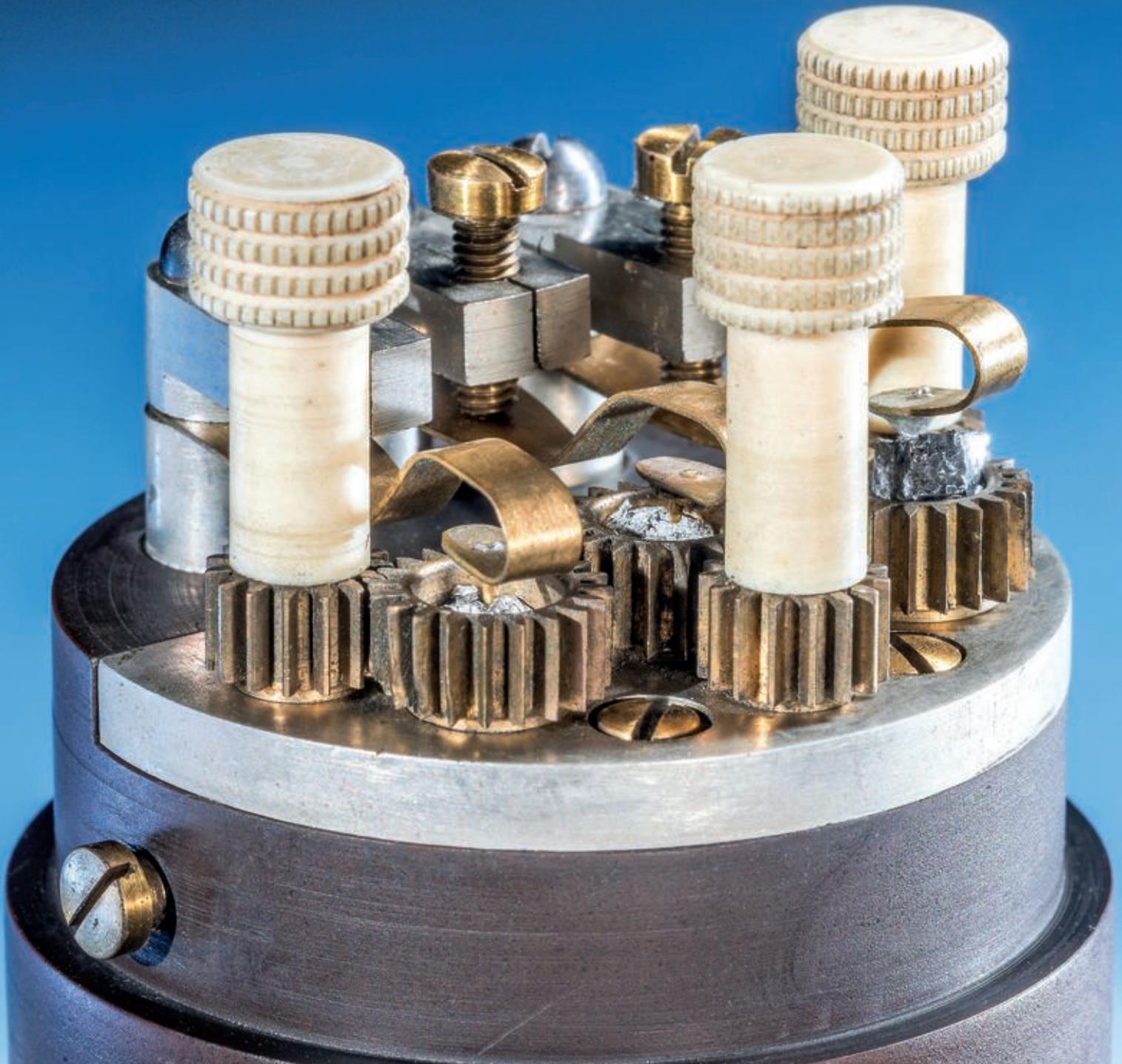


Die Unberechenbaren



Aus dem Inhalt:

Halbleiter: Die Unberechenbaren ◊ Intermetall: Der lange Weg vom Punktkontakt zum komplexen IC ◊ Der „D-Zug“ von MENDE: Es gibt ihn doch! ◊ Meilenstein der Technikgeschichte ◊ GFGF-Mitgliederversammlung: Reichhaltiges Programm ◊ Antrag an die GFGF-Mitgliederversammlung ◊ Rückgekehrt aus Japan ◊ Termine ◊ Anzeigen

Inhalt

Zeitgeschichte

Die Unberechenbaren **204**

Intermetall: Der lange Weg vom Punktkontakt zum komplexen IC, Teil 2 **209**

Geräte

Es gibt ihn doch! **232**

GFGF-aktuell

Meilenstein der Technikgeschichte **219**

GFGF-Mitgliederversammlung: Reichhaltiges Programm **224**

Antrag an die GFGF-Mitgliederversammlung **227**

Rückgekehrt aus Japan **228**

Vermischtes **230**

Rubriken

Inhalt **202**

Editorial **203**

Impressum **223**

Termine **222**

Anzeigen **A1**

Titel

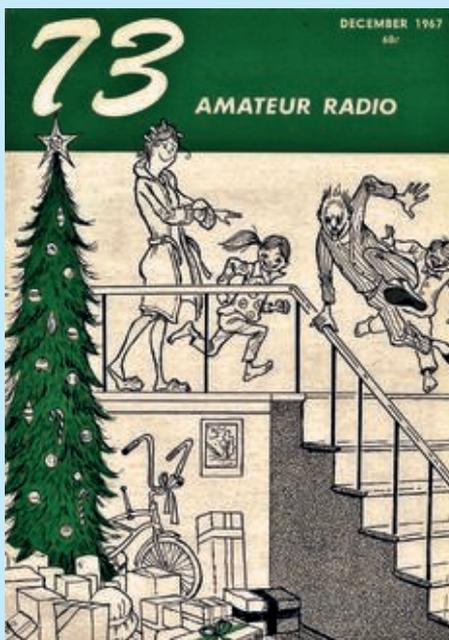
Kaum war das Ohmsche Gesetz international anerkannt, tauchte eine neue Klasse Materialien auf, die sich dem einfach nicht fügen wollte: Die Halbleiter. Der von CARL FERDINAND BRAUN entdeckte Gleichrichtereffekt wurde in der Frühzeit des Funkwesens zur Demodulation von HF-Signalen genutzt. Hier im Bild eine imposante Detektoreinheit mit gleich drei Kristallen und aufwändigen mechanischen Einstellvorrichtungen. Mehr erfahren Sie ab Seite 204 in diesem Heft. Bild: Deutsches Museum



Herbert Börner beschreibt den kleinen „D-Zug“ von MENDE **Es gibt ihn doch!**

Die Bezeichnung „D-Zug“ hat sich für eine Aneinanderreihung von Empfänger-Komponenten eingebürgert, auch wenn man keine Ähnlichkeit mit einem Eisenbahnzug wie ursprünglich bei den Siemens- bzw. Telefunken-Geräten erkennen kann. Von einem MENDE D-Zug war bisher keine Rede, und doch gibt es ihn.

Seite 232



Dr. Tina Kubot beschreibt die rätselhaften Anfänge der Halbleitertechnologie **Die Unberechenbaren**

Kaum war das Ohmsche Gesetz international anerkannt, tauchte eine neue Klasse Materialien auf, die sich dem einfach nicht fügen wollte: Die Halbleiter. Ihre elektrischen Eigenschaften waren so variabel, unberechenbar und unkontrollierbar, dass sie als mystisch verschrien waren und in Wissenschaftskreisen sogar ihre generelle Existenz bezweifelt wurde. Wissenschaftler, die sich ernsthaft mit diesen scheinbar der Büchse der Pandora entsprungenen Materialien beschäftigten, wurden angefeindet, die Nutzung der daraus entstandenen Produkte, der Kristalldetektoren, galt im Röhrenzeitalter als beinahe unanständig.

Seite 204



Radio-Karikatur

Traditionell lässt sich die amerikanische Familie am Morgen des ersten Weihnachtstages direkt nach dem Aufstehen davon überraschen, was Santa Claus in der Heiligen Nacht durch den Kamin ins heimische Wohnzimmer geschafft hat. Diesen offensichtlich nicht nur für Kinder spannenden Moment hat 1967 BOB ROGERS, Gestalter des Covers der Dezember-Ausgabe des 73 Magazins, in einer wunderschönen Karikatur festgehalten.

Das Funkgeschichte-Team wünscht den GFGF-Mitgliedern und allen Lesern ein frohes Fest und alles Gute für 2017!

Rückseite

Liebe Freundinnen und Freunde der Geschichte des Funkwesens,



schon wieder neigt sich ein Jahr dem Ende zu. Es ist die Zeit der Blicke zurück und in die Zukunft. Was das vergangene Jahr angeht, kann für unseren Verein eine durchaus positive Bilanz gezogen werden: Nachdem die Mitgliedsbeiträge erhöht worden sind, können funkhistorische Projekte wieder großzügig finanziell unterstützt werden, was ja schließlich eine der satzungsgemäßen Aufgaben der GFGF ist. Und die Mitgliederversammlung 2016 in München im Deutschen Museum war insgesamt eine sehr erfolgreiche Veranstaltung, nicht nur, weil den teilnehmenden Mitgliedern Interessantes geboten wurde, sondern auch, weil sie eine Gelegenheit war, die GFGF nach außen hin sichtbar darzustellen. Auf das Sendersterben in den AM-Bereichen gibt es nach längerer Entwicklungszeit jetzt bald (endlich!) die Antwort der GFGF: Der „Konzertsender“ wird demnächst verfügbar sein und dafür sorgen, dass die vielen schönen Radios der sammelnden Mitglieder nicht gänzlich verstummen müssen und zu seelenlosen Möbelstücken werden. Nicht wenige GFGF-Mitglieder warten deshalb schon ungeduldig darauf, einen „Konzertsender“ zusammenbauen zu können. Die längere Entwicklungszeit erklärt sich daraus, dass es sich um eine komplexe technische Lösung handelt, die aber so realisiert sein muss, dass sie auch

von Personen zusammengebaut und zum Funktionieren gebracht werden kann, die nicht über ein professionelles Elektroniklabor verfügen. Mehrere Bausatz-Prototypen sind inzwischen schon in der Praxis in Erprobung, und an einer ausführlichen Bauanleitung wird gearbeitet.

Auch im kommenden Jahr wird den GFGF-Mitgliedern eine Jahresversammlung geboten, die sich hinter der diesjährigen sicherlich nicht verstecken muss. Diese wird Ende April in Eindhoven stattfinden, dem Ort, der eng mit der Geschichte der Firma Philips verbunden ist. Hier wird sicherlich einiges funkhistorisches zu entdecken sein, das bisher vielen Teilnehmern nicht unbedingt bekannt ist. Unser niederländisches GFGF-Mitglied GIDI VERHEIJEN hat ein anspruchsvolles Veranstaltungsprogramm zusammengestellt, das auf den Seiten 224–227 in diesem Heft ausführlich beschrieben ist. Wichtig ist, dass die Teilnehmer sich rechtzeitig anmelden und die Hotelzimmer möglichst früh reservieren.

Auch ich freue mich schon auf diese Mitgliederversammlung, die mich bereits jetzt sehr neugierig macht. Ich hoffe, sie ist auch für möglichst viele Mitglieder so attraktiv, dass sie den Weg in die Niederlande nicht von einer Teilnahme abhält.

Bis zum nächsten Mal

Ihr

Peter von Bechen

GFGF-Mitgliederversammlung 2017: Bitte rechtzeitig anmelden!

Die GFGF-Mitgliederversammlung findet vom 28. bis 30. April 2017 in Eindhoven (NL) statt. (Weitere Einzelheiten in diesem Heft auf den Seiten 224–227.)

Teilnahme:

Aus organisatorischen Gründen ist eine schriftliche Anmeldung erforderlich. Diesem Heft liegt eine Postkarte bei, die möglichst bald ausgefüllt an den Vorsitzenden zu senden ist. Hier ist anzugeben, wer teilnimmt, wer am Damenprogramm teilnimmt und wer am Kofferraum-Flohmarkt teilnimmt.

Hotel:

Für GFGF-Mitglieder ist bereits ein Kontingent von 50 Zimmern zu stark reduzierten Preisen im Kongresszentrum Koningshof vorreserviert (Preise: EZ 52 €/ Nacht incl. Frühstück, exkl. Lokalsteuer 1,40 €/ Tag, DZ 64,90 €/ Nacht incl. Frühstück; exkl. Lokalsteuer 1,40 €/ Tag). Zusätzliche Übernachtungen vor dem 28. April und/oder nach dem 30. April können zum gleichen reduzierten Preis individuell gebucht werden. Teilnehmer, die am Sonntag abreisen, können bis 17.00 Uhr auschecken.

Die Zimmer sollten möglichst bald unter dem Stichwort „GFGF“ direkt beim Hotel gebucht werden:

Hierbei sind folgende Angaben zu machen: Name und Vorname, Ankunftsdatum, Abfahrtsdatum, Einzel- oder Doppelzimmer, besondere Wünsche.

Die Unberechenbaren

Dr. Tina Kubot* beschreibt die rätselhaften Anfänge der Halbleitertechnologie



Ferdinand Braun (1850–1918)

Kaum war das Ohmsche Gesetz international anerkannt, tauchte eine neue Klasse Materialien auf, die sich dem einfach nicht fügen wollte: Die Halbleiter. Ihre elektrischen Eigenschaften waren so variabel, unberechenbar und unkontrollierbar, dass sie als mystisch verschrien waren und in Wissenschaftskreisen sogar ihre generelle Existenz bezweifelt wurde. Wissenschaftler, die sich ernsthaft mit diesen scheinbar der Büchse der Pandora entsprungenen Materialien beschäftigten, wurden angefeindet, die Nutzung der daraus entstandenen Produkte, der Kristalldetektoren, galt im Röhrenzeitalter als beinahe unanständig.

Es war das Zeitalter des Äthers, als das Elektron noch gänzlich unbekannt war. In einem Laboratorium, welches seiner Beschreibung kaum gerecht wurde, zwei durch einen langen düsteren Korridor verbundene Räume, die Decken sich durchbiegend durch die Last der Sammlung des darüber liegenden mineralogischen und geologischen Kabinetts, beugte sich ein Assistent Professor QUINCKES, CARL FERDINAND BRAUN, über seinen Versuchsaufbau. Zwei dicke, angespitzte Neusilberdrähte hielten einen Bleiglanz-Kristall, mittels Schrauben wurde der sichere elektrische Kontakt hergestellt. Ein Artikel von Professor JOHANN HITTORF in den Annalen der Physik, einem der führenden physikalischen Fachjournale dieser Zeit, hatte seine Aufmerksamkeit geweckt. Betraf er doch mit Untersuchungen zur Leitfähigkeit von Schwefelmetallverbindungen genau BRAUNS Forschungsgebiet der elektrolytischen Leitfähigkeit, die 1872 nur unzureichend verstanden war. Aber das elektrische Verhalten dieser Schwefelverbindungen war nicht einheitlich! Einige zeigten die von HITTORF festgestellte elektrolytische Leitfähigkeit, aber daneben gab es viele, die eine metallische Leitung aufwiesen. Diese sollten eigentlich mit ihrer Leitfähigkeit dem Ohmschen Gesetz folgen. Allerdings traf das nicht auf die von BRAUN untersuchten

Schwefelmetalle zu: Der Widerstand seiner Proben unterschied sich je nach Richtung, Intensität und Dauer des Stromes. Die Unterschiede betrug bis zu 30 Prozent und nahmen mit länger anhaltendem Stromfluss sogar zu. Sämtliche bekannten Effekte als Fehlerquellen hatte er mit Kontrollversuchen ausgeschlossen: unsichere Kontakte, thermoelektrische Effekte, kristallografischen Einfluss und sogar die Bildung einer dünnen Gasschicht zwischen den Kontakten, die die einzige Erklärung für dieses Phänomen unipolarer Leitung gewesen wäre. Nein, seine Ergebnisse widersprachen allen gängigen Auffassungen über die elektrische Leitung.

Die Probleme der anderen

BRAUN war nicht der erste, den derartig unklare Ergebnisse plagten. Bereits früh war bekannt, dass Materialien existieren, deren elektrische Eigenschaften stark von denen der Metalle abweichen, unter anderem die 1911 zum ersten Mal so bezeichnete Klasse der Halbleiter. Viele Geschichten rankten sich um sie und ihr Verhalten, welches mit „einer solchen Vielfalt an Eigenschaften, dass es an das magische grenzt“ [1] treffend charakterisiert wurde. Im 19. Jahrhundert war die Untersuchung der physikalischen Eigenschaften von Kristallen, unter anderem der elektrischen Leitfähigkeit, ein zentrales Thema in Physik und Chemie. MICHAEL FARADAY beschäftigte sich 1833 in London mit der Änderung der elektrischen Leitfähigkeit, beim Übergang eines festen Materials in Lösung und beobachtete bei Silbersulfid (Ag_2S) einen unerklärlichen negativen Temperaturkoeffizienten, d.h. die elektrische Leitfähigkeit sinkt mit steigender Temperatur.

1839 beobachtete der französische Physiker ALEXANDRE BEQUEREL, der Vater des Nobelpreisträgers ANTOINE BEQUEREL, eine Spannung, wenn er nur eine Elektrode einer Elektrolytzelle beleuchtete. 1873 bemerkte der britische Telegrafeningenieur WILLOUGHBY SMITH auf der Suche nach einem

* Dr. Tina Kubot, promovierte Halbleiter-Technologin, ist Kuratorin für Mikroelektronik und Nachrichtentechnik am Deutschen Museum in München. Der Beitrag erschien erstmals in der Zeitschrift „Kultur & Technik“, Heft 1/2016. Veröffentlichung in der Funkgeschichte mit freundlicher Genehmigung der Redaktion Kultur & Technik.

hochohmigen Widerstand für den Abschluss einer Telegrafienleitung, dass der Widerstand der dafür vorgesehenen Selenblöcke extrem stark schwankt. Er entdeckte die Ursache in der Beleuchtungsstärke – bereits eine Kerze hatte einen erheblichen Einfluss, was der Grund für die divergierenden Einschätzungen bezüglich der Tauglichkeit von Selen für diesen Zweck war.

Und dann waren da noch die Ergebnisse von BRAUN – Ergebnisse, die auch nur er selbst reproduzieren konnte, und selbst das nicht immer, egal wie viel Mühe er in die Reproduzierbarkeit der äußeren Bedingungen steckte. WERNER VON SIEMENS hatte trotz seines Geschicks als Ingenieur keinen Erfolg und bemerkte so nur die stark schwankenden und nicht vorherzusehenden Eigenschaften. HENRY DUFET versuchte mit einem geänderten Versuchsaufbau die Ergebnisse zu verifizieren, bekam aber gar keinen derartigen Effekt zu sehen und zweifelte daher BRAUNS Ergebnisse als Dreckeffekt an. ARTHUR SCHUSTER hingegen bemerkte unabhängig davon denselben Effekt bei einem Kontakt von einem oxidierten und einem blanken Kupferdraht, auch hier wiesen die Messungen eine bemerkenswerte Variation auf, selbst 1933 bezeichnete JOHN BARDEEN Kupferoxid als „such a messy type of structure sensitive thing“[2].

GREENLEAF PICKARD untersuchte bis 1920 etwa 31.250 verschiedene Materialkombinationen auf den Gleichrichtereffekt und fand ihn bei etwa 250. Trotz genauer Dokumentation der Umgebungsbedingungen, der Leitfähigkeit und thermoelektrischen Eigenschaften, auf die damals der Effekt der Kontaktgleichrichtung zurückgeführt wurde, gelang es nicht, die Messungen in eine Systematik zu bringen.

So bemerkte selbst WOLFGANG PAULI 1931 in einem Brief an seinen Assistenten RUDOLF PEIERLS „Über Halbleiter soll man nicht arbeiten, sie sind eine Schweinerei; wer weiß, ob es überhaupt Halbleiter gibt.“, und das obwohl diese seit langem als „Elektronenventile“ in Kristalldetektoren im praktischen Einsatz waren.

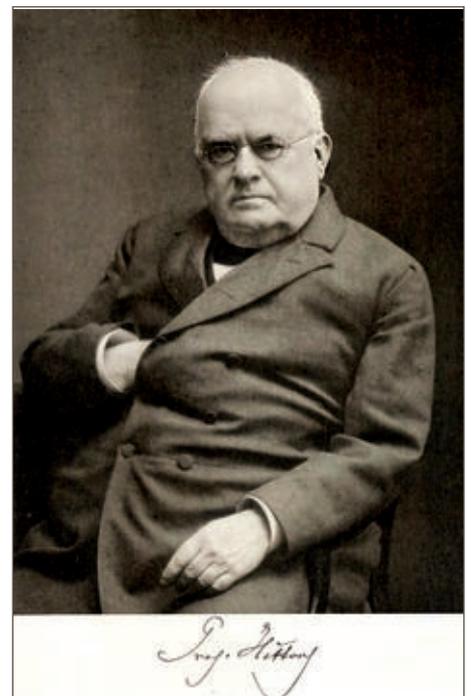
Woraus resultierte die Unkontrollierbarkeit der physikalischen Eigenschaften der Halbleiter, deren magisches Verhalten ohne offen-

sichtlichen Grund? Bei den Untersuchungen akkumulierten mehrere ungünstige Umstände: Das physikalische Verhalten halbleitender Materialien ist sehr komplex und von einer Vielzahl von Faktoren wie Temperatur, Helligkeit, Dotierung und auch der Kristallrichtung abhängig. Die Qualität der Materialproben war aber unzureichend: In der Metallurgie arbeitete man mit Verunreinigungen und Legierungszusätzen im Bereich von einigen Prozent (1 auf 100), bei Halbleitern genügen jedoch Fremdatome im ppb-Bereich (Parts per Billion) (1 auf 1 Mrd.), um massive Unterschiede in der Leitfähigkeit hervorzurufen. Zusätzlich waren die Materialien zum Teil polykristallin. Die fehlende theoretische Basis machte es dabei schier unmöglich, die grundlegenden Mechanismen der Leitfähigkeit oder den Fotoeffekt erfassen.

Der Schleier lüftet sich

Erst mit der Hertzschen Entdeckung der elektromagnetischen Wellen und der daraus erwachsenden Bedeutung der drahtlosen Telegrafie entstand ein kommerzielles Interesse, diese Materialien systematisch zu untersuchen. Damit erhielt auch das wichtigste Instrument dieser Untersuchungen, der bereits 1879 entdeckte Hall-Effekt, seine angemessene Bedeutung. Die Hall-Spannung stellt sich ein, wenn man einen stromdurchflossenen Leiter einem entsprechend orientierten Magnetfeld aussetzt und die Ladungsträger quer zum Leiter abgelenkt werden. Die vollständige Interpretation dieses Effektes war erst mit der Entdeckung des Elektrons 18 Jahre später möglich und erlaubte, aus der Hallspannung Art, Dichte und Beweglichkeit der Ladungsträger abzuleiten. Selbst ohne Wissen um Bandlücken oder den Einfluss einer Dotierung sind diese Informationen für eine Klassifizierung der Materialien von unschätzbarem Wert. Insbesondere die Unterscheidung zwischen Einfluss der Ladungsträgerdichte und der Beweglichkeit erklärte den geheimnisvollen Wechsel des Vorzeichens der Hallspannung und damit der Art der Ladungsträger mit steigender Temperatur bei einigen Halbleitern.

