

Vorwort

Stephan Hloucal, Erfurt

Sie können sicher sein, dass alle Beiträge in dieser, wie auch bereits in allen vorangegangenen ON.LINE-Ausgaben, realen menschlichen Hirnleistungen entstammen und aus verlässlichen historischen Quellen sowie auf Grundlage persönlicher Aussagen von Zeitzeugen basierend niedergeschrieben wurden. Das soll auch in Zukunft so bleiben. Es ist uns wichtig, nicht nur Artefakte und Archivalien zur Industriegeschichte für die Nachwelt zu erhalten und zu erforschen, sondern auch das individuelle Wissen von Zeitzeugen, und insbesondere das der Entwicklungsingenieure, aufzuzeichnen (Oral History). Letzteres ist wichtig, um historische Technologien besser verstehen zu können. Ulrich Liebold beschreibt die Entwicklung Integrierter Schaltkreise für die Telefonvermittlungstechnik im ehemaligen VEB Funkwerk Erfurt, für die es keine „Fremdmuster“ aus dem „Westen“ gab, und welche auf einer Kooperation zwischen zwei Volkseigenen Betrieben basierten. Dabei lässt er Zeitzeugen zu Wort kommen und greift auf spezielle Entwicklungsunterlagen aus unserem Thüringer Industriearchiv zurück. Das Thema Glas erfährt mit einem Beitrag von Gerhard Roleder, über Glas für elektronische Bauelemente, eine Fortsetzung. Gastautor Friedman Kerbe führt uns 100 Jahre zurück in die Geschichte der sächsischen Porzellanindustrie, denn in Freiberg/Sachsen wurde damals ein Höchstspannungsprüffeld in Betrieb genommen, mit dem Porzellanisolatoren erstmals mit Spannungen von bis zu einer Million Volt geprüft werden konnten. Der Weg zu einer einheitlichen Stromversorgung gestaltete sich, nicht zuletzt durch die Zersplitterung Thüringens in Fürstentümer und Herrscherhäuser, als schwierig. Wir berichteten darüber. Am 17. Oktober 1923 gelang in Weimar die Gründung der Thüringischen Landeselektrizitätsversorgungs-AG „Thüringenwerk“. Aus Anlass des 100. Jubiläums der Gründung des „Thüringenwerks“, dem Vorläufer der heutigen



Schaltwarte im Großkraftwerk Erfurt, 1934

Inhalt

- Vorwort
- Aus aktuellem Anlass
- Historisches
- Autorenverzeichnis, Quellen, Copyrights, Impressum

„ON.LINE“

Englische Fachbegriffe sind dem Elektrotechniker/Elektroniker hierzulande durchaus geläufig. Online steht übersetzt für gekoppelt, verbunden, abrufbereit, angeschlossen. Mit „to go on line“ / „online gehen“ gehen wir ans Netz oder gehen neudeutsch online.

Wir haben mit der ON.LINE 1.2017 den modernen on.line-Weg eingeschlagen, wollen uns mit der nunmehr 13. Ausgabe ON.LINE weiter zusammenschalten, bieten eine (Leitung) Verbindung zum fachlichen Austausch an, informieren und wünschen uns Ihren Anschluss.

Wir freuen uns über Ihre Rückkopplung.

Folgen Sie uns



Das ON.LINE 13.2023 wurde erstellt mit freundlicher Unterstützung der TEAG Thüringer Energie AG, Erfurt.

TEAG Thüringer Energie AG, veranstaltet der Bezirksverband Thüringen des VDE am 17. und 18. Oktober 2023 ein Symposium, worüber wir informieren. Unmittelbar mit dem Aufbau einer landesweiten Elektrizitätsversorgung nach dem 1. Weltkrieg verbunden ist das Wirken von Prof. Dr. Karl Rauch, der als Ministerialdirektor im neu gegründeten Thüringer Wirtschaftsministerium in Weimar diesen Prozess begleitete. Peter Glatz beschreibt diese beeindruckende Persönlichkeit. Für den Sommerurlaub empfehlen wir Ihnen, das ON.LINE-Magazin auf Ihrem Tablet-Computer oder Smartphone gespeichert mitzunehmen. So haben Sie eine interessante Lektüre, nicht nur für Schlechtwettertage, dabei. Abschließend wünschen wir Ihnen eine erholsame und sonnige Urlaubszeit. Bleiben Sie uns gewogen.

AUS AKTUELLEM ANLASS

Einladung zum Symposium des Bezirksverbandes Thüringen des VDE aus Anlass des 100-jährigen Gründungsjubiläums des „Thüringenwerks“ - am 17./18. Oktober 2023

Matthias Wenzel, Erfurt

Nach der Gründung Thüringens am 1. Mai 1920 (durch den Zusammenschluss von sieben thüringischen Freistaaten) konnte eine der Grundbedingungen für das Wachstum von Thüringer Wirtschaft und Gewerbe und für die allgemeine Versorgung, nämlich der Ausbau der Elektrizitätswirtschaft auf Basis eines einheitlichen Stromversorgungskonzeptes, in Angriff genommen werden. Landesweiter Verbundbetrieb für die Elektrizitätsversorgungsunternehmen, die Zusammenschaltung der thüringischen Erzeugerwerke, einheitliche Spannungsebenen und Stromarten und möglichst Vereinheitlichung der Strompreise sollten die Elektroenergieversorgung im Land für alle zuverlässiger und wirtschaftlicher machen. Nach der Abschaffung der politischen Kleinstaaten sollte damit auch der „energiewirtschaftlichen Kleinstaaterei“ ein Ende gesetzt werden. Zudem wurde als weiteres Ziel die Abwehr des Zugriffs der in unmittelbarer Nachbarschaft erfolgreich agierenden Großunternehmen der Branche (Bayernwerk, AG Sächsische Werke, Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG) gesehen. Mit der Erstellung des Versorgungskonzepts war das Ingenieurbüro Oskar von Millers beauftragt worden. Dieses sah im ersten Ausbau vor, Überschuss und Mangel an elektrischer Energie innerhalb Thüringens über ein neu zu errichtendes, überlagerndes 50-kV-Hochspannungsnetz (die s.g. Landessammelschiene) auszugleichen. Das Münchener Ingenieurbüro propagierte zudem die Orientierung auf die Nutzung der inländischen Wasserkräfte, besonders

von Saale und Werra. Es brauchte allerdings noch drei Jahre mit intensiven und schwierigen Verhandlungen in zwei Thüringer Landtagen bis ein wichtiger Schritt, die Gründung der Thüringischen Landeselektrizitätsversorgungs-AG (Thüringenwerk) am 17. Oktober 1923 in Weimar, erfolgen konnte. Auf dem Höhepunkt der Inflationszeit setzten die Beteiligten aus Landesregierung und Energieversorgung damit ein weiteres, mutiges Zeichen für einen selbstbestimmten Weg zur Einigung des Landes auch gegen alle selbstzerstörerischen Kräfte.

Parallel zum organisatorischen Aufbau der Verwaltung des jungen Unternehmens (bereits am 1. März 1924 abgeschlossen) begann die umgehende Lösung der Unternehmensaufgaben. Das Kraftwerk Erfurt wurde aus den städtischen Betrieben herausgelöst und am 7. Juli 1924 in eine neue Gesellschaft, die Großkraftwerk Erfurt AG, überführt. Bereits am 1. November 1924 konnten die 50-kV-Leitung Gispersleben-Apolda und die neu errichteten Umspannwerke Erfurt, Weimar und Apolda in Betrieb genommen werden. Als nächstes wurde die Zeiss-Leitung Burgau-Ziegenrück an die 50-kV-Landessammelschiene angeschlossen. Im Folgejahr fand eine wesentliche Erweiterung der über das Thüringenwerk versorgten Gebiete mit dem Anschluss der südostthüringischen Versorger statt. Schritt für Schritt wurde das ursprüngliche Versorgungskonzept weiter umgesetzt - allerdings bis zur Enteignung und Überführung in den VVB Energiebezirk Süd im Jahr 1948 nicht abgeschlossen.

Zur Würdigung des 100-jährigen Gründungsjubiläums des Thüringenwerks veranstaltet der VDE-Betriebsverband Thüringen am 17./18.10.2023 mit Unterstützung durch den VDE-FA Geschichte der Elektrotechnik und die TEAG Thüringer Energie AG an deren Unternehmensstandort in Erfurt (Schwerborner Straße 30) ein zweitägiges Symposium mit dem Titel „1923 - Gründung des Thüringenwerks. Von der Idee zur einheitlichen Stromversorgung“. Folgender Ablauf ist gegenwärtig vorgesehen:

Dienstag, 17. Oktober 2023

- 14.00 Uhr: Begrüßung
14.30 Uhr: „Integration und Krisen. Thüringen von der Jahrhundertwende bis 1930“ (Referent: PD Dr. Marko Kreuzmann, Leiter der Forschungsstelle für Neuere Regionalgeschichte Thüringens, FSU Jena)
15.30 Uhr: „Das Thüringenwerk – eine Gründung des Landes Thüringen“ (Referent: PD Dr. phil. Peter Glatz, AK „Stromgeschichte Thüringens“ der TEAG Thüringer Energie AG)
16.30 Uhr: „Die A.G. Thüringische Werke als Holding – Landes-Unternehmen im Überblick“ (Referent n.n.)
18.00 Uhr: Festvortrag: „Oskar von Millers Idee für Thüringen – Stromversorgung aus Wasserkraft“ (Referent: Prof. Dr. Udo Rindelhardt, Dresden)

Mittwoch, 18. Oktober 2023

- 09.15 Uhr: Begrüßung
09.30 Uhr: „Über den Tellerrand: Die elektrotechnische Industrie in Thüringen“ (Referentin: Tamara Hawich, Vorstandsmitglied Thüringer Wirtschaftsarchiv für Nord- und Mittelthüringen e.V., Erfurt)
10.15 Uhr: Verleihung der Karl-Joachim-Euler-Medaille mit Laudatio (VDE)
10.45 Uhr: „Netze, Trafos und mehr – Entwicklungen nach dem Thüringenwerk“ (Referent: Dipl.-Ing. Walter Schossig, Lindau, AK „Stromgeschichte Thüringens“ der TEAG Thüringer Energie AG)
11.30 Uhr: „Gegenwart und Zukunft – Perspektiven für die Stromwirtschaft in Thüringen“ (Referent: Dr.-Ing. habil. Matthias Sturm, Geschäftsbereichsleiter Unternehmensentwicklung/Kommunikation der TEAG Thüringer Energie AG)
13.15 Uhr: Exkursionsangebote zur Auswahl (Historische Ausstellung im UW Erfurt-Ost, in Anfrage: Erzeugungsstandort der Stadtwerke Erfurt GmbH)

Teilnahme und Anmeldung

Eine (kostenfreie) Teilnahme ist auch für nicht VDE-Mitglieder an beiden Tagen, aber auch zu einzelnen Zeiten, möglich. Anmeldungen – bevorzugt per E-Mail – sind bis spätestens 3. Oktober 2023 für eine

gute Organisation erwünscht und ermöglichen zudem kostenfreien Mittag- oder Abendimbiss innerhalb des Symposiums:

Dipl.-Ing. Matthias Wenzel, AK „Stromgeschichte Thüringens“ der TEAG Thüringer Energie AG,
E-Mail: matthias.wenzel@teag.de
(Tel. 0361 6 52 29 56, Mobil-Tel. 0151 16 14 12 86)

Eine Anmeldung per E-Mail ist erforderlich, falls die Möglichkeit einer Online-Teilnahme per Microsoft Teams genutzt werden möchte. Besprechungs-ID und Passcode zur Teilnahme werden dann rechtzeitig zugesandt.

