

Aus Funkgeschichte Heft 142 mit freundlicher Genehmigung der GFGF e.V.

FUNK

Nr. 142

GESCHICHTE

***** 100 Jahre Drehkondensator-Abstimmung *****

UKW-Entwicklung * Körting Royal-Syntektor 55W * Minifon * Thermogenerator
Datenbank * Egaton * Neue Bücher Funkgeschichte * GFGF-Mitgliederversammlung



MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT DER
FREUNDE DER GESCHICHTE DES FUNKWESENS

März / April 2002
25. Jahrgang

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

Inhalt / Impressum

71 Redaktion

Der Versuch einer Personenbeschreibung, (*Bernd Weith*)

72 Bauelemente

100 Jahre Drehkondensator-Abstimmung, (*Peter von Bechen*)

80 Rundfunktechnik

Entwicklung des UKW-Rundfunks, Teil 6: Zeitraum 1934 - 1940 Folge 4, (*Gerhard Bogner*)

93 Datenbanken

RADIO-ARCHIV und GFGF-Geräte-datenbank, (*Bernd Weith*)

97 Zubehör

Radiohören mit Thermogenerator, (*Gunter Crämer*)

101 Schaltungstechnik

Körting Royal-Syntektor 55 W, (*Hermann Freudenberg*)

111 Basteltipps

Telefunken T 40 W im Eigenbau-Glashaus, (*Helmut Schinzel*)

112 Tonspeichertechnik

Das kleinste Tonaufnahmegerät der Welt, (*Roland Schellin*)

117 Firmengeschichte

Geschichte der EGATON-Rundfunkgeräte, (*Josef M. Seidelmeier*)

120 Restaurieren

Das Ende aller Röhrenprobleme

122 Museum

Privates Rundfunkmuseum in Havixbeck, (*Winfried Müller*)

124 Ehrungen

Neues GFGF-Ehrenmitglied, (*Karlheinz Kratz*)

124 Typenreferent

Typenreferent Röhrenmessgeräte und Röhren, (*Jan Wüsten*)

124 Sammlertreffen

Radio-Phono-Börse in Büdingen.

125 Kuriosum

Radiohören ohne elektrischen Strom, (*Günter Abele*)

126 Lieferhinweis

Schriftenreihe zur Funkgeschichte erweitert, (*Rüdiger Walz*)

Im **Mittelteil**: Informationen zur Mitgliederversammlung in Königs-Wusterhausen

IMPRESSUM

Die FUNKGESCHICHTE erscheint in der ersten Woche der Monate Februar, April, Juni, August, Oktober, Dezember. Redaktionsschluss ist jeweils der 1. des Vormonats.

Herausgeber: Gesellschaft der Freunde der Geschichte des Funkwesens (GFGF) e.V., Düsseldorf.
Vorsitzender: *Karlheinz Kratz*, Böcklinstraße 4, 60596 Frankfurt/M.

Kurator: *Winfried Müller*, Hämmerlingstraße 60, 12555 Berlin-Köpenik.

Redaktion: *Bernd Weith*, Linsengericht (Textteil) und *Helmut Biberacher*, Senden (Anzeigenteil).

Artikelmanuskripte an: *Bernd Weith*, Schulstraße 6, 63589 Linsengericht-Altenhaßlau, E-Mail: funkgeschichte@gfgf.org.

Kleinanzeigen und Termine an: Dipl.-Ing. *Helmut Biberacher*, Postfach 1131, 89240 Senden, Tel.: 07307-7226, Fax: /7242, E-Mail: helmut.biberacher@t-online.de

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

Internet: www.gfgf.org

GFGF-Beiträge: Jahresbeitrag 35 €, Schüler/Studenten jeweils 26 € (gegen Vorlage einer Bescheinigung), einmalige Beitrittsgebühr 3 €.

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

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

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

Auflage: 2500 Exemplare

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

Titelbild: Drehkondensator von S & H, Baujahr 1901. (Siehe Beitrag ab Seite 72.)

DESIDER KORDA IN PARIS.

Elektrischer Kondensator mit durch Lagenänderung der Platten veränderlicher Capacität.

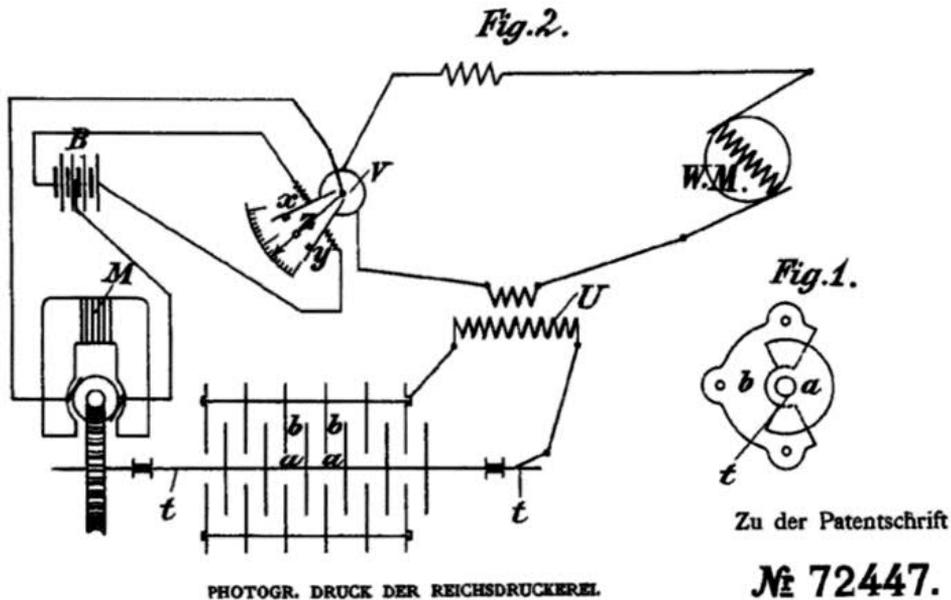


Bild 1: Patentierte Anordnung Desider Kordas von 1892 [1]. Die mit "Fig 1." bezeichnete Anordnung ist der Drehkondensator.

der Belegungen feststeht, aber ebenfalls untereinander leitend verbunden ist, umgeben von einem flüssigen Isolator mit der Wirkung, daß der Werth der Capacität des Kondensators je nach der relativen Lage in Bezug auf die gegenseitige Deckung und den Abstand der drehbar vereinigten Platten (a) zu den feststehenden (b) geändert werden kann (Fig. 1)."

Diese Beschreibung entspricht grundsätzlich dem, was man in den letzten hundert Jahren als Drehkondensator bezeichnet hat - allerdings mit der Ausnahme des „flüssigen Isolators". Dieser war notwendig, weil Desider Korda einen Anwendungsfall im Auge hatte, der hohe Spannungsfestigkeit und große Kapazitätswerte erforderte. Der zweite Anspruch seiner Patentschrift bezieht sich auf eine technische Anwendung, die „Aufhebung der Selbstinduction". Wie man aus den Zeichnungen zur Patentschrift entnehmen kann,

handelt es sich - mit heutigen Termini beschrieben - um ein Verfahren der automatischen Blindstromkompensation mit Hilfe eines von einem Servomotor angetriebenen Drehkondensators.

Koepsel und die Drahtlose Telegrafie

Adolf Koepsel (1856 - 1933, Bild 2), Schüler von Hermann von Helmholtz, promovierter Physiker, trat nach seinem Studium 1885 in das Privatlaboratorium von Wilhelm von Siemens (Sohn von Werner von Siemens) ein. 1894 konstruierte er den nach ihm benannten Apparat zur Bestimmung magnetischer Eigenschaften verschiedener Eisensorten. 1899 verließ Koepsel das Charlottenburger Werk

von Siemens & Halske, um Direktor des von Siemens errichteten Elektrizitätswerkes in Langenthal/Schweiz zu werden. Es handelte sich bei diesem Projekt, für das *Koepsel* seit 1895 arbeitete, um das erste größere Hochspannungs-Drehstrom-Wasserkraftwerk. Anlässlich einer Besichtigung dieses Werkes wurde *Koepsel* von *Wilhelm von Siemens* gefragt, ob er nicht Lust hätte, sich an den Arbeiten auf dem Gebiet der Drahtlosen Telegrafie zu beteiligen. Er überlegte nicht lange und ging schon 1900 wieder zurück nach Berlin. Grund war offensichtlich nicht nur die Sehnsucht nach der Großstadt Berlin, die *Koepsel* in der schweizerischen Kleinstadt sehr vermisste, sondern auch sein unermüdlicher Forschungsdrang, den er als Direktor eines Elektrizitätswerkes in keiner Weise befriedigen konnte.

Im Privatlaboratorium von *Wilhelm von Siemens* auf dem Rittergut in Biesdorf bei Berlin war es seine Aufgabe, aus den für das Laboratorium entwickelten Geräten praxistaugliche Apparate zu konstruieren. Mit diesen Sende- und Empfangsgeräten führte man Übertragungsversuche durch, um die Reichweite zu ermitteln. Eine Vergrößerung der Reichweite der drahtlosen Übertragung um den Faktor zehn erreichte *Koepsel* dadurch, dass er den Empfänger empfindlicher machte, indem er den damals üblichen Kohärer durch eine Anordnung ersetzte, bei der eine Graphitspitze auf eine polierte Stahlplatte einwirkt.

Funktelegrafiegeräte arbeiteten vor hundert Jahren mit offenen Schwingkreisen, bei

denen das Resonanzsystem aus der Eigeninduktivität und -kapazität des jeweiligen Strahlers (Antenne) besteht. Weil die Induktivitäts- und Kapazitätswerte sehr stark von den räumlichen Gegebenheiten abhängen, lag die Eigenresonanz der damals verwendeten Sender und Empfänger nicht immer auf gleicher Frequenz. Mit diesem „breitbandigen“ Übertragungsverfahren ließen sich nur geringe

Reichweiten erreichen. Die Idee zur Abstimmung von Sender und Empfänger auf eine gemeinsame Frequenz gab es damals bereits: *Oliver Lodge* (1889) und *Ferdinand Braun* (1899) wurden darauf Patente erteilt. Auch *Guglielmo Marconi* erkannte die Bedeutung der Sender-/Empfänger-Abstimmung. Er meldete die Idee beim Britischen Patentamt an. Am 20. April 1900 wurde ihm das Patent unter der Nr. 7777 erteilt [3]. Gegen Ende des Jahres 1900 wandte sich *Prof. Braun* an *Wilhelm von Siemens* mit dem Wunsch, seine mit

geschlossenen, abgestimmten Schwingkreisen gemachten Versuche fortzusetzen. *Koepsel* wurde beauftragt, die Resultate *Brauns* zu überprüfen.

Der geschlossene Schwingkreis wird eingeführt

Dazu fuhr *Koepsel* nach Cuxhaven, wo sich die Versuchsstation *Brauns* befand. „Hier war alles äußerst primitiv und ohne jeglichen praktischen Wert“, so der kurze und knappe

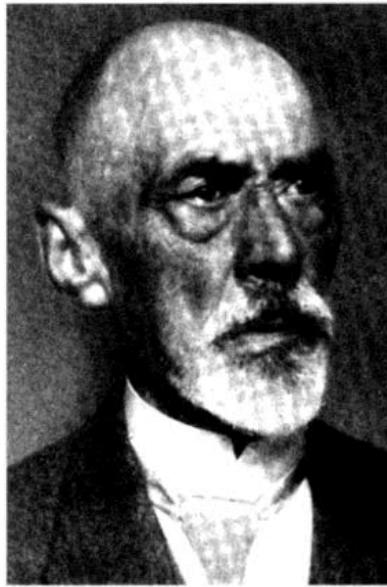


Bild 2: Dr. Adolf Koepsel (1856 bis 1933).

(Bild: Siemens-Archiv)

Kommentar *Koepsels* zu den Braunschweiger Apparaten [4]. Enttäuschend war die Reichweite: „Damit konnten lediglich nur in einem Umkreise von einem Kilometer Zeichen empfangen werden, was so gut wie gar nichts bedeutete.“

Trotz des negativen Eindruckes riet er anschließend *Wilhelm von Siemens*, das Braunschweiger Prinzip für seine Apparate zu übernehmen und damit zu experimentieren. „Nach meiner Meinung war das Prinzip des geschlossenen Schwingungskreises sehr gut, aber von *Braun* und seinen Assistenten nicht richtig gehandhabt worden.“ Im März 1901 begann *Koepsel* mit den Arbeiten an Apparaten mit den Schaltungen von *Braun*. Schon im Juli konnte er damit eine regelmäßige Verbindung zur 60 km entfernten Insel Helgoland herstellen.

Adolf Koepsel „erfindet“ den Drehkondensator

Ende 1901 wurde die „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Prof. Braun und Siemens & Halske“ (oder kurz „Braun-Siemens-Gesellschaft“) gegründet. Bei dieser Siemens-Tochtergesellschaft handelte es sich bekanntlich um den Vorläufer der Firma Telefunken (die Telegrammadresse der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie lautete damals bereits „Telefunken“). Auf Vorschlag von *Wilhelm von Siemens* wurde *Adolf Koepsel* die wissenschaftliche Leitung übertragen.

In einer persönlichen Mitteilung berichtet *Wilhelm Siegel* [5], der Anfang 1902 vor seinem Studium bei der Braun-Siemens-Gesellschaft als Mechaniker arbeitete, von der ver-

meintlichen Erfindung des Drehkondensators in dem dortigen Labor. (Man kann aus dieser Aussage schließen, dass *Koepsels* Mitarbeiter zu diesem Zeitpunkt *Kordas* Patent nicht kannte.) „Es dürfte nicht allgemein bekannt sein, daß der Drehkondensator eine Erfindung des Hauses Siemens ist. Der Erfinder war der bekannte Herr *Dr. Koepsel*, der Anfang 1902 als Leiter des Labors der ‚Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Prof. Braun und Siemens & Halske‘ die Konstruktion herausbrachte und auch die konstruktive Entwicklung weiterführte...“

Wie bei allen Neukonstruktionen war die Entwicklung bis zur endgültigen Ausführung des Drehkondensators ein langer Weg; es galt das geeignete Material für die Plattensätze zu finden, harte oder geglähte Messingplatten, Zinkplatten, Aluminiumplatten. Zu beachten ist, dass der Durchmesser der Platten damals erheblich größer war als heute. Es galt außerdem eine günstige Lagerung für den beweglichen Teil zu finden, Abdichtung bei Ölkondensatoren etc. etc.“

Koepsel selbst beschreibt 1931 die Arbeiten am Drehkondensator in einem Interview [4], ohne allerdings einen exakten Zeitraum anzugeben (er selbst spricht in dem Zusammenhang übrigens nicht von „Erfindung“): „Noch während meiner Tätigkeit bei Siemens hatte ich die Grundlage für den heute überall verwandten Drehkondensator gelegt. Ich sagte mir bereits bei den allerersten Versuchen, daß zwar ein geschlossener Schwingungskreis immense Möglichkeiten in sich birgt, daß aber die Wellenlänge vorausbestimmt werden und außerdem noch kontinuierlich veränderlich sein müsse.“

Um dies zu erreichen, gab es aber nur zwei Wege, und zwar entweder die Kapazität oder die Selbstinduktion veränderlich zu gestalten.

Bauelemente

Ich entschied mich für den ersteren Fall, da die Kapazität von zwei, teils mehr, teils weniger entfernten Metallplatten abhängt. Natürlich spielte in diesem Falle die Größe der Platten eine Rolle, und um Raum zu sparen, ordnete ich die Platten eben dergestalt an, indem ich zwei Halbkreise schuf, die sich gegeneinander verschieben, wodurch eine vollkommene Kontinuirlichkeit erreicht wird. So entstand der Drehkondensator, der heute eines der unentbehrlichsten Teile sowohl bei Sendung als auch bei Empfang ist."

Die theoretischen Grundlagen über Resonanzeffekte in geschlossenen und offenen Schwingkreisen bei gedämpften Schwingungen, wie sie von Funkenstrecken erzeugt werden, lieferte *Koepsel* 1903 in einem ausführlichen Beitrag nach [7]. Hierbei bezog er sich auf eine frühere Arbeit von *Max Wien*. Die Problematik bestand darin, dass die elektrischen Vorgänge in der Funkenstrecke recht komplex sind und seinerzeit offenbar nicht reproduzierbar waren. Dadurch traten undefinierbare Resonanzerscheinungen auf.

Angeblich erster Drehkondensator

In der Notiz in der Funk-Technik [1] wird erwähnt, dass sich der (angeblich) erste Drehkondensator von 1901 im Deutschen Museum, München, befindet. Tatsächlich gibt es dieses Exponat dort heute noch, allerdings nicht in der Ausstellung, sondern im Depot. Der Drehkondensator hat die Wirren der letzten 100 Jahre sehr gut und unbeschädigt überstanden (Bild 3: siehe Titelfoto). Das Exemplar trägt auf der Skala die Aufschrift "Siemens & Halske" und ist laut einem angehängten Etikett auf 1901 datiert. Nach den

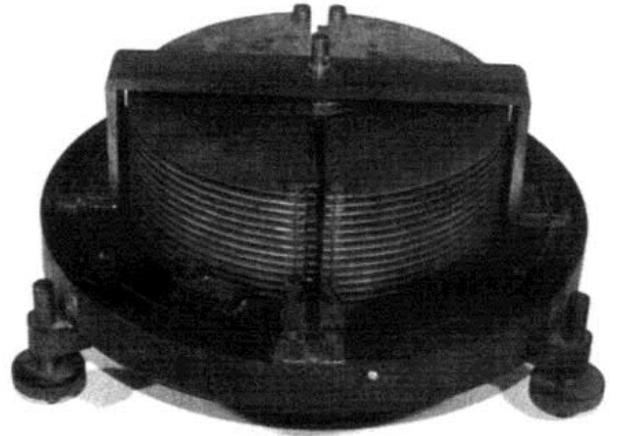


Bild 4: Das „Innenleben“ des im Deutschen Museum befindlichen Siemens-Drehkondensators entspricht weitgehend der Marconi-Konstruktion.

vorliegenden Informationen handelt es sich offensichtlich nicht um den historisch „ersten“ Drehkondensator, sondern lediglich um eines von vielen Versuchsmodellen, die bei *Koepsels* Experimenten Verwendung fanden. Es gab im Labor der Braun-Siemens-Gesellschaft sicherlich außer diesem Exemplar noch mehr Ausführungen, denn *Siegel* deutet in [5] an, dass man über längere Zeit verschiedene Materialien und konstruktive Möglichkeiten

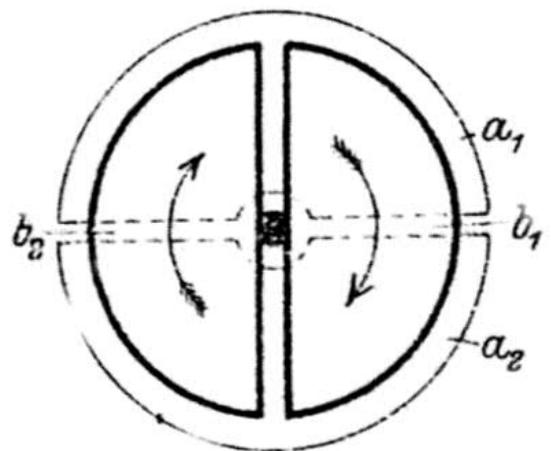


Bild 5: Prinzip des Drehkondensators, der von der Marconi-Gesellschaft konstruiert wurde [6].

Fig. 5.

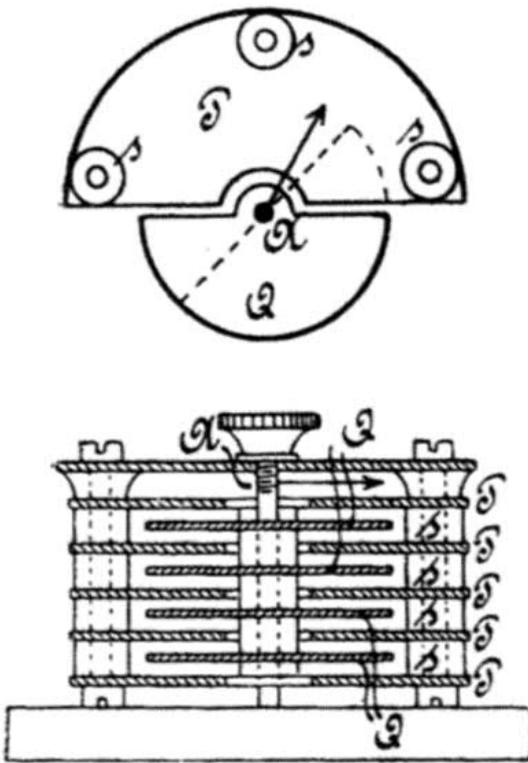


Bild 6: Konstruktionszeichnung des Koepsel-Drehkondensators aus einer Veröffentlichung von 1904 [7].

erprobte. Sicher ist eigentlich nur, dass dieses Museumsstück vor 100 Jahren bei Siemens gebaut worden ist.

Der stattliche Drehkondensator befindet sich in einer runden Metalldose mit Glasdeckel. Die Statoren und die Rotoren sind aus Messingplatten mit knapp 20 cm Durchmesser (Bild 4) in der für diese Zeit üblichen Feinmechaniker-Qualität zusammengebaut. Aufbau und Ausführung verraten eindeutige Ähnlichkeiten mit der Konstruktion der Marconi-Gesellschaft, wie sie in [6] beschrieben ist.

Um in dem Volumen der Dose eine möglichst große Endkapazität unterbringen zu können, hat man jeweils eines der zwei Stator-Pakete mit einem der zwei Rotor-Pakete zusammengeschaltet (Bild 5: Stator a1 mit Rotor

b1 und Stator a2 mit Rotor b2). In der Nullstellung liegen sich die elektrisch verbundenen Beläge gegenüber, womit sich die geringste Kapazität ergibt. Bei 180-Grad-Drehung tauchen die Rotorplatten jeweils vollständig in die entgegengesetzten Statorplatten ein. Die dann erreichte maximale Kapazität dürfte bei dieser Plattengröße und Plattenanzahl (2 x 12 Rotor- und 2 x 13 Statorplatten) einige zehn Nanofarad betragen. Wenn das Gehäuse mit Isolieröl gefüllt ist, wird die Kapazität noch größer sein. Bei den großen Wellenlängen, mit denen man damals experimentierte, waren diese Kapazitätswerte erforderlich.

Dafür, dass es sich bei dem Museumsstück nicht um einen Koepsel-Drehkondensator handelt, spricht, dass *Koepsel* mit jeweils einem halbkreisförmigen Stator- und Rotorpaket arbeitete. Die in Bild 6 gezeigte Konstruktionszeichnung eines halbkreisförmigen Drehkondensators (wie er später in der Funktechnik üblich war) findet sich in einer Veröffentlichung *Koepsels* aus dem Jahre 1904 [7].

Anwendung im Wellenmesser

Über die Anwendung von Drehkondensatoren in den geschlossenen Schwingkreisen der frühen Braunschen Funktelegrafieapparate liegen dem Autor leider keine konkreten Unterlagen vor. Vieles deutet aber darauf hin, dass *Koepsel* diese zunächst in Geräten zur Frequenzmessung benutzte, bevor sie sowohl auf Sender- als auch Empfängerseite eingeführt wurden. Aber schließlich ist ein "Wellenmesser" prinzipiell auch nichts anderes als ein Empfangsgerät. In der Veröffentlichung [8] über einen von ihm mit dem Drehkonden-

sator konstruierten Wellenmesser bemerkt *Koepsel*: „Der beschriebene Apparat kann auch in sehr einfacher Weise dazu dienen, die Wellenlänge irgendeines Schwingungskreises zu bestimmen.“ Über die praktischen Erfahrungen berichtet er: „Ein solches Instrument kann, als transportables Instrument konstruiert, bei der Abstimmung vorzügliche Dienste leisten, wovon ich mich bei Versuchen mit der österreichischen Marine in Pola im Sommer 1902 zu überzeugen in der Lage war.“

Anwendung fand der *Koepselsche* Drehkondensator nachweislich in dem bekannten Franke-Dönitzschen Wellenmesser von 1903 [9] [10], der bei der Braun-Siemens-Gesellschaft entwickelt wurde. Der zeitliche Zusammenhang mit den Versuchen *Koepsels* ist offensichtlich, denn *Johannes Dönitz* gibt in einer Fußnote in seinem Artikel [9] den Hinweis: „Die Versuche wurden im September 1902 begonnen und im Januar 1903 been-

det. - Die Unterlagen für die Konstruktion des Wellenmessers lagen bereits Anfang Oktober 1902 vor.“ Ein Abschnitt und eine weitere Fußnote stellt die Verbindung zu *Koepsel* her: „Der Kondensator ist ein regulierbarer Plattenkondensator, welcher sich zwecks bester Isolation den hohen Spannungen gegenüber und zur Erhöhung der Dielectricitätskonstanten in einem mit Paraffinöl gefüllten Behälter befindet.“ Fußnote: „Die ersten Angaben dieses Kondensators, wenn auch in anderer Ausführung, stammen von *Dr. Koepsel*.“ Bild 7 zeigt die Konstruktionszeichnung des Wellenmessers (ein Foto findet sich in [10]).