JOHAN KÖNIGSBERGER war zwischen 1907 und 1920 der erste, der in großem Umfang Untersuchungen an



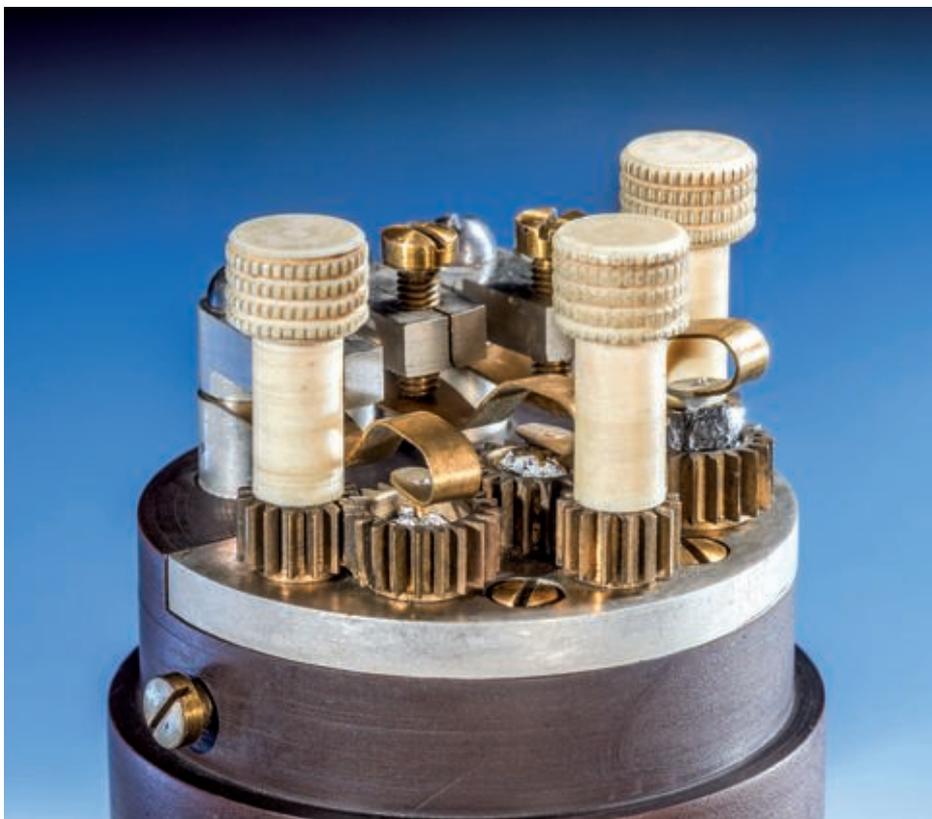
Johann Wilhelm Hittorf (1824–1914)



Materialien mit scheinbar magischen Eigenschaften: Pyrit, Bleiglanz, Siliziumkarbid, Chalkopyrit, Cuprit, Silbersulfid, Zinkblende, Silizium. Diese natürlich vorkommenden Mineralien zeigen den Gleichrichtereffekt, den Ferdinand Braun 1874 entdeckt hat. Er besagt, dass der Widerstand abhängig vom Vorzeichen der Spannung ist. Dadurch fließt bei gleicher Spannung mehr Strom in eine Richtung als in die Gegenrichtung.
Bild: Deutsches Museum

Halbleiter im Einsatz: Eine der ersten Anwendungen von halbleitenden Festkörpern waren Kristalldetektoren, in denen ein kleiner Kristall zum Empfang elektromagnetischer Wellen diente.

Bild: Deutsches Museum



Halbleitern mittels des Hall-Effektes durchführte. Seine Schlussfolgerung war, dass Halbleiter eine sehr viel geringere Ladungsträgerdichte haben als Metalle, dafür aber eine viel höhere Beweglichkeit. Unerklärlich blieb aber das Auftreten positiver Werte für die Hallspannung und damit die Implikation positiver Ladungsträger.

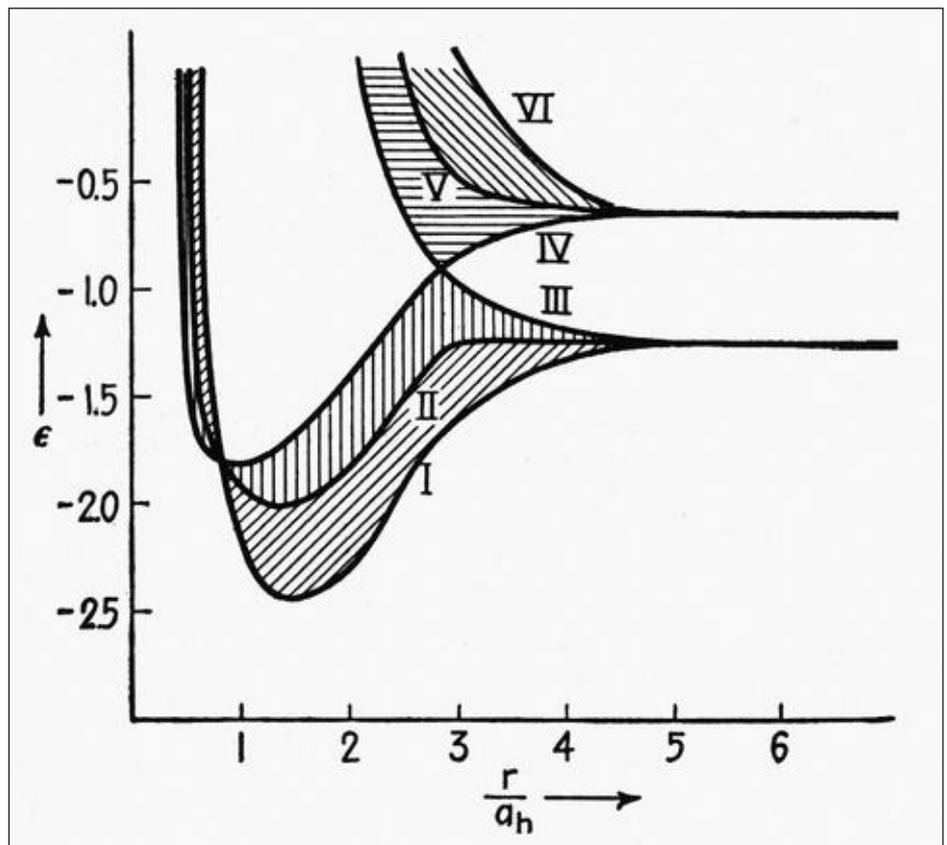
Um 1910 wies KARL BAEDECKER nach, dass Halbleiter sehr wohl dem Ohmschen Gesetz folgen, allerdings nur in ihrer reinen, intrinsischen Form ohne Verunreinigungen. Seine Experimente, in denen er Glasplättchen mit Metallen bedampfte und diese Gasen aussetzte, um Oxide, Halogenide und Sulfide zu erhalten, setzten neue Maßstäbe in der Prozesstechnologie. Aus der Tatsache, dass diese Filme ihre Leitfähigkeit ändern, wenn sie weiter dem entsprechenden Gas ausgesetzt bleiben, schloss er, dass es sich um einen Stöchiometrieeffekt handeln muss. In heutiger Technologie wird dieser Effekt als Dotierung umgesetzt, dient der genauen Einstellung der Leitfähigkeit bestimmter Bereiche eines Halbleiterkristalls und ist somit die Grundlage für die Funktion jedes integrierten Bauelementes und damit jeder monolithischen Schaltung. Damit fanden endlich auch die positiven Ladungsträger ihre Erklärung als Fehlstellen, die eigentlich von Elektronen besetzt sein müssten, sogenannte „Löcher“. In den 1930er-Jahren konnte BERNHARD GUDDEN, Professor für Experimentalphysik in Erlangen, aus den bekannten experimentellen Ergebnissen ableiten, dass die Elektronenleitung in Halbleitern immer auf eine Verunreinigung oder eine Störung des Kristallgitters zurückzuführen ist. Mit seiner Theorie, dass perfekte Halbleiter Isolatoren sind, behielt er nur zum Teil recht: Mit steigender Temperatur steigt die Konzentration freier Elektronen im Halbleiter an und damit auch die intrinsische Leitfähigkeit.

Die Bedeutung der Bandlücke für das Verhalten der Halbleiter konnte erst mit Hilfe der quantenmechanischen Theorie der Festkörper erkannt werden. 1928 löste MAXIMILIAN STRUTT zum ersten Mal die gerade aufgestellte Schrödinger-Gleichung in einem periodischen Potenzialfeld, wie es auch die regelmäßige Anordnung der Atome im Kristallgitter darstellt. Während sich in den Metallen

bandartige Strukturen ergaben, in denen sich Elektronen aufhalten und bewegen können, zeigten manche Materialien Energiebereiche, die von Elektronen nicht eingenommen werden können: eine Bandlücke.

Unter WERNER HEISENBERG hatte ALAN WILSON das Konzept der Quantenmechanik auf eine ganze Reihe von Festkörpermaterialien angewendet. Seine daraus folgende, 1931 bei der Royal Society veröffentlichte umfassende Behandlung der Eigenschaften von Halbleitern lieferte die theoretischen Erklärungen für die Leitfähigkeit intrinsischer und dotierter Halbleiter und den Einfluss der Bandlücke. Daraus ergab sich auch die Erklärung des Photoeffektes und der starken Temperaturabhängigkeit: Elektronen müssen die Bandlücke überwinden, um zum Strom beitragen zu können. Dafür benötigen sie Energie, die entweder thermisch oder durch Licht zugeführt werden kann.

Dieses tiefgreifende theoretische Verständnis reichte aber noch immer nicht aus, um den Gleichrichtereffekt vollständig interpretieren zu können. Warum treten Elektronen unterschiedlich leicht von einem Material ins andere über? OWEN RICHARDSON hatte für den glühelektrischen Effekt bereits sehr früh die Erklärung der Austrittsarbeit geliefert, die aufgebracht werden muss, um Elektronen aus Festkörpern zu lösen. Dies faszinierte WALTER SCHOTTKY. Er übertrug das Konzept auf Halbleiter und definierte 1923 „Energienäpfe“, deren Ränder von Elektronen überwunden werden müssen, wenn diese aus einem Material austreten wollen. Die Höhe des Randes ist materialabhängig. Nähert man nun zwei unterschiedliche Materialien bis auf wenige Atomlagen an, beeinflussen sich die Ränder gegenseitig und bilden eine Barriere zwischen den Näpfen aus, so dass Elektronen nicht einfach von einem in den anderen wechseln können. Eine angelegte Spannung verändert die Positionen der Napfböden zueinander und verformt dabei die Barriere, so dass sie, wenn eine entsprechende Spannung anliegt, von Elektronen überwunden werden kann. Liegt die Spannung in der anderen Richtung an, erhöht sie die Barriere und es fließt kein Strom. Zwischenzustände von Verunreinigungen oder Dotierstoffen helfen Elektronen einer



Leiter gleich, die Barriere bereits bei geringen Spannungen zu überwinden. So war endlich auch die gleichrichtende Wirkung der „Elektronenventile“ geklärt. Im heutigen Sprachgebrauch wird dieser Prozess als „Bandverbiegung“ bezeichnet.

Ein Problem stellte noch die Anwendung dieser Theorie dar: Vor dem Zweiten Weltkrieg gab es keine hochreinen Halbleitermaterialien, so dass experimentelle Reproduzierbarkeit immer noch Glückssache war und unglückliche Anwender von Kristalldetektoren nervenzerfetzende Stunden zubrachten, mit ihrem Draht stochernd eine Stelle am polykristallinen Detektorkristall zu finden, die nur wenige Verunreinigungen und Kristallfehler enthielt, einen sogenannten „Hot Spot“. Bei Korngrößen im Bereich von Mikrometern war das eine ausgesprochen schwierige Angelegenheit. „Bewegte man aber den Draht nur ein ganz klein wenig, einen Bruchteil, ein Tausendstel eines Inches - und Sie hatten einen anderen Hot Spot gefunden, allerdings hat dieser in die andere Richtung gleichgerichtet“ [2].

So erklärt sich, warum Halbleiter derart sensibel auf Kristallfehler, Verunreinigungen, Wärme und Licht reagieren, dass in der heutigen

Eine Bandstrukturrechnung zeigt die erlaubten und verbotenen Energiezustände in Abhängigkeit des Abstands vom Atomkern für ein bestimmtes Material. Treffen zwei Materialien aufeinander, wechselwirken die Bandstrukturen miteinander. Daraus kann das elektrische Verhalten errechnet werden.

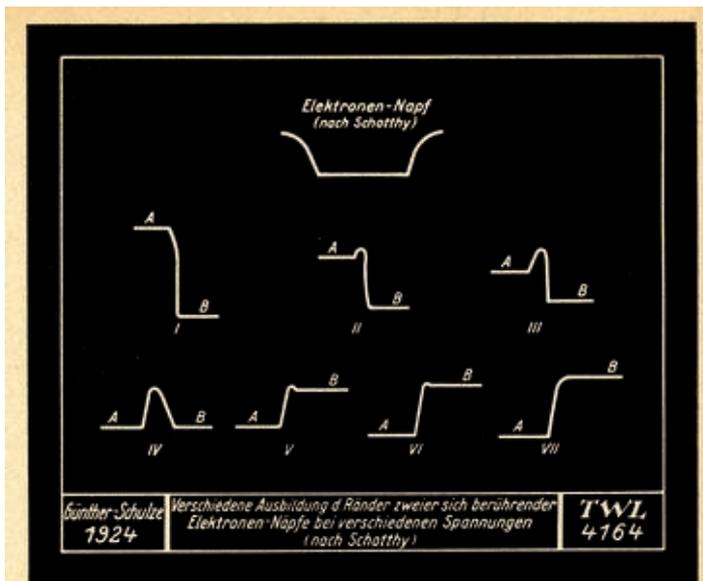


Abbildung 27, Seite 89

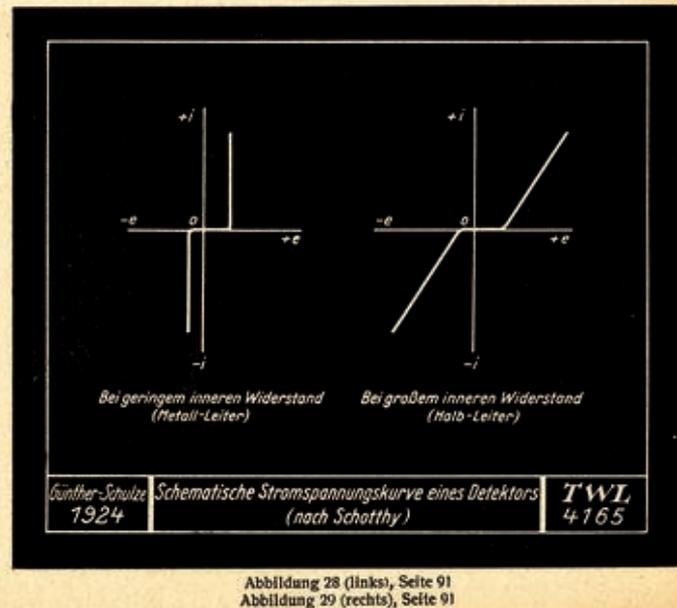


Abbildung 28 (links), Seite 91
Abbildung 29 (rechts), Seite 91

Die „Elektronennäpfe“ nach Schottky sind eine frühe Version von Bandstrukturen zweier zusammentreffender Materialien.

Literatur die frühe Materialforschung in diesem Gebiet oft als „Schwarze Magie“ bezeichnet wird. Um derartige Probleme zu umgehen, wird in der Halbleiterindustrie mit Materialien höchster Reinheit gearbeitet, in denen sich nur noch wenige unerwünschte Fremdatome auf Millionen Atome des Halbleiters befinden. Tiefe Störstellen auf Grund von Verunreinigungen sind noch heute ein Problem, so dass in Reinräumen gearbeitet wird, deren gesamtes Luftvolumen mehrmals pro Stunde durch ein Filtersystem läuft, das selbst Pollen und Viren herausfiltert. Die Mitarbeiter tragen Schutzkleidung, um die Wafer vor Schweiß, Kosmetikpartikeln und Hautfett zu schützen.

Heute sind um die 600 halbleiten-

de Materialien bekannt, von elementaren Halbleitern der IV. Hauptgruppe des Periodensystems bis hin zu komplizierten Verbindungshalbleitern wie Blei-Zinn-Tellurid (PbSnTe) oder organischen Verbindungen. „Das Basismaterial des Informationszeitalters hat sich in nur 100 Jahren von missverstandenen, absolut unkontrollierbaren Kristallen mit mystischen Eigenschaften in eine der am besten untersuchten und verstandenen [Materialklassen] gewandelt“[3]. Diese Erforschung im Detail und Ausnutzung jedes physikalischen Effektes zur Produktion hoch optimierter elektronischer Gadgets führte zu so komplizierten Geräten, dass die Funktionsweise von Halbleiterchips wieder ihren Ausgangszustand erreicht: Dem Einzelnen unzugänglich, so komplex, variabel und mächtig, dass es an pure Hexerei grenzt.

Autorin:
Dr. Tina Kubot

Quellen:

- [1] Seitz, F. / Einspruch, N.: Electronic Genie: The tangled History of Silicon, University of Illinois Press, 1998.
- [2] Riordan, M. / Hoddeson, L.: Crystal Fire, Norton & Company, New York, 1997.
- [3] Orton, J.: The Story of Semiconductors, Oxford University Press, New York, 2004.
- [4] Günther-Schulze, A.: Elektrische Gleichrichter und Ventile, Verlag Josef Kösel & Friedrich Pustet, München, 1924.
- [5] Hars, F.: Ferdinand Braun – Ein wilhelminischer Physiker, Verl. für Geschichte der Naturwiss. und der Technik, Berlin, 1999.
- [6] Serchinger, R.: Walter Schottky – Atomtheoretiker und Elektrotechniker, Verl. für Geschichte der Naturwiss. und der Technik, Diepholz, 2008.
- [7] Kimball, G.: The Electronic Structure of Diamond, J. Chem. Phys. 3, 560 (1935).

Intermetall: Der lange Weg vom Punktkontakt zum komplexen IC

Mark P. D. Burgess und Wolfgang Gebert befassen sich mit der Geschichte eines bedeutenden deutschen Halbleiterherstellers* Teil 2

Im Jahr 1954 brachte Intermetall eine Reihe von hermetisch glasversiegelten Dioden und Hochfrequenzversionen als GSN-Punktkontakttransistoren heraus.

Glasdioden: Intermetall ergänzte das ursprüngliche Sortiment von Keramikausführungen um elf Typen in einem hermetisch dichten Glasgehäuse. Das Nummerierungssystem folgte den USA-JEDEC-Typen, so dass beispielsweise die Diode „1N34a“ als „34a M“ von Intermetall angeboten wurde. Sie wurden wie in Tabelle 3 angegeben farbcodiert.

Neue HF-Punktkontakt-Transistoren: Drei neue Punktkontakt-Transistoren wurden speziell für HF-Schaltungen mit hoher Stromverstärkung entwickelt. Bild 21 zeigt die Stromverstärkung bis 10 MHz (Typ GSN6). Die neuen Transistoren wurden in einem Gehäuse mit einseitigen Anschlüssen angeboten, das 5,5 mm kürzer war. Das Metallgehäuse diente als Basiskontakt. In solche Gehäuse sind auch die noch existierenden Exemplare der in Bild 22 gezeigten Typen GSN1 und GSN2 eingebaut.

Neue Halbleiterwerkstoffe

Noch während MATARÉ bei CFS Westinghouse war, besuchte er die erste internationale Konferenz über Halbleiterwerkstoffe, die vom 10. bis 15. Juli 1950 an der Reading University stattfand. 80 Wissenschaftler aus den USA, Holland, Frankreich, Dänemark, Schweden, Italien, Spanien und Deutschland waren anwesend, außerdem mehr als 100 Teilnehmer von britischen Universitäten und Forschungslabors. Sehr bekannte Teilnehmer waren Dr. WILLIAM SHOCKLEY von Bell Laboratories, Professor LARK-HOROVITZ von der Purdue University und Professor NEVILL MOTT von der Bristol University, alles Pioniere der

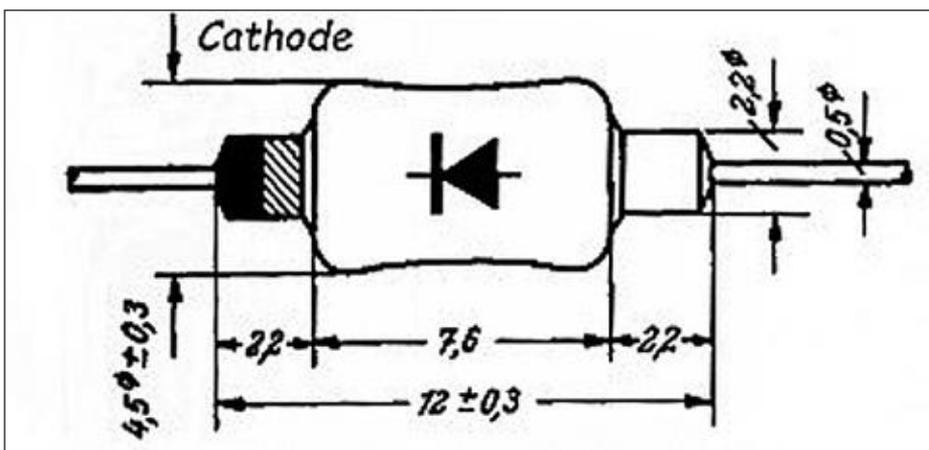


Bild 20. Abmessungen der Intermetall-Glasdioden von 1954.

Halbleiterforschung.

In der Frühzeit der Funktechnik waren viele Mineralien als brauchbar für Punktkontakt-Detektoren identifiziert worden. Bevorzugter Werkstoff war Bleiglanz (Galena) oder mineralisches Bleisulfid. In den 1950er-Jahren war der eigentliche Beginn der Halbleitertechnologie, und die Hersteller beherrschten gerade eben das Germanium für Punktkontakt-Dioden und -Transistoren.