Ein „bemerkenswerter Elektroingenieur“ – Franz Rößler wird 80

Stephan Hloucal und Ulrich Liebold, Erfurt

Franz Rößler, der dem Thüringer Museum für Elektrotechnik Erfurt e.V. in besonderer Weise verbunden ist, begeht in diesem Monat seinen 80. Geburtstag. Wir freuen uns mit ihm, gratulieren ihm ganz herzlich und wünschen ihm vor allem Gesundheit und Wohlergehen für die kommenden Jahre. Anlässlich dieses Jubiläums erscheint in dieser ON.LINE-Ausgabe ein Beitrag von Ulrich Liebold, der in enger Zusammenarbeit mit zwei Thüringer Mikroelektronikern, Dr. Gerhard Fleischmann und Dr. Volker Boos, entstanden ist, die bei Franz Rößler ihr „Entwurfshandwerk“ gelernt haben. Es mag sein, dass nicht jeder Leser Franz Rößler kennt, aber in Thüringer Mikroelektroniker-Kreisen und weit darüber hinaus ist er sehr gut bekannt.

Prof. Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Franz Rößler war der wichtigste Motor der Mikroprozessorentwicklung und der anwendungsnahen universitären Mikroelektronikforschung in der ehemaligen DDR. Geboren am 22. Juli 1943 in Kukan absolvierte er ein Studium der Elektrotechnik an der TU Dresden und schloss es 1968 mit dem Diplom ab. 1976 folgten die Promotion zum Dr.-Ing. und 1984 die Habilitation an der TU Dresden. Seine berufliche Laufbahn begann er 1968 als Applikationsingenieur im VEB Funkwerk Erfurt, wo er von 1971 bis 1976 als Entwurfsingenieur in der

Schaltkreisentwicklung und von 1976 bis 1978 als Technischer Leiter tätig war. Von 1978 bis 1992 war er Hauptkonstrukteur in der Schaltkreisentwicklung im VEB Kombinat Mikroelektronik Erfurt. Ab 1985 wirkte er zugleich als Professor an der Technischen Hochschule in Ilmenau, wo er hauptsächlich den „Entwurf mikroelektronischer Schaltungstechnik“ lehrte. Besondere Verdienste erwarb er sich mit seinen Forschungen zur Simulation von hochkomplexen digitalen und analogen Schaltungen, womit er insbesondere den VLSI-Schaltkreisentwurf beförderte. Damit betrat er absolutes Neuland, worin eine besondere Herausforderung bestand. Der in den 1970/80er Jahren industriell viel genutzte LSI-Simulator war dabei ein wichtiger Meilenstein. Rößlers Expertise war als Betreuer und Gutachter vieler Doktorarbeiten gefragt, so auch der von Gerhard Fleischmann und Volker Boos. Für seine Leistungen bei der Entwicklung des 32-bit-Mikrorechnersystems erhielt er 1988 den Nationalpreis der DDR, Klasse I, für Wissenschaft und Technik. Auch nach dem grundlegenden wirtschaftlichen Umbruch 1990/91 engagierte sich Franz Rößler für den Erhalt und die Weiterentwicklung der Mikroelektronikindustrie und -forschung in Thüringen. So beförderte er die Grün-

dung des Instituts für Mikroelektronik und Mechatronik-Systeme (IMMS) und übernahm die Leitung von dessen Forschungsbereich Mikroelektronik sowie die Leitung der Erfurter Außenstelle des Instituts. Von 1992 bis 1994 arbeitete er als Entwurfsleiter und von 1994 bis 1998 als Entwicklungschef in der Thesys GmbH. Als Entwicklungskoordinator in der Melexis GmbH fungierte er ab 1998.

Für sein Lebenswerk in Forschung und Lehre auf dem Gebiet Electronic Design Automation (EDA) erhielt Franz Rößler 2009 die EDA-Medaille. Damit würdigte der edacentrum e.V. das herausragende Engagement von Prof. Rößler zur Förderung von EDA während seiner 35-jährigen Tätigkeit als Wissenschaftler in Industrie und Forschung. Franz Rößler wird in Marquis Who's who als „bemerkenswerter Elektroingenieur“ aufgeführt. Seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erlebten ihn während vieler Jahre als einen Kollegen und Leiter, der nicht nur ein exzellenter und hochgeachteter Wissenschaftler war, sondern auch ein erfindungsreicher Praktiker, ein – im positiven Sinne – guter Netzwerker und vor allem ein stets bescheidener, hilfsbereiter, fördernder und nahbarer Mensch. Herzlichen Glückwunsch, lieber Franz Rößler!

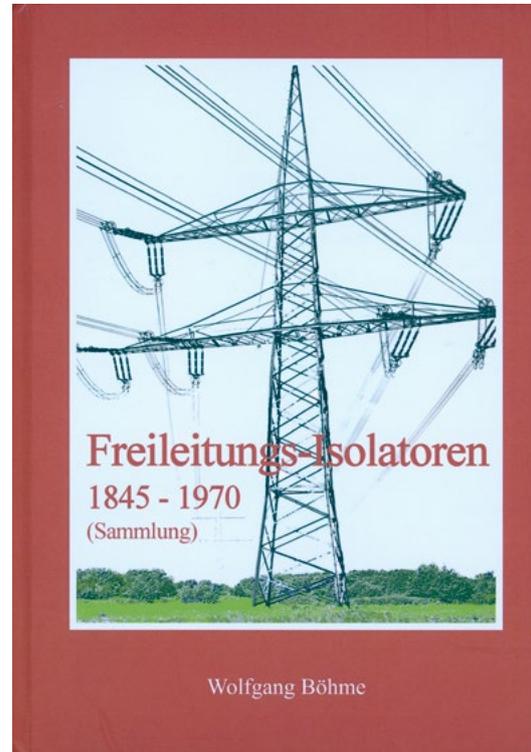


Prof. Dr. Franz Rößler (Bildmitte) mit dem Vorstand des edacentrum e.V. zur Verleihung der EDA-Medaille 2009, Quelle: edacentrum e.V.

Buchempfehlung

Stephan Hloucal, Erfurt

„Freileitungsisolatoren, 1845-1970“. Unter diesem Titel ist ein interessantes, reich bebildertes, historisches Fachbuch erschienen. Der Autor, Wolfgang Böhme, Mitglied des Vereins für Regional- und Technikgeschichte e.V. Hermsdorf/Thüringen, legt damit „eine Sammlung bildhafter Zeichnungen mit Halbschnitt von Freileitungs-Isolatoren in acht Bauarten-Gruppen in historischer Reihenfolge“ vor. So wird „auf einfache Weise der Entwicklungsgang von ersten Telegrafie-Isolatoren bis zu modernen Hochleistungstypen für Hochspannungs-Freileitungen bis 1.000 kV sichtbar.“ Auf 239 Seiten fächert der Autor die historische Entwicklung der Isolatoren deutscher und internationaler Hersteller auf, wobei jedem Bild, neben den technischen Kennwerten und Dimensionen, auch entsprechende Quellen und Kommentare zugeordnet sind. Nicht nur Glas und Porzellan als Isolatorenwerkstoffe werden dargestellt, sondern auch moderne Kunststoffe, wie Glasfaserverbundwerkstoffe und Silikone. Abgerundet wird die Darstellung durch Vergleichstabellen, ein ausführliches Literaturverzeichnis sowie eine Kurzchronik zur übersichtlichen historischen Einordnung von Erfindungen, Ereignissen, Isolatoren und Firmen, die im Zusammenhang mit Elektro- und Nachrichtentechnik stehen.



Das Buch ist nicht im Buchhandel erhältlich, sondern es kann nur über den Autor: Wolfgang Böhme, Jahnstr. 4, 07639 Bad Klosterlausnitz, zum Preis von 50,- Euro, bezogen werden.

HISTORISCHES

Glas für elektronische Bauelemente, Fortsetzung Teil 2

Gerhard Roleder, Erfurt

Die in ON.LINE 12.2022 beschriebene Verwendung von Glas für Röntgen- und Empfängerröhren zeigte, dass Glas für diese Bauelemente komplett oder überwiegend das Gehäusematerial bildet. Anders verhält es sich mit Halbfabrikaten, die als Glasdurchführungen bezeichnet werden und die der Isolation zwischen Kontaktdrähten oder -röhrchen und Metall-

gehäusen dienen. Hersteller von elektronischen Bauelementen verwenden Glasdurchführungen in Verbindung mit weiteren Gehäusebauteilen, zum Beispiel Metallkappen, um ihre Erzeugnisse mit einem kompletten Gehäuse zu versehen. Die Forderung nach Vakuumdichtheit, guter elektrischer Isolation und mechanischer Stabilität gilt für Glasdurchführungen ebenso wie für die konstruktive Ausführung von Elektronenröhren. Im Laufe der Jahrzehnte ist eine kaum zu überblickende Vielfalt von Glasdurchführungen entstanden, die für aktive und passive elektronische Bauelemente sowie für Steckverbindungen und Kabeldurchführungen Verwendung finden.

Druckglasdurchführungen und angepasste Glasdurchführungen

Grundsätzlich wird zwischen Druckglasdurchführungen und angepassten Glasdurchführungen unterschieden. Druckglasdurchführungen bestehen aus einem metallischen Außenkörper, in vielen Fällen ein Ring, der aufgrund seines höheren Ausdehnungskoeffizienten auf den Glaskörper Druck ausübt. Der Druck in radialer Richtung ermöglicht die vakuumdichte Verbindung zwischen Metall und Glas. Mit Druckglasdurchführungen können große Innenleiterquerschnitte für hohe Stromstärken hergestellt werden. Wirtschaftlich vorteilhaft ist der mögliche Verzicht auf teure Einschmelzlegierungen [14]. Angepasste Glasdurchführungen sind dadurch gekennzeichnet, dass die Ausdehnungskoeffizienten von Glas und Metall einen annähernd gleichen Wert über einen weiten Temperaturbereich haben. Oxidschichten zwischen Metall und Glas gewährleisten die hermetische Dichtung. Im Glas treten nur geringe mechanische Spannungen auf. Angepasste Glasdurchführungen können hohen Temperaturen standhalten. Die Verschmelzung der als Sinterglaskörper vorbereiteten Gläser mit den Metallteilen erfolgt bei etwa 1000 °C in Graphitmagazinen. Die Graphitformen gewährleisten neben der mechanischen Fixierung eine allmähliche Abkühlung aufgrund ihrer Wärmekapazität. Durch Schutzgas aus Stickstoff oder Wasserstoff wird eine starke Oxidation der Metallteile vermieden.

Für Druckglasdurchführungen werden unterschiedliche Glastypeen verwendet. Die Hersteller nennen Bariumoxid-, Kalk-Natron- und Borosilikatgläser. In einer Produktinformation des VEB Elektrogas Ilmenau (EGI) aus dem Jahr 1970 wird ein Bariumoxidglas mit einem Ausdehnungskoeffizienten von $94 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ erwähnt. Für Druckglasdurchführungen wurde im EGI auch das von Otto Schott entwickelte Normalglas 16^{III} verwendet. Dieses Glas hat einen Ausdehnungskoeffizienten von $90 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ und wurde als Thermometerglas weltweit bekannt. Das im Jahr 1894 erstmals geschmolzene Glas weist die Besonderheit auf, dass es 2 % Bortrioxid enthält. Dabei handelt es sich um die erste zaghafte Annäherung an das sich in den Folgejahren zum weltweiten Erfolgsmodell entwickelnde Borosilikatglas. Dieses Glas enthält üblicherweise 70 % bis 80 % Siliziumdioxid und 7 % bis 15 % Bortrioxid als Hauptbestandteile. Je nach Rezeptur liegt der Ausdehnungskoeffizient zwischen 30 und $50 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$. Borosilikatgläser haben höhere Erweichungstemperaturen und erfordern somit höhere Verarbeitungstemperaturen als das weiche Thüringer Geräteglas. Das Glastechnische Laboratorium Schott & Genossen arbeitete ursprünglich an einem geeigneten Glas für Gaslaternen zur Straßenbeleuchtung. Aufgrund der guten Chemikalien-Beständigkeit in Verbindung mit Unempfindlichkeit gegenüber Temperaturschocks wurden die vielen Varianten des Borosilikatglases zu einem bevor-

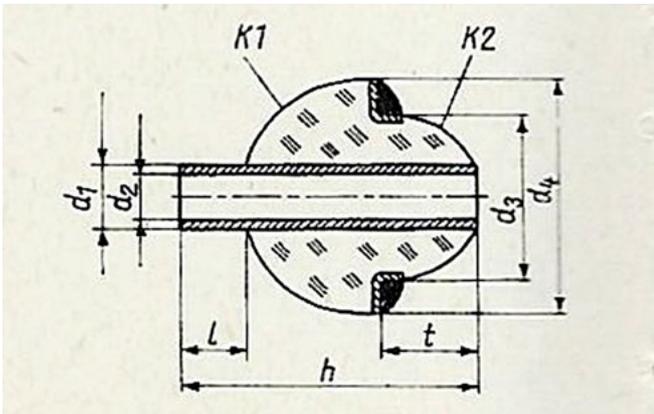
zugten Werkstoff für Labor- und Haushaltsglas. Für angepasste Glasdurchführungen von elektronischen Bauelementen sind bestimmte Typen von Borosilikatglas bestens geeignet. Übliche Glas-Metall-Kombinationen bestehen aus Borosilikatgläsern mit einem Ausdehnungskoeffizienten von 45 bis $50 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ und Legierungen aus Eisen, Nickel und Kobalt. Eine typische Zusammensetzung dieser Legierungen, die zum Beispiel unter den Handelsnamen Fernico, Kovar und Nicosil erhältlich sind, besteht aus 54 % Eisen, 29 % Nickel und 17 % Kobalt. Manche Hersteller von Borosilikatgläsern bezeichnen ihre dazu passenden Produkte direkt als Fernico- oder Kovar-Gläser. Als typische Vertreter dieser Einschmelzgläser gelten die Typen 7052 und 7520 der Corning Inc. Im Vergleich zu anderen Borosilikatgläsern sind bei diesen Gläsertypen der Gehalt an Siliziumdioxid etwas geringer und der von Bortrioxid etwas höher. Auf diese Weise wird der lineare Verlauf der Ausdehnung in Abhängigkeit von der Temperatur etwas verlängert.

