

HDTV in den USA: Auf dem Weg in die Digitalisierung



Aus dem Inhalt:

Der lange Weg zum HDTV, Teil 3 ◊ Robotron Büromaschinenwerk Sömmerda ◊ Boy's Radio - Die Faszination der frühen Transistorradios ◊ Frühe Transistortechnik im Agentenfunk ◊ Akustische u. Kino-Geräte Gesellschaft mbH - AKG Wien ◊ Aufbau eines Philips Allwellenempfängers H2L/7 ◊ Zur Entwicklung der technischen Spulen im Radio ◊ Die Mehrfachröhre 3NF - die erste integrierte Schaltung für den Loewe-Rundfunkempfänger ◊ Restaurierung Schneider-Opel Teledyn SO TE, Teil 2

GFGF aktuell

Termine – Radiobörsen – Treffen **148**

Leserpost

149

Biografien

Pioniere der Halbleitergeschichte – Ferdinand Braun

172

Zeitgeschichte

Der lange Weg zum HDTV, Teil 3 **150**

Frühe Transistortechnik im Agentenfunk **160**

Boy's Radio - Die Faszination der frühen Transistorradios **188**

Unternehmen

VEB Robotron Büromaschinenwerk Sömmerda (BWS) **165**

Akustische u. Kino-Geräte Gesellschaft mbH - AKG Wien **183**

Restaurieren

Aufbau eines Philips Allwellenempfängers H2L/7 aus den 1930er Jahren **180**

Restaurierung Schneider-Opel Teledyn SO TE, Teil 2 **183**

Bauelemente

Die Mehrfachröhre 3NF - die erste integrierte Schaltung für den Loewe-Rundfunkempfänger **156**

Zur Entwicklung der technischen Spulen im Radio, Teil 2 **176**

Rubriken

Editorial **147**

Termine **148**

Impressum **175**

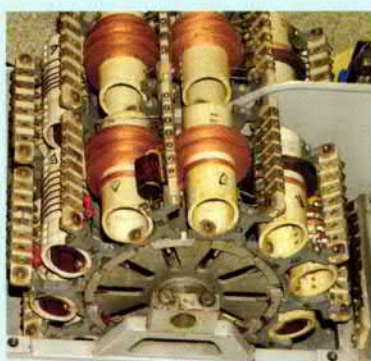
Anzeigen **A1**

Titel

Vladimir Kosma Zworykin (1889-1982), einer der „Väter des Fernsehens“, führt 1929 als Ingenieur bei der Westinghouse Electric and Manufacturing Company Mildred Birt den neuen Kathodenstrahl-Fernseher mit seiner „Kineskop“-Röhre vor. Das Bild wird auf einen Spiegel projiziert und kann so von mehreren Personen gleichzeitig betrachtet werden - und nicht nur von ein oder zwei Zuschauern.

Archiv: Smithsonian Institution Archives

Ab Seite 150



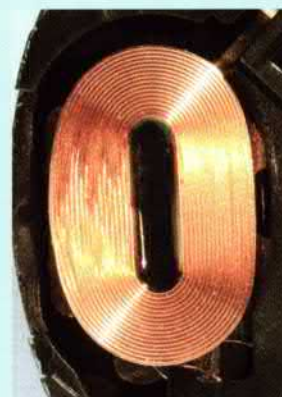
Lohnt sich ein Neuaufbau?

Unser Leser Hartmut Fischer DK8FH hat einen „verbastelten“ Philips Allwellenempfänger H2L/7 aus den frühen 1930er Jahren wieder aufgebaut. Ob sich das gelohnt hat, und wie er die Klippen des Ausbaus umschiff hat, können Sie **ab Seite 180** lesen. Das Bild zeigt im Detail die akkurat gewickelten umschaltbaren Spulensätze, allerdings aus dem Gerät von Siegfried Droeze.

Ohne Schwingkreis, kein Radio -

zumindest vor Erfindung der softwaredefinierten Radios, aber auch die kommen ohne Selektion nicht aus. Mit dem Teil 2 des Artikels zur Entwicklung der technischen Spulen im Radio beenden wir die Serie von Joachim Goerth über die wichtigsten Bauelemente eines Radios: Kondensator und Spule, die zusammen die frequenzbestimmende Baugruppe des Gerätes bilden: den Schwingkreis. Das Bild zeigt allerdings eine Induktionsspule aus einem modernen PKW-Lenkrad. Bild: pxhere.com

Ab Seite 176



Kleine Transistorradios

Die ersten Transistorradios im Taschenformat hatten doch eine gewaltige Faszination. Das kann man rein technisch, aber auch mit Emotion betrachten. Auf jeden Fall weckt Reinhard Bogena Erinnerungen. Und wie erfolgte die Produktvorstellung zu Offline-Zeiten:

Zumindest bis in die 1960er Jahre bot die „Die Funkberater-Illustrierte“ mit individuellem Händleraufdruck eine Übersicht über das Jahresangebot der Rundfunkhändler.

Bilder: Reinhard Bogena

Ab Seite 188 und 4. Umschlagseite

Die große Zeit des Lernens



Hätten Sie sich vor Wochen vorstellen können, dass sich unser Leben dermaßen ändert?

Das habe ich Sie in Nr. 251 unserer „Funkgeschichte“ gefragt und auch ein paar provokative Fragen gestellt. Dabei sollte Corona nur der Anlass sein, über ein paar Fragen der Funk-

technik in Krisenzeiten zu diskutieren. Vielen Dank für die zahlreichen durchweg positiven Reaktionen per Telefon und E-Mail auf diesen Artikel. Mit ein paar Wertungen habe ich mich schon ganz schön aus dem Fenster gelehnt. Viele Leser und Freunde der „Funkgeschichte“ haben mich aber in meiner Meinung bestätigt. Mich erreichten solche Meinungen wie:

„Im Grunde hast Du recht, aus der Krise kann man nur lernen. Aber ob es genügend Menschen mit Verantwortungsbewusstsein gibt, wagen wir zu bezweifeln. Und ob die Politik aus Corona wirklich lernen wird, kann ausgeschlossen werden.“

Und in der Tat: Wenn ich heute durch die Läden gehe oder im Fernsehen Bilder von überfüllten Stränden an der (westlichen) Ostsee sehe, scheint mir Corona sehr fern zu sein. Stellen da einige Zeitgenossen nicht das Streben nach individueller Freiheit über die Regeln des „Miteinander leben“? Und von einheitlichen Regeln kann auch keine Rede sein.

Brauchen wir erst Corona, um zu verstehen, dass „Digitalisierung“ eine Worthülse ist? In den letzten Wochen habe ich gezielt über digitales Lernen in den Zeitungen recherchiert. (z.B. HAZ vom 04./05.07.2020 Gerard Hüther „Es fehlt an Bildung fürs Leben“). Bildungsforscher sind sich einig: Unser Bildungswesen ist meilenweit zurück hinter dem anderer Europäischer Staaten. Plötzlich, mitten in der Corona-Krise stellt man in den Schulen fest, dass für Homeschooling (da weigert sich sogar meine Rechtschreibhilfe) gar keine Infrastruktur vorhanden ist. Das betrifft nicht nur die Seite der Schule, sondern auch die Ausstattung der Lehrer und Schüler. Lehrer und Schüler benutzen private Handys, Facebook, Zoom und andere Datensamm-

ler. Medienkompetenz? Eine Niedersächsische Bildungscloud gibt es bis heute nicht.

Spezialisten in Sachen Bildung haben auch festgestellt: Es gibt durchaus Schüler, die ohne Schule besser Ausbildungsinhalte konsumieren. Dafür ist das Internet ideal. Das setzt den Spaß am Lernen voraus. Und den sollte die Schule vermitteln. Digitale Medien verlangen auch andere didaktische Ansätze und Methoden. Dazu braucht man auch WLAN, eine Funkanwendung und insofern unser Gegenstand. Die Grundlagen sind schon über zwanzig Jahre alt, also fast Geschichte. Schulen in Niedersachsen (Föderalismusfalle!) müssen ihre WLAN-Infrastruktur europaweit ausschreiben. Wann bitteschön soll das installiert werden? Und wer soll das administrieren? Hier werden große Teile der Jugend abgehängt von Bildung und Entwicklung. Und Corona ist noch lange nicht besiegt.

Vor Ihnen liegt nun „meine Dritte“, die Nummer 252 der „Funkgeschichte“. Unser Vereinsmagazin kann nur so gut sein, wie die Autoren es sind. Deshalb gilt mein Dank den fleißigen Lieferanten von Manuskripten. Das betrifft insbesondere die Artikel über die Restaurierung alter Technik und Beiträge zur Zeitgeschichte. Bleibt mir „nur noch“ die Aufbereitung für den Druck. Schön wäre es, wenn unsere Autoren die „Hinweise für Autoren“ in Heft 248 auf Seite 287 berücksichtigen. Besonders bei mehrteiligen Beiträgen freut sich der Redakteur über pünktliche Lieferung.

Zu den Beiträgen zur funktechnischen Infrastruktur in Heft 251 hat es leider keine Rückmeldungen aus der Leserschaft gegeben. Kommt vielleicht noch.

Aber zum Artikel über Valdemar Poulsen hat es interessante Ergänzungen aus äußerst kompetenter Quelle gegeben. Schauen Sie doch mal bei „GFGF aktuell“ nach. Mich interessiert auch, wie denn der Mix der Beiträge bei Ihnen ankommt. Zumindest gab es keinen lauten Protest.

Schreiben Sie mir mal!

Viel Spaß beim Lesen und bleiben Sie gesund!


Heiner Kilian

Mitgliederversammlung 2020

Zu Beginn der Corona Krise gab ich hier in der „Funkgeschichte“ bekannt, dass wir uns im Vorstand im Juli 2020 mit der Corona „Lage“ neu befassen. Mittlerweile wissen wir etwas mehr, die meisten von uns gehören zur Hochrisikogruppe und es kann ohne Vorwarnung der Virus an beliebigen Orten „zuschlagen“ und zu Ausgangssperren und anderem führen. Die entsprechenden Landesregierungen und Landkreise legen dann fest, was wir dürfen und was nicht. So könnte jederzeit wie im Landkreis Gütersloh ein „Hotspot“ entstehen, der dann zu einem Unterkunftsverbot für Einwohner dieses Gebietes ausserhalb ihrer Wohnung führt.

Unsere Mitgliederversammlung hatten wir in Cham geplant. Die nun geltenden Bestimmungen für Bayern lassen maximal 50 Mitglieder für eine MV zu, das Hotel müsste uns auf 3 Restaurants mit weiten Abständen auftrennen und Herr Heller könnte uns das Rundfunkmuseum kaum so zeigen, wie er und wie wir das möchten. Dem Vorstand der GFGF und der Leitung des Radiomuseums Cham ist es daher lieber, wenn wir die MV hoffentlich ohne Einschränkungen im April 2021 in Cham durchführen. Der Vorstand hat über eine Ersatzlösung für 2020 ausführlich debattiert. Eine Möglichkeit wäre die Durchführung an einem anderen Ort. Hier wären wir aber den sich immer wieder ändernden Bestimmungen ausgeliefert und gebuchte und durch Änderung der Lage nicht nutzbare Räume und Hotelzimmer würden zu hohen Kosten führen. Wir sind also mehrheitlich zu der Erkenntnis gekommen, die Mitgliederversammlung für 2020 unter Verweis auf das geltende Bundes- und Landesrecht in Verbindung mit § 12 unserer Satzung abzusagen.

Das Risiko ist nicht nur finanziell hoch, wer von uns möchte verantwortlich sein, dass der Sammlerkollege von nebenan sich eine Erkrankung und vielleicht Schlimmeres einfängt?

Wir werden den Bericht, der sonst durch den Vorstand auf der Mitgliederversammlung publiziert wird, in einer der folgenden „Funkgeschichten“ publizieren.

Ich wünsche Ihnen und uns alles Gute, Gesundheit und verbinde das mit der Hoffnung, dass 2021 ein „ganz normales“ Jahr werden wird, wo wir uns dann im April in Cham treffen können.

Ingo Pötschke

Termine – Radiobörsen – Treffen



September 2020

Sonntag, 13. September 2020

Radioflohmarkt Breitenfurt

Uhrzeit: 9.00 bis 13.00 Uhr

Ort: Mehrzweckhalle, Schulgasse 1, A-

2384 Breitenfurt

Aufbau für Verkäufer ab 8.00 Uhr

Abgesagt

Tische sind vorhanden, Anmelde-
schluss zwei Wochen vor der Veran-
staltung.

Sonntag, 20. September 2020

58. Radio- und Grammophonbörse

Uhrzeit: 9.00 bis 14.00 Uhr

Ort: Cornelius Gymnasium, Südring
150, 45711 Datteln

Anfahrt: A2, Abfahrt Datteln/Henri-
chenburg

Eintritt: € 3,00, Tische: € 6,50/m
Parkplätze sind vorhanden, etwa 200
m Entfernung von der Stadthalle.

Sonntag, 26. September 2020

Mitteldeutscher Radio- und Funk-
markt in Garitz

Uhrzeit: 9.00 bis 12.30 Uhr

Ort: Kulturhaus Garitz, Am Weinberg
1, 39264 Garitz bei Zerbst

Einlass für Aussteller ab 7.00 Uhr, Kaf-
fee und Frühstück ab 8.00 Uhr. Über-
nachtungsmöglichkeiten und Stell-
plätze für Wohnwagen sind vorhan-
den.

Tischgebühr € 5,00, Eintritt € 1,00.

Sonntag 27. September 2020

29. Radio- und Funktechnikbörse Bad
Dürkheim

Die Tausch- und Sammlerbörse für die
Freunde alter Radio-, Phono-, HiFi-,
Funk- und Fernsehtechnik und Ama-
teurfunk.

Uhrzeit: 9.00 bis 13.00 Uhr, Eintritt
frei

Ort: 67098 Bad Dürkheim-Ungstein,
Weinstraße 82, Restaurant "Honig-
säckel"

Verpflegung wird angeboten!

Hinweis: Wegen Corona erfolgt die
Ankündigung unter Vorbehalt. Es
kann in der derzeitigen Situation nicht
vorhergesehen werden, ob die Veran-
staltung durchgeführt werden kann.
Bitte informieren Sie sich rechtzeitig.

Ausstellerinfo:

Tische vorhanden, Tischgebühr € 15,-
pro Tisch (runde 1,8 m, wenige recht-
eckige ca. 2,2 m x 0,8 m)

Aufbau ab 7.00 Uhr, Abbau ab 13.00
Uhr.

Achtung: Keine gewerblichen Ausstel-
ler!

Oktober 2020

Sonntag, 11. Oktober 2020

62. Bad Laasphe Radio- und Schall-
plattenbörse

Uhrzeit: 8.30 Uhr bis 13.00 Uhr

Ort: Haus des Gastes, Wilhelmsplatz
3, 57334 Bad Laasphe (in der Stadt-
mitte)

Info: Förderverein Internationales Ra-
diomuseum Hans Necker e.V., Tel.:

Tausch- und Sammlermarkt für
Freunde alter Elektronik. Der Eintritt
für Besucher ist frei. Tische für Aus-
steller sind ausreichend vorhanden.
Jeder Tisch ist 1,20 m lang und kostet
6,00 € Standgebühr. Aufbau der
Stände ab samstags 17.30 Uhr. Das
Be- und Entladen ist vor dem Eingang
möglich und kann schon samstags ab
17.30 Uhr vorgenommen werden.
Parkplätze stehen in unmittelbarer
Nähe neben der Sparkasse kostenfrei
zur Verfügung. Das Museum ist an
diesem Sonntag schon ab 13.00 Uhr
geöffnet.

November 2020

Sonntag, 1. November 2020

Spätherbst-Sammlerbörse Radio Funk
Phono Fernsehen 2020 in Kelsterbach

Uhrzeit: 9.00 bis 14.00 Uhr

Ort: Fritz-Treutel-Haus, Bergstr. 20,
65451 Kelsterbach

Weitere Infos wie Reservierung,
Anfahrt usw. auf der Homepage
www.nwdr.de

Hinweise: Tischgebühr € 9,00, Aufbau
ab 8.00 Uhr möglich. Zu dieser 9. Ver-
anstaltung gibt es zeitgleich wieder
eine interessante Ausstellung.

Korrektur

Der Muthesiusbau (Titel „Funkge-
schichte 251“) steht natürlich in
Nauen. Danke, liebe aufmerksame
Leser!

Leserpost

Zu einem Beitrag aus der „Funkgeschichte 251“ liefert uns Friedrich Karl Engel, Mitautor des (aus Sicht der Redaktion) wirklich gut recherchierten Buches „Zeitschichten: Magnetbandtechnik als Kulturträger“ interessante Ergänzungen. Vielen Dank für den kompetenten Beitrag!

Der Beitrag „Valdemar Poulsen und das Telegraphon“ von Michel Receveur (FG 251/2020, Seite 159 ff.) enthält einige Unebenheiten.

Zu Oberlin Smith: Sein favorisierter Vorschlag für den Informationsträger war ein Textilfaden, in den nicht zu kurze Abschnitte eines dünnen Stahldrahts eingebettet sein sollten – die Länge sollte mindestens dem dreifachen Durchmesser entsprechen. Damit kompensierte er den Umstand, dass nach damaligem Wissen keine lokal definierte Magnetisierung möglich sei.[1]

Zu Peder Oluf Pedersen (nicht Peder-son): Er war nicht nur Mitarbeiter, sondern gleichberechtigter Partner Valdemar Poulsens. Sein Patent „Magnetizable Body for the Magnetic Record of Speech, &c.“ US-Patent 836,339, angemeldet 1901, beschreibt die Urform der magnetischen Festplatte.

„Anrufbeantworter“ (so im Text mit Bezug auf Bild 5): Allen Telegraphone (ebenso Dailygraph, Textophon u.a.m.) fehlte die Funktion „Beantworter“, die eine Vorrichtung zum Aufnehmen und Abspielen einer vor-aufgezeichneten Information voraussetzt. Den vermutlich ersten vollautomatischen Anrufbeantworter, genannt „Ipsophon“, hat der deutsche Erfinder Willy Müller in den 1940er Jahren entwickelt. [2]

Zum dänischen Patent DK 2653: Hier wäre nachzutragen, dass bereits am 10. Dezember 1898 das DE 109 569 („Verfahren zum Empfangen und zeitweisen Aufspeichern von Nachrichten, Signalen o.dgl.“) in Deutschland angemeldet wurde.

Zur Franz Joseph-Aufnahme: Sie fand (knapp ein Jahr nach Ende der Weltausstellung Paris) am 13. Oktober 1901 in Wien statt [3]. Mehrere Quellen führen Franz Josephs betont kurze Stellungnahme darauf zurück, dass seinerzeit Kaiserworte exzessiv für Werbezwecke benutzt wurden.

Zu Gaumont: Hier irritiert „...Gaumont entscheidet sich für das magnetische Aufzeichnungsverfahren von Poulsen. Es entstand ein Vertrag zwischen den beiden Erfindern zur Nutzung des Telegraphons ...“ Ohne hier ins Detail gehen zu können: In den 1920er Jahren haben die beiden dänischen Erfinder Axel Petersen und Arnold Poulsen an einem Lichtton-Verfahren gearbeitet (Jossé, Entstehung des Tonfilms, Seite 173 ff.).

Zu Curt Stille: Seine Versuche mit Filmton basieren zwar auf Stahlband, ebenso die „Blattnerphone“. Das Diktiergerät „Dailygraph“ arbeitete jedoch mit Stahldraht in Wechsel-Kassetten. Als Weiterentwicklung baute die C. Lorenz AG ab etwa 1935 das Draht-„Textophon“ in mehreren Serien. Das am Ende des Aufsatzes genannte Gerät der Berner Firma Steiner ist ein Textophon der Baureihe BW 4. Die Dokumentationslage ist unbefriedigend.

Die „Blattnerphone“ – so genannt, nachdem Stille Patentrechte an den Filmproduzenten Louis Blattner abgetreten hatte – hat zunächst die Berliner Ferdinand Schuchhardt AG gebaut; die bekannteste Ausführung, MSR 3, hat Marconi Ltd., London, konstruiert und gefertigt.

Zu Fritz Pfeleumer: Sein 16 mm breites Magnetband hat er auf Papierbasis entwickelt. Nachdem sich die AEG das Patent DE 500 900 gesichert hatte, entwickelte sie in enger Zusammenarbeit mit der I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft Ludwigshafen (seit ca. 1948 wieder BASF) das Magnetophonband.

Zur Quellenauswahl: Hier wären zeitgenössische Standard-Veröffentlichungen vorzuziehen gewesen (eine deutschsprachige Auswahl):

Poulsen, Valdemar, Das Telegraphon, Annalen der Physik, Bd. 3 (1900), p. 754 - 760, 1900-11-15

Relstab, N. N., Der Telephonograph, ETZ 1901, H. 3, S. 58 f, Januar (Relstab war Mitarbeiter von Mix & Genest)

West, Julius H., Ueber den Telephonographen von Poulsen, Elektrotechnische Zeitschrift 1901, Heft 9, S. 191 – 194

West, Julius H., Der Telephonograph, ETZ 1901, Heft 11, 14. März 1901

Was gibt's denn Neues? / Der Kaiser in der Ausstellung österreichischer Er-

werbungen, Illustriertes Wiener Extrablatt, Nr. 281, Wien, Sonntag 13. Oktober 1901 (siehe auch Liebl, Christian)

Htz., Telephonie / Das Telegraphon, ETZ 1903, 10. Sept.; Heft 37 p. 752 f., 1903-09-10

Hyttén, Einar Alexander, Die neuesten Formen des Telegraphons, Elektrotechnische Zeitung 1907, Heft 36, Seiten 870 – 872

Neuere Publikationen:

Daniel, Eric D., Mee, C. Denis & Mark H. Clark (eds.). 1999. Magnetic Recording: The First 100 Years. New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Clark, Mark and Nielsen, Henry: Crossed Wires and Missing Connections: Valdemar Poulsen, The American Telegraph Company, and the Failure to Commercialize Magnetic Recording; The Business History Review, Vol. 69, No. 1 (Spring, 1995), pp. 1-41 [https://www.jstor.org/stable/3117119?seq=1]

Liebl, Christian, On the trail of the Telegraphone, IASA Journal, January, 2009: https://www.iasa-web.org/sites/default/files/iasa-journal-32-all.pdf (Seite 83)

Der Verfasser der von M. Receveur angegebene Quelle [2] heißt Paul Charbon.

Friedrich Karl Engel

Quellen

- [1] http://www.richardhess.com/tape/history/Engel--Oberlin_Smith_2006.pdf (PDF-Datei; 812 kB)
- [2] N. N., Telephone Answering History, <https://www.telecom-milestones.com/telephone-answering-history/>; Kursh, Harry, Modern Mechanix, Self-Answering Telephone Thinks and Talks, 1950-03; Knauth, Percy, The Ipsophone / This new gadget answers for you, LIFE, 1946-08-12, p. 13 f.
- [3] Liebl, Christian, On the trail of the Telegraphone, IASA Journal, January, 2009, <https://www.iasa-web.org/sites/default/files/iasa-journal-32-all.pdf>, Seite 83

HDTV in den USA: Auf dem Weg in die Digitalisierung

Der lange Weg zum HDTV, Teil 3

Rainer Bücken

In den 60er und 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts gerät die US-amerikanische CE-Industrie vor allem durch japanische Unternehmen unter heftigen Druck. Und der nimmt selbst in den 90er Jahren weiter zu. Neue Techniken sollen für neue Umsätze sorgen. So richtet die Society for Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) bereits 1977 eine "Study Group on HDTV" ein. Und 1981 wird Nippon Hōsō Kyōkai (NHK), der öffentlich-rechtliche Rundfunk Japans eingeladen, während der SMPTE-Winterkonferenz ihren HDTV-Prototyp vorzustellen. Zunächst aber zur TV-Historie der Consumer Electronics, die hier nur schlaglichtartig dargestellt werden kann – und ohne Anspruch auf Vollständigkeit...

Frühe Versuche mit Fernsehen in den USA

Recht früh entstehen in den USA die ersten Unternehmen im Bereich Unterhaltungselektronik, so 1919 die Radio Corporation of America (RCA) mit dem rührigen David Sarnoff als General Manager und späteren Präsidenten. Ein erstes Fernsehpatent erwirkt C. Francis Jenkins 1922 für drahtlose Bildübertragung und sein „Prismatic Ring Scanning System“ (Bild 1). Eine reguläre „Radio-movies“-Übertragung findet am 6. Juli 1928 statt. Mit einem mechanischen 24-Zeilen-System beginnt Ernst F.W. Alexanderson von General Electric schon im Januar 1928 einen regulären TV-Dienst in Schenectady, New York (Bild 2). Auch ein 48-Zeilen „Flying Spot“-System von Frank Gray wird eingesetzt, drei Empfänger setzen die empfangenen Signale in Bilder um.

Eine Bildübertragung per Telefonleitung stellt Herbert E. Ives bereits 1927 zwischen New York City und Whippany, New Jersey vor. Das Bild soll auf einem 60 cm x 90 cm großen Lampen-Display zu sehen sein. Heißt es.

Aus Chicago kommt die Nachricht, dass Ulises Sanabria ein TV-Labor errichtet. Die Idee: Television könnte Live-Ereignisse filmen und in Theatern wiedergeben. Doch dazu sind eben Großbildprojektionssysteme erforderlich. An die war nicht zu denken.



August 1925 "Popular Radio"
 THE FIRST MOTION PICTURE MACHINE
 This machine—created by its inventor, C. F. Jenkins—was standard motion picture film. The changing pictures on the film are focused on the flat surface of the lens. The lens which projects these pictures onto the larger lens in the lower end of the two small cylinders directly in front of the inventor.

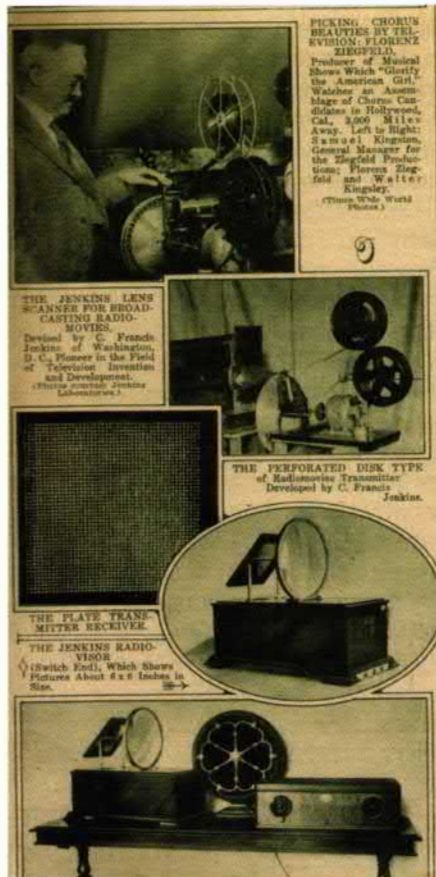


Bild 1: C. Francis Jenkins erwirkt 1922 in den USA ein erstes Fernsehpatent für drahtlose Bildübertragung und sein „Prismatic Ring Scanning System“ Foto: Popular Radio

Acht mechanische TV-Systeme sind in den USA von 1927 bis 1933 im Einsatz, Unternehmen wie Bell Labs, RCA (Bild 3), General Electric, Western Television (Bild 4), Charles Jenkins Laboratories sowie CBS New York sind – laut SMPTE-



Popular Mechanics Magazine

WRITTEN SO YOU CAN UNDERSTAND IT
 Vol. 49 APRIL, 1928 No. 4



Behind a Little Three-Inch-Square Aperture, the Moving Picture from the Radio Studio Appears. While the Viewer, with a Post Office in His Hand, Keeps the Picture Inconspicuous...
 GROUPS of people sitting in various homes at Schenectady, N. Y., a few weeks ago, saw the performers in a distant broadcasting studio fit across a tiny screen, and from the loud speaker of a radio set heard them talk.
 Television, a laboratory plaything that has interested scientists for several years, had arrived.
 A large, square cabinet, built somewhat like the bigger talking-machine models, is the first home receiver for radio-transmitted images. The dial of a receiver protrudes from its middle, and above them, at the eye level of the seated spectator, appears a three-inch-square window, behind which is the screen on which the images are formed.
 The one great problem that has perplexed television experimenters for years—how to synchronize the transmitter and the receiver—was solved by simply ignoring it. Instead of all the elaborate, and very expensive, equipment necessary to keep the whirling disk of pictures that paints the image on the receiver screen in absolute step with the corresponding mechanism that transmits the original

Bild 2: General Electric produziert 1928 den Octagon-Fernseher im Rahmen des experimentellen TV-Dramas „The Queen's Messenger“ in Schenectady, New York. Sowohl in der Tages- als auch der Fachpresse wird darüber berichtet Foto: Early Television Museum, Hilliard, OH

Journal des Jahres 1984 – dabei. Mit dem Ziel der Standardisierung gründet die am 9. Oktober 1928 entstandene Radio Manufacturers Association (RMA) das Television Standards Committee, das zunächst 24- und 60-Zeilen-Systeme mit 7,5 bis 21 Bildern pro Sekunde, progressive oder interlaced, in verschiedenen Bild-Seiten-Verhältnissen behandelt. Unter „progressive Scan“ versteht man die Bildübertragung als Vollbild, „interlaced“ ist die Übertragung von

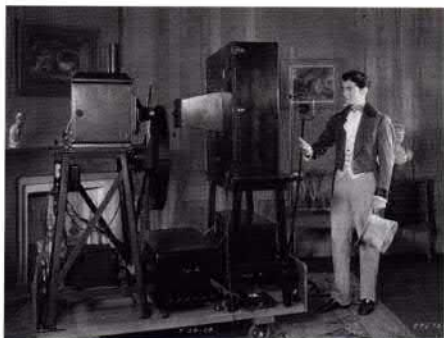


Bild 3: Experimentier-Studio von General Electric um Jahre 1928. Der Kasten enthält die rotierende Abtastscheibe Foto: John Pinckney



Bild 4: „Scanning Disc Television“ von Western Television aus dem Jahre 1929
Foto: Steve McVoy/TVhistory.TV Library

Halbbildern, das Bandbreite sparende Zeilensprung-Verfahren. 1929 wird der erste TV-Standard der RMA – der späteren Electronics Industries Association (EIA) – durch die Federal Radio Commission FRC, dem FCC-Vorgänger, standardisiert. So werden u.a. 60 Zeilen, 20 Bilder pro Sekunde (B/s) und eine Kanalbandbreite von 100 kHz festgeschrieben.