Kompetenzschwierigkeiten mit Arco und Slaby

1903 wird die Braun-Siemens-Gesellschaft mit dem Radiotechnischen Laboratorium der A.E.G. zur „Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie“ oder kurz „Telefunken“ zusammengelegt. *Georg Graf Arco* und *Adolf Slaby* waren die führenden Köpfe der radiotechnischen Entwicklung bei der A.E.G. *Koepsel* berichtet in seinem Interview [4], wie er die Fusion erlebt hat: „Allerdings waren wir seinerzeit nicht die Einzigen, die sich mit der drahtlosen Telegraphie beschäftigten. Auch *Slaby* und *Arco*, die übrigens zusammen arbeiteten, hatten bereits sehr günstige Resultate erzielt.“

Es dauerte nicht lange, und *Slaby-Arco* auf der einen und *Siemens-Braun* auf der anderen Seite schlossen sich zusammen und gründeten die weltbekannte Firma ‚Telefunken‘. Infolge Kompetenzstreitigkeiten ließ ich die drahtlose Technik links liegen und widmete mich den

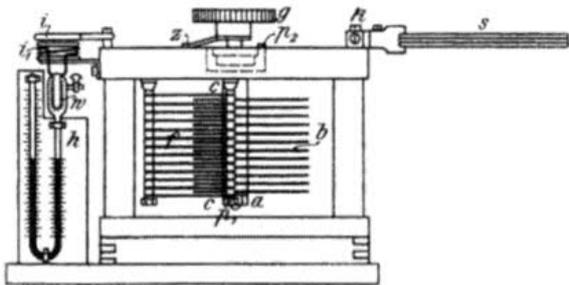


Fig. 12.

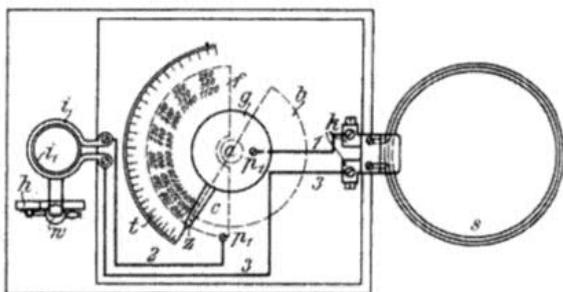


Fig. 13.

Bild 7: Der Franke-Dönitzsche Wellenmesser von 1903, Konstruktionszeichnung aus [9].

Fernmeßapparaten..." Trotzdem ließ ihn der Gedanke an die Weiterentwicklung des Drehkondensators nicht mehr los.

Das Interview anlässlich seines 75. Geburtstages (zwei Jahre vor seinem Tod) [4] beendet er mit folgender Bemerkung: „Ich habe mich, das möchte ich als Abschluß noch erwähnen, schon sehr oft mit der Frage beschäftigt, ob auch vielleicht eine andere Form für den Kondensator besser und vor allen Dingen geeigneter wäre. Ich habe aber nichts finden können, ausgenommen eine Anordnung, bei der die Platten nicht übereinander liegen, sondern keilförmig angeordnet sind und jetzt gegeneinander verschoben werden. Aber dies bedingt ganz neue Voraussetzungen und Verwendungsmöglichkeiten, die noch nicht gegeben sind." Heute wissen wir, dass die Grundideen der Väter des Drehkondensators so gut waren, dass es in den vergangenen 110 Jahren eigentlich nichts mehr zu verbessern gab.

Legenden leben lange

Dass *Dr. Adolf Koepsel* gar nicht der „Erfinder des Drehkondensators“ war, dürfte er selbst wohl gewusst haben und den meisten Beteiligten seinerzeit sicher klar gewesen sein. Die damalige Tages- und Fachpresse hat die Legende möglicherweise wider besseren Wissens lanciert. Es ist davon auszugehen, dass man bei Siemens das damals bereits zehn Jahre alte Patent kannte. Spätestens, wenn *Koepsel* versucht hätte, sich die Rechte zu sichern, wäre *Kordas* Patent zum Vorschein gekommen. Offensichtlich hatten weder *Dr. Koepsel* noch *Siemens* seinerzeit Interesse daran, die wahren Zusammenhänge darzustel-

len. Über die Gründe kann man nur spekulieren.

An dieser Stelle mein herzlicher Dank an das Deutsche Museum, das den Zugang zum Siemens-Drehkondensator möglich machte, an das Siemens-Archiv, das den Einblick in bisher unveröffentlichte Unterlagen in der Personalakte *Koepsels* erlaubte, und schließlich an *Dr. Herbert Börner* für seine ergänzenden Hinweise zum Marconi-Drehkondensator.

Literatur:

- [1] o. Verfasser: 50 Jahre Drehkondensator. *Funk-Technik* 1951, Nr. 8, Seite 209
- [2] o. Verfasser: Patentschrift Nr. 72447 vom 8. Juni 1892. Kaiserliches Patentamt, Berlin
- [3] Börner, H.: Ich muss die Welt zum Laboratorium haben. *FUNKGESCHICHTE* 118 (1998), S. 55 - 66.
- [4] o. Verfasser: Ein Forscher erzählt. *Dr. Koepsel, der Erfinder des Drehkondensators, 75 Jahre alt. Tageszeitung "Berlin am Morgen" vom 26. März 1931, Seite 8.*
- [5] Siegel, W.: Persönliche Mitteilung an die Redaktion der "Siemens-Mitteilungen" vom 25. Februar 1952.
- [6] Rein, H.: *Lehrbuch der Drahtlosen Telegraphie*, Berlin, Springer-Verlag, Seiten 18 - 19.
- [7] Koepsel, Dr. A.: Bestimmung von Kapazität und Selbstinduktion vermittelt sehr schneller elektrischer Schwingungen. *Dinglers Polytechnisches Journal*, 85. Jahrgang (1904) Bd. 319, Heft 14, S. 209 - 212.
- [8] Koepsel, Dr. A.: Ueber Resonanzschwierigkeiten bei der drahtlosen Telegraphie. *Dinglers Polytechnisches Journal* 84. Jahrgang (1903) Bd. 318, Heft 40, S. 625 - 627 und Heft 41, S. 645 - 647.
- [9] Dönitz, J.: Der Wellenmesser und seine Anwendung. *Elektrotechnische Zeitschrift* 1903, Heft 45, S. 920 - 925
- [10] Börner, H.: Heinrich-Hertz-Medaille ausgegraben. *FUNKGESCHICHTE* 123 (2000), S. 282 - 284.

Entwicklung des UKW-Rundfunks

Teil 6: Zeitraum 1934 - 1940, Folge 4

Verstärkungsprobleme bei UKW - Ursachen und Gegenmaßnahmen

Gerhard Bogner, Neu Ulm

In der ersten Periode der Entwicklung der Elektronenröhre (ca. 1914-32) und deren Nutzung konnte man davon ausgehen, dass ein negativ gegen die Katode vorgespanntes Steuergitter keine Wirkleistung zur Steuerung des Elektronenstroms benötigte – die Röhre wirkte als Spannungsverstärker.

Beim Übergang zu immer höheren Frequenzen brachte 1933 eine grundlegende theoretische Arbeit von *J. Müller*, die das gesamte dynamische Verhalten von Dioden behandelte, neue Erkenntnisse. Darauf aufbauend zeigten weitere im Zeitraum 1934-37 durchgeführte theoretische und experimentelle Untersuchungen an gittergesteuerten Röhren im Inland (*H. Rothe, J. Runge, H. Zuhrt* u. a.) und Ausland (*F.B. Llewellyn, D.O. North* u. a.), dass die Röhre, auch bei negativem Gitter, Wirkleistung zur Steuerung benötigte. Diese hauptsächlich mit der endlichen Laufzeit der Elektronen zusammenhängende Störerscheinung (*F. Holborn*, 1921) begrenzte die Verwendung der Röhre als Verstärker und Schwingungserzeuger bei höheren Frequenzen. Mit dieser elementaren Erkenntnis lief Anfang der 30er Jahre die systematische Entwicklung auf dem Gebiet der Höchstfrequenz-Elektronik an [139a] [139b] [148] [149].

Als zweiten wichtigen Störfaktor erkannten um 1936/37 *M.J.O. Stautt* und *van der Ziel* die wesentliche Bedeutung der Zuleitungsinduktivitäten auf das Frequenzverhalten der Röhre [130].

In Anbetracht der Wichtigkeit der Nutzung der ultrakurzen Wellen begann man die

Entwicklung geeigneter Röhren auf zwei völlig getrennten Wegen voranzutreiben:

Die eine Richtung baute auf Erkenntnissen auf, die man ausgehend von den frühen Experimenten von *H. Barkhausen* und *K. Kurz* in den Jahren nach 1920 weiterverfolgte. Über die Bremsfeldröhre führte diese Entwicklung zu neuen Typen von Laufzeitröhren (Magnetron, Klystron u.a.), bei denen bewusst die Eigenschaft der Elektronenträgheit zur Erzeugung und Verstärkung von Höchsthochfrequenzen genutzt wurde. Wegen ihrer neuartigen Arbeitsweise erregten damals diese andersartigen Bauformen großes Aufsehen. Eine exzellente Darstellung dieser Entwicklung brachte *Prof. Dr. H. Döring* in der Zeitschrift *Frequenz* 43 (1998) H. 10 und H. 11-12.

In der anderen Richtung – der Intensitätssteuerung des Elektronenstroms durch ein negativ vorgespanntes Gitter – verlief die Entwicklung weniger spektakulär. Diese zielte darauf ab, die vorhandene Röhrenkon-

Zuleitungen stören das Frequenzverhalten von Röhren

struktion so zu ändern, dass die störenden Auswirkungen (Steuerleistungsbedarf und Phasenverschiebung zwischen Gitterwechselspannung und Anodenwechselstrom) reduziert und damit die Frequenzgrenze hinausgeschoben werden konnte. Auf Grund ihrer preiswerten Herstellung (Glasausführung) verdrängten so zunehmend die Dezi-Trioden

die instabil arbeitenden Magnetrons.

Bis zu diesem Zeitpunkt waren jedoch noch gewaltige technologische Hürden zu überwinden. Konnte bei Langwellenbetrieb davon ausgegangen werden, dass die Kennwerte der Röhre (Steilheit, Innenwiderstand, Kapazität) als frequenzunabhängig angesehen werden, so bestimmte hingegen bei UKW die Frequenzabhängigkeit maßgeblich das Verhalten der Röhre.

Diese unangenehme Frequenzabhängigkeit der intensitäts(dichte)gesteuerten Röhren bei UKW wirkte sich vorrangig auf den Eingangs- aber auch auf den Ausgangswiderstand, die Anodenrückwirkung und damit letztlich auf die Verstärkung aus (wobei die Steilheit praktisch erst unterhalb von $\lambda \approx 1$ m daran beteiligt war). Daneben spielte die Anpassung von Eingangs- und Ausgangskreis und das Röhrenrauschen – als dritter Störfaktor – eine immer größere Rolle.

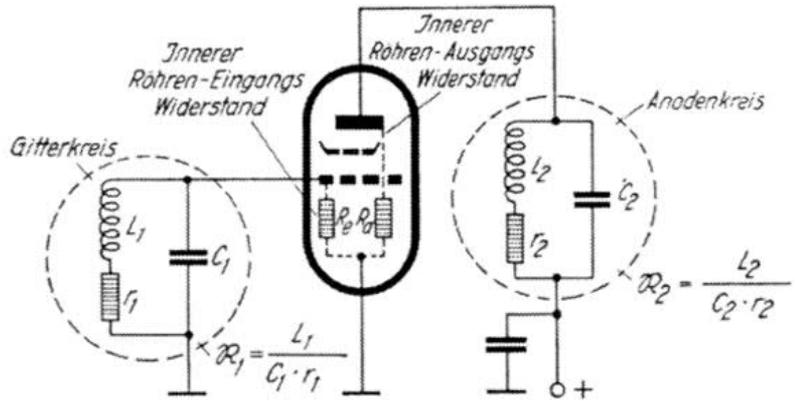


Bild 6.3.1: KW- / UKW-Verstärkerstufe. Die durch ohmsche Ersatzwiderstände dargestellte Röhrendämpfungen - innerer Röhreneingangswiderstand R_e und innerer Röhrenausgangswiderstand R_a - wirken parallel zu den äußeren Kreisen.

der zeitlichen Änderung der auf den Elektroden befindlichen Ladungen fließen.

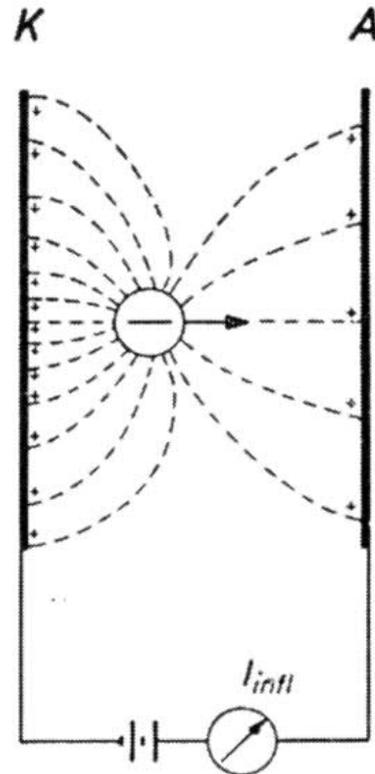


Bild 6.3.2: Entstehung eines Influenzstromes durch die Bewegung einer Elektronenwolke in einer Diode. (Die Verhältnisse entsprechen dem Katoden-Gitterraum einer Triode).

Eingangswiderstand

Der Elektronenlaufeffekt

Die mit der Laufzeit der Elektronen im Zusammenhang stehenden störenden Erscheinungen erforderten eine neuartige Betrachtungsweise der physikalischen Zusammenhänge. Von entscheidender Wichtigkeit war dabei die Tatsache, dass die in den äußeren (Schwing-)Kreisen fließenden Wechselströme einer Röhre nicht immer mit dem Auftreffen von Elektronen auf eine im Entladungsraum befindliche Elektrode verbunden sind. Vielmehr können diese Ströme auch infolge

Die Ladungen der z. B. im Gitter-Katodenraum befindlichen Elektronen (Raumladungswolke) erzeugen elektrische Felder, die ihrerseits auf den Elektroden (Kathode, Gitter) elektrische Ladungen durch Influenzwirkung binden. Ändern sich die im Raum befindlichen Ladungen in ihrer Lage, so ändern sich auch die elektrischen Felder und somit die auf den Elektroden gebundenen Ladungen, d. h. in den Zuleitungen fließt ein Strom. Die Ladungsänderung leitet in diesem Fall die anliegende Gitterwechselspannung ein, die - auch bei negativ vorgespanntem Steuergitter - über das hochfrequente Wechselfeld einen Verschiebestrom (Begriff: *I.C. Maxwell*) bewirkt, dessen Fortsetzung in den Leitern (Außenkreis / z. B. Gitterkreis) als Influenzstrom bezeichnet wird. Bei verschwindend kleinen Elektronenlaufzeiten (bei $\lambda \geq 300$ m) eilt dieser Influenzwechselstrom gegen die Steuergitter-Wechselspannung 90° vor. Da es sich hier um einen Blindstrom handelt, dessen Ursache die Gitter-Katodenkapazität ist, erfolgte die Steuerung bei den damaligen Röhren (1933/34) bis zu einer Frequenz von ca. 10 MHz ($\lambda = 30$ m) praktisch leistungslos (Spannungsverstärkung).

Kam bei zunehmender Frequenz die Periodendauer in die Nähe der Zeitdauer, die Elektronen zum Durchlaufen des HF-Feldes

der Gitter-Katodenstrecke benötigten, ist die Voreilung des Verschiebungsstromes kleiner als 90° , d. h. der Influenzwechselstrom hat einen ohmschen Wirkanteil, der in Phase mit der steuernden Gitterwechselspannung ist.

Dieser über den Eingangskreis fließende Wirk(Real)anteil des Influenzstromes bedämpft (belastet) - mit abnehmender Wellenlänge zunehmend - den steuernden Gitterkreis. Dies wirkt sich wie ein parallel zur Gitter-Katodenkapazität geschalteter ohmscher Widerstand aus (Bild 6.3.1).

Die Möglichkeit, durch Änderung der Bezugsebene (Basis) von Eingangskreis und Ausgangskreis der Röhre den Eingangswiderstand zu erhöhen und gleichzeitig die Entkopplung zwischen Gitter und Anode zu verbessern, führte 1941/42 bei Telefunken auf dem Gebiet der Höchsthochfrequenzverstärker zum Übergang zur Kathodensteuerung (Gitterbasis-Schaltung „GBS“) (*M. Geiger, G. Marx, W. Kleen, I. Müller, K. Steimel*) und damit zur Abkehr von der Gittersteuerung (Katodenbasisschaltung „KBS“) [154e].

Sowohl in der KBS wie auch in der GBS fließt über den Eingangskreis der Influenzstrom I_{infl-2} des Gitter-Katodenraumes, allerdings mit unterschiedlichen Auswirkungen. Im Gitter-Anodenraum erzeugt der Konvektionswechselstrom (HF-Komponente des Elek-

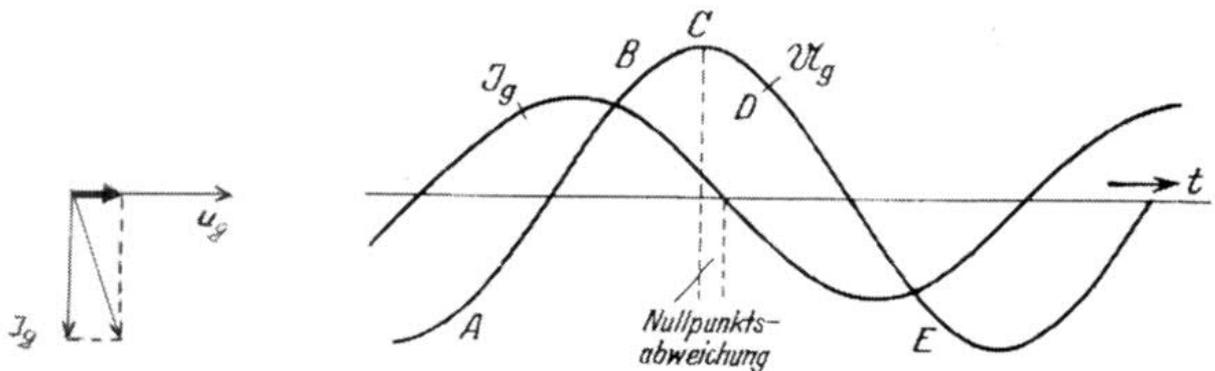


Bild 6.3.3: Verlauf von Gitterwechselstrom und Gitterwechselspannung bei Laufzeiteinfluss (Phasenverschiebung) = Wirkanteil, der in Phase mit der Gitterwechselspannung ist (Vektordarstellung)

tronenstromes) I_c bei Durchtritt durch die Gitterebene den Influenzstrom I_{inf2-3} im Ausgangskreis.

Katodenbasis-Schaltung

In der KBS kann dieser Influenzstrom I_{inf2-3} des Ausgangskreises nur über den Eingangskreis zurückfließen. Bei langen Wellen ist der Influenzwechselstrom an Anode und Katode praktisch gleich dem Konvektionswechselstrom (Begriff: *I.C. Maxwell*) das heißt: $I_{inf1-2} = I_{inf2-3} = I_c$. Da beide Influenzströme entgegengesetzte Richtung (s. Pfeile) haben (Phasenverschiebung 180°) heben sich diese auf. (Durch den Eingangskreis fließt lediglich ein Blindstrom.) Solange noch keine störenden Laufzeiteffekte auftraten, war deshalb die KBS wegen der leistungslosen Steuerung die bevorzugte Schaltung in der gesamten Verstärkertechnik.

Bei hohen Frequenzen nimmt hingegen der Kathodeninfluenzstrom (I_{inf1-2}) ab, da ein großer Teil der Elektronen noch in der einmal eingeschlagenen Richtung fliegt, während das steuernde elektrische Wechselfeld bereits das

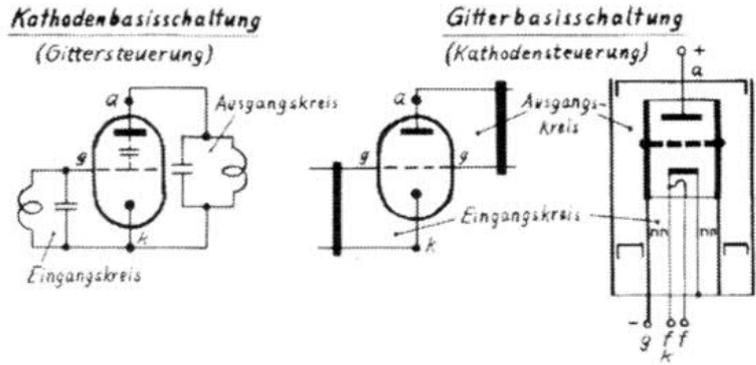


Bild 6.3.5: Vergleich der Prinzip Chemen von Katodenbasis- und Gitterbasis-Schaltung:

- a) vereinfachte Langwellenersatzdarstellung mit konzentrierten Kapazitäten und Induktivitäten.
 - b) vereinfachte Dezimeter-Ersatzschaltung (Lecherleitung, Hohlrohrleitung, Topfkreis)
- = Abstimm-schieber des Kathoden-Gitter-Kreises bzw. des Gitter-Anodenkreises.

Vorzeichen geändert hat. (Zweiter Störeffekt: Phasenverschiebung zwischen Gitterwechselspannung und Anodenwechselspannung.) Im Gitter-Anodenraum ist dagegen wegen der höheren Elektronenbeschleunigung der Laufzeiteffekt vernachlässigbar, d. h. die Verhältnisse sind wegen der vernachlässigbaren Raumladung praktisch unverändert. Die Summe beider Ströme hebt sich jetzt nicht mehr auf, sondern der Gitterinfluenzstrom erreicht beinahe den Wert des Anodeninfluenzstromes.

Der Wirkanteil des Gitterinfluenzstromes belastet dann im Höchsthfrequenzbereich den steuernden Kreis erheblich (Bei $\lambda = 20$ cm hat die Triode LD 1 einen Eingangswiderstand von nur noch 30Ω !) d. h. die Röhre benötigt Eingangsleistung zur Steuerung, weshalb ab ca. $\lambda = 1$ m von Leistungsverstärkung gesprochen werden musste.

Der mit ansteigender Frequenz zunehmende Eingangsleistungsbedarf, der ab einer bestimmten Frequenz vom Ausgangskreis nicht mehr aufgebracht werden konnte, begrenzte in Verbindung mit der auftretenden Phasenverschiebung zwischen Gitterwechsel-

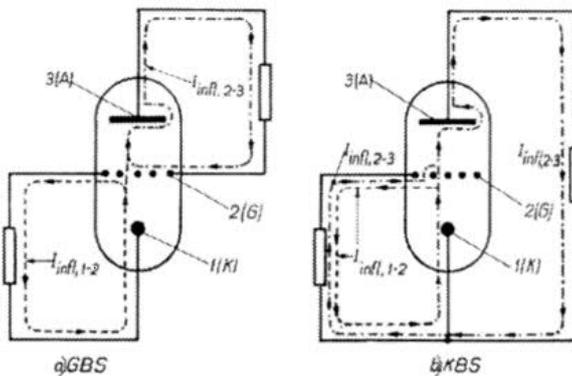


Bild 6.3.4: Influenzströme in verschiedenen Triodenschaltungen:

- a) Gitterbasis-Schaltung "GBS"
- b) Katodenbasis-Schaltung "KBS"

spannung und Anodenwechselstrom ($>180^\circ$ bzw. 360°) bei einem Dezimeteroszillator die maximale Einsatzfrequenz. Diese lag Anfang 1944 knapp über 3 GHz ($\lambda \approx 9$ cm) [154b].

Gitterbasis-Schaltung

Im Langwellenbereich ist bei der GBS hingegen $I_{inf\ 1-2} = I_c$, der Eingangskreis ist durch den gesamten Konvektionsstrom belastet, weshalb diese Schaltung wegen des großen Verbrauchs von Steuerleistung ungünstig ist. Da der hohe Wechselstrom ($I_{inf\ 2-3}$) hauptsächlich im Gitter-Anodenkreis (Ausgangskreis) fließt, dagegen der Wechselstrom im Gitter-Katodenkreis ($I_{inf\ 1-2}$) bei ansteigender Frequenz kleiner wird, eignet sich dieser Kreis besser als Eingangskreis im Gebiet der Dezimeterwellen [150] [154a] [154b] [154c] [154d].

Eine Reduzierung der Laufzeiteffekte ließ sich nur durch die Verringerung der Elektrodenabstände (vor allem zwischen Katode und Steuergitter), hohe Katodenstromdichten (mA/cm^2) und möglichst hohe positive Betriebs(Beschleunigungs-)spannungen erreichen [131].

Verluste durch Elektrodenzuleitungen

Wesentlichen Einfluss auf den Eingangswiderstand hatte vor allem das von Gitter- und Anodenstrom gemeinsam durchflossene Leitungsstück (Induktivität) von der Katode zum Sockelanschluss, das als unerwünschtes Koppelglied zwischen Eingangs- und Ausgangskreis fungierte. Der durch das Leitungsstück fließende Wechselstrom erzeugte, vor allem bei Röhren hoher Steilheit (= hohe Verstärkung) etwa der RENS 1284, eine Wechsellspannung, die über die Gitter-Katodenkapazität zu einem Gitterstrom mit Wirkanteil führte, der für den Eingangskreis eine zusätzliche Belastung (Bedämpfung) darstellte [130].

Eine weitgehende Beseitigung des Einflusses der Katodeninduktivität gelang zum einen durch einen geänderten Systemaufbau mit einer sehr kurzen, gut leitfähigen Verbindung Katode-Sockel und einem

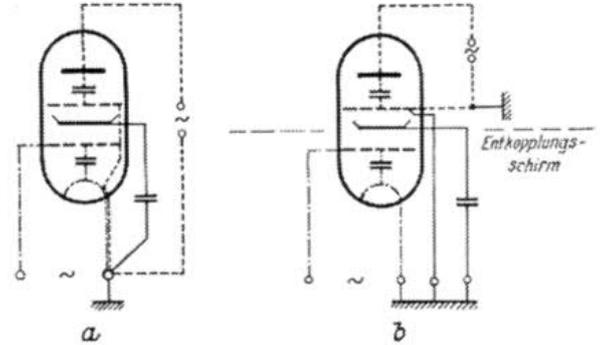


Bild 6.3.6: Das Entstehen von unerwünschten Kopplungen in einer Pentode.