Auf der Konferenz in Reading wurde über neuere Arbeiten zum Ermitteln der Eigenschaften von Selen, Grauzinn und schwarzem Phosphor berichtet sowie über Verbindungs-

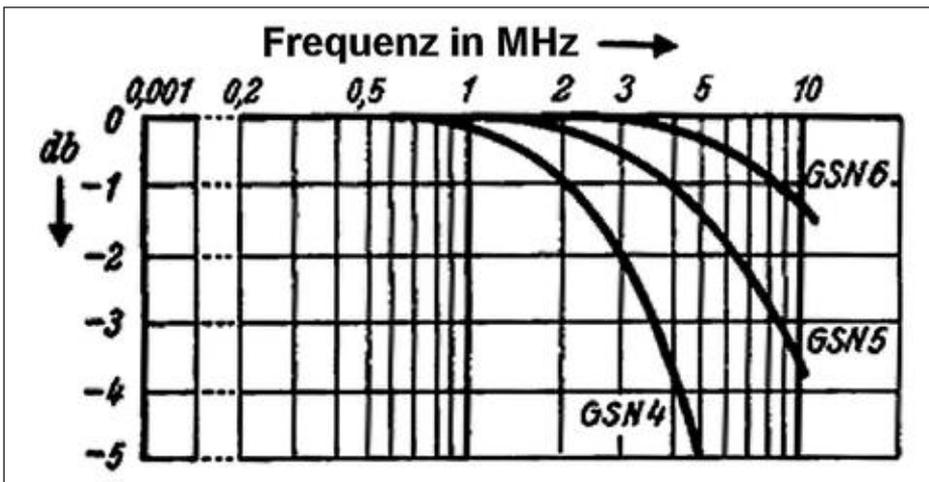


Bild 21. Frequenzgang des Stromverstärkungsfaktors der neuen Intermetall-GSN-Transistoren [14].

* Teil 1 erschien in Funkgeschichte 229 (2016), Seiten 170–177.



Bild 22. Heute noch existierende Beispiele des GSN1 oder GSN2. Eine Ausführung der zweiten Generation mit den drei Anschlussdrähten an einem Ende.
Bild: R. Herzog.

halbleiter wie Zinkoxid, Bleisulfid, Wismut-Tellurid und anderen Silber-, Mangan- und Selenverbindungen. Von einem Prototyp-Transistor aus Bleisulfid als Halbleitermaterial berichtete C. A. HOGARTH von der Reading University [15].

MATARÉ war beeindruckt von dem, was er dort erfahren hatte. Germanium war ein seltenes Element und daher teuer. Silizium konnte mit den 1950 existierenden Technologien nicht gereinigt werden, und es sollte deshalb noch vier Jahre dauern, bis die ersten Siliziumtransistoren hergestellt wurden. Verbindungshalbleiterwerkstoffe versprochen geringere Kosten und günstigere physikalische Eigenschaften. Bei seiner Rückkehr diskutierte er dies mit seinem Kollegen HENRICH WELKER, der gleichermaßen von der Idee begeistert war. WELKER begann sofort die theoretischen Möglichkeiten dieser Werkstoffe zu untersuchen, und Anfang 1951 stellte er die erste Legierung aus Indium und Antimon her. In einem Quarz-Boot gewann er kristallines Indium-Antimonid. Es bestätigte sich,

dass das Material ein Halbleiter war [16].

WELKER wandte sich an Siemens und diskutierte die potenzielle Bedeutung von III-V-Verbindungen mit Prof. FERDINAND TRENDELEBURG, der das neue Siemens-Schuckert-Forschungslaboratorium in Erlangen einrichtete. TRENDELEBURG war begeistert und bot WELKER eine Stelle als Leiter der Festkörperforschung mit dem Auftrag an, die Erforschung von III-V-Verbindungen so schnell wie möglich zu beginnen. Im Laufe der Zeit führten diese Arbeiten zu grundlegenden Patenten auf dem Gebiet der III-V-Verbindungen als Halbleiter, die WELKER und Siemens erteilt wurden. WELKER wurde international als Pionier von III-V-Verbindungshalbleitern bekannt [17].

WELKER verließ am 26. Dezember 1950 Westinghouse und begann am 1. April 1951 seine Arbeit bei Siemens in Erlangen. Möglicherweise waren seine ersten Versuche bei CFS Westinghouse nicht autorisiert. MATARÉ berichtet, dass WELKER seine Arbeiten an III-V-Verbindungen dort im Geheimen ausgeführt haben muss, weil vermutlich vermieden werden sollte, dass es später zu Komplikationen bei den Rechten am geistigen Eigentum käme. Jedenfalls behauptete WELKER, dass seine Laborarbeit an III-V-Verbindungen bei Siemens begann. [17]

III-V-Halbleiter bei Intermetall

Primäres Ziel bei Intermetall war es seinerzeit, möglichst schnell Einnahmen zu erzielen. 1952 konnte man das nur mit Germaniumdioden und Transistoren, obwohl die Nachteile von Germanium hinlänglich bekannt waren. Silizium wäre die bessere Alternative gewesen, aber dessen hoher Schmelzpunkt bedeutete, dass eine Reinigung viel schwieriger ist.

Man vermutete damals, dass das Czochralski-Verfahren geeignet sei, um Einkristall-III-V-Verbindungshalbleiter wie Antimonide von Aluminium, Gallium und Indium herzustellen (Antimon ist ein Element der Gruppe V, und Aluminium, Gallium und Indium sind in der Gruppe III). MATARÉ war sehr zuversichtlich, dass diese neuen Materialien zur Entwicklung von Dioden und Transistoren der nächsten Generation führen würden.



Bild 23. GSN2. Man beachte die beim GSN1-Beispiel (Bild 22) fehlende Farbcodierung (Collector gelb und Emitter rot). Bild: A. Wylie.

Insbesondere wurde angenommen, dass Aluminium-Antimonid mit einer großen Bandlücke von 1,5 eV und einem überschaubaren Schmelzpunkt von 1.060 °C dafür ein guter Kandidat sei. Jedoch erwies es sich als schwierig, einkristalline Stäbchen aus Aluminium-Antimonid herzustellen, außerdem oxidierte das Material sehr schnell und zerfiel in feuchter Luft zu einem schwarzen Pulver.

Die ersten Prototypdioden, die aus diesem Material hergestellt wurden, verhielten sich wie erwartet, in einigen Fällen sogar besser als Germaniumdioden. Zum Beispiel hatte Aluminium-Antimonid bei sehr niedrigen Spannungen eine steilere Charakteristik und eine kürzere Erholungszeit, was für Hochfrequenzanwendungen wichtig ist. MATARÉ war sich der Schwierigkeiten bei der Kommerzialisierung von III-V-Halbleitern durchaus bewusst. Um die Notwendigkeit weiterer Forschung und Entwicklung zu unterstreichen, schrieb er 1954: „Es wird noch eine Weile vergehen, bis wir hier die richtigen Methoden gefunden haben. Sicherlich ist dieses Gebiet aber der intensivsten Bearbeitung wert, denn es besteht Aussicht, nicht nur den kostspieligen und seltenen Rohstoff Germanium zu ersetzen, sondern vielleicht Halbleiterstrukturen mit ganz bestimmten Eigenschaften ‚nach Maß‘ herzustellen, die obere Frequenzgrenze herauf zu setzen, und die P-N-Technik zu verbessern und zu verallgemeinern“ [18].

Das Labor wird geschlossen

Der Versuch, Marktführer in III-V-Verbindungen zu werden, war allerdings zu ambitioniert für Intermetall. In Deutschland war Siemens ein ernstzunehmender Mitbewerber. Das Unternehmen hatte sich WELKER und sein Grundpatent gesichert, was bedeutete, dass Intermetall wahrscheinlich eine Lizenz von Siemens benötigen würde. Ob man diese erhalten hätte, war aber eher unwahrscheinlich.

Die Intermetall-Forscher hatten eine kooperative Beziehung zu EDUARD JUSTI, einem angesehenen deutschen Forscher auf diesem Gebiet. JUSTI war Gründer des Instituts für Angewandte Physik an der Technischen Universität Braunschweig (damals TH) und forschte an Leitungs-

The advertisement is a black and white graphic with a white background for the text. It features a central illustration of a vacuum tube-like component with a glass envelope and a metal base, emitting a signal. A dashed line traces a path from the component towards the top right, ending in a sine wave. The text is arranged in a list-like format on the left side of the graphic.

Germanium-Dioden
in Glas- und Miniaturausführung

Germanium-Spitzentransistoren

Germanium-Flächentransistoren
P-N-P und N-P-N

INTERMETALL
GESELLSCHAFT FÜR METALLURGIE M. B. H.
DUSSELDORF KÖNIGSALLEE 14-16 · RUF SA. - NR. 10717

mechanismen von Metallen und Halbleitern, Thermoelektrizität, Brennstoffzellen und Solarenergiezellen. Die Ergebnisse seiner akademischen Arbeiten wurden von Siemens vermarktet. Während eines Besuchs bei MATARÉ versuchte JUSTI, diesen davon zu überzeugen, dass Erforschung der III-V-Verbindungen angesichts der marktbeherrschenden Position von Siemens erfolglos sei. MATARÉ erinnerte sich: „Justi kam zu mir als ich bei Intermetall war und sagte ‚Hören Sie mal, Sie wollen hier intermetallische Verbindungen machen, wissen Sie, daß der Welker mit dem Patent

Bild 24. Werbung von Intermetall im Februar 1955 für PNP- und NPN-Flächentransistoren während des Verkaufs des Unternehmens (aus „Funkschau“ 1955, H. 3).

bei uns den Boden abgräbt, das darf doch nicht sein.“ [19]

Tatsächlich waren III-V-Verbindungshalbleiter im Jahr 1954 eher eine akademische Kuriosität. Die Geschichte zeigt, dass es weitere 20 Jahre dauern sollte, bis die ersten Anwendungen damit realisiert werden konnten. Während der 1950er- und 1960er-Jahre deckte Silizium alle Anforderungen selbst für hochleistungsfähige diskrete Komponenten sowie die Integration ab. WELKER, der 1976 ein viertel Jahrhundert Forschung feierte, schrieb aus der damaligen Perspektive: „Früher war mir klar, dass die III-V-Verbindungen das Silizium nicht aus den Bereichen verdrängen würden, in denen es bereits etabliert war, sondern stattdessen Anwendungen in den Bereichen finden würde, in denen die Vielseitigkeit der Bandstruktur vollständig ausgeschöpft werden kann. Solche Anwendungen sind magnetisch gesteuerte Elemente, optoelektronische Bauelemente und Schottky-Feldeffekttransistoren sowie Gunn-Dioden, die den Frequenzbereich über 5 GHz erweitern. Die weltweiten Verkäufe solcher Komponenten, die aus III-V-Verbindungen hergestellt werden, belaufen sich nun auf mehr als 200 Millionen Dollar pro Jahr und werden voraussichtlich im Jahr 1980 die 500-Millionen-Dollar-Grenze übersteigen.“ [17]

Am Ende wurde das Intermetall-Forschungsprogramm von der Realität überholt: Um die Kosten zu senken, wurde das Labor ab Mitte 1954 aufgelöst und während des Verkaufs an die Firma an Clevite gänzlich geschlossen.

Verkauf von Intermetall an Clevite

In den USA wurde JAKOB MICHAEL in den Medien wegen des „Deutschen Problems“ kritisiert. Darunter verstand man damals die geringe Wahrscheinlichkeit der Wiedervereinigung, die Entwicklung Westdeutschlands von einem besetzten Gebiet zu einem wieder bewaffneten souveränen Staat innerhalb der NATO und die möglichen katastrophalen Folgen des Kalten Krieges. Im fernen Osten war der Koreakrieg gerade beendet und ein Ost-West-Konflikt auf dem Gebiet Deutschlands war durchaus denkbar. MICHAEL schloss

daraus, dass seine Investitionen in Deutschland gefährdet sein könnten.

Die deutschen Wirtschaftsreformen nach dem Krieg waren bemerkenswert erfolgreich gewesen [20]. Ende 1953 stand die Deutsche Mark kurz davor, frei konvertierbar zu sein, und erstmals war MICHAEL in der Lage, seinen Besitz in Deutschland zu verkaufen und den Erlös in die USA zu transferieren. Im Dezember 1954 verkaufte er DeFaKa für 60 Millionen DM an die Helmut Horten GmbH. Der Verkauf seines erst zwei Jahre alten Halbleiter-Start-ups war allerdings ein schwierigeres Unterfangen. Intermetall machte nur langsam Fortschritte in Richtung Profitabilität. Intermetall benötigte entweder Zugang zu lukrativen Militärmärkten in den USA oder Geduld und viel Geld, um abzuwarten, dass Transistoren Anwendungen in europäischen Konsumprodukten finden würden. Schlimmer noch, MICHAEL sollte bei Intermetall ein ehrgeiziges Forschungsprogramm auf dem Gebiet der Silizium- und III-V-Halbleiterbauelemente finanzieren, das eigentlich besser zu einem Technologie-Riesen wie Bell Laboratories gepasst hätte.

Zunächst wurden einige interessierte Käufer gefunden, aber sie waren nicht bereit, den von MICHAEL geforderten Preis zu bezahlen, und so zog sich der Verkaufsprozess in die Länge. Wichtige Mitarbeiter machten sich Sorgen um die Zukunft des Unternehmens: OSKAR WALTER ging zu Siemens, GEORGES CALON ging zurück nach Frankreich, und HERBERT MATARÉ wanderte später in die USA aus. Er war ziemlich verbittert darüber, dass MICHAEL sein Versprechen nicht eingehalten hatte, das Unternehmen innerhalb von fünf Jahren profitabel zu machen.

Im Sommer 1954 trat ein ernstes Problem mit den bereits hergestellten Transistoren auf. Trotz aller Sorgfalt, die bei deren Produktion herrschte, wurde bei 90 Prozent der Bauteile festgestellt, dass ihre Eigenschaften außerhalb der Spezifikationen lagen und sie deshalb unverkäuflich waren. Diese Transistoren waren instabil und hatten ihre Parameter in nur wenigen Monaten verschlechtert. Dies war vermutlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass Intermetall-Transistoren nicht hermetisch gekapselt waren, und der Punktkontaktbereich ledig-

lich mit Epoxidharz geschützt war. Andere Hersteller wie Raytheon fanden heraus, dass eine Harzversiegelung nicht feuchtigkeitsbeständig ist [21].

Als Reaktion auf diese Katastrophe wurden im November 1954 die meisten Arbeitnehmer entlassen. Einen Monat später in den USA hielt MATARÉ einen Vortrag bei Transistor Products, einer Gesellschaft von Clevite. Als Direktor von Intermetall war MATARÉ trotz der problematischen Situation in der Lage, bei dieser Gelegenheit den Verkauf seiner Firma zu forcieren, weil er Fotos der Anlagen, Datenblätter und Exemplare aus der Produktion präsentieren konnte.

Die Clevite Corporation war 1919 als Ingenieurgesellschaft gegründet worden und hatte während des Krieges Kugellager für die Luftfahrtindustrie produziert. Mit der Übernahme der Brush Development Corp im Jahr 1952 und der Firma Transistor Products im Jahr 1953 wurde das Unternehmen auch auf dem Markt für Elektronikbauelemente aktiv. Ab 1954 spezialisierte sich die Abteilung mit den Namen Clevite Transistor Products auf Germanium-Leistungstransistoren [22].

Man zeigte starkes Interesse an Intermetall, und ein Manager flog nach Düsseldorf, um das Halbleiterwerk zu besuchen und es einzuschätzen. Er nahm 100 Muster-Transistoren aus der aktuellen Produktion mit zurück in die USA. ROBERT STASEK, HERBERT KNABE und andere, die noch bei Intermetall verblieben waren, arbeiteten bis zum Weihnachtsabend 1954, um die angeforderten Transistoren herzustellen, zu montieren und in den Gehäusen zu versiegeln. Es handelte sich um Prototypen der neuen Legierungs-Sperrschichttransistoren OC33 und OC34, die im Mai 1955 der Öffentlichkeit vorgestellt wurden [23]. Bei Clevite war man von der Qualität der in Düsseldorf produzierten Transistoren beeindruckt. Es wurde vereinbart, dass JAKOB MICHAEL Intermetall noch für weitere sechs Monate behalten und Clevite eine Kaufoption einräumen sollte. Transistor Products schickte ein Team aus den USA nach Düsseldorf. Der Fokus der Firma lag von da an in der Produktion und nicht mehr in der Forschung.

Anfang 1955 begann Intermetall, die Legierungs-Sperrschichttransistoren OC33 und OC34 in kleinen

Mengen herzustellen. Im Februar ist in einer Anzeige ein NPN-Transistor erwähnt, höchstwahrscheinlich der Typ OC24, der auf der Düsseldorfer Ausstellung im August 1955 gezeigt, aber nie produziert wurde. Im Mai 1955 fertigte Intermetall Miniaturversionen, bei denen das Gehäuse nur 3,5 mm Durchmesser hatte, um mit einem vollständigen Spektrum von Bipolartransistoren erfolgreich auf dem Markt vertreten zu sein. Zu diesem Zeitpunkt verfügte Clevite über keine vergleichbaren Kleinleistungs-NF-PNP-Bipolartransistoren, obwohl man zwei Jahre vorher zwei NF-NPN-Transistoren entwickelt hatte. Dies waren die Typen X-22 und X-23 in großen Gehäusen, die seit 1953 Teil der Transistor-Produktpalette waren [24]. Außerdem verfügte man auch über ein umfangreiches Spektrum an Prototypen [23]. Somit passten die Intermetall-Typen perfekt ins Portfolio von Clevite. Auch war der Markt in den USA reif für Transistoren: Die ersten Taschenradios erschienen, und für spezialisierte Anwendungen wie z. B. Hörgeräte waren Transistoren die ideale Lösung. Clevite hatte daher gute Gründe, die Kaufoption zu nutzen, und man erwarb Mitte 1955 Intermetall. MATARÉ trat aus dem Verwaltungsrat zurück und blieb in den USA, weil er dort mehr Chancen für sich sah.

Clevite ernannte RUDOLF SACHS zum neuen Geschäftsführer von Intermetall. Der war 1938 wegen seiner jüdischen Herkunft aus Deutschland in die USA ausgewandert und sammelte bei Transistor Products Erfahrungen in der Massenproduktion von Transistoren. Unter ihm gab es einen dramatischen Anstieg der Produktionskapazität sowie eine Verdopplung der Mitarbeiterzahl. Aber die Ausbeute war mit nur einem Prozent viel zu niedrig. Um das Problem zu lösen, sollten mehr erfahrene Mitarbeiter eingestellt werden. GEORGES CALON, der 1952–54 Produktionsleiter war, wurde aus Frankreich zurückgeholt, und ein Mann mit der höchsten Reputation in der Branche, KARL SEILER, wurde 1956 von der deutschen ITT-Tochtergesellschaft SAF abgeworben. SEILER war seit 1948 für die Halbleiterentwicklung bei SAF verantwortlich. Während dieser Zeit investierte Clevite über eine Million DM vor allem in neue Anlagen zur

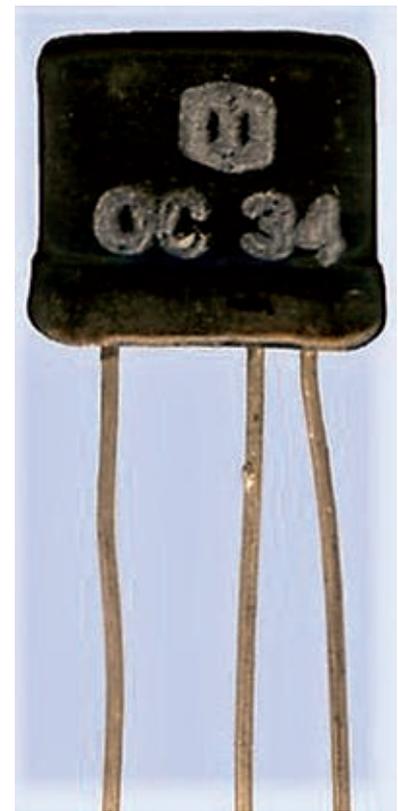


Bild 25. Transistor OC34.
(Bild: S. Neumann, Radiomuseum)



Bild 26. Dieser OC34 wurde von der Firma Transistor Products in den USA verkauft.
(Bild: Rudi Herzog)

Tabelle 3: Intermetall-Glasdioden von 1954

Typ	Dauersperrspannung	Vorstrom bei +1 V	mittl. Vorstrom	maximaler Spitzenstrom	Sperrspannung	Rückstrom	Farbring	
	max V	min mA	max mA	MA (1 sec)	V	µA	äuß.	inn.
M34a	60	5	50	500	10 (50)	30 (500)	orange	gelb
M38a	100	4	50	500	3 (100)	5 (500)	orange	grau
M 51	50	2.5	25	-	50	1660	grün	braun
M54a	50	5	50	500	10 (50)	7 (100)	grün	grau
M55	150	3	50	500	100 (150)	300 (800)	grün	grün
M56	40	15	60	1.000	30	300	grün	blau
M60	25	-	40	500	1.5	30	blau	schwarz
M69	60	5	40	400	10 (50)	50 (850)	blau	weiß
M70	100	3	30	350	10 (50)	25 (300)	violett	schwarz
M81	40	3	30	350	10	10	grau	braun
M95	60	10	50	500	50	800	weiß	grün

aus Funkschau 1954

Herstellung von Legierungsdioden und -Transistoren.

Neue Bipolartransistoren

Intermetall produzierte ab Februar 1955 die PNP-Transistoren der Baureihe OC32 - OC34. Es handelte sich um NF-Typen mit ähnlichen Eigenschaften, die sich in der Verstärkung unterschieden. Ein NPN-Typ OC24 wurde mit spiegelbildlichen Daten zum OC34 zur Paarung in komplementären Ausgangsschaltungen erwähnt [25], ging aber nie in Serie.

Meldungen über die neuen Intermetall-Bipolartransistoren wurden im Mai 1955 erstmals im „Radio Mentor“

veröffentlicht. Die Transistoren OC32, OC33 und OC34 wurden in Metallgehäusen 5 x 8 x 11 mm³ und mit einer Leistung von 50 mW angeboten. Sie wurden aus der laufenden Produktion nach Verstärkung und Grenzfrequenz selektiert und für Anwendungen in Audio- und Zwischenfrequenz-Verstärkern angeboten [24].

Eine zweite Miniatur-Typenreihe wurde aus den gleichen Transistorelementen mit ähnlichen Typenummern hergestellt: OC320, OC330 und OC340. Sie wurden in zylindrischen Gehäusen von 8,8 mm Länge und nur 3,5 mm Durchmesser montiert. Diese hatten eine niedrigere Nennleistung von nur 35 mW wegen ihrer kleineren

Tabelle 4. Technische Daten der legierten Flächentransistoren von Intermetall

	OC32	OC33	OC34	OC24	OC320	OC330	OC340
Typ	PNP	PNP	PNP	NPN	PNP subminiatur	PNP subminiatur	PNP subminiatur
Maximalwerte				Wurde nicht serienmäßig hergestellt. Daten spiegelbildlich zum OC34			
U _C Volt	25	25	25		20	20	20
I _C mA	10	10	10		10	10	10
P _C mW	50	50	50		35	35	35
I _E mA	10	10	10		10	10	10
Betriebswerte							
Leistungsvverstärkung ¹ dB	38	40	42		38	40	42
mittlere Grenzfrequenz ² MHz	0.6	0.8	1.1		0.6	0.8	1.1

Fußnote 1: in Emitterschaltung U_C = 5 Volt, I_C = 1 mA, R_G = 600 Ω, R_L = 30 kΩ
 Fußnote 2: in Basisschaltung
 Quelle: Rost 1956 und Radio Mentor 1955

Abmessungen, aber ansonsten die gleichen Eigenschaften wie die größeren Typen. Bei beiden Versionen wurden die Transistorsysteme auf Glashaltern montiert (Tabelle 4).