Voll-elektronisches Fernsehen

Neben den mechanischen Systemen geht es Anfang der 1930er Jahre auch in den USA um vollelektronische Systeme. So arbeitet Philo T. Farnsworth (1906-1971) an einer vollelektronischen Fernsehketten und reicht am 7. Januar 1927 sein erstes Patent ein. Im Sommer 1929 wird der Prototyp vorgestellt – bestehend u.a. aus einer „Image Dissector“-Kamera-Röhre und einer Kathodenstrahlröhre für die Wiedergabe. Ein Prinzip, das sich Jahrzehnte lang hält. Immerhin soll es sich bereits da um 200 Zeilen handeln, die wiedergegeben werden – bei 15 B/s.

Vladimir Zworykin (1888-1982) ist in den 1920er Jahren bei Westinghouse Electric and Manufacturing Corporation tätig und lässt sich am 29. Dezember 1923 die Ikonoskop-Aufnahmeröhre patentieren. 1924 und 1925 baut er ein TV-System mit seiner Aufnahmeröhre und einem Oszillographen zur Wiedergabe. Ein komplettes funktionsfähiges System mit drahtloser Übertragungstechnik ist am 17. August 1929 einsatzbereit. Im November des gleichen Jahres werden sechs Heimempfänger versorgt – mit 120 Zeilen und 24 B/s.

In den Laboren von RCA wird ebenfalls emsig an der Fernsehtechnik gewerkelt. Hier sind es u.a. Elmer W. Engstrom, Alfred N. Goldsmith und wiederum Vladimir Zworykin (der dazu Westinghouse verlässt), die der Fernsehtechnik weitere wesentliche Impulse geben. Zworykins Kinescope – so der Name für seine Bildröhre – ist mit grünem Phosphor beschichtet (Bild 5). Randall Ballard bekommt bereits 1932 ein Patent für das Interlaced-Prinzip für die Filmabtastung mit Lochscheibe. Immerhin – von 100 auf 441 Zeilen in 10 Jahren (1927-1937), eine enorme Entwicklung, getrieben durch eine relativ kleine Gruppe von Wissenschaftlern und Technikern. In den USA erteilt die Federal Radio Commission bereits 1932 insgesamt 20 Experimentier-Lizenzen. Am 24. August 1934 kann Farnsworth sein System im Franklin-Institut vorstellen. 200 Personen nehmen an der 15minütigen Vorführung teil, schauen sich die Bilder auf einem 77 Quadratzentimeter-Schirm an und zahlen sogar 75 Cents dafür. RCA kann während ihrer ersten Presse-Vorführung am 6. November 1936 zwar ein TV-System vorstellen, doch Bildaufnahme und Übertragung machen zahlreiche Probleme. Auch wird im gleichen Jahr von einer terrestrischen und voll-elektronischen 300-Zeilen-TV-Übertragung in Los Angeles gesprochen.

Der erste elektronische Fernseher kommt – laut Philip J. Cianci im SMPTE-Jubiläumsband „Magic and Miracles“ – im Juni 1938 durch Communicating Systems in den Handel, ein Jahr später folgen Andrea Radio, American Television Corporation, DuMont (Bild 6), Garod, GE, Pilot, RCA, Stewart Warner und Westinghouse. RCA beginnt mit einer Serienproduktion von Empfängern in Vorbereitung regulärer TV-Sendungen durch seine NBC Broadcasting Division. Mit dem Versuchssender auf dem 443 m hohen Empire State Building werden immerhin ab April 1937 schon 441-Zeilenbilder übertragen, bis dahin sind es 343 Zeilen. (Bild 7). Am 20. April 1939 er-



Bild 6: Der erste kommerzielle vollelektronische Fernseher der USA kommt von DuMont, Modell 180

Foto: Early Television Museum, Hilliard, OH

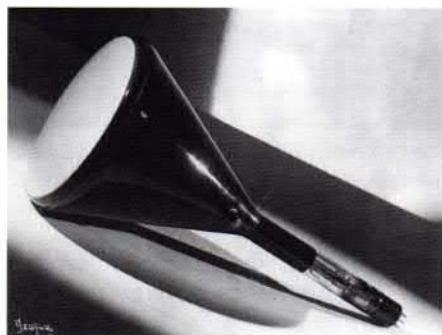


Bild 5: Anfang der 30er Jahre entwickelt Vladimir Zworykin das Kinescope, so der Name für seine Bildröhre, die mit grünem Phosphor beschichtet ist Foto: Archiv: David Sarnoff Collection



Bild 7: Für seine NBC Broadcasting Division geht RCA mit einem Versuchssender gar auf das 443 m hohe Empire State Building und sendet ab April 1937 schon 441 Zeilenbilder Foto: Archiv NBC History



Bild 8: Die Eröffnung des RCA-Pavillons während der New York World's Fair durch RCA-Präsident David Sarnoff am 20. April 1939 wird zu einem frühen TV-Ereignis Foto: Archiv David



Bild 9: Kommerzieller Fernseher von RCA aus dem Jahre 1947

Foto: Archiv David Sarnoff Collection

öffnet RCA-Präsident David Sarnoff den RCA-Pavillon während der New York World's Fair (Bild 8). Dort erleben viele Messebesucher erstmals das Medium Fernsehen. Doch erst zehn Tage später findet die eigentliche Eröffnungsfeier mit Präsident Franklin Delano Roosevelt statt, die auch übertragen wird. Rund 1000 Haushalte dürften zu der Zeit einen Fernsehapparat besitzen. Einen Tag später beginnt der Handel mit RCA-Empfängern (Bild 9). Auch Teilnehmer der SMPTE Convention – damals fehlt das „T“ noch – besuchen die Ausstellung und können am ersten TV-Erlebnis teilnehmen. Mit Farnsworth gibt es heftige Patentstreitereien, doch kann Sarnoff bis zum Ende der Patentlaufzeit 1947 von RCA- und anderen Geldern zehren.

Die FCC kündigt im Dezember 1939 an, den Standardisierungsprozess aufzunehmen. Doch die FCC will nicht alle Parameter festklopfen, sondern zunächst nur die 6 MHz Kanalbandbreite. Die meisten Broadcaster haben sich indes schon für 441/60i (Zeilen / Bilder pro Sekunde, i für interlaced) entschieden. 1940 wird das National Television Systems Committee (NTSC) gegründet, am 31. Juli findet die erste Versammlung statt. Am 8. März 1941 fällt die Entscheidung für nun 525 Zeilen, der Standard



Bild 10: Fernsehgerätefertigung bei RCA in den Jahren 1946/47

Foto: Archiv David Sarnoff Collection



Bild 11: John Logie Baird mit seinem mechanischen Telesvisor Foto: Baird Television

wird 1942 verabschiedet. Die Protagonisten hierfür sind RCA, Philco und DuMont. Schon damals bewährt sich das Prinzip der Industrie-Standardisierung mit der Übernahme der jeweils besten Komponenten der verschiedenen Vorschläge zu einem einzigen System. Übrigens findet sich im SMPTE Journal von 1984 eine Tabelle von „Electronic High-Definition Television Systems 1935-1940“ mit insgesamt 15 TV-Systemen von 300 über 441 und 525 – und damit NTSC – bis zu 800 Zeilen.

Die ersten kommerziellen Broadcaster in den USA sind CBS (Columbia Broadcasting System), NBC (National Broadcasting Company) und DuMont, gesendet wird ab 1. Juli 1941 zunächst in New York, Los Angeles, Chicago, Phi-

adelphia usw. Etwa 7.000 Haushalte werden erreicht. Doch diese Aktivitäten enden mit dem 7. Dezember 1941 und dem japanischen Angriff auf Pearl Harbor. Schon am 1. September 1939 schaltet BBC London während des laufenden Programms seinen Fernsehdienst ab. Vom Eiffelturm in Paris wird ab Juni 1940 nicht mehr gesendet, weder TV noch Hörfunk. Fernsehen wird weltweit eine Sache der Militärs. 1947 gibt es in den USA 517 Broadcast-Stationen, und 14.000 Fernseher werden im Jahr produziert. Bereits ein Jahr später sind es eine Million und 1950 wird eine Produktionsleistung von 10 Millionen Geräten erreicht (Bild 10).

Der Kampf um die Farbe

Schon sehr frühzeitig wird versucht, den vor sich hin flimmernden Fernsehbildern einen Hauch von Farbe zu verpassen. Anfang 1927 startet der Schotte John Logie Baird in London seine Farbfernseh-Experimente „als Gegenmittel zur Langeweile der Sitzungssäle“ – so Sydney Mosely 1952 in „John Baird – The Romance and Tragedy of the Pioneer of Television“. Dabei wird eine Scheibe mit drei Lochspiralen genutzt, jede mit roten, blauen oder grünen Farbfiltern versehen. Auf der Gegenseite eine ähnliche Anordnung, die Bilder werden als „eindrucksvoll“ und „sehr faszinierend“ bezeichnet – trotz ihrer Größe von einem Quadrat-Zoll. Ende des Jahres findet eine öffentliche Vorführung in Glasgow statt (Bild 11). Anfang der 30er geht auch Baird ins voll-elektronische Lager, verliert aber 1935 mit seiner 240-Zeilen-Technik bei der BBC gegen die 405 Zeilen von Marconi-EMI. Auch die stereoskopische Technik und selbst die Bildplatte haben es Baird angetan – ist aber hier nicht das Thema.

Baird demonstriert sein „Color Television“ am 3. Juli 1928, ein Jahr später folgt Herbert E. Ives mit weiteren Farbvorführungen und Baird – so SMPTE – 1944 mit einem vollelektronischen 600-Zeilen-System. Alle diese Techniken eignen sich indes nicht für kommerzielle Nutzung.

Peter C. Goldmark hat 1926 den Bairdschen Telesvisor weiterentwickelt, das Bild vergrößert und innerhalb der CBS vorangetrieben. Anfang der 1940er Jahre wird ein System mit einem rotierenden Farbfilterrad vorgestellt. Doch die TV-Entwicklung wird durch den Eintritt der USA in den Zweiten Weltkrieg unterbrochen, wird aber nach dessen Ende sofort wieder aufgenommen – Richtung Farbe. Die FCC veröffentlicht

im September 1950 den „First Report of the Commission on Color Television Issues“, in dem drei Kandidaten für die Farbtechnik aufgelistet sind. Zunächst ausgeschlossen wird das NTSC-kompatible zeilensequentielle CTI-System der Color Television Inc., gegründet 1947. Bei diesem erstmals am 20. Februar 1950 präsentierten Farbsystem wird in jeder Zeile eine andere Grundfarbe dargestellt und projiziert. Auch das punktsequentielle und ebenfalls NTSC-kompatible RCA-System findet keine Gnade und wird abgelehnt. Beide Verfahren dürfen jedoch von kommerziellen Broadcastern genutzt werden. Übrig bleibt das erwähnte CBS-Verfahren.

Allerdings ist die Technik inkompatibel mit vorhandenen Schwarzweiß-Empfängern (525/30i) und macht nur kleine Bildschirmdiagonalen möglich. Außerdem stören die Laufgeräusche des Farbrades. Trotzdem wird diese CBS-Farbrad-Technik am 11. Oktober 1950 durch die FCC als nationaler Farb-TV-Standard festgelegt. Die Nutzer von inzwischen 10 bis 15 Millionen TV-Geräten können und wollen nicht verstehen, dass die neue Farbfernseh-Technik ihre Geräte regelrecht „alt“ aussehen lässt und noch nicht einmal Schwarzweiß-Bilder möglich macht.

Drei Farb-TV-Scanning-Verfahren

Es ist also zunächst das Teilbildsequentielle und NTSC-inkompatible Farb-Scanning Verfahren von CBS, das die Farbe bringen soll. Ein vollelektronisches System ist zum damaligen Zeitpunkt zunächst noch nicht möglich, vor allem wegen der fehlenden Wiedergabegeräte. Auch wird die CBS-Technik nicht von anderen Broadcastern unterstützt. Mit dem Kauf von Hytron's Air King Röhren-Company kann CBS 1951 NTSC-Farbgeräte fertigen, die auch Schwarzweiß-Sendungen empfangen können. Allerdings – nur 200 Exemplare sollen in den Handel gekommen sein. Der Programmdienst startet am 21. Juni 1951 an der Ostküste mit fünf angeschlossenen Stationen. Als Höhepunkt wird am 25. Juni 1951 von CBS-Columbia die Ed Sullivan Show gezeigt – in Farbe. Die Gala ist auf rund zwei Dutzend CBS-Columbia-Farbfernseher des Modells 12CC2 mit einer 12-Zoll-Röhre zu sehen, ein Gerät, das neben 525/60 monochrom auch in Farbe mit 405 Zeilen und 144 Farb-Teilbildern bzw. 24 Farb-Vollbildern arbeitet (Bild 12).

Zur Übertragung sind zwei Kanäle erforderlich – 6 MHz für Schwarzweiß, 16 MHz für Farbe. Die Umschaltung erfolgt



Bild 12: Das CBS-Columbia-Farbfernseher-Modell 12CC2 mit einer 12-Zoll-Röhre kann neben 525/60 monochrom auch Farbe mit 405 Zeilen
Foto: Early Television Museum, Hilliard, OH

manuell, der Preis beträgt 500 US\$. Da jedoch bisherige Schwarzweiß-Empfänger mit den CBS-Farbsignalen nichts anfangen können, wird ein neues RTMA (Radio Television Manufacturers Association) installiert – für ein NTSC II.

Allerdings – am 21. Oktober 1951 hat es sich bereits ausgefunkt, Farbgeräte dürfen laut der National Production Authority in Folge des Korea-Krieges nicht mehr gefertigt werden. Trotzdem sind weitere Verfechter vollelektronischer Farbsysteme auf den Plan getreten. So geht es zunächst u.a. um das bildpunktsequentielle Verfahren der RCA und das zeilensequentielle von CTI, beide gelten als NTSC-kompatible Techniken. Aber auch andere Vorschläge stehen an. So demonstriert RCA ein Tricolor Delta-Delta Kinescope, Hazeltine u.a. ein „konstantes Luminanz Prinzip“ usw. General Electric, Philco u.a. stellen weitere Techniken vor. Bereits am 18. Juni 1951 kommt es zum ersten Treffen des neuorganisierten NTSC. So geht es den 315 Mitgliedern im neu installierten RTMA Television Committee mit NTSC II einzig um ein neues, kompatibles Farbsystem, das im November 1951 konzeptionell vorgestellt wird. Auch hier gilt es, eine Kombination der besten Elemente der fortschrittlichsten Vorschläge zu finden. Nach der Publizierung der neuen Spezifikationen am 2. Februar 1953 können Mitte Mai erste Tests – vor allem die Kompatibilität betreffend – beginnen.

Entsprechend weiterentwickelt und getestet wird der finale Vorschlag am 22. Juli 1953 an die FCC weitergeleitet. Die ersten Bildröhren haben das Format 9 Zoll x 12 Zoll, also circa 23 cm x 30 cm, doch Farbfernsehen braucht große Bilder. Mit der CBS-Hytron Comp. geschieht der Durchbruch, größere Bildröhren werden möglich. Am 15. Oktober 1953 wird der FCC das neue Fernsehen vorgestellt, am 17. Dezember ist der Standard festgeklopft, gesendet wird seit dem 1. Januar 1954: Die „Rose Parade“ in Kalifornien, ein nationales Ereignis, wird live übertragen. Am 4. Feb-

1954 RCA Color (USA)
15" Model CT-100



© 2003 TVhistory.TV

1954 RCA (USA)
17" Model 17S351



© 2004 TVhistory.TV

Bild 13: 1954 startet RCA mit dem Verkauf von 15- und 17-Zoll-Farbfernsehern. Doch so richtig zufriedenstellend ist die Qualität nicht
Foto: TVhistory.TV

ruar wird NTSC II aufgelöst. Beim NTSC-Verfahren kommt die Quadraturmodulation (QAM) zum Zuge, um zwei Farbdifferenzsignale mit einem Farbträger zu übertragen. Ansonsten wird die Bildfrequenz ein wenig geändert, von 60 Hz auf 59,94 Hz. Das Time Magazine disqualifiziert die Farbaktivitäten dennoch als „the most resounding industrial flop of 1956“. RCA/NBC starten mit öffentlichen Vorstellungen, um Farbfernsehen zu popularisieren – doch es hapert an Geräten dafür. Die Preiskalkulation sieht 1000 US-\$ für ein 12-Zoll-Gerät vor, doch wichtiger sind die 15- und 17-Zoll-Geräte (Bild 13). Zunächst senden nur NBC und CBS in Farbe – eine Stunde pro Woche. ABC hat sich zunächst für farbmäßige Abstinenz entschieden. Channel 5 startet am 15. April 1956 in Chicago mit einer Voll-Farb-Station. Diverse andere Staaten übernehmen die Farbtechnik aus den USA. Insgesamt ist das Thema Farbe in den ersten zehn Jahren nicht sonderlich erfolgreich. Erst in den späten 1960er Jahren kommen die meisten Sendungen in Farbe daher. Es braucht mehr als 10 Jahre, ehe in den USA Farbfernseher in größeren Stückzahlen in den Haushalten stehen. Erst 1974 sind es rund 45 Millionen Geräte und damit 67,3 %.

Das Studio-Equipment ist nicht leicht zu handhaben – 136 kg wiegt allein die erste RCA-Farbkamera, die sich zudem

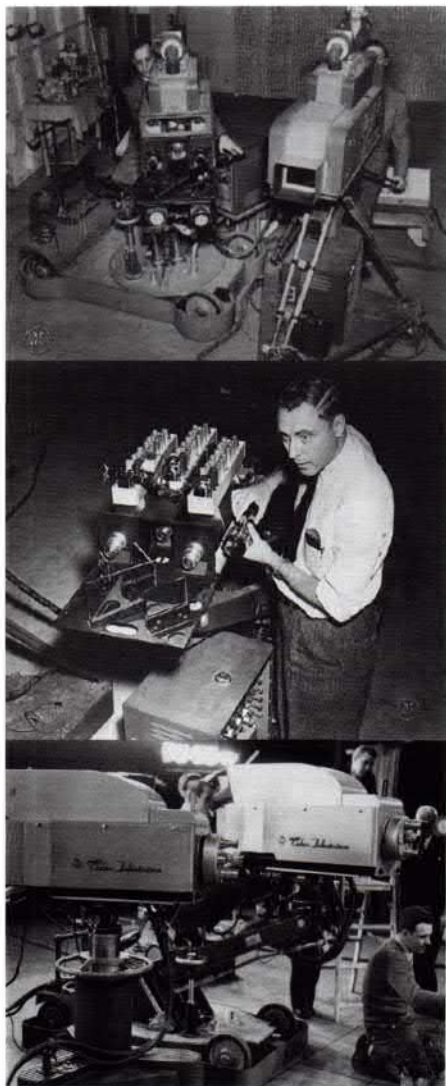


Bild 14: Kameras sind in den Anfangsjahren nicht nur groß, klobig und schwer, sondern auch extrem lichtbedürftig
Foto: eyesofageneration.com

bei Aufnahmen als extrem lichtbedürftig zeigt (Bild 14). Probleme gibt es auch mit Sponsoren und der werbetreibenden Industrie – sie wollen anfangs für Farbe nicht mehr zahlen. Übrigens basieren die später entwickelte PAL- und Secam-Techniken auf dem NTSC-Verfahren...

Während in Frankreich durch Henri de France von der „Compagnie de Television of Paris“ das sog. SECAM- (Sequential Couleur Avec Memoire, für Sequential Color with Memory) entwickelt und ab 1967 genutzt wird, kommt das Team um Walter Bruch mit dem Phase Alternation Line-System (PAL) daher. Wenngleich SECAM vor allem in den sozialistischen Staaten genutzt wird, findet PAL nach der spektakulären Einschaltfeier während der IFA am 25. August 1967 deutlich mehr Lizenznehmer, die jedoch – wie in Großbritannien – auch Variationen der Technik einsetzen.

Bildverbesserungen auf der Tagesordnung

NTSC, PAL und Secam haben alle ihre systembedingten Macken. So wird versucht, diese Mängel – auch als Artefakte bezeichnet – mit Kammfiltern, progressiven Abtasttechniken, Trennung von Farb- und Helligkeitsinformationen durch digitale Signalverarbeitung usw. zu „heilen“. Da ist dann von IDTV, ADTV oder EDTV (Improved-, Advanced oder Enhanced Definition) die Rede. Die Königsdisziplin der Bildverbesserungen ist jedoch zumindest in den 1980er Jahren HDTV.

Der Beginn der Forschungsarbeiten bei NHK in Japan für ein Future Television System im Jahre 1964 nach den Olympischen Spielen ist auch in den USA nicht verborgen geblieben, zumal bereits 1969 die Fortschritte während des Open House im Science & Technical Research Laboratories (STRL) in Tokio gezeigt werden (vergl. HDTV Teil 2 „Funkgeschichte“ 250). Am 13. Dezember 1971 kommt auf Drängen Japans ein „Proposal for a new study programme: High Definition Television“ zustande und wird zum Gegenstand der „CCIR-Study Group 11 – Television Broadcasting“ (Comité Consultatif International des Radiocommunications), geleitet von Prof. Mark Krivosheev (Марк Кривошеев, 1922-2018) vom Sowjetischen, heute Russischen Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Radiotechnik „Mark Krivosheev“ - NIIR. Die Basisparameter sind: Betrachtungsabstand 3 x Bildhöhe im Gegensatz zum Standard-TV mit 5 x Bildhöhe; doppelte horizontale und vertikale Auflösung; größeres Bildseiten-Verhältnis (zunächst 5:3), kurzum, ein zukunftssicheres Broadcast-Medium, das 1975 mit 1125 Zeilen und 60 Hz seine Akzeptanz findet. So wird während der Vollversammlung des CCIR 1974 in Genf das „Study Program“ für HDTV angenommen.

Anfang der 1980er Jahre sind die meisten Geräte für die HDTV-Produktionskette als Prototypen fertig, das erste HDTV-Programm wird 1982 produziert, ein analoger HDTV-Recorder macht es möglich. NHK sieht die HDTV-Technologie nicht nur für Broadcasting, sondern auch für elektronisches Kino, Medizin, Bildung, Museen, Kongresse, Drucktechnik usw.

Advanced TV in den USA

Heftig diskutiert wird in den USA, ob der aus Japan kommende völlig inkompatible MUSE- oder der europäische HD-MAC-Weg der richtige ist. Alternativ sind

verschiedene A(D)TV-Lösungen im Gespräch. Schließlich geht es auch darum, Investitionen in vorhandene Gerätetechnik sowie in Arbeitsplätze zu schützen. Doch das Interesse an der japanischen Technik überwiegt und so richtet die SMPTE bereits 1977 eine Study Group HDTV ein. Während der 15th SMPTE Annual Television Conference am 7. Februar 1981 können sich Joseph A. Flaherty (CBS), Francis Ford Coppola (Regisseur und Produzent), Joseph Polonsky (Thomson-CSF) und Takashi Fujio (NHK STRL) die Bilder eines reinen Kurzschlussbetriebs von analoger Ikegami HD-Kamera, einen Sony-Videorecorder und Projektor sowie Monitor von Panasonic ansehen (Bild 15). Die Veranstaltung findet in Japan einen größeren Widerhall als in den USA selbst (siehe auch „Funkgeschichte“ 250, Teil 2 dieser Reihe). Vor allem die sehr lobenden Aussagen der SMPTE-Experten kommen gut an...

Im gleichen Jahr gibt es eine Demonstration bei CBS und 1982 bei der EBU in Killarney, Irland, gewissermaßen der Start europäischer HDTV-Aktivitäten. 1983 wird bei NHK das Bandbreiten-Reduktionssystem MUSE (steht für „Multi sub-Nyquist sampling encoding“) entwickelt. Es reduziert die Bandbreiten von 30 MHz auf 8,1 MHz. Damit kann das HDTV-Signal über einen Satelliten-Transponder mittels Frequenzmodulation übertragen werden. Die erste praktische MUSE-Übertragung gibt es 1985 während der Tsukuba Expo'85 in der Nähe Tokios (siehe auch „Funkgeschichte“ 250, Teil 2 dieser Reihe) (Bild 16). Anschließend beginnt damit das sog. „Experimental Broadcasting via Satellite“.

Japan versucht massiv, Mitstreiter für den HDTV-Standard 1125/60 zu finden – neben den USA wird auch Europa interessant, besser noch die gesamte Welt.

Die XVI. Plenarversammlung des CCIR findet im Mai 1986 in Dubrovnik statt. Zum ersten Mal ist die HDTV-Produktionstechnik Gegenstand einer CCIR-Beratung. Allerdings bewirkt die europäische Delegation eine Vertagung dieses Punktes – um vier Jahre. Man braucht Bedenk- und Handlungszeit. Zudem wird eine außerordentliche Zwischenkonferenz der CCIR Study Group 11 für 1988 festgezurr. Während der XVII. Plenarversammlung des CCIR in Düsseldorf kommt es 1990 unter Prof. Mark Krivosheev zu ersten Überlegungen für einen gemeinsamen Bildstandard, genannt Common Image Format CIF mit dem Bildformat 16:9, 1920 Bildpunkte pro Zeile und einer gemeinsamen Farbmetrik. NHK kommt damit ihrem Ziel – ein Standard für den flachen Bildschirm

an der Wand und alles in höchster Bildqualität – einen Schritt näher.

Zur Einordnung: 1989 startet in Japan die tägliche Hi-Vision-Übertragung mittels der MUSE-Technik. Die wird übrigens 2007 durch digitales Hi-Vision ersetzt. Schon im Dezember 2000 geht es mit digitalem Broadcasting via BS-Satellit los und im Dezember 2003 mit terrestrischem Broadcasting als Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB) in Tokio, Osaka und Nagoya. Neben dem HDTV-Signalanteil werden auch Signale für kleine Geräte sowie div. Daten- und Grafikdienste übertragen. Und: Die Schweiz beginnt 2007 mit der Übertragung von digitalem HDTV.

Aus 29 Kandidaten einen machen

Nach einer Sondersitzung des CCIR 1988 sollen die beiden existierenden Vorschläge – NHK mit 1125/60 und Europa mit 1250/50 – der Standardisierung zugeführt werden. Doch in den USA mag man weder den einen noch den anderen der beiden inkompatiblen Ansätze. So erhält das von der FCC eingesetzte Advisory Committee on Advanced Television Services (ACATS) von 23 Unternehmen und Organisationen insgesamt 29 System-Vorschläge, meistens hybride analoge/digitale Systeme, von „improved“ bis „enhanced“. Doch ohne einen gebauten und getesteten Prototyp fällt keine Entscheidung. Mehrere kleinere Allianzen aus Herstellern, Broadcastern und Verbänden bilden sich, um bessere Chancen für den Zuschlag im Wettlauf um einen neuen TV-Standard zu bekommen. Hier ein paar Beispiele:

Das Advanced Television Research Consortium (ATRC - eine Partnerschaft von Thomson Consumer Electronics, David Sarnoff Research Center, Philips Consumer Electronics und NBC Inc.) hat sich dem Advanced Compatible Television (ACTV) verschrieben. Das ACTV Video-Signal ist voll kompatibel mit der Empfangstechnik eines NTSC-Empfängers. Ein echter ATV-Empfänger bringt das breite Bild sowie erhöhte Helligkeit und Farbintensität (Bild 17). Dieses Consortium bekommt die Chance, auch noch mit einem volldigitalen System – Advanced Digital Television System (ADTV) – ins Rennen zu gehen.

NHK, nämlich Nippon Hoso Kyokai, präsentiert die MUSE-System-Familie von sieben MUSE-Varianten für Verteilung und Übertragung des HDTV-Signals. Nur zwei Varianten sind NTSC-kompatibel. (Bild 18)

Zenith Electronics und AT&T ist mit Digital Spectrum Compatible HDTV



Bild 15: Am 7. Februar 1981 können sich Joseph A. Flaherty (CBS), Francis Ford Coppola (Regisseur und Produzent), Joseph Polonsky (Thomson-CSF) und Takashi Fujio (NHK STRL) die HDTV-Bilder ansehen

Foto: Donna Foster-Roizen/SMPTE

(DSC-HDTV) dabei. Das ist ein komplett digitales System mit 787,5 Zeilen, progressiver Abtastung, square Pixel etc. Interlaced werden 1575 Zeilen in 1/30 Sekunde übertragen – oder 3 x 525 Zeilen.

Weitere Vorschläge kommen von der American Television Alliance ATA aus MIT und General Instrument Corporation. Die Bildquelle hat das Format 1280 x 720.

Bei den Vorschlägen handelt es sich insgesamt um zwei terrestrische Übertragungstechnische Ansätze, einmal ein NTSC-kompatibler Zusatzkanal (Augmentation) und dann ein separater HDTV-Kanal (Simulcast), die um die Gunst der Experten kämpfen. Mit dem 3-6 MHz-breiten Augmentation-Kanal wird aus dem 6-MHz-NTSC-Signal ein 9-12 MHz breites HDTV-Signal. Bei Simulcast werden zwei komplette TV-Signale ausgestrahlt, einmal NTSC und dann HDTV. Problem ist das für eine Übergangszeit benötigte Spektrum und eine komplette zweite Broadcast-Infrastruktur, wobei die NTSC-Strecke nach einer Übergangszeit entfallen soll.

Das FCC setzt demnach auf einen kompletten HDTV-Übertragungsstandard, eben den Simulcast-Ansatz, also vorerst weitere Nutzung eines einzigen 6-MHz-Kanals für analoges Fernsehen und einen weiteren für HDTV. Doch eine echte Einigung ist so ohne weiteres nicht möglich. Nach umfangreichen Tests, die sich von April 91 bis März 92 hinziehen, stellt Richard Wiley, Vorsitzender des ACATS, am 16. Februar 1993 fest, dass die Tests kein „superior System“ ergeben hätten. So bleiben nach 38 Testtagen für Simulcast-HDTV-Systeme und 43 Testtagen für Enhanced NTSC-Systeme nur Empfehlungen für die Bildung eines Super-Teams oder mehr Zeit und eine zweite Testrunde. Und alles unter der Überschrift: „Go-digital“.

Wird fortgesetzt. Ein Quellenverzeichnis wird am Schluss der Reihe veröffentlicht.