- a) Kopplung durch ein gemeinsames Leitungsstück vom Gitter- und Anodenkreis.
- b) Entkopplung durch getrennt herausgeführtes Bremsgitter.

getrennt herausgeführten Bremsgitter (z.B. SF 1A) oder durch die Anwendung der Gegentaktschaltung bzw. die Verwendung von Gegentaktröhren. Eine besonders preiswerte Verbesserung bot 1939 bzw. 1940 die Einführung weiterer Katodenanschlüsse (Tungstram, UK: SP 4 / U1 bzw. Philips: EF 51). Zum anderen ließ sich durch eine entdämpfende Beschaltung außerhalb der Röhre der Eingangswiderstand erhöhen [151] [152] [153a] [153b].

Eine Verringerung des Eingangswiderstandes erfolgte dagegen bei Wellenlängen unterhalb von $\lambda = 3$ m durch dielektrische Verluste innerhalb der Röhre sowie durch das

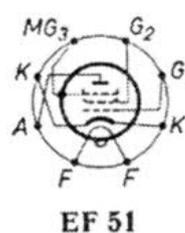


Bild 6.3.7.1: Doppelt herausgeführter Katodenanschluss und getrennt herausgeführtes Bremsgitter bei der Philips-Allglasröhre EF 51 (1940).



Bild 6.3.7.2: UKW-Pentode Tuningram (UK), Type SP4 / UI mit 2 Domkappen für Steuergitter und Katode (Gitterkreis) einem Katodenanschluss für die Anodenkreisrückführung, sowie einen weiteren zur Erdung (1939).

Sockelmaterial (Pressstoff). Durchgeführte Messungen des elektronischen Eingangswiderstandes im KW- und UKW-Bereich ergaben einen Anstieg mit dem Quadrat der Wellenlänge, je kürzer die Wellenlänge, desto größer ist die Bedämpfung des Gitterkreises [154a].

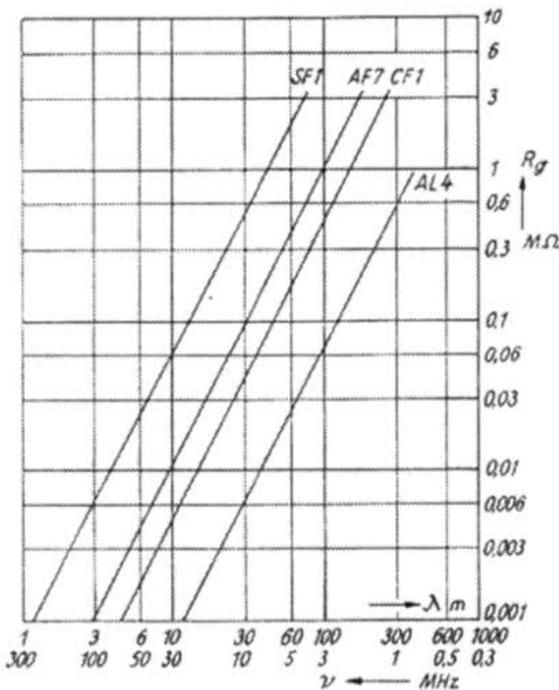


Bild 6.3.8: Messung des Eingangswiderstandes R_g verschiedener Röhren als Funktion der Frequenz bzw. der Wellenlänge (jeweils am normalen Arbeitspunkt).

Darüber hinaus verhielt sich der Eingangswiderstand umgekehrt proportional der Steilheit, was den Bau von Röhren mit hohem Eingangswiderstand und großer Steilheit (Verstärkung) zusätzlich erschwerte.

Ausgangswiderstand

Im Ausgang der Röhre trat parallel zum Innenwiderstand ebenfalls ein zusätzlicher Dämpfungswiderstand auf, der jedoch ein Mehrfaches des Eingangswiderstandes (5-10fach) erreichte [132] [133a] [144]. Eine erste Erklärung dieses Effektes lieferten M.J.O. Strutt und A. van der Ziel 1935:

Infolge der Kapazitäten zwischen Anode und Bremsgitter, Anode und Schirmgitter sowie Anode und Außenmetallisierung kam es zu Wechselströmen, die durch die jeweiligen Zuleitungen direkt (oder über die Kato-

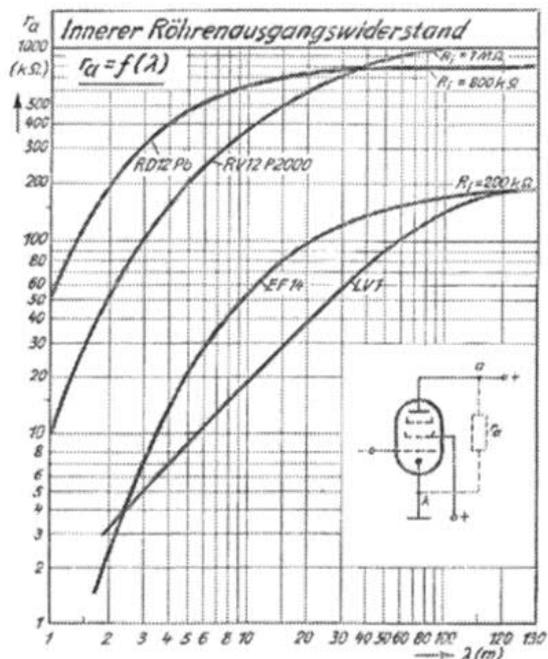


Bild 6.3.10: Abhängigkeit des inneren Röhrenausgangswiderstandes r_a (Parallelersatzwiderstand zwischen Anode und Katode) von der Wellenlänge für einige HF-Pentoden.

denverbindung) zum Chassis gelangten. Durch die induktive Kopplung dieser Leitungen mit der Katodenleitung (bzw. bei direkter Verbindung des Bremsgitters mit der Katode, wie bei der RENS 1284) stand ein Bruchteil der Anodenwechselspannung zwischen Katode und Chassis. Abhängig von der Steilheit wurde diese auch zwischen Katode und Steuergitter stehende geringe HF-Spannung verstärkt, aber phasenverschoben zur Anode geführt. Dies war gleichbedeutend mit einer zusätzlichen Dämpfung des Anodenkreises [133] [155].

Die doch beträchtliche Abnahme des Ausgangswiderstandes konnte bei den frühen UKW-Pentoden auf mehrere Ursachen zurückgeführt werden:

- Bis herab zu $\lambda \approx 50$ m machte sich die Stromverteilung zwischen Anode und Schirmgitter (Elektronenströmung) bemerkbar.
- Zwischen $\lambda \approx 50$ m und $\lambda = 5$ m wurde der Abfall des elektronischen Anteils

wesentlich durch die Zuleitungsinduktivität bestimmt.

- Bei $\lambda < 5$ m waren die Verluste in den Zuleitungen und Elektroden (Skinneffekt, dielektrische Verluste) von ausschlaggebender Bedeutung [139b].

Entsprechend der viel höheren Elektronengeschwindigkeit im Steuergitter-Schirmgitter-(Anoden)raum hatte die Elektronenlaufzeit praktisch keinen Einfluss auf den Ausgangswiderstand [133a].

Verbesserungen brachten deshalb nur kurze und gut entkoppelte Elektronenzuleitungen sowie geringe dielektrische Verluste.

Störende Effekte der Zuleitungen

Bei sehr kurzen Wellen (um $\lambda < 2$ m) wurde durch die Zuleitungsinduktivitäten (Größenordnung 10^{-8} H) die gesamte im Innern der Röhre liegende Eingangskapazität C_e (bzw. Ausgangskapazität C_a) frequenzabhängig auf die äußeren Anschlüsse transformiert (C_e' , C_a'). (Gleiches gilt bei Trioden

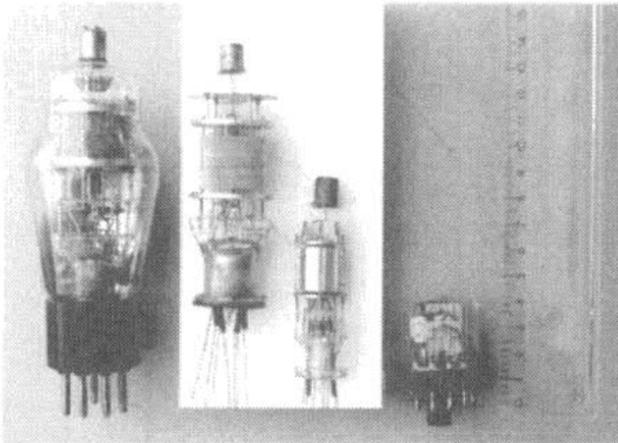


Bild 6.3.10: Verlauf der Rundfunkröhren-Entwicklung zwischen 1933 und 1937 am Beispiel der Mischröhre ACH 1, AK 1, EK 2 und ECH 11.

Die langen dünnen eng beieinander liegenden und parallel geführten Elektrodenzuleitungen des Quetschfußaufbaus setzten mit abnehmender Wellenlänge den Ausgangswiderstand erheblich herab.

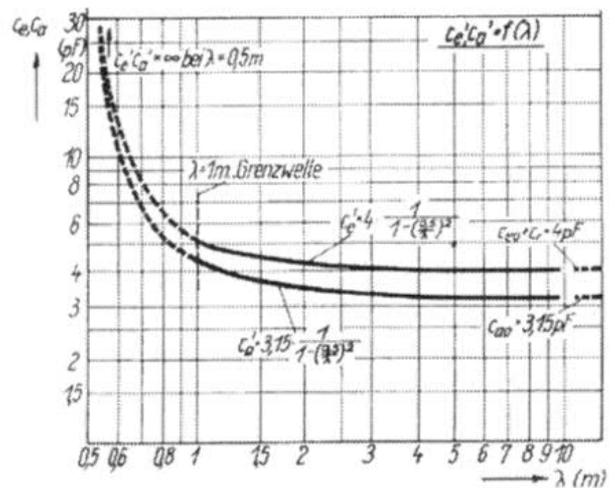


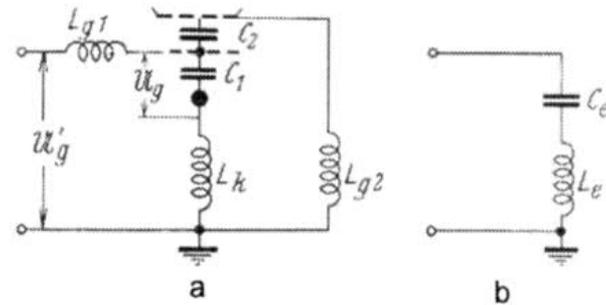
Bild 6.3.11: Verlauf der an den Sockelanschlüssen wirksamen Eingangs- und Ausgangskapazitäten C_e (C_e') und C_a (C_a') der Röhre RV 12 P 2000 im UKW-Gebiet.

auch für die Gitter-Anoden-Kapazität C_{ag} . Dies führte zu breiten Resonanzerscheinungen, auf die man zufällig 1935 aufmerksam wurde [133a].

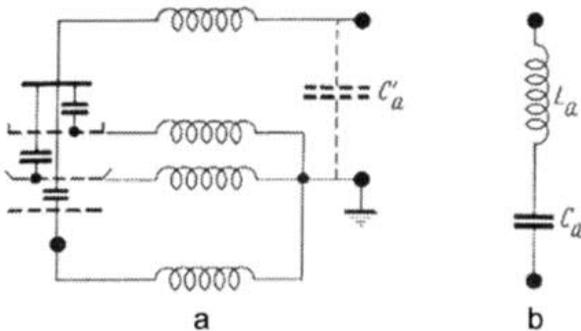
Durch die Serienschaltung von C_e (bzw. C_a) mit einer die Wirkung aller Zuleitungs-impedanzen erfassenden Induktivität L_e (bzw. L_a) entstand ein Serienresonanzkreis (Saugkreis) zwischen den Anschlüssen für Steuer- gitter und Katode (bzw. Anode und Katode). Bei Röhren normaler Größe (z.B. AF 7) konnte es deshalb zu einem Kurzschluss im

Eingang (bzw. Ausgang) bei Resonanzwellen- längen zwischen 0,5 und 2 m kommen.

Bereits bei Annäherung an diese Wellen- längen war eine normale Rundfunkröhre bereits unterhalb von $\lambda \approx 5$ m unbrauchbar, wenn sich durch zusätzliche Umwegleitungen



Verhältnisse am Eingang



Verhältnisse am Ausgang

Bild 6.3.12: Schaltung (a) und Ersatzschaltung (b) für den Eingangs- bzw. Ausgangsblindwiderstand einer Pentode im UKW-Bereich.

Die Ersatzschaltung zeigt jeweils für den Röhreneingang (bzw. Ausgang) die Serienschaltung der Kapazität C_e (bzw. C_a) mit der Wirkung aller Zuleitungsinduktivitäten erfassenden Induktivität L_e (bzw. L_a), die zu Serienresonanzerscheinungen führen können.

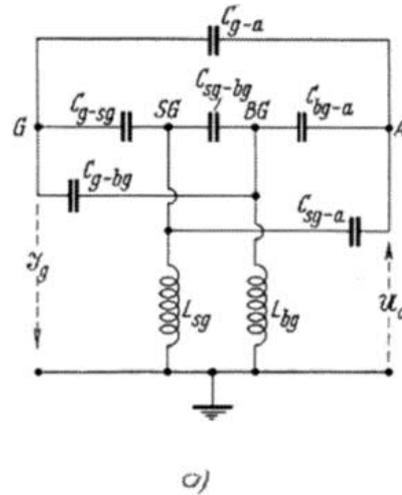


Bild 6.3.13a: Ersatzschaltbild einer Pentode zur Darstellung des Einflusses der Schirmgitter- und Bremsgitter-Zuleitungsinduktivitäten und der Teilkapazitäten auf die Anodenrückwirkung.

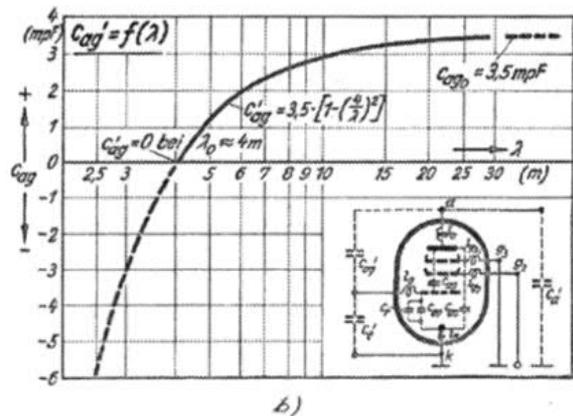


Bild 6.3.13b: Abhängigkeit der Gitter-Anodenkapazität $C_{a'g}$ von der Betriebswellenlänge am Beispiel der RV 12 P 2000. (Bei $C_{a'g} = 0$ wird bei $\lambda \approx 4$ m Selbstneutralisation erreicht.)

(z.B. Wellenschalterverbindungen) die Resonanzstelle nach längeren Wellen hin verschob [130] [139b], siehe auch Bild des Rückumschlages (6.3.12c).

Anodenrückwirkung

Für die Empfangsverstärkung bei UKW (bis $\lambda \approx 1$ m) war man wegen der besseren Entkopplung von Ein- und Ausgang praktisch auf Pentoden angewiesen. Bei abnehmender Wellenlänge machte sich jedoch die nicht mehr einwandfreie „Erdung“ von Schirm- und Bremsgitter (SG, BG) infolge der Zuleitungsinduktivitäten von L_{sg} und L_{bg} nachteilig bemerkbar.

In Verbindung mit den Induktivitäten L_{sg} bzw. L_{bg} fließt beispielsweise über die Teilkapazitäten Schirmgitter-Anode (C_{sg-a}) und Steuergitter-Schirmgitter (C_{g-sg}) ein gegenüber der Gitter-Anodenkapazität (C_{g-a}) um 180° phasenverschobener Zusatzstrom zum Steuergitter (G). Die Wirkung von C_{g-a} wird dadurch verkleinert bzw. kompensiert („Selbstneutralisation“) [139b] [155] [156].

Diese so genannte Selbstneutralisation wurde bei normalen HF-Pentoden bei ca. $\lambda_0 = 20$ m (AF 3) und bei der RV 12 P 2000 bei ca. $\lambda_0 = 4$ m erreicht. Bei Übergang zu noch kürzeren Wellen verschlechterte sich die Neutralisation zusehends, was dazu führte, dass eine Röhre ab einer bestimmten Wellenlänge unbrauchbar wurde [139b] [151].

Durch Verkürzung der parallel verlaufenden Zuleitungsdrähte innerhalb der Röhre (bzw. durch räumlich getrennte Ausführungen) ließ sich die mit der Frequenz rasch zunehmende unerwünschte Kopplung zwischen Ausgang und Eingang reduzieren [133a] [155].

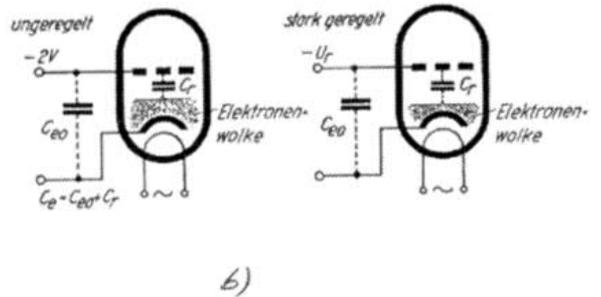
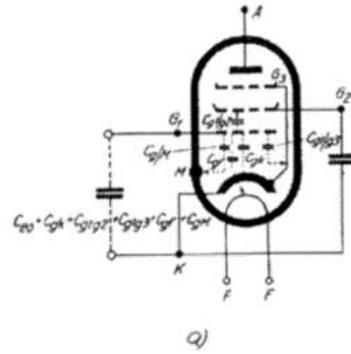


Bild 6.3.14: Röhreingangskapazität.

- a) Zusammensetzung der statischen Kapazität C_{e0} aus einzelnen Teilkapazitäten (Röhre nicht geheizt).
- b) Die Raumladungskapazität C_r wird durch die Kapazität zwischen dem Steuergitter und der zwischen Gitter und Kathode befindlichen Raumladungswolke gebildet. Sie vergrößert die statische Kapazität C_{e0} und verändert diese bei Regelung.

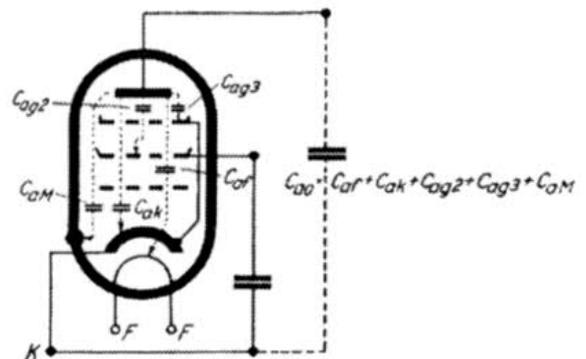


Bild 6.3.15: Zusammensetzung der statischen Röhrenauskangskapazität aus einzelnen Teilkapazitäten.

Eingangskapazität

Die Eingangskapazität setzt sich zusammen aus einer statischen Kapazität zwischen Steuergitter und Katode (sowie weiteren Teilkapazitäten benachbarter Elektroden) und einer Raumladungskapazität D_C (Kapazitätsdifferenz zwischen ungeheizter und geheizter Röhre). Bei UKW war diese von besonderer Bedeutung, da sie einerseits eine unerwünschte kapazitive Belastung des Eingangs darstellte und darüber hinaus spannungsabhängig war. Dies führte bei Verstärkungsregelung zu einer störenden Verstimmung des Eingangskreises, da die Eingangskapazität bei UKW bereits einen wesentlichen Bestandteil der Kreiskapazität ausmachte (RENS 1294: $\Delta_C \approx 2,6 \text{ pF}$, AF 7: $\Delta_C \approx 1,5 \text{ pF}$ dazu im Vergleich bei der EF 11: $\Delta_C \approx 1,3 \text{ pF}$ und bei der RV 12 P 2000: $\Delta_C \approx 0,7 \text{ pF}$) [157] [158].

Die Maßnahmen zur Vermeidung einer Verstimmung bestanden neben konstruktiven Maßnahmen in der geeigneten Dimensionierung eines Katodenwiderstandes (Gegenkopplung = kleinere Steilheit/Verstärkung) bzw.

einer losen Ankopplung der Röhre an den Eingangskreis [141].

Ausgangskapazität

Die Ausgangskapazität der Röhre war gegeben durch die Kapazität zwischen Anode und allen übrigen Elektroden, die hochfrequenzmäßig mit der Katode verbunden waren [157].

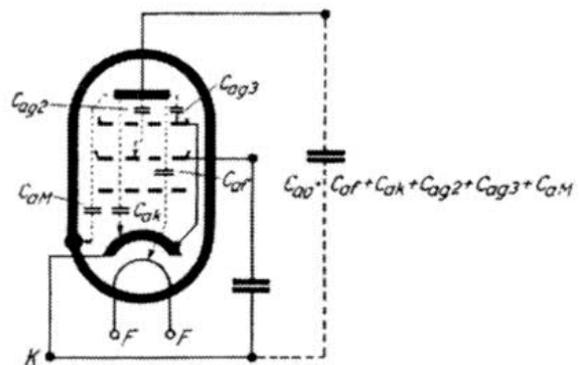


Bild 6.3.15: Zusammensetzung der statischen Röhrenaussgangskapazität aus einzelnen Teilkapazitäten.

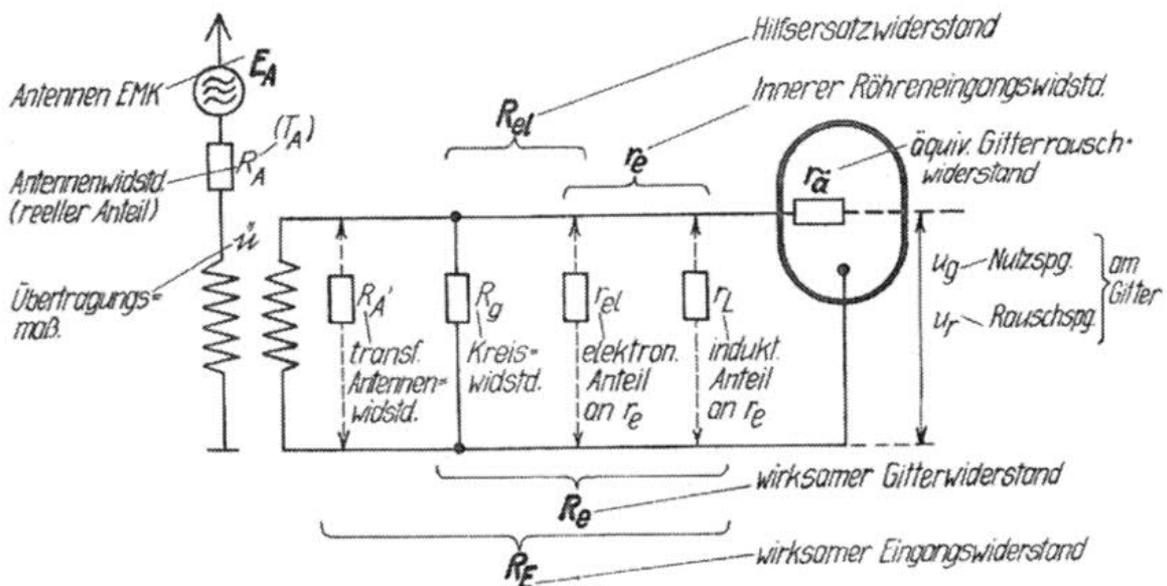


Bild 6.3.16: Die hochfrequenten Rauschquellen einer UKW-Eingangsstufe dargestellt durch Ersatzwiderstände.

Rundfunktechnik

Sowohl Eingangs- wie Ausgangskapazität erschienen bei abnehmender Wellenlänge (ab ca. $\lambda \leq 2$ m) „transformiert“ wirksam an den äußeren Anschlüssen, siehe Bild 6.3.11 [139b].

Röhren-Rauschwiderstand

Nach Einführung der Tetroden bzw. Pentoden und des Überlagerungsempfangs begann man die Technik beliebig hoher Verstärkung zu beherrschen. Die Grenze einer sinnvollen Verstärkung hing jedoch davon ab, welche kleinste Spannung am Eingang einer HF-Stufe noch verstärkt werden konnte, ohne im Kreis- oder Röhrenrauschen unterzugehen.

Nach grundlegenden Arbeiten (*W. Schottky* 1918, und *H. Nyquist* 1928) schenkte man, neben dem thermischen Rauschen von Verlustwiderständen von Schwingkreisen (Rauschquellen), ab etwa 1934 dem Röhrenrauschen immer größere Beachtung. Eine Minderung dieser Rauschstörung wurde vor allem auf KW/UKW immer wichtiger und auch lohnend, bestimmte diese doch maßgebend die Fernempfangstauglichkeit eines derartigen Empfängers.

Das Rauschen der Röhre hatte seine Ursache überwiegend in den kleinen Schwankungen der Katodenemission „Schrottrauschen“ (*W. Schottky* u. *E. Spenke*) und wechselnder Stromverteilung zwischen den positiv vorgespannten Elektroden der Mehrgitterröhren (Tetrode, Pentode, Hexode, Oktode).