Im Vergleich zu den wichtigsten Wettbewerbern lag Intermetall zunächst ein Jahr zurück. 1954 war das Jahr der Bipolartransistoren für Audio-Anwendungen: Auf der Hannover-Messe im April 1954 stellte Telefunken die PNP-Legierungs-Transistoren OC601 und OC602, Valvo (Philips) kündigte seine Typen OC70 und OC71 an, Siemens präsentierte die TF70-Baureihe [26]. Bis Ende 1955 hatte Intermetall jedoch die Konkurrenz mit dem Produktionsstart eines der ersten europäischen HF-Legierungs-Sperrschichttransistoren eingeholt.

Vertrieb der Intermetall-Produkte in den USA

Das Firmenkonzept bei der Gründung von Intermetall war gewesen, in Deutschland Dioden und Transistoren für die USA zu produzieren. Das hatte sich als schwierig erwiesen, weil das US-Militär Halbleiter aus den USA eindeutig bevorzugte, und weil bis 1954 Transistoren häufiger für experimentelle Zwecke als für praktische Anwendungen gekauft wurden. Nachdem Intermetall ein US-Unternehmen geworden war und neue Anwendungsfelder erschlossen wurden, gab es zumindest bessere Chancen, die neuen Intermetall-Transistoren in

den USA zu verkaufen. Bald nach der Übernahme von Intermetall wurden zwei der neuen Bipolartransistoren (OC33 und OC34) in den USA als Teil der Typenreihe von Clevite Transistor Products gelistet [27] (Bild 26). Hier zeigt sich, wie dringend die Übernahme des deutschen Unternehmens war, denn die Typen von Clevite waren zu diesem Zeitpunkt bereits veraltet. Es handelte sich um:

- Zwei gewachsene Bipolartransistoren (X-22 und X-23), die erstmals 1953 als experimentelle Typen eingeführt wurden
- Zwölf überholte Punktkontakttypen 2A, 2C, 2D, 2, E2G, 2H, 2N32, 2N33, 2N50, 2N51, 2N52 und 2N53
- Eine Reihe von der experimentellen Leistungstransistoren X102, X107, X120, X122 und X125.

Umgekehrt nahm Intermetall Leistungstransistoren von Clevite Transistor Products in das Vertriebsprogramm für Deutschland auf und präsentierte diese etwa zur gleichen Zeit auf der Messe in Düsseldorf.

Funkausstellung 1955

Die Deutsche Funkausstellung fand vom 28. August bis 4. September 1955 in Düsseldorf statt. 1957 und 1959 ging sie nach Frankfurt, bevor sie 1961 wieder nach Berlin kam [12]. HERBERT LENNARTZ berichtet in der „Funk-Technik“: „Bei Transistoren geht die Entwicklung in zwei Richtungen:

Bild 27. Schaltung eines Gegentakt-Niederfrequenzverstärkers mit komplementären Transistoren und Vorstufen von Intermetall. Bild aus [23]

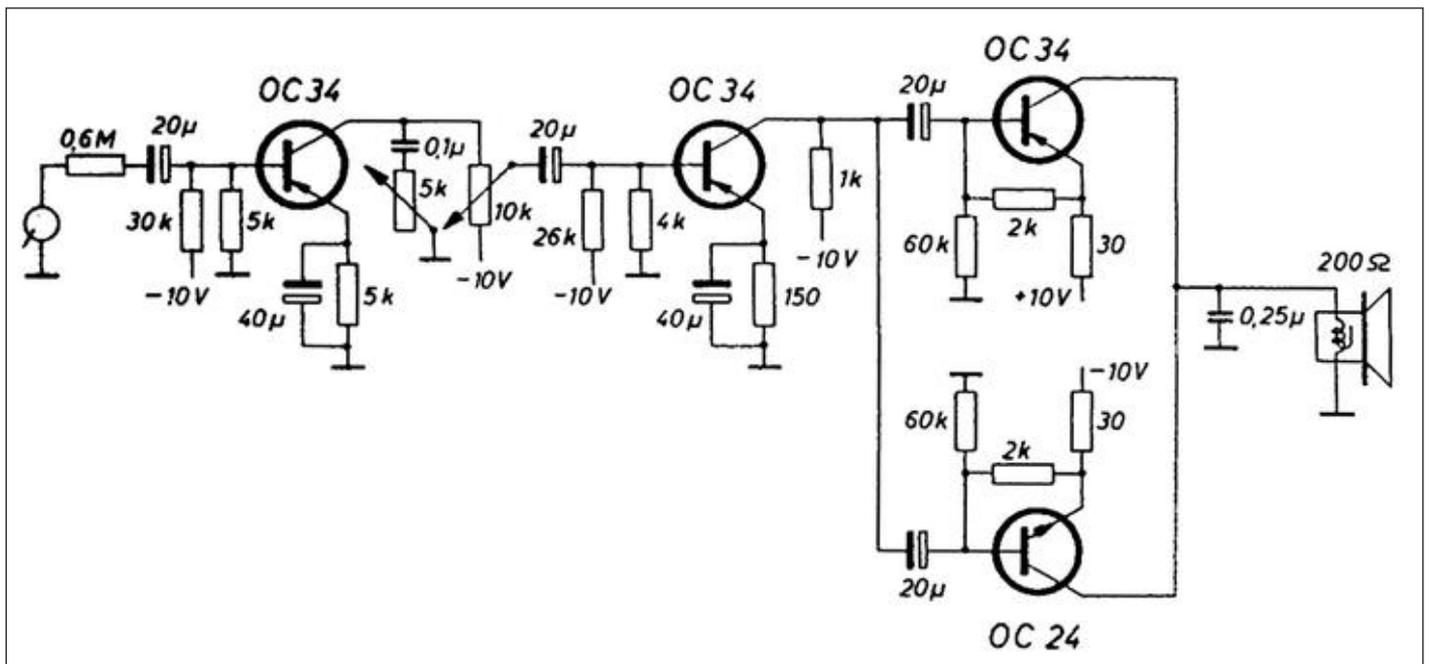




Bild 28. Intermetall-Transistor OC390. (Bild: J. Röhling, Radiomuseum)

erstens zu Leistungstransistoren für das NF-Gebiet, zweitens zu HF-Transistoren, wobei die Frequenzgrenze bei etwa 2 bis 3 MHz liegt, so daß man im Mittelwellen- und ZF-Gebiet mit Transistoren arbeiten kann. Es werden praktisch nur noch Flächentransistoren gebaut. Bei Dioden geht die Entwicklung in Richtung höherer Sperrspannung und größerer Sperrwiderstände sowie der Erstellung von Leistungsgleichrichtern, wobei außer Germanium auch Silizium angewandt wird; dies bringt besonders hinsichtlich des Temperaturbereichs verschiedene Vorteile. Einige größere Firmen zeigten zwar Leistungstransistoren, wiesen jedoch darauf hin, daß es sich zunächst nur um Versuchsausführungen handelt, die noch nicht oder nur in kleinen Stückzahlen gefertigt werden. Bei HF-Transistoren ist man sogar noch zurückhaltender. Immerhin war der Eindruck zu gewinnen, daß intensiv und erfolgreich an den verschiedenen Problemen gearbeitet wird und daß in naher Zukunft weitere sehr interessante Neuerungen zu erwarten sind.“ [28]

Die Ausstellung präsentierte eine Industrie mit einer Milliarde DM Umsatz und einer Exportrate von 30 Prozent: Ein deutlicher Hinweis auf den Erfolg der Nachkriegs-Industrialisierung Deutschlands. Über 200 Hersteller hatten Stände. Andere Halbleiterhersteller waren aber auch präsent, allerdings nicht primär, um Dioden und Transistoren zu zeigen. Zum Beispiel waren Telefunken, Valvo, Siemens und Tekade in der Radio- und Fernsehbranche vertreten. Siemens befand sich in der Halle für Radio- und Fernsehausrüstung. Intermetall stellte in der Halle der Zubehörindustrie aus [29]. Wie im Jahr 1953 war der Zeitpunkt für Intermetall perfekt gewählt, und diese Messe war die effektive Plattform, um das Unternehmen nach ihren Problemen im Jahr 1954 wieder in Gang bringen. Man hatte den Imageverlust wegen der Schlie-

ßung des III-V-Labors und des Weggangs von Gründungswissenschaftler und Direktor HERBERT MATARÉ zusammen mit anderen wichtigen Mitarbeitern überwunden. Nach der Übernahme durch Clevite und mit neuem Management konnten neue Leistungs-Bipolartransistoren, Miniatur-Transistoren, HF-Transistoren, neue Silizium-Dioden und das Spektrum der Leistungstransistoren von Clevite Transistor Produkte erfolgreich präsentiert werden.

Bipolar-Transistoren für universelle Anwendungen

Intermetall hatte bereits im Mai vier Monate zuvor alle Details der Allzweck-Bipolar-Transistoren veröffentlicht. LENNARTZ übernahm in seinen Berichten die Behauptung von Intermetall, dass die Miniatur-Bauform „der kleinste Transistor in der Welt“ sei, und merkte an, dass Intermetall den OC360 dem bisher angekündigten Spektrum der Miniatur-Transistoren hinzugefügt hatte [28].

Um seine Flächentransistoren zu präsentieren, zeigte Intermetall einen transformatorlosen 200-mW-Plattenspieler-Verstärker mit vier Transistoren, der ein komplementäres Transistor-Paar in der Endstufe aufweist (Bild 27). Die Ausgangstransistoren waren der PNP-Typ OC34 und ein Entwicklungs-NPN-Transistor OC24 [28]. Andere NF-Anwendungen wie Hörgeräte wurden auch erwähnt.

HF-Transistoren: Zusätzlich zum NF-Spektrum zeigte Intermetall mit dem Typ OC390 einen HF-Transistor mit einer Leistungsverstärkung von 30 dB bei 455 kHz und einer Grenzfrequenz von bis zu 3 MHz. Der eignet sich damit für die HF- und ZF-Stufen eines tragbaren oder Automobil-AM-Mittelwellenradios. Um die Hochfrequenzeigenschaften erreichen zu können, war die Kollektor-Basiskapazität sehr niedrig (7 pF), während die Emitterkapazität sowie der interne Basiswiderstand ebenfalls minimiert wurden [28].

Typische Betriebsbedingungen waren UCE von 5 V und ein Emitterstrom von 1 mA [30]. Diese spätere Literaturstelle gibt als typische Basis-Emitterkapazität 13 pF an. Allerdings konnten Transistoren mit höherer Grenzfrequenz aus der laufenden Produktion selektiert werden. Bis

Typ	1N91	1N92	1N93
Spitzensperrspannung V	100	200	300
Spitzenflußstrom A	0,47	0,31	0,28
Arbeitsspannung V	30	65	100
Spannungsabfall bei Vollast V	0,5	0,5	0,5
Flußwiderstand bei Vollast Ω	1,1	1,5	1,9
Arbeitstemperatur $^{\circ}\text{C}$	55	55	55

Maximalwerte	X-120	X-122	X-125	Einheit
max. Kollektorspannung	-60	-60	-60	V
mittl. Kollektorspannung	-30	-30	-30	V
max. Kollektorstrom	-4	-4	-1	A
mittl. Kollektorstrom	-1	-1	-0,3	A
max. Verlustleistung	15	7,5	3 ¹	W
Eingangswiderstand	800	900	1.500	Ω
Ausgangswiderstand	70	150	375	k Ω

Fußnote 1: auf Chassis aufgeschraubt, sonst 1,2 W [27, 28]

1956 entwickelte sich dabei ein Transistor, der für bis zu 10 MHz geeignet ist. Um eine Anwendung unter Verwendung dieses Transistors vorstellen zu können, modifizierte Intermetall einen Empfänger Regency TR1, bei dem die NPN-Transistoren von Texas Instruments durch die neuen Intermetall HF- und NF-Transistoren mit entsprechenden Schaltungsmodifikationen ersetzt wurden.

Langfristig war dieser HF-Transistor allerdings nicht sehr erfolgreich. Die Radiomuseum-Datenbank zeigt, dass er in nur elf Empfängern als ZF-Verstärker verwendet wurde. Zum Vergleich wird der wohlbekanntere Valvo-Transistor OC45, der für den ZF-Betrieb ausgelegt ist, in nahezu 700 Transistorradios aufgelistet.

Leistungstransistoren: Intermetall zeigte drei Leistungstransistoren, die von Transistor Products kamen und über das Schwesterunternehmen von Clevite verfügbar waren. Es handelte sich um die Typen

- X-125 für maximale Leistung 3 W,
- X-122 für 7,5 W und
- X-120 für 15 W.

Weitere Informationen zur Entwicklung der Leistungstransistoren von Transistor Products finden sich in [22]. Mit zwei Leistungstransistoren vom Typ X-120 in einer Klasse-B-Endstufenschaltung konnte eine unverzerrte Ausgangsleistung von 30 W erreicht werden [31]. Erstmals konnten vollständig transistorisierte Automobil-Empfänger aus HF- und NF-Transistoren von Intermetall aufgebaut werden. Andere Anwendungen fanden sich in der Schalt- und Steuerungstechnik, Stromversorgungen und Invertern, sofern hier der hohe Preis dieser Leistungstransistoren gerechtfertigt werden konnte [28]. Ab-

gesehen von den Kosten schränkten die außergewöhnlich großen Abmessungen des X-120 die Anwendungsmöglichkeiten ein (Bilder 30 und 31). Nennwerte der Leistungstransistoren finden sich in Tabelle 5. Beachtenswert sind die Unterschiede in den Eingangs- oder Ausgangsimpedanzen dieser Transistoren.

Germanium-Leistungsgleichrichter: Auf der Düsseldorfer Ausstellung präsentierten Intermetall und SAF Germanium-Leistungsgleichrichter (Tabelle 6). Der Messebericht in der „Funk-Technik“ wies darauf hin, dass diese Gleichrichter wegen des sehr geringen Durchgangswiderstandes von nur 1 bis 2 Ω in Stromversorgungen mit relativ hohen Leistungen verwendet werden können. Die SAF-Typen DF450, DF451 und DF452 waren für ähnliche Spitzen-Vorwärtsströme wie die Intermetall-Produkte geeignet, aber Intermetall-Gleichrichter hatten eine höhere Sperrspannung [28]. Die Intermetall-Dioden waren als JEDEC-Typen ursprünglich von General Electric im Jahr 1952 entwickelt worden. Die Verwendung von JEDEC-Typenbezeichnungen deutet darauf hin, dass sie aus den USA importiert sein könnten, wo sie von vielen Unternehmen produziert wurden.

Siliziumflächendioden: Die bedeutendste Entwicklung von Intermetall, die auf der Düsseldorfer Messe gezeigt wurde, waren Siliziumdioden, die allerdings keine Schlagzeilen in der deutschen Fachpresse machten. Intermetall brachte die Typen S21, S22, S23 und S24 auf den Markt, die sich bei Temperaturen bis zu 150° C betreiben lassen (viel wärmer als mit Germanium möglich). Es waren Kleinleistungstypen mit einem relativ hohen Durchgangswiderstand (bei nur 1 mA 1 V Spannungsabfall) [28]. Diese Dioden scheinen rechtzeitig zur Ausstellung verfügbar gewesen zu sein



Bild 29. Taschenempfänger Regency TR1. (In den USA von der Regency Division der IDEA Corporation Weihnachten 1954 veröffentlicht.)

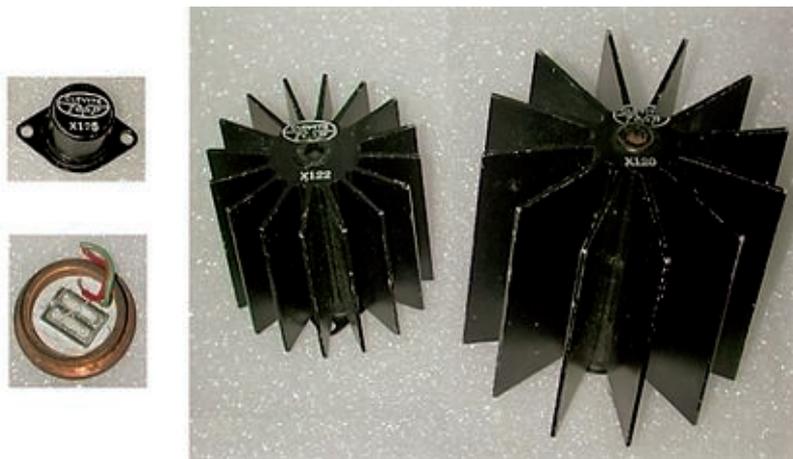


Bild 30. Clevite Marken-Leistungstransistoren: X125, X122 und X120 (von links nach rechts) linkes Bild: typischer Innenaufbau. (Bild: J Knight)

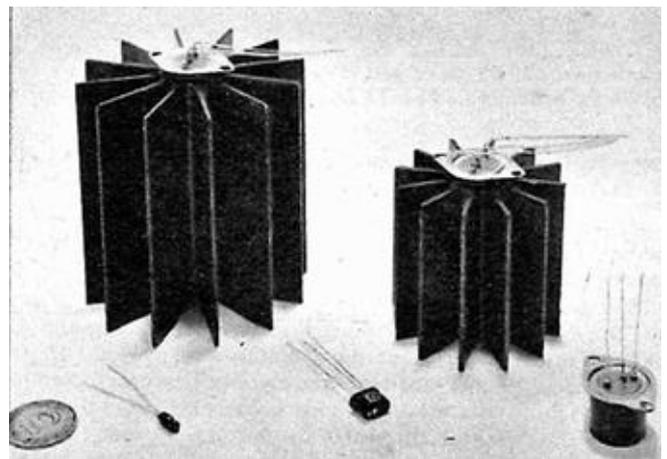


Bild 31. Dieses Bild zeigt in gleichem Maßstab aller Intermetall-Legierungs-Sperrschichttransistoren. (Bild aus [28])

Autor:
Wolfgang Gebert
10719 Berlin

[32]. Innerhalb weniger Monate wurden diese durch eine neue Baureihe ersetzt: die Typen S32, S33, S34 und S35. Diese hatten wesentlich bessere Durchlasscharakteristik, bei 20 mA betrug die Flussspannung 1 V [33]. Die in der Ausstellung gezeigten Dioden waren eigentlich frühe Prototypen. Laut Intermetall-Preisliste vom März 1956 kosten die Typen S32 bis S35 zwischen 12 und 21 DM.

Wird in der nächsten Ausgabe der Funkgeschichte fortgesetzt.

Quellen:

- [14] Hf-Transistoren und Glasdioden von Intermetall. „Funkschau“ 1954 H. 14, S. 304
- [15] Forsbergh, P., Marcus, P: 1950 Conference of the Properties of Semiconducting Materials. University of Reading England July 10 - 15 1950 US Office of Naval Research London. 12 September 1950.
- [16] Riordan, M Crystal Fire, The Invention of the Transistor and the Birth of the Information Age Norton & Co New York, 1997, S. 269.
- [17] Welker, H.: 1976 Discovery and Development of III-V Compounds. IEEE Trans ED 23, 7. S. 664–674.
- [18] Mataré H.: Möglichkeiten und Probleme in der modernen Halbleitertechnik. „Radio Mentor“ 1954, H. 5, S. 262–267.
- [19] Handel, K. C.: Anfänge der Halbleiterforschung und -entwicklung. RWTH Aachen, 1999.
- [20] IWF: International Monetary Fund Annual Report of the Executive Directors for the Fiscal Year Ended April 30, 1954.
- [21] Burgess, From Transistor to Spacistor <https://sites.google.com/site/transistorhistory/Home/us-semiconductor-manufacturers/raytheon-part-one-2>
- [22] Knight, J.: A Survey of Early Power Transistors: Transistor Products Inc 1950s. Germanium Power Transistors.
- [23] Radio Mentor 1955, H. 5, S. 283–284.
- [24] Electronic Design, July 1953.
- [25] Rost, R.: Kristalloden. Technik Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1956.
- [26] Einzelteile und Bauelement Deutsche Industrie-Messe Hannover 1954. „Funk-Technik“ 1954, H. 11, S. 292–295.
- [27] 1955 Transistor Specification Chart 1-7. Tele-Tech & Electronic Industries, September 1955.
- [28] Lennartz, H.: Neue Halbleiter-Bauelemente „Funk-Technik“ 1955, H. 21, S. 604–607.
- [29] Große Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phono -Ausstellung Düsseldorf 1955. „Funk-Technik“ 1955, H. 17, S. 502–507.
- [30] Richter, H.: Transistor Praxis Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1956.
- [31] Erste Meldungen von den Ständen in Düsseldorf. „Funkschau“ 1955, H. 16, S. 341.
- [32] Intermetall-Informationsblatt „Silizium-Flächendioden“ (vom Typ S21 bis S24), August 1955. Reference 273 zitiert in [19].
- [33] Lennartz, H.: Neue Transistoren und Gleichrichter. „Funk-Technik“ 1956, H. 15, S. 432–435.

Meilenstein der Technikgeschichte

Prominente Ehrung für den Funkerberg Königs Wusterhausen



Etwa 100 geladene Gäste nahmen im Maschinensaal des Senderhauses 1 an der offiziellen Enthüllung des Meilensteins teil. Alle Bilder: CCBY Marco Frenzel | Rundfunkstadt

Am 16. Juli 2016 wurde das Weihnachtskonzert vom 22. Dezember 1920 als IEEE-Meilenstein der Technikgeschichte geehrt.

Alles begann im Jahr 2011 mit der Idee aus dem Förderverein, sich mit dem Weihnachtskonzert vom 22. Dezember 1920 um die Anerkennung als IEEE-Meilenstein der Technikgeschichte zu bewerben. Fünf Jahre später war es dann soweit – am 16. Juli 2016 trafen sich auf Einladung des Fördervereins „Sender Königs Wusterhausen e.V.“ und des Bürgermeisters der Stadt Königs Wusterhausen, Dr. LUTZ FRANZKE, etwa 100 geladene Gäste im Maschinensaal des Senderhauses 1, um an der offiziellen Enthüllung des Meilensteines teilzunehmen.

Die Festveranstaltung eröffnete RAINER SUCKOW, Vorsitzender des För-

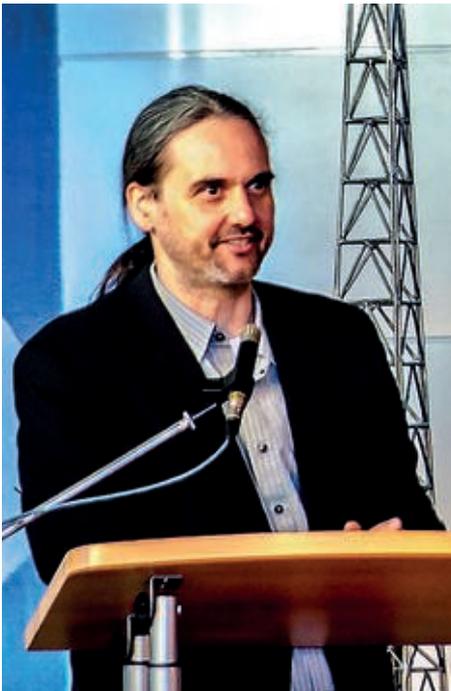
dervereins „Sender Königs Wusterhausen e.V.“, indem er besondere Gäste mit kleinen Geschichten begrüßte. Anschließend überbrachte Kulturstaatssekretär MARTIN GORHOLT die Grüße der Landesregierung und des Ministerpräsidenten des Landes Brandenburg.