Bild 16: Erste öffentliche Vorführung des – analogen – japanischen Hi-Vision-Systems während der Tsukuba Expo '85 in der Nähe Tokios (siehe FG 250) Foto: R.Bücken



NTSC from Advanced Compatible Television (Photo of Actual Screen)



Advanced Compatible Television 1 (Photo of Actual Screen)

David Sarnoff Research Center
University of the Sciences
Newark, NJ

Bild 17: Beim ACTV-System (Advanced Compatible Television) vom David Sarnoff Research Center zieht sich ein NTSC-Empfänger ein „normales“ 4:3-Bild, während sich ein Breitbild-EDTV-Empfänger ein zeilensprungfreies 400-Zeilenbild aus vier Komponenten zusammensetzt Foto: David Sarnoff Research Center



Bild 18: Auch NHK versucht, mit Muse und Narrow-Muse in den USA eine kompatible Bildverbesserung zu erreichen Foto: R.Bücken

Autor:
Rainer Bücken

Die Mehrfachröhre 3NF - die erste integrierte Schaltung für den Loewe-Rundfunkempfänger OE333

Gert Pfahl

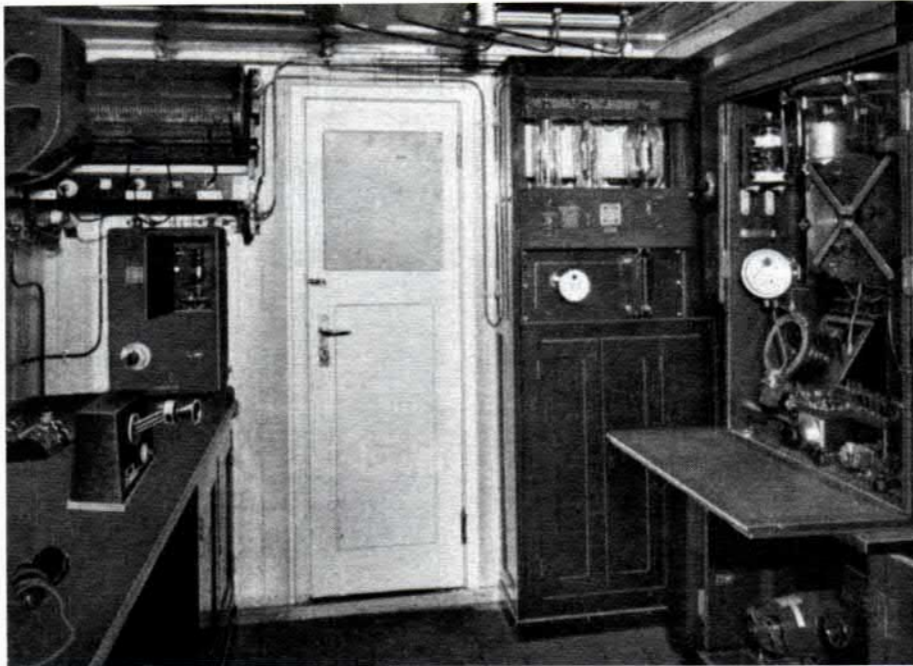


Bild 1: Funkstation eines deutschen Ozeandampfers ca. 1920 [4]

Die Erstveröffentlichung dieses Artikels erfolgte in „Scriptum – Publikation des Historischen Archivs der Infineon Technologies AG“ Heft 41 im Januar 2017. Der Artikel wurde gekürzt, im Layout an die „Funkgeschichte“ angepasst und in einigen Punkten (Antennen) aktualisiert.

Rundfunk auf Mittelwelle

Ein wesentlicher Impuls für die Entwicklung der Elektronik war die Gründung und der rasante Ausbau des Rundfunks in den zwanziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Der 29. Oktober 1923 ist die Geburtsstunde des öffentlichen Rundfunks in Deutschland. An diesem Tag strahlte die VOX-AG die erste Rundfunksendung in Berlin aus [1].

Gesendet wurde auf Mittelwelle. Dabei wurde die Amplitudenmodulation genutzt, um das aus Sprache oder Musik bestehende Nutzsignal mit dem hochfrequenten Trägersignal zu mischen.

Sende- und Empfangsgeräte einfacher Bauart kamen schon seit ca. 1900 auf Schiffen und später auch auf Luftschiffen zum Einsatz und dienten der Kommunikation mit den Küsten- bzw. Bodenstationen und anderen Schiffen (Bilder 1 und 2). Eine weitere wichtige Anwendung war die Funkpeilung, sie wurde zur Navigation von Luftschiffen genutzt [4].

In München begann die Rundfunkausstrahlung auf Mittelwelle am 30.03.1924 in der Arnulfstraße. Seit dem 3.12.1930 kamen die Sendungen des Bayerischen Rundfunks dann aus Ismaning. Die Abschaltung des dortigen letzten Mittelwellensenders des Bayerischen Rundfunks erfolgte rund 90 Jahre später am 30.09.2015. Dieser Sender hatte auf einer Frequenz von 801 kHz mit einer Leistung von 100 kW gearbeitet [2] und [3]. Damit endete die 91-jährige Geschichte der Ausstrahlung von Hörfunkprogrammen des Bayerischen Rundfunks auf Mittelwelle. Die Antenne wurde inzwischen am 21.06.2017 gesprengt [9]. Die Frequenz 801 kHz wird seit dem 09.09.2017 von einem Muse-

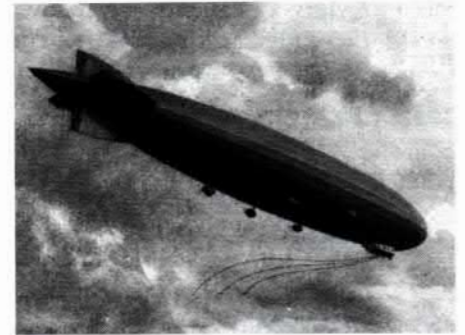


Bild 2: Luftschiff Z.R. III mit Langdrahtantennen, ca. 1925 [4]

umssender in Cham genutzt [10]. Eine der letzten Sendeantennen für Mittelwelle steht noch in Wilsdruff bei Dresden (Stand 14.07.2020). Auf der Frequenz 1044 kHz wurde bis 2013 das Programm des Senders MDR Info abgestrahlt.

In den Anfangsjahren des Rundfunks gab es in Deutschland viele begeisterte Amateure, die sich mit dem Bau von Rundfunkempfängern beschäftigten, da deren Kauf sehr teuer war und lediglich einer wohlhabenden Schicht vorbehalten blieb.

Detektorempfänger

Um Radio hören zu können, musste man außerdem eine Genehmigung beim Postamt beantragen. Diese Rundfunkgenehmigung berechnete zum Abhören des Unterhaltungsrundfunks mit genehmigten und gestempelten Rundfunkempfängern und war gebührenpflichtig. Darüber hinaus gab es auch eine Selbstbau-Genehmigung für Kristallempfänger, die zum Selbstbau eines Detektorradios ohne Röhren berechnete [5]. Die Empfangsgenehmigungen wurden durch die Deutsche Reichspost erteilt. In der entsprechenden Vorschrift hieß es: „Die Genehmigung darf nur unter folgenden Voraussetzungen erteilt werden: a) Der Antragsteller muß die deutsche Reichsangehörigkeit besitzen. Personen deutscher Abstammung, die eine fremde Staatsangehörigkeit besitzen ... können die Geneh-

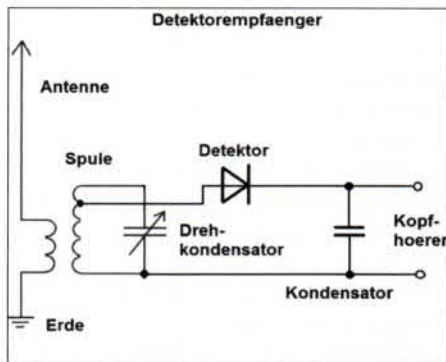


Bild 3: Schaltplan eines einfachen Detektorempfängers

migung erhalten, sofern gegen ihre Person nichts einzuwenden ist.“

Das Radiohören wurde also damals vom Staat strikt reguliert! Illegales Radiohören wurde sogar geahndet. Diese strengen Regulierungen ließen sich aber nicht durchsetzen, da ein Großteil der Hörerschaft mit selbstgebauten und nicht registrierten Empfängern den Rundfunk hörte. Somit wurden bereits im Jahr 1926 die Bestimmungen gelockert. Eine Rundfunkgebühr musste aber weiterhin entrichtet werden. Und das gibt es noch heute und heißt offiziell Rundfunkbeitrag.

Für den Radioempfang mit einem Detektorempfänger (Bild 3) brauchte man viel Geduld, denn der Radioamateur musste mit einer Metalldrahtspitze vorsichtig den Kristall abtasten, um eine Stelle mit guter Gleichrichterwirkung und somit einen guten Empfang zu ermöglichen. Dieser Vorgang wird in dieser „Funkgeschichte“ im Artikel über Ferdinand Braun beschrieben.

Bild 4 zeigt so ein Kristall mit Aufbewahrungsbox. Bild 5 zeigt die Bauteile für den Schwingkreis, der die Empfangsfrequenz bestimmte.

Ein weiterer Nachteil des Detektorempfängers war die schwache Empfangsleistung und seine geringe Lautstärke, da keine Bauteile mit verstärkender Eigenschaft zum Einsatz kamen. Nur die Energie des elektromagnetischen Feldes wurde durch die Antenne aufgenommen und konnte zum Betrieb des Kopfhörers genutzt werden.

Röhrenempfänger

Wer mit den bescheidenen Empfangsergebnissen des Detektorempfängers nicht mehr zufrieden war, konnte bei der Post auch eine Audion-Versuchsgenehmigung beantragen,



Bild 4: Aufbewahrungsbox für einen Detektor-Kristall aus Bleiglanz, der Kristall ist im Bild oben links zu sehen



Bild 5: Spule und Drehkondensator für den Schwingkreis waren weitere wichtige Bauteile eines Detektorempfängers (Firma Huth) [4]



Bild 6: Der Rundfunkempfänger Arcon bestand aus drei Stufen (HR, HV und DR) mit je einer Röhre, ca. 1925 [4]

die den Bau von Empfangsgeräten mit Elektronenröhren erlaubte. Elektronenröhren verbesserten die Empfangsleistung und die Lautstärke wesentlich. Die Verwendung von Röhren ermöglichte auch den Einsatz von Lautsprechern, was ein großer Vorteil im Vergleich zum Kopfhörer war, da nun mehrere Personen gleichzeitig die Rundfunksendung hören konnten.

Die ersten Rundfunkempfänger mit Röhren bestanden aus mehreren gekoppelten Stufen und waren groß, unhandlich und teuer. Für den in Bild 6 gezeigten Rundfunkempfänger waren z.B. drei der kostspieligen Elektronenröhren notwendig. Wegen der Ähnlichkeit wurden solche Geräte liebevoll auch „D-Zug“ genannt.

Loewe Mehrfachröhre

Um den Aufbau eines Rundfunkempfängers einfacher und wesentlich kostengünstiger zu machen, entwickelten Manfred von Ardenne und Dr. Siegmund Loewe daher eine sogenannte Mehrfachröhre. Auf diese Erfindung wurde Loewe im Jahr 1926 ein Patent erteilt [6].

Die erste Loewe-Mehrfachröhre hatte die Bezeichnung 3NF und beinhaltete drei Trioden, zwei Kondensatoren und vier Widerstände. Es handelt sich dabei um eine Eingangsstufe mit Demodulator, eine NF-Vorstufe

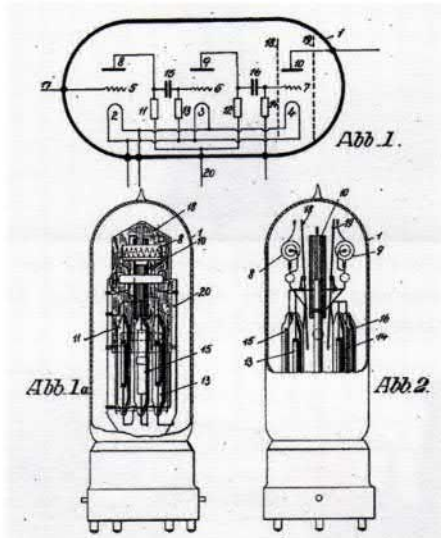


Bild 7: Abbildung der Loewe Mehrfachröhre in der Patentschrift DE 532 638 [6]



Bild 8: Rundfunkortempfänger Loewe OE333 mit der Dreifachröhre 3NF commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16952322

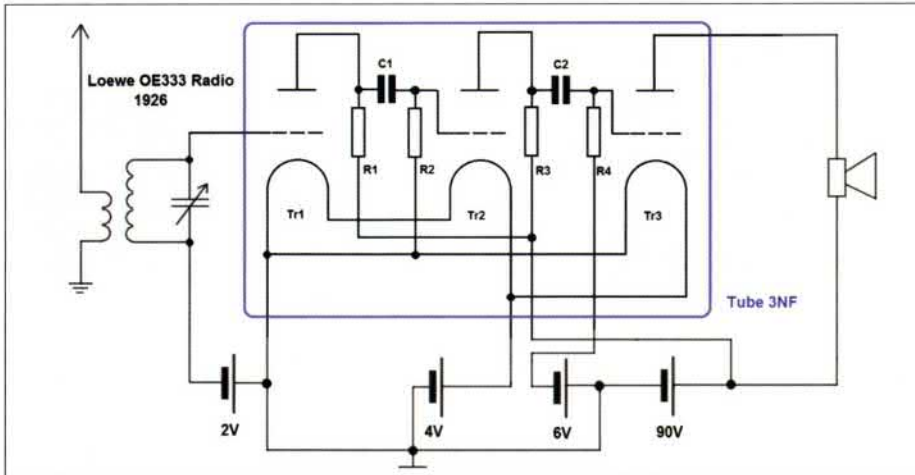


Bild 9: Schaltbild des Loewe® Ortsempfängers OE333, ca. 1926 (blau eingerahmt ist die Mehrfachröhre 3NF)



Bild 10: Diese Mehrfachröhre 3NF (4V Heizspannung und 90V Anodenspannung) ist heute noch funktionsfähig



Bild 11: Gut sichtbar sind die eingeschmolzenen Widerstände und Kondensatoren



Bild 12: Die drei glühenden Kathoden in Betrieb



Bild 13: Telefunken-Kofferradio Bajazzo mit geöffneter Rückseite



Bild 14: Größenvergleich, Röhrenkofferradio Bajazzo (1956) und 6-Transistor-Radio TR86 von Crown (1958)



Bild 15: Grundig-Kofferradio Music Boy 60 (1980er Jahre)

und eine NF-Endstufe. Diese Mehrfachröhre wurde im Rundfunkortsempfänger Loewe OE333 eingesetzt (Bild 8), Schaltbild 9. Die Loewe-Mehrfachröhre gilt als erste integrierte Schaltung, da alle Elemente eines RCgekoppelten Verstärkers in einem System vereint sind. Natürlich entspricht dieses Bauelement nicht einer integrierten Schaltung im heutigen Sinne. Mit der Idee, mehrere aktive und passive Bauteile in einem Bauelement zusammen zu fassen, wurde aber ein Grundprinzip der heutigen integrierten Schaltung vorweg genommen.

Die Vermarktung der Mehrfachröhre 3NF im Empfänger Loewe OE333 war ein großer Erfolg. Vom OE333 wurden ca. eine Million Geräte hergestellt. Der Stückpreis lag bei ca. 40 RM (Reichsmark). Das war ein akzeptabler Preis, da der in Bild 6 gezeigte Empfänger Arcon fast doppelt so teuer war (vergleiche [7] und [8]) Zum Vergleich: Das durchschnittliche jährliche Einkommen betrug 1926 etwa 1500 RM. 80 RM waren also zwei Drittel des monatlichen Einkommens und 40 RM nur ein Drittel.

Zum Rundfunkempfang waren neben der Mehrfachröhre als zusätzliche Elemente nur noch eine Antenne, ein Erdanschluss, der Schwingkreis mit Drehkondensator und Spule, eine Batterie für die Heizspannung und eine weitere für die Anodenspannung sowie die Gittervorspannung notwendig, um den Rundfunkempfang über einen Lautsprecher zu ermöglichen (Bild 9).

Der Großonkel des Autors hinterließ ihm ein Exemplar der Röhre 3NF. Diese Röhre funktioniert nach über 90 Jahren noch immer (!) und die folgenden Fotografien geben einen Eindruck von dieser ersten integrierten Schaltung (Bilder 10 bis 12).

In den folgenden Jahrzehnten wurde die Schaltungstechnik der mit Röhren bestückten Radioempfänger immer weiter perfektioniert. Bis in die 1970er Jahre gehörten mit Röhren bestückte Radios zur Grundausstattung der Haushalte.

Auch transportable, mit Elektronenröhren bestückte Kofferradios kamen in den 1950er Jahren auf den Markt. Die folgenden Bilder zeigen das Telefunken-Kofferradio „Bajazzo“ aus dem Jahr 1956. Für ein Kofferradio war es nach heutigem Verständnis sehr groß und mit 7,7 kg auch recht



Bild 16: AM/FM-Schaltkreis TDA1220, der im Grundig-Kofferradio Music Boy 60 verwendet wurde
Bilder 13 bis 15: Archiv Infineon

schwer. Die Ausstattung mit acht Röhren, 90-V-Anodenbatterie, Netztransformator und Ausgangsübertrager machte sich bemerkbar (Bild 13).

Der Größenvergleich zwischen dem Röhrenkofferradio Bajazzo und einem aus der gleichen Zeit stammenden Transistorradio in Bild 14 macht deutlich, dass der Röhrentechnik schon Ende der 50er Jahre mit dem Transistor ein ernsthafter Konkurrent erwachsen war, der bis in die 1970er Jahre dominierte und die Röhren komplett ablöste. Doch schon kündigte sich der nächst Schritt an.

Integrierte Schaltungen für Radios

In den 70er Jahren wurde die Transistortechnik schrittweise durch die integrierten Schaltungen ersetzt, die ein wesentlich kompakteres Design und eine verbesserte Schaltungstechnik für die Radioempfänger ermöglichte. Die Bilder 15 und 16 zeigen als Beispiel den Einsatz einer integrierten Schaltung TDA1220 in einem Grundig Kofferradio Music Boy 60 aus den 80er Jahren. Der TDA 1220 enthält einen kompletten AM/FM-Empfänger ohne NF-Verstärker.

Wie sich Radio vor 90 Jahren angehört hat

Beim Schreiben dieses Artikels kam der Autor auf die Idee, mit seiner funktionsfähigen Röhre 3NF den Radioempfänger OE333 nachzubauen, um zu erfahren, wie sich Rundfunkempfang vor 90 Jahren angehört haben muss. Das war nicht einfach!

Eine Langdrahtantenne und ein Erdungsstab brachten nicht genügend Empfangsleistung. Der Ortsempfänger OE333 war ja, wie die Bezeichnung bereits zum Ausdruck bringt, nur für den Empfang von ortsnahen Sendern geeignet.



Bild 18: Detail des Empfänger-Nachbaus

Aber mit einer Rahmenantenne war es möglich, in den Abendstunden zwei Sender auf den Mittelwellenfrequenzen 639 kHz und 657 kHz zu empfangen. Das waren Signale eines tschechischen und eines italienischen Senders.

Leider besitzt der Autor keinen hochohmigen Lautsprecher, wie er damals zum Einsatz kam. Also musste er einen Übertrager verwenden, um einen niederohmigen Lautsprecher bzw. das Aufnahmegerät an die Endstufe anschließen zu können.

Es würde mich freuen, Ihr Interesse an historischen Radios geweckt zu



Bild 17: Nachbau des Ortsempfängers Loewe OE333 mit Anodenbatterie, Batterien für die Gittervorspannung, Rahmenantenne, Drehkondensator und Übertrager in fliegender Verdrahtung

haben. Falls Sie diese historische Technik in Augenschein nehmen möchten, das Radiomuseum in Fürth und das Deutsche Museum in München bieten Gelegenheit dazu.

Kontakte zum Autor über

Quellen

- [1] Blumtritt, Oskar: „Nachrichtentechnik“, Deutsches Museum München, 1997
- [2] Bayerischer Rundfunk; Historisches Archiv www.br.de/unternehmen/inhalt/geschichte-des-br/chronik-uebersicht-100.html
- [3] Lutz, Harald: „Rundfunk-Sendeanlagen Funktürme, Masten und Antennen“, Siebel-Verlag 2005
- [4] Brömmer, Curt & Co. (Kamerad Werk Leipzig) : „Der Radiokamerad ein Ratgeber und Helfer in Rundfunkfragen“, 1925/26
- [5] Dencker, Friedrich; Dr. Fuchs, Franz; Guenther, Hanns; Dr. Lertes P.; Dr. Nesper, E.; Dr. Stuker, P.: „Wie erwerbe ich eine Versuchserlaubnis?“, Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart 1925
- [6] Dr. Siegmund Loewe, Mehrfachröhre, Patentschrift DE 532 638 vom 20.Juli 1926, Deutsches Patent- und Markenamt, Homepage <https://depatisnet.dpma.de/>
- [7] Radio Bauer Berlin S42 Preisliste, von: Radiomuseum, <http://www.radiomuseum-bocket.de/wp/der-oe-333-im-museum>
- [8] Angaben zum Durchschnittsgehalt nach: <https://de.wikipedia.org/wiki/Durchschnittsentgelt>
<http://www.wikipedia.com/>
- [9] <https://www.br.de/unternehmen/inhalt/technik/mittelwellenmastismaning-sprengung-100.html>
- [10] https://www.radiomuseum.org/forum/das_rundfunkmuseum_cham_offizielle_eroeffnung_am_09092017.html

Alle Bilder ohne Quellenangaben: G.Pfahl

Frühe Transistortechnik im Agentenfunk

Heiner Kilian

Dieser Artikel beruht auf zwei Beiträgen von Louis Meulstee's Website wftw.nl „wireless for the warrior“, was man mit „Funktechnik für den Krieger“ übersetzen kann. Er arbeitet unmittelbar mit Detlev Vreisleben, DC7KG zusammen, der Spezialist für Fragen des Agentenfunks ist. Die Beiträge wurden übersetzt von unserem Kurator Rüdiger Walz. Ich habe mir erlaubt, die Beiträge zu bearbeiten und in den historischen Zusammenhang zu rücken. Es ist meine erste eigene Veröffentlichung in der „Funkgeschichte“.

Die Spionage und das Verbindungswesen

Mit dem Begriff Verbindungswesen wird die Übermittlung von Instruktionen oder Aufklärungsergebnissen zwischen Auftraggeber und Geheimagenten im „Feindesland“ bezeichnet. Das spielte in der Spionage schon immer eine große Rolle. Wie sollte eine geheime Kommunikation zwischen Auftraggeber und Agentennetz zustande kommen? Seit Jahrtausenden wurden Geheimschriften und Chiffriersystem entwickelt und abenteuerlichste Übermittlungswege wie Brieftauben oder Ballons genutzt.

Mit der Entwicklung des Funkwesens bekam das Ganze eine völlig neue Dimension: Zum ersten Mal konnten Informationen über hunderte von Kilometern und über Grenzen hinweg ohne jegliche Hindernisse übermittelt werden.

Bereits im ersten Weltkrieg wurde Funktechnik verwendet, um Agenten und Störtrupps hinter den feindlichen Linien zu instruieren [1]. Allerdings war es zu diesem Zeitpunkt unerlässlich, Tastfunk und den Morsecode zu beherrschen, um die Nachrichten aufzunehmen.

Unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg und dem Übergang zum Kalten Krieg änderten sich die Bedingungen zur Kommunikation mit den Agenten auf dem Territorium des jeweiligen Gegners drastisch. Man musste sich dauerhaft auf eine Situation mit zwei Lagern und einem Eisernen Vorhang dazwischen einstellen.

Zunächst richtete man sich mit sogenannten „Schläfern“ auf mögliche Krisensituationen ein. Das war zu Beginn der Tätigkeit der Organisation Gehlen, dem Vorläufer des Bundesnachrichtendienstes (BND) üblich. Diese „Schläfer“ waren völlig unauffällig und wurden erst bei Erfordernis wirksam. Dazu wurden sie mit Sende/Empfangsanlagen zur zweiseitigen Nachrichtenverbindung ausgerüstet. Sie konnten also bei Notwendigkeit Nachrichten empfangen und senden. Die entsprechenden Funkgeräte wurden versteckt, siehe Artikel [2] in der „Funkgeschichte“ 249.

Hier wurde beim Bau einer Gasleitung in den 1990er Jahren ein Röhren-Funkgerät aus den frühen 1950er Jahren gefunden, das allerdings durch Korrosion unbrauchbar geworden war. Auch russische Funkgeräte wurden schon gefunden, wie vor einigen Monaten ein R-394 KM am Tagebau Hambach [3].

Einseitiger Agentenfunk

Weil die Gefahr der Entdeckung außerhalb von Krisen viel zu groß war, verzichtete man bei dauerhaft etablierten Agenten (oder auch Kundschaftern, wie sie von östlicher Seite bezeichnet wurden) auf eine aktive Sendetätigkeit, sondern entwickelte den einseitigen Agentenfunk weiter. Die Peiltechnik des jeweiligen Gegners war inzwischen so zuverlässig, dass selbst kurze Sendungen vom Operationsgebiet des Agenten aus nicht unentdeckt blieben [4]. Selbst Schnellgeber halfen da nicht mehr. So war also diese Technik für die ständige Übermittlung von Instruktionen an die Agenten hinter dem Eisernen Vorhang eher ungeeignet.

Beim einseitigen Agentenfunk stehen leistungsfähige Sender im eigenen Land, die wegen der hohen Reichweite überwiegend auf Kurzwelle arbeiten und mit Amplitudenmodulation, genauer in A3E Sprachnachrichten in Form von gesprochenen Zahlengruppen verbreiten. Der Agent hinter dem Eisernen Vorhang empfängt



Bild 1. Zenith Royal 500-D von 1959

nur und kann kaum entdeckt werden.

Die Modulation entspricht exakt der Modulation üblicher Rundfunksender in diesem Frequenzbereich. Die verwendeten 5er-Zahlengruppen ähnelten dem Verfahren zur international genormten Art und Weise für Wetternachrichten. Die Geheimdienste versuchten sich damit zu tarnen. Allerdings waren den Funkamateure diese sogenannten „Zahlensender“ schnell bekannt. Mit Kreuzpeilungen konnten zumindest grob die Standorte schnell bestimmt werden. Bestimmte Eigenheiten der Sprache und der Aussprache der Zahlen führten zu einer Klassifizierung dieser Zahlensender [5].

Vorsatzempfänger

Für die menschlichen Empfänger dieser Nachrichten hatte das zum Vorteil, dass handelsübliche Rundfunkempfänger, sogenannte „Weltempfänger“ ausreichend waren, um diese Sendungen zu empfangen. Bevor solche Empfänger „normal“ und unauffällig waren, konnte selbst ein einfaches Mittelwellenradio mit Anten-

nen- und Erdanschluss benutzt werden. Dazu war ein relativ kleiner und unauffälliger Vorsatz notwendig, um die erforderliche Kurzwellenfrequenz zu empfangen.

Die erwähnten Vorsätze übertrugen die kurzen Wellen in eine erste Zwischenfrequenz im Mittelwellenbereich, so zwischen 1 MHz und 1,5 MHz (oder auch darüber) und machten aus einem normalen einfachen Überlagerungsempfänger (Super) einen Doppelsuper. Diese sind besonders sicher gegenüber dem unerwünschten Empfang von sogenannten Spiegelfrequenzen [6]. Der „Nachsetzer“ war dann der normale Mittelwellenempfänger. Beim Vorsetzer wurden vielfach besonders frequenzstabile Quarzoszillatoren eingesetzt, was die „Suche“ nach dem Sender eingrenzte und vereinfachte.

Durch die Entwicklung und die seriemäßige Produktion von Transistoren ab Ende der 1950er Jahre wurde eine Miniaturisierung der Empfänger möglich. Weitere Vorteile waren der geringere Energieverbrauch und die höhere Mobilität der Empfänger mit Transistorbestückung. Dann konnte der Empfänger auch mal außerhalb des lokalen „Hochfrequenz-Störnebel“ in der Gartenlaube oder im Gelände benutzt werden.

Natürlich waren alle Sendungen verschlüsselt. So gehörten zur Ausrüstung auch die Chiffriermittel zum Entschlüsseln der Nachrichten dazu. Das soll hier aber nicht weiter betrachtet werden. Im Folgenden sollen zwei Beispiele für solche Agentenempfänger aus der Frühzeit der Transistoren vorgestellt werden.

RR-33

Beim amerikanischen Agenten Empfänger RR-33 haben es sich die Techniker der CIA besonders leicht gemacht: Er basiert auf einem Zenith-Model Royal-500 Transistorempfänger, der seit 1955 in verschiedenen Werken in den USA und mit unterschiedlicher Transistorbestückung von Sylvania, Texas Instruments und Raytheon in großer Stückzahl hergestellt wurde. Für 75 US\$ gab es das Teil überall zu kaufen [7] (Bild 1).