Oxid	Formel	16 ^{III}	7052	7520
Siliziumdioxid	SiO ₂	67,5	64,0	67,0
Bortrioxid	B ₂ O ₃	2,0	19,0	22,0
Aluminiumoxid	Al ₂ O ₃	2,5	8,0	2,0
Natriumoxid	Na ₂ O	14,0	2,0	4,5
Kalziumoxid	CaO	7,0	-	-
Zinkoxid	ZnO	7,0	-	-
Kaliumoxid	K ₂ O	-	3,0	4,5
Bariumoxid	BaO	-	3,0	-
Lithiumoxid	Li ₂ O	-	1,0	-

Zusammensetzungen (Masse-%) des Normalglases 16^{III} [3] von Schott und der Einschmelzgläser 7052 [15] und 7520 [6] von Corning

... für Kondensatoren

Ein Klassiker unter den verschiedenen Ausführungen von Glasdurchführungen sind die für Kondensatoren in Metallgehäusen. In röhrenbestückten Geräten wurden Metallpapierkondensatoren zum Glätten von Anodenspannungen verwendet. Der VEB Kondensatorenwerk Gera bot MP-Kondensatoren mit Kapazitätswerten von 0,25 µF bis 50 µF für Nennspannungen von 160 V bis 750 V an, deren Anschlüsse aus Lötösen mit Glasisolation bestehen. Die dafür verwendeten angepassten Glasdurchführungen bestehen aus einem Metallröhrchen als Leiter und einem Metallring zur Befestigung am Gehäuse. Ein Glaskörper in tropfenähnlicher Form isoliert beide Metallteile gegeneinander. Für die Leiterplattenmontage geeignete Wickelkondensatoren mit einem Dielektrikum aus Polystyrol und einem Metallgehäuse wurden scheibenförmige Druckglasdurchführungen mit Durchmesser von 12,5 mm, 15 mm und 17,5 mm angeboten. Die Kapazitätswerte variierten zwischen 9 nF und 56 nF bei Nennspannungen von 25 V und 63 V [16].



Zeichnung einer angepassten Glasdurchführung für Kondensatoren, RFT-Katalog Elektronische Bauelemente, 1983



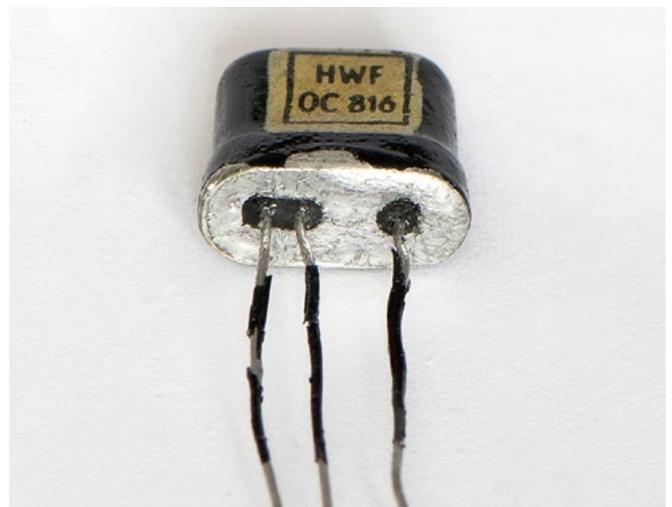
Metallpapierkondensator mit Glasdurchführungen (EM)



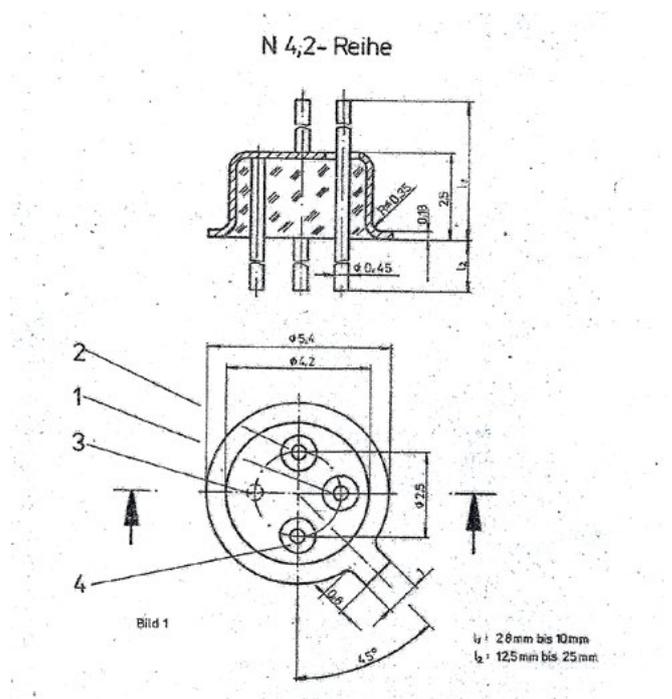
Druckglasdurchführung eines Wickelkondensators mit Polystyrol-Dielektrikum (EM)

... für Transistoren und Leistungshalbleiter

Die Gehäuse der ersten Germanium-Flächentransistoren aus dem VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder enthalten Druckglasdurchführungen. Diese Transistoren der Serien OC 81x und OC 82x wurden zum Beispiel in den Anfang der 1960er Jahre hergestellten Transistorradios „Sternchen“ und „T100“ verwendet.



Druckglasdurchführung eines Transistors OC 816 (EM)

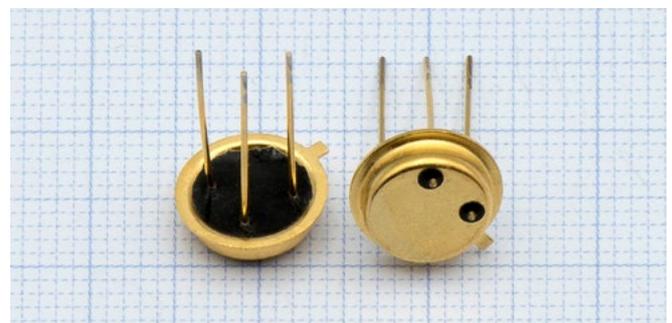


Zeichnung der Glasdurchführung N4,2, TGL 200 - 8309

Für die Nachfolger dieser Germanium-Transistoren lieferte der VEB EGI angepasste Glasdurchführungen mit den Bezeichnungen N4,2 A3MN und N4,2 A3N. Die Bezeichnungen sagen aus, dass es sich um napfförmige Metallkörper mit einem Außendurchmesser von 4,2 mm, angepasstem Glas und drei Anschlussdrähten mit oder ohne Masseanschluss und Orientierungsnase handelt [17]. Für die Germanium-Transistoren des Kleinsignalbereiches mit den Serienbezeichnungen GC 100 und GF 100 wurden Glasdurchführungen N4,2 verwendet. Ein großes Anwendungsgebiet der Transistoren dieser Serien waren batteriebetriebene transportable Radios. Beispielsweise sind das Taschenradio „T102“ und die etwas größeren Kofferradios „Stern Party“ und „Stern Favorit“ komplett mit Transistoren der GC- und GF-Reihen bestückt. Zwischen 1967 und 1971 wurden im VEB Stern-Radio Berlin 500.000 Geräte hergestellt, die auf den Schaltungskonzeptionen von „Stern Party“ und „Stern Favorit“ beruhen [18]. Einige Transistortypen haben einen vierten Anschlussdraht, der als Masseanschluss mit dem Gehäuse verbunden ist. Große Bekanntheit erlangte der Germanium-Mesatransistor GF 145, der die Glasdurchführung N4,2 A4MN enthält. Mit „Mesa“ ist die an einen Tafelberg erinnernde Form der Basis- und Emittergebiete gemeint. Der Typ GF 145 ist die DDR-Version des internationalen Typs AF 139, die sich beide für UHF-Konverter eignen. Mit dem Sendestart des ZDF im Jahr 1963 und dem Beginn des 2. Programms des DDR-Fernsehens im Jahr 1969 war ein Frequenzumsetzer erforderlich, da ältere Fernsehgeräte den UHF-Bereich nicht empfangen konnten.



Beim „Stern Party“ sind die Endstufen-Transistoren des Typs GC 121 mit Kühlfahnen am Metallrahmen des Ausgangsübertragers befestigt (EM)

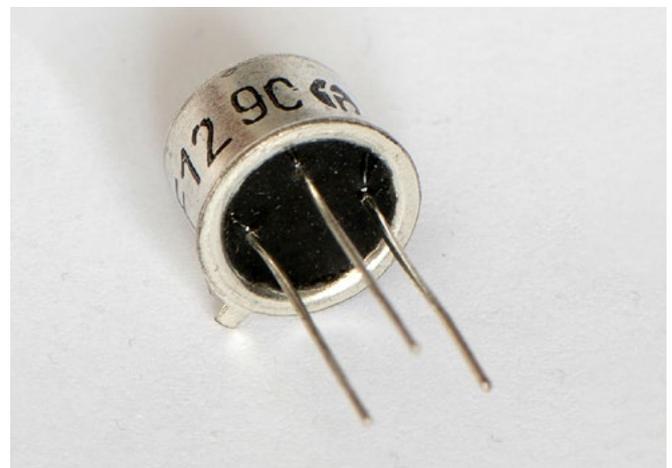


Angepasste Glasdurchführung N7,6 A3 (EM)



„Stern Party“, 6 Transistoren, Mittel- und Kurzwelle, VEB Stern-Radio Berlin, Produktionsbeginn 1967 (EM)

Mit dem Wechsel des Basismaterials von Germanium zu Silizium wurde bei einem Teil der Kleinsignaltransistoren die preisgünstigere Plastverpackung eingeführt. Für Siliziumtransistoren mit einer gewissen Wärmeentwicklung blieben Metallgehäuse und damit auch Glasdurchführungen unverzichtbar. Dazu gehören die Silizium-Planar-Epitaxie-Transistoren SF 126-129, die durch einen zweischichtigen Kollektoraufbau gekennzeichnet sind. Die Metallgehäuse



Transistor SF 129 mit Glasdurchführung N7,6 A3 (EM)

dieser Transistoren haben einen Durchmesser von 7,6 mm. Die zugehörige angepasste Glasdurchführung N7,6 A3 ist ansonsten ähnlich aufgebaut wie der Typ N4,2 A3. Aufgrund ihrer Eignung als Breitbandverstärker und als mittelschnelle Schalter findet man diese Transistoren in unterschiedlichen Anwendungen, wie zum Beispiel als Endstufen-Transistoren in einem 2-W-Phonoverstärker, in der Regelbaugruppe des Kassettenradios „Anett“ oder als Treiber für die Endstufe im Instrumentenverstärker „Regent 1000H“ der Marke „Vermona“.