In seiner Rede bedankte sich MARTIN GORHOLT für den ehrenamtlichen Einsatz, der auf dem Funkerberg erbracht wird und der die Ehrung als Meilenstein erst möglich gemacht hat. Er würdigte die Unterstützung seitens der Stadt Königs Wusterhausen und verwies auf die internationale Anerkennung, die der Funkerberg als Wiege des Rundfunks in Deutschland erhält. Und er schlug den Bogen von den Leistungen aus der Vergangenheit in die Gegenwart und Zukunft. „Experimentieren, neue Wege ausprobieren und mitunter

auch unbequeme Schritte wagen, das sind die Voraussetzungen die eine Gesellschaft braucht, um sich weiterzuentwickeln,“ so GORHOLD. „Der Funkerberg ist dafür ein beeindruckendes Beispiel. Der Blick zurück kann durchaus auch den Forscherwillen und aktuelle Fähigkeiten mobilisieren im mutigen Ideenwettbewerb, in exzellenter Wissenschaft um neue, nachhaltige Produkte und Verfahren. Auch unter diesem Gesichtspunkt freue ich mich, dass wir heute auf dem Funkerberg einen Meilenstein der Technikgeschichte setzen können.“

HEINRICH HERTZ und die elektromagnetischen Wellen

Prof. Dr. WOLFGANG MATHIS vom Institut für Theoretische Elektrotechnik Hannover hielt einen kurzweiligen Fachvortrag über die Arbeiten von



Die Festveranstaltung eröffnete Rainer Suckow, Vorsitzender des Fördervereins „Sender Königs Wusterhausen e.V.“.

HEINRICH HERTZ und seine Entdeckung der elektromagnetischen Wellen. Er sprach über die Rahmenbedingungen, unter denen dessen Versuche stattfanden und verwies auf einen entscheidenden Grundsatz seiner Arbeit: „Vielfach wird deren Geschichte so dargestellt, als wäre es mit Maxwells Vorhersage von elektromagnetischen Wellen zu einem Paradigmenwechsel im Sinne von THOMAS S. KUHN gekommen, und die Physiker hätten danach versucht, diese Wellen experimentell nachzuweisen. Wir werden an die Suche nach den Gravitationswellen erinnert, deren Ausgangspunkt Einsteins Arbeiten vor genau 100 Jahren waren. Das ist keineswegs so. Tatsächlich wurde Maxwells Theorie bis zu den Hertzischen Versuchen nur von wenigen beachtet und selbst danach wurde sie nur zögerlich angenommen. Die Vorläufer von HERTZ waren vor allem deshalb nicht erfolgreich, weil sie mit der Theorie MAXWELLS nicht vertraut waren, was die allgemeine Erkenntnis stützt, dass ein Experiment ohne vorherige Theorie problematisch ist. Hertz erkannte jedoch die Ergebnisse seiner Vorläufer immer an und hat sie gewürdigt. ... Obwohl es letztlich eines Zufalls bei Arbeiten in seinem Labor bedurfte, um den Weg zur Entdeckung der elektromagnetischen

Wellen zu finden, blieben diese Fragestellungen seit seinen Arbeiten an der Helmholtzschen Preisaufgabe in seiner Gedankenwelt verhaftet. So blieb er solange aufmerksam, bis sich ein erstes Indiz für die Wellen zeigte.“

Das Weihnachtskonzert von 1920

Über die Geschichte des Weihnachtskonzertes vom 22. Dezember 1920 und seine politische und gesellschaftliche Einordnung sprach KATHARINA GERLACH. Sie ist die Enkelin von JOHANNES GERLACH, des langjährigen Stationsleiters von Königs Wusterhausen. In einer stimmungsvollen Rede beschrieb sie die besonderen Bedingungen, unter den die erste Radiosendung Deutschlands entstand: „Wie bei einer ‚echten‘ Geburt ist es mit der einen Stunde – der Geburtsstunde – natürlich nicht getan. Viel Arbeit und Mühe ist es vorher, viel Arbeit und Mühe ist es danach.“ Sie fuhr fort: „Und so kam es zum legendären Weihnachtskonzert 1920. Das muss für alle Beteiligten in Königs Wusterhausen ein wahrhaft spannender Tag gewesen sein, denn das Ziel war, Sendetechnik und Empfangsmöglichkeiten in einem ‚Feldversuch‘ zu testen. Die Techniker hatten ja schon Erfahrung mit der Sendetechnik bei der Übertragung des Wirtschaftsfunks. ... Aber nun ging es darum, Klangqualität und Reichweite von Sprache und Musik herauszufinden. Das war deswegen so spannend, weil es, zumindest in Europa, noch nichts Vergleichbares gab. Und so kam es in Königs Wusterhausen zu einem vorher nie dagewesenen Ereignis: der Live-Übertragung von Musik, das auch angekündigt wurde – also Musik und Wort.“

Und auch einige persönliche Worte zu JOHANNES GERLACH und seinem Wirken auf dem Funckerberg fehlten nicht: „Er und Dr. Bredow spielten regelmäßig zusammen Karten. Wie auch immer, die beiden verstan-

den sich auch politisch ganz gut. Als Johannes Gerlach eine Strafversetzung drohte, so erzählt man in meiner Familie, schickte der Ministerialdirektor ihn nach Königs Wusterhausen – was alles andere als eine Degradierung war. Die Familie wohnte in der Villa auf dem Funckerberg, und mein Großvater unterstützte die Beamten und spielte bei den Konzerten mit, die bis 1926 Tradition wurden. Dafür wurde regelmäßig das Klavier ausgeliehen, das Cello, die Decken wanderten in der Anfangszeit immer vom Haus zum Senderaum, und meine Großmutter, eine Belgierin aus Brügge, sagte: so ein Konzert muss doch bewusst beendet werden – mit der Nationalhymne! Das wurde dann ja auch eine schöne Tradition.“

Wiege des Rundfunks

FRANK SCHULZ, Technikvorstand der Media Broadcast, zeigte sich beeindruckt von den technischen Anlagen, die im Sender- und Funktechnikmuseum zu sehen sind. Er verwies auf die besondere Bedeutung des Funckerberges als Ursprung der Firmengeschichte der Media Broadcast und die Verbundenheit bis heute: „Heute stehen wir an der Wiege des Rundfunks in Deutschland. Wer hätte damals erahnen können, wie sich der Rundfunk entwickelt, wie er Wirtschaft und Gesellschaft prägen wird, und das in einem derartigen Tempo. In nur wenigen Generationen wurde die Technik weiterentwickelt, es kamen Radio und TV, Farbfernsehen, die Übertragungswege wurden weiterentwickelt. Heute stehen wir hier und ehren die Terrestrik und wissen, es gibt neue



Übergabe der Gedenktafel für den IEEE-Meilenstein (v.l. Prof. Dr. Heyno Garbe, Dr. Barry L. Shoop, Rainer Suckow).

Technologien – Satellit, Kabel und Internet, und all diese Technologien gehen auch auf diesen Standort zurück. Nicht jede Technologie kann von sich behaupten, ein solch hohes Innovationspotenzial vorzuweisen. ... Media Broadcast blickt mit diesem Jubiläum, das wir heute feiern, ebenfalls auf rund 100 Jahre Rundfunkerfahrung zurück. Damit bildet unser Unternehmen die Brücke zwischen Historie und Moderne. Noch immer betreiben wir am Sendestandort Nauen, der nur wenige Kilometer von hier entfernt liegt und bereits 1906 errichtet wurde, Kurzwellensender für die weltweite Radioverbreitung. Zugleich treiben wir die Zukunft der terrestrischen Signalübertragung voran. Nehmen Sie als Beispiel Digitalradio. Media Broadcast hat 2011 die nationale Verbreitung im DAB+-Standard gestartet. Sie können Radio heute digital empfangen. Dieses Digitale Radio bietet besseren Empfang, bessere Qualität, neue Dienste, mehr Programme, und all dies auf einer Frequenz. Deutschlandweit!“

Meilenstein der Technikgeschichte

Für das EMC Chapter Germany der IEEE sprach Prof. Dr. HEYNO GARBE. Er stellte das IEEE-Meilensteinprogramm vor und begann mit einem interessanten historischen Vergleich: „Die Straßenbauer des Römischen Reiches stellten Steinobeliske entlang der Straßen auf, um Orientierungspunkte zu haben. Hauptziel war es, den Reisenden Orientierung und Führung zu geben. Der Meilenstein zeigte ihnen den richtigen Weg und die zurückgelegte oder verbleibende Strecke. Auch nach dem römischen Reich wurde diese Praxis Jahrhunderte lang gepflegt. ... Seit der Einführung der satellitengestützten Navigation wurden diese Meilensteine überflüssig – die Meilensteine verschwanden jedoch nicht vollständig. Wir finden sie auch heute noch an Straßenrändern und wichtigen Orten. Sie erinnern an historische Verbindungen vergangener Zeiten oder wichtige Orte – wie beispielsweise Königs Wusterhausen.“

Die Bedeutung der IEEE-Meilensteine beschrieb Prof. Dr. HEYNO GARBE so: „IEEE-Meilensteine wür-



Zur musikalischen Unterhaltung spielte „HotTwoTrio“ aus Königs Wusterhausen feinsten Swing.

digen technische Neuerungen und Leistungen zum Nutzen der Menschheit, die man in einmaligen Produkten, Dienstleistungen, Veröffentlichungen oder Patenten findet. Im übertragenen Sinne markieren die IEEE-Meilensteine den Weg, den die Menschheit in der technischen Entwicklung zurückgelegt hat. Darüber hinaus erinnern sie uns an Schlüsseltechnologien, die zu unserem heute gewohnten Standard geführt haben.“

In seinen Grußworten bedankte er sich ausdrücklich für die Zeit, die Energie, und die Sachkenntnis, die von den Mitgliedern des Fördervereins und allen Unterstützern bei der Vorbereitung des IEEE-Meilensteines Funkenberg erbracht wurde. Er würdigte den Funkenberg als Meilenstein der Technikgeschichte und als Meilenstein der modernen Kommunikation. Er beschrieb die beeindruckende Reihe der Meilensteine der Technikgeschichte in der ganzen Welt, in die sich der Meilenstein auf dem Funkenberg jetzt einreihet. „Die Arbeit hier in Königs-Wusterhausen war in der Tat ein Fortschritt der Technologie in Deutschland, und zwar technologischer Fortschritt von einer Bedeutung, die an sich die heutige IEEE-Meilenstein-Eröffnung bereits angemessen erscheinen ließe. Was jedoch die IEEE-Meilensteine macht, ist, dass die Technologien, die wir würdigen, den einzelnen Menschen, der Gesellschaft und der Menschheit als Ganzem zum

Vorteil gereichen müssen. ... Der Meilenstein, dessen wir heute gedenken, hat der deutschen Regierung gezeigt, was in diesem neuen Medium möglich ist. Kurze Zeit später fasste der öffentliche Rundfunk Wurzeln in Deutschland. Am wichtigsten jedoch ist, dass diese neuen Rundfunksendungen das öffentliche Interesse an Radio als Medium entfachten, das erlaubte, Nachrichten zu empfangen, Musik zu genießen, unterhalten und gebildet zu werden.“ Anschließend verlas Dr. BARRY L. SHOOP den Text des Meilensteines.

Die Meilenstein-Medaille

Zum Abschluss der Festveranstaltung Meilenstein Funkenberg gab es noch ein ganz besonderes Dankeschön. Zu Ehren des Meilensteines Funkenberg hat der Förderverein „Sender Königs Wusterhausen e.V.“ eine Medaille anfertigen lassen. Eine Seite der Medaille zeigt das Senderhaus 1 und ehrt die Wiege des Rundfunks, die andere Seite würdigt den IEEE-Meilenstein der Technikgeschichte. 20 dieser Medaillen wurden in Kupfer geprägt und im Rahmen der Festveranstaltung für besondere Verdienste für den Funkenberg verliehen. Um alle Interessenten des Funkberges die Möglichkeit der Teilhabe zu geben, kann eine Variante der Meilensteinmedaille aus Zinn an der Museumskasse erworben werden.

Die offizielle IEEE-Webseite zum Meilenstein Funkenberg: http://ethw.org/Milestones:Koenigs_Wusterhausen

Termine

Weitere Termine und aktuelle Einträge auf der GFGF-Website!

Dezember

Sonntag, 18. Dezember 2016

4. NVHR-Tag mit Tauschbörse in Driebergen

Uhrzeit: 11.00–14.00 Uhr, Aufbau ab 10.00

Ort: Health Center Hoenderdaal, Hoendersteeg 7, Driebergen, Niederlande

Info: Niederlandse Vereniging voor de Historie van de Radio (NVHR), <http://www.nvhr.nl/agenda.asp>

Radiomuseum Hans Necker e. V.

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

Ort: Stadthalle Datteln, Kolpingstr. 1, 45711 Datteln

Info:

Anfahrt: BAB 2 Abfahrt Datteln/Henrichenburg

Hinweis: Eintritt 3 €. Tische in begrenzter Anzahl vorhanden, wenn möglich, Tische mitbringen! Standgebühr: 6,50 € je Meter.

Samstag, 15. April 2017

33. Historischer Funk- und Technik-Flohmarkt Mellendorf

Uhrzeit: ab 7.00 Uhr

Ort: Autohof Mellendorf, LKW-Parkplatz beim Rasthaus Kutscherstube, (Autobahn A7, Abfahrt Mellendorf, Nr. 52), 30900 Wedemark, Hessenweg 2

Info:

Hinweis: Aufbau für Anbieter ab 6.00 Uhr. Keine Anmeldung nötig, Tische sind selbst mitzubringen. Anbieter von Radios, antiken Bauteilen und Amateurfunktechnik sind willkommen.

Februar 2017

Sonntag, 5. Februar 2017

6. Funk- und Technikflohmarkt Rostock

Uhrzeit: 10.00–16.00 Uhr, Aufbau für Aussteller ab 9:00 Uhr

Ort: Ehemaliges Schifffahrtsmuseum, August-Bebel-Str. 1, 18055 Rostock

Info:

Hinweise Eintritt frei,

April 2017

Sonntag, 2. April 2017

1. NVHR-Tag mit Tauschbörse in Driebergen

Uhrzeit: 11.00–14.00 Uhr, Aufbau ab 10.00 Uhr

Ort: Health Center Hoenderdaal, Hoendersteeg 7, Driebergen, Niederlande

Info: Niederlandse Vereniging voor de Historie van de Radio (NVHR), <http://www.nvhr.nl/agenda.asp>

28.–30. April 2017

GFGF-Mitgliederversammlung in Eindhoven (NL)

(Siehe detaillierte Hinweise in dieser Funkgeschichte!)

Sonntag, 30. April 2017

Kofferraum-Flohmarkt in Veldhofen

Uhrzeit: 10.00–12.00 Uhr

Ort: NL-5504 Veldhofen, Locht 117; Hotel NH Eindhoven Conference Centre, Koningshof, Parkplatz P1 (50 Parkplätze vorhanden!)

Hinweis: Verkäufer müssen sich vor-

März 2017

Samstag, 11. März 2017

42. Nationaler Radioflohmarkt der Stiftung BRAC

Uhrzeit: 9.00–15.30 Uhr

Ort: Autotron in NL-5248 Rosmalen, Graafsebaan 133, bei ,s Hertogenbosch

Info: Eintritt: 6 €. Aussteller zahlen 50 € pro Tisch (4 x 1 m) inklusive zwei Teilnehmer-Bändchen.

Samstag, 8. April 2017

Mitteldeutscher Radio- und Funkflohmarkt Garitz

Uhrzeit: 7.00–14.00 Uhr

Ort: Landhotel und Restaurant Garitz, Am Weinberg 1, 39264 Zerbst/Anhalt OT Garitz

Info: <https://radio-afu-flohmarkt.de/>
Hinweis: Bitte rechtzeitig verbindlich reservieren. Tischgebühr 5 €, Eintritt 1 €. Standaufbau 7.00 – 8.30 Uhr, Einlass für Aussteller ist ab 7.00 Uhr. Kaffee und Frühstück ab 8,00 Uhr. Besuchereinlass ab 9.00 Uhr, Abbau bis 14.00 Uhr. Übernachtungsmöglichkeiten und Stellplätze für Wohnwagen sind vorhanden.

Sonntag, 19. März 2017

55. Bad Laasphe Radio- und Schallplattenbörse

Uhrzeit: 8.30–13.00 Uhr

Ort: 57334 Bad Laasphe, Haus des Gastes, in der Stadtmitte am Wilhelmplatz 3

Info: Förderverein Internationales

Sonntag, 9. April 2017

50. Radio- und Grammophonbörse in Datteln

Uhrzeit: 9.00–14.00 Uhr

Termine in der Funkgeschichte

Bitte melden Sie Ihre aktuellen Veranstaltungstermine am besten per Mail:

her beim Organisationsteam der GFGF-MV anmelden. (Anmeldekarte im Heft!)

Mai 2017

Montag, 1. Mai 2017

Funk- und Radiomarkt Eckernförde
Uhrzeit: 9.00–14.00 Uhr
Stadthalle, Am Exer 1, 24340 Eckernförde

Info: Veranstalter: DARC OV-M
Hinweis: Alte Rundfunk-Geräte, Röhren und dergleichen sind auf diesem Markt gut plaziert. Eintritt: 4 €.

Samstag, 6. Mai 2017

Radio Börse vom
Club Histoire Collection Radio
Uhrzeit: 8.00–15.00 Uhr
Ort: Riquewihr auf dem Schulgelände,
Place Jean Monnet, Frankreich (Elsaß)
Info:

Hinweis: Ausstellung und Verkauf antiker Radios, Eintritt frei

Samstag, 13. Mai 2017

49. Süddeutsches Sammlertreffen mit Radiobörse der GFGF
Uhrzeit: 9.00 bis ca. 12.00 Uhr

Ort: Haus der Vereine, Schornstraße 3,
82266 Inning, Anfahrt

Info:

Hinweis: Hausöffnung für Anbieter um 8.00 Uhr. Bitte Tischdecken mitbringen und rechtzeitig anmelden. Standgebühr für einen Tisch 9,50 €.

Samstag, 27. Mai 2017

39. Friesischer Radiomarkt
Uhrzeit: 9.00–15.00 Uhr
Ort: Dorfhaus „De Buorskip“, Vlaslan, NL-9244 Beetsterzwaag
Info: Veranstalter A63 im VERON (Verein niederländischer Funkamateure)

Juni 2017

Samstag, 24. Juni 2017

2. NVHR-Tag mit Tauschbörse in Driebergen
Uhrzeit: 11.00–14.00 Uhr, Aufbau ab 10.00 Uhr
Ort: Health Center Hoenderdaal, Hoendersteeg 7, Driebergen, Niederlande

Info: Niederlandse Vereniging voor de Historie van de Radio (NVHR), <http://www.nvhr.nl/agenda.asp>

September 2017

Samstag, 16. September 2017

3. NVHR-Tag mit Tauschbörse in Driebergen
Uhrzeit: 11.00–14.00 Uhr, Aufbau ab 10.00 Uhr
Ort: Health Center Hoenderdaal, Hoendersteeg 7, Driebergen, Niederlande

Info: Niederlandse Vereniging voor de Historie van de Radio (NVHR), <http://www.nvhr.nl/agenda.asp>

Sonntag, 17. September 2017

51. Radio- und Grammophonbörse in Datteln
Uhrzeit: 9.00–14.00 Uhr
Ort: Stadthalle Datteln, Kolpingstr. 1, 45711 Datteln

Info:

Anfahrt: BAB 2 Abfahrt Datteln/Henrichenburg
Hinweis: Eintritt 3 €. Tische in begrenzter Anzahl vorhanden - wenn möglich, Tische mitbringen! Standgebühr: 6,50 € je Meter.

Impressum

Funkgeschichte

Mitteilungen für Mitglieder des GFGF e.V.

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

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

Redaktion: Peter von Bechen, Rennweg 8, 85356 Freising, Tel.: 08161 81899, E-Mail: funkgeschichte@gfgf.org

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

Satz und Layout: Thomas Kühn, Hainichen.

Lektor: Wolfgang Eckardt, Jena.

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

Redaktionsschluss: Jeweils der Erste des Vormonats

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

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

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

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

Copyright

©2016 by Gesellschaft der Freunde der Geschichte des Funkwesens (GFGF) e.V., Düsseldorf.

Alle Rechte vorbehalten.

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

Printed in Germany.

Auflage: 2.500

ISSN 0178-7349

Verein

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

Vorsitzender: Ingo Pötschke, Hospitalstraße 1, 09661 Hainichen.

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

Schatzmeister: Rudolf Kauls, Nordstraße 4, 53947 Nettersheim, Tel.: 02486 801173 Anrufbeantworter, Telefon nicht dauernd besetzt, wir rufen zurück! Fax: 02486 6979041, E-Mail: schatzmeister@gfgf.org

Kassierer: Matthias Beier (zuständig für Beitragszahlungen, Anschriftenänderungen und Beitrittsklärungen) Schäferhof 6, 31028 Gronau (Leine), Tel.: 05121 60698491, Mail: kassierer@gfgf.org

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

GFGF-Beiträge: Jahresbeitrag 50 €, Schüler / Studenten jeweils 35 € (gegen Vorlage einer Bescheinigung)

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

Webmaster: Dirk Becker, E-Mail: webmaster@gfgf.org

Internet: www.gfgf.org

Reichhaltiges Programm

GFGF-Mitgliederversammlung 28.–30. April 2017 in Eindhoven (NL)



Die GFGF-MV wird 2017 im Kongresszentrum Koningshof in Veldhoven (NL) bei Eindhoven stattfinden.

Wie auf der letzten Mitgliederversammlung (MV) beschlossen, wird sich die GFGF 2017, wie schon 2011, außerhalb Deutschlands treffen. Ziel ist im nächsten Frühjahr die Stadt Eindhoven, um eine großartige Stadt zu erleben, viel über die historische Funktechnik zu erfahren und schließlich dort auch niederländische GFGF-Freunde zu treffen.

Seit Jahrzehnten steht Eindhoven für „Philips“. Dieses traditionsreiche Unternehmen wird auch zweifaches Programmziel sein. Eindhoven ist nicht weit von der Rhein-Ruhr-Region entfernt, in der es nicht wenige GFGF-Mitglieder gibt. Denen wird so Gelegenheit geben, eine GFGF-MV ohne lange Anreise in der Nähe zu erleben. An-/Abreise ist auch mit öffentlichen Verkehrsmitteln möglich (Zug / Bus). Das Kongresszentrum Koningshof Veldhoven ist ab Bahnhof Eindhoven erreichbar mit Bus 15, 149 oder 150.

Veranstaltungsort

Die letzten Jahre fanden die GFGF-MVs in großen Hotels mit entsprechenden Tagungsräumen statt. Auch 2017 wird dies wieder so sein: Die MV wird im Kongresszentrum Koningshof in Veldhoven (NL) bei Eindhoven stattfinden (Adresse: NH Koningshof, Locht 117, 5504 RM Veldhoven)

Für GFGF-Mitglieder ist bereits ein Kontingent von 50 Zimmern zu stark reduzierten Preisen im Kongresszentrum Koningshof vorreserviert (Preise: EZ 52 €/ Nacht incl. Frühstück, exkl. Lokalsteuer 1,40 €/ Tag, DZ 64,90 €/ Nacht incl. Frühstück; exkl. Lokalsteuer 1,40 €/ Tag). Zusätzliche Übernachtungen vor dem 28. April und/oder nach dem 30. April können zum gleichen reduzierten Preis individuell gebucht werden. Teilnehmer, die am Sonntag abreisen, können bis 17.00 Uhr auschecken.