Man konnte auf ein bewährtes Gerät zurückgreifen, das in seiner Version D als DX-Empfänger, also für weit entfernte Sender tauglich galt. Mit sei-

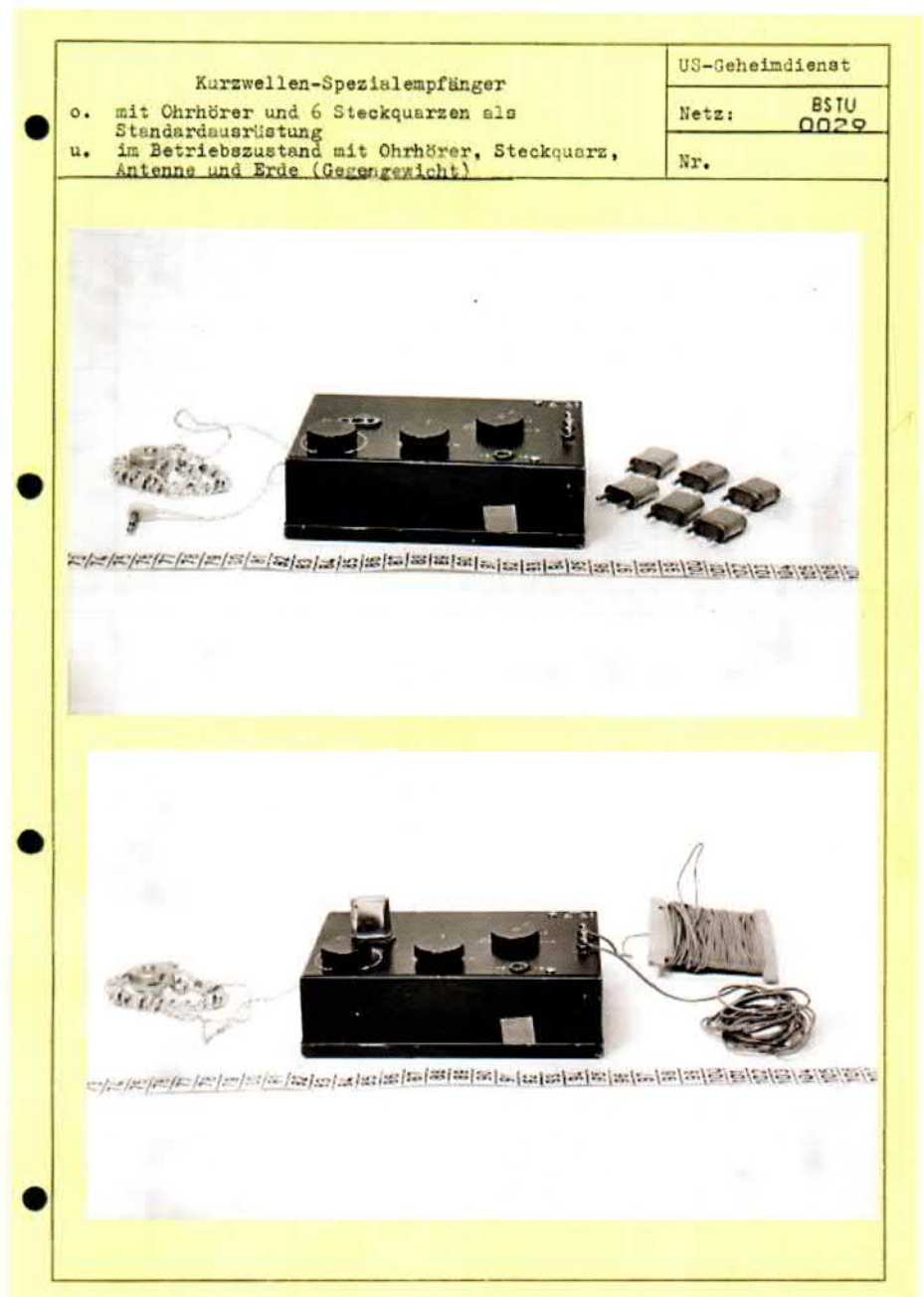


Bild 2: Dokument der Abteilung II des MfS, archiviert beim BStU

ner Hochfrequenz-Vorstufe (HF) hatte der Empfänger eine bessere Empfindlichkeit als seine Konkurrenzmodelle. Der daraus entwickelte RR-33 war ein miniaturisierter, quarzgesteuerter Kurzwellen-Empfänger für Allzweckagenten, der höchstwahrscheinlich zum Hören der bereits erwähnten "Zahlensender" bestimmt war. Die Fotos des in diesem Kapitel abgebildeten Empfängers stammen von einem RR-33, der in den späten 1950er Jahren im Besitz eines gefangenen amerikanischen Agenten in der DDR gefunden wurde. Die Bilder stammen aus dem damaligen Ministerium für Staatssicherheit (MfS) und sind in der

Behörde für die Unterlagen dieser Einrichtung BStU archiviert (Bild 2).

Die Modifikation des ursprünglichen Zenith Royal bestanden darin in folgenden Schritten. Bild 3 zeigt die ursprüngliche Schaltung, die zu modifizierenden Stellen sind farblich hervorgehoben.

1. Entfernen der Ferritantenne und des Doppel-Drehkondensators. Dadurch wurde Platz frei für den Vorsetzer. Der erste Oszillator arbeitete quarzgestützt, um die Empfangsfrequenz des Senders möglichst exakt zu treffen. Deshalb musste auch der Steckverbinder für den Quarz an diese Stelle.

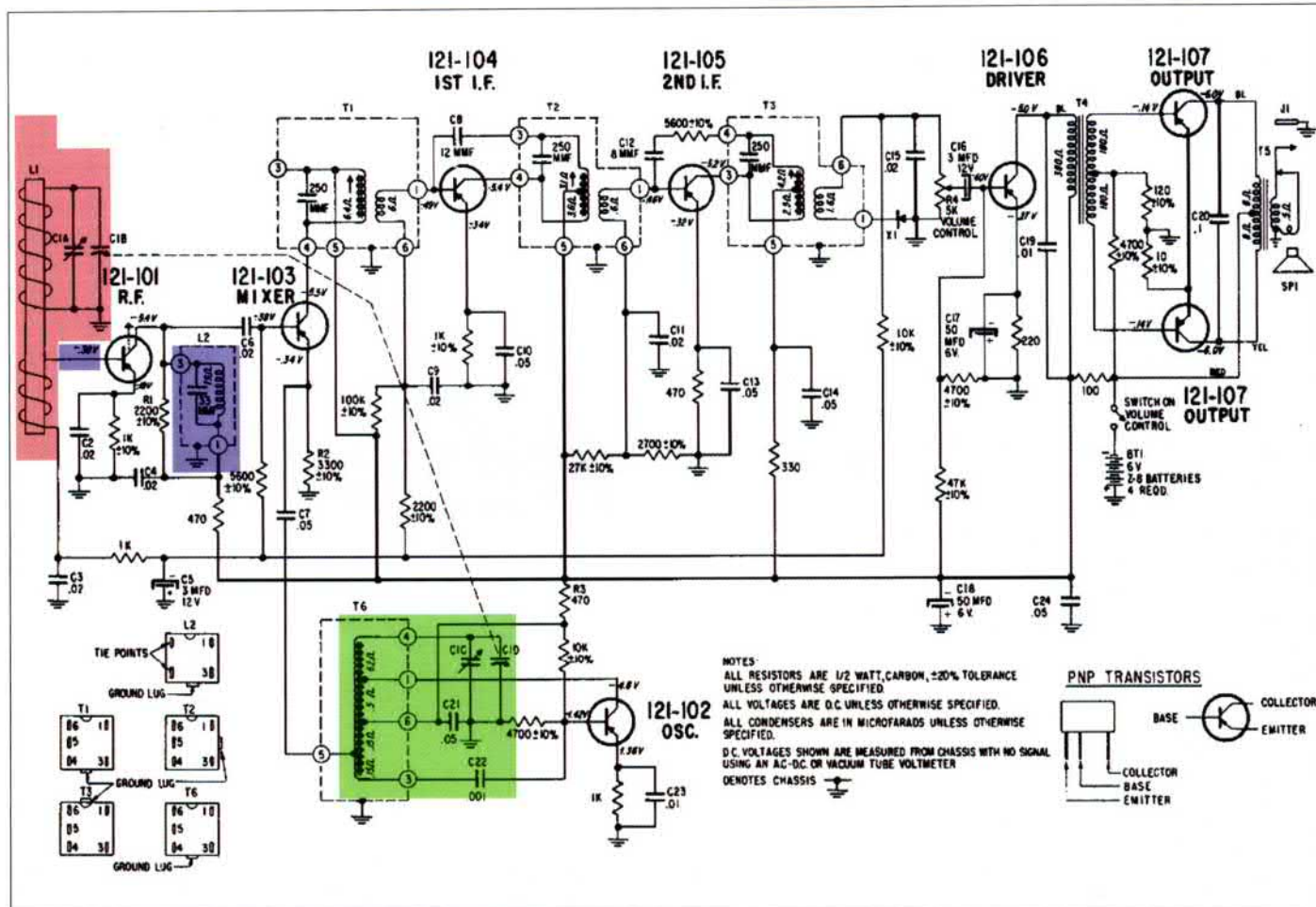


Bild 3: Schaltung des Originals vor dem Umbau zum Agentenempfänger, die Umbaustellen sind farbig markiert

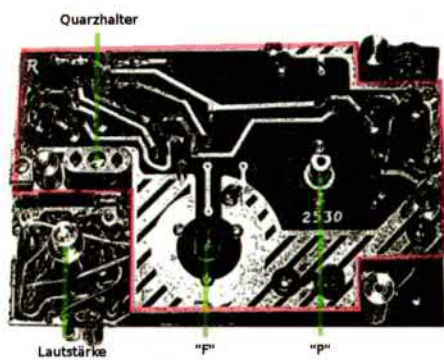


Bild 4: Leiterseite des RR-33 mit Modifikationen



Bild 5: Fertiges Gerät

2. Der Ausgang des Vorsetzers wurde mit dem HF-Vorstufentransistor des Zenith verbunden. Der Schwingkreis am Ausgang wurde auf die Frequenz der ersten Zwischenfrequenz (ZF), ca. 2,8 MHz geändert.
3. Der ursprüngliche Oszillator des Zenith bildet jetzt den zweiten Oszillator. Der Drehko fehlt ja jetzt, der Schwingkreis wird modifiziert und mit einem Kreis nur geringer Variation von ca. ±15 kHz ersetzt. Die Abstimmung im fertigen Gerät wird mit „F“ (Frequency?) bezeichnet und stellt die Feinabstimmung dar.
4. Der Eingangskreis des Vorsetzers erhält einen einfachen Drehkondensator zur Abstimmung auf die Eingangsfrequenz, im fertigen Gerät mit „P“ (Preselektor?) gekennzeichnet. Damit konnte dann das Empfangssignal im Bereich von 3 bis 12 MHz auf Maximum abgestimmt werden. Vorsetzer, „P“ und „F“ kamen auf eine zusätzliche Platine, die auf die Leiterseite des ursprünglichen Zenith aufgelötet wurde (in Bild 4 rot umrahmt).

5. Das Ganze kam – natürlich ohne Lautsprecher - in ein Metallgehäuse mit Kopfhöreranschluss und externer 6-V-Versorgung. Die ursprüngliche Batteriebestückung wurde wahrscheinlich selten benutzt, weil dazu das Metallgehäuse zerlegt werden musste. Bilder 4 und 5 zeigen die Leiterseite mit Modifikationen und den fertigen Empfänger, sodass man die Lage von Lautstärkesteller, Quarzhalter, „P“ und „F“ nachvollziehen kann. Die zweite ZF wurde, wie beim Zenith vorgesehen, auf 455 kHz belasten. Ebenso blieb der Niederfrequenzverstärker unverändert. Dabei musste auch beachtet werden, dass ja durchgängig Germanium pnp-Transistoren mit – nach heutigen Maßstäben – niedriger Grenzfrequenz verwendet wurden. Andere Typen standen nicht zur Verfügung. Damit konnten große Teile des Zenith-Modells genutzt werden. Die Einfachheit der verwendeten Schaltung und die nicht optimale Abschirmung führten zu unerwünschten Pfeifstellen. Die bei der Erstellung von

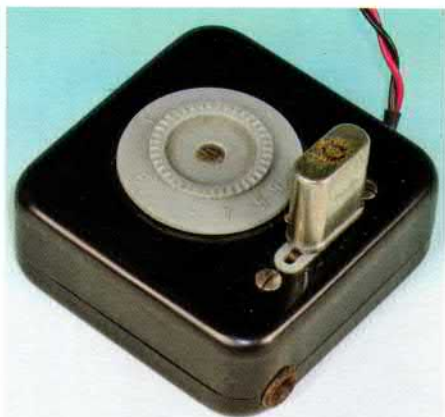


Bild 6: Kurzwellenkonverter des BND, wie er bei einem enttarnten Agenten in der DDR gefunden wurde

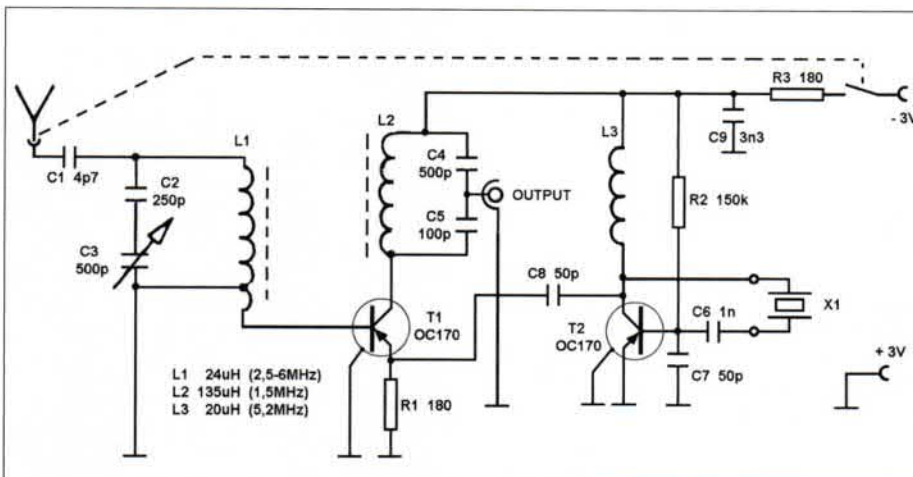


Bild 7: Schaltung des Gerätes

Signalplänen zu vermeidenden Frequenzen wurden ermittelt und in der Betriebsanleitung aufgeführt. Vierzig Empfänger wurden modifiziert und ausgeliefert.

KW-Empfänger RR-33
 Organisation: CIA, USA
 Jahr der Einführung: 1959
 Verwendung: Empfänger für einseitigen Agentenfunk
 Schaltung: volltransistorisiert, quartzesteuert; Doppelsuper; erste ZF 2,8 MHz und zweite ZF 455 kHz
 Frequenzbereich: 3-12 MHz
 Transistoren: 2N407 3x, 2N409 3x, 2N411, 2N544, 1N87G, (2x 2N128 als Überlagerer)
 Stromversorgung: vier interne 1,5-V-AA-Batterien oder vier Quecksilberzellen; extern 6-V-Gleichspannungsquelle
 Maße: Höhe 13,7 cm, Breite 9,8 cm, Tiefe 4,5 cm
 Gewicht: 570 g
 Zubehör: 15-Ω-Ohrhörer, 6 m Antennendraht und Gegengewicht, 6-V-Batteriekabel mit Stecker, Quarze

Vorsatzempfänger CV-1

Ebenfalls aus den 1950er Jahren stammt der als CV-1 bezeichnete Kurzwellenkonverter des BND. Das war ein miniaturisierter quartzesteuerter Einzelfrequenzwandler, der es einem Agenten ermöglichte, Nachrichten zu empfangen, die auf Kurzwelle gesendet und in den Mittelwellenbereich umgesetzt wurden (Bild 6, Schaltung Bild 7)

Es war ein Vorsetzer mit erster ZF bei 1500 kHz, auf die dann ein handelsübliches Radio abgestimmt wurde. Das Radio musste dafür über Antennen- und Erdanschlussbuchse verfügen und eine möglicherweise vorhandene Ferritantenne musste abschaltbar sein. Auch hier wurde die erste Oszillatorfrequenz mit einem Steckquarz stabilisiert. Der Vorsetzer hat keinen separaten Schalter, sondern wurde durch Einstecken der Empfangsantenne in Betrieb gesetzt. Nicht ganz ungefährlich, denn die Verbindungsleitung zum Radio konnte ohne Abschluss durchaus als Sendeantenne dienen und den Abhörtrupp einen Hinweis geben.

Eine kleine interne 3-Volt-Batterie diente als Energiequelle. Alternativ konnte auch extern eine damals durchaus übliche Taschenlampenbatterie (Flachbatterie) benutzt werden. Der Bereich der Empfangsfrequenz reichte von 2,5 bis 6 MHz. Die Bilder 8 und 9 zeigen den Vorsetzer im Detail und die Bedienungsanleitung. Die Schaltung ähnelt der Schaltung des CIA-Empfängers (nur Vorsetzer). Auch hier dient der Drehknopf nur zur Abstimmung des Vorkreises auf maximalen Empfang. Frequenzbestimmend war der Quarzoszillator. Mit dem Nachsetzer konnte nur um wenige kHz variiert werden, um den Zahlensender optimal zu empfangen. Insofern ähnelt der Vorsetzer des BND im Konzept dem RR-33, bis auf die Art der Auskopplung des Signals. Allerdings war er deutlich kleiner als der RR-33. Aufgrund der kleinen Ausführung konnte dieser Vorsetzer auch gut in kleinen Verstecken untergebracht



Bild 8: Innenansicht des Kurzwellenkonverters

Kurzwellen - Konverter R
(mit losem Kabel)

Verwendbar nur für den Anschluß an einen Superhet-Rundfunkempfänger mit Mittelwellenbereich, der je eine Buchse für Antenne und Erde hat.

Bedienungsanleitung:

- Kopfhörer an die Buchse für 2. Lautsprecher anschließen und den eingebauten Lautsprecher abschalten.
- Schwarzen Klinkenstecker des Kabels in die blanke, mit Schraubenmutter befestigte Buchse des Konverters bis zum Anschlag einführen.
- Roten Bananenstecker des Kabels in die Antennenbuchse, schwarzen Bananenstecker in die Erdbuchse des Empfängers stecken.
- Empfangsantenne mit guten Bananenstecker an die mit Isolierring versehene Buchse des Konverters anschließen. Hierdurch schaltet sich der Konverter ein. Nach Gebrauch **Ausschalten nicht vergessen!**
- Frequenzstecker 1 bzw. 2 (nach Programm) in die Buchse des Konverters stecken.
- Konverterreife drehen, bis etwa der Wert 3,5 bzw. 4 (nach Programm) auf weißem Farbpunkt eingestellt ist.
- Empfänger auf Mittelwellenbereich (MW) schalten und auf 1500 kHz (200 m) einstellen.
- Abstimmknopf des Empfängers um 1500 kHz (200 m) herum feinfühlig drehen, bis Sender gehört wird. Dann am Konverter auf größte Lautstärke nachregeln. Bei Empfängern mit magisches Auge kann dieses als Abstimmhilfe mitbenutzt werden.
- Falls der Sender nicht gehört wird oder gestört ist, Frequenzstecker 1A bzw. 2A stecken und mit dem Empfänger zwischen 1400 und 1600 kHz bzw. zwischen 215 und 190 m den Sender wie unter Punkt 8 angegeben erneut suchen.
- Beim Suchen des Senders muß die Möglichkeit einer ungenauen Empfängerreichung berücksichtigt werden und deshalb bei Nichtgehören breiter nach links und rechts gesucht werden.
- Die eingebaute 3 Volt-Stabzelle reicht für ca. 200 Betriebsstunden und kann nach Öffnen des Konverters (Bodenschraube lösen) ausgewechselt werden.
Pluspol = kleine Messingkappe; an Gehäuse
Minuspol = Zinkboden; an gezackte Kontaktfeder

Bild 9: Die Bedienungsanleitung

werden. Der Rundfunkempfänger selbst war eher unverfänglich. Bild 10 zeigt den Anschluss an ein Röhrenradio Typ Weimar 4680 von Stern-Radio Sonneberg, Baujahr 1961.

Organisation: Bundesnachrichten Dienst (BND)

Jahr der Einführung: späte 1950er Jahre

Verwendung: Empfänger für einseitigen Agentenfunk

Circuit Features: Vorsatzempfänger, Quarz stabilisiert

Frequenzbereich: 3 bis 6 MHz

Zwischenfrequenz: 1500 kHz (± 50 kHz)

Transistorbestückung: 2 x OC170

Stromversorgung: Primärzelle 3 V, im Konverter eingebaut oder 3 bis 4,5 V extern

Größe: Höhe mit Drehknopf 2,5 cm, Länge und Breite je 6,5 cm

Zubehör: Ohrhörer, 4 Quarze, Batterieadapter, Drahtantenne, Verbindungskabel zum Rundfunkempfänger

Zahlensender heute

Durch den Fall des Eisernen Vorhangs sind viele der erwähnten Zahlensender verschwunden. Einige der Sender im Kurzwellenbereich für den einseitigen Agentenfunk aber gibt es noch heute.

Überwiegend werden in der Betriebsart AM (A3) verschlüsselte Sprachnachrichten gesendet. Wegen der höheren Reichweite wird seit Jahren auch Einseitenband-Modulation SSB (single side band, J3E) verwendet. Das können auch viele Weltempfänger aus den 1980er Jahren, zum Beispiel einige der legendären Grundig-Satellit-Empfänger.



Bild 10: Anschluss an einen handelsüblichen Röhrenempfänger

Die verwendeten Sprachen sind überwiegend englisch, deutsch und russisch, es gibt aber auch Sender, die spanisch oder in asiatischen Sprachen senden. Während früher echte Stimmen die Zahlen sprachen, werden heute Sprachcomputer verwendet. Anhand der Eigenheiten der (synthetischen) Stimmen werden die Sender auch von den Amateuren erkannt, auch wenn sie unterschiedliche Frequenzen nutzen.

Als Standorte der Sender – meist identisch mit den Betreiberländern – wurden durch Amateurfunken die Staaten Polen, Ukraine, Russland, China aber auch USA, Ägypten, Zypern und Kuba identifiziert.

Inzwischen werden auch RTTY, also Fernschreiben und zunehmend digitale

Verfahren zur Modulation verwendet. Mit modernen, softwarebasierten Empfängern (Software Defined Radio - SDR) ist das überhaupt kein Problem mehr. Auf der Website priyom.org (wahrscheinlich Transkription aus dem Russischen: приём = Empfang) findet man einen sekundengenauen Zeitplan, eine Senderklassifizierung und sogar einen Link zu öffentlich über Internet zugänglichen SDR, um mal „reinzuhören“. Viel Spaß dabei!

Was da wohl in Zeiten von Internet, Smartphone und Co. heute noch zu übermitteln ist?

Autor:
Heiner Kilian

Quellen:

- [1] www.numbers-stations.com/articles/world-war-i-100-years-of-espionage/
- [2] Müller, Winfried: Agentenfunkgerät Afg 12 WG; Funkgeschichte 49/2020, Seite 36 ff
- [3] www.tag24.de/nachrichten/kalter-krieg-geheimes-militaer-agenten-funkgeraet-ausgegraben-1374800
- [4] <https://www.mfs-insider.de/Lit-gd/UZII.htm#16>; Funkfahndung des MfS kontra BND
- [5] priyom.org
- [6] wikipedia.org/wiki/Überlagerungsempfänger
- [7] www.radiomuseum.org/r/zenith_royal_500d_500_d_ch8at40.html
- [8] WftW Volume 4 Supplement, Chapter 229 Ver. 1 und 2
- [9] WftW Volume 4 Supplement, Chapter 34

Alle Bilder: Quelle WftW.nl, Bearbeitung: Heiner Kilian

Wechselvolle Geschichte

VEB Robotron Büromaschinenwerk Sömmerda (BWS)

Ingo Pötschke

Dieser Artikel beruht auf einem Ausschnitt aus der „Geschichte der Rundfunkindustrie der DDR“ von Bernhard Hein, zuletzt aufgelegt 2003 [1].

Die Wurzeln

Der Ursprung dieses wohl ältesten Betriebes der DDR, in dem später auch Radiogeräte gefertigt wurden, liegt in der Firma Dreyse & Kronbiegel, die Anfang des 19. Jahrhunderts als Metallwarenfabrik im thüringischen Sömmerda gegründet wurde. Schon wenige Jahre später konzentrierte man sich auf die Waffenproduktion. Berühmt wurde der Gründer, Schlossermeister Johann Nikolaus Dreyse (* 20. November 1787 in Sömmerda; † 9. Dezember 1867 ebenda) als Erfinder des Zündnadel-Hinterlader-Gewehres [2] und [3]. Aufgrund dieser und weiterer Erfindungen in der Waffentechnik wurde er 1864 in den erblichen Adelsstand erhoben. Er legte den Grundstein für die Industrialisierung von Sömmerda.

Seit 2005 befindet sich im sogenannten Dreyse-Haus Weißenseer Str. 15 in Sömmerda ein Museum zur Darstellung der industriellen Entwicklung der Stadt und das Leben des Johann Nikolaus von Dreyse, der in diesem Haus lebte. Ein Denkmal in Sömmerda wurde allerdings 1948 geschleift.

1901 übernahm die Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik AG (Rheinmetall) in Düsseldorf die Firma. Mit dem großen Bedarf des Deutschen Heeres während des Ersten Weltkriegs stieg die Belegschaft auf 10.000 Beschäftigte an. Der Friedensvertrag von Versailles machte eine Umstellung auf zivile Produkte notwendig.

Büromaschinen

Das Rheinmetall-Werk Sömmerda stellte nun feinmechanische Geräte wie Schreib- und Rechenmaschinen her.

Folgt man einer Erzeugnisstatistik des Betriebes, so wurden zwischen

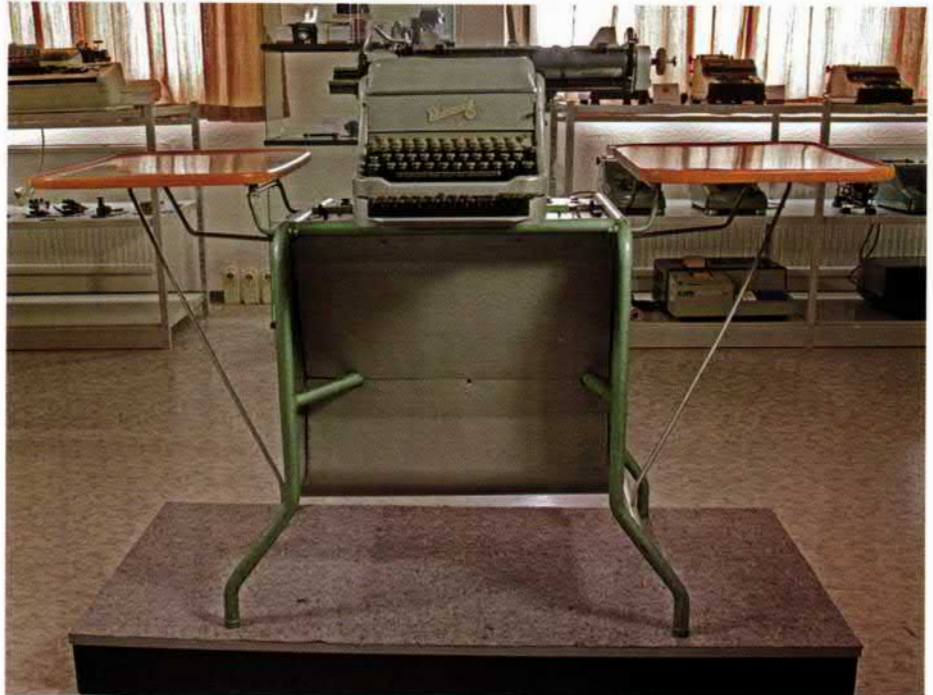


Bild 1: Fakturiermaschine FM 1963 Historisch-Technisches Museum Sömmerda / Stephan Jäger

1920 und 1980 insgesamt über eine Million Stück „Schreibtechnik“, das sind überwiegend mechanische Schreibmaschinen, produziert. Auch begann Anfang der zwanziger Jahre die Fertigung von Büro-Rechenmaschinen, insbesondere Fakturiermaschinen. Das war eine Kombination aus mechanischer Schreibmaschine und Rechenwerk, geeignet zum Schreiben von Rechnungen und Lohnabrechnungen.

Diese Produktion gab dem Werk 1952 schließlich den Namen. Zwischendurch erfolgte ab 1924 bis 1945 auch wieder eine begrenzte Waffen- und Zünderfertigung in einem speziellen Betriebsteil der Rheinmetall AG, Abteilung Sömmerda.

Diese Rüstungsproduktion stieg nach 1933 besonders stark an. 1934 beschäftigte man bereits über 3800 Mitarbeiter, davon arbeiteten 2/3 in der Wehrtechnik. Inzwischen hatte sich die Rheinmetall AG, die mehrheitlich dem Krupp-Konzern gehörte, in Folge der Weltwirtschaftskrise auch den Berliner Traditionsbetrieb „Borsig“ einverleibt. Man firmierte nun unter

„Rheinmetall-Borsig, Werk Sömmerda“ und 1938 ging das Unternehmen in die „Reichswerke Hermann Göring“ ein. Das war eines der größten Konzerne im nationalsozialistischen Deutschen Reich mit Hauptsitz in Salzgitter.

Am 3. April 1945 wurde das Werk völlig unzerstört stillgelegt, um geheime Konstruktionsunterlagen, besonders des Waffenkonstruktionsbüros, abzutransportieren und um sich auf die Ankunft der amerikanischen Truppen vorzubereiten. Am 11. April besetzten die

soemtron 

 soemtron

 soemtron

Bild 2: Soemtron-Logos verschiedener Generationen



Bild 3: Robotron RS 5001, Front

Amerikaner den Betrieb und nahmen alle noch verwertbaren Unterlagen, also die Reste, auch noch mit.

Neuanfang 1945

Anfang Juni 1945 wurde mit 270 Beschäftigten an alter Adresse Weißen-seer Weg 52 wieder die Produktion von Büromaschinen begonnen sowie Reparaturarbeiten für Fahrzeuge und Landmaschinen durchgeführt. Am 3. Juli 1945 lösten sowjetische Truppen die Amerikaner in Sömmerda als Besatzungsmacht ab. Auch die SMAD (sowjetische Militäradministration

Deutschland) drängte auf die sofortige Aufnahme der Serienproduktion, und so konnten im Dezember bereits wieder ca. 2500 Mitarbeiter beschäftigt werden. Unter großen Anstrengungen und vielerlei Improvisationen entstanden wieder Büromaschinen, und die ersten Fakturiermaschinen gingen als Reparationsleistungen in die Sowjetunion.

Im Juli 1946 ging der Betrieb komplett in eine Sowjetische Aktiengesellschaft (SAG) über. Normalerweise bedeutete das die Entnahme von Reparationsleistungen aus der laufenden Produktion, ohne den Betrieb zu demon-

strieren. Trotzdem wurde in recht widersprüchlicher Weise der Betrieb zum Teil demontiert und ganze Gebäudekomplexe abgerissen. Erst 1952 wurde er an die DDR zurückgegeben.