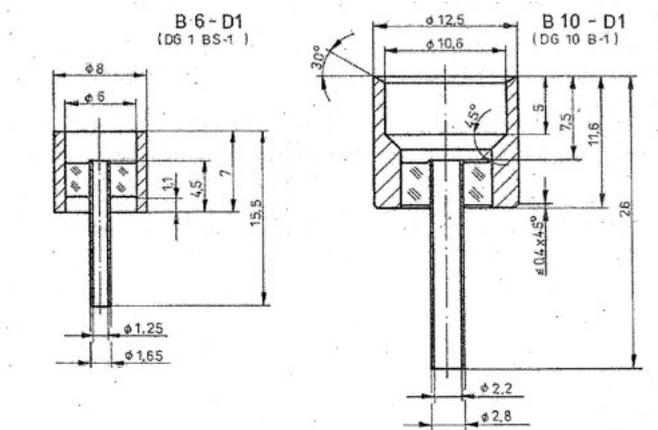
Angepasste Glasdurchführung P30 D2A, Verwendung für Leistungsschalttransistoren der Serie SU 16x (EM)

Anfang der 1980er Jahre begann das Fernsehgeräte-werk Staßfurt mit einer neuen Schaltungs-Grund-konzeption, welche die Verwendung von Leistungs-schalttransistoren in den Horizontalablenk-stufen erforderte. Diese auch als „Hochspannungstran-sistoren“ bezeichneten Bauteile sind für eine maximale Kollektor-Emitter-Spannung von 1500 V geeignet. Der im VEB Mikroelektronik „Karl Liebknecht“ Stahns-dorf (ehemals Gleichrichterwerk) hergestellte Lei-stungstransistor mit der Bezeichnung SU 160 fand in den Farbfernsehgeräten der Serien „Colortron“, „Colormat“ und „Colorlux“ Verwendung. Die zuge-hörige Glasdurchführung für den Transistor SU 160 besteht aus einer Stahlplatte mit zwei angepassten Glasdurchführungen. Die Glas-Metall-Kombination besteht aus Normalglas 16^{III} und Kontaktstiften der Einschmelzlegierung Dilasil. Um eine gute Wärme-ableitung zu gewährleisten, ist der Chip auf einer Kupferscheibe montiert, die nahe der Anschlüsse für Basis und Emitter in die Platine eingepresst ist. Die Glasdurchführung mit der Bezeichnung P30 D2A wurde auch für andere Typen von Leistungsschalt-transistoren verwendet.

Ein Großteil von Gleichrichtern für die Leistungs-elektronik hat einen rotationssymmetrischen Aufbau. Die Gehäuse bestehen aus einem Metallzylinder, in welche ein Röhrchen oder ein Gewindebolzen ein-geschmolzen ist. Zu den Standard-Typen gehören die in TGL 200-8310 [19] erwähnten Typen, bei denen es sich um Druckglasdurchführungen mit lichtundurch-lässig eingefärbtem Glas handelt.

... für integrierte Schaltkreise

Die heutige Welt der integrierten Schaltkreise wird durch Kunststoff- und Keramikgehäuse dominiert. Eine Zwischenstufe zwischen diskreten Bauelementen und aus Siliziumscheiben hergestellten Schaltkreisen bildeten Hybrid-Schaltkreise, in denen verkapselte Halbleiter-Bauelemente mit Widerstandsnetzwerken in Dünn- und Dickfilmtechnik kombiniert wurden. Die Keramischen Werke Hermsdorf verwendeten für einige Typen von Hybridschaltkreisen hermetisch ver-schlossene Stiftgehäuse. Das Unterteil dieser Gehäuse bildet eine Metallplatte mit 24-poliger Druckglas-durchführung. Verwendet wurden diese Schaltkreise in der Industrieelektronik, zum Beispiel als Digital-Analog-Wandler und als Impulsformer für Zählimpulse.



Zeichnung von Glasdurchführungen für Gleichrichter mit Gehäuse-Innen-durchmessern von 6 mm und 10,6 mm, TGL 200 - 8310



Druckglasdurchführung PDS 24 und damit hergestellter Hybridschaltkreis (EM)

... für Spezialbauteile

Außer Glasdurchführungen für die Großserienherstellung von Halbleiter-Bauelementen wurden im VEB EGI auch Spezialbauteile hergestellt, die in den Katalogen des Kombinates Mikroelektronik nicht erwähnt wurden. Dazu gehören die Oberteile von Herzschrittmachern. Die ab 1982 serienmäßig vom Transformatoren- und Röntgenwerk Dresden hergestellten Herzschrittmacher liefen 20 bis 30 Jahre. In der Sammlung des Deutschen Hygienemuseums Dresden werden einige Exemplare aufbewahrt [20]. Für die Atomkraftwerke Arneburg bei Stendal und Lubmin entstand eine kundenspezifische Glasdurchführung mit 80 Anschlussröhrchen, die als Kabeldurchführung verwendet wurde.

Know-how in Ilmenau

Sämtliche der genannten Beispiele von Glasdurchführungen gehörten zum Produktionsprogramm des VEB Elektrogas/Mikroelektronik „Friedrich Engels“ Ilmenau. Mit dem Ende des Kombinates Mikroelektronik ist das Know-how dieser speziellen Form der Glasverarbeitung nicht verloren gegangen. Die in Ilmenau ansässigen Firmen IL Metronic Sensortechnik GmbH und SIMEK Silikat-, Metall- und Kunststofftechnik GmbH produzieren weiterhin ein umfangreiches Sortiment von Glasdurchführungen. Natürlich haben sich Bauformen und Anwendungen geändert. Es überwiegen kundenspezifisch entwickelte Typen für unterschiedliche Branchen, wie Automobilindustrie, Elektrotechnik, Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt, Öl- und Gasindustrie [21], [22].

Dank für die Unterstützung geht an:

Dr. Horst Hansch, IL Metronic Sensortechnik GmbH
Günther Conrad, IL Metronic Sensortechnik GmbH

Quellen:

- [3] Hübscher, Martin: Zur Entwicklung des Thüringer Apparateglases und seiner Produktionsstätten in Ilmenau, Glas in Ilmenau, Förder- und Freundeskreis Ilmenauer Glasmuseum e.V., 1998
- [6] Knapp, Oscar: Die chemische Zusammensetzung der vakuumtechnischen Gläser, Silikattechnik Heft 3, 1955
- [14] Altstadt, E.: Konstruktionsprinzipien, Leistungsgrenzen und Herstellung von Glasdurchführungen in Vakuumelektronik, Akademie-Verlag Berlin, 1978
- [15] Website der Rutgers State University of New Jersey <https://glass.rutgers.edu/sites/default/files/uploads/glass-compositions,etc.pdf>
- [16] RFT-Katalog elektronische Bauelemente 1977/78
- [17] TGL 200 - 8309/02: Glasdurchführungen für Transistoren, Januar 1979
- [18] Kilian, Heiner: Stern Party, Hobby und Piccolo - Kofferempfänger für die Jugend, Funkgeschichte 264, August/September 2022
- [19] TGL 200 - 8310: Glasdurchführungen für Gleichrichterioden und Thyristoren, Januar 1980
- [20] <https://sammlung.dhmd.digital/object/85bda452-80da-465d-a0ed-5dee9741ffaf>
- [21] <https://il-metronic.com/>
- [22] <http://www.simek.de/>

Alle Fotos: Gerhard Roleder

Mit „EM“ bezeichnete Abbildungen zeigen Objekte aus der Sammlung des Elektromuseums



Glasdurchführung für Atomkraftwerke mit 80 Anschlüssen, Außendurchmesser 18 cm, 1980er Jahre



Glasdurchführung aus dem heutigen Sortiment der IL Metronic Sensortechnik GmbH

Die Entwicklung der Schaltkreise U809 und U840 für die Vermittlungstechnik - Ein Beitrag zur Geschichte der Mikroelektronik in Thüringen

Ulrich Liebold, Erfurt

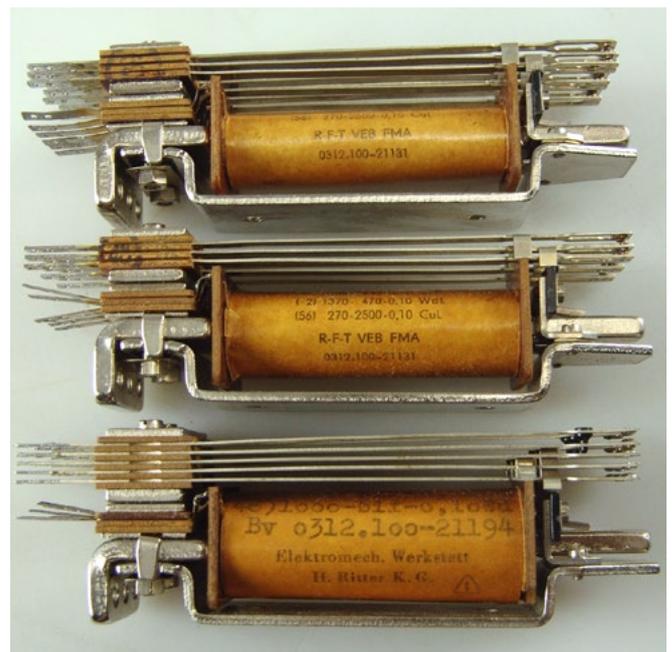
Integrierte Schaltkreise, für die es keine westlichen Vergleichsmuster gab

Die Entwicklung des Integrierten Schaltkreises (IC) U809 war eine Aufgabe, die sich 1979 im VEB Fernmeldewerk Arnstadt (FMA), einem exportstarken Hersteller von Telefonvermittlungstechnik, aus einem allen Bauelemente-Anwendern der DDR gut bekannten Dilemma ergab: Notwendige mikroelektronische Schaltkreise waren, wenn überhaupt, nur unter Einsatz von westlichen Währungen, einem ewig knappen Gut, zu beschaffen, was durch die Embargopolitik des Westens und die mangelnde Kooperationswilligkeit „befreundeter“ Staaten des Rates für gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) zusätzlich erschwert wurde. Technologietransfer fand nur auf halblegale und oft sehr bruchstückhafte Weise statt und die benötigten Materialien für die Produktion von Eigenentwicklungen waren immer extrem knapp. Andererseits musste die DDR dringend Güter in international akzeptierter Qualität exportieren, um Valuta zu erwirtschaften. Das war spätestens seit Ende der 60er Jahre ohne eine leistungsfähige Halbleiterindustrie nicht mehr möglich. „Am 26. Juni 1979 beschloss das Politbüro der SED [daher] eine ‚langfristige Konzeption zur beschleunigten Entwicklung und Anwendung der Mikroelektronik in der Volkswirtschaft der DDR‘. Dieser Beschluss war immer noch von der Hoffnung geprägt, den Rückstand zu den führenden Ländern der Welt spürbar verringern zu können. Punktuell gelang das auch.“ [1]

Im VEB Fernmeldewerk Arnstadt trug dazu ein junger Mann bei, der als Absolvent der Technischen Hochschule Ilmenau, Sektion Informationstechnik und Theoretische Elektrotechnik (INTET), gut ausgebildet war und mit großer persönlicher Motivation 1979 hier seine erste Arbeitsstelle antrat.