Die Zimmer sollten möglichst bald unter dem Stichwort „GFGF“ direkt beim Hotel gebucht werden:

Hierbei sind noch folgende Angaben zu machen:

Am Samstagnachmittag: Besuch der „Ausstellung Historische Produkte von Philips“.



Name und Vorname, Ankunftsdatum, Abfahrtsdatum, Einzel- oder Doppelzimmer, Besondere Wünsche.

Programm (Stand November 2016)

Freitag, 28.04.2017

Anreise, gemütliches Zusammensein im reservierten Restaurant **ab 18.00 Uhr**

Samstag, 29.04.2017

Mitgliederversammlung, Damenprogramm, Ausstellungsbesuch

08.00 Uhr: Einlass zur MV

08.30 Uhr: Beginn MV

- Begrüßung der Mitglieder
- Feststellung Beschlussfähigkeit
- Wahl des Protokollführers
- Tätigkeitsbericht des Vorstandes
- Bericht der Rechnungsprüfer
- Aussprache zum Bericht des Vorstandes
- Entlastung des Vorstandes
- Haushaltsplan 2017/2018
- Ort und Termin nächste MV
- Behandlung des Antrages an die MV (siehe diese FG)
- Ehrungen

12.15–13.00: Mittagspause

13.00 Uhr: Aufteilung der MV-Teilnehmer in zwei Gruppen. Besuch der „Ausstellung Historische Produkte von Philips“. Hier sind insbesondere viele Rundfunkgeräte, Fernsehgeräte, Plattenspieler, Bandrekorder, Radioröhren und Messgeräte von Philips ausgestellt. Diese Ausstellung wird von Ehrenamtlichen betrieben (zum größten Teil ehemalige Philips-Mitarbeiter).

Gruppe 1

13.00 Uhr: Abfahrt mit Bus zur Ausstellung

15.15 Uhr: Rückankunft mit Bus

15.30 Uhr: Pause

15.45 Uhr: Vortrag von RONALD DEKKER: Der μ Tracer, Röhrenprüfgerät des 21. Jahrhunderts

17.00 Uhr: Vortrag 2 (N.N.)

17.30 Uhr: Ende

Gruppe 2

13.00 Uhr: Vortrag RONALD DEKKER: Der μ Tracer, Röhrenprüfgerät des 21. Jahrhunderts

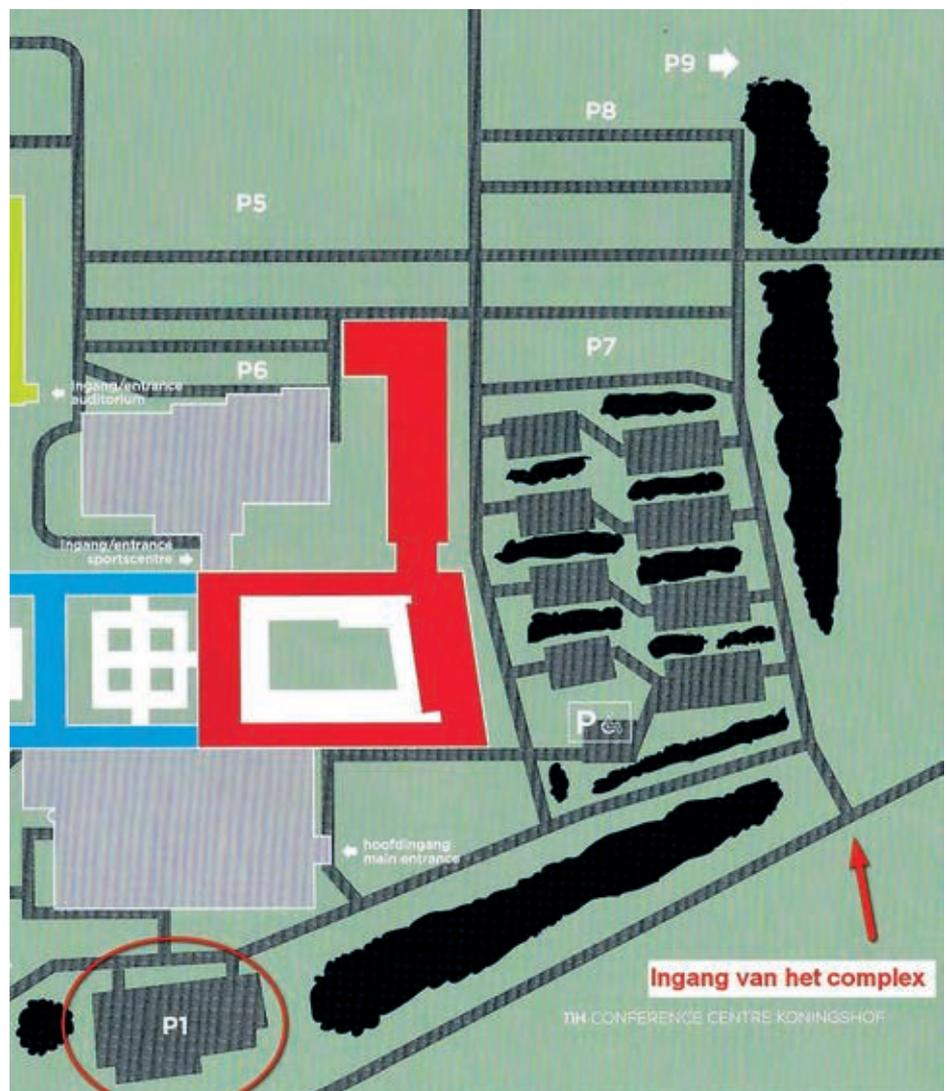
14.30 Uhr: Vortrag 2 (N.N.)

15.00 Uhr: Pause

15.15 Uhr: Abfahrt mit Bus zur Ausstellung



Am Sonntagnachmittag steht der Besuch des Philips-Museums auf dem Programm.



Der Kofferraumflohmarkt findet am Sonntagmorgen auf einem speziellen Parkplatz (P1) am Koningshof statt.



Damenprogramm am Samstag: Keukenhof, das Schaufenster der niederländischen Blumenzucht.

17.30 Uhr: Rückankunft

unbedingt anmelden!

Ab 18.00 Uhr: gemeinsames Essen im Restaurant im Koningshof

Bis 13.00 Uhr: Mittagspause

Sonntag, 30.04.2017

10.00–12.00 Uhr: Kofferraumflohmarkt gemeinsam mit NVHR. Der Kofferraumflohmarkt findet auf einem speziellen Parkplatz (P1) am Koningshof statt. Dieser hat nur 50 Plätze für Teilnehmer (GFGF-Mitglieder und Gäste/Besucher aus Holland und Belgien).

Teilnehmer, die sich mit einem PKW am Kofferraumflohmarkt beteiligen wollen, müssen sich dafür auf der im Heft beiliegenden Anmeldungskarte

Besuch im Philips Museum

Dieses Museum befindet sich im Zentrum von Eindhoven und gibt einen Überblick über die Geschichte und Entwicklung des Philips-Konzerns. Anschließend machen die Teilnehmer eine Bus-Rundfahrt durch Eindhoven vorbei an wichtigen, historischen Stellen und Orten der Philips-Geschichte.

13.00 Uhr: Abfahrt Bus

13.30 Uhr: Ankunft Museum / Besuch (75 Minuten)

14.45 Uhr: Ende Besuch / Anfang Rundfahrt durch Eindhoven (45 bis 60 Minuten)

15.30 Uhr: Ende Rundfahrt

15.45 Uhr: Ankunft Kongresszentrum Koningshof.

Damenprogramm

Samstag, 29.04.2017

MARIE-JOSÉ VERHEIJEN koordiniert das Damenprogramm. Geplant ist ein Besuch des Keukenhof in Lisse (in der Nähe von Amsterdam).

09.00 Uhr: Abfahrt Bus am Koningshof

18:00 Uhr: Ankunft Bus am Koningshof

Eintrittspreis € 13,50. (Bitte vorher unbedingt als Teilnehmerin anmelden!).

Keukenhof ist ein Frühlingspark, das Schaufenster der niederländischen Blumenzucht. Es blühen 800 verschiedene Tulpensorten und mehr als 7 Millionen Zwiebelblumen. Neben den 32 Hektar Blumenbeeten kann man spektakuläre Blumenschauen, überraschende Inspirationsgärten, einzigartige Kunstwerke und großartige Veranstaltungen sehen. Das Keukenhof-Thema für 2017 ist „Dutch Design“. Namhafte Künstler wie Mondrian und Rietveld werden weltweit geschätzt für ihre anspruchsvollen Designs in Mode, Grafik, Bau und Möbel. Sie sind im kommenden Jahr die Inspirationsquelle für Keukenhof.

Radiomuseen in der Nähe von Eindhoven

Es gibt nicht weit von Eindhoven weitere Radiomuseen, deren Besuch lohnenswert ist.

Radio Amateur Museum: In Reusel (Kruisstraat 23) gibt es das „Radio Amateur Museum“ (südwestlich von Veldhoven, 29 km, 25 Autominuten). Es ist am Sonntag, dem 30. April geöffnet. Reservierung ist erwünscht, weil keine große Besucherzahl möglich ist. Das Museum zeigt die frühesten Rundfunkgeräte niederländischer Hersteller (außer Philips) bis 1930. Das Museum hat die weltweit größte Sammlung von NSF-Modellen.

Webseite: <http://radiomuseum.driesens.nl>, Museumsfinder RMorg: <http://www.radiomuseum.org/museum/nl/radio-amateur-museum-reusel/>

Radiomuseum Overpelt: In Overpelt (B), südlich von Veldhoven, 27 km, 36 Autominuten, gibt es das „Radiomuseum Overpelt“ vom GFGF-Mitglied JO RUFFINI. Das Museum zeigt die Entwicklung des frühen Telegraphen bis zur aktuellen Kommunikation mit Mobiltelefonen. Das Museum kann leider nur kleine Besucherzahlen empfangen, die aber in deutscher Sprache geführt werden. Für Besuchs-Anfragen siehe <http://users.telenet.be/radiomuseum-overpelt/bezoek.html>

Antrag an die GFGF-Mitgliederversammlung 2017

Liebe Mitglieder der GFGF,

In unserer Vereinsgeschichte hatten wir relativ selten Anträge an die Mitgliederversammlung als höchstes Organ der GFGF, das letzte Mal um das Jahr 2012, als wir uns der Frage unseres Wahlverfahrens für den Vorstand zuwendeten. Hier möchte ich einen Antrag an die Mitgliederversammlung stellen, welches eines unserer ältesten Probleme betrifft, nämlich der Umgang und der Verbleib von Nachlässen und Sammlungen. Das erste Mal diskutierte der damalige GFGF-Vorsitzende OTTO KÜNZEL dieses Thema zu Beginn der 1990er-Jahre, als er über ein „GFGF-Radiolager“ öffentlich nachdachte.

Diesem Gedanken folgte ich aufgrund immer wieder vorhandener Diskussionen unter den Mitgliedern mit einer konkreteren Machbarkeitsstudie in der Funkgeschichte 208. Im Großen und Ganzen kam ich zu dem Fazit, dass wir uns ein eigenes Radiolager finanziell vielleicht noch leisten könnten. Fraglich blieb bei meiner damaligen Betrachtung allerdings, wer ein „Radiolager“ betreuen würde und was wir mit den gesammelten Objekten langfristig vorhaben. Eine gemeinsame Lagerung mit einem existierenden Radiomuseum, welches sich finanziell beteiligt und entsprechendes Personal hat, schien mir damals sinnvoll.

Auf der Mitgliederversammlung 2013 diskutierten wir entsprechende Alternativen. 2014 und 2015 experimentierten wir mit Auktionen von Geräten auf der MV zu Gunsten unseres Vereines und zu Gunsten des Radiomuseums in Münchweiler/Alsenz.

Im September 2016 erhielt ich ein interessantes Konzept des Rundfunkmuseums in Fürth hinsichtlich eines neuen Depots, welches Voraussetzung einer erneuerten Dauerausstellung wäre. Außer uns könnten sich weitere Sponsoren an diesem Projekt beteiligen. Ziel des Museums ist die korrekte Aufbewahrung und Dokumentation von Museumsobjekten. Das Konzept des Museums umfasst dabei eine moderne systematische und wissenschaftliche Aufarbeitung des aktuellen und zukünftigen Museumsbestandes. Mit Hilfe einer digitalen Inventarisierung soll eine effektive Sammlungsverwaltung realisiert werden, die eine gezielte Vorbereitung von Wechselausstellungen sowie eine neue Dauerausstellung zum Ziel hat. Die digitale Inventarisierung beinhaltet dabei die Erfassung wichtiger Daten eines Objektes wie zum Beispiel seinem Zustand, der Seltenheit und seiner Nutzungs- und Objektgeschichte. Damit schafft das Radiomuseum in Fürth die Basis einer künftigen Museumsarbeit auf hohem professionellen Niveau. Exponate aus den Nachlässen von GFGF-Mitgliedern könnten dazu gehören.

Die grob überschlagenen Kosten bei einer Beteiligung der GFGF an diesem Konzept würden sich auf 5.000 bis 7.000 € pro Jahr belaufen, mit denen Miete und teilweise die Entlohnung einer Arbeitskraft, die sich um die Exponate kümmert, abgedeckt werden.

Viele unserer erhaltenswerten Geräte könnten eine Heimat in Fürth finden, wären in einem städtischen Museum und es wäre garantiert, dass sich nicht ein Einzelner daran irgendwie bereichern kann. Dabei sollte beachtet werden, dass nicht jedes Gerät aufgehoben werden kann, Duplikate z.B. sollten zugunsten des Fundus verkauft werden können.

Es ist momentan allerdings schwierig, eine Prognose über die Anzahl und Qualität von Sammlungen zu erstellen, die bei einem derartigen finanziellen Engagement der GFGF ins Radiomuseum Fürth gelangen würden. Wir beobachten aber, dass in den letzten 10 Jahren, in denen uns etwa 500 Mitglieder aus Altersgründen verlassen haben, das GFGF-Archiv aus verschiedenen Gründen kaum zur Aufbewahrung von funkhistorisch relevanter Literatur in Betracht gezogen wurde. Vielleicht wäre das Radiomuseum Fürth eine zukünftig interessante Alternative für zumindest die dauerhafte Aufbewahrung von Objektnachlässen.

Bei der Überlegung, mit dem Radiomuseum Fürth eine derartige Kooperation einzugehen, sollten wir nicht vergessen, daß wir 2013 den Mitgliedsbeitrag erhöhen mussten, weil wir ab 2014/15 nicht mehr in der Lage gewesen wären, gemeinnützige Förderungen zu tätigen. Den Betrag dieser Erhöhung würden wir (unter der traurigen Annahme, dass unsere Mitgliederzahl wahrscheinlich in Zukunft weiter sinken wird), zweckgebunden an eine Stelle geben, wo er zwar gut aufgehoben wäre, dem Zweck nach unserer Satzung entspräche, aber eben auch nur diesem einen Zweck dienen würde. Es könnte also passieren, dass wir für die angedachte Förderung des Radiomuseums Fürth, die aus naheliegenden Gründen von längerer Dauer sein sollte, irgendwann unseren Mitgliedsbeitrag erneut anheben müssten. Ist es uns das wert?

Ich habe die Thematik hier relativ grob und kurz umrissen, der Artikel in der FG 208 gibt umfangreichere Aussagen dazu, und ich möchte neben der Diskussion auf der Mitgliederversammlung 2017 auch Ihre Meinung als Mitglied erfragen.

Wichtig wäre mir eine (gern auch anonymisierte) Aussage von Ihnen, wer überhaupt seine Sammlung der GFGF zum Zwecke des Verbringens nach Fürth überlassen würde und wie groß diese ungefähr ist (es ist ein Unterschied, ob es sich um 100 oder 4.500 Geräte handelt!).

Ingo Pötschke

Antrag an die MV:

Ich beantrage die Diskussion und Beschlussfassung der GFGF-Mitgliederversammlung 2017 über eine Ermächtigung des Vorstandes zur Ausgestaltung eines Vertrages über einen gemeinsamen Fundus mit dem Rundfunkmuseum der Stadt Fürth mit einem finanziellen jährlichen Rahmen von 3.000 bis 7.000 €.

Rückgekehrt aus Japan

Barkhausen-Kurz-Röhre jetzt im Deutschen Museum



Prof. Heinrich Barkhausen (1881–1956).



Die Original-Barkhausen-Kurz-Röhre, jetzt im Deutschen Museum, München. Bilder: Peter von Bechen



Yoji Ito (1901–1955).

Ein eher unscheinbares Exponat steht in der Vitrine neben dem Ehrensaal des Deutschen Museums: ein Original-Exemplar der Barkhausen-Kurz-Röhre. Doch sie verkörpert ein wichtiges Stück Technikgeschichte und kann auf eine fast unglaubliche Odyssee zurückblicken.

Wie bereits in der letzten Ausgabe der Funkgeschichte [1] ausführlich dargestellt, haben die beiden Physiker HEINRICH BARKHAUSEN und KARL KURZ 1917 in Dresden bei ihren Untersuchungen an Elektronenröhren zufällig elektromagnetische Schwingungen im Bereich einiger Hundert Megahertz entdeckt, die sie sich zunächst nicht so recht erklären konnten. Im Nachhinein stellte sich heraus, dass diese Entdeckung ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Entwicklung von Hoch- und Höchstfrequenz-Oszillatorröhren war, ohne die die praktische Realisierung z. B. des Radars nicht möglich gewesen wäre.

Röhre im Osterei

Die inzwischen so bedeutungsvoll gewordenen Artefakte seiner Forschungen bewahrte BARKHAUSEN in seinem Institut an der TU Dresden noch lange auf. Als 1941 sein ehemaliger Doktorand, der Japaner YOJI ITO (1901–1955), in Begleitung einer Militärdelegation zu Besuch in Deutschland weilte, wollte er ihm ein Präsent



In einem Festakt im Ehrensaal des Deutschen Museums wurde die Übergabe der Barkhausen-Kurz-Röhre in Anwesenheit zahlreicher Ehrengäste gebührend begangen.

machen. BARKHAUSEN und ITO verband eine innige persönliche Freundschaft, deshalb musste es schon ein ganz besonderes Geschenk sein. Und weil gerade Ostern war, lag die Idee für die Verpackung nahe: Ein Papp-Osterei. Hinein legte Barkhausen ein Exemplar seiner Röhren, mit denen er Jahre zuvor die Hochfrequenzschwingungen entdeckt hatte.

Dreieinhalb Monate unterwegs

ITO war sich sofort der Bedeutung dieses Gegenstandes bewusst, und er wollte es mit nach Hause bringen. Das war allerdings in dem Kriegsjahr alles andere als einfach: Der direkte Weg nach Osten über die Sowjetunion war versperrt. Deshalb ging es auf eine abenteuerliche Reise in westliche Richtung: über Italien, Spanien, Brasilien und Argentinien. Nach dreieinhalb Monaten erreichte ITO schließlich auf einem Frachtschiff Yokohama. Und mit ihm dieses fragile Gebilde aus Glas und Metall. Es grenzt an ein Wunder, dass es dabei keinen Schaden genommen hat. Seitdem wurde die Röhre in der Familie ITO sorgsam verwahrt und behütet.

Rückkehr nach 75 Jahren

Anfang dieses Jahres, nach 75 Jahren in Japan, sollte dieses Stück Technikgeschichte nach dem Willen des Sohns Prof. Dr. HIROMASA ITO wieder einen Weg zurück nach Deutschland finden und einen würdigen Platz finden, um für die Zukunft erhalten zu werden. In Deutschland gab es ein solches Stück nicht mehr. Nach dem Krieg berichtete BARKHAUSEN ITO, dass sein Institut in Dresden im Bombenhagel des 13. Februar 1945 zerstört wurde und damit alle seine Versuchsröhren unwiederbringlich verloren seien. Damit war die Ito-Röhre das einzige weltweit noch existierende Exemplar. Ein echter Glücksfall für die Technikgeschichte.

Heikler Rücktransport

JOHANNES-GEERT HAGMANN, Leiter der Hauptabteilung Technik des Deutschen Museums, führte über Monate Gespräche mit Familie Ito, und Anfang dieses Jahre war es endlich so weit: Die Röhre konnte zurück nach Deutschland kommen, um im

Bestand des Deutschen Museums einen würdigen Platz einzunehmen.

Der Rücktransport mit dem Flugzeug ging natürlich schneller als vor 75 Jahren, war aber auch nicht so ganz einfach. Als Verpackung hätte ein Papp-Osterei dieses Mal in keiner Weise ausgereicht. Um zu vermeiden, dass dieses weltweit einmalige Stück irgendeinen Schaden nehmen könnte, bemühte man ein auf Kunstwerke spezialisiertes Transportunternehmen, das dafür sorgte, dass dieser erschütterungsempfindliche Gegenstand unbeschadet nach München gebracht wurde.

In einem Festakt mit Vorträgen am 8. November 2016 im Ehrensaal des Deutschen Museums wurde die Übergabe der Barkhausen-Kurz-Röhre in Anwesenheit zahlreicher Ehrengäste gebührend begangen. Das Deutsche Museum kann damit ein auf den ersten Blick eher unscheinbares, aber außerordentlich geschichtsträchtiges Exponat sein Eigen nennen.

Literatur:

- [1] Gorth, J.: Barkhausen-Kurz-Schwingungen und verwandte Röhren. Funkgeschichte 229 (2016), S. 164–169.

Prof. Dr. Hiromasa Ito und Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl, Generaldirektor des Deutschen Museums, tauschen Übergabeurkunden der Barkhausen-Kurz-Röhre aus.



Dr. Keiko Nagase-Reimer, Technikhistorikerin, hielt einen Vortrag über Yoji Ito und die Entwicklung der Radartechnik im 2. Weltkrieg.



Schallplattenaufnahme auf Decelith

Ludwig Dittmar berichtet von einem ganz besonderen Erlebnis

Die „Lange Nacht der Wissenschaften“ ist ein jährlich stattfindendes Ereignis in der Dresdner „Wissenschaftslandschaft“. Dieses Jahr fand sie am 10. Juni statt. Durch einen glücklichen Zufall las LUDWIG DITTMAR im GFGF-Forum einige Tage vor der „Nacht“ einen Hinweis zu einem Programmpunkt der besonderen Art: in der SLUB* findet die Vorführung einer Schallplattenaufnahme statt, und dann der Name GALLENMILLER. Da wurde er hellhörig.

Aus dem Anzeigenteil der „Funkgeschichte“ war mir der Name „GALLENMILLER“ ein Begriff, oft schon hatte ich Gesuche zu historischer Tonträgertechnik und Schallplattenschneidegeräten gelesen. Den Termin vorgemerkt und überpünktlich am Tage des Geschehens vor Ort, lernte ich Herrn GALLENMILLER kennen, der aus dem Allgäu nach Dresden gekommen war.

