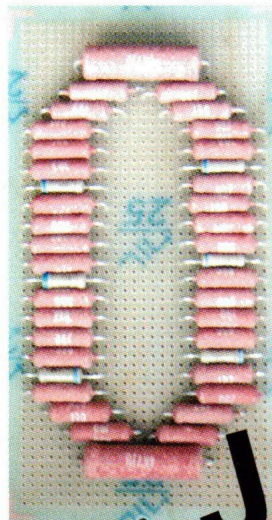
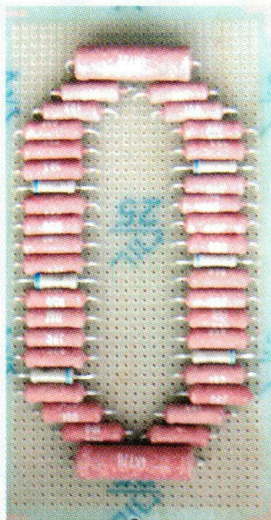
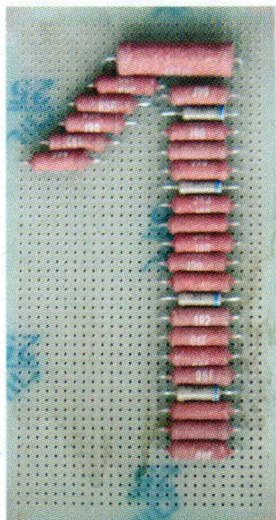


FUNK



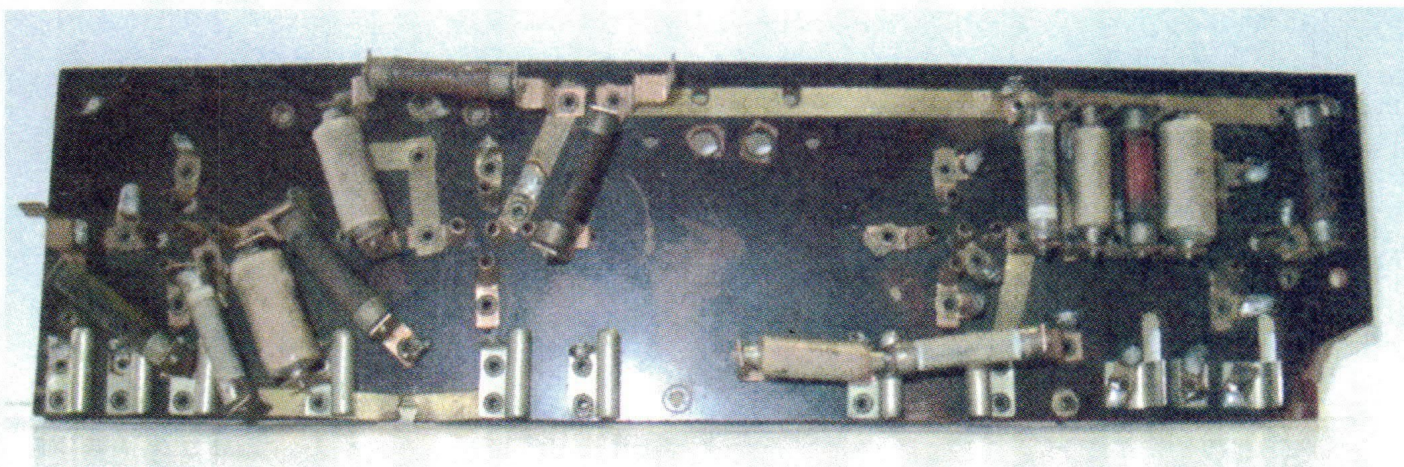
Nr. 152

GESCHICHTE



Jahre

Leiterplatte



- Ausstellung**
- 338 Telefunken Ausstellung in Wilkenburg, (CONRAD VON SENGBUSCH)
- 340 Drei mal Radio: Heiligenstadt - Jena - Erfurt, (BERND WEITH)
- Leserpost**
- 326 Leserbrief in eigener Sache, (Conrad von Sengbusch)
- Lieferhinweis**
- 345 Fassungsschoner, (JAN WÜSTEN)
- Buchbesprechung**
- 335 Abeles neuestes Werk „Radio-Chronik“ (1), (PROF. DR.-ING. OTTO KÜNZEL)
- 336 Funken • Wellen • Radio, (WINFRIED MÜLLER)
- 337 Reparaturbuch: Radios der 50er Jahre, (BERND WEITH)
- Firmengeschichte**
- 327 Verwendung des Lumophon-Gebäudes, (EUGEN BERBERICH)
- 328 Funkwerk Erfurt - Tod einer Ledende, (REINHARD RIEK)
- passive Bauelemente**
- 301 Erfindung der Leiterplatte vor 100 Jahren, (DR. KEN GILLES)
- 309 Die deutschen Leiterplattenpioniere, (ELECTRONIC 9/2003)
- Rundfunkempfänger**
- 313 RADIX (2) - 8-Röhren-Batterie-Super, (MICHAEL GRZONKA)
- 317 RADIX (3) - Panzer Neutrosuper, (HERBERT BÖRNER)
- Rundfunktechnik**
- 319 Entwicklung des UKW-Rundfunks, Teil 7: Zeitraum 1934-1940, Folge 3 (GERHARD BOGNER)
- Funk-Kalender**
- 347 Viele Entdeckungen im 18. Jahrhundert, (HEINRICH EßSER)
- Rätsel**
- 346 Abeles FG-Rätselspaß zur Weihnachtszeit, (GÜNTER ABELE)
- Datenblatt**
- 349 Seibt - 326 W

GESELLSCHAFT DER FREUNDE DER GESCHICHTE DES FUNKWESENS E.V.



www.gfgf.org

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-Köpenick.

Redaktion: Artikelmanuskripte an: *Bernd Weith*, Schulstraße 6, 63589 Linsengericht-Altenhaßlau, E-Mail: funkgeschichte@gfgf.org, Tel.: (0 60 51) 97 16 86.

Kleinanzeigen und Termine an: *Dipl.-Ing. Helmut Biberacher*, Postfach 1131, 89240 Senden, E-Mail: helmut.biberacher@t-online.de, Tel.: (0 73 07) 72 26, Fax: 72 42.

Anschriftenänderungen, Beitrittserklärungen etc. an den Schatzmeister *Alfred Beier*, Försterbergstraße 28, 38644 Goslar,

Tel.: (0 53 21) 8 18 61, Fax: 8 18 69,

E-Mail: beier.gfgf@t-online.de.

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).

Internet: www.gfgf.org

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

Auflage: 2600 Exemplare

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

Titel: Leiterplatte von Sachsenwerk aus dem Jahr 1932, mehr ab Seite 301

Erfindung der Leiterplatte vor 100 Jahren

Gerade noch rechtzeitig, bevor sich das Jahr 2003 verabschiedet, soll ein weiteres 100jähriges Jubiläum gewürdigt werden - der 100. Geburtstag der Leiterplatte. Sehr umfangreich gedachte die Fachzeitschrift **Elektronik** mit einem Spezial dieses Themas. Unserem Mitglied **MANFRED RUPRECHTSBERGER** vielen Dank für den Hinweis.

✉ DR. KEN GILLO, Nachdruck aus **Elektronik** 9/2003 mit freundlicher Erlaubnis der Redaktion
Internet: www.elektroniknet.de
E-Mail:

Das Jahr 1903 war hinsichtlich der technischen Innovation ein wichtiger Meilenstein. Den Gebrüdern **WRIGHT** gelang in Kitty Hawk (North Carolina/USA) der erste Motorflug. Der Italiener **MARCONI** lieferte den Beweis, dass die drahtlose Kommunikation über den Atlantik möglich ist, nachdem er zuvor bereits kürzere Strecken per Funk überbrückt hatte.

Viele weitere Errungenschaften gäbe es anzuführen, doch ragen diese beiden zweifellos heraus. Ein weiteres technisches Ereignis im Jahr 1903 hatte ebenfalls tief greifende Konsequenzen. Möglicherweise ist es sogar die bedeutendste Erfindung der letzten 100 Jahre. Sie stellt die Schlüsseltechnologie nahezu aller anderen Entwicklungen einschließlich der Flug- und Kommunikationstechnik dar. Ohne sie wäre unsere gesamte Elektronik in Computern, in Telefonen, in Automobilen, in Elektrogeräten und in Tausenden anderen Produkten nicht denkbar.

Die Telekommunikations-Revolution im 19. Jahrhundert

31. Dezember 1899: Der von **SAMUEL MORSE** erfundene Telegrafengerät feiert sein fünfzigstes Jubiläum. **ALEXANDER GRAHAM BELL** kommerzialisiert die Telekommunikation und schafft damit eine neue Industrie, die allerorten floriert. Telefonie und Telegrafie werden in Ländern auf der ganzen Welt als wichtige terrestrische Kommunikationsverbindungen genutzt. Marconi-Funkgeräte übertragen Nachrichten über Land und Wasser. Dennoch wird es noch einige Jahre dauern, bis der Engländer **FLEMING** die Gleichrichterdiode perfektioniert und der US-

N° 4681



A.D. 1903

Date of Application, 27th Feb., 1903

Complete Specification Left, 23rd Dec., 1903 - Accepted, 27th May, 1904

PROVISIONAL SPECIFICATION.

Improvements in or connected with Electric Cables and the Jointing of the same.

Bild 1: Der Titel des Patentes von ALBERT PARKER HANSON trägt eine umständliche Kurzbeschreibung seiner Erfindung. Eine Erfindung, die wesentliche Merkmale heutiger moderner Leiterplatten enthält.

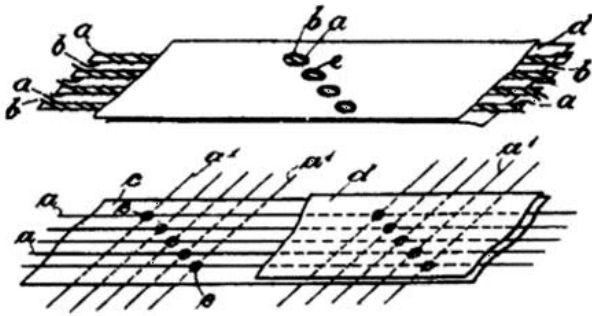


Bild 2: Das Hanson-Patent zeigt eine zweilagige Verbindungsstruktur mit Durchkontaktierungen an den Kreuzungsstellen.

Amerikaner DE FOREST den Trioden-Verstärker baut. Erst damit sind die Voraussetzungen für die Rundfunktechnik geschaffen. Die Menschheit befindet sich von nun an im Informationszeitalter und im Jahrhundert der Telekommunikation.

Die noch in den Kinderschuhen steckende Elektronik mit Telegraf, Telefon und Funkempfänger trat mit dem Beginn des neuen Jahrhunderts einen Siegeszug an. Gemeinsam war all diesen Kommunikationstechniken, dass sie rasch zu einem enormen Bedarf an elektrischen Verbindungen führten. Die Telefonsysteme mit ihren hunderten von Teilnehmerleitungen benötigten Vermittlungseinrichtungen, in denen anfangs das „Fräulein vom Amt“ von Hand die gewünschte Verbindung herstellte. Die ständig komplexer werdenden elektronischen Schaltungen für die Funkgeräte verlangten nach einer Alternative zu der ebenso mühsamen wie fehleranfälligen manuellen Verdrahtung, wenn die neue Technologie große Verbreitung erlangen sollte. Die Elektronik-Industrie suchte folglich nach Konzepten, die die Voraussetzungen für Massenproduktion und automatische Montage schaffen konnten. Diese

bahnbrechende Technologie sollte viele Jahre später als gedruckte Schaltung bezeichnet werden.

Die erste Leiterplatte entsteht

Man schrieb das Jahr 1903, als der Berliner ALBERT PARKER HANSON in England sein als „Elektrische Kabel“ bezeichnetes Patent (Bild 1) einreichte. Er beschrieb darin mehrere Methoden, ein Dielektrikum mit elektrischen Leitern zu versehen. Das wichtigste Verfahren zum Herstellen der Schaltungsstrukturen sah zunächst das Ausschneiden oder -stanzen der Leiter vor. Die Kupfer- oder Messing-Leiterbahnen wurden anschließend auf paraffiniertes Papier geklebt, um die gewünschten Leiterstrukturen herzustellen. Es ging HANSON darum, das Problem der vielen gleichartigen Verbindungsleitungen in automatischen Telefonvermittlungsstellen zu lösen. Sein englisches Patent war die erste öffentlich dokumentierte Erfindung im Bereich der gedruckten Schaltungen. HANSON war ein brillanter Elektroingenieur mit erheblichem Weitblick. Ihm war nicht nur klar, dass die bisher üblichen Drähte ersetzt werden müssen, sondern er erkannte auch die Notwendigkeit einer hohen Schaltdichte und beschrieb in den Zeichnungen seiner Patentschrift auch doppelseitige Konstruktionen. Bild 2 zeigt die Grundschaltung und die doppelseitige Anordnung. Schon früher hatte HANSON ein deutsches Patent beantragt, das jedoch erst Jahre später veröffentlicht wurde. Sein 1904 erteiltes englisches Patent aus dem Jahr 1903 stellte somit die erste Veröffentlichung dar. Obwohl HANSON zweifellos schon länger an dieser Erfindung arbeitete,

soll das Datum der ersten dokumentierten Offenlegung hier als Zeitpunkt der Erfindung angenommen werden. Die deutsche Patentschrift ist sogar noch bemerkenswerter, enthält sie doch die in Bild 3 wiedergegebene mehrlagige Konstruktion. Die Hanson'schen Patente enthalten erstaunliche Innovationen, wenn man sich vor Augen führt, dass HAN-

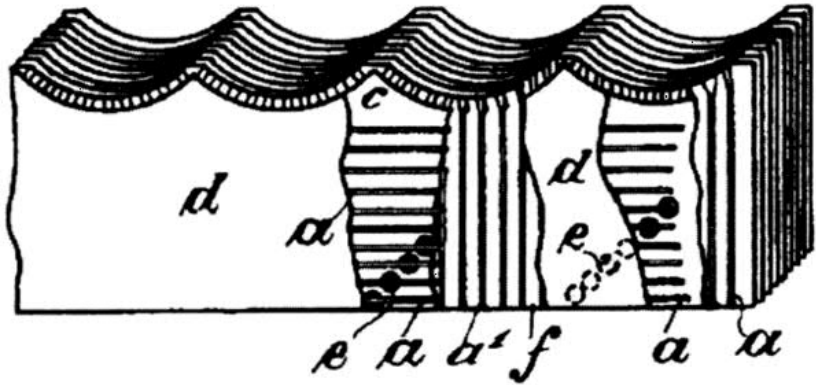


Bild 3: Aus vielen Schichten mit gleichartigen Verbindungsleitungen schuf HANSON die ersten „Multilayer“ zur Kontaktierung von Fernsprechwählern des Typs Strowger.

SON bereits die Notwendigkeit einer hohen Schaltdichte kommen sah und als Lösung hierfür doppel- und mehrlagige Strukturen vorschlug, die heute meist als eher moderne Errungenschaft betrachtet werden. Bemerkenswert ist, dass schon die allerersten Schaltungspatente das Problem der hohen Dichte angingen, das auch heute - mehr als 100 Jahre später - nach wie vor zu den größten Herausforderungen zählt. HANSON versah seine Substrate auch mit Zugangsbohrungen, die Verbindungen zwischen den oberen und unteren Leitern ermöglichten. Außerdem beschrieb er die Herstellung der Leiter direkt auf dem Substrat entweder durch galvanische Abscheidung oder durch das Auftragen von Metallpulver auf ein geeignetes Medium (Leitlack). Er führte damit das Prinzip der additiven Schaltungstechnik und möglicherweise sogar das der durchkontaktierten Bohrungen ein. Man sollte HANSON als Vater der modernen gedruckten Schaltung betrachten und anerkennen, dass es nicht gerechtfertigt ist, seine visionären Konzepte unserem heutigen Zeitalter zuzuschreiben.

Als man THOMAS EDISON beauftragte, nach Möglichkeiten zum Ersatz von Drahtverbindungen zu suchen, entwickelte der schöpferischste Erfinder Amerikas 1904 ebenfalls Gedanken im Bereich der Schaltungstechnik. Die Lösungen EDISONS sahen folgende Verfahren vor:

1. das selektive Auftragen von Leim (Naturpolymer-Klebstoff) und das Bestäuben dieser nassen „Lackspur“ mit leitendem Graphit oder Bronzepulver,
2. das Aufbringen einer Struktur aus Silbernitratlösung auf ein Dielektrikum und das anschließende Reduzieren des Salzes in ein Metall sowie
3. das Aufbringen von Blattgold auf das Klebstoffmuster.

Anzumerken ist indes, dass sich EDISON niemals direkt mit Verbindungstechnik befasste und seine Ideen keinen Eingang in die Praxis fanden. Er reagierte mit seinen Ideen lediglich auf eine schriftliche Anfrage von FRANK SPRAGUE, dem Gründer der Firma Sprague Electric. Doch obwohl er nicht gezielt im Bereich Leiterplattentechnik tätig war, wird EDISON die Erfindung des elektrolytischen Pro-

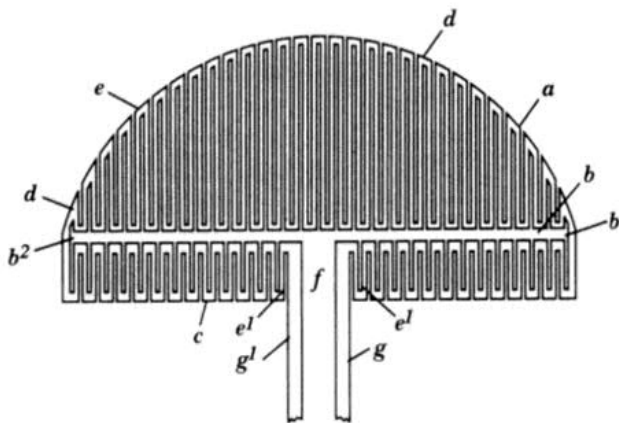


Bild 4: BERRY zeichnete den Leiterzug mit einem säurefesten Lack (Bitumen) auf das Metall und ätzte anschließend das blanke Metall weg.

zesses zur Herstellung von Kupferfolie zugeschrieben, der heute noch angewendet wird.

Subtraktive oder additive Technik?

Die ersten Ideen zur Herstellung von Leiterplatten beruhten auf additiven Verfahren, in denen die Leiter auf ein Dielektrikum aufgebracht wurden. Dies ist zweifellos der unkomplizierteste Ansatz. In der Druckindustrie dagegen setzte man zur Herstellung von Druckplatten seit langer Zeit subtraktive Ätzverfahren ein. Derartige Druckplatten wurden vor Jahrhunderten als Holzschnitte angefertigt. Das Holz wurde so bearbeitet, dass Buchstaben und Grafiken als erhabene Strukturen zurückblieben. Später ging man dazu über, Metalle manuell oder maschinell zu gravieren, bis schließlich die Ätztechnik zur gängigen Methode für die Druckplattenherstellung wurde. Die meisten modernen Prozesse verwenden allerdings polymere Fotolacke. Das Ätzen mit Säure war bereits seit

Jahrhunderten bekannt, seitdem man es verstand, mit natürlichen Prozessen Säuren herzustellen.

1913 reichte der Engländer ARTHUR BERRY ein Patent ein, dessen Gegenstand die Herstellung gedruckter Schaltungen durch Ätzen von Metall war (Bild 4). Die benötigten Leiterstrukturen wurden vor dem Ätzen mit säurebeständigem Bitumen, das als Resist fungierte, auf die Metalloberfläche gezeichnet, was bereits einen Fortschritt gegenüber dem in den Hansonschen Patenten beschriebenen Stanzverfahren darstellte. BERRY dürfte demnach der erste sein, der das Ätzen gedruckter Schaltungen beschrieb, auch wenn es sich hierbei um keinen fotolithografischen Ätzprozess handelte.

Erste kommerzielle Produktion gedruckter Schaltungen

Der erfolgreiche Schweizer Erfinder MAX SCHOOP kommerzialisierte ein Metallflammspritzverfahren. Hierzu muss man sich vor Augen halten, dass die frühe Elektronik erhebliche Leistung benötigte, denn die seinerzeit verwendeten Vakuumröhren besaßen einen Heizfaden und wurden mit hohen Spannungen betrieben. In der Zeit der Elektronenröhren flossen in den Schaltungen hohe Ströme, die dementsprechend dicke Leiter erforderten. Das von SCHOOP entwickelte Verfahren sah das Aufbringen dicker Metallstrukturen per Flammspritzen flüssigen Metalls durch eine geeignete Maske vor. Es ermöglichte die Herstellung der dicken und robusten Verbindungsleitungen und Spulen, die seinerzeit erforderlich waren. Bild 5 zeigt das Prinzip des Schoop-Verfahrens aus dem Jahr 1918. Man

setzte diese Methode allerdings in erster Linie zur Produktion von Spulen ein.