Nun folgten wechselvolle Jahre mit der Fertigung von verschiedenen Konsumgütern, aber als Hauptprodukt blieben Schreibmaschinen sowie mechanische Rechen- und Fakturiermaschinen (Bild 1). Anfang der sechziger Jahre begann dann auch bei den Büromaschinen der Übergang von der Elektromechanik zur Elektronik. Auf der Basis der bekannten Lochkartentechnik wurde der Übergang zur modernen

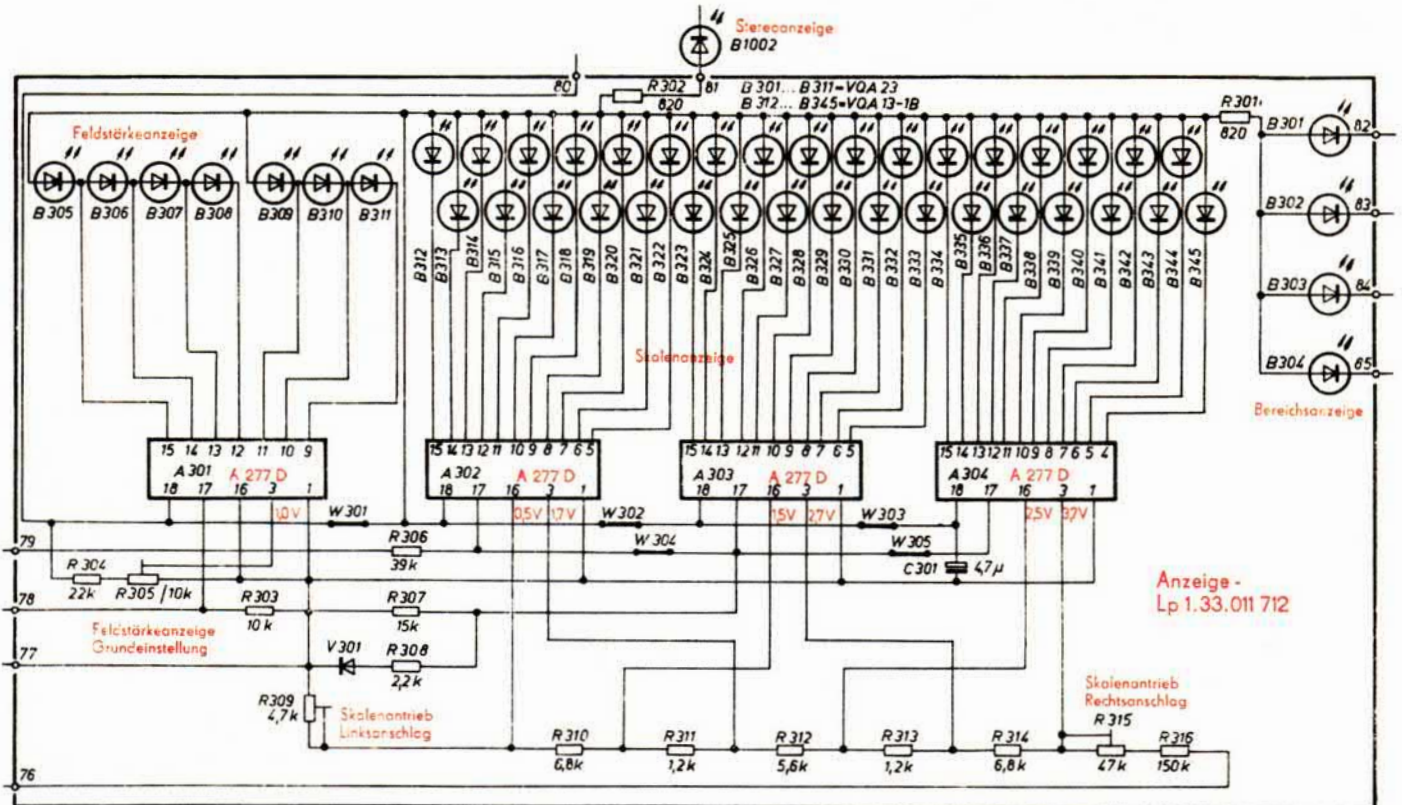


Bild 4: Schaltungsausschnitt Anzeigeplatine für den RS 5001

Bild: Archiv Wolfgang Eckardt



Bild 5: Robotron RS 5001, Innenleben



Bild 6: Robotron SR 2510 mit Boxen B 15



Bild 7: Robotron SR 2401 clock, mit Schaltuhr

Datenverarbeitungstechnik vollzogen. Das Werk war einer der Hauptlieferanten dieser Technik und hatte auch einen überdurchschnittlich hohen Exportanteil, überwiegend in die Sowjetunion. Ende 1968 beschäftigte man bereits über 10 000 Mitarbeiter. Das Werk konnte relativ selbstständig produzieren, da sehr viele Teile im Werk selbst hergestellt wurden. So gab es eigene Gießereien für Leichtmetall- und Grauguss, eine eigene zentrale Oberflächenvergütung sowie eine Lackiererei. Die hohe Fertigungstiefe gewährleistete eine weitgehend unabhängige Produktion.

Größter Produzent von Druckern in der DDR

Neben der eigentlichen Bürotechnik wandte man sich auch den sogenannten peripheren Geräten zu, das waren Drucker, Lese-Stanz-Einheiten und Sortiermaschinen. Diese Fertigung behielt einen hohen Stellenwert bis 1990. Am 1.4. 1969 wurde man zum Stammbetrieb des neugegründeten Kombinates „Zentronik“. Wahrscheinlich ab 1978 trug der Betrieb den Namen des 1945 im KZ Buchenwald ermordeten Kommunisten „Ernst Thälmann“. Ab dem Zeitpunkt gehörte der Betrieb zum

Kombinat Robotron. Zeitweise produzierte man unter der Marke Soemtron (Bild2).

Bis 1989 entwickelte sich der Betrieb zum größten Betrieb Sömmerdas und zum größten Hersteller von Druckern in der DDR.

Neben der industriellen Fertigung von Rechentechnik für das Gebiet des gesamten RGW (Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe) hatte der Betrieb – wie jedes Kombinat in der DDR – auch den Auftrag zur Konsumgüterproduktion für die Bevölkerung. Manches mutet aus heutiger Sicht kurios an. So entstanden: Kinderroller, Fahrräder, Obstständer, Lötpistolen, aber auch Benzinmotoren für Mopeds SR1, SR2 und KR50 für die Suhler Simson Werke.

Außergewöhnliche Radios

Da die Mitarbeiter sowohl mit der Feinmechanik als auch mit der Fertigung von elektronischen Baugruppen ausreichend Erfahrung hatten, verwundert nicht, dass in diesem Betrieb ein für seine Zeit außergewöhnliches Radio entstand. Die Entwicklung stammte aus dem Entwicklungszentrum des Kombinates Robotron für die Konsumgüter in Radeberg, die Fertigung erfolgte in Sömmerda. 1981 wurde auf der Leipziger Frühjahrsmesse der „RS 5001“ vorgestellt und er bekam sofort eine Goldmedaille. Obwohl bei den Käufern ein Erfolg, wird der Empfänger in den Fachzeitschriften verrissen wegen seines hohen Schaltungsaufwandes für die Leuchtbandanzeige, die doch eigentlich nur Welt-niveau demonstrieren sollte [3] (Bilder 3 und 4). Man hat hier auf ein konventionelles Skalenseil und auf mechanische Teile weitestgehend verzichtet und mit 34 Leuchtdioden und drei Schaltkreisen A270, die eigentlich für ein VU-Meter auf LED-Basis gedacht war, die Stationsanzeige realisiert. Gemeinsam mit 11 weiteren Leuchtdioden an der Frontseite ein gewaltiges „Mäusekino“. Und wie man mit 34 Leuchtdioden 55 Kanäle auf UKW abbilden will, leuchtet auch nicht ein. War im Dunkeln auch nicht ablesbar, weil die Skala selbst ja nicht beleuchtet war (Bilder 3 und 5). Immerhin wog das Teil 10 kg und kostete damals 1.950,- (DDR)-Mark. Auch die diskret, also ohne Schaltkreise, aufgebaute Endstufe mit 25 (in Worten fünfund-

zwanzig) Transistoren entsprach nicht ganz dem Stand der Technik – international gesehen. Endstufen-ICs für diese Leistungen gab es im RGW erst wenige Jahre später.

Dem RS 5001 folgte ca. 1984 der „SR 2400“, ein abgerüsteter Sonneberger Empfänger. Wieder mit der Entwicklungsstelle des Kombinats in Radeberg werden diese Empfänger weiter entwickelt, und 1987 kommen die letzten beiden Typen „SR 2500“ und „SR 2510“ auf den Markt, die später nochmals leicht überarbeitet wurden (Bilder 6 und 7).

Für die Rundfunkproduktion wird eine ganze Etage eines großen Gebäudes umgebaut. Für die Produktionslogistik werden Rollenbänder sowie eine zentrale Frequenzanlage, die alle notwendigen Arbeitsplätze versorgte, eingebaut. Großer Aufwand wurde auch mit den HF-dichten Messkabinen getrieben. Diese speziellen Kabinen waren für den Endabgleich und die Endprüfung des TGL-gerechten Rauschabstandes erforderlich. Alle notwendigen Messgeräte wurden im eigenen Messmittelbau entwickelt und auch gebaut. Die Leiterplatten wurden im Betriebsteil Worbis bestückt, in dem auch alle anderen Leiterplatten gefertigt wurden. Die Bestückung erfolgte von Hand, hier befand sich auch eine zentrale Frequenzanlage für die einzelnen Prüfplätze. Die fertigen Leiterplatten konnten vorgeprüft an das Hauptwerk geliefert und dort eingebaut werden. Die Netzteile für die Radiogeräte wurden aus einem Betrieb in Kefferhausen (Thüringen) geliefert und auch die aufwendig geschliffene Alu-Frontblende für den „RS 5001“ wurde in einem Zulieferbetrieb gefertigt.

Die Radioproduktion hatte nur einen Anteil von 5 % an der Gesamtproduktion des Betriebes, war aber dennoch ein geachteter Teil des Gesamtbetriebes. In den achtziger Jahren wurden in Sömmerda zunehmend PCs gefertigt vom Typ „PC 1715“ und „EC 1834“, und auch die Fertigung von Druckern weitete sich stark aus. Mit der Wende kam jedoch schnell das Aus für diesen großen Betrieb (Bild 8).



Bild 8: PC 1715, das Standardgerät der 80er Jahre, technisch vergleichbar einem 8086 (XT) Personalcomputer

Und heute?

Zwar stellte man Ende der achtziger Jahre schon mehrere Erzeugnisse für westdeutsche Markenfirmen her, der Betrieb war insgesamt zu groß, um in der Marktwirtschaft zu überleben. Man gründete noch im Juni 1990 die „Robotron Büromaschinenwerk AG“, am 31. Oktober 1991 erhielten die verbliebenen 8291 Mitarbeiter ihre Kündigung. Auch ein Joint Venture zur Montage von PCs, die „Aquarius Robo-

tron Systems GmbH“ bestand nicht lange. Es entstand nun der Industriepark Sömmerda, in dem sich viele neue Firmen ansiedelten, aber auch ausgegliederte Teile wie die Gießerei weiter betrieben wurden. Hier wurde bald wieder die PC-Fertigung durch den japanischen Hersteller Fujitsu aufgenommen.

Diese Geschichte beruht auf vielen Details von Rainer Häfner und den Daten des GFGF Archives.

Quellen:

- [1] Die Geschichte der Rundfunkindustrie der DDR Band 1 1945 – 1967; Hein, Bernhard; 3. Auflage, Dessau 2003
- [2] https://de.wikipedia.org/wiki/Johann_Nikolaus_von_Dreyse
- [3] <https://de.wikipedia.org/wiki/Sömmerda>
- [4] <https://www.robotrontechnik.de/index.htm?/html/standorte/bws.htm>
- [5] radio fernsehen elektronik, Heft 5 1982, Seiten 311 ff.
- [6] radiomuseum.org

Autor:
Ingo Pötschke

Akustische u. Kino-Geräte Gesellschaft mbH - AKG Wien

Ingo Pötschke

Zu Ende des Zweiten Weltkrieges war nicht nur Deutschland zerstört und besetzt, sondern auch unser Nachbarland Österreich. Die Hauptstadt Wien war zerbombt, die Wirtschaft am Boden. Zu dieser Zeit trafen sich in Wien durch Zufall Dr. Rudolf Görike und Ingenieur Ernst Pless, die bereits vor dem Zweiten Weltkrieg miteinander Geschäfte gemacht hatten. Beide erkennen Marktlücken in der Ausstattung der Elektrik und Elektronik der Wiener Kinos und begründen eine gemeinsame Tätigkeit. Beiden schwebt die Bezeichnung „Phonophot“ für ihre Produkte vor. Dr. Görike fängt in einem gemieteten Kellerlokal mit dem Umbau von Kinoprojektoren aus einer stillgelegten Fabrik in Ungarn an und baut zusätzlich in einem Wohnraum den Kinolautsprecher PC 2535 G (Übertragungsbereich 40-12000 Hz, 35 cm Membran, Gewicht 21 kg, Bild 1).

Ernst Pless liefert die gefertigten Erzeugnisse aus und montiert. Wie auch im Deutschland dieser Zeit üblich, besteht die Zahlung häufig aus Lebensmitteln und Zigaretten, welche über Kompensationsgeschäfte neues Material für die Produktion bringen. Mit Improvisation ist viel möglich. Man nimmt, was man bekommt und fertigt, was man kann.

1947 sehen beide ihre Geschäftstätigkeit als gefestigt an und gründen die Firma AKG – Akustische u. Kino-Geräte Gesellschaft mbH. Laut Gewerbeamt ist das Unternehmen seit 03.Juni 1946 eingetragen. Der Firmensitz in der Wiener Nobilgasse besteht aus dem Keller und fünf Mitarbeitern. Das Produktprogramm der 1940er Jahre umfasst je nach Absatzchancen Belichtungsmesser, Autohupen, Torsprechanlagen, Kohlekapseln für Telefone und Kissenlautsprecher, auch beworben in den ersten Zeitschriften, die ab 1947 mit Genehmigung der Besatzungsmächte wieder gedruckt werden durften.

In den Jahren ab 1947 entstanden auch die ersten „AKG-Mikrofone“, die durch Dr. Rudolf Görike entwickelt



Bild 1: Kinolautsprecher PC 2535 G



Bild 2: Eines der legendären Mikrofone der ersten Jahre

wurden. Dieser hatte aus seiner Vorkriegsbeschäftigung bei „Henry Radio“ Wien erhebliche Kenntnisse über Technologie und Akustik. Die damals handgefertigte „AKG Dyn“-Serie hat heute noch einen guten Ruf und ist, wie auch alte deutsche Mikrofone, heute praktisch unerschwinglich (Bild 2).

Zu Beginn der 50er beschränkt man mit der Tauchspulentechnik und der massebeladenen Membran eine patentgesicherte und qualitativ hochwertige neue Technologie. Der untere Frequenzbereich dieser Mikrofone

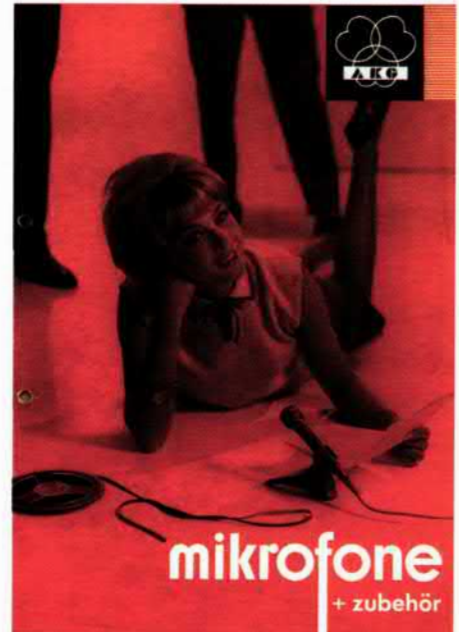


Bild 3: Werbung der späten 60er Jahre



Bild 4: Blick in die Fertigung um 1960

war wesentlich niedriger als bei anderen Typen und sorgte für einen Marktdurchbruch der noch kleinen Firma. Ab 1953 vertrieb man mit großem Erfolg das dynamische Mikrofon D12, dem kurz danach mit dem Kondensatormikrofon C 12 ein Röhrenmikrofon für den professionellen Bereich folgte. Dieses Mikrofon setzte Maßstäbe. Etwa ab 1960 wurde die Kapsel dieses Mikrofons in die Modelle ELA M 250 und ELA M 251 von Telefunken eingebaut. Unter der Bezeichnung SM204 bekommt man ein ähnliches Modell mit AKG Kapsel bei Siemens [3]. Die



Bild 5: Fertigungsprogramm 1959

wesentliche Innovation bestand darin, dass per Fernsteuerung die Richtcharakteristik bei gleichbleibendem Frequenzgang und Übertragungsfaktor umschaltbar war, was es besonders bei Studiotechnikern beliebt machte.

Mit dem Kopfhörer K 10 begründete man eine neue Produktlinie Kopfhörer, welche aufgrund ihrer Qualität Jahrzehnte überdauerten.

Der etwa ab 1955 durch Firmen wie Grundig begründete neue Markt für Tonbandgeräte führte in Wien zur Erkenntnis, dass man den deutschen Markt mit einer Tochtergesellschaft in München besser bedienen könnte.

Aufgrund der damaligen Zollbestimmungen (nationales Recht, gegenseitiges Erheben von Zöllen auf Waren und Rohstoffe) verlegte man einen Teil der Produktion und den Vertrieb nach Deutschland. Bis Ende der 1950er Jahre hatte man in den europäischen Ländern und in Übersee verschiedene Distributionspartner. Die Neutralität Österreichs ergab auch gute Handelsbeziehungen zu den sozialistischen Ländern und der Sowjetunion.

Die frühen 1960er Jahre waren für AKG hauptsächlich vom Studiobereich geprägt, ermöglichte doch dieser hö-

here Gewinnspannen als der hart umkämpfte „Consumer“-Markt. Mit der Erfindung von portablen Federhallgeräten der BX-Serie hatte man ein neues Produkt für den Weltmarkt zur Verfügung (Bild 8). Die Qualität war so gut, dass es heute von der legendären BX20 elektronische Emulationen gibt. Im Jahr 1963 wurde dem Unternehmen die Staatliche Auszeichnung verliehen, womit das Österreichische Staatswappen im Geschäftsverkehr geführt werden darf.

Mitte der 1960er Jahre wurde die Herstellung von Kinoprojektoren beendet, durch Einführung des Farbfernsehens waren die goldenen Jahre der Lichtspieltheater zu Ende. AKG konzentrierte sich auf elektroakustische Wandler. Mit den modularen Zweiwegmikrofonen der CMS-Reihe beschritt man erneut neue Wege. 1965 entwickelt Dr. Görike einen Lautsprecher mit planer Styropormembran, welcher später von Yamaha in Lizenz gefertigt wird.

Anfang der 1970er Jahre nahm man Abtastsysteme für Plattenspieler ins Sortiment auf und erarbeitete sich auch hier durch Innovationen schnell einen guten Ruf. Bis zur flächendeckenden Einführung der Compact Disc schrieb man gute Gewinne in diesem Sektor. Im Jahr 1974 verzeichnete die Firma die Erteilung des 1000. Patentes für ihre Produkte und Technologie. Im gleichen Jahr beginnt man unter Zusammenarbeit mit Körting Grassau den weltweit ersten drahtlosen Kopfhörer K 140 Libero zu fertigen. Nach anfänglichen Versuchen mit Ultraschall hatte man sich wegen geringerer Störungen für die Infrarottechnik für die Signalübertragung entschieden.

1977 hat AKG 800 Mitarbeiter und der Mitbegründer Ernst Pless zieht sich aus der Firma zurück.

Ende der 1970er Jahre begann mit dem zunehmenden Ausbau der Kommunikationsnetze die Fertigung von Transistorsprech- und Hörkapseln für Telefone und der Einzug der Digitaltechnik mit dem Zeitverzögerungsgerät TDU 7000. Mit diesem modular aufgebauten Gerät konnte man acht Audiokanäle digital in der Signallaufzeit beeinflussen. Anwendungen sind punktgenaue Mikrofongruppensteuerung in Stadien und Hallen sowie die Optimierung von Lautsprechergruppen, sodass der Schall beim Hörer



Bild 6: Blick in die Fertigung 1975

zeitgleich ankommt – heute Stand der Technik in allen großen Sälen und bei Großevents [4]. Dieses Gerät wurde als Premiere auf der vom Westen boykottierten Olympiade in Moskau 1980 eingesetzt (Bild 8).

Ab 1984 ging man an die Wiener Börse und ermöglichte damit fremden Kapitalgebern, Einfluss auf das Unternehmen zu bekommen. Großbanken und private Finanzgesellschaften erreichten bald eine Mehrheit. AKG begann Firmen mit Komplementärprodukten aufzukaufen um das Ziel, Komplettanbieter zu werden, zu realisieren. 1988 verstirbt der Mitbegründer Ernst Pless.

Mit der Rezession zu Beginn der 1990er Jahre erschienen erstmals rote Zahlen in der Bilanz von AKG. 1993 übernahm Harman International Inc. aus den USA mit 76 Prozent der Anteile die Macht im Unternehmen, der Rest von 24 Prozent wurde 1994 übernommen. Die Aktivitäten an der Wie-

ner Börse werden im gleichen Jahr beendet und der AKG-Gründer Dr. Rudolf Görike stirbt.

Wikipedia erzählt uns, dass die Übernahme durch Harman zum symbolischen Preis von einem Schilling erfolgte, Grund für den drohenden Konkurs war neben der aggressiven Expansionspolitik der Neubau der Firmenzentrale. Im September 2009 wurden 100 Mitarbeiter in Wien gekündigt, die Produktion wurde nach Asien verlegt. 170 Mitarbeiter blieben in Wien.

2016 begann die Übernahme des Mutterkonzerns Harman durch Samsung, wobei dieser die AKG Standorte in Österreich schloss oder verlagerte. Den Mitarbeitern wurde Arbeit in Ungarn oder Deutschland angeboten. Samsung verwendet die Marke „AKG“, besonders für höherwertige Produkte weiter und vertreibt zum Beispiel Headsets für Samsung Galaxy Smartphones unter dem Label „AKG“.



Bild 7: Jubiläumsedition 50 Jahre AKG, Typ C 414 B-ULS („in Gold“)



Bild 8: Anzeige von 1979: Federhallgerät AKG BX15 und Digitales Verzögerungsgerät AKG TDU 7000

Autor:
Ingo Pötschke

Quellen:

- [1] Alle Angaben beruhen auf zwei Katalogen zum 50-jährigen Jubiläum der Firma und auf Angaben der Wikipedia zur neueren Zeit.
- [2] <https://www.avguide.ch/magazin/akustische-wandler-akg-feiert-65-jaehrigen-firmenjubilaeum>
- [3] https://de.wikipedia.org/wiki/AKG_C12
- [4] Konzept eines modernen Zeitverzögerungs-Gerätes: AKG TDU 7000; Magazin „Studio“ Heft 23, Dezember 1979, Seite 33
- [5] <https://de.akg.com/about-akg.html>

Weitere Informationen finden Sie unter www.akg.com
Alle Bilder GFGF Archiv

Vor 146 Jahren entdeckt – der Gleichrichtereffekt

Pioniere der Halbleitergeschichte – Ferdinand Braun

Jörg Berkner

Die Erstveröffentlichung dieses Artikels erfolgte als *Scriptum* Nr. 30, Nov. 2014. *Scriptum* ist eine Publikation des Historischen Archivs der Infineon AG. Der Artikel wurde überarbeitet und leicht gekürzt.

Vor 146 Jahren, im November 1874, machte der deutsche Physiker Ferdinand Braun (Bild 1) eine merkwürdige Entdeckung: Bei der Messung des Widerstandes von elektrisch leitenden Kristallen stellte er Abweichungen vom Ohm'schen Gesetz fest: Der Widerstand änderte sich mit der Polarität der angelegten Spannung! Damit war ein grundlegendes Gesetz der Physik in Frage gestellt, welches der Lehrer Georg Simon Ohm gut 50 Jahre zuvor entdeckt hatte [5].

Danach verhalten sich bei elektrischen Leitern Strom und Spannung proportional, der Proportionalitätsfaktor wird Widerstand genannt. $U = R \cdot I$ - so lautet die Formel, die heute jeder Schüler aus dem Physikunterricht als „Ohm'sches Gesetz“ kennt. Dabei ist es unerheblich, in welcher Richtung der Strom den Widerstand durchfließt,

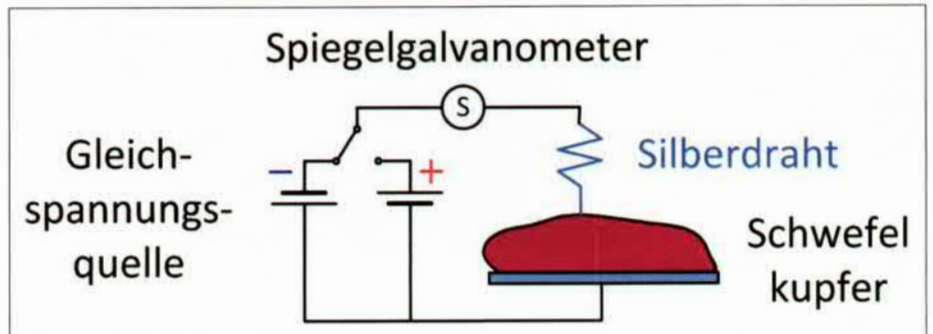


Bild 2: Prinzip von Brauns Versuchsanordnung demastes

Tabelle II.

Elektr. Kraft.	Stromrichtung I.		Stromrichtung II.	
	Erster Ausschlag.	Constante Ablenkung.	Erster Ausschlag.	Constante Ablenkung.
—	10,0	7,8	9,0	5,7
—	43,0	32,0	47	38,2
—	61	45 fällt bis 39	63	45 steigt bis 49
—	89	59	105	85
—	155	115 - - 106	204	163 - - 167
—	—	106	—	166
1 Bunsen	—	120	—	230

Bild 3: Eine von Brauns Messreihen zur Richtungsabhängigkeit des Widerstandes



Bild 1: Karl Ferdinand Braun, * 6. Juni 1850 in Fulda, † 20. April 1918 in New York

also mit welchem Pol der Batterie die beiden Anschlüsse des Widerstandes jeweils verbunden sind. Ferdinand Braun beobachtete nun aber bei Schwefelmetallen einen je nach Polarität unterschiedlichen Widerstand. In der Zeitschrift „Poggendorfs Annalen“ beschrieb er 1874 diese Entdeckung:

„Bei einer großen Anzahl natürlicher und künstlicher Schwefelmetalle und sehr verschiedenen Stücken, sowohl Kristallen von so vollkommener Ausbildung, wie ich überhaupt bekommen konnte, als deren Stücken habe ich gefunden, daß der Widerstand derselben verschieden war mit Richtung, Intensität und Dauer des Stromes. Die Unterschiede betragen bis zu 30 pCt. des ganzen Werthes.“ [1] Seite 557.

In Bild 2 wird das Prinzip von Brauns Versuchsanordnung gezeigt und in Bild 3 ist eine der Messreihen zu sehen, die er damit aufnahm. Die damals verwen-

deten Einheiten für Spannung und Strom erscheinen uns heute sehr ungewöhnlich, aber die stromrichtungsabhängigen Messwerte sind klar zu erkennen. Die angelegte Spannung, hier als „elektrische Kraft“ bezeichnet, wurde in 6 Stufen von 1/6 bis 1/1 „Bunsen“ verändert. Diese heute völlig vergessene Spannungseinheit erhielt ihren Namen nach Robert Bunsen, der 1841 die Zink-Kohle-Batterie erfunden hat. 1 Bunsen entspricht dabei etwa 1,5 V. Auch die verwendete Einheit für den Strom ist ungewöhnlich. Die angegebenen Zahlenwerte kennzeichnen einfach nur den stromabhängigen Ausschlag eines Spiegelgalvanometers: je höher der Strom, desto größer der Ausschlag.

Eine schlüssige Erklärung für dieses unsymmetrische Verhalten fand Braun damals nicht. Er vermutete „dünne Gasschichten“ zwischen dem Kristall

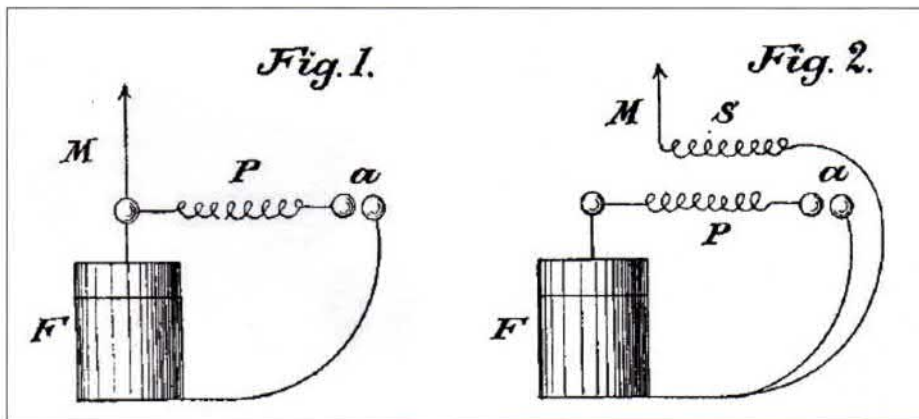


Bild 4: Der von Ferdinand Braun verbesserte Telegrafie-Sender; Zeichnung aus Patent CH18577 [7]

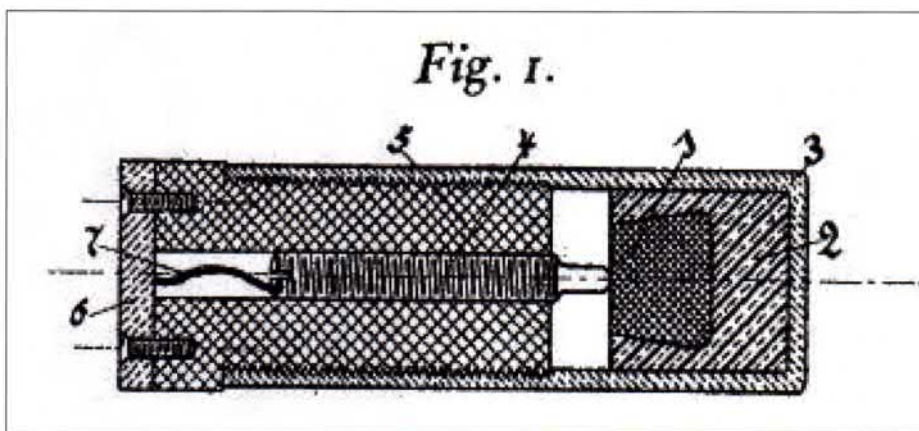


Bild 5: Der Kristalldetektor von Ferdinand Braun: 1 bezeichnet ein Stück Psilomelan (ein halbleitender Kristall), 4 ist die Metallelektrode. Der gleichrichtende Kontakt entstand zwischen diesen beiden Materialien

und dem Kontakt als Ursache. Die Entdeckung des damals 24-Jährigen fand bei den etablierten Physikern kaum Beachtung, zumal sich dafür zunächst keine praktische Anwendung erkennen ließ. Der 27-jährige Franzose Henry Duffet versuchte, die Messungen von Braun nachzuvollziehen, was ihm allerdings nicht gelang. Er zog deshalb 1875 vor der Pariser Akademie der Wissenschaften Brauns Ergebnisse in Zweifel [2], Seite 63. Werner Siemens hingegen erzielte bei seinen Versuchen ähnliche Ergebnisse.