Die Ausrüstung war schon aufgebaut, Gerätschaften aus der Zeit um 1930–40: Da standen eine Neumann-Flasche, das Plattenschneidegerät der Berliner Firma v. Trümbach („Tonograph“), ein Telefunken-Verstärker und ein passender Lautsprecher. Fachkundig erklärte er die verschiedenen Details, insbesondere, was Decelith-Aufnahmefolien sind: Ein Verbund aus unterschiedlichen Sor-



Die Sängerin wurde am Mikrofon optimal „platziert“, es wurde der Abstand zum Mikrofon ausgetestet.

ten von PVC (in dieser Zeit ein ganz neuer und moderner Kunststoff), Vorder- und Rückseite bestehen jeweils aus Weich-PVC. In dieses wird beim Schneiden die Rille geschnitten, der Kern der Folie besteht aus einer festeren PVC-Mischung. Derartige Folien sind durchaus noch aus Altbeständen aufzufinden. CLAUS PETER GALLENMILLER verwendete bei der Vorführung diese historischen Folien – auffällig fleckig, trotzdem immer noch bestens zu gebrauchen. Nebenbei erwähnte er auch, dass es durchaus unkonventionellere Schneidmaterialien gab, die in der Knappheit des Krieges

verwendet wurden: Röntgenfilme! Da ist dann schon mal ein Gesangsstück in einen Oberschenkelbruch geschnitten worden...!

Langsam füllte sich der Vortragsraum mit weiteren Interessenten, und pünktlich 19 Uhr startete die Vorstellung. Nunmehr waren auch eine Sängerin und eine Dame am Klavier zugegen, ein Lied mit Klavierbegleitung sollte auf (oder besser in) Platte geschnitten werden.

Nach kurzer Vorstellung des Vortragenden und der Künstlerinnen durch den Leiter der SLUB und einem reich bebilderten Einführungsvortrag von CLAUS PETER GALLENMILLER begann der eigentliche „Studioablauf“. Zuerst wurde die Sängerin am Mikrofon optimal „platziert“, es wurde der Abstand zum Mikrofon ausgetestet, der eine verzerrungsfreie Aufnahme bei vollem Dynamikumfang ihrer Stimme ermöglichte. Dann wurde das elektronische Klavier auf optimale Begleitulaststärke eingestellt.

Nachdem dies geschehen war und GALLENMILLER am Verstärker die not-

* Neben dem umfangreichen Programm in den unterschiedlichsten Einrichtungen war in diesem Jahr das zweihundertjährige Bestehen der „Sächsischen Landes- und Universitätsbibliothek“ (SLUB) ein besonderes Ereignis. Die SLUB unterhält unter anderem eine umfangreiche Musikaliensammlung.



Plattenschneidegerät der Berliner Firma v. Trümbach („Tonograph“).

wendigen Einstellungen für einen optimalen Schnitt festgelegt hatte, wurde ein weiterer wesentlicher Aspekt eines solchen Plattenschnitts ausgetestet: Die Länge der aufzuzeichnenden Darbietung darf drei Minuten nicht übersteigen. Somit wurden nun drei komplette Testläufe ohne Schnitt vorgenommen.

Geschnitten werden sollte das Lied „Lili Marleen“ von LALE ANDERSON. Klassisch, mit Bakelitkopfhörern, nahm CLAUS PETER GALLENMILLER die Feinjustage der Verstärkung und damit der Schnittintensität vor, links den Regler, rechts die Stoppuhr in der Hand.

Es wurde eine Punktlandung, drei Minuten, die Platte zwar noch nicht geschnitten, aber voll. Noch etwas Justage der Position der Sängerin und des Klaviers, und alles war bereit.

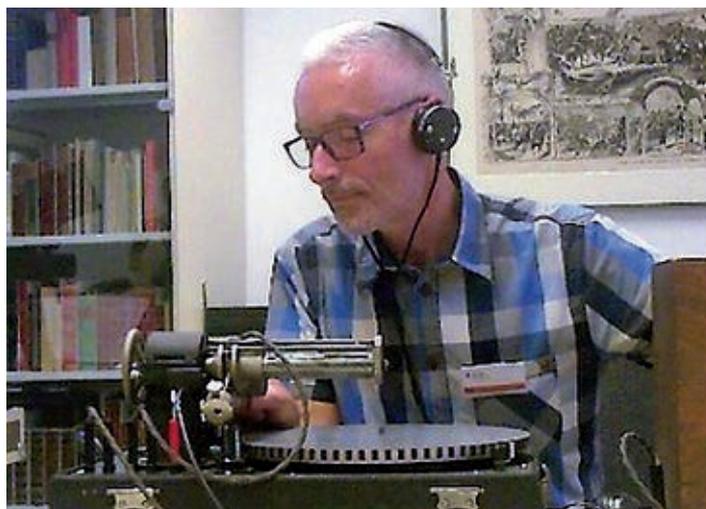
Ruhe! Schneidkopf aufgesetzt und Start, Ansage, und es folgten die drei Strophen der Lili. GALLENMILLER hochkonzentriert an der Schneidmaschine, in der Hand einen feinen Pinsel, den sich lösenden Span in die Mitte der sich drehenden Plattenfolie pin-

selnd. Er erklärte uns, dass nur ein Span entstehen darf, quasi das Negativ der geschnittenen Rille und dass die Schneidnadel nicht über den Span fahren darf, daher das ständige Pinseln in die Plattenmitte. Mit der Zeit fing sich dort ein ordentliches Knäuel.

Nach drei Minuten Ausblenden und schnell am Stichelvortrieb

gedreht, um eine „ordentliche Auslaufrille“ zu bekommen, und die Aufnahme war auf der Folie.

Spannung: wie wird der Mitschnitt klingen? Kontrolle des Schnittes mit der Lupe und das Abtastsystem TO1000 aufgesetzt. Für viele war sicher die Erwartung, dass es kratzt und



Klassisch, mit Bakelitkopfhörern, nahm Claus Peter Gallenmiller die Feinjustage der Verstärkung und damit der Schnittintensität vor.

knistert, doch weit gefehlt: Eine klare, dynamische und fast störungsfreie Wiedergabe! Fantastisch! Die Künstlerinnen und das Publikum sichtlich beeindruckt und begeistert, und ein sehr zufriedener „Schnittmeister“, das war der Abschluss dieses sehr gelungenen Vortrags.

Eduard-Rhein-Preisverleihung in München

Die auf den Stifter der Preisvergabe, dem deutschen Erfinder, Publizisten und Autor EDUARD RHEIN (Buchtitel „Wunder der Wellen“, „Du und die Elektrizität“) zurückgehende Preisvergabe fand am 8.10.2016 im Ehrensaal des Deutschen Museums in München statt. Die Eduard-Rhein-Stiftung verwaltet zur Zeit ca. 10 Millionen € Stiftungskapital und vergibt jährlich u.a. Technologiepreise für Rundfunk-, Fernseh- und Informationstechnik in Höhe von etwa 50.000 €. Im Rahmen der Veranstaltung wurde der diesjährige Technologiepreis für die Entwicklung eines Innenohr (Cochlea)-Implantats zur Wiedererlangung von Sprachverständnis bei Gehörlosen an das Ehepaar HOCHMAIR (Österreich) sowie an den Forscher BLAKE WILSON (USA) vergeben, der eine erfolgreiche Codierungsstrategie für die Ansteuerung des Implantats entwickelte.

Bei dem Implantat, das maßgeblich das Ehepaar HOCHMAIR Ende der 1970er Jahre entwickelte, wird ein



Lukas Lao Beyer präsentiert sein kostengünstiges Software Defined Radio (SDR).

in Längsrichtung mit elektrischen Kontakten versehener dünner elastischer Isolationsträger operativ in die Hörschnecke (Cochlea) des Patienten 20 bis 30 mm eingeführt. Ein Signalprozessor analysiert die von einem Außenmikrofon aufgenommene Sprache mittels Unterteilung in Frequenzbänder und steuert den einzelnen Frequenzbändern zugeordnete Kontakte an. Damit gelingt eine direkte elektrische Verbindung mit den Nervenzellen, die die Hörschnecke mit dem Gehirn verbinden.

Außerdem wurde bei der Veranstaltung der Eduard-Rhein-Jugendpreis für die Gewinner des Bundeswettbewerbs „Jugend forscht“ an LUKAS LAO BEYER für einen mit WLAN verbundenen Digitelempfänger sowie an PAUL BRACHMANN für eine übersichtliche Bedienoberfläche für einfaches und beliebiges Verbinden von internetfähigen Geräten vergeben.

Christoph Heiner

Es gibt ihn doch!

Herbert Börner beschreibt den kleinen „D-Zug“ von MENDE



Bild 1. MENDE-Detektor „VD 25“.

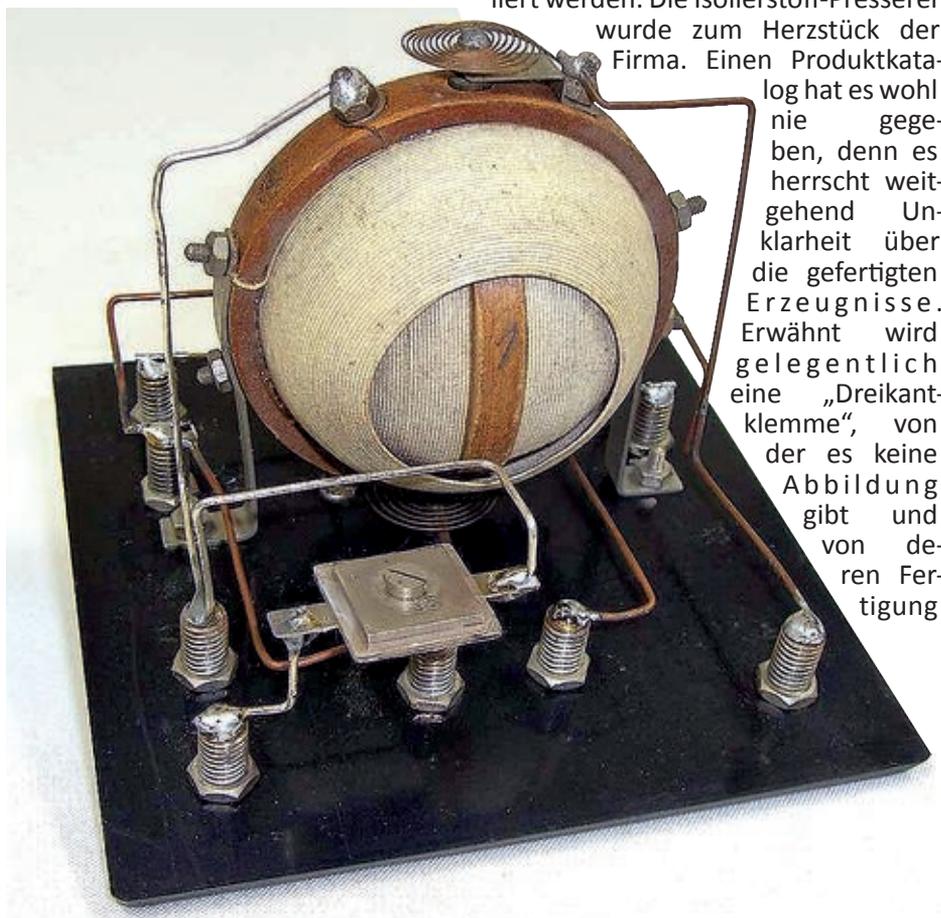
Die Bezeichnung „D-Zug“ hat sich für eine Aneinanderreihung von Empfänger-Komponenten eingebürgert, auch wenn man keine Ähnlichkeit mit einem Eisenbahnzug wie ursprünglich bei den Siemens- bzw. Telefunken-Geräten erkennen kann. Von einem MENDE D-Zug war bisher keine Rede, und doch gibt es ihn.

Als HERMANN MENDE und RUDOLF MÜLLER 1923 die Firma H. MENDE & Co. gründeten, gaben sie ihr den Beinamen „Fabrik elektrischer Maschinen und Apparate“. Da es Hersteller mit solcher Zielsetzung schon eine Menge gab, kam es nachfolgend darauf an, eine Marktlücke zu besetzen.

Dreikantklemme und Detektor

Erfolgversprechend war die Herstellung von Isolierpressteilen, denn zwangsläufig müssen spannungsführende Metallteile gegeneinander isoliert werden. Die Isolierstoff-Presserei wurde zum Herzstück der Firma. Einen Produktkatalog hat es wohl nie gegeben, denn es herrscht weitgehend Unklarheit über die gefertigten Erzeugnisse. Erwähnt wird gelegentlich eine „Dreikantklemme“, von der es keine Abbildung gibt und von deren Fertigung

Bild 2. Variometer von SEG im „VD 25“.



die Firma bestimmt nicht leben konnte.

Aber die aufstrebende Funktechnik benötigte eine Vielzahl von Isolierstoff-Pressteilen, sowohl innerhalb des Apparate-Aufbaues als auch bei den Bedienungsorganen. Dieser Bedarf steigerte sich mit der Einführung des Rundfunks nach Ende 1923 bedeutend. Die damalige Radio-Euphorie [1] veranlasste die Firmengründer zu Gedanken über eine zukünftige Radiogeräte-Fertigung, zumal sie mit der Pressteile-Herstellung schon einen Fuß in der Tür hatten. Allerdings fehlten ihnen hierfür spezielle Fachkenntnisse.

Wie viele andere Firmen in dieser Zeit begann MENDE mit der Fertigung eines Detektorempfängers. Man kaufte von SEG (Schmitt-Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin) ein solides Variometer und baute es in ein Holzkästchen (Bilder 1 und 2). Neben der Typenbezeichnung „VD 25“ (Variometer-Detektor 1925) ist bemerkenswert, dass auf dem Typenschild die „Telefunkenbauerlaubnis“ erwähnt wird.

Koch & Sterzel

In diesem Bemühen hatte die ebenfalls in Dresden ansässige Firma Koch & Sterzel A.G. weniger Probleme. Sie beschäftigte sich seit ihrer Gründung 1904 mit Elektrotechnik und war zu einem bedeutenden Hersteller von Röntgenapparaten und, im Zusammenhang damit stehend, von Hochspannungs-Transformatoren geworden. JOSEPH KOCH war 1913 zum Professor an die TU Dresden berufen worden und Dipl.-Ing. KURT STERZEL promovierte 1929 sogar zum Doktor-Ingenieur.

KOCH konnte sich dank der florierenden Firma für seine musikalischen Interessen eine eigene Geigenbau-Werkstatt leisten und STERZEL war wohl der treibende Keil bei der Einrichtung einer kleinen Radio-Fertigung in unmittelbarer Nähe des Werkes. Hier wurden zwar seit 1923 Rundfunk-Empfänger verschiedener Art hergestellt, von denen aber wegen der geringen Fertigungstückzahl

offenbar keine erhalten geblieben sind. Der erste Nachweis stammt mit dem Typ „ER 27“ vom Ende 1925 [2], [3].

Im Laufe des Jahres 1924 fand der junge Dipl.-Ing. ULRICH GÜNTHER Anstellung bei Koch & Sterzel. Ideenreich und umtriebig – er hatte sogar schon ein eigenes Patent erhalten [4] – machte er sich an die Arbeit und stellte 1925 zwei seiner Neuentwicklungen vor: „EDA 62“ und „ERZ 112“ [5]. „EDA 62“ war ein zweiteiliges Gerät mit vier Röhren für experimentelle Zwecke, mit dessen Hilfe sich zwölf verschiedene Schaltungsvarianten vom Detektor bis hin zum Zweikreisler für Lautsprecherwiedergabe zusammenstellen ließen. „ERZ 112“ hingegen war ein 8-Röhren-Superhet nach amerikanischem Vorbild. Allein schon die Typenbezeichnungen, die nicht dem bei Koch & Sterzel üblichen Schema entsprachen (vgl. [2]), drückten die Eigenwilligkeit und das Selbstbewusstsein von ULRICH GÜNTHER aus.

Bei vielen Firmen findet man in den Typenbezeichnungen eine aufsteigende Zahlenfolge, am deutlichsten erkennbar bei SEIBT [6]. Die Begründung hierfür ist wohl darin zu suchen, dass alle Entwickler Laborbücher führten, um gegebenenfalls bei Patentstreitigkeiten ihre Priorität nachweisen zu können. Dann erhielt das Gerät einfacherweise die Seitennummer des Laborbuch-Eintrages. So könnten auch Lücken in der Zählweise erklärt werden: das waren die zwar entwickelten, aber nicht gefertigten Typen.

Verfolgt man GÜNTHERS Zählweise, so war er bei seinen Super-Entwicklungen offenbar bei der Nr. 12 angelangt. Diese erschien ihm aber als wenig werbewirksam niedrig, und so setzte er noch eine „1“ davor. Und zu der Buchstabenkombination „ER“ (Empfänger mit Röhren) fügte er noch ein „Z“ hinzu: mit Zwischenfrequenz.

Auch diese Geräte wurden nur in derart geringer Stückzahl gefertigt, so dass keins davon bis heute erhalten blieb. Dem Autor wurde einmal die Existenz eines Typs „ERZ 115“ genannt, dessen heutiger Verbleib ihm aber nicht bekannt ist.

System Günther

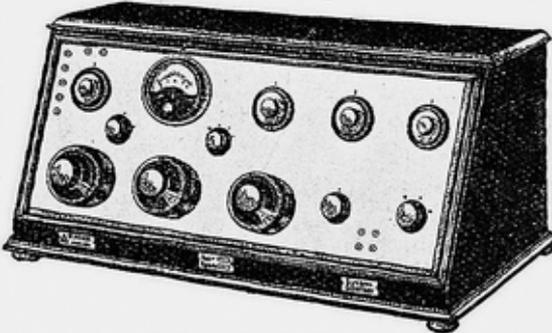
Vermutlich im Laufe geschäftlicher Kontakte zwischen der Radiowerk-



Bild 3: Wie sie sich gleichen! Links ERZ 112 von Koch Sterzel [5], rechts MENDE EZ 123 [7].

Achtröhren-Superheterodyne-Empfänger

(System Günther)



Sämtliche europäischen Stationen im Lautsprecher mit Rahmenantenne. Unerreichte Lautstärke und Klangreinheit. Bruttopreis 600.- M. Rabatte auf Anfrage Telefunkenbau-Erlaubnis

H. MENDE & CO.

Fabrik elektrischer Maschinen und Apparate, Abteilung Radiowerk
DRESDEN-N. 15, Industriegelände

Bild 4. Anzeige im „Radio-Export“ von 1925 mit Hinweis auf das „System Günther“ [7].

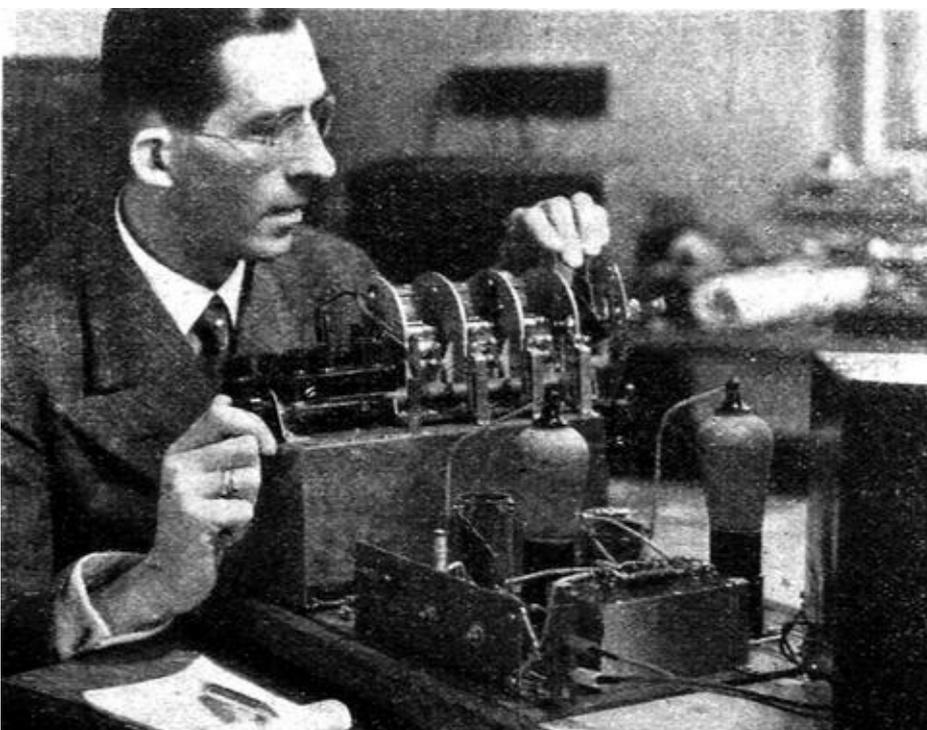


Bild 5. Dipl.-Ing. Ulrich Günther 1935 [11].



Bild 6. Einröhren-Zweikreis-Reflex-Empfänger Typ „E 31“ von 1925, Fabrikationsnummer 2533.

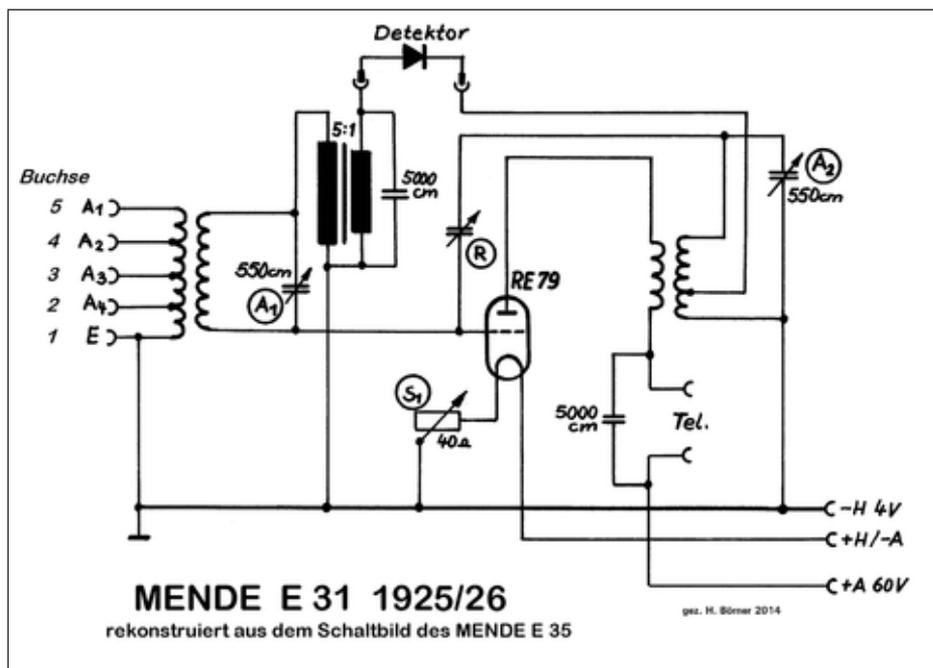


Bild 7. Rekonstruiertes Schaltbild zum MENDE „E 31“.

statt von Koch & Sterzel mit dem Pressteile-Hersteller MENDE erfuhr GÜNTHER von deren Vorhaben, ins Rundfunkgeschäft einzusteigen. Das war für den aufstrebenden, unangepassten Diplom-Ingenieur die einmalige Gelegenheit, seine beruflichen Träume zu erfüllen. Er hatte schließlich etwas zu bieten, und MENDE musste auf seine Wünsche eingehen.