Obwohl es von späteren Erfindern verbessert wurde, blieb das Schoop'sche Metall-Flammspritzverfahren stets teuer. Es hatte zudem den Nachteil, dass viel Metall vergeudet wurde. Nach wie vor fehlte es an einem praktikablen, für hohe Stückzahlen geeigneten Verfahren für die Produktion gedruckter Schaltungen. Im Jahr 1925 beschrieb CHARLES DUCAS aus New York City das Ätzen und Galvanisieren von Leiterstrukturen für Radioschaltungen und Bauelemente wie beispielsweise Spulen. Eine Version sah das galvanische Abscheiden von Kupfer-, Silber- oder Goldstrukturen auf ein niedrigschmelzendes Metall durch eine Kontaktmaske vor. Der Leiter (üblicherweise eine Spule) ließ sich durch Erhitzen von der schmelzbaren Unterlage und der Maske ablösen. Ein anderer von DUCAS entwickelter Prozess (Bild 6) bestand im Herstellen von Rillen in einem Dielektrikum (z.B. Wachs). Diese Rillen wurden anschließend mit einer leitfähigen Paste aufgefüllt, über deren Zusammensetzung nichts bekannt ist. Die Paste wiederum wurde danach galvanisch beschichtet. Leitende Paste ließ sich auch auf das Dielektrikum aufdrucken oder per Schablone aufbringen und anschließend galvanisieren. Es

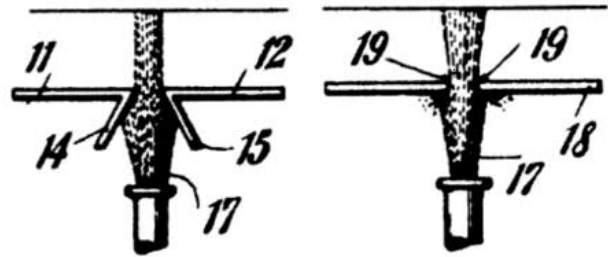


Bild 5: Beim Metall-Flammspritzverfahren von MAX SCHOOP dient eine Maske (11, 12 und 18), platziert vor dem Trägermaterial, zur „Strukturierung“ der Leiterzüge.

war möglich, beide Seiten des Dielektrikums mit Leiterbahnen auszustatten. DUCAS beschrieb auch mehrlagige Schaltungen und eine Möglichkeit zum Herstellen von Verbindungen zwischen den Lagen.

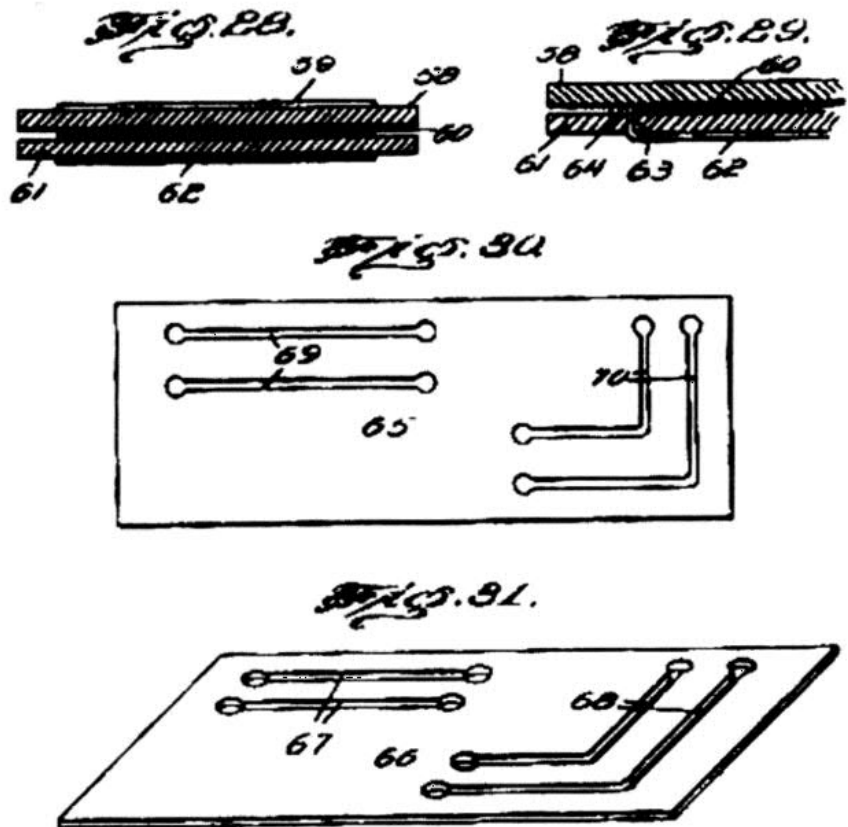


Bild 6: DUCAS nutzte „Wachsformen“ zur Herstellung von Leiterbahnen. Die Vertiefungen füllte er mit einer leitenden Paste, die anschließend galvanisch beschichtet wurde.

1926 stellte der Franzose CÉSAR PAROLINI Verbesserungen der additiven Beschichtung vor. Das von ihm beschriebene Verfahren bestand darin, dass zunächst ein Klebemittel in vorgegebenen Mustern auf ein Dielektrikum gedruckt wurde. Während dieser Lack noch nass war, wurde die gesamte Anordnung mit frisch hergestelltem Kupferpulver bestäubt. Nach Abschütteln des überschüssigen Kupfers wurde der Lack durch Erhitzen ausgehärtet. Diese Methode entspricht dem 1904 von EDISON vorgelegten Konzept. PAROLINI führte es jedoch in die Praxis ein und fügte Leiterbahnkreuzungen (Jumper) hinzu. Es handelte sich dabei um U-förmig gebogene Metalldrähte, die in den noch nassen Leitlack eingesetzt wurden. Danach fand die Aushärtung statt. Dem Erfinder war bewusst, dass das frische Metallpulver oxidieren und sich sein elektrischer Widerstand dadurch erhöhen würde. Er sah deshalb einen zusätzlichen Galvanisierungsprozess vor, um den Kupferlack mit einem durchgehenden Metallüberzug zu versehen und die Verbindung zu den Drahtbrücken herzustellen. Bild 7 zeigt das Parolini-Verfahren mit einer derartigen Brücke.

Schon bald folgte eine ganze Reihe weiterer Erfindungen. Wie heute noch üblich, beschränkten sich diese jedoch größtenteils auf Abwandlungen und geringfügige Verbesserungen an Themen, die bereits von ihren Vorgängern veröffentlicht worden waren. So stellte FRANZ im Jahr 1933 eine Druckpaste mit einem Kohlenstoff-Füllmittel her, die im Sieb- oder Schablonendruckverfahren auf Zellophan aufgebracht werden konnte. Der ausgehärtete Lack war

zwar chemisch stabil, wies aber im Vergleich zu Metall einen hohen elektrischen Widerstand auf. Vielleicht mit Bezug auf das sieben Jahre früher veröffentlichte Parolini-Verfahren sah Franz eine zusätzliche Galvanisierung vor. Außerdem beschrieb er eine flexible, faltbare Schaltung als Ersatz für die Wicklungen in Transformatoren, was ein sehr kluger Ansatz war.

Militär-Elektronik und Hybridschaltungen

Mit Beginn des zweiten Weltkriegs brachte die Forschung im Bereich der Schaltungstechnik zahlreiche neue Prozesse hervor. In geheimen Projekten wurden zuverlässige Keramik-Substrate und Leitlacke, so genannte Cermets (Ceramic/ Metal) entwickelt. Der inzwischen von der Keramik-Hybrid-Industrie in großem Umfang eingesetzte Prozess basiert darauf, dass die Leitpaste zunächst im Sieb- oder Schablonendruck aufgetragen und anschließend bei hoher Temperatur gebrannt wird. Mit diesem Verfahren wurden einige zehntausend elektronische Geschosszünder hergestellt. Vom Krieg forciert, führte dies zur Entwicklung und Optimierung einer geheim gehaltenen Großserien-Produktion von Dickschicht-Schaltungen.

Nach Kriegsende verbreitete die US-Regierung mit Unterstützung durch das National Bureau of Standards (NBS) eine Technologie zur Herstellung gedruckter Schaltungen, die aus zahlreichen Quellen - auch aus Europa - stammte. Auf Kongressen wurden diese Verfahren der Industrie nahe gebracht, und Publikationen beschrieben jeden Aspekt

der Schaltungsherstellung. Im Oktober 1947 fand in Washington DC (USA) ein Schaltungs-Symposium statt, unterstützt vom US Aeronautical Board und dem National Bureau of Standards. Dutzende Referenten und hunderte von Teilnehmern widmeten sich auf diesem Kongress dem Ziel, eine Industrie zur Produktion von Leiterplatten auf die Beine zu stellen. Die Referenten fassten über zwei Dutzend Prozesse zu sechs Methoden zusammen:

1. Drucken: Mit Metall angereicherter Lack wird auf das Substrat gedruckt und ausgehärtet. Zu dieser Kategorie gehören auch die heute noch bedeutsamen Verfahren CTF (Ceramic Thick Film) und PTF (Polymer Thick Film).
2. Aufsprühen: Geschmolzenes Metall oder Verbund-Leitermaterial wird durch eine Maske oder Schablone auf das Substrat gesprüht. Als Maske kann auch ein Resist auf dem Substrat dienen. Dieses Verfahren ist nicht mehr gebräuchlich
3. Chemische Abscheidung: Hierzu zählen auch die nicht galvanische und die galvanische Beschichtung. Die chemische Abscheidung ist in der Schaltungsproduktion nach wie vor ein wichtiges Verfahren.
4. Vakuumabscheidung: Das Aufsprühen und Aufdampfen durch eine Maske waren die hauptsächlich genannten Verfahren. Dünnschichtschaltungen werden durch Vakuumabscheidung von Kupfer, Gold und anderen Metallen hergestellt. Diese Methode wird heute noch eingesetzt
5. Stanzen: In modernen Verfahren wird während des Stanzens gleichzeitig die nur schwach haftende

Metallfolie auf das Substrat geklebt. Dies geschieht mit einem Klebstoff und einer erhitzten Stanzunterlage. Diese Technik ist zwar kostengünstig und umweltfreundlich, kommt jedoch wegen der geringeren Toleranzen und erhöhten Dichteanforderungen nicht mehr in Betracht.

6. Bestäuben (leitendes Pulver auf klebenden Lack): Das Aufbringen von Graphit oder Metallpulver auf einen nassen Lack oder Klebstoffauftrag gehört zu den ersten publizierten Prozessen. Dieses Verfahren wird heute offensichtlich nicht mehr angewandt.

Paul Eisler - Vater der gedruckten Schaltung?

Der Österreicher DR. PAUL EISLER begann Anfang der 1940er Jahre mit der Entwicklung von Prozessen für die Leiterplattenproduktion. Er behauptete, dies sei bereits 1936 geschehen, obwohl er in einem von ihm angestrebten Gerichtsverfahren keine Beweise dafür vorlegen konnte. EISLER erhielt schließlich mehrere britische Patente für seinen Ätzprozess. Sein Verfahren ähnelt dem auch heute noch gebräuchlichen Fotoätzprozess. Schon im 19. Jahrhundert waren lichtempfindliche Beschichtungen entdeckt und perfektioniert worden, die den verbreiteten Einsatz der Autotypie ermöglichten. EISLER wandte diese allgemein eingeführte Technologie offensichtlich im Bereich der Elektronik an, war damit aber keineswegs der Erste, wie von ihm behauptet (eine Tatsache, die in diesem Beitrag bereits dargelegt wurde). Er nutzte seine britischen Patente als Basis für seine US-Patente. In den



Bild 7: Das von PAROLINI weiterentwickelte Verfahren nutzt Brücken, die in den noch flüssigen Leitlack gedrückt werden, um andere Leiterzüge zu kreuzen.

USA beantragte er die Erteilung von Patentrechten, die ihm vom britischen Patentamt verweigert wurden - zweifellos eine fragwürdige Vorgehensweise. Das US-Patentamt wies seine Patentanträge zunächst zurück, ließ sie jedoch nach einem Treffen mit EISLER und seinen Anwälten plötzlich zu. Es gibt keinerlei Aufzeichnungen darüber, was während dieser Zusammenkunft geschah, und auch der Patentprüfer gab keine Begründung für diese Kehrtwende ab. Auf der Basis des bis dato bestehenden Wissensstands hätten die Patente allerdings nicht erteilt werden dürfen.

Mit den Patenten aus den USA und Großbritannien ausgestattet, kommerzialisierte EISLER die Schaltungsproduktion unter dem Firmennamen Technographic Printed Circuits, Ltd., war dabei aber bestrebt, die Konkurrenz mit Gerichtsverfahren in Schach zu halten. Er verklagte die Bendix Corporation wegen der Verwendung eines Ätzprozesses. Die Klage wurde in den USA über seine Firma Technograph Printed Electronics, Inc., eingereicht und führte zu einem langwierigen Rechtsstreit. EISLER konnte die von ihm behaupteten früheren Arbeiten nicht belegen und war auch nicht in der Lage, sein „Buch mit Schaltungsbeispielen“ vorzulegen.

BENDIX in der Rolle des Beklagten konterte mit einem überwältigenden Umfang an früheren Patentschriften und stellte den Antrag, die Eislerschen Patente für ungültig zu erklären. Darüber hinaus behauptete BENDIX, EISLER habe sich lediglich die bereits existierende Fotolithografie aus der Druckindustrie patentieren lassen. Es waren sogar seine eigenen schriftlichen Erklärungen, die diese These stützten.

Am 27. Mai 1963 endete das Patentverletzungsverfahren mit der Ablehnung der Beschwerde. EISLER hatte eine Niederlage einstecken müssen und war als Vater der gedruckten Schaltung entthront. Zweifellos hat er seinen Beitrag zur Entwicklung der Leiterplattenindustrie geleistet, doch kam er erst nach den großen Innovatoren. Die gedruckte Schaltung wurde nicht von einer einzigen Person erfunden, sondern ist das Ergebnis zahlreicher Erfinder. Wollte man einen Vater der gedruckten Schaltung küren, so gebührte dieses Prädikat ALBERT PARKER HANSON. □

Quelle:

Elektronik, 9/2003, S. 55-89.

Die deutschen Leiterplatten-Pioniere

↳ Nachdruck aus Elektronik 9/2003 mit freundlicher Erlaubnis der Redaktion

Internet: www.elektroniknet.de
E-Mail

RUWEL, PETERS und ISOLA: Drei Namen, die der gedruckten Schaltung nicht nur in Deutschland den Weg geebnet haben. Der Zweite Weltkrieg war gerade zu Ende, und der junge FRITZ STAHL hatte eine Behausung in den kleinen Räumen eines Bootshauses in Berlin-Rahnsdorf gefunden. Er gründete im Juli 1945 die „Rundfunk-Werkstätten und Labor“, kurz RUWEL. Auf neun Quadratmetern, auf denen auch noch die Pritsche des Jungunternehmers FRITZ STAHL untergebracht war, nahm die Firma RUWEL mit insgesamt drei Mitarbeitern die Produktion auf. Radioröhren, Spulensätze, aber auch die Herstellung kompletter eigener Radios, genannt „RUWEL-Pionier“, gehörten zum Produktspektrum. Als Dienstleistung wurden Radioreparaturen angeboten. Das Unternehmen expandierte von Woche zu Woche. Mit Hilfe der russischen Besatzungsmacht konnte FRITZ STAHL im Mai 1946 ein kleines Grundstück pachten und erhielt Baumaterial, um eine Baracke zu errichten, in der die Produktion ausgeweitet werden konnte. Maschinen wurden größtenteils selbst konzipiert und gebaut mit Teilen, die aus den Trümmern ehema-



liger Fabriken geborgen wurden. Als FRITZ STAHL die Aufforderung erhielt, nach Russland zu gehen, um dort als Ingenieur zu arbeiten, beschloss er die Verlegung des Unternehmens in den West-Sektor. Zunächst fand er im nordrhein-westfälischen Rheydt Räumlichkeiten, doch noch im Jahre 1946 musste RUWEL in größere Gebäude einer ehemaligen Mönchengladbacher Kaserne umziehen, wo man dann auch die Produktion von Kondensatoren aufnahm.

Schon bald waren die Räume für das aufstrebende Unternehmen abermals zu eng. Die Stadt Geldern warb damals für sich als Wirtschaftsstandort. Rasch wurde die Firmenleitung mit der Stadt einig, und ein neuer Betrieb wurde in Geldern aufgebaut. Weitere Fabriken entstanden in Wesel und Dinslaken. 1952 arbeiteten in Geldern bereits 600 Beschäftigte, aber auch derart gerüstet konnte die Auftragsflut nicht bewältigt werden. Also wurde ein vierter Produktionsstandort in Hongkong eingerichtet, und RUWEL lieferte seine Kondensatoren weltweit.

Eine Idee wird geboren

1954 wurden die Transistoren erfunden und ersetzten rasch die Elektronenröhren. Da die Kondensatoren einem rapiden Preisverfall unterlagen, musste für RUWEL eine neue Produktionsidee her. FRITZ STAHL sah auf der Hannover Messe ein Produkt einer amerikanischen

Firma, das einer Leiterplatte glich. Davon inspiriert, sann er nach einer Lösung, das Kabelgewirr in den Radioapparaten zu ersetzen. Von der Firma ISOLA besorgte er sich einige Stücke Hartpapier, auf die er eine dünne Kupferfolie klebte, die sich jedoch immer wieder löste. Hilfe versprach sich STAHL vom technischen Direktor von ISOLA, Herrn SCHILF. Doch auch er wusste keinen Rat. Vor allem war ihm unverständlich, was STAHL mit so einem Produkt anfangen wollte. Als dieser erläuterte, er wolle die Struktur einer elektrischen Verdrahtung als fotografisches Muster übertragen und es hernach mit einem geeigneten Mittel freizätzen, hielt SCHILF diesen Plan für unmöglich, sagte jedoch seine Unterstützung zu. Als die ersten Mustermaterialien durch ISOLA hergestellt waren, bereitete das Ätzen Probleme, da die dünnen Leiterbahnen sich ablösten. Nach langer gemeinsamer Anstrengung glückte dennoch das erste Muster.

FRITZ STAHL recherchierte in Amerika. Dort fand er die Firma NVF, von der er ein Stück kupferkaschiertes Basismaterial bekam, das den Durchbruch bedeutete. DR. SEUL, Vorstandsvorsitzender der ISOLA AG, reiste 1956 in die USA, sammelte Erfahrungen und knüpfte Kontakte

Bild 1: *Der damalige Vorstandsvorsitzende der ISOLA AG, Dr. Ing. HERMANN SEUL, informierte sich auf einer USA-Reise 1956 über die Herstellung kupferkaschierter Lamine.*



zu Rohstofflieferanten für Kupferfolie und geeigneten Kleber. „CARTA Cu“ nennt ISOLA das kupferkaschierte Phenolharz-Papier, das im gleichen Jahr in Düren gefertigt wird. Mit Fotolack, einer Höhensonne und einem selbst fotografierten Negativ entstanden damit bei RUWEL die ersten Musterplatten.

Die Leiterplatte wird marktreif

STAHL begann mit der Markteinführung seines Produktes in Deutschland. Zunächst besuchte er Geschäftsfreunde bei Grundig. Einkaufsleiter SPERBER zeigte sich interessiert, doch Techniker räumten der Leiterplatte keine Zukunft ein. Anders bei der Firma Metz in Fürth. Der Gedanke „Leiterplatte“ faszinierte PAUL METZ, und er gab im Jahr 1956 die ersten in Europa unter Serienbedingungen hergestellten Leiterplatten in Auftrag. Diese Platine trug eine NF-Endstufe mit drei Röhren. Der Radioempfänger mit der Typenbezeichnung „409/3D“, ein Spitzenmodell für den Export, war das erste Gerät mit dieser gedruckten Schaltung. Die nachfolgenden Modelle, der 309/3D und 410/3D, hatten bereits drei Leiterplatten und wurden 1957 in Deutschland verkauft. Eine Schaltung der Erstserie ist im Deutschen Museum in München ausgestellt.

Korrosionsschutz der Kupferoberfläche

Ein noch ungelöstes Problem war der Korrosionsschutz der Kupferoberfläche. Denn Kupfer oxidiert in relativ kurzer Zeit, wird

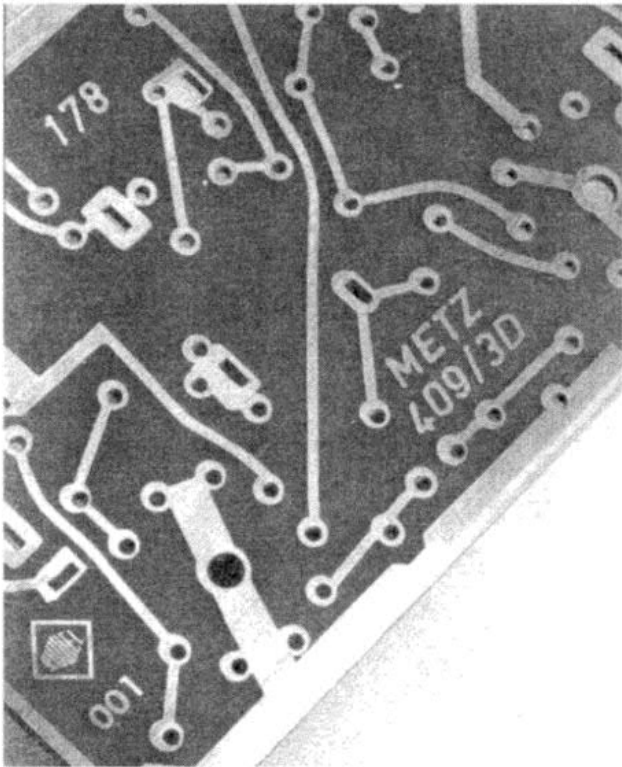


Bild 2: Die erste RUWEL-Leiterplatte (Nr. 001), hergestellt für die Firma Metz: Sie trug die Verdrahtung und die Bauteile der Gegenakt-Röhrendstufe für das Radiogerät des Typs 409/3D.