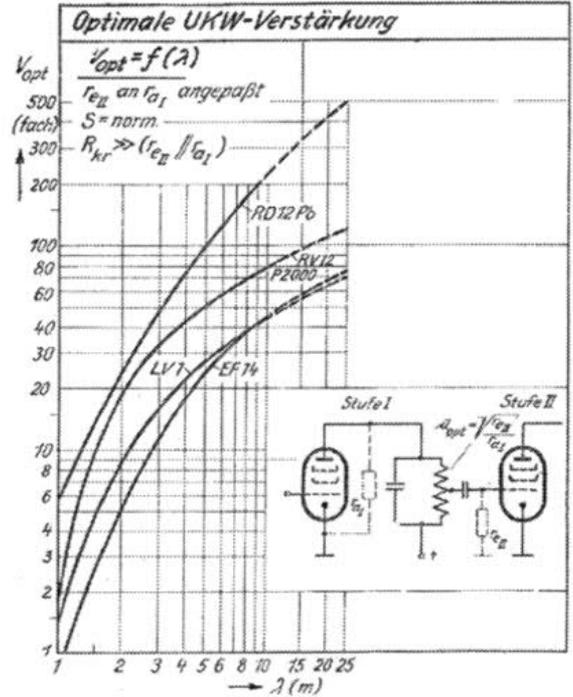


Bild 6.3.17: Abhängigkeit der Verstärkung bei UKW von der Wellenlänge für einige HF-Pentoden bei Anpassung des Ausgangskreises der Stufe I an den Eingangskreis der Stufe II.

Um Berechnungen und Röhrenvergleiche anstellen zu können führte man den Begriff des äquivalenten Rauschwiderstandes ($r_{\bar{a}}$) ein. Der $r_{\bar{a}}$ lieferte die gleiche Rauschspannung (EMK) wie ein normaler Widerstand anstelle der Gitter- Katodenstrecke der Röhre.

Wünschenswert war ein möglichst kleiner $r_{\bar{a}}$, was jedoch im Widerspruch zu der Forderung nach einem hohen Eingangswiderstand und möglichst großer Steilheit stand. Eine günstige Stromverteilung zwischen Schirmgitter- und Anodenstrom erzielte man zum

Type	EF 5	954	EF 11	RV12 P2000	EF 8	EF 13	EF 14	AF 100
$r_{\bar{a}}$ (k Ω)	15	11	10	4 ... 1,25*)	3	2,5	0,85	0,6

Tabelle 1: Rauschwiderstände einiger Pentoden *) als Triode geschaltet

einen durch die Einführung eines zusätzlichen Gitters („Nullgitter“) vor dem Schirmgitter, durch das der Elektronenstrom größtenteils am Schirmgitter vorbei geleitet werden konnte (Philips EF 8). Zum anderen brachte eine sorgfältige Bemessung des Schirmgitters (sehr dünner Gitterdraht, Anpassung des Windungsverlaufs an den des Steuergitters „veränderliche Steigung“) den Erfolg (Telefunken: EF 13). 1938 gelang es auch bei steilen Pentoden mit günstiger Stromverteilung auf einen Rauschwiderstand zu kommen, der deutlich unter $1\text{ k}\Omega$ lag (AF 100, EF 14); Nachteil: geringer Eingangswiderstand.

Dieser Sachverhalt erforderte für KW-Fernempfang ($\lambda \leq 20\text{ m}$) bzw. UKW-Bezirksempfang eine rauscharme Vorstufe [145] [159] [205c].

Anpassung

Im KW- und besonders im UKW-Bereich war die Verstärkung gegenüber dem Lang- und Mittelwellenbereich bei weitem nicht so groß, da sich bei UKW bedeutend kleinere Eingangs- und Ausgangswiderstände einstellten. Dies führte zu einer sehr großen

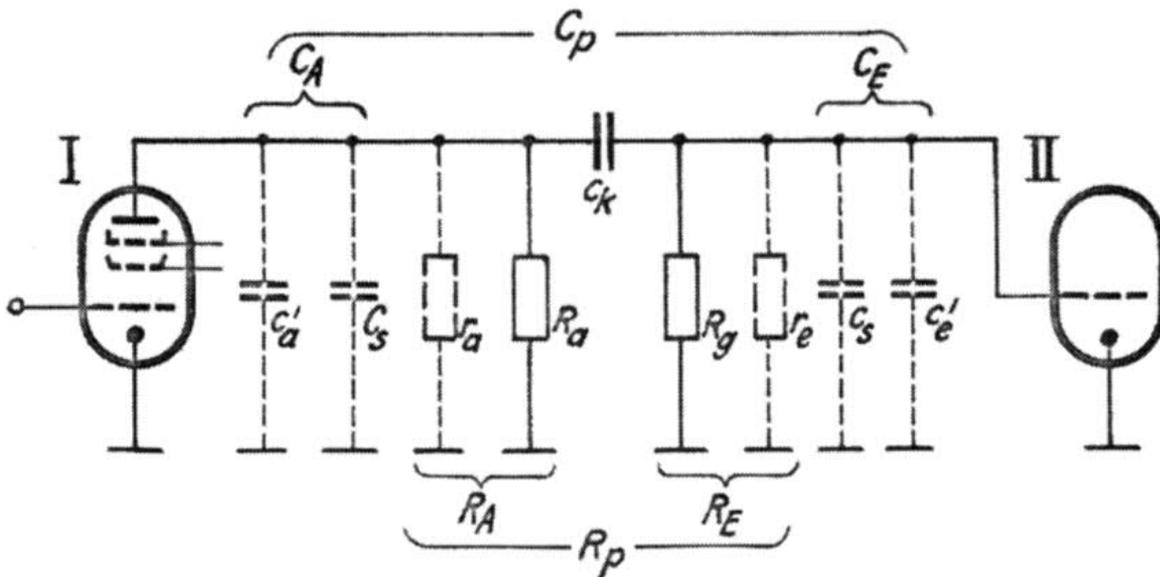


Bild 6.3.18: Wirk- und Blindwiderstände einer Breitbandverstärkerstufe.

Bedingt durch die geringe Konversionssteilheit lagen dagegen bei Mischröhren die Werte zwischen 50 und $100\text{ k}\Omega$! Die für eine gute Ton- und Bildübertragung nötigen hohen Übertragungsbandbreiten bewirkten einen weiteren Anstieg des störenden Rauschens und verschlechterten dadurch zusätzlich das Verhältnis von Nutz- und Rauschspannung.

Tabelle 2: S/C-Verhältnis einiger Röhren im Vergleich.

Type	S (mA/V)	C _e (pF)	C _a (pF)	S
				C _e +C _a +10*
AF 100	10	9,5	5,3	0,40
LV 1	9,5	10	6,6	0,36
EF 14	7	9,5	8,2	0,25
EF 12	2,1	6,5	6,5	0,09
RV12 P2000	1,5	3,3	3,2	0,095

*) Schaltkapazität C_s = 10 pf

Bedämpfung bei den dazu parallel liegenden Schwingkreisen, deren Resonanzwiderstände deshalb nicht über 5-20 k Ω liegen mussten. Die höchste Verstärkung erhielt man aus diesem Grund nur, wenn der Eingang einer Röhre an den Ausgang der vorhergehenden transformatorisch angepasst wurde [151] [154a].

Breitbandverstärkung

Neue zivile und militärische Anwendungen (Fernsehen, Radar) erforderten die Verstärkung breiter Frequenzbänder, die bis zu einigen MHz umfassen konnten. Diese großen Bandbreiten ließen sich sowohl bei der sogenannten Direktverstärkung (z.B. Mess-, Video-, „Bild“-Verstärker) wie auch bei der Trägerfrequenzverstärkung (z.B. Antennen-, Bild-Zf-Verstärker) nur mit kleinen Außenwiderständen erreichen. Die Verstärkung breiter Frequenzbänder hing, wie F. Schröter 1934 feststellte, von dem S/C-Verhältnis ab. Dieses Verhältnis (mA/V : pf) wurde maßgebend durch die Röhrenkennwerte Steilheit (S) und die Ausgangskapazität (C_a'), die Eingangskapazität der folgenden Stufe (C_e') und die unvermeidliche Schaltkapazität (C_s) bestimmt. Das S/C-Verhältnis war um so größer, je kleiner der Abstand Gitter-Katode war bzw. je kleiner die Katodenoberfläche war, mit der die betreffende Steilheit erreicht wurde [161].

Da eine Röhre möglichst viel verstärken, aber wenig rauschen sollte, stellten 1938 Lösungen wie die EF 14 (entwickelt für Trägerfrequenzen bis 30 MHz) einen geglückten Kompromiss zwischen den notwendigen HF-Eigenschaften und den damaligen Fabrikationsschwierigkeiten (EF 50, LV 1) dar.

Die erzielbaren Fortschritte auf dem Gebiet der HF-Röhren hingen Anfang der 30er Jahre im hohen Maß von einer geeigneten KW/UKW-Messtechnik ab, die größtenteils erst noch erarbeitet werden musste.

Literatur

- [147b] Statz, W. u. Wiegand: Bemerkenswertes aus d. Besprechung Philips, Telefunken und Osram bei Philips in Eindhoven am 23. u. 24.6.1936; Notiz RfE Ent. vom 26.6.1936.
- [147c] o. Verf.: Tubes Departement Index, electronics, Vol. XIII (1940), Dez., S. 61 f.
- [148] Zuhrt, H.: Die Verstärkung einer Dreielektrodenröhre mit ebenen Elektroden bei ultrahohen Frequenzen, Teil I und II, H. u. E., Bd. 47 (1936), H. 2, S. 58-64 u. H. 3, S. 79-88.
- [149] Bakker, C.J.: Einige Eigenschaften von Empfängerröhren bei kurzen Wellen. Philips T. Rdsch., 1. Jg. (1936), H. 6, S. 171-176.
- [150] Zuhrt, H.: Die Leistungsverstärkung bei ultrahohen Frequenzen u. die Grenze der Rückkopplungsschwingungen. H. u. E., Bd. 49 (1937), H. 3, S. 73-87.
- [151] Strutt, M.J.O. u. Ziel, A. van der: Einfache Schaltungsmaßnahmen zur Verbesserung der Eigenschaften von HF-Verstärker-röhren im KW-Gebiet. ENT, Bd. 13 (1936), H. 8, S. 260-268.
- [152] Strutt, M.J.O.: [144], S. 118-125.
- [153a] Zakariás, J.: New UHF-Pentode (Valve with 3 cathode leads for ultra-short waves); Tungsram Forschungslaboratorium, Ungarn. Wireless World, 16. März 1939.
- [153b] Strutt, M.J. u. Ziel, A. van der: Eine regelbare Meterwellenverstärker-Röhre mit doppelter Kathodenleitung. Philips T. Rdsch., 5. Jg. (1940), H. 12, S. 365-370.
- [154a] Rothe, H.: Das Verhalten von Elektronenröhren bei hohen Frequenzen. Tfk-Röhre, 1937, H. 9, S. 33-65.
- [154b] Hülster, F., Koopmann, K.: Die Triode bei kürzesten Wellen. Telefunken: Rö E-Bericht Nr. 136, Mai 1944.
- [154c] Gundlach, F.W.: Die Triode und ihre Anwendung bei höchsten Frequenzen. ETZ, Jg. 69 (1948), H. 6, S. 185-191.
- [154d] Kleen, W.: Mikrowellen Elektronik I, Grundlagen. S. 28-37, S. Hirtzel Verlag, Stuttgart, 1952.
- [154e] Müller, J.: Empfindlichkeit Kathodengesteuerter Röhren. Telefunken: Rö E-Bericht Nr. 19, Mai 1941.

Radio-Archiv und GFGF-Gerätedatenbank

Das Projekt nimmt Gestalt an. Erste Version endlich lieferbar.

Bernd Weith, Radio-Museum Linsengericht

Nach mehreren erfolglosen Anläufen für eine GFGF-Gerätedatenbank ist es in letzter Zeit ziemlich ruhig gewesen. Aber es gibt einen Lichtschein am Horizont.

Vorgestellt wird die mit GFGF-Mitteln und viel Freizeit der beteiligten Mitglieder entwickelte Datenbanklösung für den Windows-PC. Hunderte von Kilometern entfernt, wurde von mehreren Mitgliedern daran gearbeitet, jeder trug einen Teil zum Gesamtwerk bei. Nur so war es möglich, das Mammutwerk zu einem vorläufigen Ergebnis zu bringen.

Grundsätzlicher Datenaufbau

Ausgehend von der vor Jahren begonnenen Arbeit mit einer dBase-Datenbank, sollte eine Lösung geschaffen werden, die ebenfalls auf dieser Speicherung beruht. Alle Datenbanken zur Archivierung sind deshalb mit dBase realisiert. Damit bleibt die Kompatibilität mit fast allen heutigen Programmen erhalten. Aus einer Datenbank in der Anfangszeit sind inzwischen drei geworden. Umrahmt sind diese von einer speziellen Radio-Software mit vielen weiteren Möglichkeiten. Kernstück ist die von *Dr. Eckhart Viehl* in der FG 138 vorgestellte Gerätedatenbank. Diese wurde zwischenzeitlich komplett überarbeitet und vervollständigt.

Der Aufbau der Datensätze ist optimal auf die Belange der Gerätedaten abgestimmt. Es können alle Arten von Geräten (Radios, Plattenspieler, Tonbandgerät, Messgeräte usw.) mit technischen Daten eingegeben werden.

Eine Querverbindung gibt es zur zweiten Tabelle - der Herstellerdatenbank. Mit Unterstützung von *Günter Abele* entstand eine Kompletliste aller deutschen und einiger ausländischer Hersteller. Bis auf sehr wenige Mini-Firmen dürfte die deutsche Radioindustrie bekannt sein. Das alles ist in der Herstellerdatenbank enthalten. Bei der Entwicklung wurde die unterschiedliche Schreibweise oder verschiedene geläufige Namen gleicher Firmen berücksichtigt. Intelligent wird das Ganze erst in Verbindung mit der Software RADIO-ARCHIV. Auf der Basis dieses Herstellerverzeichnisses wird eine eindeutige Zuordnung der Geräte zu Herstellern möglich. Auch das Verwechseln von Hersteller- und Markennamen gehört damit der Vergangenheit an.

Die dritte Datenbank im Bunde ist eine einfache Erfassung der Baujahre, die allerdings nur sinnvoll mit der Software RADIO-ARCHIV angewendet werden kann.

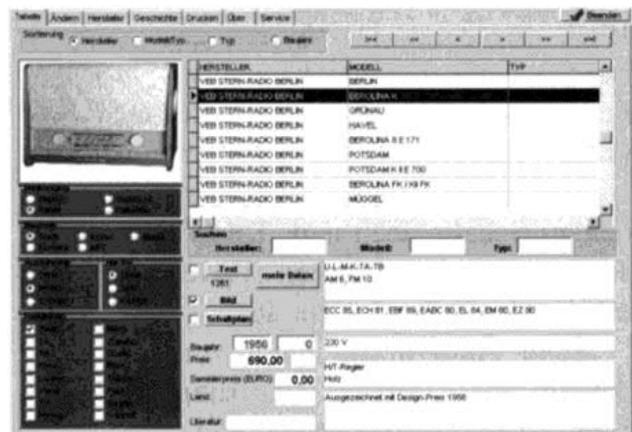


Bild 1: Software RADIO-ARCHIV 1.1 speichert alle Daten zu den Geräten, Bildern, Schaltpläne, Texte und viel mehr.

Die PC-Software RADIO-ARCHIV

Erst mit dem Programm RADIO-ARCHIV werden die drei Datenbanken sinnvoll miteinander verbunden und weiterer zusätzlicher Komfort ermöglicht. Obwohl die Gerätedatenbank das Kernstück ist, geht das Konzept von RADIO-ARCHIV, jetzt in der Version 1.1, weit darüber hinaus. Bei der Entwicklung der Software stand die Verwaltung der vielfältigsten Informationen, die ein Radiosammler oder ein Museum hat, im Vordergrund. Trotz einer Fülle der verschiedensten Funktionen ist die Software auch von Computer-Neulingen sofort zu bedienen. Der Nutzer muss sich nicht durch unzählige Menüpunkte hangeln, um den Durchblick zu erhalten.

Wesentliches Merkmal der Software ist die seitenweise Anordnung logischer Zusammenhänge. RADIO-ARCHIV besitzt insgesamt sieben Programm-Seiten: Tabelle; Ändern; Hersteller; Geschichte; Drucken; Service und die Programminformationen auf der Seite: Über.

Seite Tabelle (Bild 1): Sie ist das Kernstück des RADIO-ARCHIVS. Die wichtigsten Angaben zum Gerät werden auf einen Blick angezeigt. Durch den gesamten Gerätebestand kann nach mehreren Kriterien gesucht oder nach vier Datenfeldern sortiert werden. Die Anzeige von (vorhandenen) Schaltplänen und Bildern sowie von gespeicherten Texten erfolgt ebenfalls von hier aus.

Seite Ändern: Sie dient zum Ändern und Ergänzen von Daten. Hier werden ebenfalls neue Datensätze eingefügt.

Seite Hersteller: Sie zeigt die Herstellerdatenbank mit (vorhan-

denen) Texten zur Firmengeschichte und das Firmenlogo des ausgewählten Herstellers an.

Seite Geschichte: Hier wird eine Jahreszahlendatenbank erzeugt. Zu jedem Jahr kann in einem Text die Radiochronik oder anderes zum Jahr gespeichert und gedruckt werden.

Seite Drucken: Die vielfältigsten Druckmöglichkeiten, vom Datenblatt über Gerätebeschriftungen, Sammlungsverzeichnis bis hin zu kompletten Listen von Herstellern oder Baujahren sind nur einige Beispiele der Möglichkeiten.

Seite Über: Dies ist die amtliche Seite. Programminformationen sowie Autoren- und Kontaktinformationen werden gezeigt.

Seite Service: Neben Programmpunkten zur Wartung und Sicherung der Daten ist hier vor allem der Import von fremden Datenbanken angeordnet. Viele Sammler führen bereits mehr oder weniger umfangreiche Datenbanken. Damit es keine doppelte Arbeit mehr gibt, können bestehende Archive einfach importiert werden. Eingelesen werden können dBase-Dateien mit wenigen Vorgaben über den Satzaufbau. In der Datenbank bereits enthaltene gleiche Geräte werden erkannt und nicht doppelt aufgenommen. Die Daten lassen

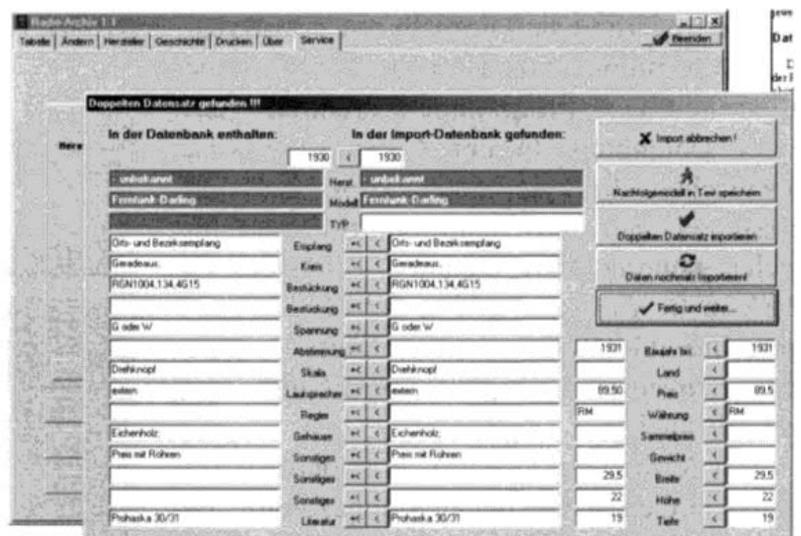


Bild 2: Beim Import von Fremd-Daten werden gleiche Daten erkannt und können geändert, ergänzt oder in Texten gespeichert werden.

sich vergleichen und bei Bedarf miteinander kombinieren.

Gerätedatenbank

Die Erfassung aller Geräte und Daten war und ist der aufwendigste Teil des Projekts. In jahrelanger Kleinarbeit hat *Dr. Eckart Viehl* Daten gesammelt und eifrig eingegeben. Zur Auswertung kamen vor allem: Funkschau-Bestückungstabellen, Empfänger-Schaltungen der Radio-Industrie, VOX-Katalog, Radio-Bauer-Katalog, Radio-Diehr-Katalog, Prohaska-Katalog, Illustrierter Radio-Großkatalog, Handbücher des Deutschen Rundfunkhandels sowie Veröffentlichungen in der Funkgeschichte. Dazu kommen noch einige Firmenhandbücher, die DDR-Geräteleiste von *Wolfgang Eckhardt* und der Vergleich mit Veröffentlichungen im Radiokatalog von *Ernst Erb*. Die Daten von Telefunken lieferte *Michael Roggisch*, Typenreferent der GFGF für Telefunken. Jeder Datensatz enthält Angaben zur Literaturquelle.

Datenaufbau

Die Veröffentlichung von *Dr. Eckart Viehl* in der FG 138 beschreibt ausführlich die gespeicherten Angaben. Hier soll deshalb nur kurz auf die Veränderungen im Zusammenhang mit der Software RADIO-ARCHIV eingegangen werden. Im Wesentlichen wurde der Datensatzaufbau beibehalten. Dies trifft besonders auf die technischen Angaben für das Gerät zu. Erweitert wurde die Datenbank um einige Felder, die erforderlich sind, um zu Geräten in der Sammlung Daten zu speichern. Deshalb wurden die Felder: Seriennummer, optischer- und technischer Zustand, Reparaturbericht, Textfeld (für Lager- oder Ausstel-

lungsort), Leihgabe oder Eigentum sowie Angaben über Bild- und Schaltplandateien erweitert.

Die Kennzeichnung der Geräteart (Radio, Truhe, TA, TB usw.) wird nicht mehr mit Kürzeln, sondern mit 16 logischen Feldern (nur JA oder NEIN) realisiert. Der komplette Datenaufbau sowie dessen Bedeutung sind im Handbuch der Software erläutert.

Dank und Weiterarbeit

Neben allen im Beitrag namentlich genannten Helfern, möchten wir an dieser Stelle auch den vielen kleinen Helfern danken. Mit Ihren Daten und Anregungen zur Realisierung dieses Archivs und der Software haben die namentlich Ungenannten wertvolle Hinweise geliefert. Doch bei allem Erfolg, die jetzt auslieferbare Datenbank hat über 24.000 Geräte und fast 1.700 Herstellerangaben gespeichert, kann das nur ein Anfang sein. In der Ur-Datenbank gibt es noch viel mehr Geräte. Doch leider sind noch viele Angaben mit einem großen Fragezeichen versehen - verständlich, dass diese Daten vorerst noch nicht veröffentlicht werden können. Dennoch muss sich keiner darüber Gedanken machen, nichts von späteren Verbesserungen nutzen zu können. Diese Version ist erst der Anfang! Sobald eine entsprechende Anzahl neuer gesicherter Daten hinzugekommen ist, können alle Nutzer eine Erweiterung erhalten. Diese wird einfach über die Importfunktion eingespielt und das Programm ist mit allen Daten wieder auf dem neuesten Stand. So sollte es doch gelingen, irgendwann einmal ein komplettes Verzeichnis aller Geräte zur Verfügung zu haben.

Deshalb rufen wir an dieser Stelle alle Sammler zur Mithilfe auf. Wenn Sie noch Daten haben, die in der Datenbank fehlen, so setzen Sie sich mit uns in Verbindung! Gleiches gilt natürlich auch für das Pro-

Datenbanken

gramm. Der bisherige Stand entspricht dem Geschmack einiger Anwender und Tester. Ihre Anregungen und Wünsche sollen in folgenden Versionen Berücksichtigung finden.

Variables Lieferkonzept

Jeder Sammler hat seine eigenen Vorstellungen, wie er seine Daten verwalten möchte. Es soll aber auch keiner von der Nutzung des bisher geschaffenen Datenbestandes ausgeschlossen werden. Deshalb haben wir uns entschlossen, verschiedene Angebote bereitzustellen:

Komplett: Software RADIO-ARCHIV 1.1, inklusive Datenbank mit über 24.000 Geräten und der Herstellerdatenbank mit fast 1.700 Firmenangaben.

Software: Software RADIO-ARCHIV 1.1, mit leerer Gerätedatenbank, aber mit allen Herstellerdatensätzen.

Demo: Programmdemo, (ohne eingeschränkte Funktionen - Datenbank auf 20 Geräte begrenzt) ohne Gerätedatenbank aber mit kleiner Herstellerdatenbank.

Nur Daten: dBase-Gerätedatenbank mit allen Geräten ohne Programm. Diese Datenbank hat einen anderen Feldaufbau als die in der Software verwendete. Eine Import in RADIO-ARCHIV 1.1 ist also nicht möglich.

Die Bilder, Schaltpläne und Texte sind Leistungen der Software und gehören nicht zum Lieferumfang!

Zukunftsaussichten

Ein Anfang ist getan, doch es kann noch viel weiter gehen. Gerade die Verbindung der Gerätedaten mit einem Softwareprogramm

bietet die Möglichkeit wesentlich mehr, als nur Typen und Daten zu speichern. Die Einbindung von Bildern und Schaltplänen ist bereits programmiert. Wäre es nicht wünschenswert, wenn jeder zu den Daten ein Bild und/oder einen Schaltplan bekommen könnte? Findet sich ein Sammler und GFGF-Mitglied, sich dieser Betätigung anzunehmen?

Vor einigen Jahren wurde über die Funkgeschichte versucht, die Bestände der Sammler und Museen zu erfassen. Leider mit wenig Erfolg. Aber, haben Sie nicht manchmal auch den Eindruck, als ob sogenannte seltene Geräte bei jedem Sammler im Regal stehen? Oder scheinbar unbedeutende Objekte in keiner Sammlung zu finden sind? Wie oft noch finden auf Börsen und Flohmärkten Geräte den Weg vom Verkäufer zum Sammler zu übersteuerten Preisen. Aber eine preisliche Richtlinie kann es nur geben, wenn bekannt ist, ob ein Stück wirklich selten ist. Sollten wir diese Aufgabe nicht einmal ins Auge fassen?

Bestellung und Kontakte:

RADIO-ARCHIV 1.1 mit Datenbestand: 150 €, (GFGF-Mitglieder: 30 €)

RADIO-ARCHIV 1.1 ohne Datenbestand: 100 €, (GFGF-Mitglieder: 25 €)

RADIO-ARCHIV 1.1 DEMO ohne Daten gegen einen frankierten Rückumschlag (C 5) und 3 € (Briefmarken), oder kostenlos im Internet: www.radio-museum.de.