Gleichzeitig mit GÜNTHERS Übertritt erhielt MENDE die Telefunken-Bauerlaubnis [8]. Als erstes Gerät wurde die Fertigung des „ERZ 112“ begonnen, jetzt weiterentwickelt zum „EZ 123“ (Bild 3). Und nicht nur das, sein Ego wurde aufgepoliert, indem an den Geräten anstelle des Schildchens „Telefunken-Bauerlaubnis“ der Hinweis prangte „System Günther“ (Bild 4).

Die Bezeichnung „System“ geht bis auf die Anfänge der Funktechnik um die Jahrhundertwende zurück, als die „Systeme“ Marconi, Siemens/Prof. Braun sowie AEG/Slaby-Arco miteinander konkurrierten, obwohl sie alle auf den Funken-Versuchen von HEINRICH HERTZ fußten. Das griffen einige Firmen zu Beginn der Rundfunktechnik wieder auf und offerierten beispielsweise ein „System Dr. Lissauer“, „System Baumgart“ (Radio Nova) oder „System Junker“ (RTG) [9].

Im Grunde genommen ging es lediglich um die zweckentsprechende Anordnung einer Anzahl der vier Grundbauelemente Widerstand, Kondensator, Spule und dem einzig verfügbaren aktiven Bauelement Elektronenröhre. Doch gegenüber z.B. „Machart Günther“ war „System Günther“ wesentlich klangvoller und werbewirksamer, vgl. [10].

Für den „ERZ 112“ wurde angemerkt: „Der Apparat ist von der Reichspostbehörde .. zugelassen und wird demgemäß für den Wellenbereich von 250 bis 700 Meter ausgeführt“ [5]. Da der MENDE „EZ 123“ diesem gleicht, muss seine erste Auslieferung vor der Wellenbereichs-Freigabe im September 1925 erfolgt sein (vgl. [12]). Die Version 1926 war dann schon mit Wellenbereichs-Schaltern versehen.

Bemerkenswert erscheint übrigens, dass GÜNTHER in der Typenbezeichnung das „R“ wegließ („ERZ 112“ --> „EZ 123“). Daraus kann man schlussfolgern, dass er es für selbstverständ-

lich ansah, dass seine Empfänger mit Röhren ausgestattet waren und dies nicht extra betont werden müsse. Im Umkehrschluss wäre dann festzustellen, dass er sich nicht mit Empfängern ohne Röhren, also Detektorgeräten, befasste. Zumindest von dem Zeitpunkt an, als GÜNTHER bei MENDE das Sagen hatte, kann man davon ausgehen, dass keine Detektorgeräte gefertigt wurden.

„E 31“ - „E 35“ - „E 45“

Betrachtet man die Anzeige im Bild 4 genauer, so fällt der enorm hohe Preis von 600,- Mark auf, und das in einer Zeit kurz nach der großen Inflation von 1923! Man kann sich leicht vorstellen, dass MENDE damit keine großen Geschäfte machen konnte. Ein einfacher, preiswerter Empfänger musste her. Einen solchen stellte GÜNTHER alsbald mit dem Typ „E 31“ vor. Doch von wegen „einfach“: Es war ein Einröhren-Zweikreis-Reflexempfänger mit Kristalldetektor-Demodulation. Leider fehlen hierzu sämtliche Angaben, und es ist ein Glücksfall, dass ein Exemplar erhalten blieb, das im Fundus der Technischen Sammlungen der Stadt Dresden steht (Bild 6).

An Hand der Bedienungsorgane ist festzustellen, dass zwar eine Rückkopplung vorhanden ist (Knopf Mitte unten), aber keine Möglichkeit einer Wellenbereichs-Änderung. Daher dürfte zumindest der Zeitraum seiner Entwicklung vor September 1925 gelegen haben. Ein rekonstruiertes Schaltbild ist in (Bild 7) wiedergegeben.

Es ist nicht bekannt, ob es eine verbesserte Version 1926 gab. Statt dessen stattete GÜNTHER den „E 31“ mit einer transformatorgekoppelten NF-Stufe aus. Diese Kombination erhielt die Bezeichnung „E 35“ und wurde MENDE's erster Verkaufserfolg (Bilder 8 und 9). Der Preis von 131,- Mark (plus ca. 16,- Mark für zwei Röhren) lag im erschwinglichen Bereich. Für die Wellenbereichs-Umschaltung sind zwei Kurzschluss-Stecker vorhanden, die bei Langwellen-Empfang herausgezogen werden müssen (und dann schnell verloren gehen können!).

Im Schaltbild (Bild 10) fällt die etwas verwirrende Schaltung der Spulen im Detektorkreis auf. Sie ist so gewählt, dass mit einem einzigen



Bild 8. MENDE Typ „E 35“, Vorderansicht.



Bild 9. MENDE „E 35“, Chassis-Ansicht.

Geräte

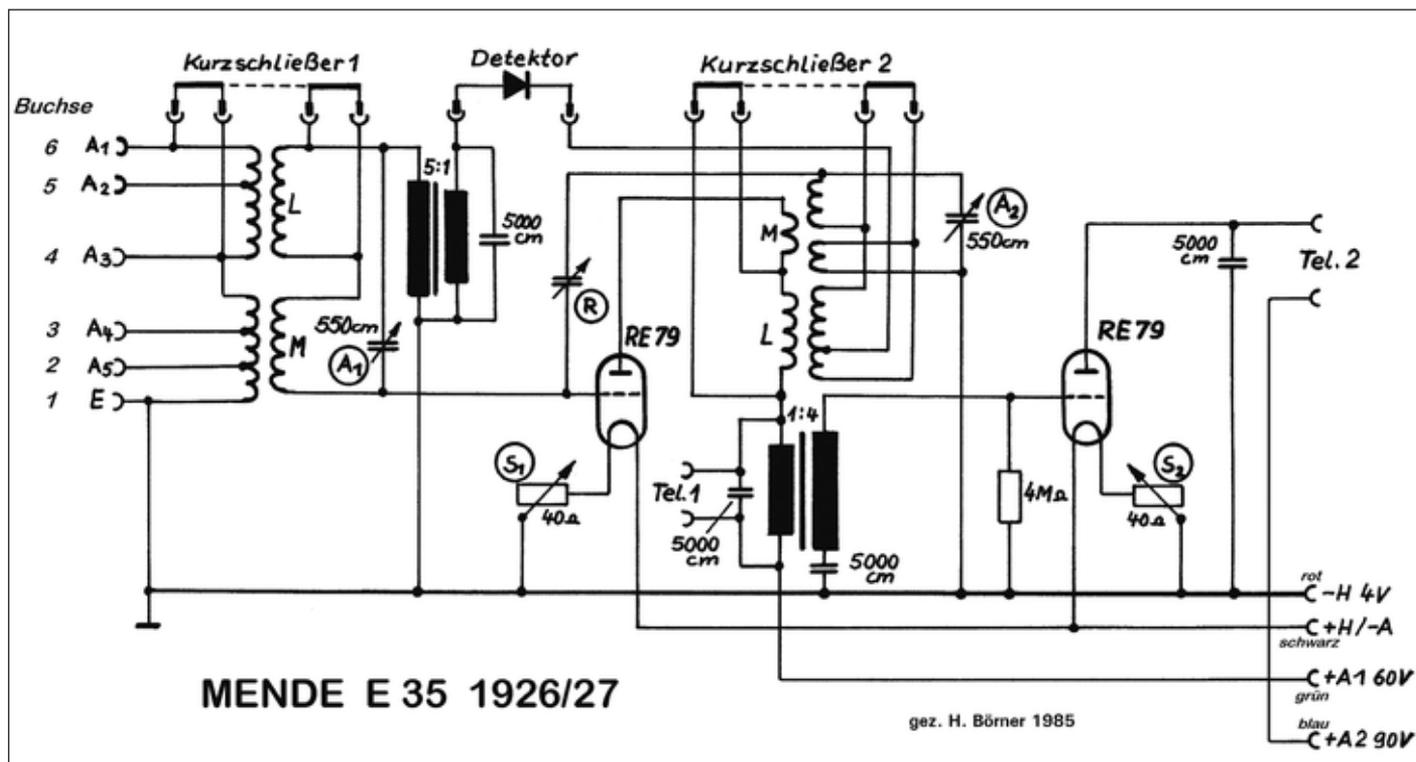


Bild 10. Schaltung zum MENDE „E 35“, aufgenommen am Gerät Fabrikationsnummer 6525.

Bild 12. MENDE HF-Vorsatzgerät Typ „HV 49“, Vorderansicht.



Kurzschlussbügel sowohl in der Langwellen-, als auch in der Mittelwellenstellung der Detektorkristall an einer Anzapfung der Schwingkreis-Spule liegt (Kurzschließer 2, rechter Bügel).

Des weiteren ist bemerkenswert, dass die NF-Röhre keine zusätzliche Gittervorspannung erhält, sondern hierfür der Spannungsabfall am Heizwiderstand genutzt wird. Das funktioniert allerdings nur bei einer 4-Volt-Heizbatterie mit den empfohlenen 2,5-Volt-Röhren RE79. Mit 4-Volt-Röhren (RE064 o. ä.) kommt es zu Verzerrungen.

Um die Sache auf die Spitze zu treiben, versah GÜNTHER den „E 35“ noch mit einer HF-Vorstufe. Dieser dann „E 45“ benannte Typ war also ein Dreiröhren-Dreikreis-Reflexempfänger mit Kristalldetektor (Bild 11). Eine Gerätebeschreibung einschließlich des Schaltbildes ist in der FUNKGESCHICHTE Nr. 45 zu finden [13]. Dort wird folgendes Resümee gezogen: „Ich frage mich, ob ein Laie mit diesem Gerät überhaupt Empfang bekam. Außer den drei Abstimmkondensatoren sind ja noch Rückkopplung, zwei Heizregler, der Detektor und zwei getrennte Wellenschalter einzustellen! Eine Fehlbedienung auch nur eines dieser neun Elemente macht einen Empfang unmöglich. So ist es z.B. schon ein Problem, einen guten Detektorkontakt einzustellen, denn mit allen drei

Kreisen muss ja derselbe Sender eingestellt sein, wobei der Gleichlauf natürlich nicht einfach dann gewährleistet ist, wenn man die drei Skalen auf die gleiche Zahl einstellt. Aber wie der damalige Besitzer auch damit zurecht gekommen sein mag – der Apparat spielt, sogar recht gut.“

Die Vorsatzgeräte „HV 49“ und „EZ 151“

Für experimentierfreudige Besitzer eines „E 35“ entwickelte GÜNTHER das HF-Vorsatzgerät „HV 49“ (Bilder 12 und 13). Hierzu hatte er die Eingangsstufe des „E 35“ kopiert (Bild 14) und in einem eigenen Gehäuse untergebracht. Dadurch wurde dieser „kleine MENDE D-Zug“ zum E45-ähnlichen Dreikreis-Empfänger mit drei Röhren und Kristalldetektor (Bild 15). Zur Wellenbereichs-Umschaltung wird wie beim „E 35“ ein Kurzschluss-Stecker benutzt.

Doch GÜNTHER hatte noch ein Ass im Ärmel: den Superhet-Vorsatz „EZ 151“. Hierfür kopierte er vom „EZ 123“ die Eingangsstufe mit HF-Verstärker- und Oszillatorröhre. Das Äußere des „EZ 151“ glich dem des „E 35“ (Bild 16). Der Super-Vorsatz gab eine Zwischenfrequenz im unteren Langwellenbereich ab, der „E 35“ diente als Zwischenfrequenz-Verstärker. Im Langwellenbereich arbeitete der Vorsatz allerdings lediglich als Hochfrequenzverstärker, wobei die Überlagerer-Röhre ausgeschaltet blieb.

Während vom „HV 49“ wenigstens das vorstehend beschriebene Gerät existiert, ist bisher kein erhalten gebliebenes Exemplar eines „EZ 151“ bekannt geworden.

Besonderheiten

Die Zusammenschaltung des „HV 49“ (wie auch des „EZ 151“) mit dem „E 35“ stößt auf ein Hindernis. Die Antennenspule des E 35 ist am unteren Ende mit Erde bzw. Masse verbunden (Bild 17). Als Koppelspule für den Betrieb des „HV 49“ muss sie aber an die Anodenspannung angeschlossen werden. Dem entsprechend wird in der Bedienungsanleitung [14] ausgeführt: „Zunächst ist dafür Sorge zu tragen, dass bei dem Zweiröhren-Reflexempfänger, welcher zusammen mit dem Vorsatzgerät arbeiten soll, die Verbindung der linken unteren Antennen-



Bild 11. MENDE Typ „E 45“, Fabrikationsnummer 17221.

Bild 13. MENDE „HV 49“, Chassis-Ansicht.



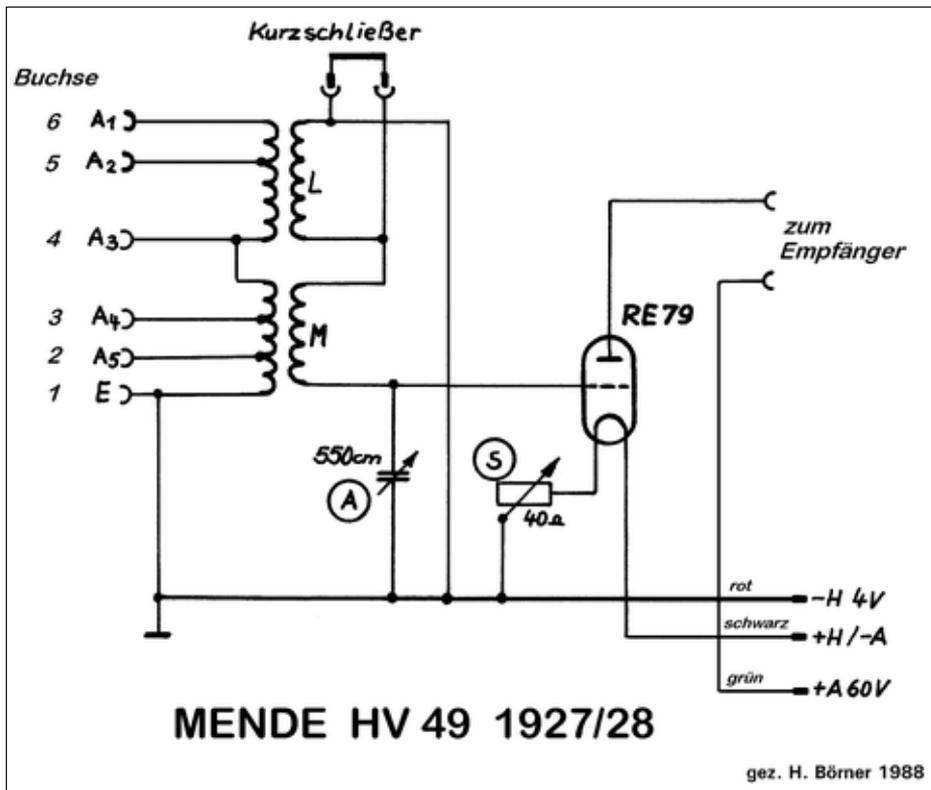


Bild 14. Schaltung zum MENDE „HV 49“, aufgenommen am Gerät Fabrikationsnummer 11563.

buchse mit dem Panzerblech gelöst wird. Zu diesem Zweck schneide man den zum Blech führenden starken Draht durch.“

Eine geschickte Lösung wurde für die Zusammenschaltung der Betriebsspannungs-Zufuhr gefunden. Die Batterieschnüre des „HV 49“ enden in einem Zwischenstecker, der in die Apparatebuchsen des „E 35“ geführt wird. Den Batteriestecker des „E 35“ nehmen dann Buchsen auf, die in den Zwischenstecker eingelassen sind (Bild 18).

Dipl.-Ing. ULRICH GÜNTHER wurde später Technischer Direktor bei MENDE und sogar Teilhaber der Firma. Seine aus dem üblichen Rahmen tretenden Entwicklungen wurden seltener. Wahrscheinlich ökonomischen Zwängen folgend fertigte MENDE ab Mitte der dreißiger Jahre zwar in großen Stückzahlen, aber kaum noch Geräte, die ein Sammlerherz höher schlagen lassen. 1945 verließ GÜNTHER das zerstörte Dresden in Richtung Amerika. Dort verliert sich seine Spur.



Autor:
Dr.-Ing. Herbert Börner
98693 Ilmenau

Bild 15. „Kleiner MENDE D-Zug“: „E 35“ mit Vorsatzgerät „HV 49“.



Bild 16. Super-Vorsatzgerät „EZ 151“ (links) vor „E 35“ (rechts) geschaltet [14].

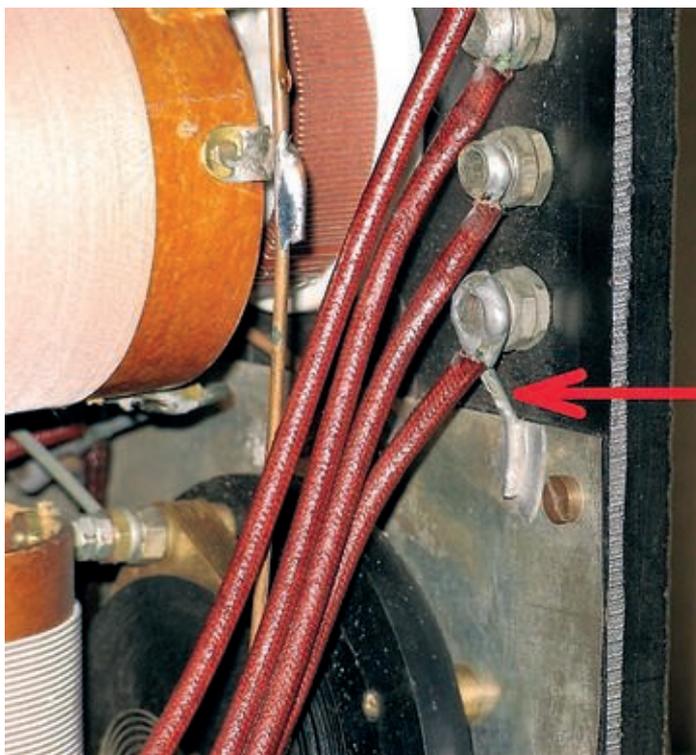


Bild 17. Masse-Verbindung der Antennenspule im „E 35“.

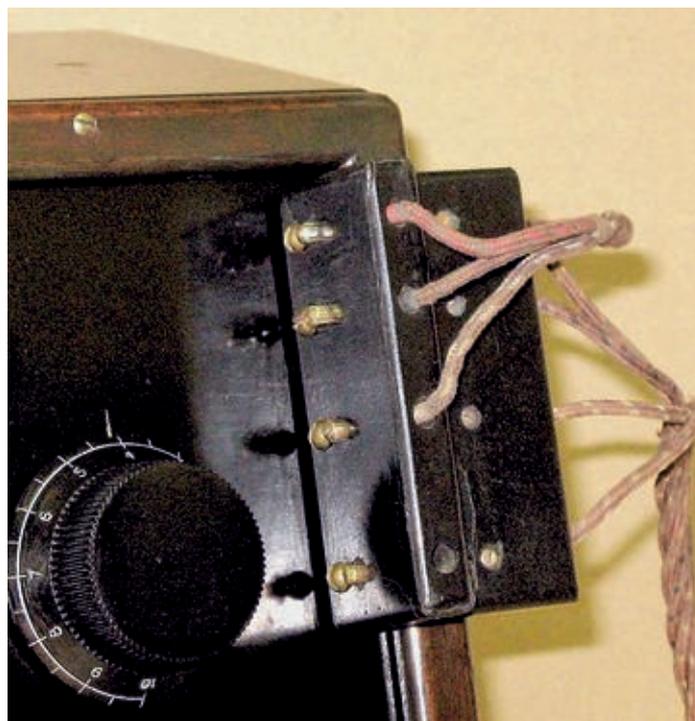


Bild 18. Zusammenstecken der Batterieschnüre von „E 35“ und „HV 49“.

Quellen:

- [1] Börner, H.: Die Radio-Inflation 1924. FUNKGESCHICHTE 19 (1996) Nr. 107, S. 59–62.
Auch: <http://www.herbert-boerner.de/Beitraege/Rdfk-Org/Radio-Inflation.pdf>
- [2] Börner, H.: Systematik der Typ-Kennzeichnung: Koch & Sterzel 1923–1932. FUNKGESCHICHTE 7 (1984) Nr. 39, S. 178–180.
Auch: <http://www.herbert-boerner.de/Beitraege/Typen/Koch&Sterzel.pdf>
- [3] DRM: Deutsches Rundfunk-Museum, Berlin: Typenblatt „Koch & Sterzel ER 27“, 25 KS 00H (2004)
- [4] Müller, W.: Mende „System Günther“. FUNKGESCHICHTE 14 (1991) Nr. 81, S. 28–30
- [5] Zeitschrift „Der Radio-Händler“ 2 (1925) S. 313.
- [6] Börner, H.: Systematik der Typ-Kennzeichnung: SEIBT 1923–1930. FUNKGESCHICHTE 7 (1984) Nr. 36, S. 73–76.
Auch: <http://www.herbert-boerner.de/Beitraege/Typen/Seibt23–30.pdf>
- [7] Zeitschrift „Radio-Export“ 2 (1925), keine weiteren Angaben.
- [8] Börner, H.: Der TELEFUNKEN-Bauerlaubnis-Vertrag. FUNKGESCHICHTE 21 (1998) Nr. 122, S. 285–289.
Auch: <http://www.herbert-boerner.de/Beitraege/Rdfk-Org/Tfk-Bauerlaubnis.pdf>
- [9] Abele, G. F.: Die dynamische Radio-Chronik. Anhang S. 146 (2008)
- [10] Nübel, W.: Das System Günther - eine Legende. FUNKGESCHICHTE 20 (1997) Nr. 111, S. 44–45.
- [11] Zeitschrift „Der Radio-Händler“ 12 (1935) Nr. 3, S. 106.
- [12] Börner, H.: Die Audionversuchserlaubnis. FUNKGESCHICHTE 17 (1994) Nr. 96, S. 109–116.
Auch: <http://www.herbert-boerner.de/Beitraege/Rdfk-Org/Audionversuchserlaubnis.pdf>
- [13] Börner, H.: Empfängerbeschreibung: MENDE E 45 1927/28. FUNKGESCHICHTE 8 (1985) Nr. 45, S. 207–209.
Auch: <http://www.herbert-boerner.de/Beitraege/Rufu/MENDE-E45.pdf>
- [14] Wertvolle Informationen zu den MENDE-Geräten HV 49 und EZ 151 stellte unser GFGF-Mitglied Hagen Pfau, Leipzig, zur Verfügung, wofür ihm besonderer Dank gilt.

Bildquellen: Bild 6: Foto W. Eckardt, alle anderen Fotos, Fotokopien und Zeichnungen vom Autor

73

DECEMBER 1967

60¢

AMATEUR RADIO