Bild 3: WERNER PETERS, der Gründer der Lackwerke Peters, hat eng mit FRITZ STAHL zusammengearbeitet, mit dem er auch befreundet war. Erst der von ihm entwickelte Wassertauchlack machte die industrielle Produktion von Leiterplatten möglich.



unansehnlich und - was weitaus schlimmer ist - verliert die Lötbarkeit. Damals kam als Ätzschutz ein Asphaltlack zum Einsatz, der in Lösungsmitteln unter starker Geruchsbelästigung entfernt werden musste. War das Kupfer vom Asphaltlack befreit, folgte noch ein Trockenprozess, um danach einen

Kolophoniumlack als Anlaufschutz aufzuspritzen. Insgesamt ein Verfahren, das nicht nur viel Lack vergebete, sondern auch zu ungleichmäßig dicken Lackschichten führte und sogar Leiterplatten-Stapel zu festen Paketen verklebte.

Das Krefelder Büro der Bayer AG wusste selbst keine Lösung für dieses Problem und vermittelte FRANZ STAHL den Kontakt zu WERNER PETERS in Kempen. Gemeinsam entwickelten beide bis 1958 in schier unendlichen Versuchen den „Wassertauchlack“. Damit war es möglich, die vom Ätzschutz befreite Leiterplatte direkt nach dem Spülen mit Wasser, noch triefendnass, in den Lack zu tauchen. In diesem einen Arbeitsschritt erfolgten Entwässern, Trocknen und Konservieren. Dieser Lack sorgte für einen hauchdünnen Film von 4 µm und lief einwandfrei aus den Löchern ab. Die Oxidation war damit ausgeschlossen, und die Platinen ließen sich auch

nach einer Lagerung von zehn Monaten noch problemlos löten. Hiermit war der entscheidende Schritt zur industriellen Produktion von Leiterplatten getan. Auf der Hannover Messe 1959 stellte FRITZ STAHL dieses als „CC4“ bezeichnete Verfahren der Öffentlichkeit vor. Für die Serienproduktion benötigte RUWEL jedoch einige spezielle Maschinen. Damit die hohen Investitionen gerechtfertigt waren, mussten unbedingt weitere Kunden gefunden werden. Es folgten Firmen wie Telefunken, AEG, Braun, Wega, Graetz, Schaub und viele andere. Der Durchbruch war geschafft, die Leiterplatte war überall im Gespräch. 1957 wurden die ersten zweiseitigen



Bild 4: *In den Anfängen der Leiterplatten-Produktion war Handarbeit noch gefragt: Vornehmlich Frauen bedienten die in langen Reihen angeordneten Säulenbohrmaschinen zum Bohren der Löcher für die Anschlussdrähte der Bauelemente.*

durchkontaktierten Leiterplatten produziert, 1962 gelang die Herstellung der ersten Multilayer. Zahlreiche internationale Patente zum Thema Leiterplatte befinden sich im Besitz der heutigen RUWEL AG.

Im November 1991 starb der Firmengründer FRITZ STAHL, und die Gesellschaftsverhältnisse und Organisationsstrukturen wurden neu geordnet. Die RUWEL AG fertigt heute an sieben hochspezialisierten Standorten in Europa

nahezu alle Arten von Leiterplatten.

Von einzelnen Prototypen und Mustern im Eildienst bis hin zur Großserie deckt RUWEL alle Produktionsvolumen selbst ab. Hauptabnehmer sind heute die Automobilbranche und die Telekommunikation, aber auch die Konsumelektronik, die Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt sowie der Maschinenbau.

Bei RUWEL haben im Jahr 2001 1.948 Mitarbeiter einen Umsatz von 222 Mio Euro erwirtschaftet. □

Quellen:

(Nach Unterlagen der Firmen RUWEL und ISOLA, sowie von Herrn Werner Peters) *Elektronik*, 9/2003, S. 60-61.

www.ruwel.de

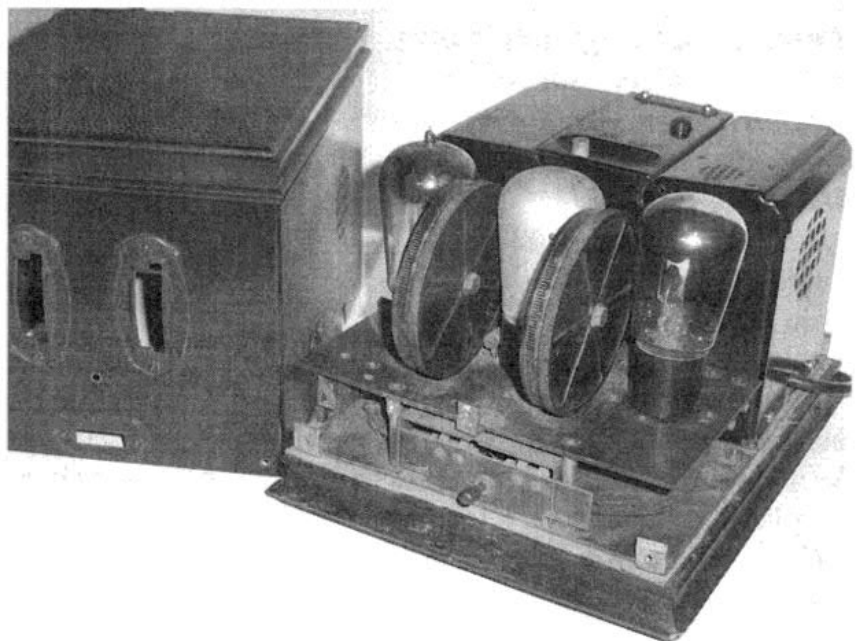


Bild 5: *Rückblick: „Leiterplatte“ des Rundfunkempfängers T 30 der Firma „Telefunken“*

Radix (2) - 8-Röhren-Batterie-Super oder doch nur ein Bastelgerät

✉ MICHAEL GRZONKA, Kirchheim
Tel.:

Recherchen über längere Zeit hinweg ergaben kein klares Bild über die Herkunft einer nicht näher bezeichneten 8-Röhren-Truhe. Vielleicht können Leser dieses Artikels zur Klärung beitragen.

Gedanken zur Überschrift

Zunächst seien einige Gedanken zu dem in der Überschrift verwendeten Begriff „Bastelgerät“ gestattet: Wann ist ein Gerät ein „Bastelgerät“? Ist ein durch einen mehr oder weniger handwerklich begabten Laien zusammengesetzter Bausatz (also von einem Hersteller/Anbieter in Einzelteilen geliefertes Radio) ein „Bastelgerät“ - oder gilt dies nur für ein Radio, das nach einem Schaltbild aus einer Zeitschrift von derselben Person wie zuvor unter persönlicher, individuel-

ler Auswahl der Einzelteile zusammengebaut wurde? Wie sieht es mit Geräten aus, die nach Baumappen, wie in Katalogen angeboten, aufgebaut wurden?

Die Beantwortung dieser Fragen ist mir leider nicht möglich, denn sie bereitet mir, wie vielleicht dem einen oder anderen Sammler auch, einige Schwierigkeiten. Anzumerken bleibt, dass ich mit Geräten ohne Firmenbezeichnung (gleichgültig, in welcher der zuvor aufgeführten Varianten) in keinsten Weise weder ein sammlerisches, noch ein persönliches Problem habe. Schließlich waren irgendwann einmal Selbstbaugeräte hoch in Mode, wenn vielleicht auch nur aus finanziellen Gründen.

Der nachfolgende Bericht soll verdeutlichen, dass „Bastelgeräte“, in welcher Variante auch immer, ein interessantes Sammelgebiet sein können. Die Gründe für das heute leider noch hier und da auftauchende Verschmähen von „Bastelgeräten“ entziehen sich meinem Verständnis. Gerade

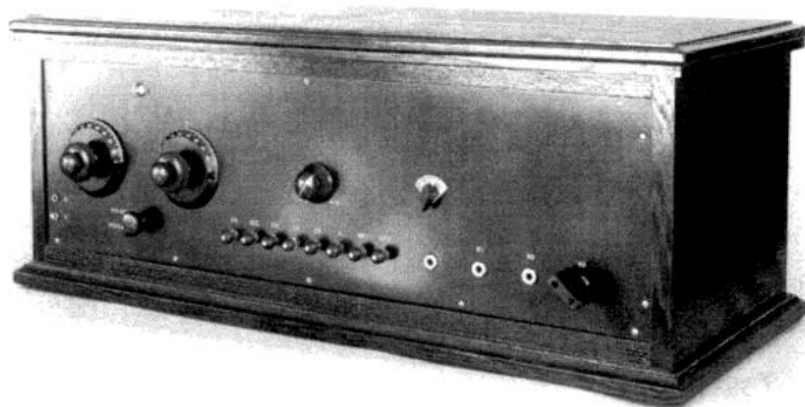


Bild 1: Geräteansicht.

jedoch die jüngeren Sammler aus unserem Kreise müssen sich meist mit diesen Geräten zufrieden geben, sofern sie überhaupt Radios aus den 20er Jahren zu einem vernünftigen Preis bekommen. Es sollte jedoch nicht der Eindruck entstehen, dass diese Geräte minderwertig sind, nur weil Unbekannte sie fertigten. „Basstelgeräte“ prägten jene Epoche - sie sind Zeitgeschichte!

Das Gerät - eine Kurzbeschreibung

Das nicht industriell gefertigte Chassis (Bild 2) ist in einer Eichenholztruhe mit den Ausmaßen von 770 x 290 x 330 mm (BxHxT) eingebaut, beides zusammen wiegt etwa 15 kg. Den verwendeten Bauteilen zufolge, müsste das Baujahr um 1927/28 liegen, wobei ein Großteil der Bauelemente von drei verschiedenen Herstellern stammt:

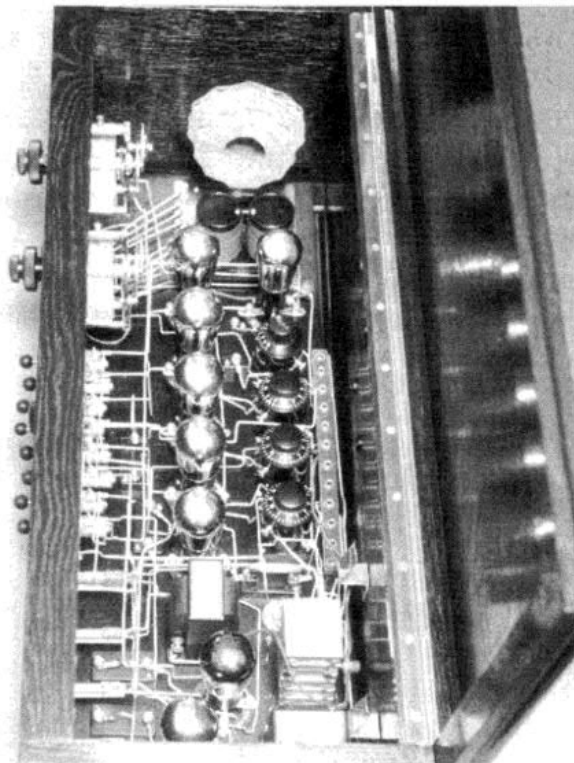


Bild 2: Chassis von oben.

- Drehkondensatoren mit Feintrieb, Röhrenfassungen, Konzert-Transformatoren Type T. 5. (1:4 und 1:2) von Förg,
- BINOCLE OSCILLATOR, HF-Filter, HF-Übertrager (SUPERHET TRANSFORMER) von Radix,
- Heizregler von Schaub.

Die Röhrenbestückung ist wohl typisch für ein solches Gerät und besteht aus folgenden Typen: 1 x RE 074 d, 4 x RE 074, 1 x RE 084, 1 x RE 114 und 1 x RE 134. Jede Röhre hat „ihren“ eigenen Heizregler, sogar mit entsprechender Bezeichnung (von links nach rechts am Gerät abgenommen): D.R. OSZ. Z.R. Z.R. Z.R. A. N.F.1 N.F.2,

Dieser Überlagerungsempfänger für Batterieanschluss dient gemäß seiner Beschriftung zum lückenlosen Empfang der Wellenlängen von 200 m bis 3000 m (100 kHz bis 1,5 MHz); der Wellenbereich ist dazu in zwei Bereiche unterteilt: 200 - 600 m und 600 - 3000 m. Praktisch werden diese Frequenzen nicht ganz eingehalten.

Wie Messungen ergaben, arbeitet das Gerät mit einer Zwischenfrequenz von etwa 52,6 kHz. Diese ZF gilt für beide Wellenbereiche gleichermaßen.

Vermutungen

Betrachtet man den HF-Teil, also den BINOCLE OSCILLATOR (Radix, Bild 3), das HF-Filter (Radix) und die HF-Übertrager (Radix) als das Herzstück des Empfängers, so liegt es nahe, dass es sich um ein Radix-Gerät handeln dürfte; der Rest der Bauelemente ist dann, wenn auch dringend erforderlich, nur Beiwerk. Aber leider findet sich an keiner Stelle des Gerätes ein entsprechender, expliziter

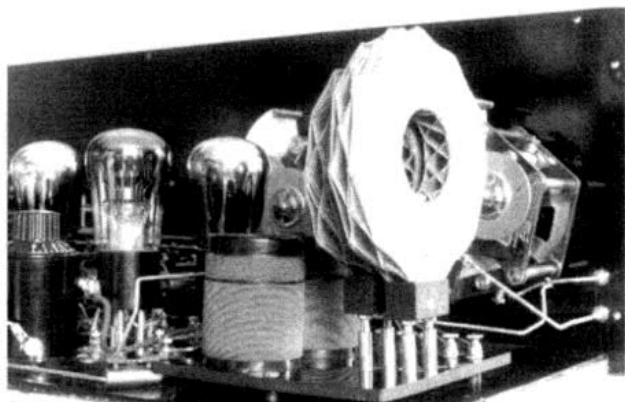


Bild 3: Detail „RADIX BINOCLE OSCILLATOR“, Förg-Drehkondensator, RE 074 d.

Hinweis auf die Firma Radix.

Sämtliche Bezeichnungen der Frontplatte sind äußerst sauber eingraviert, was nicht gerade auf ein „Bastelgerät“ hinweisen dürfte. Denn welcher Bastler hätte sein Eigenbaugerät mit derartigen, zudem fachmännischen (siehe oben) Abkürzungen versehen, wo doch auch das Gravieren nicht gerade preisgünstig ist? Hätte es eine Nummerierung der Heizregler von eins bis acht für ein „Bastelgerät“ nicht auch getan? Für unwahrscheinlich halte ich, dass die Industrie Frontplatten mit Gravierung für Bastelbedarf herstellte, ohne die dazugehörige Schaltung mitzuliefern.

Verdrahtung: Die mit versilberten Vierkantdrähten ausgeführte Verdrahtung macht einen etwas „chaotischen“ Eindruck. Es sieht nach einer geübten, aber dennoch irgendwie laienhaften Ausführung aus.

Und es spielt doch

Umso mehr erstaunt es, dass das Gerät, versehen mit Rahmenantenne und Lautsprecher - von einigen Wehwehchen abgesehen - einwandfrei spielt. Von einer hohen Schwingnei-

gung, wie es bei einem derartigen dichten Aufbau mit acht Röhren ohne jegliche Abschirmung der (HF-)Leitungen und der einzelnen Stufen zu erwarten wäre, ist glücklicherweise keine Spur.

Zusammenfassung

Ob ein Bausatz, ein nach einer Baumappe oder nach einer anderen Vorlage gebautes Gerät beim beschriebenen Batteriegerät ohne Firmenbezeichnung mit professionellem Äußeren und einem Innenleben mit laienhaftem Eindruck (aber funktionsfähig - obwohl es kaum zu erwarten war) vorliegt, konnte nicht eindeutig geklärt werden.

Eine abschließende Bitte: In der Funkschau-Ausgabe von 1929, Seite 16, (zweites Januarheft) findet sich der Bericht „Erfahrungen mit Supern“ inklusive einem Schaltbild, das dem der zuvor beschriebenen Truhe sehr ähnlich ist. Jener Bericht bezieht sich auf das Jahr 1928 und verweist auf die Funkschau-Ausgaben Nr. 18, 19, 24 und 25. Leider stehen mir diese Ausgaben nicht zur Verfügung. Wer könnte mir da bitte helfen?

Ich habe die Hoffnung, dass der eine oder andere Leser ähnliche Geräte kennt oder Informationen dazu hat und sich mit mir in Verbindung setzt. Konkret suche ich alles, was damit in Zusammenhang steht, beispielsweise Kopien von Schaltplänen, Bauanleitungen, Prospekten Bedienungsanleitungen, Blaupausen, und so weiter.

Einen besonderen Dank möchte ich unserem GFGF-Mitglied MICHAEL MEYER für die Neuzeichnung des Empfänger-Schaltbildes sagen. □

RUNDFUNKEMPFÄNGER

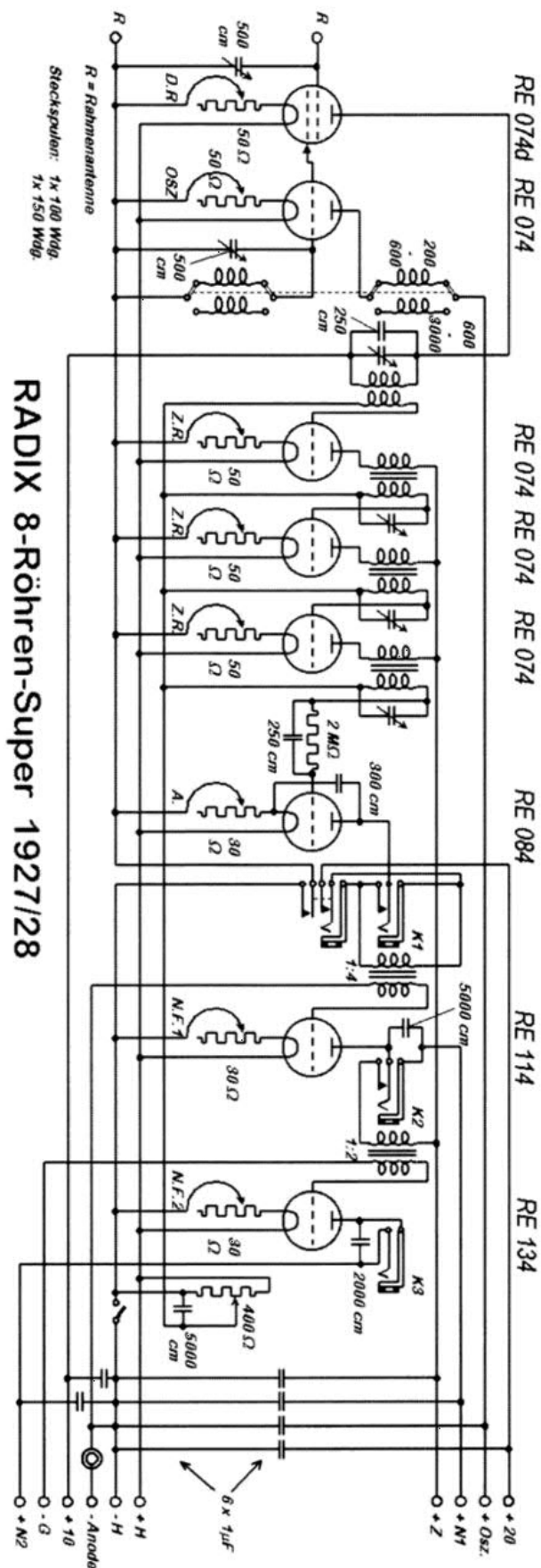


Bild 3: Schaltbild des 8-Röhren-Supers 1927/28 (Teil 2).

