Mitglieder zahlen DM 60,-

/Jahr, der Beitrag für Fördermitglieder beträgt DM 200,-/Jahr.

Am letzten Freitag jeden Monat findet ein Mitgliedertreffen statt.

Interessiert? Info bei:

Fördergesellschaft Rundfunk- und Tonbandmuseum Köln e.V.

Treffen ehemaliger Telefunken-Mitarbeiter in Hannover

Das in FG 115 angekündigte Treffen findet am Freitag, dem 7.11.97, statt. Die begleitende Radio-Ausstellung kann am Samstag/Sonntag 8./9. 11. 97 besucht werden. Info: *K.-H. Müller*, Hannover.

VALVO-Röhrenwerk Hamburg gibt Röhren-Restbestände ab

Wie GFGF-Mitglied *R. Riek*, Erfurt, mitteilt, soll das VALVO-Röhrenwerk Hamburg-Lockstedt zum Jahresende schließen. Es besteht die Möglichkeit, bei Selbstabholung aus der Restproduktion Senderöhren kostenlos zu erhalten. Interessenten nehmen bitte Kontakt mit Herrn *Riek* auf

Regeneration von Fernsehbildröhren

GFGF-Mitglied *R. Riek*, Erfurt, bietet GFGF-Mitgliedern zum Vorzugspreis von DM 20,-/System (regulär DM 80,-/System) die Prüfung und Regenerierung (mit 12 Monaten Garantie) von Fernsehbild- und Monitorröhren (Farbe und Monochrom) mit dem Mütter BMR 700 an.

Nachträge und Änderungen zum Mitgliederverzeichnis 1997/98



*Allen Mitgliedern und Freunden der GFGF ein frohes Weihnachtsfest,
ein gutes neues Jahr und weiterhin viel Freude und Erfolg beim gemeinsamen Hobby!*

Der GFGF-Vorstand



Foto: G. F. Abele, Stuttgart