Gerhard Fleischmann erinnert sich: „Meine erste Tätigkeit zur Einarbeitung im Messgerätebau FMA war 1979 die Entwicklung eines Prüfgerätes auf Basis von Flachrelais 48 zum Prüfen einer Komponente der Automatischen Telefonzentrale ATZ65. Dies war eine der gerade anstehenden Aufgaben im Alltag des Messgerätebaus, bedeutete aber gegenüber unserer Ausbildung an der TH Ilmenau einen Sprung zurück in den Stand der Technik der 60er Jahre. Die zweite Aufgabe war die Entwicklung einer Logik-Schaltung mit TTL-Schaltkreisen und entsprach der Ausbildung an der THI. ... Im Dezember 1979 gab es in den Bereichen Entwicklung und Messgerätebau des FMA einen betriebsinternen Aufruf, sich für die Entwicklung eines mikroelektronischen Schaltkreises zu bewerben, der einen Teil der materialintensiven Flachrelais 48 in der ATZ65 ersetzen sollte.“ [2]

Materialmangel war, wie oben schon erwähnt, ein Problem, das nahezu jede wirtschaftliche Einheit der DDR unentwegt beschäftigte. In der Nachrichtentechnik wog dieses Problem umso schwerer, als es bei den Relais der Vermittlungstechnik auch um seltene Edelmetalle ging. Dazu schreibt Gerd Heinz, ein früherer Mitarbeiter des Institutes für Nachrichtentechnik Berlin (INT), auf seiner Webseite zur Digitali-



Flachrelais 48 für den Einsatz in der Automatischen Telefonzentrale ATZ65, Quelle: Thüringer Museum für Elektrotechnik Erfurt e.V.

sierung des Telefons: „Außer Braunkohle, Salz und Uran besaß die DDR kaum Rohstoffe. Die Wirtschaft war in hohem Maße importabhängig. Im Verhältnis zu einer elektronischen Zentrale wog eine mit Relais arbeitende etwa zehn bis zwanzigmal so viel pro Teilnehmer. Ein Großteil des Gewichts der Relaisspulen steckt im Kupfer der Spule. Aber besonders Edelmetalle für die Relaiskontakte bereiteten in der DDR große Probleme. Auch ist die Verlustleistung von Relais um ein vielfaches höher als die von Transistoren. Somit schien der Übergang zur elektronischen Vermittlungstechnik unvermeidlich. Gewichtseinsparungen wurden in der Nachrichtentechnik weltweit in Etappen realisiert, vom Hebdrehwähler auf Koordinatenschalter auf Reedkontakte auf Transistorschalter. Nur kann man Transistoren nicht als direkten Ersatz für Relais nutzen. Vorab hat man das Analogsignal zu digitalisieren.“ [3]

Ein Kollege Gerhard Fleischmanns, Hans-Günter Rittermann, „hatte an einem neuen postgradualen 2-jährigen Mikroelektronik-Sonderstudium an der TU Dresden teilgenommen, und man suchte nun für die anstehenden Arbeiten einen weiteren Mitarbeiter. Ich [Gerhard Fleischmann] fand diesen Plan technisch interessant und anspruchsvoll, bewarb mich, wurde nach einem Vorstellungsgespräch angenommen und wechselte im Januar 1980 für diese neue Aufgabe in das Organisations- und Rechenzentrum (ORZ) des FMA. Hans-Günter Rittermann übergab mir Unterlagen von seinem Mikroelektronik-Sonderstudium und erklärte sie mir“. [2]



Entwicklerkollektiv des Schaltkreises U809M - von links nach rechts: hinten Gerhard Fleischmann, Gert Kloock und Klaus Wiegel; vorn Hans-Günter Rittermann und Ekkehart Becker
Quelle: „Erster Kundensaltkreis übergeben“. dfw aktuell - Betriebszeitung des VEB Fernmeldewerks Arnstadt, 1981.

Entwurf der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung

„Der erste Schritt der Entwicklung des anwendungsspezifischen mikroelektronischen Schaltkreises war die Ausarbeitung eines Pflichtenheftes. Die Komponenten der ATZ65 waren vorgegeben, in denen die Flachrelais 48 ersetzt werden konnten und sollten. Wir analysierten die ATZ65 Relais-Schaltungen sowie die zugehörigen sogenannten Wirkpläne, die die ATZ65-internen Signalkennzeichen sowie die Schaltungsreihenfolge und notwendigen Schaltverzögerungen der Relais-Schaltungen darstellten, und formulierten entsprechend den funktionellen Analyseergebnissen die Aufgabenstellungen für den System-Entwurf. Das Pflichtenheft enthielt im Ergebnis eine kurze prinzipielle Blockbeschreibung der zu ersetzenden ATZ65 Relais-Komponenten, eine Liste ihrer primären Signal-Ein und -Ausgänge, eine Liste und Beschreibung der für diese Signale gültigen ATZ65 internen digitalen Steuerkennzeichen einschließlich der jeweils definierten Kennzeichen bzw. Impuls-Dauer und erlaubten Toleranzen im ms-Bereich sowie ein erstes grobes internes Blockschaltbild des zu entwickelnden Schaltkreises. Primäre Ein- und Ausgangs-Signalspannungswerte wurden noch nicht definiert, denn die zu verwendende Mikroelektronik-Technologie war im FMA noch unbekannt. Im zweiten Schritt, dem Schaltkreissystementwurf, wurden die internen Funktionsblöcke und ihre Ein-Ausgangssignale definiert. Im nachfolgenden dritten Schritt, dem Logik-Entwurf, wurde die Logik-Schaltung jedes Funktionsblockes ausgearbeitet und das interne Blockschaltbild modifiziert und verfeinert.“ [2]

Die entwickelten Logik-Schaltungen des zukünftigen mikroelektronischen Schaltkreises mussten anschließend im Verbund überprüft werden, um die korrekte Gesamtfunktion entsprechend dem Pflichtenheft zu gewährleisten. Gerhard Fleischmann führt dazu aus: „Eine manuelle Überprüfung der Korrektheit der Logik-Schaltung war nicht möglich und sinnvoll, und der Aufbau dieser Logik auf einer Leiterplatten-Testschaltung mit elektronischen Standard TTL-Schaltkreisen wäre zu komplex und zu zeitaufwendig gewesen. In dieser kritischen Situation halfen Hans-Günter Rittermanns Kontakte zu Kollegen des INT Berlin, dem Forschungszentrum des VEB Kombinars Nachrichtenelektronik, die ebenfalls an dem Mikroelektronik-Sonderstudium an der TU Dresden teilgenommen hatten. So erhielten wir vom INT das Logiksimulationsprogramm SIMPER, das, wie sich herausstellte, die entscheidende Hilfe bei der Logik-Verifizierung, Fehlersuche und Fehlerbeseitigung war.“ [2]

SIMPER war zum Ende der 70er Jahre der leistungsfähigste Logiksimulator in der DDR und wurde auf einem Großrechner IBM 360/40 im Organisations- und Rechenzentrum (ORZ) des Bauwesens entwickelt. Später wurde der hauseigene Robotron ESER 1040 (Nachbau des IBM 360) genutzt. Erste Logikmodelle zur Schaltkreissimulation stammen vom INT Mitarbeiter Gerd Heinz. Vgl. [4]

Zusammenarbeit mit dem Funkwerk Erfurt

Alle, die je in der von Mangelzuständen geplagten DDR-Industrie in Forschung und Entwicklung gearbeitet haben, können nachvollziehen (und sicher nicht nur intellektuell, sondern auch emotional), wie wesentlich und hilfreich die Bereitschaft von Kollegen anderer Einrichtungen als der eigenen war, Wissen und Erkenntnisse zu teilen, Erfahrungen über Erfolge und Rückschläge zu vermitteln und bei der Arbeit entdeckte Tipps und Kniffe zu „verraten“. Den meisten Kollegen war bewusst, dass sie bei dem sporadischen und nicht planbaren Auftauchen von sogenannten „Fremdmustern“ aus der technologisch weiter entwickelten westlichen Halbleiterfertigung und dem stark limitierten Zugang zu entsprechender Literatur angewiesen waren auf einen solidarischen Umgang miteinander und praktizierten ihn auch.

Der weitere Entwurfsprozess der integrierten Schaltung des FMA mit den Phasen elektrischer Schaltungsentwurf, Netzwerksimulation, topologischer Entwurf (Layout-Erstellung) und Rechnerbearbeitung des Layouts erfolgte tatsächlich in enger Zusammenarbeit mit dem VEB Funkwerk Erfurt (FWE). Dieser Betrieb verfügte über umfangreiche technische und personelle Ressourcen für den Schaltkreisentwurf bis hin zur technologischen Basis für die Fertigung mikroelektronischer Schaltkreise und spielte auch nach der Gründung des „Kombinats Mikroelektronik“ am 1. Januar 1978 als Stammbetrieb eine dominierende Rolle. Zu den wichtigsten Fertigungsstätten des Kombinats gehörten neben dem Funkwerk Erfurt (FWE) das Halbleiterwerk Frankfurt/Oder (HFO) und das Zentrum für Forschung und Technologie Mikroelektronik (ZFTM) in Dresden.

Gerhard Fleischmann schreibt: „Zum Abschluss des Logikentwurfs organisierte unser Direktor, Heinz Walther, einen Termin im MME [Funkwerk Erfurt, dem späteren VEB Mikroelektronik „Karl Marx“ Erfurt]. Unser erster MME-Kontakt war Dr. Franz Rößler. Wir erzählten ihm den Grund und [...] Werdegang der bisherigen Schaltkreisentwicklung im FMA und übergaben ihm die Kopien der manuell gezeichneten Logikschaltpläne und die SIMPER-Simulationsergebnisse zur Bewertung. Nach ca. einer Woche wurden wir wieder in das MME eingeladen, und Franz Rößler sicherte uns seine fachliche Unterstützung zu. Er wählte für unser Projekt eine im MME entwickelte produktionsreife 9 µm p-Kanal Enhancement-Transistor Silicongate Technologie (pSGT) mit -14 V Versorgungsspannung. Er übergab uns eine Mappe mit pSGT Technologie-Unterlagen, mit Entwurfsregeln und elektrischen Parametern, erklärte uns die technologieabhängigen Transistorschaltungen der von uns benutzten Logik-Gatter und zeigte uns die Layout-Arbeitsweise im MME: Manuelle Zeichnung der Layout-Topologie mit Buntstiften auf Millimeterpapier-Rollen und Teilen im Maßstab 1000:1. Jede Technologie-Maske der pSGT hatte eine festgelegte Farbe.“ [2]

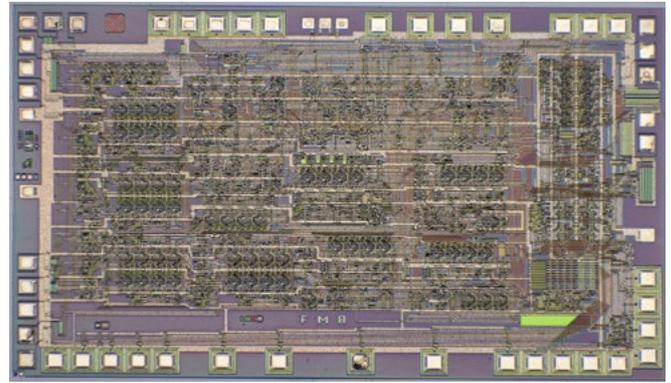
Gerhard Fleischmann: „Franz Rößler unterstützte uns mit seinem hohen Fachwissen, reichen Erfahrungen und gab uns sehr nützliche Hinweise zu einem synchronen digitalen Design und zur Vermeidung von Signalwettläufen, was manchmal zu nachträglichen Änderungen und Optimierungen der Logik [und der] Transistorschaltungen bzw. Layout-Strukturen führte. Im Prinzip durchliefen wir bei Franz Rößler anhand des FMA-Schaltkreisentwurfs einen wertvollen Lehrgang zur Arbeitsweise in der Mikroelektronik, zu uns vorher unbekanntem mikroelektronischen Details und Zusammenhängen und mussten auch lernen, Entwicklungsiterationen [d.h. Wiederholungen] zur Vermeidung eventueller Fehlfunktionen und zur Reduzierung von Risiken zu akzeptieren. Franz Rößler beeindruckte uns mit seinem Enthusiasmus und Engagement für die Mikroelektronik und seiner stets freundlichen Art gegenüber Kollegen.“ [2] Volker Boos, der damals schon im MME als Diplom-Mathematiker tätig war, ergänzte: „Franz

war immer enthusiastisch und konnte alle Mitarbeiter für die Ziele begeistern. Probleme versuchte er auf [dem] kurzen Dienstweg umgehend zu lösen.“ [5] Und in einem im Mai 1981 entstandenen Artikel der damals führenden Tageszeitung im Bezirk Erfurt „Das Volk“ äußerte sich Hans-Günter Rittermann aus Arnstadt so über den Chefentwickler im Bereich Schaltkreisentwurf des Funkwerks: „Es galt schier jede freie Minute freier Kapazität im Funkwerk zu nutzen – und ‚Lücken‘ fanden sich nicht nur zwischen 7.00 und 17.00 Uhr. Gerade da hatten wir aber in Dr. Franz Rößler einen Klasse-Partner ... Da konnte es Sonntag früh halb zwei sein, wenn wir Probleme hatten – er kam!“ [6]

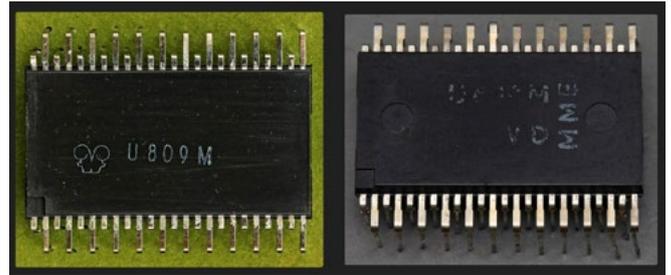
Bei der Komplexität mikroelektronischer Systeme ist es eine enorme Herausforderung schon im Entwurf Testmechanismen für die fertigen Schaltkreise einzubauen. Anforderungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, der Chipgröße und auch der Zuverlässigkeit der Schaltungen müssen von Beginn an berücksichtigt und ständig überprüft werden.