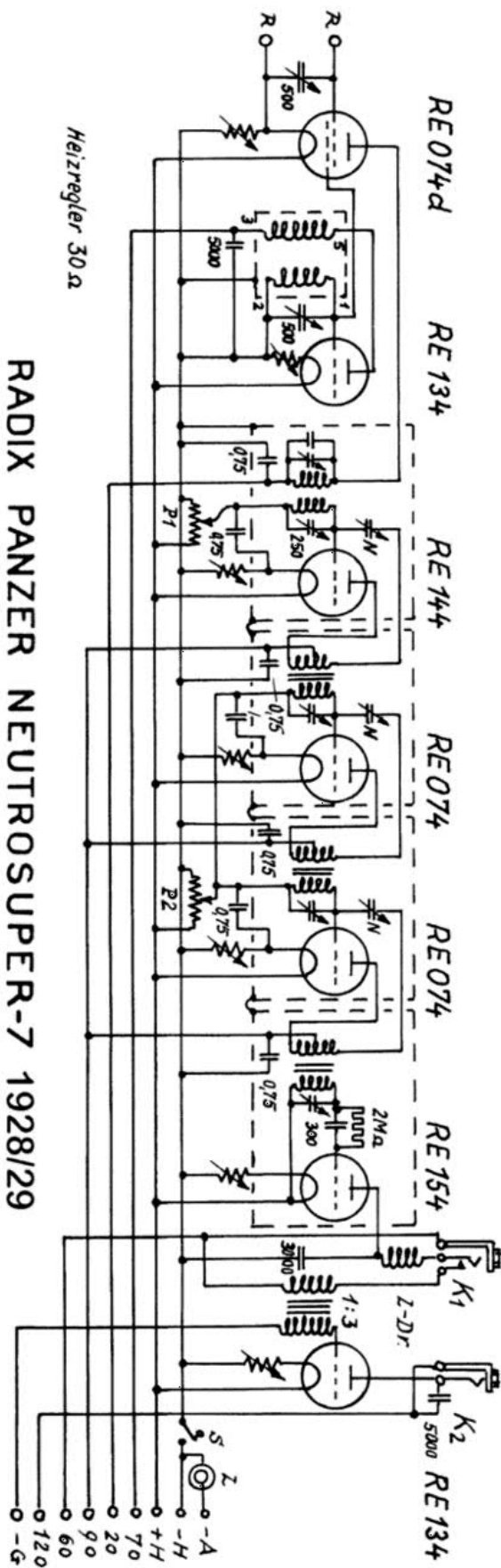


Bild 4: Schaltbild des 7-Röhren-Supers 1928/29 (Teil 3).

RADIX (3) - Panzer-Neutrosuper

✎ HERBERT BÖRNER, Ilmenau
Tel.:

Der „Panzer-Neutrosuper 7“ (Bild 1) ist nach dem Wissensstand des Jahres 1928 konstruiert. Für den gesamten Hochfrequenzteil werden RADIX-Bauteile verwendet. Auf einer 56 x 60 cm großen Blaupause ist die Lage aller Teile im Maßstab 1 : 1 eingezeichnet. „Die Maße des Bauplanes sind genau einzuhalten“ mahnt A. CL. HOFMANN in der ausführlichen Bauanleitung, die die gesamte Rückseite der Blaupause füllt.

Der (unbekannte) Erbauer des hier beschriebenen Gerätes hielt sich sehr genau daran. Er hatte nur Wahlmöglichkeiten beim Gehäuse und bei den nicht von RADIX gelieferten Bauelementen (Drehkos, Röhrenfassungen, Heizwiderstände, NF-Trafos und weitere Kleinteile). Wie einem Hinweis auf der Bauanleitung zu entnehmen ist, besaß RADIX sogar die Telefunken-Bauerlaubnis (Bild 2).

Das Gerät ist mit sieben Batterieröhren bestückt, doch wegen des relativ hohen Anodenstrombedarfs wurde schon damals nicht der Batteriebetrieb, sondern die Verwendung einer Netzanode empfohlen.

Die Schaltung (siehe Seite 316) weist als Mischröhre die Doppelgitterröhre RE 074 d aus, als getrennte Oszillatorröhre ist wegen ihrer hohen Steilheit eine RE 134 eingesetzt. Es folgt ein dreistufiger, einzelkreisgekoppelter ZF-Verstärker. Als erste ZF-Röhre wurde wegen ihrer geringen Steilheit eine RE 144 eingesetzt, um die Schwingneigung zu verringern. Die beiden anderen ZF-Röhren sind vom Typ RE 074. Eine RE 154 fungiert als Audion und gleichzeitig als Treiberröhre für die transformatorisch gekoppelte Endstufe mit einer RE 134.

Die drei ZF- sowie die Audionstufe sind in je einer Metallbox („Panzer“) untergebracht. Die ZF-Röhren sind neutralisiert, das heißt, die innere Gitter-Anoden-Kapazität wird durch eine gegenphasig über die „Neutro-

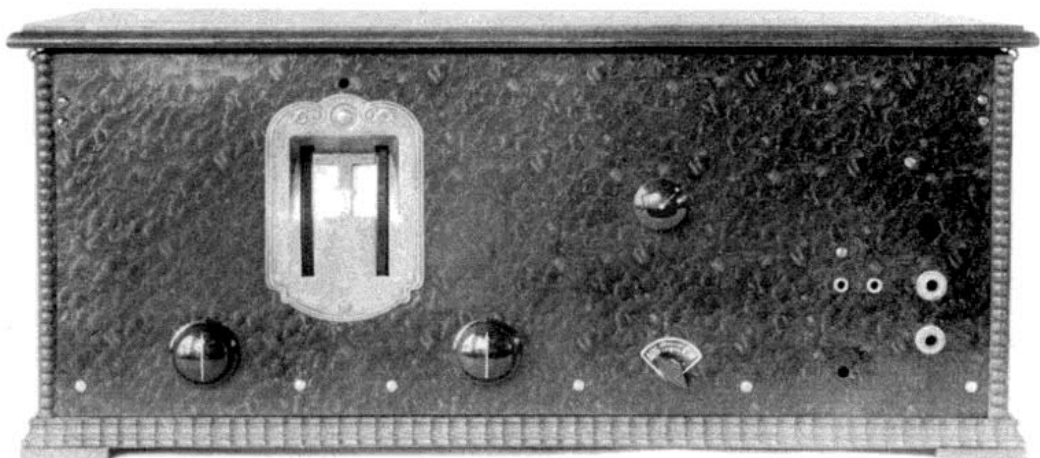


Bild 1:
Frontansicht des Neutrosuper 7

Nur für Bastlerzwecke!

Gewerbsmäßiger Bau oder gewerbsmäßige Zusammenstellung von Baukästen nach dieser Schaltung ist verboten und zieht zivil- und strafrechtliche Verfolgung wegen Patentverletzung nach sich.

Mit Telefunken-Lizenz!

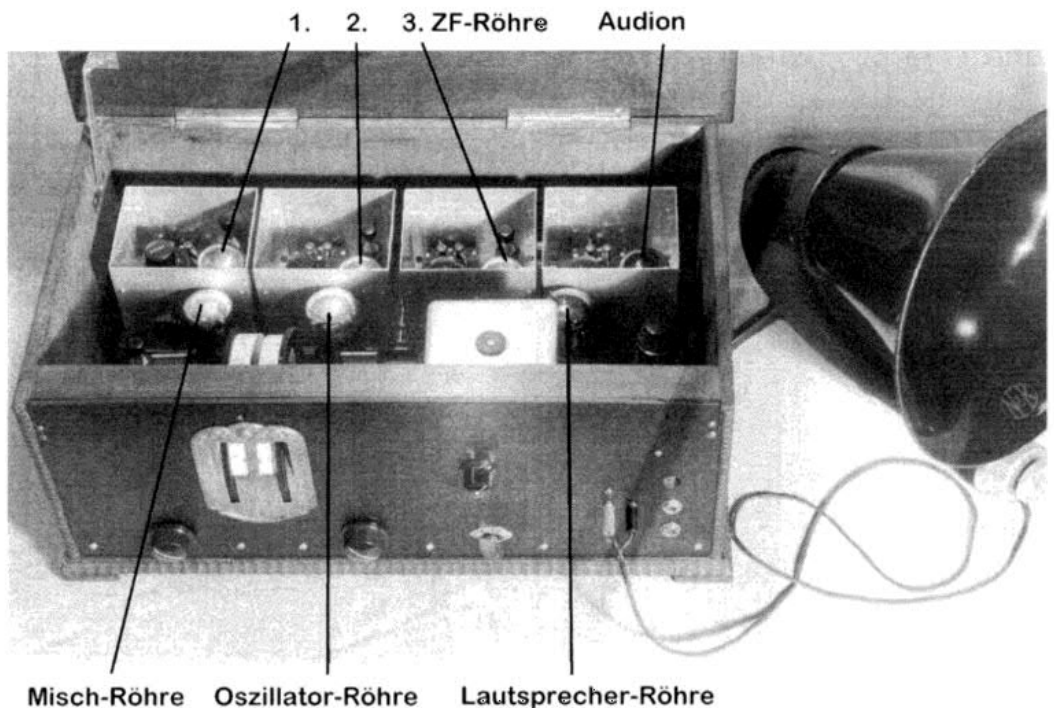
Bild 2: RADIX besaß sogar die Telefunken-Bauerlaubnis.

don“-Kondensatoren N zugeführte Spannung kompensiert. Dadurch wird die Neigung zur Selbsterregung verringert, wodurch eine höhere Verstärkung pro Stufe erreichbar wird. Die Einstellung der Neutralisierung ist in der Anleitung beschrieben. Die Heizwiderstände werden nur einmal fest eingestellt. Mit zwei Potentiometern kann der Arbeitspunkt der ZF-Röhren geregelt werden (Probieren). Zwei Klinkenbuchsen dienen zum Anschluss entweder eines Kopfhörers an K 1 oder eines Laut-

sprechers an K 2. Die Lage der Bauteile im fertigen Gerät geht aus Bild 3 hervor. Der Spulensatz ist umschaltbar für LW = 700 - 2000 m, MW = 200 - 600 m und KW = 18 - 65 m ausgelegt. Die ZF beträgt 42,5 kHz. Da Vorkreis und Oszillator unabhängig voneinander mit getrennten Drehkos an je einer Trommel eingestellt werden, erscheinen die meisten Sender beim Durchstimmen des Oszillators zweimal, einmal bei $f_{O1} = f_E + f_Z$ und einmal bei $f_{O2} = f_E - f_Z$ (mit f_O = Oszillatorfrequenz, f_E = Empfangsfrequenz und f_Z = Zwischenfrequenz).

Der Empfang auf Mittelwelle ist mit einer kleinen Rahmenantenne von 50 cm Kantenlänge sehr gut. Die ZF-Verstärkung ist so groß, dass man bei fehlendem Eingangssignal das Röhrenrauschen der Mischröhre im Lautsprecher wahrnimmt. □

Bild 3: Blick in das Innere des RADIX-Neutrosupers 7. Die Hauben der Abschirmboxen sind abgenommen.



Entwicklung des UKW-Rundfunks

Teil 7: Zeitraum 1934 - 1940, Folge 3

✎ GERHARD BOGNER, Neu-Ulm
Tel.:

UKW-Konverter: Etwas für Bastler

Die Idee für die Teilnahme am UKW-Empfang, das Rundfunkgerät durch einen Konverter zu erweitern, war nicht neu, wie 1932 aufgezeigt. Das Thema lebte zwischenzeitlich durch weitere Bauanleitungen in verschiedenen Fachzeitschriften und Broschüren immer wieder auf, allerdings verbessert und unter Verwendung moderner Röhren und Mischschaltungen. Dieser Umstand erhielt über Jahre das Interesse am Rundfunk auf UKW. So schrieb F. C. SAIC 1937: „Wer jemals die unwahrscheinlich gute Wiedergabe direkter UKW-Tonsendungen kennen gelernt hat, wird, wo immer nur zugänglich, auf UKW umstellen.“ Jedenfalls, sofern man über Grundkenntnisse verfügte, keine zwei linke Hände hatte und in Reichweite des Berliner Senders wohnte. Zu kaufen gab es vor 1938 weder Superhets mit UKW noch Vorsatzgeräte [185, 186].

1935 tritt deshalb die bekannte Firma AKE (A. Cl. Hoffmann, Berlin) mit einem umfangreichen UKW-Bauprogramm an die Bastler heran. Zum Aufbau eines UKW-Vorsatzgerätes (Superhet) oder eines vollständigen 4-Röhren-Überlagerungsempfängers

(mit ACH 1 und RENS 1284) hatte AKE Spulenaggregate für Antennen/Eingangskreis, Oszillatoren und Zwischenfrequenz in der Lieferliste. Im gleichen Jahr stellte die Firma Heschö mit „Tempa N“ und „Tempa S“ zwei keramische Massen vor, aus denen sich Kondensatoren und aus „Tempa N“ Spulenkörper mit aufgebraunten Wicklungen fertigen ließen. Obwohl mit diesen Bauelementen Oszillatorschwingkreise für UKW mit kleiner Temperaturabhängigkeit aufgebaut werden konnten, fand das Temperatur-Kompensationsverfahren in den Bauanleitungen offensichtlich keine Berücksichtigung [176, 187, 188].

1936 kommt es auch zu einer Veröffentlichung einer Bauanleitung für einen UKW-Superhet mit drei Röhren (ACH 1, RENS 1284, RES 164), der mit einer ZF von 1,6 MHz arbeitete. Die Schaltung sah keine ZF-Verstärkung, aber eine Entdämpfung des ZF-Filters durch Rückkopplung vor. Das fußpunktgekoppelte ZF-Filter hatte der Autor für einen Durchlassbereich von 12 kHz dimensioniert, um eine gute Übertragungsqualität zu gewährleisten. Zur Vermeidung von netzspannungsbedingten Frequenzänderungen des Oszillators war ein Glimmstabilisator GR 150 vorgesehen - welch ein Luxus in einem Gerät ohne ZF-Verstärkung [189].

Eine interessante Bauanleitung erstellte die Firma J. K. Görler mit

RUNDFUNKTECHNIK

Stückliste zur UKW-Superhet-Eingangsschaltung

Bild 42

- L Gitterspule 4 Wdg. 25 mm Durchmesser 2 mm Abstand von Windung zu Windung. 1,5 mm Drahtdurchm. Gitterabgriff bei der 2. Windung vom Anfang gerechnet
- L₁ Überlagererspule 4 Wdg. nach Angaben von L
- LR Rückkopplungsspule 5 Wdg. 20 mm Durchmesser sonst wie Spule L; die Spule wird in L₁ eingeschoben und gut befestigt
- L₂ Koppelspule 2 Wdg. 25 mm Durchmesser. Diese Spule muß möglichst fest mit L₁ gekoppelt werden. Abstand etwa 3—4 mm von L₁
- Dr₁ Hochfrequenzdrossel 100 Wdg. auf Ferrocort-Kern (vgl. Text)
- Dr₂ Hochfrequenzdrossel, jede gute Kurzwellendr. ist hier brauchbar
- Dr₃ wie Dr₂
- C₁ Antennenkopplungskondensator, Differentialkondensator 2×10 cm (Horn)
- C₂ u. C₃ Drehkondensator je 50 cm
- C₄ Blockkondensator 5000 cm
- C₅ Blockkondensator 10 000 cm Induktionsfreie Ausführung
- C₆ Blockkondensator 4 µF
- C₇ Blockkondensator 0,1 µF
- C₈ Blockkondensator 2 µF
- C₉ Blockkondensator 4 µF
- C₁₀ Blockkondensator 10 000 cm Induktionsfreie Ausführung
- C₁₁ Blockkondensator 4 µF
- C₁₂ Blockkondensator 500 cm
- W₁ u. W₂ Hochohmwiderstand je 5000 Ω Drahtwicklung zugelassen
- W₃ Hochohmwiderstand 2000 Ω Keine Drahtwicklung
- W₄ u. W₅ Hochohmwiderstand je 5000 Ω Drahtwicklung zugelassen
- W₆ Hochohmwiderstand 20 000 Ω
- Röhren: RENS 1284 Eingangs- und Mischröhre
- REN 904 als Überlagererröhre

Bild 43

- L₁ Gitterspule 4 Wdg. Kupferdraht 1,5 mm Durchmesser, Spulendurchmesser 25 mm Abstand von Windung zu Windung
- L₂ wie L₁
- L₃ Rückkopplungsspule 5 Wdg. 20 mm Durchmesser, diese Spule wird in die Spule L₂ eingeschoben und isoliert befestigt
- Dr₁ u. Dr₂ Heiz-Drosseln 1 mm Kupferdraht 10 Windungen auf Pertinaxrohr oder Holzröllchen 15 mm Durchm. (vgl. Text)
- C₁ Antennenkondensator 4—5 cm Kalit
- C₂ Drehkondensator 50 cm (Kalit oder Frequentit)
- C₃ Blockkondensator 0,1 µF 150 V Betriebsspannung
- C₄ Blockkondensator 0,1 µF induktionsfreie Wicklung
- C₅ u. C₆ je 10 000 cm
- C₇ Drehkondensator 50 cm (Luftisolation)
- C₈ 50 000 cm
- C₉ 2 µF
- C₁₀ 20 000 cm
- C₁₁ 500 cm
- Dr₃ Kurzwellendrossel
- W₁ 150 Ω Widerstand
- W₂ 3000 Ω Widerstand
- W₃ 50 000 Ω Widerstand
- W₄ 30 000 Ω Widerstand
- W₅ 30 000 Ω Widerstand
- W₆ 20 000 Ω Widerstand
- W₇ 1000 Ω Widerstand
- W₈ 3000 Ω Widerstand
- Röhre: ACH 1

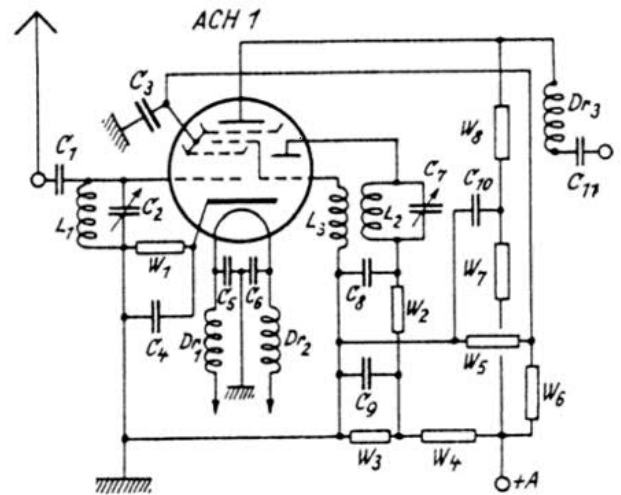
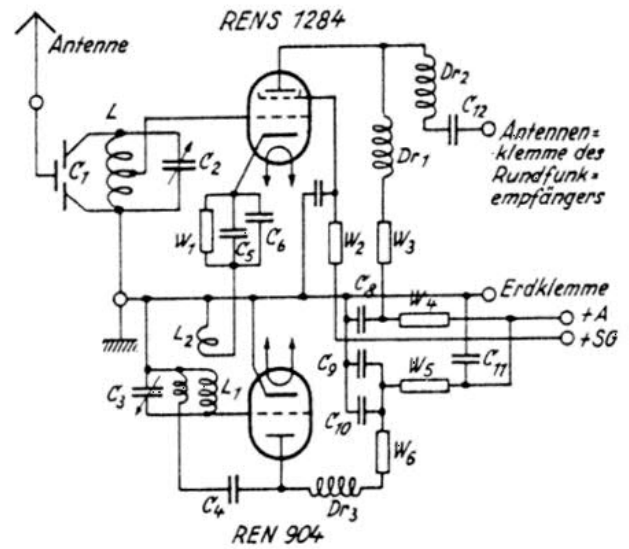


Bild 1: Bauanleitungen für UKW-Vorschaltgeräte (Konverter), deren Stromversorgung das nachgeschaltete Rundfunkgerät übernimmt.

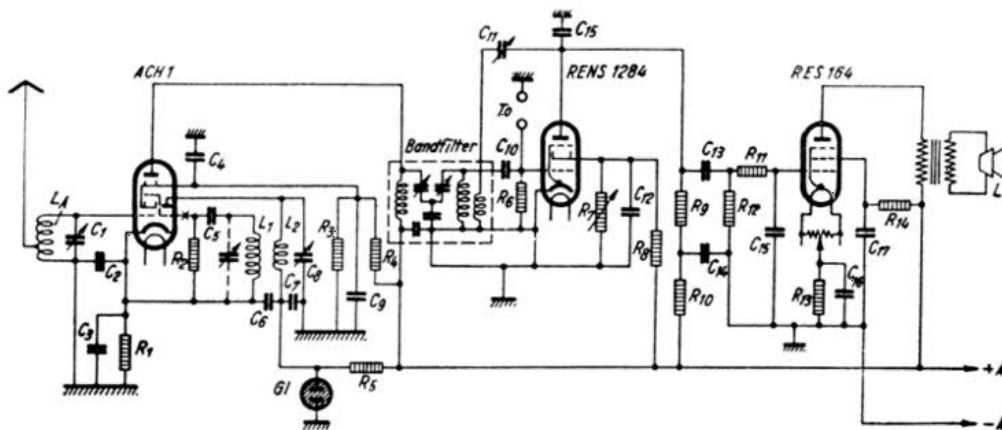


Bild 2: UKW-Kleinsuperhet ohne ZF-Verstärker, aber mit ZF-Rückkopplung (Bauanleitung).