Die widersprüchlichen Ergebnisse veranlassten Braun zur Fortsetzung der Untersuchungen und zu einer zweiten, ausführlichen Veröffentlichung im Jahre 1877 unter dem Titel „Über Abweichungen vom Ohm’schen Gesetz in metallisch leitenden Körpern“ [3]. Darin hebt er als entscheidende Bedingung hervor, dass einer der beiden Kontakte eine möglichst kleine Fläche haben muss:

„Die anomalen Erscheinungen treten im Allgemeinen am leichtesten auf,

wenn wenigstens eine Elektrode klein ist. Ich habe deshalb meistens als Elektrode einen Draht benutzt, welcher durch eine (...) Spiralfeder gegen das Kristall gepresst wurde.“ [3], Seite 98.

Dies ist die erste Beschreibung des Grundprinzips eines Kristallgleichrichters: eine Drahtspitze wird auf einen halbleitenden Kristall aufgesetzt, wobei der entstehende Übergang zwischen Metall und Kristall gleichrichtende Eigenschaften zeigt. Ein Bauelement mit solchen Eigenschaften wird als Gleichrichter, oder allgemeiner, als Diode bezeichnet. Da ein solches Bauelement also den Strom in eine Richtung durchlässt, in die andere Richtung aber sperrt, kann man mit ihm Wechselstrom in Gleichstrom umwandeln.

Braunsche Röhre und drahtlose Telegrafie

Nach der Veröffentlichung seiner Ergebnisse im Jahre 1877 wandte sich Ferdinand Braun anderen Themen zu. Ab 1895 befasste er sich mit den Ka-

thodenstrahlen und stellte schon zwei Jahre später der Öffentlichkeit seine bekannteste Erfindung vor, die Kathodenstrahlröhre, nach ihrem Erfinder auch „Braunsche Röhre“ genannt [4]. In den nächsten einhundert Jahren fand diese Erfindung in immer weiter verbesserter Form als Oszillographenröhre und besonders als Fernsehbildröhre weltweite Verbreitung. Erst in den letzten Jahrzehnten wurde sie in dieser Anwendung vom LCD-Bildschirm abgelöst.

Neben der Kathodenstrahlröhre befasste sich Ferdinand Braun auch mit der drahtlosen Telegrafie. Er verbesserte den von Heinrich Hertz zur Erzeugung von elektromagnetischen Wellen verwendeten Funkensender durch einen Schwingkreis, bestehend aus einem Kondensator und Spule, sowie durch eine induktive Ankopplung der Antenne (Bild 4, aus [7]). Er verwendete einen Schwingkreis, bestehend aus einem Kondensator (Leidener Flasche) F’ und einer Spule P, parallel zur Funkenstrecke a sowie eine zusätzliche Koppelspule S zur Transformation des Signals an die Antenne M. Die Funkenstrecke a erzeugte bei einem solchen Sender durch einen Funkenüberschlag ein sehr breitbandiges Gemisch von elektromagnetischen Wellen, die zur drahtlosen Übertragung von Signalen verwendet wurden.

Mit solch einem Sender konnte er deutlich größere Reichweiten erzielen, als der auf dem gleichen Gebiet arbeitende bekannte Radiopionier Guglielmo Marconi. [4], S.239

Radioempfang mit dem Kristall-Gleichrichter

Nicht nur auf der Senderseite, auch auf der Empfängerseite bestand Verbesserungsbedarf. Marconi hatte noch ein recht primitives Bauelement, einen sogenannten Kohärer als Empfänger benutzt. Das war ein mit Eisenfeilspänen gefülltes kleines Glasrohr. Wenn die mit der Antenne empfangenen Radiowellen durch den Kohärer geleitet wurden, „klebten“ die Feilspäne zusammen, der Widerstand verringerte sich und das Bauelement wurde leitend. Es musste aber nach jedem empfangenen Signal durch ein mechanisches Schütteln wieder in den nichtleitenden Zustand zurückgesetzt werden. Der Kohärer eignete sich also nur zur Anzeige von Radiowellen, nicht aber

zur Rückgewinnung eines darin enthaltenen Tonsignals. Braun erinnerte sich an seine Erfahrungen aus dem Jahr 1874 bei der Messung des Widerstandes von Schwefelmetallen und entwickelte nun einen Kristall-Gleichrichter für Radiowellen. In seiner Patentschrift von 1906 bezeichnete er ihn noch als „Wellenempfindliche[n] Kontakt“ [7]. Später bürgerte sich für diese Art von Hochfrequenzgleichrichtern die Bezeichnung Kristall-Detektor ein (Bild 5).

Als halbleitendes Material eigneten sich nach Braun Manganverbindungen, wie Psilomelan, Pyrolusit, Manganit und Braunit sowie Bleiglanz, Kupferkies und Schwefelkies. Solche Kristall-Detektoren wurden in den 1920er Jahren zum bevorzugten Bauelement für Radiobastler, denn sie erlaubten die Rückgewinnung des Tonsignals aus den Radiowellen (Demodulation). Mit nur wenigen zusätzlichen Bauelementen konnte man damit einen einfachen Radioempfänger bauen. In Deutschland hatte die erste Radiosendung im Dezember 1920 stattgefunden, und der Bedarf an kostengünstigen Empfangsgeräten stieg bald an. Um mit solch einem Detektorempfänger Radiosendungen zu empfangen, brauchte man allerdings Geduld und Fingerspitzengefühl, denn der Radioamateur musste mit einem kleinen Hebel eine Drahtspitze bewegen, um vorsichtig die Oberfläche eines Kristalls abzutasten. Er versuchte so, eine Stelle mit guter Gleichrichterwirkung und damit gutem Empfang zu finden. Kleine Erschütterungen machten seinen Erfolg schnell zunichte (Bild 6).

In der zweiten Hälfte der 1920er Jahre wurden die einfachen Detektorempfänger dann zunehmend durch Röhrengeräte verdrängt, die viel bessere Empfangsleistungen erbrachten. In den 30er Jahren erfuhren die Kristalldetektoren aber erneute Aufmerksamkeit, als für die militärisch bedeutsame Radartechnologie Gleichrichter für sehr hohe Frequenzen gesucht wurden, denn die damals verfügbaren Elektronenröhren waren für diesen Zweck zu langsam.

Zu dieser Zeit waren schon rund 60 Jahre seit Brauns Entdeckung vergangen - die physikalischen Vorgänge in einem Metall-Halbleiter-Kontakt wurden jedoch immer noch nicht verstanden. Die Halbleiter blieben bis Ende der 30er Jahre für die Physiker ein

ziemlich ominöses Material. Bekannt ist folgendes Bonmot des Physikers Wolfgang Pauli aus dem Jahre 1931:

„Über Halbleiter sollte man nicht arbeiten, das ist eine Schweinerei, wer weiß ob es überhaupt Halbleiter gibt.“ [9]

Erst Walter Schottky konnte 1938 mit seiner Randschicht-Theorie die Vorgänge in einem Metall-Halbleiter-Kontakt zufriedenstellend erklären. Heute ist es die Grundlage der Entwicklung der Schottky-Diode, einem Gleichrichter mit geringer Verlustleistung. Auch die Feldeffekt-Transistoren beruhen auf Metall-Halbleiter-Kontakten. Während des Zweiten Weltkrieges forschten in Deutschland Heinrich Welker und Herbert Matare an Hochfrequenzgleichrichtern für die Radartechnik auf der Basis von Halbleitern. Ab 1943 wurden von Siemens etwa 10.000 dieser nun als „Richtleiter“ bezeichneten Detektoren hergestellt.

Leistungs-Gleichrichter

Bisher haben wir die Entwicklungsstapen des Gleichrichters in seiner Anwendung beim Radioempfang verfolgt. Dabei ging es um hohe Frequenzen, nicht aber um hohe Spannungen und Ströme. Eine zweite bedeutende Anwendung hat der Gleichrichter aber auch in der Leistungselektronik gefunden. Hierbei geht es zum Beispiel darum, den in Kraftwerken durch Generatoren erzeugten Wechselstrom in Gleichstrom umzuwandeln, weil sich dieser verlustärmer über lange Strecken übertragen lässt. Dabei sind die beiden wichtigsten Kenngrößen eines Leistungsgleichrichters der maximale Strom in Durchlassrichtung und die maximale Spannung in Sperrrichtung. Während in den 20er Jahren des vorigen Jahrhunderts für solche Aufgaben Quecksilberdampfgleichrichter mit beeindruckenden Abmessungen verwendet wurden, führte die Einführung von Halbleiterdioden auf diesem Gebiet zu enormen Verbesserungen der elektrischen Eigenschaften. Allerdings konnte hier das Prinzip des Kristallgleichrichters – Drahtspitze auf Kristall – wegen der geforderten hohen Ströme nicht beibehalten werden. Der gleichrichtende Übergang wurde nun vielmehr von der Oberfläche in das Innere des Halbleitermaterials verlegt; anfangs durch ein Legierung genanntes Verfahren, später durch Diffusion und Implantation (Bild 7).

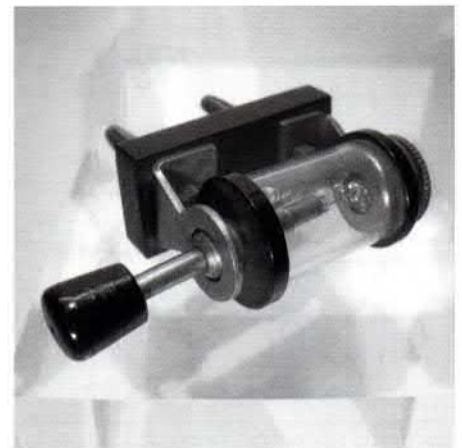


Bild 6: Detektor aus einem Radio-Bausatz



Bild 7: Silizium-Leistungsdioden von Siemens aus dem Jahr 1975



Bild 8: Silizium-Karbid-Bauelemente von Infineon

Auf diesem Gebiet wurden bei Siemens-Halbleiter wichtige Pionierleistungen erbracht. 1946 gründete Eberhard Spenke, der in den 30er Jahren eng mit Walter Schottky zusammen gearbeitet hatte, in dem kleinen fränkischen Ort Pretzfeld das erste Siemens-Halbleiterlabor. Dort wurde das erste industrielle Verfahren zur Herstellung von Halbleiter-Silizium entwickelt, welches heute noch angewendet wird. Die damals weit verbreiteten Gleich-

richter aus dem Halbleitermaterial Selen erreichten nur Sperrspannungen von etwa 25 V. Die ersten Silizium-Gleichrichter aus Pretzfeld hingegen zeigten sensationelle Werte: 200V Sperrspannung wurden auf Anhieb erreicht!

Auch heute hat die Leistungsdiode noch nicht ausgedient. So bietet der deutsche Halbleiterhersteller Infineon z.B. Silizium-Karbid-Leistungsdioden (SiC) an, die besonders für Schaltnetzteile und Motorantriebe geeignet sind (Bild 8).

Autor:
Jörg Berkner

Quellen:

- [1] Braun, Ferdinand: „Über die Stromleitung durch Schwefelmetalle“, Annalen der Physik und Chemie, Herausgegeben zu Berlin von J. C. Poggendorf, Leipzig, 1874, S.556-S.563
- [2] Kurylo, Friedrich: „Ferdinand Braun. Leben und Wirken des Erfinders der Braunschen Röhre.“, Moos, München, 1965
- [3] Braun, Ferdinand: „Über Abweichungen vom Ohm’schen Gesetz in metallisch leitenden Körpern“, Annalen der Physik und Chemie, Herausgegeben zu Berlin von J. C. Poggendorf, Leipzig, 1877, S.95-S.110
- [4] Jäger, Kurt: „Lexikon der Elektrotechniker“, 1996
- [5] Ohm, Georg Simon: „Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet“, Rieme, Berlin, 1827
- [6] Hofmeister, Ernst: „Hundert Jahre Kristallgleichrichter“, Deutsche Physikalische Gesellschaft, Herbsttagung, Nürnberg, 27.9.1974
- [7] Patent CH18577
- [8] Patent DRP 178871 vom 18.2.1906
- [9] Brief an Peierls, 29.9.1931, Wolfgang Pauli – Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u.a. Bd. II: 1930–1939, Springer, 1985, Seite. 94

Bildquellen:

Nobel Foundation, public domain (1), Historisches Archiv der Infineon AG (2), Patentschrift (2), Infineon (1)



Impressum Funkgeschichte

Publikation der Gesellschaft der Freunde des Funkwesens (GFGF) e. V.
www.gfgf.org

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

Redaktion: Heiner Kilian, E-Mail: funkgeschichte@gfgf.org

Manuskripteinsendungen: Beiträge für die Funkgeschichte sind jederzeit willkommen. Texte und Bilder müssen frei von Rechten Dritter sein. Die Redaktion behält sich das Recht vor, die Texte zu bearbeiten und gegebenenfalls zu ergänzen oder zu kürzen. Eine Haftung für unverlangt eingesandte Manuskripte, Bilder und Datenträger kann nicht übernommen werden. Es ist ratsam, vor der Erstellung umfangreicher Beiträge Kontakt mit der Redaktion aufzunehmen, um unnötige Arbeit zu vermeiden. Nähere Hinweise für Autoren finden Sie auf der GFGF-Website unter „Zeitschrift Funkgeschichte“.

Satz und Layout: Druckerei und Verlag Bilz GmbH, Bahnhofstr. 4, 63773 Goldbach.

Korrektor: Wolfgang Eckardt, Jena.

Erscheinungsweise: Jeweils erste Woche im Februar, April, Juni, August, Oktober, Dezember.

Redaktionsschluss: Jeweils der Erste des Vormonats

Anzeigen: Bernd Weith, Bornweg 26, 63589 Linsengericht, E-Mail: anzeigen@gfgf.org oder Fax 06051 617593. Es gilt die Anzeigenpreisliste 2007. Kleinanzeigen sind für Mitglieder frei. Mediadaten (mit Anzeigenpreisliste) als PDF unter www.gfgf.org oder bei anzeigen@gfgf.org per E-Mail anfordern. Postversand gegen frankierten und adressierten Rückumschlag an die Anzeigenabteilung.

Druck und Versand: Druckerei und Verlag Bilz GmbH, Bahnhofstraße 4, 63773 Goldbach.

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

Haftungsausschluss: Für die einwandfreie sowie gefahrlose Funktion von Arbeitsanweisungen, Bau- und Schaltungsvorschlägen übernehmen die Redaktion und der GFGF e. V. keine Verantwortung.

COPYRIGHT

©2020 by Gesellschaft der Freunde der Geschichte des Funkwesens (GFGF) e.V., Düsseldorf.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Redaktion im Auftrag des GFGF e.V. unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen. Mitteilungen von und über Firmen und Organisationen erscheinen außerhalb der Verantwortung der Redaktion. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben die Meinung des jeweiligen Autors bzw. der jeweiligen Autorin wieder und müssen nicht mit derjenigen der Redaktion und des GFGF e. V. übereinstimmen. Alle verwendeten Namen und Bezeichnungen können Marken oder eingetragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

Printed in Germany.

Auflage: 2500

ISSN 0178-7349

Verein

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

Vorsitzender: Ingo Pötschke, Hospitalstraße 1, 09661 Hainichen.

Kurator: Dr. Rüdiger Walz, Alte Poststraße 12, 65510 Idstein.

Schatzmeister: (zuständig für Anschriftenänderungen, und Beitrittserklärungen) Rudolf Kauls, Nordstraße 4, 53947 Nettersheim, Tel. (zwischen 19 und 20 Uhr) 02486 273012, E-Mail: schatzmeister@gfgf.org

Archiv: Jacqueline Pötschke, Hospitalstr. 1, 09661 Hainichen, Tel. 037207 88533, E-Mail: archiv@gfgf.org

GFGF-Beiträge: Jahresbeitrag € 50,00, Schüler und Studenten jeweils € 36,00 (gegen Vorlage einer Bescheinigung)

Konto: GFGF e.V., Konto-Nr. 29 29 29-503, Postbank Köln (BLZ 370 100 50), IBAN DE94 3701 0050 0292 9295 03, BIC PBNKDEFF.

Webmaster: Patrick Kauls, webmaster@gfgf.org

Internet: www.gfgf.org

Am Kondensator eilt der Strom vor, an Induktivitäten tut er sich verspäten

Zur Entwicklung der technischen Spulen im Radio, Teil 2

Joachim Goerth

Hier nun Teil 2 und Schluss der Geschichte der Spulen im Radio. Der erste Teil erschien im vorigen Heft 251 der „Funkgeschichte“. Die Nummerierung der Bilder erfolgt fortlaufend bezogen auf beide Teile. Das Quellen- und Literaturverzeichnis befindet sich am Ende von Teil 2 und bezieht sich auch auf beide Teile des Artikels.

Toroidspule

Ein Toroid, auch Ringkreisspule genannt, ist schwierig zu wickeln. Diese Spulenform hat aber den Vorteil, dass das eigene Magnetfeld kaum in den äußeren Raum greift. Deshalb nimmt diese Spule nur wenige Störungen auf. Die Toroidspule wurde der Firma Georg Seibt schon 1902 patentiert. Bild 15 zeigt eine Patentzeichnung und zwei Ausführungen solcher Spulen.

Die Toroidspule wurde in der Radiotechnik eher selten verwendet, vermutlich wegen der komplizierten Wicklungsart, die ein Durchfädeln des Drahtes erforderte. Auf Grund der guten Eigenschaften ihres magnetischen Kreises wurde sie jedoch später mit Ferrit- oder Eisenkern für Drosseln und Transformatoren insbesondere im HiFi-Bereich benutzt (Bild 16).

Honigwaben- und Korbbodenspule

Diese Spulenformen waren in der frühen Radiozeit ab etwa 1925 die beliebtesten. Meistens wurden sie als Steckspulen gebaut. Sie hatten einen Sockel mit zwei Steckern (der englische Sockel hatte einen Stecker und eine Buchse) und konnten damit in entsprechende Fassungen im Radiogerät gesteckt werden (Bild 17).

Für die verschiedenen Wellenlängen hatte man einen Satz von Spulen mit entsprechenden Windungszahlen. Es war üblich, die Windungszahl anzugeben und nicht die Induktivität. Die Induktivität hängt im Wesentlichen vom Quadrat der Windungszahl ab, und die Wellenlänge ist der Wurzel aus der In-

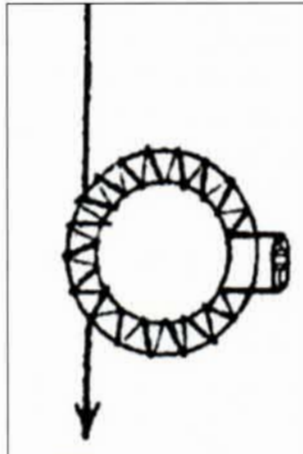


Bild 15: Von links: Zeichnung einer Toroidspule aus dem Patent von Georg Seibt 1902 [13], Ringspule 1927 [14]; Doughnut-Spule der Fa. Reichmann, USA, ca. 1928



Bild 16: Ringkerndrossel und -transformator aus den 1970er Jahren

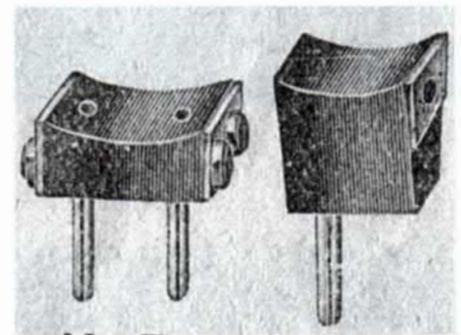


Bild 17: Deutscher (links) und englischer Spulensockel 1926 [14]

duktivität proportional. Somit ist die Windungszahl proportional zur Wellenlänge und damit eine gute Maßzahl für den Anwender.

Die Honigwabenspule verdankt ihren Namen der Ähnlichkeit des Wickelmusters mit Bienenwaben. Nach [11] hatte sie ihren Ursprung in den USA. Die Korbbodenspule (Bild 18) wurde nach [11] von W. Dollinger angegeben und am 18.04.1914 als Gebrauchsmuster veröffentlicht. Der Name kommt daher, dass die Draufsicht der Spule an das Geflecht eines Korbbodens erinnert. Die freitragende Korbspule kam später auf und wurde auch Ledionspule genannt (Bild 19).

Der Sinn dieser komplizierten Wicklungsarten bestand darin, die Eigenkapazität der Spulen möglichst klein zu halten. Das versuchte man dadurch zu



Bild 18: Korbbodenspule mit Drahtanschlüssen und Honigwabenspule mit englischem Sockel, um 1928

erreichen, dass die Windungen nur an einzelnen Kreuzungspunkten eng aneinander lagen.

Die Radiotechnik steckte noch in den Kinderschuhen. Es wurde nicht alles vorherberechnet. Vielmehr war man darauf angewiesen, möglichst



Bild 28: Niederfrequenz-Koppeltransformatoren der 1920er Jahre; man beachte die Bezeichnung „Concert Transformer“ auf dem Trafo von Budich

Quellen:

- [1] H. Schellen: Der elektromagnetische Telegraph, 5. Aufl., Braunschweig 1870
- [2] G. Wiedemann: Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus, zweiter Band, 2. Aufl. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1874
- [3] A. Zischka: Pioniere der Elektrizität, Bertelsmann Verlag, Gütersloh 1958
- [4] A. Righi, B. Dessau: Die Telegraphie ohne Draht, 2. Aufl., Braunschweig 1907
- [5] O. Arendt: Die elektrische Wellentelegraphie, Braunschweig 1907
- [6] H. Rein, Hrsg. K. Wirtz: Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, Berlin 1917
- [7] Telefunken-Zeitung 2. Jahrgang Nr. 9, Dezember 1912
- [8] Telefunken-Zeitung 3. Jahrgang 1919, Nr.15, Mai 1919
- [9] F. Dolezalek: Über Präzisionsnormale der Selbstinduktion, Annalen der Physik 12, 1903, zitiert in [6]
- [10] Fa. Telefunken: Aus Litzen gewickelte Spulen für drahtlose Telegraphie, DRP166946 vom 23. 01.1906, Priorität vom 24.10.1903
- [11] E. Nesper: Der Radioamateur, 6. Aufl., Berlin 1925
- [12] J. Scott-Taggart: The Manual of Modern Radio, London 1933
- [13] G. Seibt: Resonator für elektromagnetische Wellen auf den Empfangsstationen für drahtlose Wellentelegraphie, DRP144474 vom 24.09.1903, Priorität vom 17.04.1902
- [14] M. Wimmer, Radio=Groß=Vertrieb: Katalog Rundfunk=Einzelteile, Düsseldorf 1927
- [15] M. Hansen: Freitragende Blankdrahtspule mit gekerbten oder mit geschlitzten Isolierstücken als Abstandssicherung, DRP 485383 vom 30.10.1929, Priorität vom 25.08.1928
- [16] Gesellschaft für drahtlose Telegraphie und Siemens & Halske G.m.b.H. : Verfahren zur Beeinflussung der elektrischen Eigenschaften der bei den Geber- und Empfängerschaltungen für Funkentelegraphie verwendeten Leiter; DRP 143510 vom 21.08.1903, Priorität vom 27.03.1902
- [17] Wikipedia

Bildquellen: Bilder 1 bis 11: Zitate aus den Literaturquellen; alle anderen Bilder sind vom Autor

Aufbau eines Philips Allwellenempfängers H2L/7 aus den 1930er Jahren

Hartmut Fischer DK8FH

Durch Zufall entdeckte ich auf einem Flohmarkt ein mir sehr bekanntes Gerät. Zu meinen Sammlergeräten gehört auch ein Philips Allwellenempfänger H2L/7 (Bild 1). Und das war so eins. Ein Marineempfänger mit 10 Empfangsbereichen von 15 kHz bis 21 MHz aus den 1930er Jahren. Leider sehr verbastelt (Bild 2). Schnell wurde ich mit dem Verkäufer handelseinig und ich brachte das Gerät gleich in meine Werkstatt. Die erste Begutachtung ergab, dass das Gerät mit drei Röhren RV 12 P2000 umgebaut worden war. Bis auf den Spulensatz war kaum noch etwas wiederzuerkennen. Außerdem war ein Netzteil mit der Röhre AZ11 eingebaut. Der ursprüngliche Empfänger hat kein Netzteil. Er wird mit Heizakku und Anodenbatterie oder einem externen Netzteil (siehe auch Schaltung Bild 3) betrieben. Da ich nun neugierig war, habe ich gleich mal die Schaltung des Bastelgerätes aufgenommen.

Der ursprüngliche Allwellenempfänger hat zwei Spulensätze: einen für die Hochfrequenz-Vorstufe und einen für das Audion. Es handelt sich also um einen Geradeausempfänger mit zwei abgestimmten Kreisen (Bild 3). Die ursprüngliche Bestückung mit Philips Röhren (1 x B442 Tetrode für HF-Vorstufe, 2 x B424 Triode für Audion und NF-Vorstufe sowie 1 x B443 oder RES 164 Endpentode) war nicht mehr erkennbar. Es gibt auch alternative Röhrenbestückungen [1].

Mit den drei Wehrmachtströhren hat man versucht, aus dem Audion einen Überlagerungsempfänger zu bauen. Das konnte natürlich nicht gut gehen. Einerseits müssen alle Spulen des Audion-Satzes umgewickelt werden wegen des Frequenzversatzes zwischen Vorkreis und Oszillator. Andererseits braucht der Empfänger dann einen Zwischenfrequenzverstärker, der ja beim Überlagerer die Selektion vornimmt. Bei der Untersuchung des Gerätes habe ich auch leider feststellen müssen, dass einige der Spulenhalter zerbröselst waren (Bild 4). Sie sind aus Aluguss hergestellt. Diese Erscheinung



Bild 1: So sieht mein H2L/7 ohne Gehäuse aus

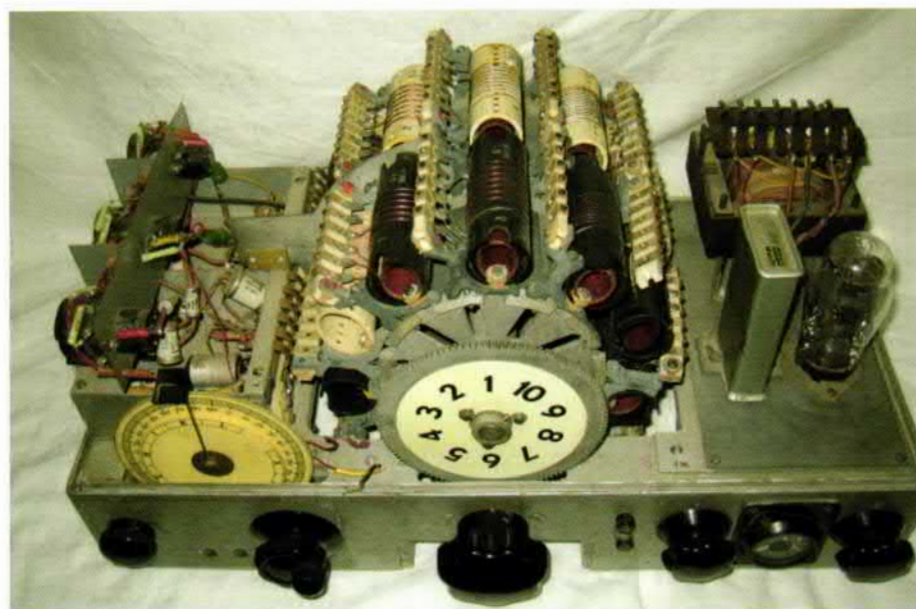
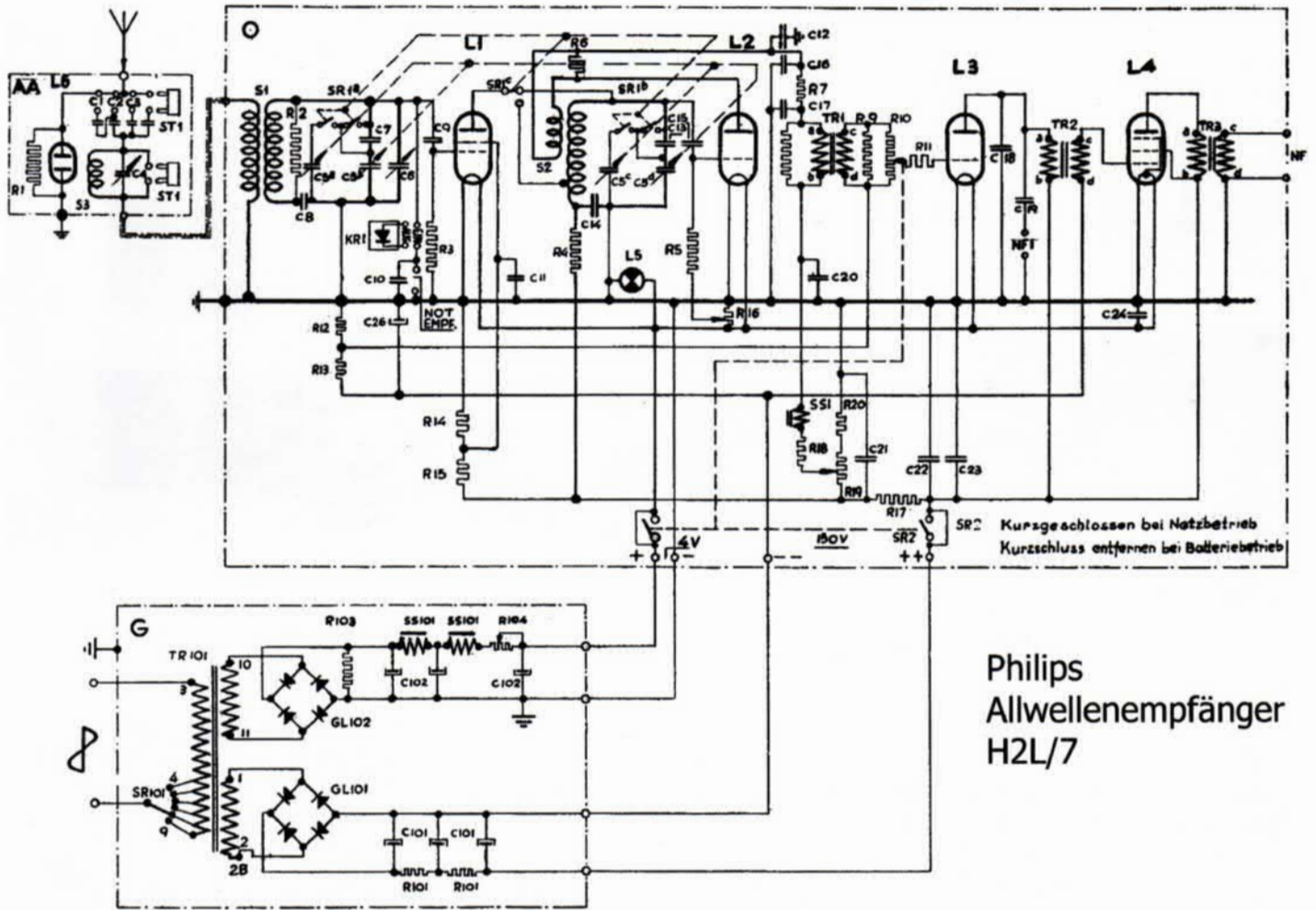


Bild 2: Hier das verbastelte Gerät vom Flohmarkt

ist nicht unbekannt und tritt wegen Qualitätsmängeln beim Guss auf. Darüber wurde bereits mehrmals in der „Funkgeschichte“ berichtet. Hier hatte ich nun ein Problem. Woher nehmen. Eine Suchanzeige im Internet und in den Fachzeitschriften brachte leider keinen Erfolg. Beiläufig erwähnte ich mein Problem einem befreundeten Radiosammler. Nach einer Woche rief er

mich an und teilte mir mit, dass er eine Möglichkeit hätte, mir die defekten Halter aus Kunststoff zu fräsen. Da war ich natürlich „happy“. Schnell brachte ich ihm ein Muster und nach einer Woche hatte ich zwölf Halter in schwarzem Kunststoff, die haargenau passten. (Bild 5). Das Problem war nun gelöst. Mit dem Gerät konnte ich in diesem Zustand nichts anfangen, also



Philips
Allwellenempfänger
H2L/7

Bild 3: Schaltung des H2L/7 aus [1]

habe ich mich entschlossen, den Empfänger total zu entkernen (Bild 6) Übrig blieben das Spulenkarussell, der Drehkondensator und das Chassis.