Bestellungen an: **Radio-Museum Linsengericht e.V.**, , 63589 Linsengericht oder E-Mail

Datenbank ohne Software: 50 € (GFGF-Mitglieder: 5 €)

Bestellung an **Dr. Eckart Viehl**, 38106 Braunschweig oder E-Mail:

Vorschläge, Fehlermeldungen und Programmverbesserungen für RADIO-ARCHIV an: Radio-Museum Linsengericht e.V.
Erweiterungen und Daten zur Gerätedatenbank an: Dr. Eckart Viehl.

Radiohören mit Thermogenerator

Autor widersprach der Veröffentlichung

Autor widersprach der Veröffentlichung

Autor widersprach der Veröffentlichung

Autor widersprach der Veröffentlichung

Körting Royal-Syntektor 55 W

Teil 2: FM-Empfangsteil

Hermann Freudenberg, Netphen

Nachdem in Teil 1 (FG Nr. 141) die Besonderheiten des AM-Teils des Körting Royal-Syntektor beschrieben wurden, widmet sich Teil 2 dem UKW-FM-Teil und hier besonders der Synchro-Detektor-Schaltung. Bild 2.1 zeigt den FM-Empfangsteil; auch hier erfolgt die Darstellung nach Möglichkeit so, dass die Funktionen durch die Anordnung der Bauelemente verdeutlicht werden. Bauelemente zur Stromversorgung sind auch hier weitgehend weggelassen worden. Während bei der Beschreibung des AM-Teils die Kreisinduktivitäten mit kleinen Buchstaben a – i bezeichnet wurden, werden sie im FM-Teil mit Großbuchstaben A – L benannt. Diese Darstellung entspricht den Bezeichnungen bei Körting (Bild 1.4)[1.5]. Die Bilder in Teil 1 haben die Nummern 1.1 bis 1.6, die in Teil 2 die Nummern 2.1 bis 2.5, die Literaturangaben in Teil 1 sind mit [1.1] bis [1.6], die in Teil 2 mit [2.1] bis [2.8] bezeichnet.

Besonderheiten des FM-Empfangsteils

Der FM-Empfangsteil unterscheidet sich von üblichen Superhetchaltungen jener Zeit im wesentlichen durch folgende Eigenschaften:

- Verzögerte Regelung der UKW-Vorstufe
- 4-stufiger ZF-Verstärker
- eine neutralisierte ZF-Stufe mit Triode
- Anodenspannungsbegrenzung mit der Heptode E(C)H 81
- Synchro-Oszillator

- Differenz-Diskriminator mit Serien-/ Parallel-Kreis ohne Begrenzer-Eigenschaften
- ungewöhnlich hohe Trennschärfe
- ungewöhnlich hohe Gleichkanalselektion
- niederfrequente Rauschsperrung, gesteuert von der Größe des Antennensignals
- Nah-/Fern-Taste

Im Folgenden soll die Schaltung des FM-Empfangsteils (Bild 2.1) und insbesondere seine Besonderheiten beschrieben werden.

UKW-Vor- und Mischstufe

Die UKW-Vorstufe in Gitterbasisschaltung mit 6 – 8-facher Verstärkung [1.2] wird verzögert geregelt; die Regelung setzt erst bei etwa 1 mV Eingangsspannung ein. „Diese erst bei stärkeren Sendern wirksam werdende Regelung der Vorstufe hat den Zweck, die Gefahr einer Übersteuerung der Mischstufe zu verhindern, ohne die Eingangsrauschzahl bei schwachen und mittelstarken Sendern zu verschlechtern. Eine Übersteuerung der Mischstufe würde sich z.B. in einer scheinbar schlechten Unterdrückung der Amplitudenmodulation bei starken Signalen zeigen. In Wirklichkeit würde der Oszillator durch die Amplitudenmodulation des Signals in der Phase moduliert, und diese wird daher als Frequenzmodulation von der Begrenzung durchgelassen. Die durch die Regelung erzielte Verbesserung hinsichtlich dieses Effektes beträgt etwa 1 : 20“ [1.2]. Während im Vorjahr noch die ECC 81 verwendet wurde, ist

Schaltungstechnik

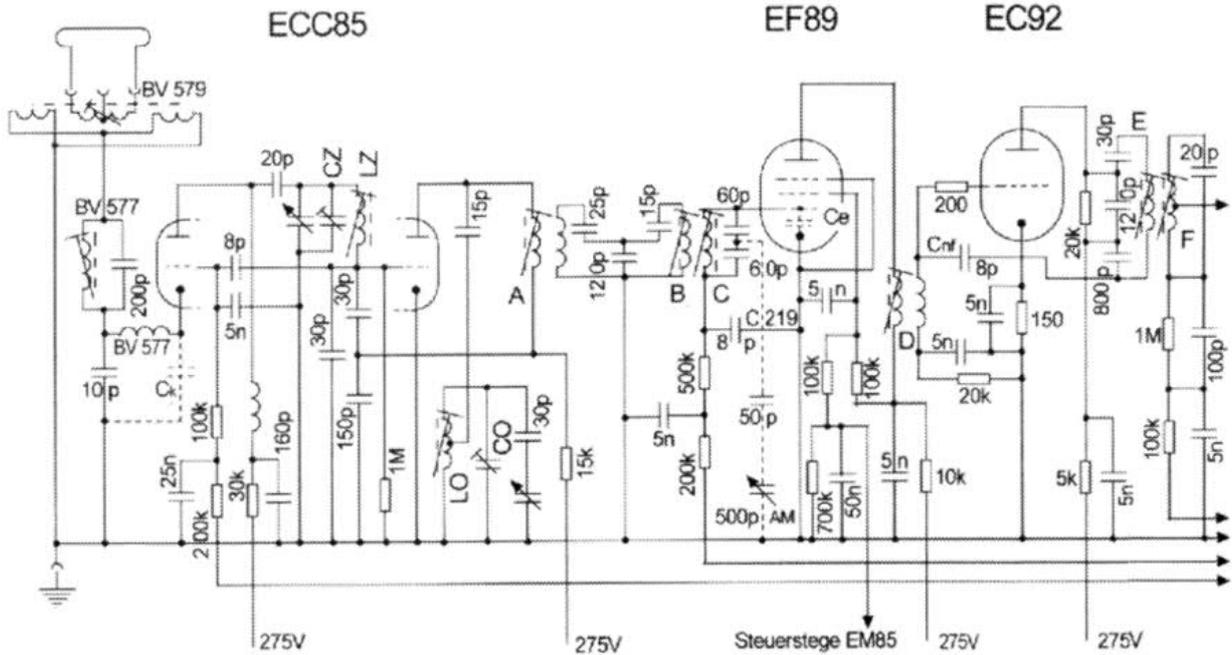


Bild 2.1: Schaltung von HF- und ZF-Verstärker und Demodulator für den UKW-FM-Bereich.

die UKW-Vor- und Mischstufe des 55 W mit der damals neuen ECC 85 bestückt.

Im Anodenkreis der Mischtriode liegt der erste Kreis A des Dreikreis-ZF-Bandfilters A-B-C. Die Kreise A und B haben kapazitive Querkopplung; damit ist die Verbindung zwischen dem Becher mit Kreis A und dem Becher mit den Kreisen B und C niederohmig. Die Kreise B und C sind induktiv gekoppelt. Der Gitterkreis mit der Induktivität C ist symmetrisch aufgebaut, auf der Gitterseite liegen Gitterkapazität plus Schaltkapazität $C_e \approx 8 \text{ pF}$ der EF 89 gegen Masse und die obere Kreiskapazität 60 pF . Auf der anderen Seite liegt die untere Kreiskapazität ebenfalls 60 pF und der Kondensator $C_{219} = 8 \text{ pF}$ gegen Masse. Im Symmetriepunkt zwischen den beiden Kondensatoren 60 pF , der keine FM-ZF führt, wird die Hochfrequenz bei AM-Empfang eingekoppelt. Damit ist hier keine Umschaltung nötig.

Die Mischverstärkung bis zum Gitter der EF 89 ist 15fach, also relativ niedrig, bedingt durch das Dreifach-ZF-Bandfilter und die Brückenschaltung von Kreis C [1.2].

ZF-Verstärker

Die erste ZF-Verstärkerröhre EF 89 wird unverzögert geregelt. Durch die Brückenschaltung des Kreises C gelangt zwar nur die halbe ZF-Spannung des Kreises C an das Gitter der EF 89, andererseits ist aber dadurch auch der Einfluss der Änderung der Eingangskapazität der EF 89 durch die Regelspannung auf die Hälfte reduziert und damit die Frequenzverwerfung durch die Regelung der ersten ZF-Stufe. Die Verstärkung dieser Stufe ist 17fach [1.2].

Die erste ZF-Stufe ist mit einem Einzelkreis mit der Induktivität D an die zweite ZF-Stufe gekoppelt. Diese ist bestückt mit der bei AM als additive Mischstufe verwendeten EC 92. Da es sich um eine Triode handelt, muss der Verstärker neutralisiert werden. Die Neutralisation erfolgt über $C_{nf} = 8 \text{ pF}$. Die gegenphasige Neutralisationsspannung wird an dem Kondensator 800 pF des Anodenkreises mit der Induktivität D gewonnen. Die

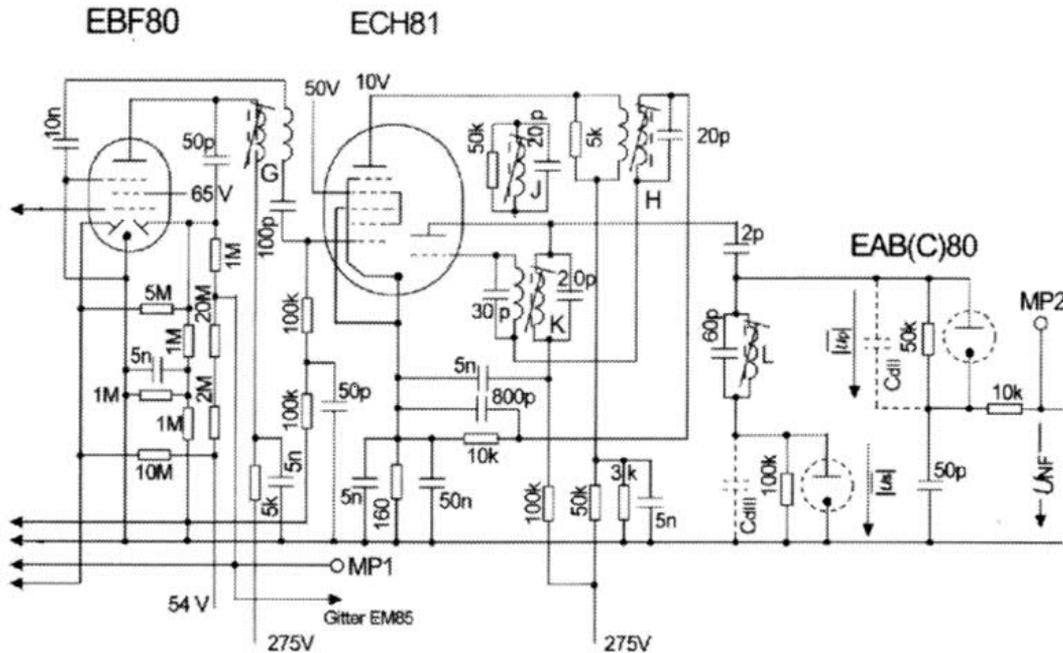


Bild 2.1: (Fortsetzung.)

Verstärkung der zweiten ZF-Stufe ist 12fach. Wegen der kapazitiven Kopplung der Kreise D und E über die Gitteranoden- und über die Neutralisationskapazität ist auch hier beim Abgleich auf die Reihenfolge G-D-E-F zu achten.

Die Verstärkung der dritten ZF-Stufe EBF 80 ist etwa 60fach. Der Gitterkreis mit der Spule F ist induktiv angezapft. Die hier bei AM zugeführte Regelspannung ist bei FM unwirksam, stattdessen erfolgt hier die erste Amplitudenbegrenzung durch Gitterstrombegrenzung mit dem RC-Glied $1\text{ M}\Omega/100\text{ pF}$ [2.1].

Im Anodenkreis befindet sich der Einzelkreis G. Hier ist kapazitiv über 50 pF die rechte Diode der EBF 80 für die Regelspannungserzeugung angekoppelt. Wenn kein Signal aufgenommen wird, würde durch das Rauschen eine Regelspannung von etwa -2 V entstehen. Diese wird durch eine positive Spannung von $+54\text{ V}$ über die Widerstände $2\text{ M}\Omega$ und $20\text{ M}\Omega$ auf etwa $-0,5\text{ V}$ kompensiert. „Hierdurch wird der Grundschatenwinkel des Magischen Fächers gesichert und die

Steilheit des Einsatzes der Rauschsperrre erhöht.“ [1.2]

Durch die linke Diode erfolgt die Verzögerung der Regelspannung für die UKW-Vorstufe EC(C) 85. Die Diode liegt über den Widerstand $5\text{ M}\Omega$ an der Regelspannung der rechten Diode und über den Widerstand $10\text{ M}\Omega$ ebenfalls an der positiven Spannung von $+54\text{ V}$. „Der Einsatz der Regelspannung“ für die UKW-Vorstufe „wird auf diese Weise um etwa 20 V entsprechend etwa 1 mV Eingangsspannung verzögert.“ [1.2]

Der EBF 80 folgt induktiv/kapazitiv gekoppelt der Anodenspannungsbegrenzer mit der Heptode ECH 81. Durch den Koppelkondensator 100 pF und den Gitterwiderstand $100\text{ k}\Omega$ wirkt der Gitterkreis der Heptode als zweiter Gitterstrombegrenzer. Die Heptode erhält eine Schirmgitterspannung von 50 V und eine Anodenspannung von nur 10 V ! Dadurch entsteht ein außerordentlich wirksamer Anodenspannungsbegrenzer, der die ZF-Spannung im Anodenkreis H auf max. 2 V Spitze begrenzt [2.1], praktisch unabhängig vom Nutzsignalpegel an der Antenne. Damit

Schaltungstechnik

ist der Mitnahmebereich des von dem Kreis mitgezogenen Synchro-Oszillators ebenfalls unabhängig vom Signalpegel genau definiert.

Der Synchro-Oszillator

Die folgende Beschreibung des Synchro-Oszillators (Triode der ECH 81) ist im wesentlichen der Technischen Information [1.2] entnommen.

Wirkungsweise

„Der Synchro-Oszillator schwingt in Meißner-Schaltung auf 2,14 MHz (dies entspricht 1/5 der ZF von 10,7 MHz). Der Schwingkreis besteht aus der Induktivität K und der Kapazität 20 pF. Die Rückkopplungsspule im Gitterkreis ist durch 30 pF für die ZF von 10,7 MHz überbrückt. Der Kreis mit der Induktivität J und mit dem Dämpfungswiderstand 50 kΩ ist ebenfalls auf die Oszillatorfrequenz abgestimmt und mit dem Oszillatorkreis annähernd kritisch gekoppelt. Er verflacht die Resonanzkurve des Oszillatorkreises, um zu erreichen, dass die Synchroni-

sierschwelle in dem in Frage kommenden Frequenzbereich (2,14 MHz \pm 150/5 kHz = 2,14 MHz \pm 30 kHz) möglichst gleichmäßig niedrig liegt (etwa 0,2 V.)

Die Mitnahme durch die Zwischenfrequenz kommt in der nachstehend beschriebenen Weise zustande:

Am Steuergitter der Triode der ECH 81 treten gleichzeitig mit der Zwischenfrequenz von 10,7 MHz (der ZF-Kreis H liegt in Reihe mit der Rückkopplungsspule des Synchro-Oszillators) die vierte und sechste Oberwelle des Synchro-Oszillators auf. Es erfolgt additive Mischung, sodass der Anodenstrom dieser Röhre außer der Oszillatorfrequenz 2,14 MHz auch noch die Differenzen ($6 \times 2,14 - 10,7$) MHz = 2,14 MHz und ($10,7 - 4 \times 2,14$) MHz = 2,14 MHz enthält. Im Falle der Synchronisation weisen diese Differenzströme je nach der Frequenzabweichung der ZF vom Mittelwert 10,7 MHz gegenüber dem Oszillatorkreisstrom eine Phasenverschiebung auf, was einer Kreisverstimmung gleichkommt. Sie halten auf diese Weise die Synchronisation aufrecht, sodass der Synchro-Oszillator stets genau auf 1/5 der ZF schwingt und die Frequenzmodulation daher entsprechend mit 1/5 des ursprünglichen Frequenzhubes mitmacht.

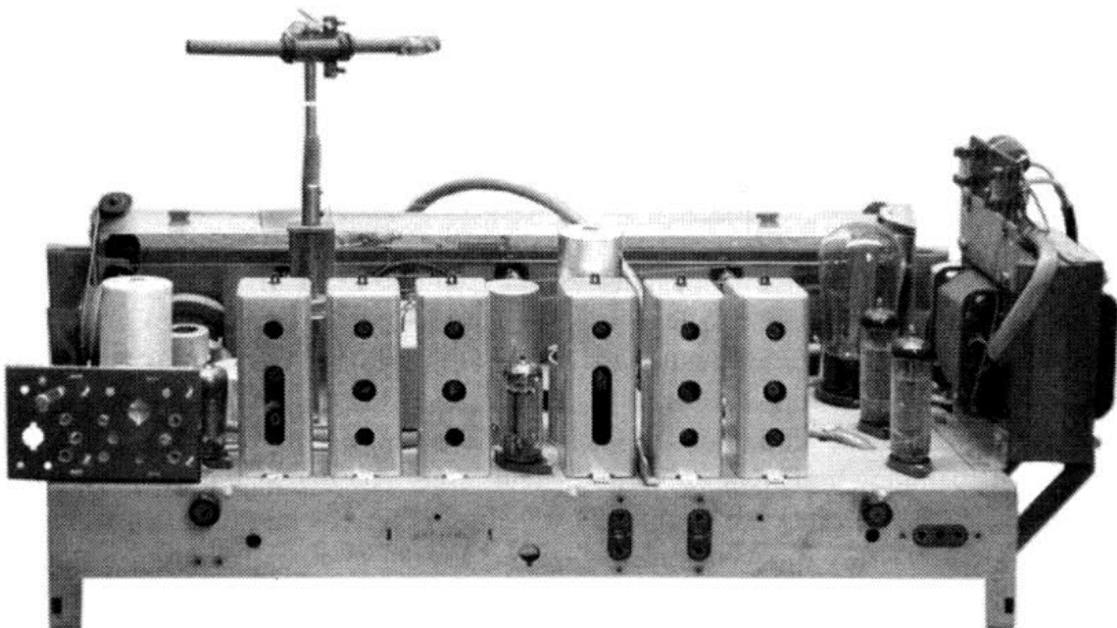


Bild 2.1.1: Chassis des Körting Royal-Syntektor 55 W.

Da die Oszillatoramplitude (etwa 15 V am Gitter) durch die Amplitude der ZF von 2 V in ihrem Wert nicht beeinflusst wird, ist sie weitgehend frei von Amplitudenmodulation, so dass (in Verbindung mit der zweifachen Gitterstrombegrenzung und mit der Anodenspannungsbegrenzung der Heptode ECH 81) eine optimale Amplitudenbegrenzung erzielt wird.“

Mitnahmebereich

„Der Mitnahmebereich des Synchro-Oszillators ist von den im Oszillatorkreis zur Anwendung kommenden Werten abhängig und vom Verhältnis der Synchronisier-Amplitude zur Oszillatoramplitude. Da die Synchronisier-Amplitude einen Spannungswert von 2 V nicht überschreiten kann und da außerdem auch die Oszillator-Amplitude festliegt, hat auch der maximale Mitnahmebereich einen festen Umfang von etwa 350 kHz (bezogen auf die ZF).“

Die durch die Synchro-Detektor-Schaltung erzielbare Trennschärfe

„Die erzielbare Trennschärfe ist bei Anwendung der Synchro-Detektorschaltung theoretisch unbegrenzt hoch, weil der Synchro-Oszillator außerhalb des Mitnahmebereichs nicht anspricht. Praktisch liegt das Problem darin, die Unterdrückung eines aufgenommenen schwachen Signals durch ein benachbartes starkes Signal in den letzten ZF-Stufen bzw. im Begrenzer (Heptode ECH 81) infolge Übersteuerung bzw. infolge von Selbstregelung klein zu halten.

Durch die Synchro-Detektor-Schaltung allein kann eine Trennschärfefebesserung von 1 : 100 bis 1 : 1000 ... erreicht werden. Außerdem ist es möglich, die Trennschärfe des ZF-Verstärkers ohne Rücksicht auf die Bandbreite erheblich zu steigern, da die hier-

mit verbundenen Amplitudenverzerrungen dank der guten Begrenzerwirkung ... nicht in Erscheinung treten können. Es ist daher möglich, eine Gesamttrennschärfe von 1 : 5000 bis 1 : 20.000 zu erreichen.“

Gleichwellenselektion

„Die Synchro-Detektor-Schaltung macht es möglich, auch zwei Sender auf gleicher Welle mit einem Störabstand von etwa 30 dB zu trennen, sobald das eine Signal eine um etwa 30 – 50 % größere Amplitude hat, weil bei dieser Schaltung die Synchronisation stets durch das größere Signal erfolgt.“ Es kann sich bei einem Oszillator immer nur eine Frequenz erregen, für die die günstigeren Bedingungen bestehen [2.2].

Demodulation

Nach der ungewöhnlich wirksamen Amplitudenbegrenzung durch zweifache Gitterstrombegrenzung, durch die Anodenspannungsbegrenzung und vor allem dadurch,

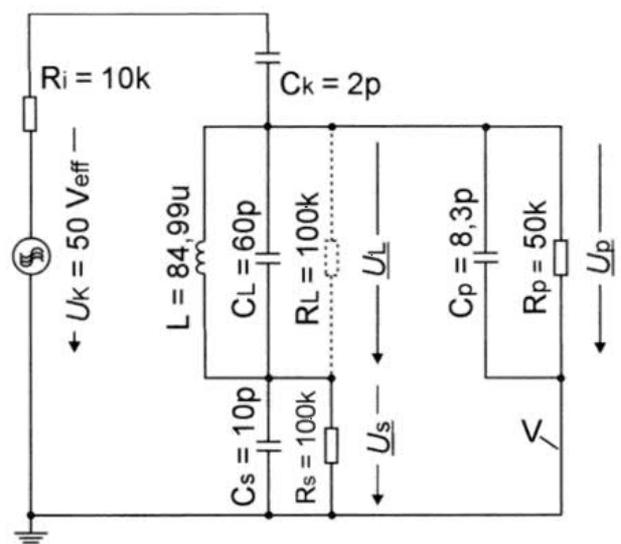


Bild 2.2: Prinzip des Diskriminators.

dass der Synchro-Oszillator eine vom Eingangssignal praktisch unabhängige Spannung liefert, ist eine Begrenzung im Demodulator - beispielsweise durch einen Ratiodetektor - nicht erforderlich und nicht sinnvoll. Es kann ein einfacher Demodulator ohne Begrenzeigenschaften möglichst guter Linearität verwendet werden.

Die Demodulation erfolgt durch Resonanzkreise mit der Induktivität L und durch die beiden niederohmigen Dioden der EABC 80.

Die Wirkungsweise des Diskriminators ist aus dem Originalschaltplan nur schwer zu

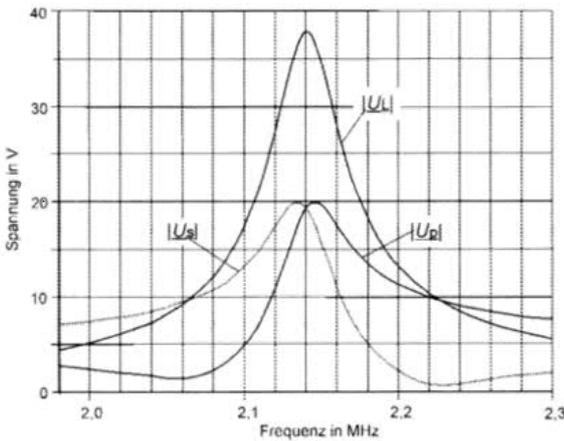


Bild 2.3: Berechnete Beträge der Synchro-Oszillatorspannungen am Modell des Diskriminators nach Bild 2.2.

verstehen, weil hier zwei für die Funktion unbedingt erforderliche Kapazitäten nicht eingezeichnet sind: die Kapazität der beiden Dioden mit ihren Schaltkapazitäten. Anhand von Bild 2.2 soll die Wirkung erklärt werden.

In Bild 2.2 liegt parallel zur Induktivität L die Parallelkapazität C_L ; in Reihe zu diesem Parallelschwingkreis liegt die Serienkapazität C_s , parallel zu der Reihenschaltung L/CL und C_s liegt die Parallelkapazität C_p . Es handelt sich hier um die Kombination der Induktivität L mit den Kapazitäten C_L , C_s und C_p . Eine solche Anordnung aus Blindwiderständen – eine Induktivität, drei Kapazitäten – hat drei

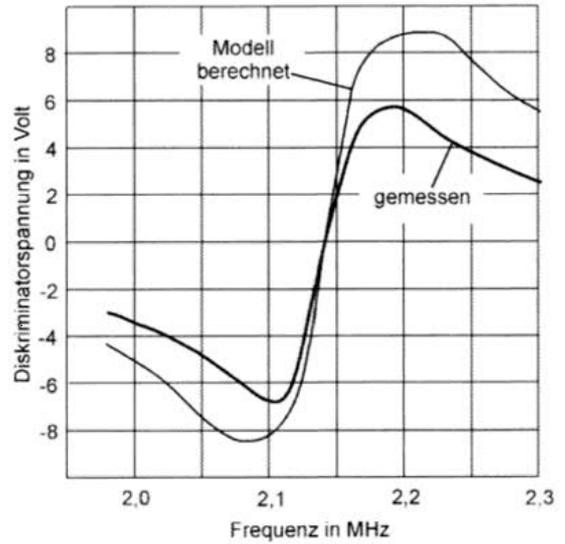


Bild 2.4: Diskriminatorspannung als Funktion der Frequenz.