Gerhard Fleischmann beschreibt, wie diese Permantanforderung gemeistert wurde: „Schon beim ersten Treffen sprach Franz Rößler das Problem des Schaltkreis-Tests an: Wegen der MME Produktions- und Entwicklungsprioritäten würde es nicht möglich sein, MME Chip-Testkapazitäten (Tester und Testingenieure) für den zukünftigen FMA-Schaltkreis zu reservieren. Aber er würde sich darum kümmern, dass wir, wenn es soweit ist, eine Probecard und Zugang zu einem Mikrochip-Prober im MME bekommen. Daher wurde im FMA ein weiterer Kollege, Gert Kloock, für unser Projekt gewonnen, der parallel zur eigentlichen Schaltkreisentwicklung einen Logik-Tester auf Basis eines Robotron K1520 Mikrorechners (U880 CPU und Peripherie-Bausteine) aufbaute. Die K1520 Leiterkarte für den Tester erhielten wir durch persönliche Kontakte des FMA-Kollegen Klaus Wiegel von einem Mitarbeiter im VEB Robotron Elektronik Zella-Mehlis. Gert Kloock entwickelte eine Adapter-Karte zur Ansteuerung des zukünftigen FMA Schaltkreises sowie dem Einlesen der Schaltkreis-Ausgangssignale. Den Logik-Tester programmierte er in U880 Assembler-Sprache. Dazu nutzte er einen von Klaus Wiegel an der TH Ilmenau entwickelten Laboraufbau eines PC auf Basis des U880.“ [2]

Gerhard Fleischmann: „Nach unserer Endkontrolle der Layout-Zeichnungen im FMA begann die Kooperationsarbeit der Kollegen im MME für die Chip-Fertigung. Die Layout-Strukturen auf den Millimeterpapier-Rollen und -Teilen wurden im MME auf sogenannten Digitalisier-Brettern manuell Punkt für Punkt digitalisiert, um die Daten für die Chip Masken-Fertigung zu erhalten. Für die Projektplanung und Logistik im MME erhielt der FMA Schaltkreis die Typ-Bezeichnung U809M. ‚M‘ entsprach der MME Gehäuse-Nomenklatur für Quad-Inline Plastikgehäuse [QIP]. Der U809 hatte 48 Pins.“ [2]



Chipfoto des Schaltkreises U809, Quelle: Kaußler, Richard. „3“-Wafer - U809M - Steuerungs-IC in der Vermittlungszentrale ATZ65“. Richi's Lab, <https://www.richis-lab.de/wafer05.htm>. Zugegriffen 20. April 2023.



Quad-Inline Plastikgehäuse des Schaltkreises U809M - links Prototyp-Version, rechts Serien-Version, Quelle: Kaußler, Richard. „3“-Wafer - U809M - Steuerungs-IC in der Vermittlungszentrale ATZ65“. Richi's Lab, <https://www.richis-lab.de/wafer05.htm>. Zugegriffen 20. April 2023.

Nach der Fertigung werden grundsätzlich alle Chips auf dem noch nicht vereinzelt Silizium-Wafer entsprechend der vorher festgelegten Testanforderungen getestet. Es kann vorkommen, dass die Chips nicht wie geplant funktionieren. In Einzelfällen ist es möglich, Entwurfsfehler nachträglich durch das Focused Ion Beam-Verfahren (FIB) direkt auf dem Chip zu beheben. FIB steht für „fokussierter Ionenstrahl“ oder auch „Ionenfeinstrahlanlage“.

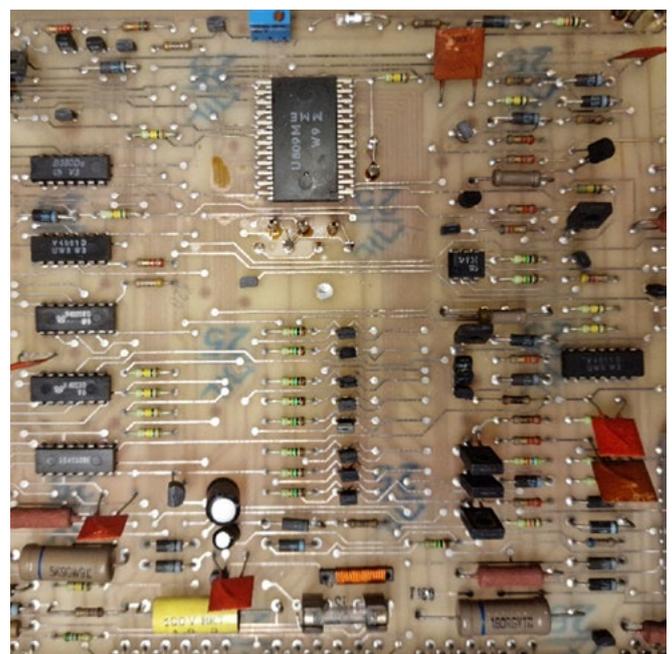
Gerhard Fleischmann: „Der U809 Tester funktionierte nach kurzer Inbetriebnahmezeit, aber ca. ein Drittel der digitalen U809M Logik nicht. Unsere Fehlersuche auf den Millimeterpapier-Rollen und -Teilen und auf dem Chip unter einem Mikroskop ergab, dass wir trotz mehrfacher Überprüfung den Kontakt am Gate eines pSGT Last-Transistors vergessen hatten. Ich erhielt die Möglichkeit, den fehlenden Kontakt im MME Fehleranalyse-Labor mit Laserstrahlen auf ca. 20 ausgesuchten, teilweise funktionsfähigen Chips einzubrennen. Ein MME Kollege stellte die Laserstärke ein und empfahl mir fünf verschiedene Belichtungszeiten, denn die Chip-Passivierung musste durchgebrannt werden, der Laserstrahl sollte an der Fehlerstelle das Metall der Signalleitung schmelzen und ein Loch zum darunterliegenden Polysilizium brennen. Da es sich um einen pSGT-Lasttransistor handelte, reichte eine hochohmige Verbindung zwischen Polysilizium und Metall, aber das Loch durfte nicht zu tief bis in das Substrat brennen, um das Substratpotential nicht zu zerstören. Glücklicherweise funktionierten

dann 6 der 20 Chips mit allen funktionalen Test-pattern. Nach der Chip-Separierung und Verkappung im Quad-Inline Gehäuse konnten wir schließlich vier funktionsfähige U809M Bauelemente an die Kollegen im FMA übergeben, die damit ihre Prototyp-Leiterplatten in der ATZ65 erfolgreich testen konnten. Das MME fertigte eine neue U809 Kontaktmaske an, und die nächsten U809M Prototypen-Bauelemente funktionierten wie erhofft auch in der ATZ65 Vermittlungszentrale.“ [2]

Die zweite Version des U809M wurde in der ATZ65 des FMA-Anlagenversuchszentrums, im Postamt Leipzig/Leutzsch und in den Ortsvermittlungsstellen 6 und 7 der Deutschen Post in Erfurt erprobt. [7]

Kleine Chips ganz groß

Die oben schon erwähnte Seite aus dem „Volk“ vom Mai 1981 enthält auch einen Kommentar mit dem Titel „Zug der Zeit“: „Wir wären nicht in dem Tempo vorangekommen, hätte nicht die Zusammenarbeit mit dem Funkwerk Erfurt so prima geklappt“, sagte uns Günter Rittermann, einer der drei für die Entwicklung eines Fernmeldeschaltkreises verantwortlichen jungen Ingenieure. Ähnliches hörten wir von vielen im Fernmeldewerk. Doch wie kam man zu dieser intensiven Partnerschaft? Um den höchsten Nutzeffekt in kürzester Zeit geht es. Und das macht notwendig, die Entwicklungszeit eines Tempobeschleunigers für die gesamte Volkswirtschaft zu verkürzen. Beide Partner halten sich dabei an die Maxime: Das Erreichte ist noch nicht das Erreichbare. Deshalb suchen sie nach Möglichkeiten, mehr zu erreichen. Nachdem das Funkwerk bereits seit längerem mikroelektronische Schaltkreise nach speziellen Kundenwünschen entwickelt, sind Hersteller und künftige Anwender einen großen Schritt näher zusammengerückt. Indem die Anwender nunmehr ihre Schaltkreise selbst vor Ort mitentwickeln, verhelfen sie dem Funkwerk, und sich selbst zu Tempogewinn von beträchtlichem Ausmaß. Neben dem Fernmeldewerk Arnstadt sind noch sieben weitere Betriebe in diesen schnelleren Zug der Zeit gestiegen. Die Arnstädter hätten ohne diese Vorortkooperation damit rechnen müssen, im Funkwerk erst in ein paar Jahren ‚dran‘ zu sein. Doch so konnten die ‚Gastarbeiter‘ nach nur einjähriger Entwicklungszeit bereits die Erfolgsmeldung von Erfurt nach Arnstadt übermitteln. Für den Preis der



Einsatz des Schaltkreises U809M im ATZ65 Empfangssatz S65, Quelle: Fernmeldemuseum Dresden – Interessengemeinschaft Historische Fernmeldetechnik e.V. <https://fernmeldemuseum-dresden.de/> Zugriffen 8. Juni 2023.

Bahn- oder Busfahrkarten nach Erfurt und zurück ein vorfristiger Nutzen, der in die Millionen geht. Wie die Partnerschaft zwischen den Betrieben auch aussehen mag – ob telefonische Konsultation, Erfahrungsaustausch an Ort und Stelle oder gar gemeinsame Entwicklung –, wo man die Mikroelektronik gemeinsam anpackt, Produzent und Anwender an einem Strang ziehen, wird genau das jetzt Notwendige getan.“ [6]

Das „Notwendige“ war auch im Jahr 1981 immer noch und immer dringlicher, den allgemeinen Mangel an Material und Technologietransfer zu kompensieren. Wie groß der Gewinn im Falle der gemeinsamen Entwicklung von FMA und MME war, zeigte, dass Egon Krenz, damals Chef des DDR-Jugendverbandes FDJ dem Kollektiv „Junger Ingenieure“ höchst selbst die Würdigung aussprach.