So, nun ging es an das Beschaffen der Ersatzteile. Die Röhren und zwei Übertrager habe ich von einem Radiosammler bekommen. Leider fehlte nun noch der dritte Übertrager für den Ausgang der RES 164. Hier habe ich einen kleinen Ausgangsübertrager genommen der zu dem Innenwiderstand der Röhre passte und diesen in ein Alugehäuse gesetzt. Nun sieht man nicht, dass es sich um ein neues Bauteil handelt. Dieser Übertrager hat den Vorteil, dass ich einen Lautsprecher mit 5 Ω Impedanz anschließen kann. Den Rest habe ich in meiner Bastelkiste gefunden. Leider entsprechen viele Teile nicht dem Original. Den Kompromiss musste ich aber eingehen. Um das Gerät wieder aufbauen zu können, mussten noch einige Blechteile hergestellt werden. Diese habe ich selbst ausgesägt, gebohrt und lackiert (Bild 7).



Bild 4: Die Spulenhalter aus Aluguss zerlegen sich



Bild 5: Die alternativen Spulenhalter aus Kunststoff



Bild 6: Das Chassis entkern

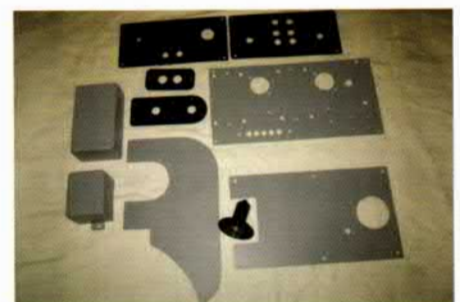


Bild 7: Die vorbereiteten Blechteile

Restaurieren



Bild 8: Die Frontseite des fertigen Gerätes



Bild 9: Die rechte Seite mit Röhren und Übertragern



Bild 10: Die Unterseite mit Spulensätzen und Drehkondensator

Nun war es für mich natürlich leicht, die Verdrahtung im Original wieder herzustellen. Das schon vorhandene Gerät diente mir als Muster. Trotzdem ging nicht alles so wie gewünscht. Kompromisse waren auch hier einzugehen. Aber annähernd hat es doch Ähnlichkeit mit dem Original. Nachdem nun alles eingebaut und verdrahtet war, konnte ich den ersten Testbetrieb kaum abwarten. Nach dem Anschluss eines Netzgerätes habe ich vor dem Einstecken der Röhren die Spannungen überprüft. Einen Fehler konnte ich nicht feststellen. So, nun war der Moment gekommen zu prüfen, ob alles richtig verdrahtet ist.



Bild 11: Der Philips Allwellenempfänger H2L/7 restauriert und mit Gehäuse

Nach dem Einschalten der Spannungen war ein leises Knistern und Brummen zu hören. Die Skalenbeleuchtung brannte und die Rückkopplung lies Ihren Einsatz im Lautsprecher hören. Das war für mich schon ein befriedigendes Gefühl. Leider aber zeigte der Lautstärkereglere grobe Aussetzer. Dieser musste noch gereinigt werden. Mit einem Messsender überprüfte ich die einzelnen Bereiche. Es zeigte sich, dass bei einigen Bereichen nichts zu empfangen war. Die Überprüfung der Spulensätze brachte die Lösung. Hier waren einige Drahtbrücken im Zuge des „Umbaus“ entfernt worden. Eine Empfindlichkeitsmessung ergab, dass das neu aufgebaute Gerät den angegebenen Messwerten des Herstellers in etwa entsprach. In den Abendstunden konnte ich mit einer Langdrahtantenne auf allen Bereichen viele Sender hören. Ich war sehr zufrieden. Hier noch einige Bilder vom fertigen Gerät (Bilder 8 bis 11).

Viel Arbeit, aber es hat sich gelohnt. Ein Netzteil ist geplant. Zum Schluss noch zwei Bilder von einem vollständig intakten Gerät aus der Sammlung von GFGF-Mitglied Siegfried Droese. Danke (Bilder 12 und 13)!



Bild 12: Philips Allwellenempfänger H2L/7 von Siegfried Droese



Bild 13: Typenschild des Philips Allwellenempfängers H2L/7 von Siegfried Droese

Autor:
Hartmut Fischer, DK8FH

Quelle: [1] https://www.radiomuseum.org/r/philips_h2l7h_2_1.html

Restaurierung Schneider-Opel Teledyn SO TE, Teil 2

Rüdiger Walz

Der Teil 1 dieses Artikels erschien in der „Funkgeschichte“ 251 und endete mit dem Ausmessen der Durchlasskurve der Zwischenfrequenzkreise des Teledyn. Hier nun Teil 2 und Schluss. Die Nummerierung der Quellenangaben und der Bilder beziehen sich auf die beiden Teile des Artikels.

Die Kondensatoren

Das Gerät enthält fünf Glimmerkondensatoren im Pikofarad-Bereich und einen Wickelkondensator 0,5 μF zur Abblockung der Anodenbatterie. Anodenbatterien können vor allem, wenn ihre Lebensdauer dem Ende zugeht, HF-Störungen erzeugen. Ein Kondensator parallel zur Batterie soll das verhindern. Hier wurde ein typischer Kondensator aus der Telefontechnik verwendet, er ist rechts an der Seitenwand festgeschraubt und auf den Bildern 6 (Siehe Teil 1 dieses Artikels „Funkgeschichte“ 251, Seite 136 oben) und 16 gut sichtbar. Ein passender zeitgemäßer Kondensator war in meinem Fundus.

Die Glimmerkondensatoren sind eine spezielle Schneider-Opel Bauform mit drei Rundkopf-Halteschrauben und Anschluss über Rändelschrauben. Der Vorbesitzer hatte schon Jahre nach ihnen gesucht (Bild 9 oben). Auch Anzeigen im radiomuseum.org halfen nicht. Ein Kondensator ist an der Frontplatte befestigt (2000 cm parallel zum Lautsprecher), er hatte im Gegensatz zum weiteren einzigen komplett erhaltenen originalen Exemplar keine eingeschlagenen Zahlen und war nicht vernickelt. Bei der Demontage entdeckte ich die Kapazitätsangabe auf der Rückseite des Abdeckplättchens und habe es bei der Gelegenheit gereinigt, vernickelt und umgedreht. Die Zinnfolienbeläge des erhaltenen 300-cm-Kondensators waren leider an den Anschlüssen abgerissen. Zur Bauform von Glimmerkondensatoren siehe auch den Artikel von Joachim Goerth in der „Funkgeschichte“, Hefte 247 und 248 [6]. In diesem Artikel wird auch die Einheit

„Zentimeter“ für die Kapazität näher erklärt. Heute wird nur noch die SI-Einheit „Farad“ verwendet. Nur so viel: 1 cm im alten System entspricht etwa 1,113 pF (Pikofarad).

Von einem weiteren Kondensator war nur die Grundplatte vorhanden. Ein Kondensator ist Bestandteil der Oszillatorröhrenfassung (siehe unten) und einer musste komplett nachgebaut werden. Natürlich waren alle Schrauben M 2,5 und Rundkopf! Maße und Bauform sind heute kaum zu bekommen. Als Gipfel werden die Anschlüsse mit Rändelschrauben hergestellt, die man zwar noch bekommt, aber leider nicht mehr in schöner alter geschwungener Ausführung.

Es mussten Andruckplatten (23,5 mm x 25 mm) und Anschlussplättchen (6,3 mm x 19 mm) aus 1 mm starkem Messingblech hergestellt werden. Hier half mir ein Sammlerkollege, da ich nicht über die entsprechenden Werkzeuge verfüge, präzise solche Plättchen zu schneiden. Diese Plättchen habe ich dann entsprechend gebohrt und mit Gewinden versehen. Außerdem enthalten die Anschlussplättchen unter den Rändelschrauben noch einen ca. 1 mm starken Stift, der sie gegen Verdrehen sichert.

Zudem mussten sie vernickelt werden. Hierzu verwendete ich Vernicklungslösung von der Fa. Selva. Einfach Lösung in ein kleines Gefäß geben und die Plättchen mit einer an ein Netzteil (3 V Gleichspannung, Minuspol) angeschlossenen Metallpinzette in die Lösung halten. Die positive Gegenelektrode ist ein Stück Nickelblech. Innerhalb weniger Minuten sind die Plättchen und auch Schrauben schön glanzvernickelt. Das Bild 9 zeigt den nachgebauten Kondensator vor dem Vernickeln im Vergleich mit dem Original. Rundkopfschrauben M 2,5 hatte ich noch einige in meinem Fundus, leider allerdings keine Rändelschrauben. Ich verwendete Rändelschrauben von alten Widerständen aus den 1920er Jahren, die zwar M-3-Gewinde haben, was man natürlich nicht sieht, aber den Puristen stört es, wenn auch wenig.

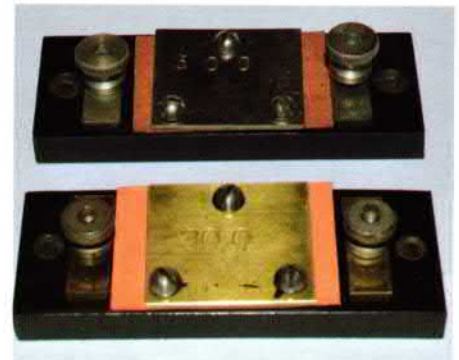


Bild 9: Schneider-Opel Glimmerkondensator 300 cm oben original, unten Replik vor dem Vernickeln

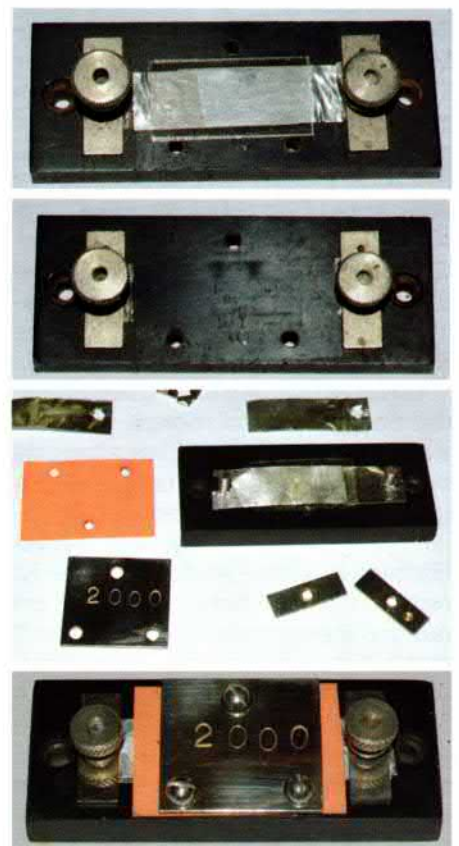


Bild 10 a bis d: SO Kondensator-Replik: Zusammensetzung in Einzelheiten

Für den komplett neu herzustellenden Kondensator habe ich auch den Hartgummiträger zuschneiden müssen. Mein Träger ist ca. 1 mm stärker als beim Original, was aber nicht auffällt. Die originalen Träger und Plättchen dienten als Bohrschab-



Bild 11: Frontplatte des Teledyn mit extra Bohrungen

lone. Die Kondensatorbeläge habe ich nicht aus Zinnfolie machen können, obwohl es in der Nähe in Eppstein die letzte Zinnfolienfabrik in Deutschland gibt. Ich hatte früher schon einmal Kontakt zu dieser Firma, aber Zinnfolie ist nicht einfach zu handhaben, und man kann leider nicht eben mal ein Muster aus der Fabrikation bekommen. Alufolie tut es aber auch. Den Glimmer bekam ich von einer Rolle mit sogenanntem Glimmerpapier. Ich musste die Stücke mit Azeton vorsichtig vom Papier ablösen. (Ich habe noch eine ganze Rolle, falls jemand Bedarf hat.)

Das Zuschneiden und Positionieren der Beläge und Isolationen war eine ziemliche „Fitzelarbeit“, vor allem, da sich Alufolie gerne aufrollt und sich nicht so schön anschmiegt wie Zinnfolie. Auch das Anbringen von 3-mm-Löchern in kleine Alufolie-Stücke ist nicht einfach. Ich brauchte für 300 cm nur drei ineinandergreifende Stücke 9 mm x 20 mm mit original Glimmerzwischenlagen und für 2000 cm nur 4 Stück, da mein Glimmer offensichtlich dünner war als der des originalen Kondensators. Da die Kondensatoren aber keinen hohen Spannungen (maximal 100 V) ausgesetzt sind, spielt das keine Rolle. Die Bildserie 10 a bis d zeigt den Aufbau des Kondensators. Beim Zusammenmontieren und Ausmessen zeigte sich, dass die Kondensatoren wenig überraschend druckempfindlich sind. Die Kapazität ändert sich je nach Anziehen der Schrauben etwas. Die letzte rot gefärbte Isolierscheibe aus rotem Karton wurde aus entsprechenden Karteikarten ausgeschnitten.

Die Niederfrequenz-Übertrager

Es standen ein originaler SO-Übertrager mit Schraubanschlüssen zur Verfügung und eine Version mit Lötflächen. Man hätte an der Lötfläche Rändelschrauben montieren können, aber ich habe es erst einmal dabei belassen, da ich nicht riskieren wollte, dass beim Umbau auf Schraubanschlüsse möglicherweise Anschlussdrähte abbrechen und der Übertrager unbrauchbar würde. Ich glaube, er passt sich trotzdem gut in das Allgemeinbild ein (siehe Innenaufnahme Bild 16).

Frontplatte und Gehäuse

Frontplatte und Gehäuse sind besonders wichtig, da sie das „Gesicht“ des Gerätes später in der Ausstellung bestimmen. Einerseits sollten die Fehler beseitigt werden, andererseits sollte es aber nicht unnatürlich neu aussehen, immerhin ist das Gerät inzwischen 94 Jahre alt!

Das Holz ist schwarz gebeizt und mit Lack nur anpoliert. Durch die Jahre abgeblätterter Lack und durch Feuchtigkeit entstandene Ungleichmäßigkeiten ließen sich leicht entfernen. Der alte Lack wurde leicht mit 320er Schleifpapier angeschliffen und schwarze Beize aufgetragen. Nach dem Trocknen wurde Schellack mit dem Ballen aufgetragen und nicht nachpoliert. Dadurch bekommt das Gerät genau die Erscheinung, die es original wohl hatte.

In der Hartgummi-Frontplatte waren mehrere Löcher zusätzlich angebracht worden. Zuerst war ich der irrigen Meinung, die überflüssigen Befesti-

gungslöcher bei den Drehkondensatoren stammten von einem Bastler aus der Vorzeit. Es stellte sich aber heraus, dass Schneider Opel standardmäßig 2 x 3 Löcher pro Kondensator angebracht hat. Sie werden durch die Drehköpfe verdeckt. Es wurden offensichtlich zwei verschiedene Typen verbaut, die um 180° verdreht sind (Bild 11, Löcher links).

Unangenehm war ein großes 10-mm-Loch, das einer der Vorbesitzer mittig direkt neben dem Markennamen „Teledyn“ gebohrt hatte. Zusätzlich hatte er versucht, den eingravierten Namen wegzuschleifen. Die Frontplatte musste komplett abgeräumt und nass mit Wasser und Petroleum mit Schleifpapier 340, 600, 900 und schließlich 1200er Körnung bearbeitet werden. Anschließend wurde noch mit Polierpaste nachpoliert. Die schlimmsten Kratzer verschwanden.

Das Loch habe ich nach dem folgenden Verfahren mit schwarz gefärbtem Epoxidharz zugegossen. Ich nehme die Oberflächenstruktur mit ein wenig Silikongießharz von einer intakten Stelle in der Nähe des Lochs ab und benutze das Silikonstück zum Abdecken des Loches. Das Epoxidharz wird von hinten in das Loch gegossen, da sich andersherum Bläschen im Harz unangenehm bemerkbar machen könnten. Dadurch hat das verschlossene Loch eine ähnliche Oberflächenstruktur wie die umgebende Hartgummiplatte.

Der Schriftzug „Teledyn“ war zwar noch erkennbar, aber so schwach, dass er nicht mehr vollständig mit weißer Farbe ausgelegt werden konnte. Ich hätte ihn aber gerne nachgravieren lassen. Der örtliche Graveur für Schilder arbeitet aber mit einem Computer, der natürlich nicht den gleichen Schrifttyp zur Verfügung hat und die Buchstaben auch nicht an genau der gleichen Stelle platziert. Man müsste den Schriftzug freihändig gravieren, was der Mann nicht riskieren wollte. Ich habe die verbliebene Gravur so gut wie möglich mit einem feinen Pinsel eingefärbt, das Ergebnis ist für ein 90 Jahre altes Gerät adäquat (Bild 17).

Die Knöpfe der Drehkondensatoren meines Gerätes (Nr. 103) unterscheiden sich vom Vergleichsgerät Nr. 115. Die Gravur des Eichstrichs auf der Frontplatte zeigt, dass diese größeren Knöpfe nicht beim Gerät 103 verwen-

det wurden und nicht passen würden. Das Mustergerät 115 hat auch keinen „Teledyn“ Schriftzug auf der Frontplatte. Das Firmenschild ist bei Nr. 115 aus Blech aufgenietet, bei Gerät 103 ist es in die Frontplatte eingepreßt. Die Produktion dieser Geräteserie hatte wohl eher den Charakter einer Manufaktur als einer richtigen Serienfertigung. Das wird sich später noch einmal unangenehm bemerkbar machen (siehe unten).

Röhrenfassungen und Verdrahtung

Das Gerät hat 7 Röhren: 1 Oszillator, 3 ZF, 1 Audion und 2 NF. Die Oszillatöröhre hat eine separate Fassung, auf der auch ein Kondensator integriert ist. Für die 6 anderen Röhren besteht die Fassung aus einem Hartgummi-streifen, in den 3-mm-Buchsen eingeschraubt sind. Der Vorbesitzer hatte beide Fassungen schon professionell nachgefertigt und Buchsen eingeschraubt. Ich habe diese Buchsen lediglich gegen 28 gleiche ausgetauscht um das Gesamtbild zu verbessern.

Die Verdrahtung ist fast ausschließlich verschraubt. Im Falle der Röhrenfassung muss man den oben erwähnten Vierkantdraht entsprechend biegen und von unten an den Buchsen verschrauben. Ist die Fassung einmal montiert, kommt man da nicht mehr heran. Die Drähte müssen im Vorfeld genau gebogen sein, damit sie an die anderen Bauteile präzise passen.

Wie damals üblich, ist der Vierkantdraht im rechten Winkel verlegt. Das sieht schön aus, von HF-günstiger Verlegung trotz „low loss“ hielt man wohl nicht viel. Da der Draht bei mir knapp war, wollte ich Fehlbiegungen vermeiden. Ohne Mustergerät wäre das nicht originalgetreu möglich gewesen, aber trotz Bindfaden zum genauen Nachmessen passierte es hin und wieder, dass der Draht nicht passte. Die Verschraubungsaugen waren auch nicht immer rechtsherum gebogen, es ist manchmal schwierig, bei der Montage von unten die Perspektive zu wechseln. Es war eine erstaunlich anstrengende Arbeit, da sie hohe Konzentration erforderte und wäre einfacher gewesen, wenn ich mehr Vierkantdraht zur Verfügung hätte.

Die Bilder 12 bis 14 zeigen die Verdrahtung vom Tropaformer zur Röhrenfassung, den Oszillator und die

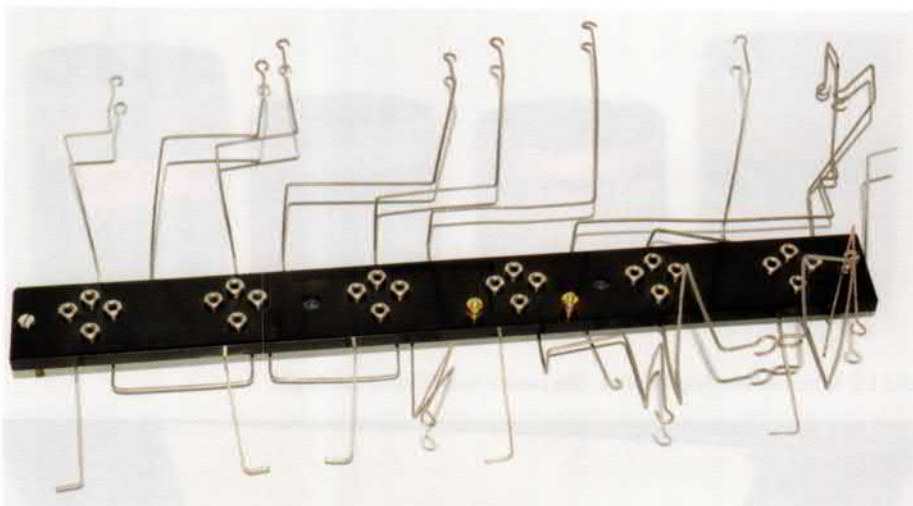


Bild 12: Röhrenfassungen mit Verdrahtung vor dem Einbau

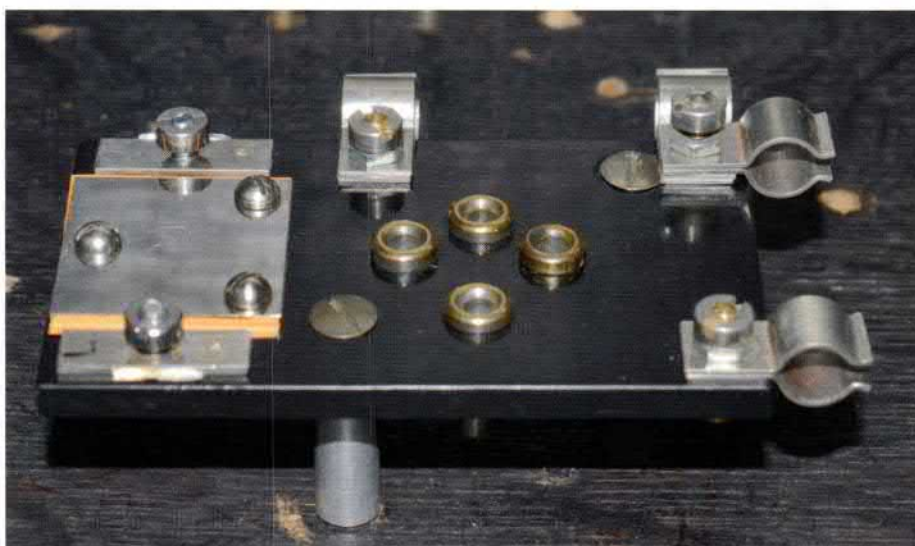


Bild 13: Oszillatöröhrenfassung mit integriertem Kondensator - Replik

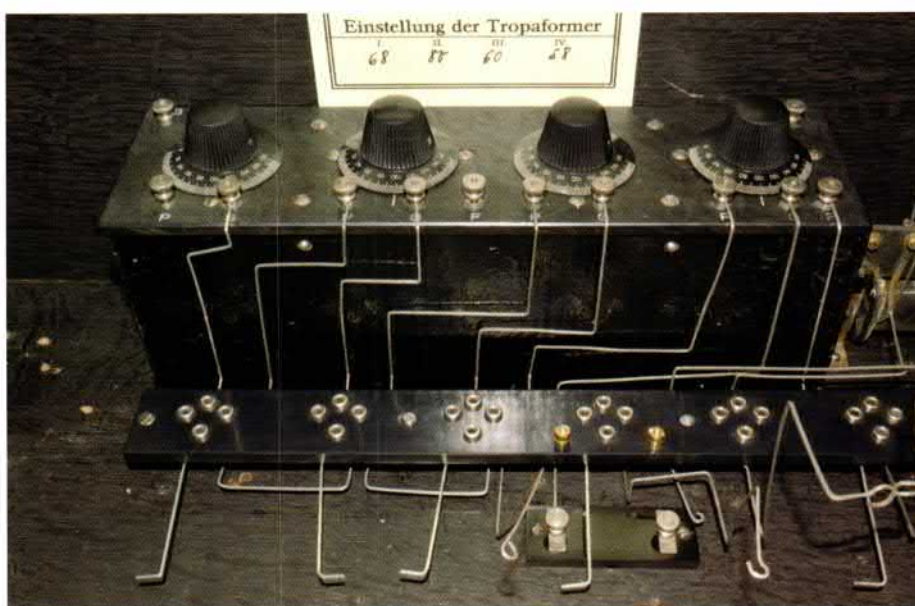


Bild 14: Röhrenfassung ZF /NF von oben



Bild 15: Mittelwellen-Spulensätze. Die zweite von links ist die Replik



Bild 16: Fertig verdrahteter und bestückter Teledyn Nr. 103

Röhrenfassung fertig zum Einbau. Man kann durch die Verschraubung von unten nicht Stück-für-Stück arbeiten, sondern muss die ganze Röhrenfassung fertig verdrahten, was das Abmessen schwierig macht. Man muss die Fassung immer wieder einsetzen und prüfen ob die Drähte passen. Bild 12 zeigt den Hartgummistreifen mit den Röhrenfassungen und Verdrahtung vor dem Einbau.

Bei der Verdrahtung bemerkte ich auch etliche Unterschiede in der Platzierung der Bauteile gegenüber dem Gerät Nr. 115. So ist die Röhrenfassung beim Gerät 115 einige Zentimeter weiter vom Tropaformer entfernt als im Gerät 103. In meinem Gerät 103 bemerkte ich bei der Bestückung mit RE 144, wie in der Gebrauchsanweisung korrigiert, dass die Röhren fast an die benachbarten Drähte anstoßen. Mit der ursprünglich empfohlenen Bestückung RE89 wäre das nicht passiert, da die Röhrenkolben nicht domförmig, sondern gerade sind. Hat man sich der geänderten Dimensio-

nen neuerer Röhren bei Gerät 115 angepasst? In jenen Jahren fand der Umbruch von RE xx zu RE 0xx Röhren statt. Die Geräte machen auch nicht den Eindruck einer rationellen Serienfertigung, sondern scheinen eher einzeln per Hand gefertigt zu sein. Unterschiedliche Bauteilplatzierungen erlauben jedenfalls nicht das serienmäßige Vorbiegen der Drahtverbindungen für mehrere Geräte.

An der großen Röhrenfassung und der Oszillatorfassung sind noch die Halterungen für drei Steckwiderstände 2 x 100 kΩ und einmal 3 MΩ befestigt. Diese fehlten teilweise, aber ein Sammlerkollege half hier aus. Bild 13 zeigt die Fassung der Oszillatorröhre, in der ein Kondensator integriert ist. Sie wurde ebenfalls nachgefertigt und der Kondensator wie oben beschrieben vernickelt und zusammengesetzt.

Nach Fertigstellen der inneren Verdrahtung kann man die Frontplatte mit den teilweise verdrahteten Heizreglern, Schaltern und Drehkondensatoren einsetzen. Die Verbindung zur

inneren Verdrahtung erfolgt teilweise durch Lötstellen oder durch Verschrauben. Hier muss man darauf achten, die Drähte nicht zu viel hin und her zu biegen, sonst können sich auch gut angezogene Schrauben lösen. Das Ausmessen und Zurechtbiegen von Verbindungen bei eingebauter Frontplatte ist sehr unbequem, die Konstruktion des Gerätes ist nicht besonders servicefreundlich. Ich gebe zu, zwei oder drei Lötstellen mehr unauffällig eingebaut zu haben, um die Montage zu erleichtern. Bild 14 zeigt die Verdrahtung zwischen Tropaformer und Röhrenfassung, die vor der Montage der Frontplatte fertiggestellt werden muss. Die gebogenen Drähte im Vordergrund dienen zum Anlöten an die Verdrahtung der Frontplatte.

Wellenbereichsspulen

Die Wellenbereiche KW, MW und LW werden durch zwei Steckspulen (Oszillator und Eingangsspule) links im Gerät bestimmt. Es standen die Langwellenspulen und die senkrecht stehende Mittelwellenspule zur Verfügung. Die Spulenkörper bestehen aus einem unbekanntem Kunststoff, Außendurchmesser 80 mm, der Spulendraht ist textilisoliert. Die Kontakte sind halbkreisförmig angeordnet, daher musste die Ersatzspule exakt den gleichen Durchmesser haben. Im Baumarkt fand ich eine PVC Schiebemuffe mit genau dem richtigen Durchmesser, die ich schwarz lackierte. Da die Oberfläche der Originalspulen nicht glatt ist, lackierte ich per Hand und überstrich die Wicklungen anschließend mit Schellack, das ergab ein originales Aussehen. Leider ist mein textilisolierter Draht etwas zu dick und hat eine rosa Färbung, sodass die Anordnung der Wicklungen nicht ganz genau den Originalspulen entspricht. Bild 15 zeigt links und rechts die originalen senkrecht stehenden MW-Spulen und in der Mitte ist die linke Spule die Replik. Die Einfärbung mit Batikfarbe glückte nicht ganz, da die Isolierung des modernen Drahtes nicht aus Baumwolle besteht und die Farbe nicht so gut annimmt.

Für die Anschlussstecker konnte ich glücklicherweise die Stecker defekter Schneider-Opel Steckspulen verwenden. Die Nieten mussten nur aufgebohrt werden und an der Spule wieder erneuert werden.