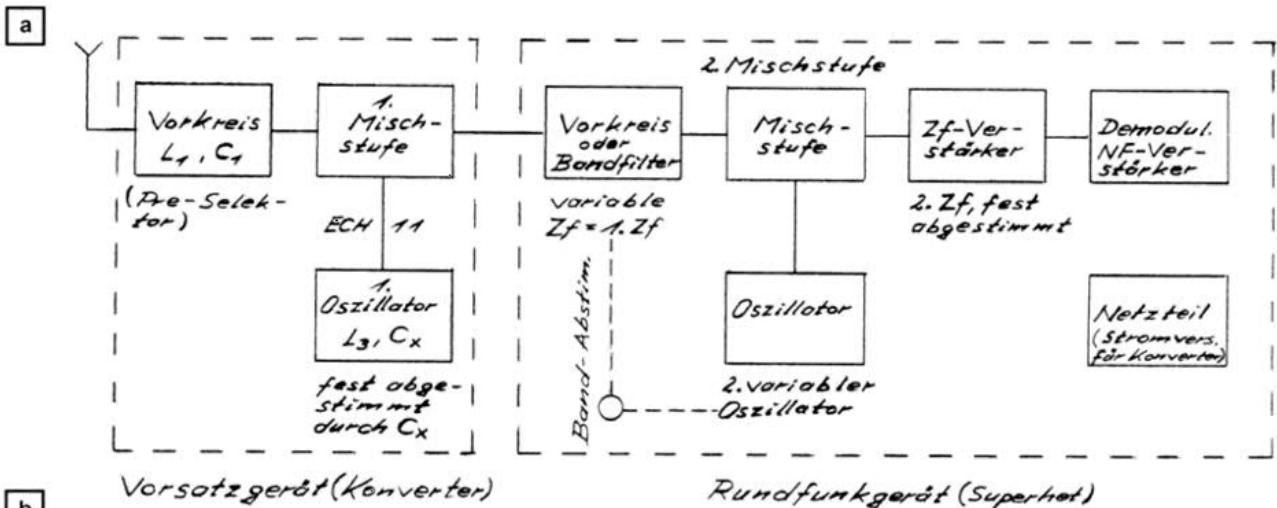
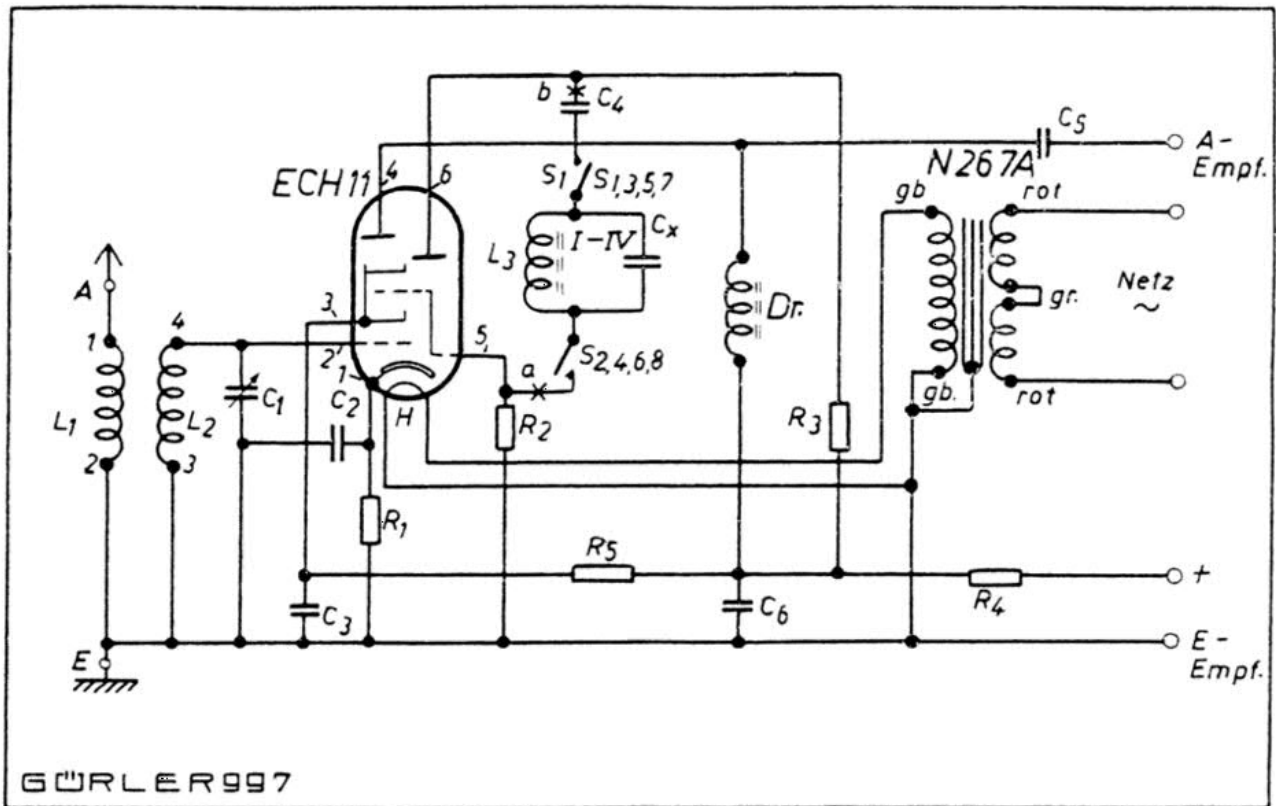


Bild 3: a) Schaltbild des Spezial-Kurzwellen-Vorsatzgerätes der J. K. Görler GmbH mit fest abgestimmtem Oszillator.
 b) Prinzip eines Doppelsupers mit Band-Durchstimmung (etwa 100 kHz) unter Verwendung des Görler-Vorsatzgerätes.

einem „Spezial-Kurzwellen-Zusatzgerät für jeden Empfänger“. Mit vier fest abgestimmten umschaltbaren Oszillatortypen ließen sich im Mittelwellenbereich (500 - 1500 kHz) mit dem Abstimmknopf eines nachgeschalteten Superhets jeweils 1 MHz

breite ausgewählte Bänder durchstimmen. Durch eine geringfügige Änderung der angegebenen Windungszahl der Oszillatortypen des Bereichs 6,9 - 7,06 m konnte auch der Berliner Fernseh-Tonsender auf $\lambda = 6,66$ m empfangen werden.

Das Prinzip in Kurzform: Vorkreis (L_2, C_1) - erste Mischstufe / Oszillator (L_3, C_x , festabgestimmt) - variable erste ZF (Vorkreis des *) - zweite Mischstufe / zweiter Oszillator * - feste zweite ZF * - Demodulator und NF-Verstärker *.

* = nachgeschalteter Superhet (Rundfunkgerät)

Die originelle Idee eines „Band-supers“ war nicht neu, sondern geht auf einen Vorschlag der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DLV) zurück, die allerdings im ersten Oszillator einen Schwingquarz vorsah. Das Doppelsuper-Prinzip mit einer durchstimmbaren ersten ZF wurde nach dem Krieg von der Firma Collins Radio Company, USA zur Hochform kultiviert [290, 291].

1940 beschreibt der KW-Spezialist R. WIGAND den Bau eines empfindlichen und selektiven UKW-Vorsatzgerätes. Der im Bereich $\lambda = 10 - 5$ m

durchstimmbare Konverter erzeugte eine ZF-Frequenz im KW-Bereich (6,5 MHz). Das nachgeschaltete Rundfunkgerät musste deshalb über einen KW-Bereich verfügen.

Für die allermeisten Bastler und Funkamateure blieb, wenn man nicht über so gute Beziehungen wie R. WIGAND verfügte, wegen der damals schwierig zu „organisierenden“ EF 14, die Realisierung des Konverters wohl auch nur ein Wunschtraum [292]!

Mit einem Problem hatten sich jedoch vielfach die Benutzer eines UKW-Vorsatzgerätes herumzuschlagen - mit dem lästigen „Weglaufen“ des eingestellten Senders [293].

Davon betroffen waren praktisch alle Radiobastler, die sich mit dem Bau eines UKW-Rückkopplungs-Pendelfrequenz- oder Superhet-Empfängers beschäftigten, da man in den Bauanleitungen dieses heikle Thema

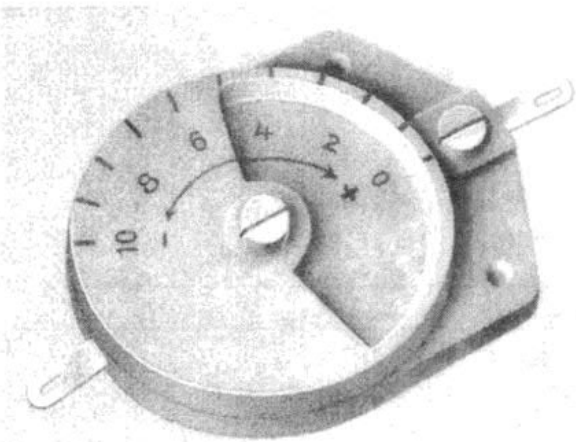
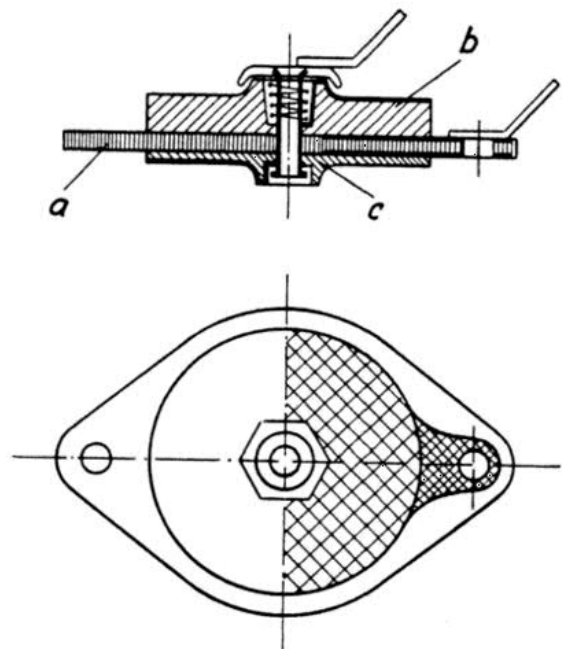


Bild 6: Einstell-Trimmer („Regler“) zur Temperatur-Kompensation (Hescho, 1937).

a) Ansicht

b) Schematische Darstellung (a = Grundplatte aus Calit mit beider-

seits aufgebranntem Silberbelag, b = drehbare Scheibe aus Condensa C mit aufgebranntem Silberbelag, c = drehbare Scheibe aus Calit mit aufgebranntem Silberbelag, mit b gekuppelt.



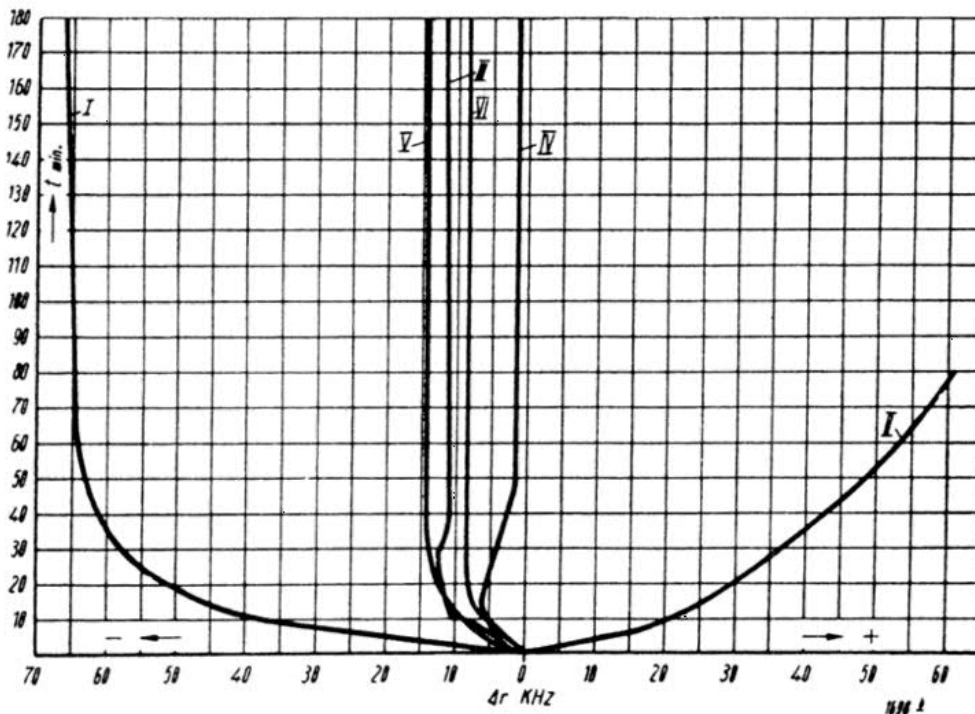


Bild 7: "Erfolgskurven" von Frequenz-Stabilisierungsmaßnahmen, erzielt durch die Verwendung spezieller Kondensatoren aus Condensa F und Tempa S, sowie besonderer Spulenausführungen (Frequenzänderung in kHz/min)

1. Kondensator-Auswahl (C₁ in Bild 5):

Kurve	Keramik-Kondensator (keramische Masse)	Temperatur-Koeffizient
I	Calit 15 pF	$T_k = 1,2 \times 10^{-4}$
II	Condensa F 15 pF	$T_k = -7,4 \times 10^{-4}$
III	2 x Condensa F 8,1 pF 1 x Tempa S 9,3 pF (Cu-Spule 14 mm ^o , HF-Eisenkern 11 mm ^o)	$T_k = -7,4 \times 10^{-4}$ $T_k = 0,3 \times 10^{-4}$

2. Spulen-Ausführung (L₃ in Bild 5):

Kurve	Ausführung von L ₃
IV	a) Kupferdraht, 19 mm ^o , HF-Eisenkern 11 mm ^o (an Stelle einer Cu-Spule mit 14 mm ^o und HF-Kern 11 mm ^o *) mit der Kondensatorkombination aus: 2 x Condensa F und Tempa S (wie unter III). (* = kleinere Temperaturabhängigkeit des Eisenkerns)
V	b) Kupferwindungen auf Calit-Rohr aufgalvanisiert: - ohne Oberflächenvergütung
VI	- Oberfläche versilbert (= kleinerer Oberflächenwiderstand)

der Temperaturkompensation ausklammerte.

1937 brachte die Firma Hescho für kommerzielle Anwender ein einstellbares keramisches Bauteil mit verschiedenen Kapazitätswerten auf den Markt. Die Zusammensetzung des Spezial-Trimmers aus zwei verschiedenen Massen, von denen die eine einen positiven und die andere einen negativen Temperaturkoeffizienten hatte, erlaubte eine Temperaturkompensation durch Probieren. Ein geadezu geniales Bauelement für den Bastler, für den der Preis keine Rolle spielte [294, 275]!

Erst 1942 geht in einer Anregung zum Bau eines 6-Kreis-UKW-Empfängers (der in reduzierter Form auch als Konverter erstellt werden konnte) der Autor, als Kenner der Materie, im Rahmen des Beitrages sehr ausführlich auf die vielfältigen Ursachen und deren Bekämpfung ein. Nach der Umsetzung eines empfohlenen Maßnahmebündels konnte man nach einer Einlaufzeit von etwa 15 Minuten mit einem ausreichenden „Stehvermögen“ des Oszillators rechnen [295].

□

Literatur:

- [285] Federmann, W.: Das Fernsehheft für Wissbegierige und Bastler. Verlag R. Hobbing, Berlin, 1935, S. 46-49.
- [286] Saic, F. C.: Ultrakurz ... RM, 6. Jhg. (1937), H. 7, S. 198.
- [287] Gerber, E.: UKW-Superhet-Vorsetzgeräte. FTV, 6. Jhg. (1936), H. 6, Gruppe V, S. 34 (S. 184).
- [288] Wigand, R.: Kurze und Ultrakurze Wellen auf der Berliner Funkschau 1935. Rafa, 1935, H. 10, S. 173-178.
- [289] Faust, G.: UKW-Superhet für Wechselstrom. FTM, 193, H. 1, S. 1-20.
- [290] o. Verf.: Spezial-KW-Zusatzgerät für jeden Empfänger. J. K. Görler: „Der Kontakt“, 15.9.1938, H. 29, S. 234-240.
- [291] Slawyk, W.^{*)}: Kurzwellentechnik. Kap. 4: Empfänger. Hrg: D.A.S.D., ^{*)}Autorenkollektiv. Verl. Rothgieser u. Diesing A.G., Berlin, 1931, S. 69.
- [292] Wigand, R.: Senden und Empfang kurzer und ultrakurzer Wellen. Teil III: UKW, Kap. Empfänger für Meterwellen, S. 72-77. Lehrmeister Bücherei Nr. 1081/82. Verlag Hachmeister u. Thal, Leipzig, 1940.
- [293] Busse, E.: Gehts mit UKW? Fernsehen, 1930, Nr. 10, S. 446-448.
- [294] Wilhelmy, H.-J.: Neue Einzelteile für Selbstbau und Industrie. FS, 1938, H. 37, S. 293
- [295] Kinne, E.: Fernseh-Tonempfänger. FTM, 1942, H. 4, S. 54-56.

Leserbrief „in eigener Sache“ zu meinem Radione-Artikel aus FG 147

✎ CONRAD H. VON SENGBUSCH, Hamburg

Tel.:

Auf meinen Radione-Beitrag bekam ich erfreulicherweise mindestens zwölf Anrufe. Ich bedanke mich hiermit für die Erfahrungen anderer Sammler.

Mit weiteren Informationen werden sich die Sammler selbst zu Wort melden, ich will dem nicht vorgreifen. Hier aber noch ein paar Hinweise von allgemeinem Interesse:

Ich schrieb, dass wichtige Ersatzteile für den R 2 und R 3 nachgefertigt würden. So bekam ich von Sammlerfreunden Skalen für den R 2, Knöpfe und einen Netzwürfelstecker in vorzüglicher Qualität. Leider bekam ich aber keine Auskunft zu den Quellen der Nachfertigung, so dass ich hier passen muss.

Ergänzen kann ich noch, dass es auch serienmäßig R-2-Empfänger gegeben hat, wo die Griffschuhe mit Kräusellack gespritzt wurden und die Zierringe für das Lautsprechergitter und die Skala verchromt sind.

Bei der Suche nach Herstellern von Kräusellacken kamen dankenswerterweise interessante Hinweise von PETER OLLMANN aus der Schweiz, der im „Oldtimer Markt“ (VFW-Verlag Mainz) Hinweise für die Verarbeitung und Lieferung dieser Lacke in Heft

1/2003 und weitere Lieferantenquellen in folgenden Heften fand. Liefermöglichkeiten über spezielle RADIONE-geeignete Farbtöne bitte direkt bei den Vertreibern erfragen:

Dirk Schucht, Tel.

Schrumpflack in 400-ml-Sprühdosen, aber nur in Schwarz, Silber und Rot,

KTS American Parts GmbH, Bönningstedt, Tel.

temperaturfeste Lacke bis 177 °C,

Harley Davidson, Kopenhagen, „VHT Wrinkle Plus coating“, hitzebeständig.

Auch die „Spray-colour GmbH“ in Düren soll noch einen Schrumpflack (337 jet schwarz) im Programm haben.

Noch eine Korrektur: Auf Seite 56 der FG 147 muss es unter „Eine Auswahl der Konstruktionen“ heißen: Es gibt verschiedene Spulenkörper...

Schließlich muss korrigiert werden, dass es keinen Peilvorsatz zum Radione R 3 gab, vielmehr hatte man nach dem Krieg wohl ein Lager mit R-3-Empfängern entdeckt, für die ein stil- und farbgleicher Konverter-Vorsatz in kommerzieller Bauweise von einer deutschen Firma entwickelt wurde, so dass mit dem Gerät auch MW-Empfang ohne Veränderungen möglich war. Diese Erkenntnis kam den Spezielsammlern aber auch erst in jüngster Zeit.

Auch ein Radione R 1, der Urvater, der Kofferserie, wurde entdeckt. Darüber aber ein anderes Mal. □

Verwendung des Lumophon-Gebäudes

✉ EUGEN BERBERICH, Nürnberg,
DL 8 ZX
Tel.

Gebäude gewichen, aus Empfang ist nun Sendetechnik geworden! In unmittelbarer Nachbarschaft ist auch das alte "Zeltner-Schlösschen", das als "Stadtteil-Laden" für die Umgebung funktioniert. □

Die Firma Lumophon war ja in Nürnberg im Stadtteil Zerzabelshof (Zabo) ansässig, wo auch das frühere FCN-Stadion war.

Auf einer Fahrrad-Entdeckungs-Tour in diesem Stadtteil ist mir das renovierte Gebäude der ehemaligen Radiofabrik aufgefallen. Zur guten Zeit der Grundig Radiowerke war darin als Nachfolger von Lumophon ein Fertigungsbetrieb von Grundig untergebracht.

Seit Jahren nutzt die Stadt das Gebäude als Asylantenwohnheim.

Im Jahre 2002 wurde das Gebäude saniert und außen völlig wärmeisoliert, es dient weiterhin als Asylantenwohnheim.