Resonanzfrequenzen: eine Parallelresonanz, bei der die Resonanzfrequenz durch die Parallelkapazität C_L bestimmt ist, eine Serienresonanz infolge der Kapazität C_s und eine zweite Parallelresonanz infolge der Kapazität C_p . Die Verluste des Parallelkreises L/CL werden durch den Widerstand $R_L = 100 \text{ k}\Omega$ (geschätzt) repräsentiert, parallel zu C_s bzw. C_p liegen die Widerstände $R_s = 100 \text{ }\Omega$ bzw. $R_p = 50 \text{ k}\Omega$ entsprechend dem Körting-Schaltbild. Anstelle des Synchro-Oszillators K wird das System durch einen HF-Generator mit $50 \text{ V}_{\text{eff}}$ Ausgangsspannung (entsprechend der Amplitude des Synchro-Oszillators im Anodenkreis) mit dem Innenwiderstand $R_i = 10 \text{ k}\Omega$ über 2 pF ange-regt. Die Kapazität der Diode dIII der EABC 80 ist größer als die der Diode dII; die in Bild 2.2 angegebenen Kapazitäten C_s und C_p entsprechen den Werten des untersuchten Gerätes.

Die Beträge der Spannungen U_L , U_s und U_p wurden mit den Werten von Bild 2.2 berechnet und sind in Bild 2.3 für den Frequenzbereich 1,98 MHz bis 2,3 MHz dargestellt. Man erkennt die Resonanz des Kreises L/CL bei 2,14 MHz, die Serienresonanz unterhalb 2,14 MHz der Spannung U_s und die

Parallelresonanz oberhalb 2,14 MHz der Spannung U_p . Die Höhen der Maxima der Spannungen U_s und U_p werden durch die Widerstände R_i , R_L , R_s und R_p und C_s bzw. C_p bestimmt.

Bildet man rechnerisch die Differenz der Beträge der Spannungen U_s und U_p , dann erhält man die S-Kurve von Bild 2.4 mit dem geradlinigen Verlauf symmetrisch zur Bandmittenfrequenz 2,14 MHz des Synchro-Oszillators.

Die Wirkungsweise der Schaltung entspricht damit genau der Wirkungsweise des Differenz- oder Gegentakt-Flanken-Diskriminators mit zwei gegeneinander verstimmtten Kreisen, wie er für die Regelspannungserzeugung zur automatischen Scharfabstimmung [1.4 § 408] oder als Demodulator für FM-Signale [2.1] [2.4] benutzt wurde. Der wesentliche Unterschied besteht nur darin, dass nicht zwei Kreise mit großer Sorgfalt symmetrisch zur Bandmitte abgestimmt werden müssen, sondern nur ein Kreis. Die Frequenzdifferenz der Maxima der Spannungen U_s und U_p ergibt sich automatisch durch Schaltungszwang aufgrund der Größe der Festkapazitäten C_L , C_s und C_p .

Wie werden die Beträge der Spannungen U_s und U_p und wie wird die Spannungsdifferenz gebildet? Die Antwort gibt Bild 2.5, das einen Ausschnitt der Schaltung von Bild 2.1 zeigt. Hier ist der Generator U_k mit dem Innenwiderstand R_i aus Bild 2.2 durch den Kreis $K/20$ pF ersetzt, die Kapazitäten C_s und

C_p von Bild 2.2 sind ersetzt durch die Diodenkapazitäten C_{dII} und C_{dIII} der EABC 80 einschließlich ihrer Schaltkapazitäten, und die ohmsche Verbindung V ist ersetzt durch die Kapazität C_v , die die Synchro-Oszillator-Frequenz brückt.

Grundlage der Funktion sind also die Dioden- und Schalt-Kapazitäten C_{dII} und C_{dIII} , die im normalen Schaltbild nicht dargestellt sind; ohne Kenntnis dieser Kapazitäten ist die Schaltung jedoch nicht zu verstehen! Interessanterweise ist in der Technischen Information [1.2] und in [2.3] die Funktion nicht korrekt dargestellt; in [1.2] heißt es: „Die 3. Diode der EABC 80 erhält ihre maximale Spannung unmittelbar vom Diskriminatorekreis (L/C_L in Bild 2.5., Verf.), also auf der Resonanzfrequenz (Parallelresonanz) dieses Kreises.“

Der Betrag der Spannungen U_s und U_p wird durch Gleichrichtung mit den Dioden d_{II} und d_{III} , den niederohmigen Dioden der EABC 80, gewonnen; die niederfrequente Spannungsdifferenz entsteht am Kondensator $C_v = 50$ pF. Die S-förmige Diskriminatorekurve entsprechend Bild 2.4 kann am Kondensator C_v gemessen werden.

Jetzt wird auch die Bedeutung der Widerstände R_s und R_p klar! Eine symmetrische S-Kurve entsprechend Bild 2.4 erhält man nur, wenn die Maxima der Beträge der Spannungen U_s und U_p gleich sind. Das ist jedoch bei gleichen, hochohmigen Widerständen nicht der Fall, wie die Berechnung zeigt. Die Widerstände $R_s = 100$ k Ω und $R_p = 50$ k Ω sorgen für etwa gleich große Maxima (Bild 2.3).

Aus der Wirkungsweise der Schaltung ergibt sich auch die Abgleichvorschrift für den Diskriminator: Die Induktivität L muss auf Spannungs-Null der Gleichspannung am Kondensator C_v getrimmt werden, wenn der Synchro-Oszillator auf genau 2,14 MHz schwingt.

In Bild 2.3 erkennt man, dass die Resonanzkurven der Spannungen U_s und U_p

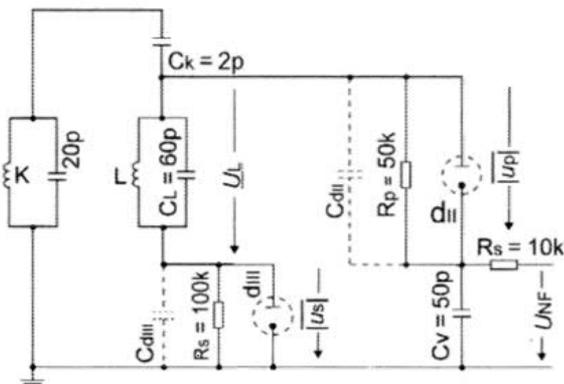


Bild 2.5: Diskriminator des Syntektor 55 W.

Abgleichanweisung für FM

Die Anordnung der Kerne und Trimmer zeigt Bild 1.4. Auch die Abgleichanweisung für FM ist [1.5] entnommen, wurde jedoch ebenso wie die Anweisung für AM nach den Erfahrungen des Verfassers überarbeitet, um auch ungeübteren Freunden der Funktechnik

möglichst einfache und eindeutige Hilfe beim Abgleich zu geben.

Insbesondere wird auch beschrieben, wie der Kreis H abgestimmt werden kann, obwohl in der Abgleichanweisung gesagt wird, dass H im allgemeinen nicht abgeglichen werden muss. Heute, nach bald 50 Jahren, muss der Sammler damit rechnen, dass irgendwann einmal an allen Kernen mehr oder weniger fachmännisch gedreht wurde.

Abgleichanweisung für FM

Vorbereitungen:

1. Der FM-Skalenzeiger muss bei ganz eingedrehtem FM-Drehkondensator mit der Marke am Skalenrand übereinstimmen.
2. Taste UK und Ferntaste drücken. R1 ganz nach links drehen (dann ist die Rauschsperrung unwirksam).
3. Voltmeter eins ($R_i \geq 10 \text{ M}\Omega$, Messbereich 10 V) über 500 k Ω an die Regelspannung Messpunkt MP1 (Bild 2.1) legen.
4. Voltmeter zwei ($R_i \geq 10 \text{ M}\Omega$, mit +/- Anzeige oder Nullpunkt in der Mitte, Messbereich 25 V) über 500 k Ω an MP2 (Bild 2.1, Diskriminator-Gleichspannung) legen.
5. Unmodulierten Messsender 10,7 MHz über 5 nF an das Gitter der EF 89 legen (Bild 2.1).
6. Die im folgenden genannte Reihenfolge unbedingt einhalten!

ZF-Abgleich:

1. Kerne in der Reihenfolge G, D, E und F auf Maximum von Voltmeter eins stellen.
2. Kern J ganz herausdrehen.
3. Messsender auf Ausgangsspannung $1 \text{ mV} < U_{\text{eff}} < 100 \text{ mV}$ einstellen, Maximum 10,7 MHz an Voltmeter eins kontrollieren (Messsender darf in der Frequenz auf keinen Fall „weglaufen“).
4. Kern K in die Synchrolücke einstellen. Diese ist daran erkenntlich, dass das Voltmeter zwei einen Wert anzeigt, der sich beim Drehen von Kern K um etwa zwei Umdrehungen nicht ändert. Der gesuchte Abgleichpunkt liegt in der Mitte. K steht jetzt ungefähr auf der Mitte des Mitnahmebereichs.
5. Kern L drehen, bis das Voltmeter +/- 0 V anzeigt. Jetzt ist der Diskriminator auf 2,14 MHz eingestellt.
6. Röhre EBF 80 herausziehen, der Synchro-Oszillator schwingt jetzt frei und wird nicht synchronisiert; Messsender nicht ausschalten (Drift!). Voltmeter zwei schlägt jetzt wieder aus. Den Kern K wieder drehen, bis das Voltmeter wieder auf 0 V steht; der Synchro-Oszillator schwingt jetzt frei auf 2,14 MHz. Dann Kern J eindrehen, bis das Voltmeter wieder 0 V anzeigt (Das Voltmeter schlägt aus und geht dann wieder zurück; jetzt ist der Oszillator-Dämpfungskreis J auf 2,14 MHz eingestellt).
7. Kern J wieder etwas verstimmen auf ca. 0,5 bis 1 V an MP2.
8. Messsender über 5 nF an Gitter eins der E(C)H 81 legen, 10,7 MHz kontrollieren. Messsender so weit aufdrehen, bis Voltmeter zwei wieder auf Null zurückgeht. Ausgangsspannung des Messsenders so weit reduzieren, bis Voltmeter zwei gerade wieder ausschlägt; Kern H nachstimmen, bis Voltmeter zwei wieder auf Null zurück geht. Ausgangsspannung des Messsenders wieder reduzieren, Kern H

wieder nachstimmen usw., bis dass keine Verbesserung mehr erzielt wird. Jetzt ist der Kreis H auf 10,7 MHz abgestimmt.

9. Messsender von der ECH 81 abklemmen. Voltmeter zwei schlägt jetzt wieder etwas aus.
10. Kern J wieder auf Null von Voltmeter zwei zurückdrehen.
11. EBF 80 wieder einsetzen; Kern von BV 577 herausdrehen.
12. Messsender (10,7 MHz) mit einer Ausgangsspannung von max. 0,5 V an die UKW-Antennenbuchsen legen.
13. Erst Kern C, dann Kerne B und A auf Maximum von Voltmeter eins einstellen.
14. Kern an BV 577 (10,7-MHz-Sperrkreis) auf Minimum von Voltmeter eins stellen.

Abgleich der UKW-HF-Kreise:

1. Voltmeter eins bleibt an Messpunkt MP1; UKW-Messsender (80 – 110 MHz) an die UKW-Antennenbuchse anschließen.
2. Skalenzeiger und Messsender auf 88,5 MHz, dann LO auf Maximum von Voltmeter eins. Dann Skalenzeiger auf 97,0 MHz und Messsender auf 97,0 MHz bzw. 105,0 MHz, wenn auf das heutige UKW-Band abgestimmt werden soll, und CO auf Maximum drehen. Wiederholen, bis sich keine Verbesserung mehr zeigt.
3. Skalenzeiger und Messsender auf 88,5 MHz, LZ auf Maximum. Dann Skalenzeiger auf 97,0 MHz und Messsender auf 97,0 MHz bzw. 105,0 MHz, wenn auf das heutige UKW-Band abgestimmt werden soll, und CZ auf Maximum. Wiederholen, bis sich keine Verbesserung mehr zeigt.

Einpegeln der Rauschperre

1. Antenne abziehen, Taste UK und Nah-Taste drücken, Lautstärke-, Höhen- und Bass-Regler voll aufdrehen.
2. Rauschregler R1 so weit nach rechts drehen, bis das Rauschen fast verschwindet.

Ergänzendes zur Synchro-Detektor-Schaltung

Wie bereits erwähnt, war der Körting Syntektor 54 W die Sensation der Funkausstellung 1953. Der Mitnahmeoszillator wurde im Jahre 1952 als Patent angemeldet; das Schutzrecht wurde 1967, als die Syntektor-Serie längst nicht mehr gebaut wurde, unter DBP 977 600 erteilt [2.7]. Es schützt nicht das Prinzip des Mitnahmeoszillators, der z.B. als Bradley- oder Locked-in-Oszillator bekannt war, sondern die spezielle Ausführungsform. Anspruch eins ist dadurch gekennzeichnet, dass der Oszillator im überspannten Zustand

arbeitet (bei positiver Gitterspannung ist die Anodenspannung kleiner als die Gitterspannung [2.2]), um die 4. und 6. Oberwelle zu betonen, um eine gute Amplitudenkonstanz zu erzielen und um eine wirksame additive Mischung für diese Oberwellen mit der ZF von 10,7 MHz zu gewährleisten. Anspruch zwei enthält die Reihenschaltung von Rückkopplungsspule und ZF-Kreis sowie die kapazitive Ankopplung des Diskriminators. Anspruch drei schützt die Begrenzung der ZF-Synchronisierspannung auf einen im Verhältnis zur Oszillatorspannung maximalen Wert.

Das Rundfunk-Technische Institut in Nürnberg führte im Herbst 1953 Vergleichsmessungen zwischen Empfängern mit Ratio-Detektor und dem Körting Syntektor durch

Telefunken T 40 W im Eigenbau-Glashaus

Helmut Schinzel, Dreieich

In Bad Laasphe stolperte ich über ein "Findelkind", ohne Gehäuse, ohne Röhren, Widerstände und Kondensatoren, anstatt einer Typenbezeichnung nur das Preisschild "80 DM". Ein Risiko? Eine Herausforderung!

Gekauft, eingeladen, daheim überprüft: Es war einmal ein Telefunken T 40 W. Trafo, Drehko, Spulen in Ordnung, Widerstände und Kondensatoren nachgerüstet, zuletzt mit Röhren versehen - und tatsächlich zum Spielen gebracht.

Das Problem, ein Original-T-40-Bakelitgehäuse zu bekommen, konnte nicht so vergleichsweise einfach gelöst werden. Aber warum eigentlich das schöne, 70 Jahre alte Innenleben in einem Gehäuse verstecken? Dank der Präzisionsarbeit unseres GFGF-

Mitgliedes *M. Dittmar* entstand ein Glasgehäuse. Wie in einer Vitrine erlauben die Plexiglasscheiben nun Einblicke von allen Seiten. In meiner Sammlung ist dieser "T-40-Glas" nun ein besonderer Blickfang.

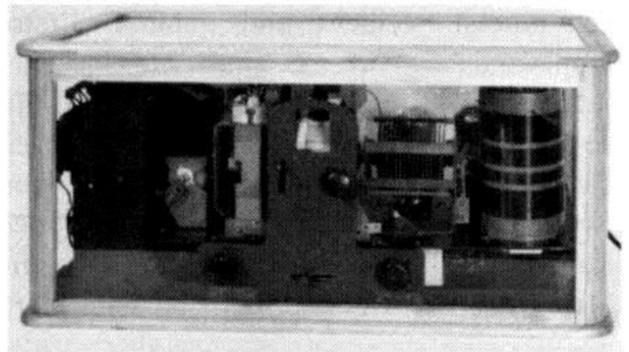


Bild 1: Ansicht des Telefunken im Glashaus.

[2.6], die in [2.3] veröffentlicht wurden und die Überlegenheit der Synchro-Detektor-Schaltung bezüglich Gleichkanalselektion, Nachbarkanalselektion und Gleichkanalstörung bestätigten. „Seine Trennschärfe war so ungewöhnlich gut, dass sich eine süddeutsche ARD-Anstalt eine größere Anzahl (Körting Syntektor, Verf.) anschaffte, um sie an Stelle der bisher benutzten kommerziellen Überwachungsempfänger einzusetzen.“ [1.1]

Alle Bilder und Fotos: Autor.

Literatur

- [2.1] Richter, H.: *UKW-Technik und Frequenzmodulation*. Funkschau-Verlag, Stuttgart, 1949
- [2.2] Barkhausen, H.: *Elektronen-Röhren*. 3. Band. Rückkopplung. Hirzel Verlag, Leipzig 1949
- [2.3] Moortgat-Pick, W.: *Die Synchro-Detektor-schaltung jetzt in Hi-Fi-Geräten*. 2 Teile.

Funkschau 1970, Hefte 12, 13

- [2.4] Limann, O.: *Der „Ratio“ bekommt Konkurrenz*. 4 Teile. *Funkschau* 1970, Hefte 12, 13, 14, 15
- [2.5] Körting Radio. *Prospekt: Royal Syntektor, 430 W GROSS-SUPER, 420 W. Sch & 5, 7.54 15/85*
- [2.6] *Rundfunk-Technisches Institut G.m.b.H., Nürnberg: Brief HF/Dr. Gr./D. vom 24.11.1953 an Körting-Radio Werke GmbH, Grassau, Herrn Moortgat-Pick, mit Anlagen (Vergleichsmessungen zwischen Empfängern mit Ratio-Detektor und Syntektor-Empfänger vom 23.11.1953)*
- [2.7] DBP Nr. 977 600. *Anmeldung: 24.12.1952, erteilt am 24.05.1967. Patentinhaber: Körting-Radio Werke G.m.b.H., Grassau. Erfinder: Dipl.-Phys. Waldemar Moortgat-Pick, Hans Wiesner*
- [2.8] Tetzner, K.: *Die Synchro-Detektor-Schaltung*. *RADIO-MAGAZIN mit FERNSEH-MAGAZIN*, Nr. 9 1953, S. 302 u. 306


minifon

Das kleinste Tonaufnahme- gerät der Welt

Roland Schellin, Berlin

Wir schreiben das Jahr 1951. Sechs Jahre nach Kriegsende finden die Deutschen langsam wieder Spaß am Leben. Es wird wieder gereist, gelacht und getanzt. Erster Wohlstand zeigt sich z.B. am Besitz eines dieser neuen Autos mit dem runden Rücken - für den stolzen Besitzer der schönste Buckel seit Quasimodo, dem unglücklichen Glöckner von Notre-Dame. Die Pfarrer wettern von den Kanzeln. Auf den Straßen prügeln sich die Menschen. Die Moralapostel sind schockiert,



Bild 1: Dieses winzige, unglaubliche Gerät passt in eine Jackentasche und funktioniert tatsächlich.

der Skandal ist ungeheuer: Für wenige Sekunden ist die "Sünderin" *Hildegard Knef*

nackt im gleichnamigen Kinofilm auf der Leinwand zu sehen. Hart stoßen sich die Formen im Raum: Hier der "sinnlich herbe Schwung der Lippen unter der Madonnenstirn von *Hildegard Knef*", Nierentische und "Opel Kapitän", dort die neuen Skelettkonstruktionen der Hochhäuser aus Glas und Stahl.

Und da ist noch eine Sensation! Auf der Industriemesse 1951 in Berlin - unter dem Funkturm in Halle II - drängen sich die Menschenmassen dicht an dicht um den kleinen Stand der Monske & Co GmbH aus Hannover. Alle wollen dieses winzige, unglaubliche Gerät sehen und können kaum glauben, dass es tatsächlich funktioniert.

Das Minifon Mi 51 ist zu dieser Zeit das kleinste Magnetongerät, das weltweit verfügbar ist. Es stellt einen grundlegend neuen Gerätetyp dar und ist die überragende Innovation bei der Miniaturisierung der Magnetontechnik. Niemandem ist es bisher auch nur annähernd gelungen, ein derartiges Gerät zu bauen. Selbst die technisch so fortgeschrittenen USA können kein vergleichbares Gerät aufweisen. Alles am Minifon ist Miniatur: der daumenkleine Präzisionsmotor, der im Werk stundenlang Probe läuft, die Liliputbatterien und der Verstärker. Der ist nach dem Prinzip der modernen Hörgeräte auf der Basis von Subminiatur-Röhren entwickelt worden.

Gestatten wir uns einen Blick auf die Realität von 1951. Für Reportagen und Filmproduktionen gibt es zwar tragbare Geräte in Koffergröße, doch die sind weder klein noch leicht. Oft fehlt ein Wiedergabeverstärker zur

sofortigen Kontrolle der Aufnahme, und die Geräte funktionieren nur in einer bestimmten, stationären Lage betriebssicher. Ausgehend von diesen Überlegungen, arbeitet der gelernte Elektromechaniker *Willi Draheim* seit 1948 an einem Kleinst-Magnetongerät für Batteriebetrieb. Die Tonaufnahme soll mittels Tondraht erfolgen und das Gewicht nur einen Bruchteil von dem der bisher bekannten Geräte betragen.

Etwa zur gleichen Zeit ärgert sich der Kaufmann *Nikolaus Monske* aus Hannover immer öfter darüber, dass Übereinkünfte, die er unter vier Augen aushandelt, hinterher

falsch ausgelegt werden. *Monske*, stets an technischen Spielereien interessiert, trägt sich seither mit dem Gedanken an ein "sprechendes Notizbuch" in der Westentasche, womit er den Verlauf der Unterredungen heimlich und unauffällig festhalten kann. Dieser Wunsch nähert sich der Erfüllung, als er *Willi Draheim* kennen lernt.

Für *Monske* und *Draheim* steht fest: Das geplante Tonaufnahmegerät soll auf jeden Fall in eine normale Jackettasche passen. Es darf also nicht viel größer als eine Brieftasche sein. Deswegen werden als Erstes die Abmessungen des Gehäuses festgelegt: 170 mm x

110 mm x 35 mm. Das fertige Gerät wiegt mit Spulen und Batterien 980 g. Als Tonträger dient ein spezieller, sehr dünner Stahldraht von nur 0,05 mm Durchmesser. Dieser Draht trägt sehr wenig auf, so dass man große Längen auf kleinen Spulen unterbringen kann, ohne dass sich dadurch das Gewicht des Gerätes merklich erhöht. Mit dem Minifon Mi 51 können Aufnahmelängen bis zu 2 fi Stunden realisiert werden. Das Gerät ist für Aufnahme und Wiedergabe ausgelegt. Je nach Ausführung hat das Minifon Mi 51 eine oder zwei Motorbatterien (9/12 V), eine Heiz-(1,5 V) und eine Anodenbatterie (30 V) für den Verstärker. Das Minifon lässt sich auch mit Netzstrom (bei gleichzeitiger Pufferung der Motorbatterien) betreiben.

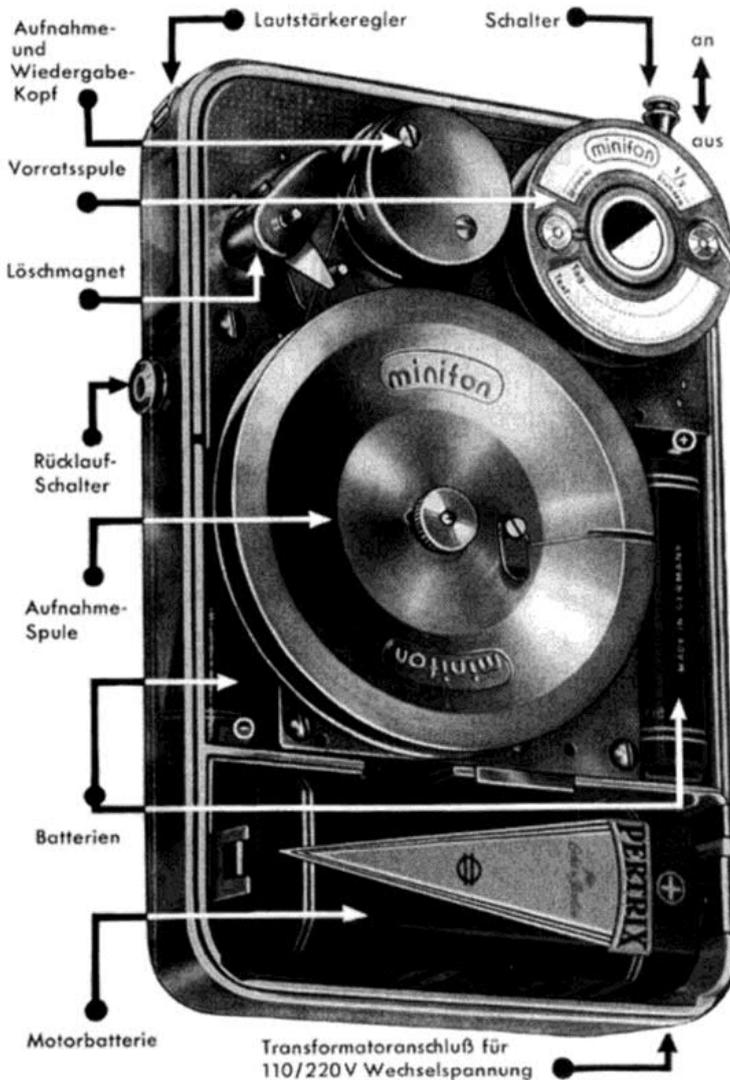


Bild 2: Ansicht des Miniphon.

Mechanischer Aufbau

An der Chassisplatte sind alle Baugruppen des Gerätes befestigt. Der Motor wird mittels eines Fliehkraftreglers drehzahleregelt.