Inbetriebnahme

Leider fehlt ein Heizreglerknopf mit der weißen Celluloidskala und zwei Skalen sind durch Lichteinfluss verfärbt. Ich bekam später noch von einem Sammlerkollegen passende professionelle Nachgüsse. Die Gebrauchsanweisung und das Hinweisschild für die Tropaformereinstellungen wurden vom Originalgerät gescannt und auf gelblichem Karton ausgedruckt.

Nach Einbau der Frontplatte erfolgte die erste Inbetriebnahme. Natürlich hatte ich noch zwei Verbindungen vergessen, aber das war schnell behoben. Schwieriger war die Röhrenbestückung. Die Gebrauchsanweisung verlangt für den ZF-Verstärker drei Röhren mit möglichst ähnlicher Kennlinie, da über den Regler „K“ bei allen drei Röhren die Verstärkung des ZF-Verstärkers geregelt wird.

Ich wählte für ZF-Verstärker und Audion die Röhre RE 144, damit hatte ich bei einem Isaria Super gute Erfahrungen gemacht, außerdem ist sie noch gut zu bekommen. Da ich für die Bestückung möglichst alte Versionen der Röhren verwenden wollte, und es nicht immer Telefunken sein muss, setzte ich als 1. NF eine Valvo H406 ein. Als beste Oszillatorröhre stellte sich eine B 425 von Philips heraus, alles Versionen aus den 1920er Jahren. Bild 16 zeigt den fertig verdrahteten und bestückten Teledyn.

Am Anfang war nur schreckliches Pfeifen und kein Sender zu hören. Zwei Verbindungen hatte ich wie gesagt übersehen und es mussten in einigen Buchsen der Frontplatte noch Wackelkontakte beseitigt werden, und dann ertönte mit Rahmenantenne der erste Sender, natürlich abends, tagsüber ist die Mittelwelle auch für so ein empfindliches Gerät leider tot.

Das Gerät ist knifflig in der Bedienung. Der Feintrieb an jedem Kondensator ist nicht von ungefähr montiert. Die Drehkondensatorskalen laufen gut parallel, aber man kann Sender auch mit 20 Teilstrichen Differenz einstellen. Ein Superhet ist eben auch zweideutig durch die mögliche Addition oder Subtraktion der Oszillatorwelle von der Empfangswelle. Bei so niedriger Zwischenfrequenz (ca. 60 kHz) machen sich die Spiegelfrequenzen deutlich bemerkbar. Erstaunlich ist die Trennschärfe auch des ersten Kreises. Geringe Verstimmung macht das Gerät



Bild 17: Teledyn mit Rahmenantenne und Lautsprecher

stumm. Gleichzeitig muss man die Verstärkung einstellen, da sich sonst die Rückkopplung als Pfeifen bemerkbar macht. Bei Übersteuerung des Audions muss noch die Heizung des Oszillators und der Audionröhre gedrosselt werden. Es erfordert einiges Fingerspitzengefühl und Erfahrung, einen Sender einigermaßen unverzerrt zu empfangen.

Das Gerät kann bei guter Empfangslage auch nur mit seinen internen Spulen betrieben werden. Beim Einstöpseln der Rahmenantenne wird die interne Spule abgeschaltet (siehe Schaltung) und die Empfangsempfindlichkeit steigt signifikant. Auf Langwellen zeigt mein Gerät aus bisher unbekanntem Gründen keine besonders gute Leistung.

Im Vergleich zu einem Dreikreiser mit separater Einstellung der Kreise aus der gleichen Zeit (z.B. Tefag 1235)

ist die Einstellung weniger knifflig, aber die Verzerrungen sind bei einem Geradeausempfänger geringer.

Für Interessenten ist die originale Gebrauchsanleitung im Radiomuseum.org einsehbar.

Das letzte Bild zeigt den auferstandenen Teledyn (Bild 17).

Literatur:

- [6] Joachim Goerth, Zur Entwicklung der technischen Kondensatoren Teil 1 und 2; Funkgeschichte 247, 248; 2019

Autor:
Dr. Rüdiger Walz

Träume aus der Jugend:

Boy's Radio - Die Faszination der frühen Transistorradios

Reinhard Bogena

Es pfeift, rauscht und knackst in dem kleinen Empfänger, dennoch geht eine eigenartige Faszination davon aus: Taschenradios sind sammelnswert. Meist verbergen sich ganz persönliche Geschichten dahinter.

Rückblende in die Zeit um 1960. Der Blick ins Schaufenster des örtlichen Elektrohandels war beim sonntäglichen Spaziergang obligatorisch. Viele Träume und Wünsche hatten hier ihren Ursprung, so auch in jenem Fall, als ich dort das erste Mal einen dieser neuartigen japanischen Transistorempfänger sah – keine Frage, so etwas musste ich, damals im Teenie-Alter, haben! Ein Radio, so klein, dass es in einer Jackentasche Platz findet, das war eine Sensation. Ein Ohrhörer, eine 9-Volt-Batterie und eine braune Lederhülle zum Schutz für das in diesem Falle elfenbeinfarbene Plastikgehäuse gehörten zum Lieferumfang. Dass das Radio nur auf Mittelwelle empfängt, spielte nicht wirklich eine Rolle. Der Preis von knapp 80 DM überstieg allerdings mein Taschengeldbudget bei weitem.

An Heiligabend lag es dann tatsächlich unterm Weihnachtsbaum, eingebettet im himmelblauen Stoff-Inlet der wertvoll golden schimmernden Geschenkpackung. Ich war glücklich! Endlich besaß ich einen eigenen Rundfunkempfänger und konnte ungestört auf Wellenreise gehen (Bild 1). Stets trug ich es bei mir, oft auch befestigt am Fahrradlenker. Dabei faszinierte mich weniger das meist konservative Programm, sondern mehr die Tatsache, dass dieses kleine Gerät eine Verbindung zu Radiostationen auf der ganzen Welt schuf. Nicht selten schlief ich am Abend damit ein, den Kopfhörer noch im Ohr.

Radio Luxemburg

Während des Tages konnte man allein den Ortssender deutlich hören, erst mit Beginn der Dunkelheit verbesserten sich auf für mich damals wundersame Weise die Empfangseigenschaften. Die Fachleute wissen: Am Tage heizt die Sonne die Ionosphäre dermaßen auf, dass die Mittelwellen verschluckt werden. Man hört

mit dem Radio nur die Bodenwelle. Nachts sinkt die Ionisation der Luftschichten und die Mittelwellen werden in 200 bis 400 km Höhe reflektiert. Damit ergeben sich enorme Reichweiten. Nach genauester Justierung schallte die berühmte Stimme von Radio Luxemburg aus dem winzigen Lautsprecher: „This is Radio Luxembourg“ - hörte sich das nicht nach großer weiter Welt an? Bei den Großeltern im hohen Norden konnte ich sogar den geheimnisumwitterten Piratensender Radio Caroline empfangen, der irgendwo von einem Schiff in der Nordsee sendete. Und nicht nur das: Drehte man das Senderwahlrädchen im Zeitlupentempo von einem bis zum anderen Ende (und wieder zurück), öffnete sich eine unbekannte, ja sogar geheimnisvolle Welt, die durch den winzigen Lautsprecher mit all ihren fremdartig klingenden Sprachen und Geräuschen ans Ohr drang. Wurden hier etwa geheime Nachrichten übermittelt? Die Einteilung der Welt in West- und Ostblock hatte immerhin zu einer regen Agententätigkeit geführt, von der man mehr ahnte als wusste. Dass im Rahmen geheimer Missionen verschlüsselte Informationen gesendet wurden, stand außer Frage. Aber wie erkennt man das? Und dann war da ja noch die Sache mit dem Weltall – wenn es Leben außerhalb der Erde geben würde, könnte man vielleicht auch von dort Signale empfangen.

An einer bestimmten Stelle der Skala (die merkte man sich) sorgte manchmal eine monotone Stimme für Rätselraten - sie sprach nichts anderes als undurchschaubare Zahlenreihen: Fünnef wurde gesagt statt fünf. Was steckte dahinter? Hatte man per Zufall geheime Spionagetätigkeiten entdeckt? Vergeblich versuchten wir das System zu durchschauen; dennoch machte es ein kleines bisschen stolz, möglicherweise etwas Geheimnisvolles aus der Welt von James Bond entdeckt zu haben, das eigentlich niemand „Unbefugtes“ hören sollte.



Bild 1: Mit einem Candle-Taschenradio in Geschenkpackung hatte beim Autor alles begonnen; Candle war eine Marke der Tokyo Transistor Industry Co. ca. 1962



Bild 2: Quelle / Universum Radio mit zeitgenössischen Ladegeräten für 006P-Batterien, um 1970



Bild 3: Aero um 1963 im Originalkarton, Made in Japan



Bild 4: 9-Volt-Batterie Typ 006P zum Wiederaufladen



Bild 5: Boy's Radio – auf der Rückwand eingeprägt

Der Transistor – eine Revolution

Zur Geschichte des Rundfunks gehört, dass Tüftler und Ingenieure in alle Richtungen entwickelten – in Bezug auf größere und qualitativ hochwertige Geräte ebenso wie auf kleinste Technik, die in jeder Jackentasche Platz findet. In letzterem Fall erwiesen sich die Röhren als größtes Problem. Sie benötigen Platz und viel Energie. Der Transistor war deshalb eine geradezu revolutionäre Erfindung. Deren Wegbereiter saßen zwar in Deutschland, doch letztlich durften sich die Amerikaner diese Errungenschaft auf ihre Fahne schreiben. Ende 1947 entwickelte eine Gruppe von Wissenschaftlern in den Bell Laboratories den ersten funktionierenden Transistor. Sie wiederum unterschätzten deren Bedeutung, vor allem, weil sie zunächst viel teurer als Röhren waren, und verkauften deshalb 1952 die Rechte für diese Technologie an die Japaner [1].

Der erste Transistorempfänger Regency TR-1 kam zwar aus den USA. Aber die meisten der kleinen Taschensradios hatten ihren Ursprung im Land der aufgehenden Sonne – auch wenn beispielsweise „Neckermann“ oder „Universum“ darauf zu lesen ist. Viele dieser Kleinempfänger kamen über die einschlägigen Versandhäuser ins Land, die sie zum Teil unter eigenen Bezeichnungen verkauften (Bild 2).

Da die Serienherstellung von Transistoren für UKW, die Ultrakurzwellen, anfangs noch nicht in ausreichender Menge möglich war, beschränkte sich der Empfang auf den Mittelwellenbereich, bzw. AM (mit eingebauter Ferritantenne). Der Beliebtheit tat das keinen Abbruch. Geliefert wurden die Mini-Radios meist in Geschenkkartons, zusammen mit Ledertasche, Ohrhörer und einer 9-Volt-Blockbatterie (Bilder 1 und 3). Diese war in Japan eigens für die Taschensuper entwickelt worden. Um den Geldbeutel zu schonen, gab es Netz- und Ladegeräte für 9-Volt-Batterien mit der Bezeichnung 006P – darauf war unbedingt zu achten, denn nur diese ließen sich wieder aufladen (Bilder 2 und 4).

Söhnchen Sony

Das erste japanische Transistorradio wurde 1954 vorgestellt. Der Name: „Sony“, eine Kombination des



Bild 6: Angel TR-25, ein typisches Boy's Radio mit 2 Transistoren und Anschlüssen für Ohrhörer und Wurfantenne, hergestellt in Japan für Arrow Trading New York, um 1959



Bild 7: Queen MTR-203, ein weiteres typisches Boy's Radio, hergestellt in Japan 1960; es gab baugleiche Modelle mit den tollen Namen King und Royal Tone

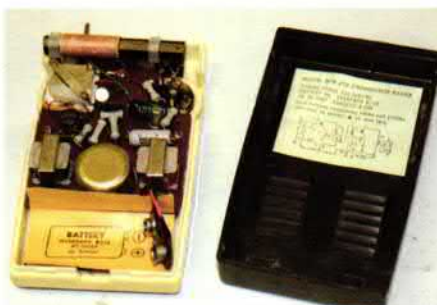


Bild 8: Überschaubares Innenleben eines Boys Radios: Zwei Transistoren, Zwei Übertrager



Bild 9: Faszinierend ist auch heute noch das Design der kleinen Transistorempfänger mit den Metallwinkeln



Bild 10: Beide Transistorradios sind etwas größer als Taschenradios und kamen oft auf Umwegen von den USA nach Deutschland, beides sind „echte“ Amis :Emerson Vanguard 888 von 1958 und Arvin von 1961



Bild 11: Transistorempfänger mit Lederhülle, Capri deluxe Hifi DMS-801A, Dia Musen Sangyo Tokyo 1959



Bild 12: Baugleich zum Capri von Bild 11: Grand Prix Transistorradio mit kultiger Lautsprecherbox



Bild 13: National Panasonic Transistorradio mit Lautsprecher im UFO-Design, ca. 1960

lateinischen Wortes „soni“, was so viel wie Klang bedeutet und dem englischen Wort „sonny“ (gleich Söhnchen). Wer hätte damals gedacht, dass das den Anfang einer Weltfirma markiert? [2]

Aus diesem Zusammenhang erklärt sich vielleicht ebenso, dass die für Amerika produzierten Kleinempfänger die englische Bezeichnung „Boy's Radio“ bekamen (im Einzelfall sogar auf der Rückwand eingepreßt (Bild 5). Dieses "Radio für Jungen" war wohl mehr als Spielzeug gedacht, denn das einfache Innenleben dieses "Reflexempfängers" enthält nur zwei oder drei Transistoren. Ein weiterer Hinweis darauf ist, dass es Boys Radios (zumindest für die USA) anfangs auch als Bausatz gegeben hat. Über eine Wurfantenne (einige besaßen dafür eine spezielle Buchse) lässt sich der Empfang etwas verbessern (Bilder 6 bis 8).

Begeisterung hinter erhobenem Zeigefinger

Von der Presse wurden die neuen MW-Empfänger beinahe überschwänglich als "Kleines Wunder" bezeichnet. "Der Weltschlager aus Japan", so schrieb das Technik-Magazin Hobby in Heft 10 / 1958, sei "ein echtes Instrument des Fortschritts und eine wirkliche Bereicherung unseres Lebens", nicht ohne erhobenen Zeigefinger und dem moralischen Hinweis: "wenn wir unseren Radiokonsum vernünftig und unter Berücksichtigung der Interessen unserer nächsten Umgebung dosieren."

Bei der Gestaltung des Gehäuses orientierten sich die Hersteller offensichtlich an der amerikanischen Automode der späten fünfziger Jahre mit ihren Heckflossen, Chrom und Glitzer sowie dem „V“ als Symbol für die v-förmig angeordneten 8 Zylinder ihrer Motoren (Bild 9). Garniert mit Pastellfarbtönen ergibt sich daraus genau jene Mischung, die wir heute als nostalgisch wahrnehmen. Kleiner Wermutstropfen für deutsche Sammler: Die attraktivsten Transistorempfänger wurden überwiegend auf dem amerikanischen Markt verkauft – die Anzahl der damals hergestellten Modelle ist nahezu unüberschaubar und der Übergang zum größeren Kofferradio fließend (Bild 10). Einen wunderbaren Überblick gibt das in englischer Sprache gehaltene Buch "Made in Japan –



Bild 14: Grundig Micro Boy mit externem Lautsprecher-Einschub, um 1961 mit VALVO Transistoren, also wahrscheinlich kein Japaner



Bild 15: AEG Pico um 1960, baugleich mit Telefunken Mini-Partner mit Telefunken-Transistoren, auch kein Japaner



Bild 16: Auch deutsch, aber DDR: das legendäre Sternchen, ab 1959 bei Stern-Radio Sonneberg, später in Berlin produziert



Bild 17: Nordmende Mikrobax, um 1967 Japan



Bild 18: Graetz Flirt, um 1969 / 70, Made in Japan



Bild 19: Blaupunkt Smart 1970 / 71, noch ein Japaner



Bild 20: Unter verschiedensten Namen wurden baugleiche Microradios Anfang der 70 Jahre angeboten



Bild 21: Micro Radio Belson (Belgien) mit Originalschachtel und Etui, Japan um 1971

Transistor Radios of the 1950s and 1960s" (ISBN 0-8118-0271-X) sowie der Katalog "Transistorradios" (ISBN 0-87069-712-9).

Gleichsam als Qualitätsmerkmal ist die Anzahl der Transistoren meist auf dem Gehäuse vermerkt. Zusatzbezeichnungen (Bild 11) wie „Hifi“ sind natürlich keinesfalls ernst zu nehmen, obwohl ein externer Lautsprecher, angeschlossen an der Kopfhörerbuchse, immerhin für eine Verbesserung des ansonsten dünnen, bzw. schrillen Klangbildes sorgen kann. Passende Lautsprecherboxen „Made in Japan“ gab es als Zubehör, gerne im Design eines Düsentriebwerks oder fliegender Untertassen (Bilder 12 bis 14). Mit den steigenden Qualitätsansprüchen des Verbrauchers sanken die kleinen Radios Ende der sechziger Jahre im Preis; die übliche Schutzhülle wurde nun nicht mehr aus Leder, sondern aus billigem Kunststoff hergestellt und fiel letztlich, ebenso wie die hübschen messing- und silberfarbenen Metallapplikationen ganz weg. Während am Anfang deutsche Firmen noch selbst produzierten (Bilder 14 bis 16), wurden später nur noch die Firmennamen auf die japanischen Geräte geklebt (Bilder 17 bis 19).

Eine ganze Klasse von Transistorradios mit quadratischer Grundfläche wurden ab 1965 Micro-Radios genannt (Bilder 20 und 21).

Als „Gag“ und Werbeträger baute man das technische Innenleben eines solchen Empfängers nun auch in diverse andere Formen ein – Cola-Flaschen, Automodelle, Kaffeepäckchen und vieles mehr (Bilder 22 und 23). So mancher Kleinempfänger wurde später in Billig-Kaufhäusern verramscht, darunter auch sehr hübsch gemachte Geräte im Retrolook (Bild 24). Doch die Welt dreht sich weiter, in Zeiten von MP3-Player und I-Phone hat das Transistorradio seine einstige Bedeutung verloren. Als Relikt einer vergangenen Zeit ist es längst ein Objekt der Geschichte, so wie mein erstes Transistorradio, das in Gesellschaft weiterer Zeitzeugen einfach nur als Erinnerungsstück in der Vitrine stehen darf.



Bild 22: Der Preis steht noch auf der Originalschachtel - Made in Hongkong um 1975



Bild 23: Sogar mit Schlüsselfinder (im Bild unten rechts zu erkennen)



Bild 24: Sieht antik aus, ist aber Retro-Design: 1-Chip-Radio von 1998 aus China, ähnelt dem amerikanischen Realtone Comet TR-1088 von 1959

Autor:
Reinhard Bogena,

Quellen:

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Transistorradio>
- [2] <https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article153915543/Warum-Sony-das-Apple-des-Kalten-Krieges-war.html>



Funkberater-Illustrierte

für Rundfunk-, Fernseh- und Musik-Genießer

mit
Angeboten
weit unter
Vorkriegs-
preisen

MEISTERBETRIEB

ANKELE & WECKLER

Ihr Funk-u. Fernsehberater



Bild 23: Kreuzwickelspulen: rechts Spulensatz eines Gerätes um 1930, mit „Käfigspule“; der Käfig sollte als Abschirmung wirken



Bild 24: Bandfilter der 1930er Jahre, links steckbar, englisches Fabrikat, rechts mit Kontaktschrauben und Abschirmbecher der Fa. Budich.



Bild 25: Bandfilter mit Kreuzwickelspulen der 1950er Jahre

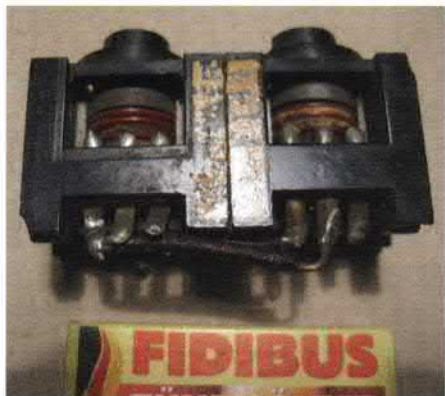


Bild 26: Bausatz für ein Bandfilter mit einfach gewickelten Spulen, Fa. Görler, um 1950



Bild 27: Hochfrequenz-Netzdroßspule zur Störunterdrückung, Fa. Budich, 1930er Jahre

Bild 25 schließlich zeigt zwei Bandfilter aus den 1950er Jahren. Das linke mit entferntem Abschirmbecher stammt aus einem Industriegerät, das rechte ist ein käufliches Bastelteil.

Sonstige Spulen aus dem Radiogerät

Einfach gewickelte Spulen

Die Radiogeräte der 1920er Jahre verwendeten wenige Röhren, deren Verstärkung vergleichsweise klein war. Deshalb versuchte man, die Verluste der Spulen möglichst klein zu halten, um überhaupt brauchbaren Empfang zu haben. Für den Superhet- (Überlagerungs-) Empfänger hatte man zumindest für die Bandfilter im Zwischenfrequenzverstärker eher das Problem, deren Bandbreite nicht zu klein werden zu lassen. Dazu aber brauchte man Verluste, denn gedämpfte Schwingkreise haben eine größere Bandbreite. So konnte man bisweilen auf die guten, aber teuren Kreuzwickelspulen verzichten und einfache Wicklungen mit mehr Verlusten verwenden. Die jetzt verwendeten Röhren hatten ausreichende Verstärkung (Bild 26).

Drosseln

Insbesondere in den 1920er und 1930er Jahren hatte der Radiohörer mit vielfachen Störern zu tun, z.B. nicht entstörte Motoren, unerwünschte Nebensender und anderes mehr. Dagegen halfen u.a. vielerlei Drosselspulen. Bild 27 zeigt eine Netzdroßspule, die Störspannungen aus dem Versorgungsnetz unterdrücken sollte.

Niederfrequenz-Koppeltransformatoren

In der Anfangszeit der Radiogeräte, d.h. in den 1920er Jahren, waren die Niederfrequenzverstärkerstufen meist über Transformatoren („Übertrager“) gekoppelt. Das spätere Gegenstück dazu war die Widerstandskopplung. Diese Koppeltransformatoren trugen nicht unwesentlich zu den Verzerrungen bei, allerdings verzerrten die damals verwendeten Lautsprecher in weit größerem Maße. Es gab eine Vielzahl solcher Transformatoren, die sich besonders guter Eigenschaften rühmten. Bild 28 zeigt einige dieser Stücke.

Autor:
Joachim Goerth,

viele Dinge einstellbar zu machen, damit man im Betrieb die besten Einstellungen ausprobieren konnte. Daher hatten die frühen Radiogeräte sog. Spulenkoppler, mit denen man z.B. die Kopplung der Antenne an den (meist einzigen) Schwingkreis oder den Grad der Rückkopplung beim rückgekoppelten Audion nach Gefühl oder Talent einstellen konnte (Bild 20). Es ist für diese Pionierzeit kennzeichnend, dass man viele Varianten ausprobiert hat. Nicht alles davon hat den Praxistest bestanden. Kurzwellenspulen waren oft freitragend aus dickem Draht gewickelt. Bild 21 zeigt ein Beispiel.

Kreuzwickelspule

Die Kreuzwickelspule ist eine eng gewickelte Honigwabenspule, die sich auf Wickelmaschinen herstellen lässt. Sie löste in den 1930er Jahren die verschiedenen Steckspulen ab. Inzwischen war es möglich, auf Grund von Erfahrung und Berechnung die Spulen so zu gestalten, dass die Auswechslung oder Grobjustierung nicht mehr erforderlich war. Gegebenenfalls wurden Spulen umgeschaltet, um verschiedene Wellenlängenbereiche zu ermöglichen. Sie wurden einzeln oder zu mehreren auf fest montierte Wickelkörper gewickelt. Auch kamen magnetisch wirksame Kerne zum Abgleich in Gebrauch, die meist pauschal als „Ferritkerne“ bezeichnet wurden.

Die Verwendung solcher Kerne war schon lange bekannt, kam aber erst in dieser Zeit zu praktischer Bedeutung. Als Beispiel sei ein Patent von Siemens und Halske aus dem Jahr 1902 genannt [16], ein „Verfahren zur Beeinflussung der elektrischen Eigenschaften der bei den Geber- und Empfängerschaltungen für Funkentelegraphie verwendeten Leiter“, dadurch gekennzeichnet, „dass fein verteiltes Eisen, Stahl oder dergl. in Pulverform trocken oder mit einem Isolator vermischt in der Umgebung dieser Leiter angeordnet wird“. Bild 22 zeigt eine Patentzeichnung.

Im Folgenden werden einige Kreuzwickelspulen gezeigt. Bild 23 zeigt eine Spule, die auf einen sog. Stiefelkern gewickelt ist. Er hat ein Gewinde für einen Kern, mit dem die Induktivität abgeglichen werden kann. Daneben ist eine Spule auf einem Pertinaxrohr gezeigt. Das Material des Spulenkörpers ist von untergeordneter Bedeutung, weil die magnetischen Verluste eines

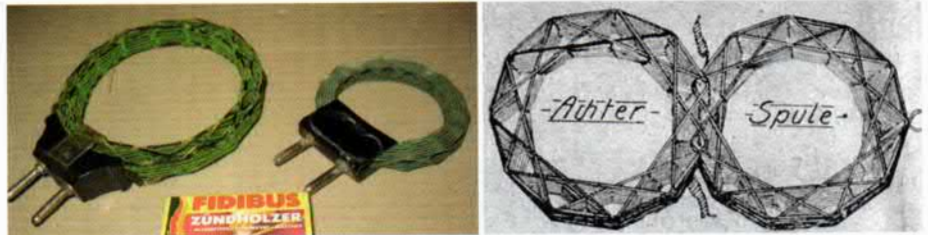


Bild 19: Spinnwebsspule und freitragende Korbsspule mit deutschem Sockel, rechts „Achter-Spule“, z.B. zur Verwendung im „Rheinischen Fünfer“, einem Schaltungsvorschlag von 1927 [14]

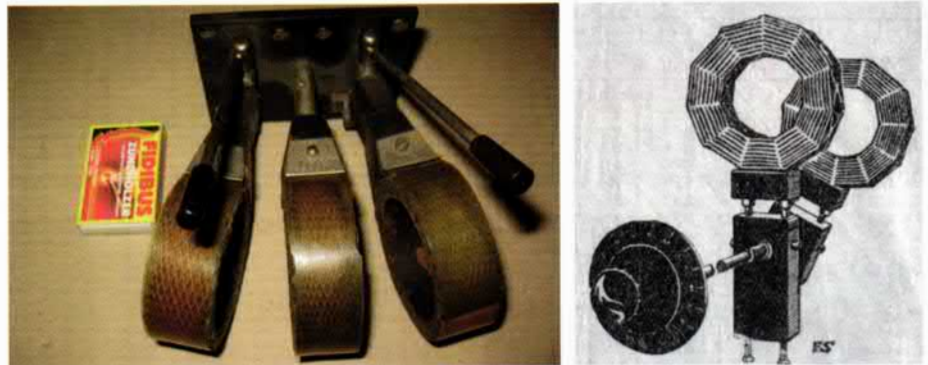


Bild 20: Dreifacher Schwenk-Spulenkoppler mit Honigwabenspulen, um 1926; Koppler mit seitlicher Schwenkung und Korbsspulen, 1927 [14]

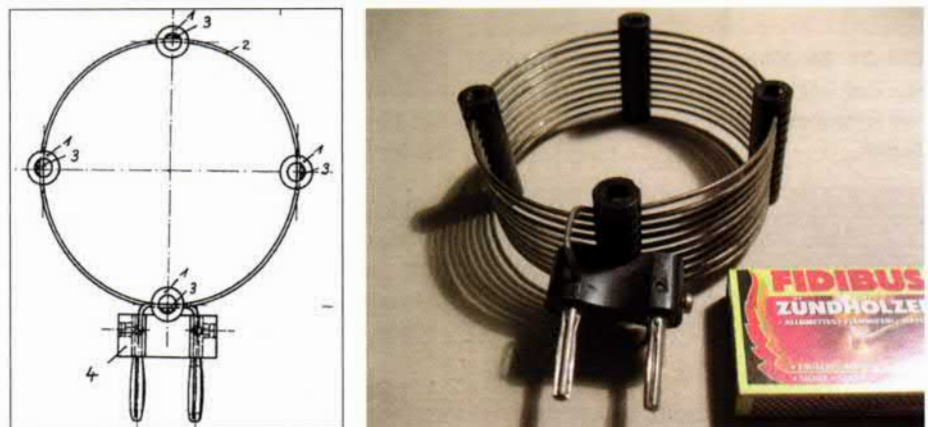


Bild 21: Kurzwellenspule als Steckspule 1928 [15], Patentzeichnung und Ausführung

Isolators sehr klein sind. Eher spielen die dielektrischen Verluste insoweit eine Rolle, als die (kleine) Eigenkapazität der Spule in Betracht kommt.

Bis etwa 1930 war das Standardradiogerät ein Geradeempfänger. Danach begann sich der bessere, aber aufwendigere Überlagerungsempfänger durchzusetzen. Für dessen Zwischenfrequenzverstärker wurden Bandfilter benötigt. Bandfilter bestehen meist aus zwei gekoppelten Schwingkreisen. Dazu brauchte man zwei Spulen und zwei Kondensatoren. Diese Bandfilter wurden zu Beginn gerne als steckbare oder wenigstens mit Kontaktschrauben versehene Elemente gebaut. Bild 24 zeigt ein englisches steckbares Bandfilter und ein Bandfilter mit Abschirmhaube der Firma Budich.

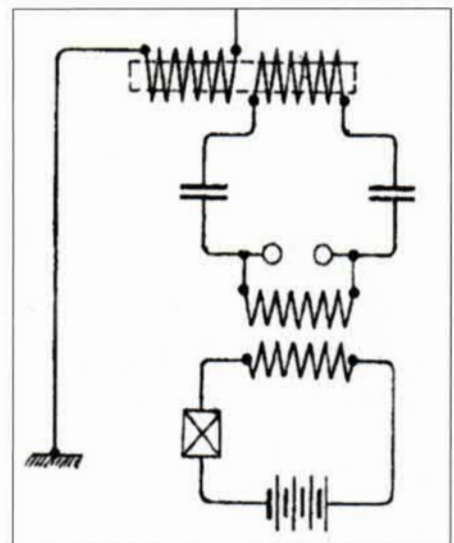


Bild 22: Spulen mit wirksamem Kern nach Patent der Fa. Siemens & Halske 1902 [16]