Außerdem ist das Gebäude, wie man auf dem Foto sieht, mit vielen Mobilfunkantennen bestückt, das trägt doch einige Einnahmen zum Gebäudeerhalt bei. Die Hochfrequenz ist also doch nicht ganz aus dem



Bild 1: Ansicht des ehemaligen Lumophon-Gebäudes mit neuen Sendeantennen.



Bild 2: Das Zeltner-Schlösschen.

Funkwerk Erfurt - Tod einer Legende

↳ REINHARD RIEK, TR Funkwerk Erfurt,
Erfurt

Tel.:

Am 1. April 1999 begannen die Abbrucharbeiten am ehemaligen Hauptgebäude - A - des ehemaligen Funkwerk Erfurt. Das A-Gebäude war das Hauptgebäude und galt allein als „Inbegriff des Funkwerks“, jede Nennung des Firmennamens wurde mit diesem Gebäude assoziiert.

Da vielen nicht klar ist, welche Stellung das Funkwerk Erfurt in Ostdeutschland einnahm, soll hier kurz über den Werdegang dieses wichtigen Kapitels deutscher Funkgeschichte berichtet werden.

Das Werk wurde 1937, auf Empfehlung und Betreiben des Gauleiters FRITZ SAUCKEL, von der Firma Telefunken als Erweiterungsbau des auf dem Gelände vorhandenen, bereits

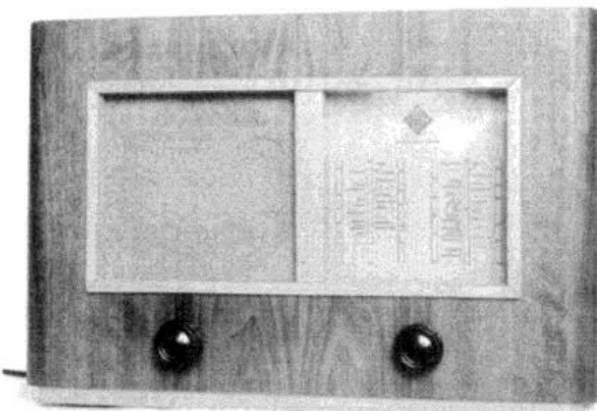


Bild 1: Der 428 GW, das einzige in Erfurt produzierte Rundfunkgerät [4].

(Foto: G. Abele „Historische Radios“)

1921 erbauten Fabrikgebäudes der bis zum Ende des 1. Weltkrieges dort ansässigen königlich-preußischen Gewehrfabrik errichtet und diente als Zulieferwerk für die Wehrmacht. SAUCKEL selbst schlug HITLER den Standort Erfurt zur Errichtung eines Röhrenwerkes für die Wehrmacht vor. HITLER unterbreitete dann der Firma Telefunken den Vorschlag zur Errichtung des Werkes in Erfurt. Geliefert wurden vornehmlich Empfangs- und Senderöhren, aber auch Funk- und Messgeräte. Zudem wurden in einer kleinen Auflage auch Röhren für den zivilen Markt produziert. Es gibt Röhrenkartons von Telefunken mit der Aufschrift „Telefunken Werk Erfurt“. Diese Kartons sind allerdings sehr selten. Auf den Röhren selbst fand man keinen speziellen Aufdruck. Ab 1938 wurde auch hier eine Teilaufgabe der Volksempfänger produziert.

Nach dem Krieg waren es amerikanische Truppen, die Erfurt besetzten, ihnen folgten im Juli 1945 die russischen. Diese demontierten Teile des Werks und ließen Konsumgüter für die UdSSR fertigen. Bereits 1945 wurde aber wieder die Produktion von Röhren und Messgeräten aufgenommen. Der Not gehorchend, wurden hier auch Kochtöpfe, Haushaltssiebe und elektrische Kocher gefertigt sowie kleinere Reparaturen ausgeführt [4]. Die Russen überführten das Werk in Eigentum der Sowjetunion, und ab September 1946 firmierte es als SMAD-Betrieb (SMAD = Sowjetische Militäradministration in

Deutschland). Es wurden als Reparationsleistungen Röhren und Radiogeräte gefertigt. Weiterhin wurden hier Oktalröhren gefertigt, da das AEG-Röhrenwerk in Berlin zerstört war und noch nicht produzieren konnte. (Das FWE war das erste wieder funktionierende Röhrenwerk auf ostdeutschem Gebiet.) Aber auch Röhren der RE-, A- und C-Serie wurden wieder produziert. Hier wurden ab 1946 auch wieder Stahlröhren gefertigt, allerdings hatten diese Kolben aus Glas, da Stahl und Eisen schwer zu beschaffen waren. Diese Röhren sind an einer hellen silbernen Metallisierung zu erkennen.

Bild 2: Das alte Logo vom Funkwerk Erfurt



1947 erhielt das Werk den Namen „Funkwerk Erfurt, Betrieb der SMAD“, das alte Telefunken-Logo wurde beibehalten und entsprechend modifiziert. Auch wurden kurzzeitig 1948 in einer kleinen Auflage von etwa 850 Exemplaren Rundfunkempfänger in Erfurt gebaut. Leider ist bis heute nur ein einziges Exemplar erhalten geblieben, der Rest der Geräte ist verschollen. Laut eines alten Zeitungsberichtes soll aber noch 1952 der Etappensieger der Friedensfahrt (internationales Straßenradrennen durch Polen, Tschechien und Deutschland), ein Pole, als Siegerprämie ein Rundfunkgerät aus der FWE-Produktion erhalten haben. Über diese Pro-



Bild 3: Das neue Logo vom Funkwerk Erfurt

duktion des Jahres 1952 weiß allerdings niemand mehr etwas.

Bereits im Jahre 1949 wurde das Werk in einen VEB umgewandelt und firmierte jetzt unter der Bezeichnung „Funkwerk Erfurt, Landeseigener Betrieb“, das alte Logo wurde beibehalten. In der Zeit zwischen 1950 und 1960 waren in der DDR Firmenzeichen verpönt. Die neue Staatsführung erachtete diese als kapitalistisches Merkmal. Die Betriebe waren im so genannten „VVB“ (Verband volkseigener Betriebe) zusammengefasst und produzierten unter einer Firmennummer. Das Funkwerk Erfurt trug in dieser Zeit die Firmennummer „VEB RFT 602“. Etwa 1960 wurden aber wieder Firmenzeichen eingeführt, da der Nummernschlüssel für die zunehmende Zahl der Betriebe nicht mehr ausreichte und es zu Nummerndopplungen und damit öfter zu Verwechslungen kam. Ab 1961 wurde ein neues Logo eingeführt, das später innerhalb der Ostblockstaaten zum Begriff für Qualität und Präzision werden sollte. Von den Erfurtern und den „Funkwerkern“ wurde dieses Logo einfach „Eule“ genannt.

Wie man ausgerechnet auf die Bezeichnung „Eule“ kam, lässt sich heute leider nicht mehr ermitteln. 1951 erfolgte die Produktion der legendären Gnomröhren, zuerst mit einem 8-poligen

FIRMENGESCHICHTE

Sockel. Diese Röhren hatten Ähnlichkeit mit den Loktröhren der 20er und 70er Reihe, später erhielten die Röhren den bekannten 11-poligen „Gnomröhrensockel“. Aus Gründen von Exportschwierigkeiten wurde die Produktion der Gnomröhren 1952, nach knapp einem Jahr, wieder eingestellt. Dieses Konzept war aber bereits so zukunftsweisend, dass es in den sechziger Jahren (ab etwa 1965) in Form der Dekalröhren wieder aufgegriffen wurde. Leider sind nur wenige dieser Gnomröhren erhalten geblieben.

Die Produktion von Messgeräten aller Art ist ständig parallel weitergeführt worden. Im Erfurter Werk wurden unter anderem Röhrenvoltmeter, Frequenzmesser, Messsender, Messbrücken aller Art, Amateurfunkgeräte und mehr gebaut. Einige dieser Geräte sind bis heute im Einsatz!

Seit 1946 wurden in Erfurt auch wieder Send- und Oszillografenröhren gefertigt. Die Oszillografenröhren trugen bis in die fünfziger Jahre hinein die alten Telefunken-Bezeichnungen (OR ...). Ab 1960 kam noch die Produktion von Radarbildröhren hinzu.

Die Gnomröhren des VEB Funkwerk Erfurt

Type	U_f/V	U_a/V	Art
EAA 171	6,3	2x200	Duodiode
EBF 171	6,3	250	Duodiode-Pentode
EBF 175	6,3	250	Duodiode-Pentode
ECC 171	6,3	200	Doppeltriode
ECF 174	6,3	250	Triode-Pentode
ECH 171	6,3	250	Triode-Hexode
EDD 171	6,3	150	Doppelendtriode
EEL 171	6,3	250	Tetrode-Endpentode
EF 172	6,3	250	Pentode (NF)
EF 174	6,3	200	Pentode (NF)
EF 175	6,3	250	Pentode (NF)
EF 176	6,3	250	Pentode (NF)
EF 177	6,3	250	Pentode (NF)
EL 171	6,3	250	Endpentode
EL 172	6,3	250	Endpentode
EL 173	6,3	200	Endpentode
EM 171	6,3	250	Magisches Auge
EQ 171	6,3	250	Nonode
UAA 171	25	2x200	Duodiode
UBF 171	20	200	wie EBF 171
UCC 171	23,3	200	Doppeltriode
UCF 174	28,5	250	Triode-Pentode
UCH 171	20	200	wie ECH 171
UEL 171	60	200	wie EEL 171
UF 172	20	200	NF-Pentode
UF 174	30	200	NF-Pentode
UF 175	30	200	NF-Pentode
UF 176	11,6	250	NF-Pentode
UF 177	11,6	250	Pentode
UL 171	55	200	Endpentode
UM 171	15	200	Magisches Auge

Tabelle 1: Übersicht über die Gnomröhrenproduktion. Es waren auch Röhren für den Einsatz in Farbfernsehgeräten entwickelt worden, gebaut wurden diese aber nicht mehr [5]. (Diese Liste erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit, mir sind aber derzeit keine anderen Typen bekannt.)

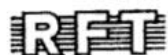
Die Produktion wurde aber wieder eingestellt, als das Röhrenwerk in Berlin - jetzt unter der Bezeichnung „HF“ (Hochfrequenzwerk, vormals OSW = Oberspreewerk) wieder in Großserien produzieren konnte. (Das Berliner Werk wurde später als WF = VEB Werk für Fernmeldewesen, noch später Werk für Fernsehelektronik genannt.) Nachdem die Produktion von Sende- und Radarröhren eingestellt worden war, konnte man sich ganz der Produktion von Empfänger- röhren, Oszillografenröhren und Messgeräten widmen. Ab 1962 war das Erfurter Werk der Alleinher- steller von Oszillografenröhren in der DDR. Hier wurden bis 1989 über 200 (!) Typen entwickelt, einige davon haben niemals die Produktionsreife erlangt, andere wurden zu hundert- tausenden produziert. Erfurter Oszil- lografenröhren wurden in die gesamt- en Ostblockstaaten exportiert. Es sind auch Versuche zur Produktion von Fernsehbildröhren unternommen worden, jedoch war das Werk tech- nisch nicht für diese Produktion gerüstet, so dass man davon wieder abkam. (Fundstücke aus meinem Besitz beweisen diese These.) 1960 wurde das Werk durch einen Anbau drastisch erweitert, da das Produk- tionsprogramm erweitert worden war. Als 1961 die Grenze zur BRD

geschlossen wurde, war der Ab- satzmarkt im Westen Deutschlands zusammengebrochen. Findige Ge- schäftsleute fanden dennoch einen Weg, Röhren aus der DDR im Westen verkaufen zu können: Man bediente sich einfach einer Scheinfirma, die Röhren aus Erfurt mit dem Stempel einer Westfirma versah, diese Röhren „westlich“ verpackte und im Westen verkaufte. Diese Scheinfirma mit Sitz in Frankfurt am Main dürfte Samm- lern unter dem Namen „RSD“ bekannt sein. Fast alle RSD-Röhren stammten also aus dem Funkwerk Erfurt. Nur unter dieser „Tarnbe- zeichnung“ war es möglich, Röhren aus der DDR im Westen zu den dort üblichen Preisen zu verkaufen.

Funkwerk wird Forschungsbetrieb

Ab 1960 war das Funkwerk auch Forschungsbetrieb, das heißt, man hatte eigens ein so genanntes „Zen- trallaboratorium für Empfängerröh- ren“ eingerichtet, (mancher Sammler wird sicherlich schon Röhren mit dem Aufdruck „Funkwerk Erfurt - ZLE“ gesehen haben; diese stammen aus ebendiesem Labor und sind Entwick- lungsmuster oder stammen aus der Nullserie), das die Aufgabe hatte, neue Röhren zu entwickeln. Dass die- ses Labor sehr produktiv war, bezeu- gen die vielen in der DDR erschiene- nen Röhrentypen, die in Erfurt entwi- ckelt und viele davon landesweit in anderen Röhrenwerken hergestellt wurden.

Die Entwicklung der Messgeräte lief ebenfalls weiter, bereits ab 1968 wurden digitale Messgeräte - vor- nehmlich Digitalvoltmeter und Digi- talzähler - hier gebaut. Die erste Generation dieser Messgeräte hatte



veb mikroelektronik karl marx erfurt
stammbetrieb



Rudolfstraße 47

Postfach 194

Erfurt

5010

Bild 4: Wiedergabe des Eindrucks auf den Briefumschlägen und Brief- köpfen des FWE [5].



Bild 5: Dieser Linolschnitt zeigt die Ansicht des Werkes um 1965 vom heutigen Benaryplatz aus [3, 5].

noch eine Anzeige mittels Glühlampen. Die zweite Generation verfügte bereits über Anzeigeröhren. Die dritte Generation der digitalen Messgeräte wurde ab 1972 unter dem Oberbegriff „ESDM 31“ (ESDM 31 = 3. Generation des Erzeugnissystems „digitale Messung und Messwertausgabe Grundgeräte“, Sortiment 1) bekannt [1]. Auch diese Geräte arbeiteten mit Anzeigeröhren. Im Jahre 1965 wurden kurzzeitig sogar Musikboxen gebaut!

Die Produktionspalette umfasste:

- Geräte für R-,L-,C-,Q-, tand- und Halbleiter-Messung,
- Wechselstromquellen für NF, HF und UKW,
- Geräte für Frequenzuntersuchungen,
- Spannungs- und Pegelmesser, Dämpfungsmesseinrichtungen,
- Messempfänger,
- Bauelemente für die Messtechnik

und natürlich ebenso Empfänger- und Oszillografenröhren [3].

Die Gerätefamilie des ESDM 31 war groß und schwer, es handelte sich immerhin um Laborgeräte, und so wurden ab 1978 kleinere leichtere und handlichere Geräte als Service-messgeräte gebaut. Diese hatten bereits Leuchtdioden als Anzeigeelemente.

Aus VEB wird VE Kombinat

1971 wurde das VEB Funkwerk Erfurt in ein Kombinat umgewandelt, und hieß von nun an „VE Kombinat Mikroelektronik ‘Karl Marx’ Erfurt, Stammbetrieb“. Das Kombinat umfasste die Betriebe: VEB Röhrenwerk Mühlhausen, VEB Röhrenwerk „Anna Seghers“, Neuhaus am Rennweg, VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder, VEB Technisches Glas Ilmenau und andere.

Das Glaswerk in Ilmenau stellte die Kolben für die Oszillografenröhren her, auch wurden Rohkolben aus den Glaswerken Lauscha und Schmiedefeld bezogen. Ab 1960 wurde auch mit der Produktion von Transistoren begonnen, und ab 1978 fertigte man dort integrierte Schaltkreise.

Die Produktion von Empfänger-röhren lief 1980 aus, sodass in Erfurt nur noch Oszillografenröhren gefertigt wurden.

Der Anfang vom Ende

1989 sollte auch diese Produktion auslaufen. Danach sollten ausschließlich Radarbildröhren produziert werden. Dazu kam es leider nicht mehr. Durch die Wirren des politischen Umbruchs 1989/90 wusste niemand, was aus dem Werk werden sollte. Die gesamte Einrichtung wurde zum großen Teil verkauft, der Rest verschrottet. 1989, nach der Wende, versuchte man als „MTG“ („Mikroelektronik und Technologiesgesellschaft mbH Werk Erfurt“) wieder Fuß zu fassen. Bei der Übernahme des Werkes durch die Treuhand wurde auch diese Gesellschaft liquidiert. Aus Teilen der ehemaligen Belegschaft gründeten

sich diverse Kleinunternehmen, eines davon versuchte sich als „Ermic GmbH“ mit der erneuten Produktionsaufnahme von Digitalmessgeräten zu etablieren. Doch obwohl diese Ermic GmbH sogar einen digitalen Oszillografen baute, konnte sie sich auf dem Markt nicht behaupten und ging wieder unter.



Bild 6: Die Hand vor dem Eingangsgebäude, sie sollte an den einstigen Industriestandort erinnern. Doch auch sie gibt es nicht mehr.

Teilweise wurde auch die Existenz der kleineren „Splitterfirmen“ dadurch ruiniert, dass die Gebäude, in denen sie produzierten, abgebrochen wurden. Schließlich wurde das Werk an die „Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen GmbH“, LEG, für 220 Mill. DM zum Grundstückspreis verschachert. Diese LEG befand, dass das Werk „nicht in das Stadtbild passe“, und besiegelte den Untergang. Versuche, die Produktionsgebäude als Lagerräume zu vermieten, scheiterten an der „maroden“ Bausubstanz und den Mietpreisforderungen. Deshalb wurde 1996 der Abbruch beschlossen. Der Denkmalschutz befand das Werk als nicht schutzwürdig, der Sanierungsaufwand hätte angeblich die Kosten eines Neubaus übertroffen. Seit 1997 wurde das Werk systematisch „entkernt“ und damit zum Abbruch vorbereitet. Mit dem 1. April 1999 hat ein weiteres Stück deutscher Elektronikgeschichte aufgehört zu existieren.

Vor dem 1979 errichteten Eingangsgebäude ist eine Hand aus Beton aufgestellt, die eine stilisierte Siliziumscheibe, einen so genannten Wafer, hält. Dies sollte auf den Produktionsschwerpunkt - Integrierte Schaltkreise - hinweisen.

Diese Hand sollte als Erinnerung



Bild 7: Der Abriss war nicht aufzuhalten - bis das Geld alle war.

an den einstigen Industriestandort Erfurt und an das frühere Vorhandensein eines Elektronikwerkes als Denkmal erhalten bleiben (auch sie wurde inzwischen beseitigt).

Die weitere Geschichte:

- 1978 - 80: Hinzufügen weiterer Erweiterungsbauten auf dem Werksgelände,
- 1982: Errichtung des Eingangsgebäudes
- 1989: Versuch der Firma Toshiba, das Werk zu übernehmen, dieses Vorhaben scheiterte an den veralteten Produktionsmitteln,
- 1990: Verkauf des Inventars, Abbruch einiger Erweiterungsbauten sowie diverser Baracken,

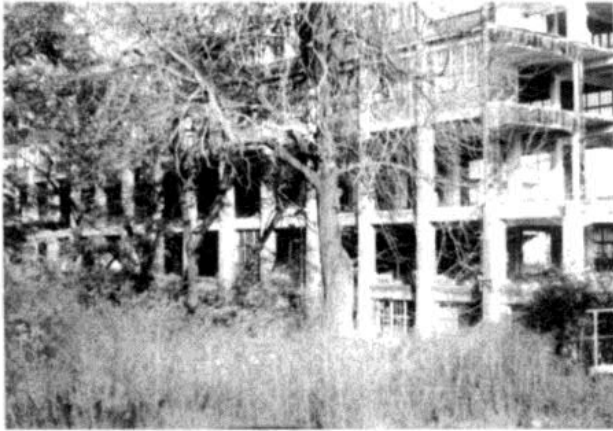


Bild 8: Ausflugstipp: Idyllische Elektronik-Fabrikruine im Grünen ...

1991: Liquidation,
 1992: das Werk steht zu großen Teilen leer,
 1996: Beschluss des Abbruchs,
 1999: Beginn des Abbruchs und Unterbrechung wegen Geldmangels,
 Dezember 2001: Wiederaufnahme der Abbrucharbeiten an der Ruine des alten Hauptgebäudes.

Ende Januar 2002 ist der Abbruch abgeschlossen. Wo früher die Ruine des alten Hauptgebäudes stand, ist jetzt nur noch ein mit Bauschutt gefülltes Loch.

„... Übrigens war die Bausubstanz



Bild 9: Fast geschafft: Haus A gibt es bald nicht mehr ...



Bild 10: Der Bagger auf dem ersten Stock der „maroden“ Bausubstanz.

des Werkes so ‘marode’, dass die Geschossdecke des Erdgeschosses den heruntergefallenen Abbruchschutt und den Abbruchbagger trägt! Der Bagger ist sogar manchmal an dem Gebäude gescheitert, sodass die Abbrucharbeiten mehrmals unterbrochen werden mussten, um den Bagger zu reparieren...“ □

Literatur- und Bildnachweis

- [1] Gerätebeschreibung DVM 4027, Funkwerk Erfurt, Oktober 1971.
- [2] Alfred Paszkowiak/ Walter Strobel: Bildband Erfurt, F. A. Brockhaus-Verlag Leipzig, 1980.
- [3] Katalog Funkwerk Erfurt, 1965.
- [4] Günter Abele: Historische Radios - Eine Chronik in Wort und Bild, Bd. IV, Füsslin- Verlag Stuttgart, 1999.
- [5] Archiv des Autors.