Gerhard Fleischmann: „Einige Monate später besuchte Egon Krenz das FMA, gratulierte zur Einsparung von Kupfer und Edelmetallen bei der erfolgreichen Rationalisierung der ATZ65 mittels digitaler Elektronik, lobte die gute Zusammenarbeit zwischen FMA und MME bei der Entwicklung eines entsprechenden kundenspezifischen Schaltkreises und dankte im Namen der Staats- und Parteiführung.“ [2]

Auch die Begeisterung der Zeitungsautoren und -kommentatoren hielt an. Unter dem Titel „Großer Einsatz für kleine Bauelemente“ wies Ekkehard Tanzer in seinem Artikel im „Volk“ im Mai 1981 darauf hin, dass die Gemeinschaftsentwicklung Arnstadt/Erfurt im Fernmeldewerk monatlich 800.000 Mark einspart. [6] Am 19. Januar 1982 titelte „Das Volk“: „Große Aktivitäten für kleine Chips“. Es listete die bei Serienfertigung des Schaltkreises voraussichtlichen Einsparungen, bezogen auf ein Jahr, auf: „... eine Arbeitszeiteinsparung von 121.000 Stunden, davon im Fernmeldewerk 78.000 Stunden, Relaiseinsparung von 96.000 Stück, Einsparung bei Kupfer von 5,76 t, bei Kontaktmaterial (Silberpaladium) 21,1 kg, bei Magnetweichweisen von 9,6 t, bei Neusilber von 3,36 t“ [8] und die Lokalausgabe Arnstadt wusste am 23. Januar 1982 zu berichten: „Das überarbeitete Funktionsmuster liegt vor und damit der erste Schaltkreis im Bezirk, der in Partnerschaft mit dem Funkwerk Erfurt entwickelt und gebaut wurde. Noch in diesem Jahr soll er in einen Empfangssatz eingebaut werden. Der Nutzen: Er ist kleiner, leichter und weitaus zuverlässiger als das noch benutzte Flachrelais und hilft, in der benötigten Seriengröße über 120.000 Stunden Arbeitszeit und 3,3 Tonnen Neusilber einzusparen. Eine edle veredelte Sache also.“ [9] Die Zeitschrift „Die deutsche Post - Zeitschrift für Post- und Fernmeldewesen“ ging in ihrer Ausgabe Nr. 4/1982 ins Detail: „Im Ergebnis des aus dem Planteil Wissenschaft und Technik realisierten Jugendobjektes lassen sich 25 Arbeitskräfte bzw. 50.000 Stunden Arbeitszeit sowie 0,46 t Material einsparen. Der volkswirtschaftliche Nutzen beträgt in einem Jahr mehr als drei Mil-

lionen Mark.“ [10] Auch die Gewerkschaftszeitung „Tribüne“ wies in einem am 8. Januar 1982 gedruckten Interview mit Günter Rittermann auf die Einsparung von 120.000 Stunden Arbeitszeit und 3,3 Tonnen Neusilber hin. [11]

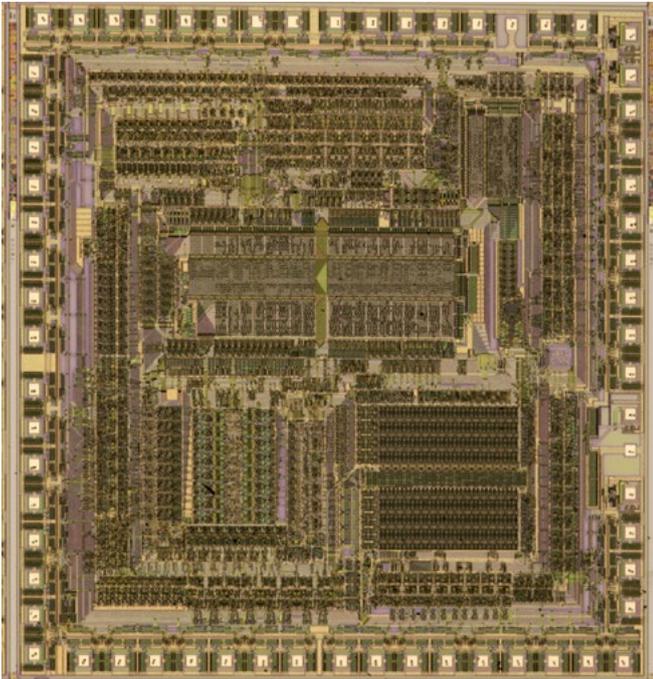
Wie viele Leser der genannten Zeitungen die Erfolgsmeldungen damals überhaupt zur Kenntnis nahmen, bleibt ungewiss. Es bleibt auch ungewiss, ob die im Januar 1982 veröffentlichten Zahlen zum voraussichtlichen jährlichen Nutzen beim Einsatz des U809M später auch wirklich erreicht wurden, denn die Serienfertigung des U809M begann erst im Juli 1982. Aber die Fachleute, die Günter Rittermanns und Gerhard Fleischmanns Vortrag auf dem 10. Halbleiterbauelemente-Symposium 1983 in Frankfurt (Oder) hörten, werden den Angaben zur jährlichen Materialeinsparung bei digitalen Varianten gegenüber den teilelektronischen und elektromechanischen Anlagen ihre volle Aufmerksamkeit geschenkt haben. [7]

Innovative Weiterentwicklungen - der U840

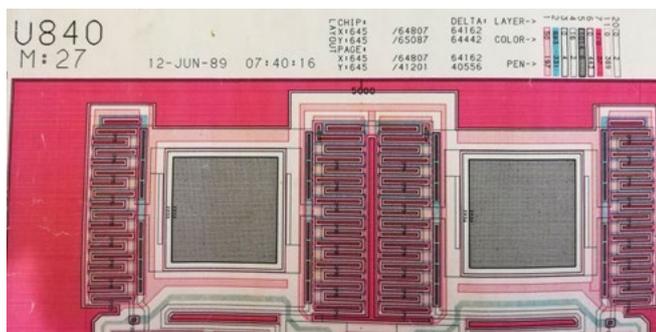
Doch wenn die Einsparungen auch offenkundig waren, „... gab es keine konkreten Vorschläge zum Ersatz anderer Relais-Schaltungen in weiteren ATZ65 Komponenten, denn das Kombinat Nachrichtenelektronik konzentrierte sich auf das neuere ENSAD-Vermittlungssystem.“ [2]

ENSAD steht für einen Telefonie-Vermittlungsrechner zum Einsatz in ländlichen Gebieten der früheren Sowjetunion (Vgl. [12]), also in dünn besiedelten Gegenden, in denen das Telefon große Entfernungen abzudecken hatte. Wenn man bedenkt, dass am Ende der 1970er Jahre (also zu der Zeit, als die Entwicklung des U809M begann) die meisten der im RGW verbundenen Länder etwa 550 km der damals als „Druschba-Trasse“ bezeichneten, neu zu bauenden Erdgasleitung logistisch abzusichern hatten, ist es nachvollziehbar, dass das Kombinat Nachrichtenelektronik gehalten war, sich auf dieses System zu konzentrieren.

Gerhard Fleischmann schreibt: „Wir erhielten die Aufgabe, weitere ATZ65 Relais-Schaltungen, nun besonders jedoch auch weitere digitale ENSAD Schaltungen zu analysieren, um daraus entsprechende Konzepte für weitere kundenspezifische Schaltkreis-Entwicklungen abzuleiten, denn der Einsatz eines U880 Prozessors mit U880 Peripherie und Speicher lohnte sich nur ab einer bestimmten Komplexität der entsprechenden ENSAD Karte. ... Ich hatte die Idee statt weiterer digitaler kundenspezifischer Schaltkreise für die Vermittlungstechnik das Konzept einer integrierten speicherprogrammierbaren Steuerung (IPS) für digitale Logikverarbeitung zu entwickeln, deren Anzahl von Ein- und Ausgängen entsprechend der unterschiedlichen, zu integrierenden digitalen Schaltungen möglichst einfach erweiterbar sein sollte.“ [2]



Chipfoto des Schaltkreises U840 - Version v1 (64 Befehle), Quelle: Kaußler, Richard. 3"-Wafer - U840PC - Mikrocontroller.
<https://www.richis-lab.de/wafer06.htm>. Zugegriffen 20. April 2023.



Plot des Schaltkreises U840 (Entwurfsebenen im Bereich der Bondinseln),
Quelle: Thüringer Museum für Elektrotechnik Erfurt e.V.



Zwei Gehäuseformen des Schaltkreises U840 - links Quad-Inline Plastikgehäuse U840M und rechts Chip Carrier Plastikgehäuse U840PC,
Quelle: MME

Hierbei war auf Initiative Ekkehart Beckers auch die Technische Hochschule Ilmenau (THI), Sektion Technische und Biomedizinische Kybernetik (TBK) beteiligt, die sich schon seit ihrer Gründung 1968 mit solchen Fragestellungen befasst hatte. „Volker Pfeiffer, der in der TBK der THI auf dem Gebiet von speicherprogrammierbaren Steuerungen arbeitete, hatte wesentlichen Einfluss auf den Systementwurf der IPS: Einführung von Befehlen für die direkte Programmierung von BOOLEschen Gleichungen und Programmablaufgraphen zur logischen Bit-Verarbeitung auf Assembler-Niveau, Befehle zur parallelen Abarbeitung verschiedener Prozesse, insgesamt 64 Befehle, zyklische Arbeitsweise mit Master-Slave-Prinzip an den Ein-, Ausgabe-Ports.

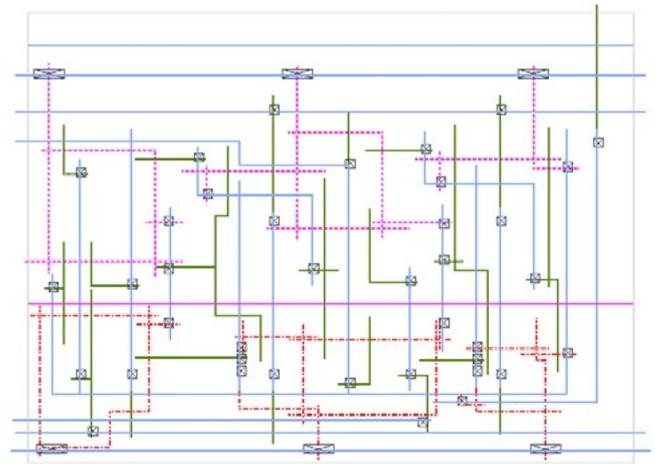
Die IPS bekam die Architektur eines 8-Bit Spezialprozessors mit 64 8-Bit Registern, einen 16-Bit Timer, vier 8-Bit Ein-, Ausgabe-Ports, eine serielle bidirektionale Schnittstelle, Pins für externen Interrupt, Bus-Request/Acknowledge. Der adressierbare chipexterne Programmspeicher hatte eine Größe von 4k Byte, auf Kosten von 4 Ein-, Ausgabe-Port-Pins erweiterbar bis zu 64k Byte.“ [2]

Für Gerhard Fleischmann bedeutete diese Entwicklung einen nicht unbekanntenen, aber nun verstetigten neuen Arbeitsplatz: „Zur weiteren Bearbeitung dieses Projekts durfte ich meinen Arbeitsplatz vom NEA [VEB Nachrichtenelektronik Arnstadt spätere Bezeichnung des FMA Fernmeldewerks Arnstadt] in Arnstadt in die MME Abteilung Schaltkreisentwurf von Franz Rößler nach Erfurt verlagern, blieb aber Angestellter des NEA. Der IPS-Schaltkreis erhielt die Typ-Bezeichnung U840M, als Technologie wurde die 4,5 µm komplementäre Silicongate Technologie (cSGT4) mit 5V Versorgungsspannung festgelegt. Die Arbeit in Erfurt war die Grundlage für die weitere Entwicklung des U840M, denn als Mitglied des MME Schaltkreisentwurfs konnte ich nun im MME an den Rechnern PDP11 und VAX arbeiten, die MME Chip-Entwicklungsprogramme nutzen und, was besonders wertvoll war, in täglicher Arbeit mit den MME Schaltkreisentwicklern Details besprechen und aus ihren Erfahrungen lernen. Es war der Arbeitsstil in der Abteilung von Franz Rößler, die Vorgehensweise und alle Arbeitsetappen der Chip-Entwicklungen sowie auftauchende Probleme gemeinsam zu diskutieren und sich daraus ergebende neue Entwurfsmethoden