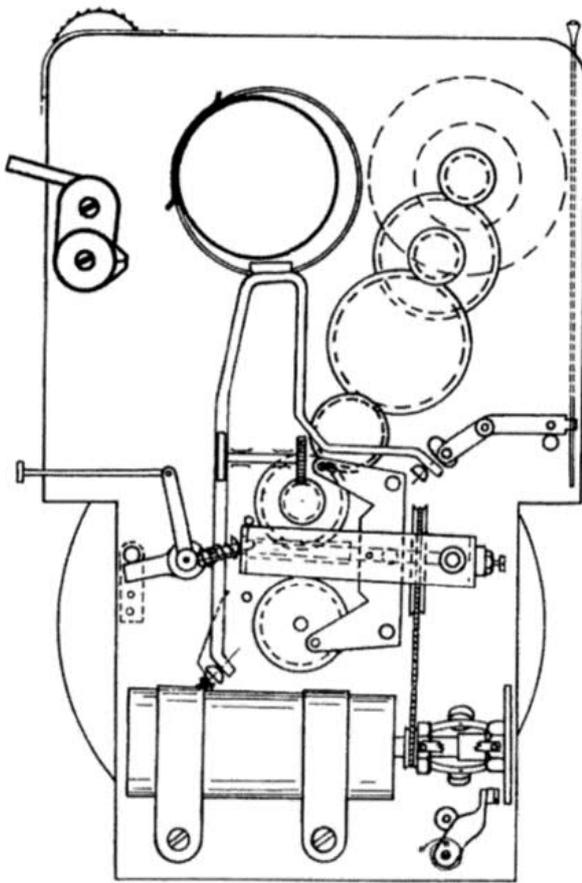


Bild 3: Zeichnung der Laufwerksmechanik des Minifon.

Mit einer von außen her verstellbaren Schraube kann die Drehzahl eingestellt werden. Über eine Federpeese wird eine schwenkbare Schnecke angetrieben. Mit dem Vor- und Rücklaufhebel kann das Schneckenrad entweder mit der Achse der Aufnahme- spule (Aufnahme/Wiedergabe) oder mittels Übersetzungsgetriebe mit der Achse der Vorratsspule verbunden werden (Rückspulen). Eine der Tondraht-Spulen ist wesentlich größer, als Schwungmasse ausgebildet. Sie zieht das Triebwerk in jeder Raumlage gleichmäßig durch, bedingt aber auch eine kräftige Zugbeanspruchung des Tondrahtes beim Stillsetzen des Gerätes oder beim Umschalten der Laufrichtung. Eine aufwendige Bremsen-Konstruktion verhindert, dass der Draht reißt, Schlaufen bildet oder von den Spulen fällt und

sich im Triebwerk verfängt. Zwei Laufbremsen sind deshalb so ausgebildet, dass jeweils die gerade vom Tondraht gezogene Spule leicht abgebremst wird. Die Laufbremsen sind mit dem Umschaltelement für Vor- und Rücklauf zu einer Baueinheit zusammengefasst. Damit arbeiten sie zwangsweise synchron mit dem Umschaltvorgang. Die kleinen Laufbremsen reichen allerdings nicht, um die Schwungmasse zu stoppen. Deshalb bewirkt eine Übergangsbremse das sofortige Stillsetzen der großen Spule bei jedem Umschalten und verhindert dadurch unzulässige Zugkräfte am Tondraht. Die Stoppbremse wiederum ist mit dem Ein- und Ausschalter verbunden und verhindert beim Rückspulen ein Weiterlaufen der schweren Spule, während die kleine Spule bereits stillsteht.

Der Sprechkopf ist auf einem besonderen Träger befestigt, der nach oben und unten schwenkbar gelagert ist und auf einer

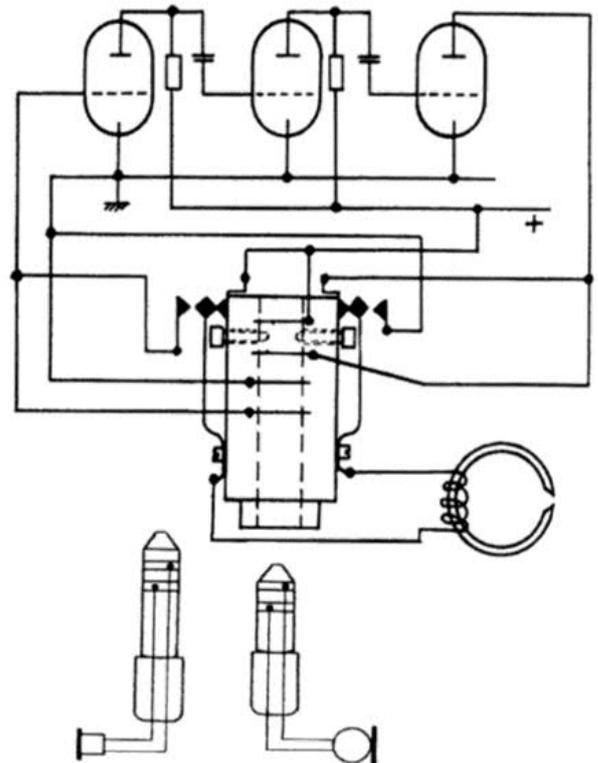


Bild 4: Schaltplan des Minifon M 51.

Herzscheibe liegt. Solange das Triebwerk läuft, dreht sich auch die Herzscheibe, und der Sprechkopf wird stetig auf und ab bewegt. Windung für Windung und Lage für Lage wird so der Tondraht gleichmäßig über die ganze Höhe der Spulen gewickelt. Der Löschkopf ist ein hochwertiger Magnet, der an den Tondraht herangeschwenkt werden kann. Bei geschlossenem Deckel ragt dazu der Schwenkhebel durch die Deckelwand.

Schaltung

Der Aufnahme- und Wiedergabe Verstärker des Minifon Mi 51 ist mit drei Röhren bestückt. Der Anoden-Gleichstrom der Endröhre dient zugleich auch der Vormagnetisierung des Sprechkopfes; der Anoden-Wechselstrom der Endröhre fließt durch die

gleiche Wicklung am Sprechkopf. Besondere Kopplungsglieder sind dabei nicht nötig. Die beim Minifon benutzte Gleichstrom-Vormagnetisierung mit dem Anoden-Gleichstrom der Endröhre gestattet die Magnetisierung des Tondrahtes mit hoher Energie. Sie beträgt ein Vielfaches der beim Hochfrequenz-Vormagnetisierungsverfahren verfügbaren Energie.

Die Umschaltung des Gerätes von Aufnahme auf Wiedergabe oder umgekehrt erfolgt mittels Steckfassungsschalter. Das Zubehör des Minifon Mi 51 hat dazu verschieden lange Stecker mit unterschiedlich angeordneten Kontakten. Bei Einführung des kurzen Mikrofonsteckers sind das Mikrofon an den Eingang des Verstärkers und der Sprechkopf an den Ausgang des Verstärkers zur Aufnahme geschaltet. Wird dagegen der lange Stecker des Hörers in die gleiche Buchse eingeführt, dann drückt der Stecker zwei Umschaltstifte nach außen und legt den

MINIFON 1951 - 1967

Modell	Minifon Mi 51/M 53	Minifon P 55 L / S	Minifon - spezial L/S	Minifon - lilliput	Minifon - attaché	Minifon - hifi	Minifon - office
Baujahr	1951 - 1953 1953 - 1955	1955 - 1960	1960 - 1965	1958 / 1959 (Prototyp)	1960 - 1967	1961 - 1967	1959 - 1961 1963 - 1967
Größe	17 x 11 x 3,5 cm	17,8 x 10,2 x 4 cm	17 x 10 x 4 cm	13,6 x 8, x 4, 7 cm	17,5 x 10, 2 x 4, 2 cm	17,5 x 10, 2 x 4, 2 cm	25,8 x 18, 2 x 5, 4 cm
Gewicht	ca. 980 g	ca. 790 g	ca. 800 g	ca. 500 g	ca. 750 g	ca. 800 g	2,8 kg
Verstärker	3 Miniatur Röhren	3 Miniatur Röhren	3 stufig Transistoren	3 stufig Transistoren	4 stufig Transistoren	4 stufig Transistoren	4 stufig Transistoren
Frequenz- umfang	2000 - 4000 Hz	L 200-3500 Hz S 150-5500 Hz	L 300-3500 Hz S 200-5500 Hz	k. A.	300 - 4000 Hz	40 - 12000 Hz	Wiedergabe +/- 15 % regelbar
Aufnahme- dauer	ca. 2 1 / 2 Std.	L bis 2 Std. S bis 4 Std.	L bis 2 Std. S bis 5 Std.	ca. 2 Std.	12 / 30 / 60 min.	12 / 30 / 60 min.	12 / 30 / 60 min.
Tonträger	0,05mm Draht	0,05 mm Draht	0,05 mm Draht	0,04 mm Draht	6,25 mm Bandkassette	6,25 mm hifi Bandkassette	6,25 mm Bandkassette
Strom- versorgung	3 Batterien	3 Akkus o. Batterien	1 Akku o. Batterie 6 - 12V	Spezial Akku 9 - 12V	Batt. / Akku / Netzgerät	Batt. / Akku / Netzgerät	Netz 110 - 240V
Hersteller	Monske & Co ab '53 Protona	Protona GmbH	Protona GmbH Telefunken	Protona GmbH	Protona GmbH Telefunken	Protona GmbH Telefunken	Protona GmbH Telefunken
Preis	730,- DM	S - 925,- DM L - 985,- DM	S - 925,- DM L - 985,- DM	k. A.	925,- DM	985,- DM	750,- DM

Winzige Spione

g-n. Vor einiger Zeit hatte die Industrie mitgeteilt, daß man Mikrophone für Tonbandgeräte jetzt so klein wie eine Armbanduhr herstellen könne. Inzwischen liegen sie für das Publikum bereit — nicht nur so klein, sondern überhaupt wie eine Armbanduhr, garnat mit Zifferblatt und Sekundenzeiger. Sogar noch kleiner geht es. Es gibt Mikrophone so klein wie ein Manschettenknopf; man kann sie unter der Krawatte verstecken und durch einen Draht mit dem Bandgerät in der Rocktasche verbinden. Ob sich die Leute wohl genierten, wenn sie nach solchen Dingen verlangten, fragte ein Kunde die Verkäuferin. Genieren? Warum denn genieren, war die Gegenfrage. Früher gab es solche winzigen Mikrophone nur zum Gebrauch professioneller Spione. Heute produziert man sie für jedermann. Und nicht wenige kaufen sie. Wir können das nicht verhindern, aber es sei uns gestattet, dazu „Pfui Teufel“ zu sagen.

Bild 5: Was würde dieser Redakteur wohl über die heutigen Mini-Geräte schreiben?

Sprechkopf an den Gittereingang und an die Eingangskatode der ersten Verstärkerstufe, während der Sprechkopf an den Verstärker- ausgang geschaltet wird.

Die grundlegende technische Konzeption des Gerätes lässt dessen vorzügliche Eignung für geheime Tonaufnahmen erkennen. Infolge der kleinen Bauweise, des geringen Gewichts und der Unabhängigkeit vom Stromnetz kann das Minifon unauffällig mitgeführt werden und jede Aussage völlig ahnungsloser Gesprächspartner aufzeichnen. Es sind nur wenige Bedienelemente vorhanden, die auch bei Unterbringung des Gerätes in einer Rocktasche "narrensicher" zu erfüllen und kaum zu verfehlen sind. Das Gerät arbeitet fast geräuschlos und in jeder räumlichen Lage. Ebenso spricht das Zubehör für sich: ein Mikrofon, das bequem am Hemdenknopf unter dem Schlips befestigt werden kann, ein Telefonadapter, der es ermöglicht, auf induktivem Weg, also ohne technischen Eingriff in das Telefonsystem, vertrauliche Telefonate

festzuhalten, eine Anschlussschnur für die Autobatterie spart nicht nur den Verbrauch der teuren Batterien, sondern erlaubt auch längere Observationszeiten oder ein als Chronometer getarntes Mikrofon als optimal positionierte Mithöranlage. Erst einmal auf dem Markt, machen sich vor allem Leute, die gern im Verborgenen bleiben, schnell die unbestreitbaren Vorteile des Minifon zunutze. Die aus heutiger Sicht enorm kostspielige Anschaffung (ab 680,- DM), der teure Unterhalt (hoher Batterieverbrauch, Service) und die nicht wenigen technischen Probleme des Gerätes spielen für sie kaum eine Rolle. Es ist ein lukratives Geschäft, geheime Aufnahmen zu machen, um so z.B. für Gerichts- und andere Fälle untrügliche Beweise zu liefern. Mit dem Minifon halten sie alles fest, Besprechungen, Geschäftsabschlüsse, Beleidigungen oder Koseworte. Schon bald heißt es: „Minifon, der 'Wortspion', weiß alles und beweist alles!“

1951 erfolgt die Patentanmeldung des Minifon in Deutschland und weiteren 19 Staaten einschließlich Ostdeutschland. Am 14.9.1951 wird in Hannover die Firma Monske & Co gegründet und die Serienfertigung des Minifon Mi 51 aufgenommen. Das ist der Anfang der ebenso faszinierenden wie geheimnisumwitterten Geschichte der Minifon-Geräte.

Die Geschichte wird ausführlich, neben



vielen technischen Informationen, im umfangreich illustrierten Buch "**Minifon - Der Spion in der Tasche**" erzählt. Dieses Buch ist soeben in der Schriftenreihe zur Funkgeschichte Band 12 im Verlag *Dr. Rüdiger Walz* erschienen. (Siehe auch das komplette Verlagsprogramm in dieser Ausgabe.)

Geschichte der EGATON-Rundfunkgeräte

Josef M. Seidelmeier, Rheinberg-Ossenberg

Oftmals hat man als funkhistorisch Interessierter den Eindruck, dass Eigenbaugeräte und Kleinseriengeräte aus der Produktion unbedeutender Hersteller wenig interessante Objekte für Sammler sind und als Randerscheinung von geringer Bedeutung angesehen werden. Dem gegenüber steht die Einschätzung, dass gerade solche Geräte ein besonders authentisches Zeitbild der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten vermitteln können. Hat man dazu das Glück, persönlich Zeitzeugen dieser Entwicklung, wie sie zuletzt in den ersten Nachkriegsjahren stattfand, zu kennen und zu befragen, werden die schwierigen Umstände der Entstehung von Geräten in dieser Zeit und der damit verbundene Erfindungsreichtum schnell wieder lebendig.

Egon Garnings, Jahrgang 1932, ist ein solcher Zeitzeuge, er hat mir, als ich noch Schulkind war, den Zugang zur Elektronik und (Röhren-)Radiotechnik vermittelt und damit auch maßgeblich zum Einschlagen meines Berufsweges beigetragen, was ich ihm noch heute danke.

Beginn als Ein-Mann-Betrieb

In den ersten Nachkriegsjahren arbeitete *Egon Garnings* in der Elektro- und Rundfunkwerkstatt von *Ulrich Mandt* in Gnoien (Mecklenburg-Vorpommern). Der Inhaber dieser Werkstatt war Elektromeister und (angeblich) Funkmeister bei der Wehrmacht gewesen. Es handelte sich um einen jener spärlich eingerichteten Ein-Mann-Betriebe, wie sie seinerzeit häufig anzutreffen waren.

Dort entstanden - auch in Kleinserie - eine Reihe von Geräten unter dem Markennamen EGATON, von denen die Type „Konzertmeister“ hauptsächlich gefertigt wurde.

Zu Beginn der Fertigungszeit um 1948 wurden Einkreiser und 6-Kreis-Super ausschließlich unter Verwendung der RV 12 P 2000 hergestellt, wobei für die Endstufe je nach gewünschter Ausgangsleistung bis zu sechs dieser Röhren parallel geschaltet wurden. Auch als Netzgleichrichter fanden parallel geschaltete RV 12 P 2000 Verwendung. Alternativ wurden - wenn vorhanden - auch Selengleichrichter eingebaut.

In dieser Zeit wurden auch etliche alte Industriergeräte umgebaut. Wenn es sich noch realisieren ließ, wurde ein Super eben zum Zwei- oder auch Einkreiser umgebaut. Hierbei ging es lediglich darum, die Geräte irgendwie wieder funktionsfähig herzurichten.

Auf einer örtlichen Handwerksmesse (etwa 1949/50) wurden „der größte und der kleinste Rundfunkempfänger“ aus eigener Fertigung präsentiert. Das kleinste Gerät war mit amerikanischen Subminiatur- (sog. „Reiskorn-“) Röhren bestückt, ebenso mit amerikanischen Subminiaturbauteilen (wie einem Dreifach-Drehkondensator). Es war nur etwas größer als eine Zigarettenschachtel, stellte jedoch einen vollständigen Netzempfänger dar (allerdings mit ausgelagertem Netzteil). Er konnte wahlweise aber auch aus Batterien betrieben werden. Das größte Gerät war ein 8-Kreis-Super mit roten Röhren, in der Endstufe zweimal die AL 5. Es besaß zwei große Lautsprecher und war in ein Chippendale-Truhengehäuse mit Flechtwerk eingebaut. Das Chassis wurde kurzerhand aus einem Brauerkessel herausgeschnitten. Stolz Eigner

Firmengeschichte

war ein Bäckermeister, der gleichzeitig als Sponsor fungierte.

Höhepunkt ein 6-Kreis-Super

Die Erfahrungen aus dem Bau des eingangs erwähnten 6-Kreis-Supers führten schließlich zur Konzeption des Gerätes „EGATON-Konzertmeister“, das in einer kleinen Serie von 1948 (direkt nach der Währungsreform) bis Ende 1949/Anfang 1950 hergestellt wurde. Von diesem Gerät sind etwa 40 bis 50 Stück in reiner Handarbeit entstanden; anfangs ein, später zwei Stück pro Woche. Der Preis war denn auch beträchtlich: 300 Mark kostete ein Gerät! Eine Teilzahlung mit Naturalien (Speckseiten, Butter oder Schinken) war aber ebenso willkommen.

Der Vertrieb erfolgte quasi per Bauchladen durch „Klinkenputzen“, oft auch in Kneipen oder mit besonderen Verkaufstricks: Der Bitte nach Abstellen oder kurzer Lagerung des Gerätes kam man im allgemeinen gern nach,

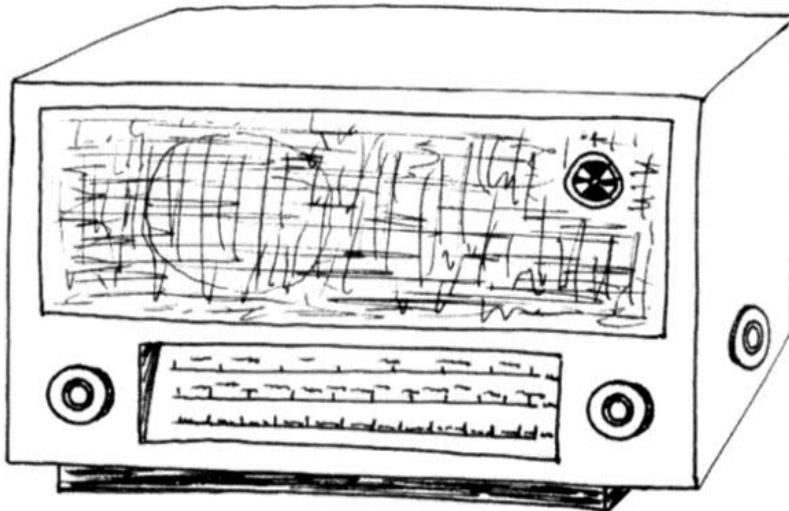


Bild 1: Die Zeichnung des EGATON-Konzertmeister. Nichts aussergewöhnliches, aber so in etwa kann man sich das Gerät vorstellen. Vermutlich gibt es davon kein erhaltenes Exemplar mehr.

insbesondere dann, wenn es während dieser Zeit kostenlos ausprobiert werden durfte. Meist wollten die so Beglückten es später nicht wieder hergeben und ließen sich so überzeugen, es zu kaufen.

Das letzte - eigentlich für den Eigenbedarf gedachte - Gerät dieser Art wurde 1956 (kurz vor der „Republikflucht“ von Egon Garnings) nach Schlutow veräußert.

Daten des Konzertmeister

Nachfolgend eine detaillierte Beschreibung des Gerätetyps: Es handelte sich um einen mit Stahlröhren der E-Serie bestückten Super für Wechselstrom-Netzbetrieb. Verwendet wurde der Röhrensatz: ECH 11, EBF 11, ECL 11, EM 11, AZ 1 oder 11 (je nachdem, was gerade vorhanden war). Die Röhren wurden auf oft abenteuerlichen Wegen aus West-Berlin beschafft, vor dem Transport äußerlich „künstlich gealtert“ und als „gebrauchte Prüfröhren“ deklariert. Während einige Geräte wegen

der mancherorts recht bescheidenen Empfangsverhältnisse mit einer aperiodischen HF-Vorstufe (bestückt mit einer Röhre EF 12 oder EF 14) versehen wurden, war das Magische Auge immer vorhanden (diese Röhre war kurioserweise am leichtesten zu beschaffen). Das Gerät war mit den Wellenbereichen Lang - Mittel - Kurz ausgestattet, wobei später noch eine Kurzwellen-Lupe vorgesehen wurde.

Die Schaltung des Empfangsteils basierte auf

einem Görler-Spulensatz (inklusive Bandfilter). Dieser fand durchgehend in allen Geräten Verwendung. Der Wellenschalter war in den Spulensatz integriert.

Zulieferbetriebe: Dorfhandwerker

Der Geräteaufbau erfolgte auf einem Aluminium-Chassis. Zunächst wurden fertige gewinkelte Bleche verwendet, später wurden die Bleche selbst gelocht und anschließend gewinkelt (hierfür wurde die Abkantbank des Dorfklempners benutzt). An Bauteilen wurde das verwendet, was gerade vorhanden war. Häufig griff man auf Wehrmachts-Restbestände zurück. Einmal in der Woche wurde auch Material in West-Berlin eingekauft, hauptsächlich Elkos und Röhren. Vielfach wurden Bauteile in dem bekannten Geschäft von *Walter Arlt* erstanden. Netztransformator und Ausgangsübertrager wurden dagegen selbst (auf einer Naumann-Spulenwickelmaschine) gewickelt. Die Verdrahtung erfolgte ohne Lötösenleisten nur mit einigen gesteckten Stützpunkten, aber außerordentlich exakt winklig und „geometrisch sauber“, was für Geräte dieser Zeit, insbesondere, wenn es sich nicht um Industriegeräte handelte, keineswegs selbstverständlich war. Das Gerät besaß eine Linearskala in Langform, die schräg nach hinten in das Gehäuse geneigt war. Die Skalenbeschriftung erfolgte über Kopie auf Röntgenfilm aus einem Krankenhaus. Dieser war teilweise eingefärbt, um die verschiedenen Wellenbereiche optisch abzugrenzen, und befand sich zwischen zwei Glasscheiben. Die Skalenbeleuchtung war nach Art einer Flutlichtskala angelegt. Am Anfang wurde eine festgelegte Skala verwendet, später wurden Frequenzänderungen berücksichtigt. Links von der Skala befand sich ein Doppelpotentiometer für Lautstärke und Tonblende, rechts davon saß der

Drehknopf für die Senderwahl. Der Skalenantrieb erfolgte auf die gewöhnliche Weise (Seilrad, Schnur und Zeiger). Der Wellenschalter saß an der rechten Seitenwand des Gehäuses. Oberhalb der Skala war links der Mitte der Lautsprecher - ebenfalls nach hinten versetzt - angeordnet. Es wurden permanent-dynamische Lautsprecher in runder oder ovaler Bauform verwendet. Rechts war das Magische Auge platziert. Das Gehäuse selbst war in Holz (Eiche hell, lackiert) ausgeführt und wurde vom Dorfschreiner hergestellt. Die Lautsprecherbespannung bestand aus einem Möbelstoff, den ein ortsansässiger Polsterer lieferte. Die Rückwand des Gerätes bestand aus einem Stück einseitig strukturierter Hartfaserplatte, mit entsprechenden Bohrungen versehen. Auf der Rückwand befand sich die Aufschrift „EGATON“, mit weißer Farbe über Schablone aufgebracht, und die Typenbezeichnung „Konzertmeister“. Innen war der Schaltplan des Spulensatzes eingeklebt, komplette Schaltunterlagen im Industrieformat gab es jedoch nicht. Leider sind auch alle Unterlagen über dieses Gerät verlorengegangen, ebenso existieren keine der damals gemachten Gerätefotos mehr. Eine Skizze (Bild 1) soll jedoch zeigen, wie das Gerät in etwa aussah.

Die detaillierte Beschreibung entstand in der Hoffnung, dass vielleicht eines dieser Geräte den Weg in die Hand eines Sammlerkollegen gefunden hat oder ein bisher nicht identifizierbares Gerät so zugeordnet werden kann. In diesen Fällen würde ich mich über eine Nachricht des Besitzers außerordentlich freuen, selbstverständlich auch über alle sonstigen Hinweise bezüglich dieser Geräte.

Briefe an die Redaktion werden an Herrn Seidelmeier weitergeleitet.

Das Ende aller Röhrenprobleme in Sicht

Wie der Ersatz von alten Originalröhren leicht realisierbar wird

L. Irpa, Scherzingen

Der amerikanische Halbleiterhersteller INTEL ist wohl jedem, der einen Computer besitzt, bekannt. Die meisten Mikroprozessoren der Welt stammen aus seiner Produktion. Was erst jetzt bekannt wurde, sind langjährige Forschungen auf anderen Gebieten, bei denen kürzlich die Serienreife erlangt wurde. Leider sind noch nicht sehr viele Details bekannt geworden, aber die Aussagen der INTEL-Firmeninformation [1] sollen hier beschrieben werden.