Abeles neuestes Werk „Radio-Chronik“ (1)

Aus der Sicht eines Funkhistorikers

✎ PROF. DR.-ING. OTTO KÜNZEL, Ulm
Tel.:

Wenn GÜNTER ABELE behauptet, dass man sein neuestes Werk „Radio-Chronik“ nicht als Fortsetzung seiner ausgezeichneten Reihe „Historische Radios“ verstehen soll, so kann man ihm zustimmen, soweit es um die Darstellung der Nachkriegs-Radiogeschichte geht. Die Aussage, dass das neue Werk keine Fortsetzung zu den „Historischen Radios“ ist, stimmt aber sofort nicht mehr, wenn es um die Firmenchroniken geht. Gut 60 Seiten sind den neuen Informationen zu Firmen – vorwiegend kleinen und weniger bekannten – gewidmet. Ohne die Chroniken aus den „Historischen Radios“ fehlt da aber schlichtweg vieles. Nach meiner Ansicht wäre es daher richtiger gewesen, das neue Buch durchaus als Ergänzung und Weiterführung herauszubringen.

Etwas unmotiviert in dem Buch erscheint das Kapitel „Radioapparate anderer Art“, das auf knapp 40 Seiten über portable Radios, Fahrrad-Radios und Autoradios berichtet. Zum einen sind diese Sachverhalte natürlich auch Teil der Nachkriegs-Radiogeschichte und gehörten daher logisch als Abschnitte in diese Kapitel, zum anderen sind die Sachverhalte auf den wenigen Seiten kaum ausreichend zu behandeln. Diese Kritik soll die Leistung von G. ABELE aber nicht

schmälern. Das Buch ist insbesondere für den Radiosammler – aber auch für den ernsthaften Funkhistoriker – sicher eine wertvolle Fundgrube zu Firmen und Entwicklungen in der Rundfunkindustrie, insbesondere in der Nachkriegszeit. Aber auch für die Zeit bis 1990. Das Buch ist keine Darstellung der Nachkriegsentwicklung in der Rundfunkindustrie nach strengen Maßstäben des Historikers. Dafür fehlen Hintergrundinformationen, Zahlen und Angaben zum wirtschaftlichen und politischen Umfeld. Der Sammler und Freund der Funkgeschichte – und das ist ja letztendlich wohl auch die Zielgruppe – bekommt aber eine gut lesbare und völlig ausreichende Darstellung in angenehm lockerem Stil.

Für den Historiker dürften aber vor allem die vielen Firmenchroniken von Kleinfirmen interessant sein, über die bisher kaum etwas veröffentlicht oder bekannt ist. Hier ist G. ABELE großer Dank zu sagen, dass er mit viel Akribie und steter Motivation von Menschen, die dazu (noch) etwas beitragen konnten, wiederum eine beachtlich große Zahl zusammengetragen hat.

Eine wertvolle Hilfe für den Sammler und den Historiker ist auch die ausgezeichnete kompakte und alphabetisch geordnete Zusammenstellung der Radiofirmen und Radiomarken von 1945 - 1990 im Anhang. Fast schade, sie nur als „Anhang“ zu bezeichnen! □

Funken • Wellen • Radio

↳ WINFRIED MÜLLER, GFGF-Kurator,
Berlin

Tel.:

RALF KETTERER: Funken • Wellen • Radio, Zur Einführung eines technischen Konsumartikels durch die deutsche Rundfunkindustrie 1923 – 1939. Vistas Verlag GmbH, Berlin 2003, ISBN3-89158-375-3, 266 Seiten, zahlreiche Abbildungen.

Zur Erinnerung: Im Jahre 2001 vergab die GFGF an DR. RALF KETTERER einen Förderpreis in Würdigung seiner Dissertation „Radio, Möbel, Volksempfänger“. Die gekürzte Version dieser Arbeit kann nun unter dem oben angeführten Titel erworben werden. Dank dem Deutschen Rundfunk-Museum für die Herausgabe.

Das Buch befasst sich mit einer Seite der Geschichte der Rundfunkempfänger, wie sie bisher in dieser Weise und aus diesem Blickwinkel noch nicht beleuchtet und zu Papier gebracht wurde. Es ist hinreichend bekannt, dass die ersten Rundfunkempfänger, sowohl Detektorempfänger als auch einfache Röhrenempfänger, manch einem Zeitgenossen erhebliche Schwierigkeiten in der Bedienung machten. Die Faszination, am aufkommenden Rundfunkemp-

fang teilzuhaben, verlangte technisches Fingerspitzengefühl. Die vielen Bedienelemente, das Wissen um deren Funktion und die damit verbundenen Unwägbarkeiten, schreckten manch einen am Radioempfang teilhaben wollenden Interessenten von der Anschaffung eines solchen diffizilen Gerätes zurück. In dem Buch wird nun dargelegt, wie die Elektroindustrie, aber auch die nicht mit der Elektrotechnik verbundenen Betriebe

es verstanden, aus dem kompliziert zu bedienenden Empfangsgerät einen marktfähigen, in einfacher Weise von jedermann zu bedienenden Konsumartikel zu machen.

Soll ein Produkt auf Dauer profitabel sein, so bedarf es einer absatzfördernden Begleitung durch Werbekampagnen, aber auch der augenfälligen Wandlung durch Gestaltung des Äußeren unter Berücksichtigung des Zeitgeschmacks. Auch

über diese Seite der „Rundfunkgeschichte“ berichtet der Autor.

GFGF-Mitglieder können das Buch zum Sonderpreis von 20,- € beim Deutschen Rundfunk-Museum, 14439 Potsdam-Babelsberg, Postfach 90 03 63, oder per E-Mail unter



Reparaturbuch: Radios der 50er Jahre

✉ BERND WEITH, Linsengericht
Tel.:

EIKE GRUND: Radios der 50er Jahre, Restauration, Wiederinbetriebnahme und Reparatur. Verlag egrund, Dietmannsried 2003, ISBN 3-8330-0357-X, 17 x 22 cm, 180 Seiten, 160 Abbildungen, 22.- €.

Im Vorwort bemerkt der Autor: „Dieses Buch wurde für Nichtfachleute geschrieben.“ Der Profi, mit der Erfahrung von dutzenden erfolgreichen Radio-Restaurationen, wird wenig Neues finden. Doch, das ist nicht etwa ein abwertendes Urteil, ganz im Gegenteil. Hier gibt es ein Buch, welches in nachvollziehbaren Schritten dem Einsteiger zeigt, wie es geht und worauf zu achten ist.

Gegenüber den vielen sehr interessanten Büchern, die viele Bilder und Chroniken über Radios und Firmen aufzeigen, hebt sich dieses Buch aus der Masse ab. Es ist ein Praxisbuch! Es ist das erste und einzige welches sich nur mit der Restauration und Reparatur befasst.

So gesehen, wendet es sich an die Leser, die mit dem Hobby beginnen und wenig oder keine Erfahrung in der Röhrentechnik haben. In der

Schule werden „Röhren“ nicht mehr gelehrt, woher also soll unser „Sammlernachwuchs“ sein Wissen holen, wenn nicht aus solchen Büchern?

So ist es auch zu begrüßen, dass, bevor es richtig losgeht, erst einmal etwas über Sicherheitsvorschriften gesagt (geschrieben) wird. Bevor man sorglos ein Gerät öffnet und anschließt, sollte etwas über die Sicherheitsstandards der 50er Jahre bekannt sein.

In den folgenden Kapiteln beschreibt der Autor Bauteile, den Schaltplan und viele Fehlermöglichkeiten. Natürlich mit Hinweisen, wie man Fehler aufspürt und beseitigt.

Der Zielgruppe Jugendlicher gerecht wird die Herstellungsart die diesem Buch zu Grunde liegt: Der Druck ist einfach, mit Schwarz-Weiß-Bildern und Klebebindung. Das macht den niedrigen Preis. Eine bessere

(Farb-)Qualität der Bilder kann man sich aus dem Internet holen. Alle Fotos liegen dort bereit.

Das Buch kann im Buchhandel oder direkt beim Autor bestellt werden. Eike Grund, 87463 Dietmannsried.

Tel.:
E-Mail:



TELEFUNKEN-Ausstellung in Wilkenburg

Auf einer unserer Reisen der NDR-Betriebssportgruppe A. S. T. (Arbeitsgruppe Sammlung Technikgeschichte) stand die Besichtigung der TELEFUNKEN-Sammlung von Karl-Heinz Müller auf dem Programm.

☞ CONRAD VON SENGBUSCH, Hamburg
Tel.:

Die Ausstellung ist auf dem Gelände der „Teppichscheune“ im Ort Wilkenburg untergebracht, einem offenbar noch landwirtschaftlich bewirtschafteten Areal. Der Ort ist von der A 7 über die Ausfahrt Hannover-Anderten zu erreichen.

KARL-H. MÜLLER hat in vielen Jahren nicht nur einen repräsentativen Querschnitt aller jemals in Hannover gefertigten und entwickelten Telefunken-Rundfunkgeräte zusammengetragen, sondern stellt faktisch das gesamte Programm aus. Man vermisst weder die Geräte der Anfangsjahre, noch die folgenden Meilensteine der Entwicklung. Mein früherer Laborleiter, PETER RABE (verst.), begann seine Nachkriegskarriere übrigens auch im früheren Huth-Werk in Hannover, wo er unter der Leitung von RUDI MANTZ als einer der Entwickler des „Filius“ beteiligt war. Es gab damals nach Aussagen von PETER RABE auch eine Reparaturabteilung im Werk, und diese wiederum war durch die Vielfalt in- und ausländischer Empfänger ein Hort für Improvisationstalente, die aus den reichlich anfallenden Ausbauteilen zerlegter Wehrmachtsgeräte wieder



Bild 1: *Freudig nimmt K.-H. MÜLLER (li.) ein Gastgeschenk der kleinen Delegation um CONRAD VON SENGBUSCH (re.) in Empfang.*

betriebsfähige Rundfunkgeräte schaffen mussten. Telefunken in Hannover war damals auch Zerlegebetrieb. Der Mangel an Unterlagen führte zu einem intensiven Studium europäischer Schaltungstechnik, einem Born, aus dem RABE noch Jahrzehnte schöpfen konnte, und von dem selbst wir noch profitierten.

Aus der „TELEFUNKEN Apparate Fabrik Hannover“, wie sie 1949/50 firmierte und in der sich fortan die Entwicklung und Fertigung der Rundfunkgeräte konzentrierte, kamen die erfolgreichen Geräte der 50er bis in die 70er Jahre: Highlights der 50er Jahre waren Serien wie der „Dacapo“, „Adagio“, „Allegro“, „Andante“, „Concertino“ und „Orchestra“.

Die Entwicklung der 3D-Technik in den 50er Jahren und der frühen NF-Stereotechnik ist genauso vertreten, wie die Einführung der Nachhalltechnik und der HF-Stereofonie sowie das Ende der Röhrentechnik in den 60ern und der Beginn der Entwicklung der Steuergeräte mit getrennten Lautsprechern, wie sie dann 1978 bei Telefunken ihren Abschluss fand.

Jede Sammlung hat Glanzstücke, und ich würde dazu den T 5000, T 5001 zählen. Es gab bei TELEFUNKEN für den Export aber auch



Bild 2: Die Vitrine der Koffergeräte.

Vorstufensuper mit mehreren KW-Bereichen, ähnlich wie sie damals in noch größerer Vielfalt bei Minerva in Wien gebaut wurden, die aber auch jedes größere Rundfunkwerk im Programm hatte. Aus der Sicht des Sammlers K.-H. MÜLLER zählen zu seinen Preziosen die „Concertino“-Geräte, von denen MÜLLER das 100.000. Gerät besitzt und ein Designermodell des „Concertino 57“ mit massivem Ahorn-Gehäuse.

Telefunken hatte auch eine bedeutende Autoradio-, Kofferempfänger- und Transistorgeräte-Fertigung. Lückenlos wird diese Entwicklung in einer Vitrine dokumentiert, die neben den bekannten Serien der „Bajazzo“-Reiseempfänger (mit UKW) auch die



Bild 3: Telefunken-Turm mit den Geräten der 50er Jahre.

ganze Palette der „Partner“-Transistorempfänger und späterer Entwicklungen enthält.

Da der Sammler einiges zu seinen Geräten erzählen konnte, reichte die geplante Zeit nicht aus. Es wäre schön, fände sich noch ein anderer, repräsentativerer Ort für dieses einmalige, abgeschlossene Sammelgebiet. Dann kämen sicher mehr Besucher, so, wie es sich KARL-HEINZ MÜLLER wünschte. Der jetzige Standort liegt etwas zu „weit ab vom Schuss“. Man ist und fühlt sich auf dem Lande... Eine etwas andere Adresse mit der gleichen Präsentation und dem Hinweis darauf, dass sich in dieser fast kompletten Sammlung auch die Designgeschichte über fast 35 Jahre verfolgen lässt, führte da sicher zu mehr Interesse nicht nur beim rein technisch interessierten Publikum.

Unter diesem Gesichtspunkt (Designgeschichte) hatte Herr PROF. PASCUAL JORDAN im Großraum Hamburg schon Ausstellungen organisiert, die letztlich auch für Studenten interessant sind. Auch stellen wir in der A. S. T. fest, dass sich bei unserem jährlich stattfindenden „Tag der offenen Tür“ (auch im Landesfunkhaus Hannover) wieder viele Besucher für die Technik der frühen Jahre interessieren. □

Drei mal Radio: Heiligenstadt - Jena - Erfurt

Die Ankündigungen waren in den „Gelben Seiten“ der FG 151 zu lesen. Zum Thema „80 Jahre Radio“ gibt es drei Sonderausstellungen - alle in Thüringen. Euer Redakteur war auf Tour und hat sie besucht.

✉ BERND WEITH, Redakteur, Linsengericht

Tel.:

E-Mail:

Heilbad Heiligenstadt

Hier, in dieser kleinen Stadt, eröffnete HANS-JOACHIM LIESENFELD seine Ausstellung mit dem Thema: „Das Radio lebt, 80 Jahre Radio in Deutschland, 100 Jahre Telefunken“. Die Ausstellung wurde am 24.10. im Heimatmuseum Heiligenstadt eröffnet. Zur Eröffnung waren etwa 150

Gäste gekommen, darunter viele Prominente, die den Weg nach Heiligenstadt nicht scheuten.

Den meisten von uns ist der Tagesschau-Chefsprecher der ARD JO BRAUNER bekannt. Er war der Star-gast und weilte mit seiner Frau „zur besten Tagesschau-Zeit“ im Heimatmuseum Heiligenstadt, schrieb das Eichsfelder Tageblatt am nächsten Morgen. Doch die Liste der Besucher war lang, DIETER ALTHAUS, Ministerpräsident von Thüringen und Schirmherr der Ausstellung, kam mit Gattin ebenso wie der Bundestagsabgeordnete MANFRED GRUND. Als weitere Ehrengäste kamen DR. WERNER HEN-



Bild 1: Ausstellungseröffnung in Heiligenstadt: ARD-Tagesschau Chefsprecher JO BRAUNER mit Gattin (li.), Ministerpräsident von Thüringen DIETER ALTHAUS mit Gattin und HANS-JOACHIM LIESENFELD mit Gattin.



Bild 2: Stargast JO BRAUNER (li.) und HANS-JOACHIM LIESENFELD vor der Ausstellung der Telefunken-Geräte.

NING, Landrat des Eichsfelder Landes, RUDI BADER, Ordnungsamtsleiter von Heiligenstadt, GEORG JÜNEMANN, Schulamtsleiter des Eichsfeldkreises, EWALD OPFERMANN, Bürgermeister von Kefferhausen, ALBAN GÜNTHER, stellvertretender Kurdirektor, und der ehemalige Betriebsdirektor von H.-J. LIESEN-



Bild 3: Thüringens Ministerpräsident DIETER ALTHAUS verfolgt interessiert den Vortrag.

FELD, RUDI KUNZE. Vor 20 Jahren eröffneten beide gemeinsam die erste Ausstellung.

Nach der Eröffnungsrede des Museumsdirektors, Herrn WOLFGANG FRIESE, der einen kurzen Rückblick über die Geschichte des Radios gab, durften die Besucher, die immer noch auf der Treppe standen, endlich in die Ausstellung. Eine kleine Führung durch die gut gestaltete Ausstellung regte zu Gesprächen an, die den ganzen Abend fortgeführt wurden.

Nach dem Rundgang wurde das Museum nicht etwa abgeschlossen und „Tschüss“ gesagt. Im Gewölbekeller hatte H.-J. LIESENFELD ein reichhaltiges Buffet und Getränke bereitgestellt. In diesem Rahmen wurde auch die bereits seit 1985 zur Tradition gewordene Verleihung der „Goldenen Röhre“ durchgeführt. Diesmal wurden drei Röhren verliehen: Herr ERICH BAUER, seit den 50er Jahren Elektro-Meister und mit besonderen Verdiensten in der Restaurierung alter Radios, konnte leider



Bild 4: „Ich sage es Ihnen, wenn der Sender nicht korrekt eingestellt ist - dann rauscht es ...“. JO BRAUNER mit H.-J. LIESENFELD am Geador von 1929.

AUSSTELLUNGEN



Bild 5: Die goldene Röhre auch für Thüringens Ministerpräsident.

nicht anwesend sein. Herr DIPL.-ING JOCHEN HUBER, Vorstandsvorsitzender der „Telefunken SenderSysteme“ Berlin, und DIETER ALTHAUS, Ministerpräsident von Thüringen, erhielten weitere Röhren mit einer Ehrenurkunde persönlich von H.-J. LIESENFELD überreicht.

Danach wurde immer noch nicht „Tschüss“ gesagt, die letzten Gäste verließen weit nach Mitternacht das Kellergewölbe im Heimatmuseum Heiligenstadt.

Jena

Schon seit dem 3. 10. läuft die Ausstellung von WOLFGANG ECKARDT im Stadtmuseum „Alte Göhre“ in Jena. Sein Thema: „80 Jahre Radio“. Dort präsentiert er Geräte aus den Anfangsjahren des Rundfunks bis zu den Jahren, als die Produktion deutscher Geräte zu Ende ging. Bei den Nachkriegsgeräten zeigt er ausschließlich DDR-Geräte. Es sind nicht nur Radios, auch Tonbandgeräte, Plattenspieler und manches „Zubehör“ sind vorhanden.

Gut ist, dass fast alle Geräte an



Bild 6: Die Führung durch seine Ausstellung in Jena beginnt WOLFGANG ECKARDT beim OE 333 mit Trichterlautsprecher. Nach einer Hörprobe sind die Gäste ganz Ohr.

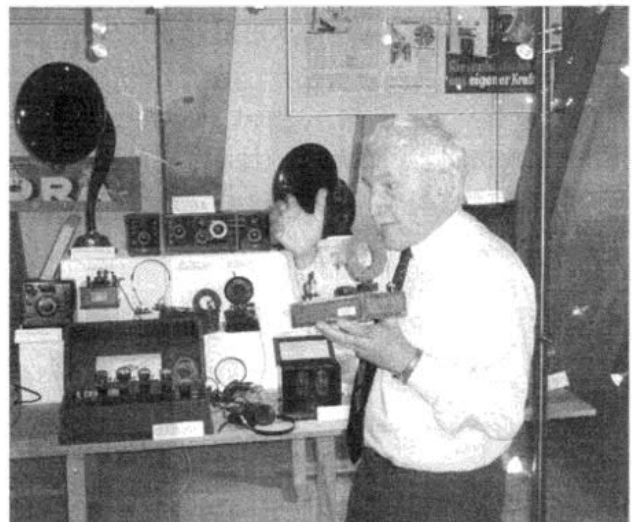


Bild 7: Detektoren und Geräte mit sichtbaren Röhren gibt es reichlich in der Ausstellung. Hier führt W. ECKARDT einen Zigarrenkisten-Detektor vor.

einen Mini-Ausstellungsraum-Sender angeschlossen sind und vorgeführt werden können. Der Eindruck eines vorgeführten Radios wirkt auf Besucher viel nachhaltiger als nur ein Schild am Gerät. Das konnte ich bei einer seiner Führungen, die er 18-mal während der Ausstellung durchführt,

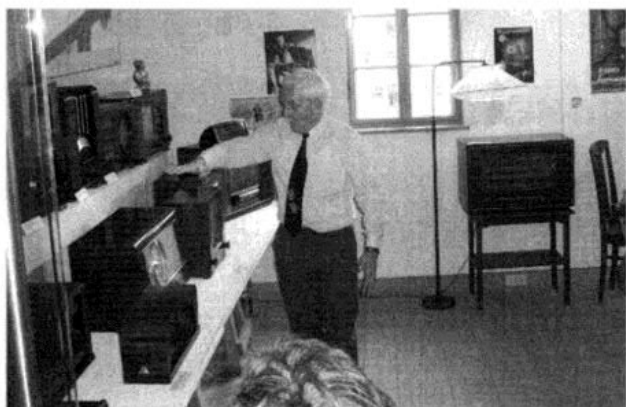


Bild 8: *Die Geräte der dreißiger Jahre.*

erleben. Weitere Führungen ergaben sich, als Schulklassen spontan eine Führung „bestellten“.