Dass in der Halbleitertechnologie beachtliche Fortschritte erzielt wurden, soll keinesfalls gemindert werden. Ein wesentlicher Bestandteil der Elektronikindustrie in der Vergangenheit waren aber Geräte mit Röhren. Leider gibt es kaum noch Hersteller von Röhren, sodass die Ersatzbeschaffung weltweit ein großes Problem darstellt. Auf der Suche nach einer Lösung sollte unter allen Umständen vermieden werden, einen Ersatz zu finden, der optisch sofort als „Notlösung“ erkannt wird. Hinter streng bewachten Türen grübelten die Ingenieure jahrelang und erfanden den **INTEL-Röhrenexplorer**.

Das Prinzip ist so einfach wie genial zugleich. Grundlage ist ein programmierbarer Halbleiterchip. Im Speicher dieses Chips sind nicht nur die technischen Daten aller weltweit hergestellten Röhren festgehalten, sondern auch alle Sockelbelegungen und Gehäuse-

formen. Der Speicher hat eine Größe von zwei Gigabyte (2 GB entspricht etwa 1.388,88 Disketten) und ist mit einem speziell dafür entwickelten Kompressionsverfahren mit Daten gefüttert.

Soweit ist das noch nichts Besonderes, aber die mögliche Weiterprogrammierung und Wandlungsmöglichkeit ist die eigentliche Weltneuheit.

Verwendung des Röhrenexplorers

Für den Betrieb ist ein kleines zigaretten-schachtelgrosses Zusatzmodul für den PC erforderlich. Es kann seriell oder an den USB des PCs angeschlossen werden. Auf der Oberseite befindet sich eine Fassung, in die der Röhrenexplorer eingesteckt wird. Die mitgelieferte Software ermöglicht das Auslesen der Röhrendaten. Anschließend kann mit gleicher Software ausgewählt werden, für welchen Röhrenersatz der IC verwendet werden soll. Dabei ist Sorgfalt geboten, denn der Vorgang kann nicht umgekehrt werden. Jetzt werden die ausgewählten Daten in den Chip gebrannt. Dabei werden alle internen Daten und Halbleiterstrukturen gelöscht und „ein

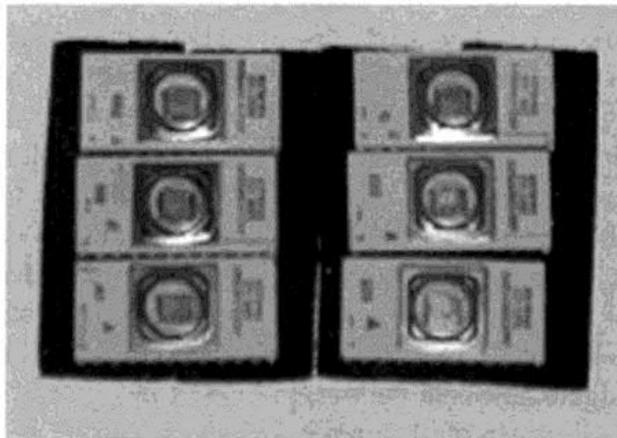


Bild 1: Verwandlungskünstler - diese Schaltkreise sind der Grundbaustein des beschriebenen Röhrenexplorers (Foto: I-online)

neues System“ hergestellt. Dieses Verfahren in einfacherer Form wird auch in EPROM-Speichern verwendet. Nach dem Programmieren ist der Chip aus der Fassung zu nehmen und unter eine intensive Halogenstrahlungsquelle zu legen. Dafür sollten keine speziellen Geräte erforderlich sein, so dass ein 1000-Watt-Baustellenstrahler verwendet werden kann, der wenige Zentimeter über dem Chip platziert werden muss. Vorsicht – heiss!! Nun beginnt ein unglaublicher Vorgang. Der Chip bläst sich auf und nimmt die äussere Form der programmierten Röhre an. Das Glasfenster (Bild 1) wird in einen plasmaartigen Zustand versetzt und zum Glaskolben verformt. Die Halbleiterplättchen verformen sich ebenso und ergeben nach Abschluss des Vorganges optisch die sichtbaren Metall-

strukturen einer Röhre. Das Ergebnis ist vom Original nicht zu unterscheiden, wie Bild 2 an einigen Beispielen zeigt.

Nachteile gibt es aber (noch). Obwohl der Chip bereits ein Keramikgehäuse hat, ist es noch nicht gelungen, dieses so zu formen, dass ein Röhrensockel daraus entsteht. Es muss also der Glaskolben mit den herausragenden Anschlüssen in einen vorhandenen Sockel eingelötet werden. Eigentlich ist das kein Problem, da für einen Ersatz immer eine defekte Röhre vorhanden ist, deren Sockel verwendet werden kann.

Auch ist es noch nicht möglich, eine Beschriftung anzubringen. In einer Testphase wurde der Heizstrom der Röhre verwendet, um mittels einer Projektion die Schrift auf die Glaswand zu bringen. Im ausgeschalteten Zustand ist diese aber auch erloschen.

Ansonsten erfüllt dieser entstandene Röhrenersatz, der optisch absolut identisch ist, alle elektrischen Parameter der Originalröhre. Alterungserscheinungen gibt es nicht.

Zu Redaktionsschluss konnte noch keine Lieferzusage gegeben werden, mit Erscheinen dieses Heftes sollte aber der Bezug möglich sein. Das Modul für den PC soll 100 € und jeder Chip 5 € kosten. Da kein Vertrieb über den Einzelhandel erfolgt, ist eine Sammelbestellung der GFGF-Mitglieder notwendig. Interessenten richten ihre schriftliche unverbindliche Vorbestellung bitte sofort an die Redaktion der Funkgeschichte (siehe Impressum).

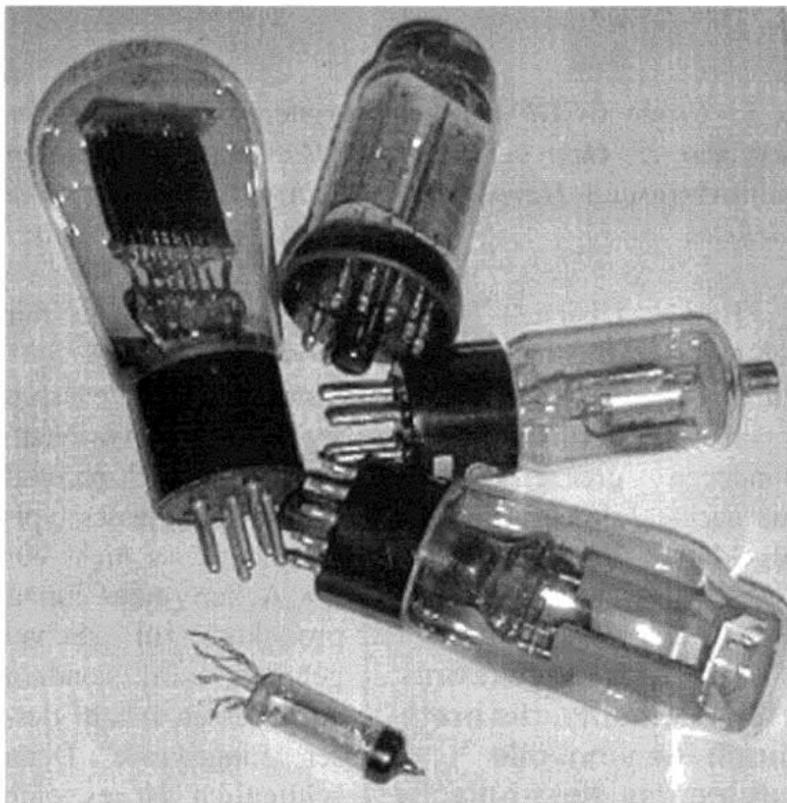


Bild 2: Die aus dem Explorer-IC entstandenen Röhren sind nach dem Einlöten in einen Sockel vom Original nicht zu unterscheiden. Unten eine Mini-Röhre direkt nach dem Wandlungsprozess. Deutlich sind die herausgeführten Anschlussdrähte zu erkennen. Die Reste des Keramikkörpers wurden entfernt. (Foto: Autor)

[1] INTEL, Intel Corp. Busisnix Mail VKG01042002, (VKG = Vor der Konkurrenz geheimhalten)

Privates Rundfunkmuseum in Havixbeck

Winfried Müller, Berlin

Die Entdeckung war ein Zufall. In Havixbeck, der Ort liegt unweit von Münster, betreibt unser GFGF-Mitglied Reinhold Holtstiege ein Rundfunkmuseum.

Meine Erwartung, in dem „Rundfunkmuseum“ die übliche Vielzahl von mehr oder weniger bekannten oder gar seltenen Rundfunkempfangsgeräten anzutreffen erfüllte sich nicht. Hingegen fand ich neben einer kleinen Auswahl von Rundfunkgeräten auch Exponate aus den Bereichen Funktechnik, Rundfunk, Fernsehen, Datenübertragung, Satellitentechnik, elektronische Bauelemente und vieles mehr.

Das Museum bietet also wesentlich mehr, als unter dem Begriff „Rundfunk“ einzuordnen ist. Der Besucher kann die Etappen der Entwicklungsgeschichte der drahtgebundenen und der drahtlosen Nachrichtentechnik nachvollziehen, wird aber auch darüber aufgeklärt, daß die Geschichte dieser Technik einst mit der Entdeckung der Elektrizität ihren Anfang nahm.

Bisher hatte ich keine vergleichbare Übersicht mittels Exponaten aus der Entwicklungsgeschichte der „Elektronik“

gesehen. Sowohl das Deutsche Museum (München) als auch das Deutsche Technikmuseum (Berlin), bieten keine vergleichbare



Bild 1: Unser GFGF-Vorstandsmitglied Winfried Müller (links) war zu Gast bei Reinhold Holtstiege im privaten Rundfunkmuseum Havixbeck. Im Beitrag schildert er seine Eindrücke. (Foto: W. Müller)

Übersicht. Hervorhebenswert erscheint mir die didaktische Aufbereitung.

Die auf Tafeln befestigten Exponate lassen bestimmte technische Themen hervortreten, grenzen diese gegen andere deutlich ab, und sie enthalten nur das Wesentliche eines typischen Exponates. Erfreulich, dass nicht nur das Äußere eines Finalprodukts zur Schau gebracht wird, sondern auch dessen Inhalt, dessen „Eingeweide“. Denn schließlich ist es eine Vielzahl unterschiedlicher aktiver und passiver elektronischer Bauelemente, die durch ihre sinnvolle Verschaltung erst das elektronische Enderzeugnis ausmachen. Es ist ein hoch zu bewertender

„Es ist eine Vielzahl elektronischer Bauelemente, die erst durch die sinnvolle Verschaltung das elektronische Enderzeugnis ausmachen.“

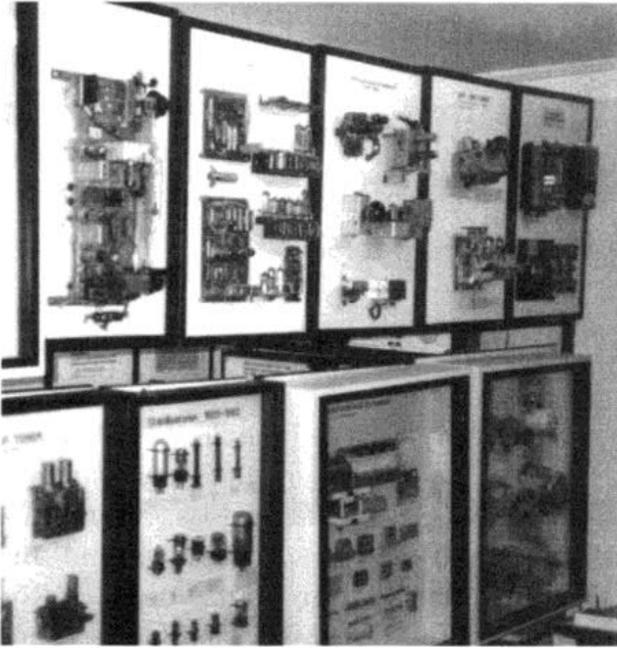


Bild 2: Rundfunkmuseums Havixbeck mit Teilansicht der Anschauungstafeln.

(Foto: W. Müller)

Aspekt dieser Ausstellung, an den erwähnten, aber für den technischen Fortschritt so wichtigen „Kleinigkeiten“ nicht vorbeigegangen zu sein, sondern auch die verschiedenen

Entwicklungsetappen aufzuzeigen. Instrukтив sind auch die anwendungstechnischen Vorführungen. Gleich, ob es sich um die elektronische Drehzahlregelung eines Motors, die Wetterbildübertragung durch Satelliten oder die nachempfundenen Funkversuche von Hertz und Marconi handelt.

Privates Rundfunkmuseum Holtstiege,
48329 Havixbeck, Tel.:
geöffnet: Samstag 15.00 – 18.00
Uhr oder nach Vereinbarung

Im Spannungsfeld der Ströme

„Von der Entdeckung der Elektrizität über einen Zeitraum von mehr als 3000 Jahren bis hin zum Computer, digitalen Satellitenfernsehen, Handy und Internet“ lautet das Thema der Sonderausstellung, die R. Holtstiege am 3. Mai im Baumberger Sandsteinmuseum, Gennerich 9, Havixbeck eröffnet. (Täglich, außer Mo., 11.00 bis 18.00 Uhr.) Die Ausstellung ist bis zum 11. August zu besichtigen.

Sonderpreise für die Bücher von Reinhold Holtstiege

Von unserem Mitglied *Reinhold Holtstiege*, Rundfunkmuseum Havixbeck, erhielt die Redaktion weitere Details zur Sonderausstellung. Bis zur Eröffnung am 3. Mai wird ein Buch (104 Seiten) mit dem Titel der Ausstellung: **„Von der Entdeckung der Elektrizität über einen Zeitraum von mehr als 3000 Jahren bis hin zum Computer, digitalen Satellitenfernsehen, Handy und Internet“** herausgegeben. Der Preis steht noch nicht fest, für GFGF-Mitglieder wird es Sonderkonditionen geben.

Weiterhin wird auf Grund seines goldenen Jubiläums "Erstes Fernsehen in West-Deutschland" für GFGF-Mitglieder sein Buch: **"Hier ist die Sendestation Münster auf Welle 410 - Der Beginn des Rundfunks**

... im Jahre 1924" zum Sonderpreis von 10 € plus Versand (sonst DM 39,-) angeboten.

Darin erzählt er neben der Entwicklung der Sender und dem Start des Rundfunks in Deutschland viel über die Geschichte des ersten Senders in Münster und seine persönlichen Erlebnisse. Viele der „Geschichten“ sind privat erzählt und vermitteln einen Eindruck vom Leben mit der Funktechnik.

Ein umfangreiches Kapitel widmet sich der Reparaturpraxis - aus Sicht der Werkstätten - und dem Aufbau der Rundfunkmechaniker-Innung.

Bestellung an: *R. Holtstiege*,
Str.

Fax: oder E-Mail:

Neues GFGF-Ehrenmitglied

Prof. Dr. Heinrich Brunswig, Darmstadt, wurde anlässlich seines 94. Geburtstages am 17. Dezember 2001 die Ehrenurkunde überreicht.

Prof. Dr. Brunswig studierte Fernmelde- und Hochfrequenztechnik an der TH Berlin und arbeitete nach dem Diplom drei Jahre als Assistent bei Prof. H. Fassbender. 1935 trat H. Brunswig bei der Lorenz AG als Leiter der Entwicklungsabteilung für Funknavigation ein und arbeitete nach dem Krieg bei der Standard Elektrik Lorenz AG an Flugsicherungs-Anlagen und UKW-Sendeantennen.

1957 ging er zur TH Darmstadt und hielt dort Vorlesungen über „HF-Messtechnik“ und „Einführung in die Nachrichtentechnik“, 1960 Promotion zum Dr. Ing., 1966 Habilitation und 1967 Ernennung zum Professor.

Mehr als 200 Patente und 30 wissenschaftliche Veröffentlichungen tragen seine Handschrift. Wer Hochfrequenztechnik studiert hat, kennt das Fachbuch Zinke/Brunswig „Hochfrequenz-Meßtechnik“.

Die GFGF hat Prof. Dr. H. Brunswig aber vor allem für seine umfassende Dokumentation aller deutschen Sendeanlagen geehrt. In 64 Ordnern sind alle Daten von den ersten „Knallfunkensendern“ bis zu den modernsten Fernseh- und Rundfunksendern archiviert. Mehr als 10 000 Bilder runden diese einmalige Sammlung ab. Die Urkunde wurde unserem neuen Ehrenmitglied im Rahmen seiner Geburtstagsfeier mit Familienangehörigen und Freunden, die im gediegenen Jugendstilambiente des Gästehauses der TU Darmstadt stattfand, überreicht.

Karlheinz Kratz

Bild: Wegen bevorstehender Baumaßnahmen wurde die Büdinger-Börse auf den 24. 2. vorverlegt. Der Organisator Daniel Reuss (rechts) war trotz des frühen Termines mit der Resonanz sehr zufrieden. Rund 30 Anbieter fanden den Weg in die Stadthalle Büdinger.

Typreferent für Röhren und Röhrenmessgeräte



Bild: Jan Wüsten - Typenreferent für Röhren und -Messgeräte. (Foto: privat)

Mein Name ist Jan Wüsten. Ich habe neben meinem Studium der Elektrotechnik beruflich mit Röhren zu tun (www.radio-roehren.de) und da mich nun schon sehr viele Sammler und Bastler um Röhrendaten und Informationen zu Röhrenprüfgeräten gebeten haben, möchte ich mich als

Typenreferent zum Thema "Röhren" (Technik, weniger Geschichte und "Klang") und "Röhrenprüf- und Meßgeräte" zur Verfügung stellen. Herrn Salzmann, der sich ja auf ein Spezialgebiet konzentriert hat möchte ich nicht Konkurrenz, sondern Ergänzung sein.

Ich freue mich auf Ihre Anfragen, am liebsten per E-Mail an jan.wuesten@radio-roehren.de aber gerne auch per Telefon / FAX / Brief.

7. Radio-Phono-Börse im Bürgerhaus Büdinger



Gesamtlieferprogramm der Schriftenreihe zur Funkgeschichte

Band 2: *Sengbusch*, Stassfurter Imperial; Firmengeschichte der Firma Stassfurt von Anbeginn 1924 bis 1947. Broschiert, 14,5 x 21 cm, 107 Seiten, 51 Abb., 15,00 € (GFGF 7,50 €)

Band 3: *Sengbusch*, Saar, Wobbe-Radio; Firmengeschichte der Firma WOBBE-Radio 1948 bis zum Ende 1952. Broschiert, 14,5 x 21 cm, 82 Seiten, 51 Abb., 15,00 € (GFGF 7,50 €)

Band 4: *Salzmann*, Zur Geschichte der RV 12 P 2000; Entwicklungsgeschichte der Wehrmachtsröhre RV 12 P 2000 und ihre Verwendung in Nachkriegsnotgeräten. Broschiert, 14,5 x 21 cm, 88 Seiten, 49 Abb., s/w, 15,00 € (GFGF 7,50 €)

Band 6: Museumsführer, Funk-Rundfunk-Fernsehen; Liste von Museen in Europa, die sich mit Funk, Rundfunk und Fernsehen beschäftigen. Mit Öffnungszeiten. Broschiert, 14,5 x 21 cm, 40 Seiten, 5,- € (GFGF 3,- €)

Band 7: *Sengbusch*, Continental-Rundfunk GmbH; Firmengeschichte der Nachfolgefirma der Staßfurter Imperial in Osterode/Harz bis zum Verkauf an *Kubetschek*, Broschiert, 14,5 x 21 cm, 125 Seiten, 45 Abb., s/w, 15,00 € (GFGF 7,50 €)

Band 8: *Neumann*, Friedrich Weichart (1893 bis 1979); Erinnerungen eines verdienten Funkpioniers aus seinem Leben und Wirken. Kartoniert, 14,5 x 21 cm, 287 Seiten, 50 Abb., 24,75 € (GFGF 18,50 €)

Band 9: *Kull*, Die Firmengeschichten Kiraco, Riweco und AJA. Die Betrachtung des Werdeganges dreier Radiofirmen und deren Produktpaletten. 15,00 € (GFGF 7,50 €)

Band 10: *Bergmann*, *Rockschies*, *Spanknebel*, Eine kurze Geschichte der Funknachrichtempfeänger in Funktionsplänen 1929 – 1983, DIN A5, 103 Seiten, s/w, ca 70 Blockschaltbilder. 15,00 € (GFGF 7,50 €)

Neu: Band 11: *W. von Oeynhausen*, Philips Philetta Rundfunkgeräteserie 1940 – 1970, 95 Seiten, DIN A 4, über 100 Abb. in Farbe, 24,90 € (GFGF 17,43 €)

Neu: Band 12: *R. Schellin*, Minifon - Der Spion in der Tasche, DIN A 5, 200 Seiten, ca. 300 Abb., s/w, Darstellung der Minifon-Kleintonbandgerätserie. 19,90 € (GFGF 13,93 €)

Folgende Titel der "Schriftenreihe zur Funkgeschichte" werden zum 31.4.2002 aus dem Programm genommen:

Band 2: *Sengbusch*, Stassfurter Imperial
Band 3: *Sengbusch*, Saar, Wobbe-Radio

Band 7: *Sengbusch*, Continental
Band 8: *Neumann*, Friedrich Weichart
Band 9: *Kull*, Kiraco, Riweco und AJA
Diese Bücher gibt es jetzt zum Paketpreis von 67,00 € plus 4,10 € Versand (für GFGF-Mitglieder 33,50 €)

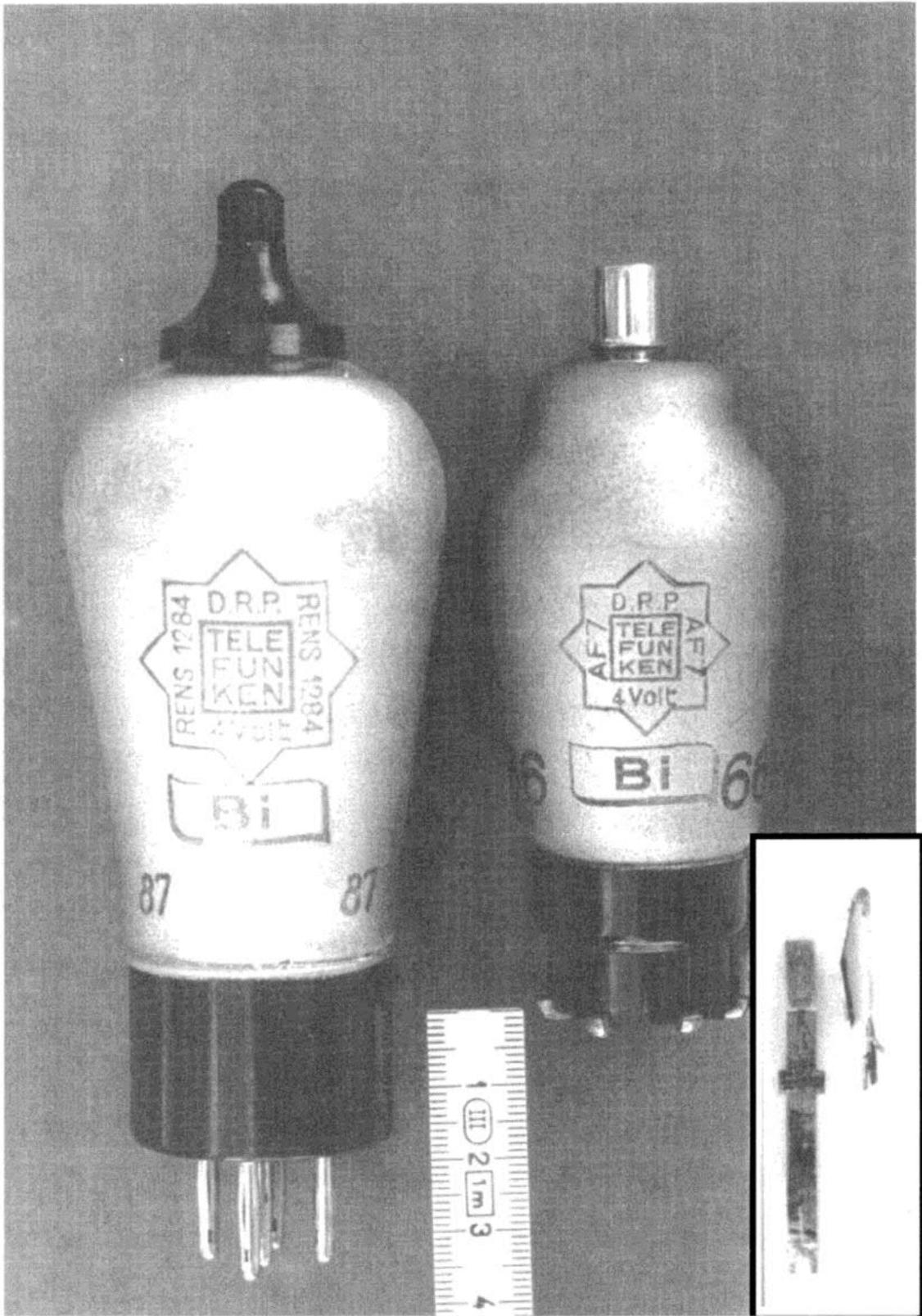


Bild 6.3.12c: (Zum Beitrag „Entwicklung des UKW-Rundfunks“ von Gerhard Bognor) Die ungünstig langen U-förmigen Kontaktfedern des Topfsockels (rechte Vergrößerung: Feder aufgebogen, rechts Original), welche zu den Zuleitungsinduktivitäten zu rechnen waren, verhinderten zum Teil die Nutzung der Vorteile (verkürzte Elektrodenzuleitung), welche die kleinere Bauform (z.B. AF 7) bei UKW-Anwendungen bot.