Am Wochenende meines Besuches hatte sich auch HAGEN PFAU angemeldet. Er kam natürlich nicht mit leeren Händen, sondern brachte sein Buch „Mitteldeutscher Rundfunk Radio-Geschichte(n)“ mit. Besucher der Ausstellung konnten das Buch direkt vom Autor kaufen und bekamen, wenn gewünscht, eine Widmung des Autors. (Wer das Buch noch nicht haben sollte, HAGEN PFAU hat noch einige Exemplare - bitte direkt bei ihm bestellen.)

Erfurt

Im Elektromuseum Erfurt steht die dritte Ausstellung, sie trug den Titel: „80 Jahre up-to-date“.

Von der Größe her ist sie wesentlich kleiner als die anderen beiden. Das ist aber kein Nachteil, denn das Elektromuseum hat neben vielen anderen elektrischen Objekten Radios und Fernseher in der ständigen Ausstellung. Die bestehende Ausstellung wurde um einen Raum vergrößert, um anschaulich und ordentlich aufgereiht die Entwicklung des Radios demonstrieren zu



Bild 9: *Neben Vorkriegsradios gibt es in Erfurt Geräte der DDR zu sehen.*

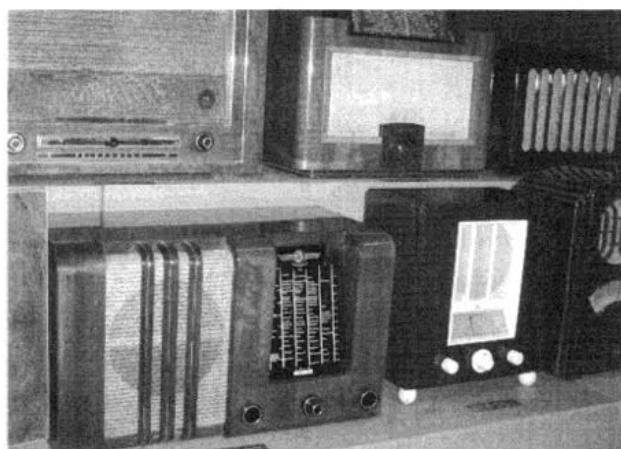


Bild 10: *Bekannte Marken und Geräte im Erfurter Elektromuseum.*

können. Auch hier werden in der Nachkriegsgeschichte ausschließlich Geräte der DDR gezeigt.

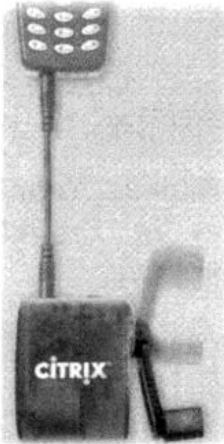
Zusammenfassung

Die Ausstellung in Heiligenstadt kann noch bis zum 31. Dezember besucht werden. Jena heißt Besucher noch bis zum 23. November willkommen. Mehr Infos findet der Interessent unter www.radionostalgie.info. Die Ausstellung in Erfurt bleibt bis zum 30. April 2004 stehen. Infos unter www.elektromuseum.de. □

Lieferhinweise und Vermischtes

Die Kurbel fürs Telefon ist da

Hier ein Hinweis zum Beitrag „Über Schnurrdiburrs und Kurbelspaß“ aus FG 147. Das im Beitrag erwähnte „Kurbelhandy“ ist da! Es ist ein Generator, passend für fast alle Handys. Angeboten wird es bei ELV. (www.elv.de, Bestell-Nr. 40-497-42, Preis: 9,95 €.)



Museo Delle Radio D'Epoca

Gezeigt wird in einem Saal in beleuchteten Vitrinen ein Querschnitt aus der Entwicklungsgeschichte der Rundfunkempfänger. Italienische Konstruktionen dominieren neben ausländischen Fabrikaten.

Das Museum befindet sich in Verona, unweit der Arena di Verona, in der Via del Pontiere, gegenüber der Grabstätte der Julia (Romeo und Julia). Öffnungszeiten: Täglich 9.00 bis 18.00 Uhr, sonntags 9.00 bis 12.00 Uhr. Tel.:

Suche nach Spiegelfernseher

Unser Mitglied DERK ROUWHORST bat die Redaktion um Hilfe: „Wer beschäftigt sich in Deutschland mit alter Fernsehtechnik (mit Spiegel)?“

Kontakt (in Deutsch) direkt mit: Derk Rouwenhorst,
AS Delden, Niederlande. E-Mail:

Korrektur

In der FG 149, S. 197 wurde der Vortragende falsch geschrieben. Richtig ist: O. NORGAARD.

Lange Wartezeit

Was für den Redakteur gut ist, ist für andere ärgerlich. Autoren warten auf die Veröffentlichung ihrer Manuskripte. Durch viele Einsendungen (vielen Dank) haben sich Wartezeiten ergeben. Aber, es kommen alle dran.

Service vom Redakteur

FG-Ordner: Auch für 2003 (und zurückliegende Jahre) sind die Sammelordner für die FG lieferbar. Bei Bestellung bitte Jahr angeben! Siehe auch FG 146, S. 313. Der Preis ist unverändert bei 4,66 €/Stück plus Versand. Lediglich die Post hat ihre Preise erhöht; die Versandkosten (Porto für ein Päckchen) betragen jetzt 4,10 €.

Die einfache Version mit Stehsammlern (1,55 €/Stück plus Versand) ist ebenfalls lieferbar. Bestellungen an die Redaktion.

Bilder-CD zum Beitrag „Funkwerk Erfurt - Tod einer Legende“ in dieser Ausgabe: Mehr Fotos vom Abriss (etwa 400 MB) gegen Einsendung eines neuen CD-Rohlings und Rückumschlages (frei mit 1,44 €) an die Redaktion.

Fassungsschoner

Wuesten Elektronik
DIPL.-ING. JAN WÜSTEN

64372 Ober Ramstadt
Tel:
FAX:
E-Mail:

Wer hat sich noch nicht über eine defekte Novalfassung am Röhrenprüfer und die damit verbundene Horror-Reparatur, besonders bei Funke-Geräten geärgert. Damit ist jetzt Schluss. In den USA gab es sie schon immer - die Fassungsschoner. Dieser kleine 1:1-Adapter wird auf die Novalfassung gesteckt, und wenn er verschlissen ist, entsorgt. Die Fassung im Gerät wird dadurch geschont.

Dieser Fassungsschoner ist für GFGF-Mitglieder ab Lager für 3,48 € (zzgl. 1,70 € Versand) lieferbar.



Korrektur zum Mitgliederverzeichnis

Mit der FG 151 wurde das aktuelle Mitgliederverzeichnis verschickt. Leider wurden durch einen Fehler die

Namen nach WINKLER abgeschnitten. In dieser Ausgabe liegt ein Blatt mit den fehlenden Namen und den beim Schatzmeister eingegangenen Korrekturen bei.

Im Internet (www.gfgf.org) gibt es im Mitgliederbereich eine PDF-Datei der korrigierten Mitgliederliste im A4-Format. Laufende Änderungen im Kalenderjahr werden aber nicht eingearbeitet. Diese sind erst mit Erscheinen des nächsten Verzeichnisses im Oktober 2004 verfügbar.

Gleichzeitig wird das Gesamtinhaltsverzeichnis aktualisiert und kann von der Internetseite abgerufen werden.

Korrektur der Telefonnummer

In der FG 149 stimmt auf Seite 116 die Rufnummer von KARL NEUMANN nicht. Richtig ist:

Jetzt auch Fotos in den „Gelben Seiten“

Um die Attraktivität der „Gelben Seiten“ zu erhöhen, hat der Vorstand beschlossen, dass Anzeigen mit Bildern aufgegeben werden können.

Jedes Mitglied kann pro Ausgabe ein Foto veröffentlichen. Der zusätzliche Aufwand wird mit 5 € pro Bild berechnet.

Es können Bilddateien auf Datenträger, per E-Mail oder Fotos eingesandt werden. Die Bildgröße beträgt maximal die Spaltenbreite.

Selbstverständlich können auch größere Bilder veröffentlicht werden. Dafür gelten die Preise wie für gewerbliche Anzeigen. Das alles an den Anzeigenredakteur (Impressum!).

Abeles FG-Rätselspaß zur Weihnachtszeit

1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													

Ausgedacht und eingesandt von GÜNTER ABELE, Stuttgart.

- 1) Wie hieß Max Grundigs erstes Prüfgerät für die Radiowerkstatt?
- 2) Welchen Firmennamen bekamen die „Ideal-Werke“ 1938?
- 3) Welche Persönlichkeit befürwortete in Deutschland die Einführung des UKW-Funks?
- 4) Wie nannte Philips die Neunelektrodenröhre?
- 5) Wie nennt man das Chassis-Teil mit gedruckter Schaltung?
- 6) Wie wurde der Wechselrichter auch genannt?
- 7) Wie nannte man den UKW-Rückkoppler?
- 8) Welches Kristall folgte dem Germanium in der Transistorherstellung?
- 9) Wie nannte man in den siebziger Jahren das Vierkanalsystem für die Wiedergabe spezieller Schallplatten?

Das gesuchte Lösungswort ergibt sich in der markierten mittleren Senkrechten.

Das Lösungswort bitte an den Kurator, Herrn WINFRIED MÜLLER, Hämmerlingstr. 60, 12555 Berlin, schicken. (E-Mail: winfried.mueller@radiomuseum.org) Als Preise war-

ten diesmal wieder wertvolle Bücher. Die Auslosung der Gewinner erfolgt öffentlich zur Hauptversammlung 2004. Einsendeschluss ist der 30.4.2004!

Viele Entdeckungen im 18. Jahrhundert

↳ HEINRICH ESSER, Telgte
Tel.:

Das 18. Jahrhundert bringt eine große Vielzahl neuer Entdeckungen und Erfindungen auf dem Gebiet der Elektrizität. Vieles ist allerdings noch mehr naive Spielerei als ernsthafte Naturerforschung. Doch in den gebildeten Kreisen der lebenslustigen Zeit des Barocks wird es immer mehr Mode, sich über elektrische Themen zu unterhalten und sich durch elektrische Vorführungen amüsieren zu lassen.

Einer kleinen Schar von Naturforschern aber gelingt es, den entscheidenden Schritt zur Wissenschaft zu vollziehen: Sie quantifizieren die qualitativ erfahrbaren Erscheinungen und leiten so die Mathematisierung der Elektrizitätslehre ein.

Im Jahre 1700 erkennt der französische Physiker JOSEPH SAUVEUR das wellenmechanische Phänomen der Schwebung. Dieses entsteht, wenn sich zwei sehr nahe benachbarte Frequenzen überlagern. Das Resultat ist eine neue Schwingung von sehr niedriger Frequenz im Vergleich zu den beiden Ausgangsfrequenzen.

Der Engländer Francis Hawksbee beschäftigt sich 1705 mit dem purpurroten Leuchten von geschütteltem Quecksilber in einem evakuierten Rohr. Er vermutet, dass es sich bei diesem Effekt, der nur bei absoluter Dunkelheit und gut adaptierten Augen zu beobachten ist, um eine

elektrische Erscheinung handelt, die durch Reibungseffekte des Quecksilbers mit der Gefäßwand zustande kommt. Um seine Vermutung zu unterstützen, baut er eine Elektrisiermaschine, mit der er Reibungselektrizität im Vakuum erzeugt.

Die genauen Beschreibungen dieser Experimente erscheinen 1709 und 1719 in den damals hoch geachteten „Philosophical Transactions“ der Royal Society unter dem Titel „Physico-mechanical experiments on various subjects“.

Der Franzose CHARLES FRANCOIS DU FAY (1698-1739) erkennt 1725, dass Luft in der Nähe glühender Metalle elektrisch leitend wird.

Der englische Astronom J. BRADLEY erkennt 1727 die chromatische Aberration des Lichts (Abbildungsfehler von Linsen durch Farbzerstreuung) und berechnet daraus die Lichtgeschwindigkeit.

Der große Physiker und Mathematiker SIR ISAAC NEWTON stirbt 1727. Neben seiner Theorie des Lichts, die ja im Grunde eine Theorie der elektromagnetischen Wellen ist, ist er vor allem bedeutsam wegen der Begründung der Differential- und Integralrechnung, ohne die die moderne Physik und Elektrizitätslehre nicht denkbar sind.

Der Engländer STEPHEN GRAY (1670-1736) und sein Assistent GRANVIL WHEELER entdecken 1729, dass Metalle die Elektrizität fortleiten, während dies bei Harz und Glas nicht der Fall ist. Damit unterscheiden sie zum ersten Mal zwischen

Leitern und Nichtleitern. GRAY erkannte, dass man Leiter, sobald man sie von der Erde durch Glas oder Harz isolierte, elektrisch aufladen konnte. Er erkannte auch, dass ein derart elektrisch isoliert gelagerter Leiter einen Teil seiner „Elektrizitätsmenge“ auf einen anderen, von der Erde isolierten, Leiter übertragen konnte. Damit war zum ersten Mal die Fortleitung von Elektrizität erkannt worden.

Auf dieser Erkenntnis fußend, errichtete er die erste elektrische Freileitung mit angefeuchteten Hanfseilen, die er „Communications-schnur“ nannte: Mit Hilfe von Bohnenstangen und Seidenfäden als Isolatoren baute er eine Freileitung aus Hanfseilen auf und leitete so die durch Reibung erzeugte Elektrizität fast 200 Meter weit. Zwar hat angefeuchteter Hanf an sich eine sehr schlechte Leitfähigkeit, da er aber mit hohen Spannungen arbeitete, konnte er dennoch am anderen Ende der Leitung die Elektrizität durch angezogene Papierschnitzel nachweisen.

GRAY erfindet den Isolierschemel mit Harzkuchen und macht bei Hofe elektrische Experimente mit elektrischer Anziehung, Abstoßung und elektrischen Funken. Dabei nutzt er seine Erkenntnisse über Leiter und Nichtleiter geschickt aus und versteht es, sein Publikum zu faszinieren. Hübsch anzuschauen waren wohl auch seine Experimente mit Wasser und elektrisch geladenen Seifenblasen. Er zeigte, dass sich der Wasserspiegel in einer Schüssel einem elektrisch gemachten Stab nähert und elektrische Seifenblasen merkwürdige Tänze von Anziehung und Abstoßung vollzogen, wenn sie in

den Wirkungskreis elektrischer Kraft kamen.

Des Weiteren erkannte er auch, dass die elektrische Kraft selbst durch Glas hindurch wirkt, und entdeckt, dass es zur Elektrizitätsübertragung nicht unbedingt nötig war, einen unelektrischen Körper mit einem elektrischen Körper zu berühren. Allein die Annäherung des elektrischen Körpers an den unelektrischen Körper macht diesen bereits elektrisch! Dieses Phänomen nennen wir heute elektrische Influenz.

CHARLES FRANCOIS DU FAY gibt 1733 seine Sammlung „Six Memoires sur l'électricité“ in Paris heraus. Darin entwickelt er seine Vorstellung von zwei Arten der Elektrizität: die Harz- und die Glaselektrizität. Er erkannte, dass harzelektrisch gemachte Körper glaselektrisch gemachte Körper abstießen.

Zum Nachweis der zwei unterschiedlichen Elektrizitätsarten verwendet er ein einfaches Elektrometer. Er zieht einen Seidenfaden einige Male zwischen Daumen und Zeigefinger, wodurch der Faden harzelektrisch wird. Wenn er ihn dann einer Probeladung nähert, dann wird er entweder angezogen oder abgestoßen, worauf er entscheiden konnte, ob es sich um einen glas- oder harzelektrisch geladenen Körper handelte.

Er baut auch ein weiteres Elektrometer, um den Grad der Elektrisierung zu messen. Dazu hängt er zwei Leinenfäden auf und nähert ihnen einen elektrisch gemachten Körper. Da sich gleiche Ladungen abstoßen, spreizen sich die Leinenfäden: den Spreizwinkel nimmt er als Maß für die Intensität der Ladung. □

Seibt

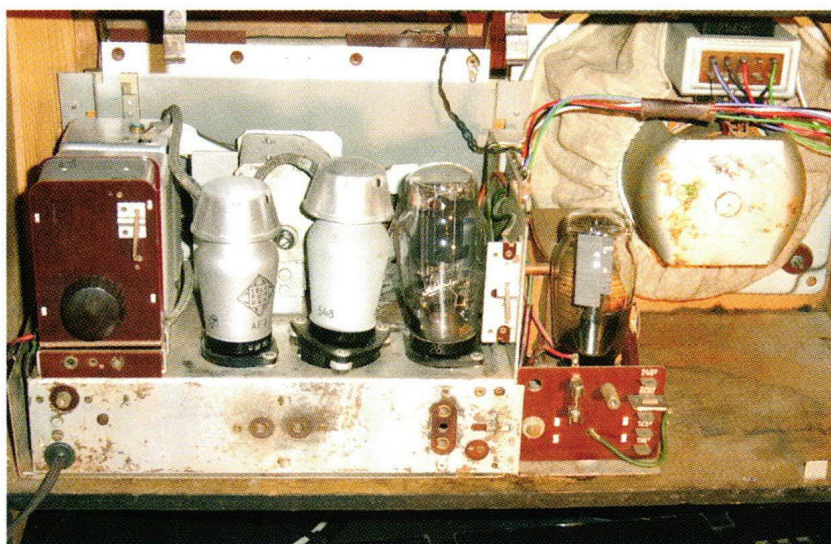
Dr. Georg Seibt, Fabrik für elektrische und mechanische Apparate, Berlin

1935

326 W (Beichtstuhl, Sanssouci)



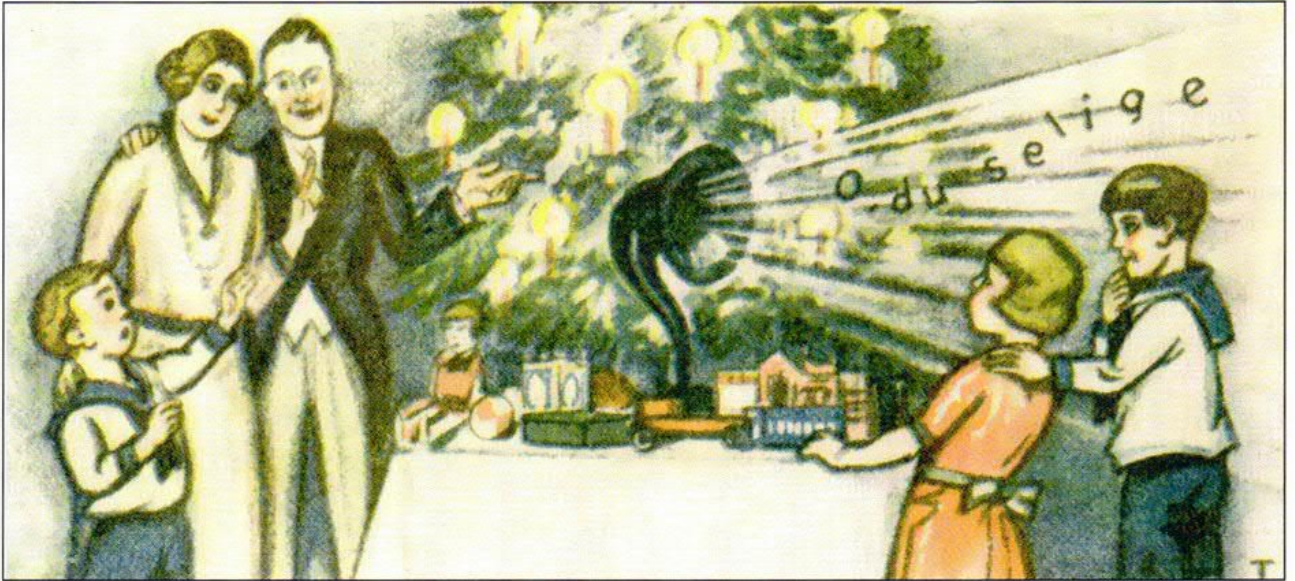
Empfang: M L
Bestückung: AF 3, AF 7, AL 1, AZ 1
Kreise: 2 Kreise + Antennensperrkreis
Stromversorgung: 110-240 V Wechselstrom



Preis: 235 RM
Größe: 57 x 32 x 30
(B/H/T cm)
Gewicht: 14 kg

Foto oben: G. Abele (aus dem Buch „Historische Radios“)
Foto unten: B. Weith

GFGF-Vorstand und Redaktion wünschen allen Lesern der FunkGeschichte



Frohe Weihnachten und ein glückliches neues Jahr

Merry Christmas and a Happy New Year

Feliz Navidad y Próspero Año Nuevo

Buon Natale e Felice Anno Nuovo

Joyeux Noël et Bonne Année