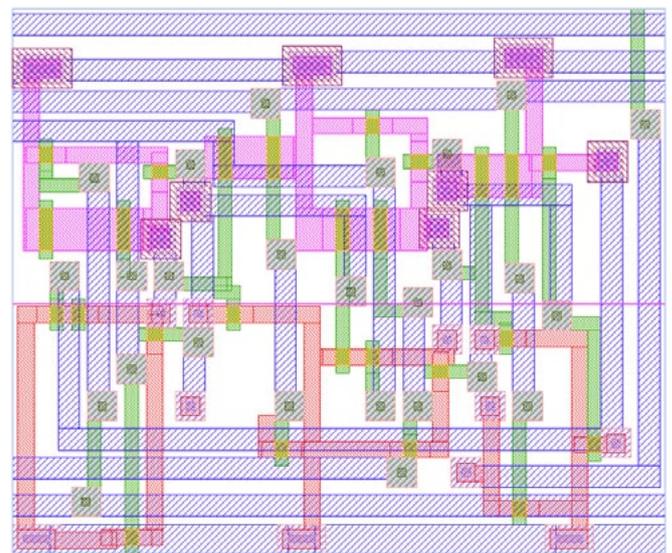
sowie neue Aufgabenstellungen und Details für die MME-interne Schaltkreisentwicklungs-Software abzuleiten. Die Komplexität der Aufgaben führte zwangsläufig zu Spezialisierungen der Kollegen und zur gegenseitigen Hilfe und Beratung bei der Lösung von fachlich kniffligen Fragen und Problemen.“ [2]

Im Zusammenhang mit den neuen Layout-Arbeiten lernten sich auch Gerhard Fleischmann und Volker Boos näher kennen. Volker Boos war als Diplom-Mathematiker ans Erfurter Funkwerk gekommen. Ein selbstständiges Informatikstudium existiert Ende der 70er Jahre in der DDR noch nicht, das Erlernen und Anwenden von Programmiersprachen war damals noch Teil des Mathematikstudiums. Im FWE gab es das Stellenangebot „Rechnergestützter Schaltkreisentwurf“. [Es] „vereinte meine Interessen an Elektronik, Mathematik und Computertechnik. Die Aufgabe bestand in der Entwicklung von Software zur Automatisierung des mikroelektronischen Schaltungsentwurfs. Damals als CAD (Computer Aided Design), später als EDA (Electronic Design Automation) bezeichnet“, erinnert sich Volker Boos. [5] Er entwickelte das PCL (Programmable Cell Layout) Programm, das Gerhard Fleischmann zur Platzierung von Transistoren in zwei PLAs (Programmable Logic Array) Transistoren in seinem neuen Schaltkreis benutzte, und das Programm STICKS. In seinen Erinnerungen schreibt Volker Boos weiter: „Der Layoutentwurf mikroelektronischer Schaltungen ist sehr aufwändig und fehleranfällig. Für jedes Bauelement müssen komplexe geometrische Strukturen für die Fotomasken gezeichnet werden. Dabei müssen einerseits eine Reihe geometrischer Entwurfsregeln wie Breiten, Abstände und Überlappungen beachtet werden, andererseits ist der Flächenbedarf zu minimieren, da Siliziumfläche teuer ist. Die Methodik von STICKS bestand darin, dass der Entwurfsingenieur das Layout nur skizzenhaft durch Rechtecke und Linien vorgab, die Software generierte daraus die Strukturen für die Bauelemente und deren Verbindungen. Im Anschluss wurde durch einen Kompaktionsalgorithmus das Layout so verdichtet, dass bei Einhaltung aller Entwurfsregeln der Flächenbedarf minimiert wurde. Die Produktivität des Layoutentwurfs konnte so um ein Vielfaches gesteigert werden.“ [5] Gerhard Fleischmann ergänzt: „STICKS und MIPRE (Logik-Optimierungsprogramm für PLAs, entwickelt im AdW-ZKI Dresden und auch verwendet für die PLA-Optimierung im U1600 CMOS Standardzellensystem des Forschungszentrums Mikroelektronik Dresden) waren die entscheidenden Programme zur Reduzierung der notwendigen Block-Layout-Flächen des U840M auf eine realistische Chip-Gesamtfläche. STICKS und PCL ermöglichten zusätzlich eine enorme Effektivierung und Verkürzung der Layout-Arbeit.“ [2]

Gerhard Fleischmann: „In der Zwischenzeit entschieden Kollegen aus dem VEB Nachrichtenelektronik Greifswald (NEG), den U840 in ihrem PCM Übertra-



Symbolisches Layout (manuelle Eingabe-Daten in das Programm STICKS), Quelle: MME



Komprimiertes und entwurfsregel-gerechtes Layout (generierte Ausgabe-Daten des Programms STICKS), Quelle: MME

gungssystem einzusetzen. Das war erfreulich, denn es steigerte die Bauelemente-Stückzahl. Die U840 Chips wurden für NEG in einem 64poligen Plastik Chip Carrier Gehäuse [PLCC] gefertigt, das für die SMT Fertigung der Leiterplatten erforderlich war. Die Bauelemente in diesem Gehäuse erhielten die Bezeichnung U840PC. ... Die Entwicklung des U840 war Gegenstand der außerplanmäßigen Aspirantur 1986-1989 und Dissertation A von Gerhard Fleischmann an der TU Dresden, und die Entwicklung des Programms STICKS war Gegenstand der außerplanmäßigen Aspirantur 1986-1989 und Dissertation A von Volker Boos an der TU Dresden. Die Mentoren für beide waren Prof. Albrecht Möschwitzer und Prof. Franz Rößler. Bis 1989 wurde eine zweite Version des U840 entwickelt: Der Befehlssatz wurde um fünf Befehle auf 69 Befehle erweitert. Im Frühjahr 1990 standen die getesteten Bauelemente U840PC2, U840M2 zur Verfügung. Die Ausbeute auf den Prototyp-Scheiben betrug 43%.“ [2]

Die Wende beendete den laufenden 2.000 Stunden Zuverlässigkeitstest der PCM-Anlage mit U840PC2 im NEG und die Labor-Tests von Leiterplatten mit U840M2 im NEA. Der VEB Fernmeldewerk Arnstadt wurde von Alcatel und der VEB Nachrichtenelektronik Greifswald wurde von Siemens übernommen. Beide Betriebe beendeten ihre Entwicklungen, in denen der U840 verwendet wurde. [2] Geradezu symbolisch verbindet das Datum der Wiedervereinigung beider deutscher Staaten (der 3. Oktober 1990) sich mit der 4. ITG Fachtagung „Mikroelektronik für die Informationstechnik“, die am gleichen Tag in Berlin stattfand. Zu dem, was Gerhard Fleischmann und Frank Krumben aus dem MME dort präsentierten und was das Ergebnis der langjährigen Arbeit vieler kluger Köpfe war, gab es keine weiteren Anfragen. Ihr Produkt spielte nun keine Rolle mehr, aber ihr bei dessen Entwicklung gesammeltes Wissen und Know-how war für die Firmen, die nun auf dem ehemaligen DDR-Gebiet ins „Chip-Geschäft“ drängten, von großem Wert, denn sie hatten, wie Franz Rößler stellvertretend für viele über Gerhard Fleischmann schrieb, „eine innovative Eigenentwicklung“ hervorgebracht, deren Prozessphase aus ihrer ingenieurtechnischen Entwicklung und Lebensleistung nicht zu verdrängen war und ist.

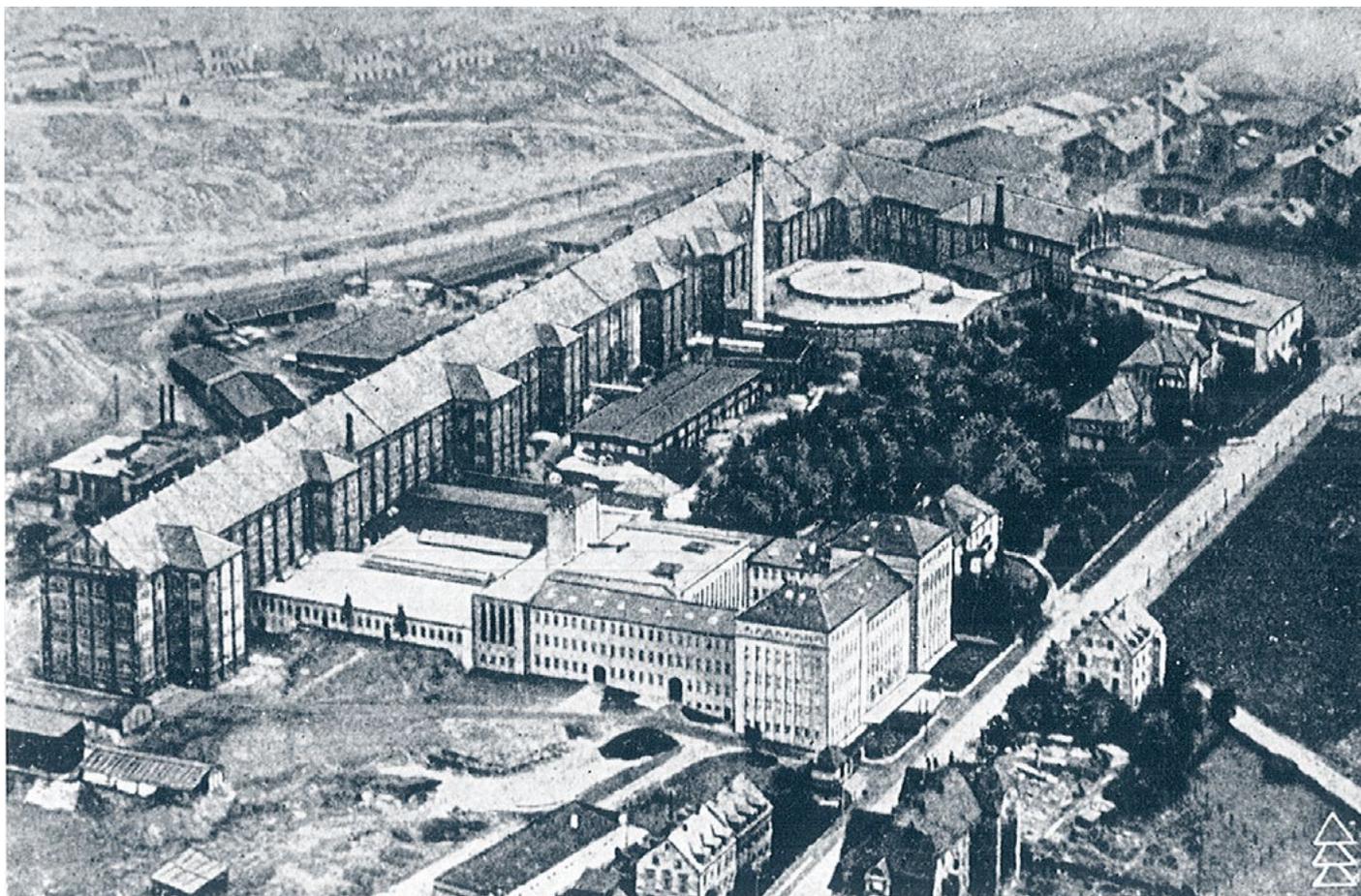
Quellen:

- [1] Barkleit, Gerhard. „Mikroelektronik in der DDR SED, Staatsapparat und Staatssicherheit im Wettstreit der Systeme“. Herausgegeben vom Hannah-Arendt-Institut für Totalitarismusforschung e.V. an der Technischen Universität Dresden, 2000.
- [2] Fleischmann, Gerhard. Persönliche Erinnerungen. 2022.
- [3] Heinz, Gerd. Digitalisierung des Telefons: Erste Schaltkreise aus Ost-Berlin. 13. März 2023, http://www.gheinz.de/publications/berliner_ics/.
- [4] Heinz, Gerd. Vom Beginn des Schaltkreisentwurfs im INT. 13. März 2023, http://www.gheinz.de/publications/berliner_ics/anfang.htm.
- [5] Boos, Volker. Persönliche Erinnerungen. 2022
- [6] Tanzer, Ekkehard. „Großer Einsatz für kleine Bauelemente“. Das Volk, Mai 1981
- [7] Rittermann, Hans-Günter; Fleischmann, Gerhard. „Materialökonomische Effekte beim Einsatz der IS U809M“. 10. Halbleiterbauelemente-Symposium, 1983, S. 297-304

- [8] „Große Aktivitäten für kleine Chips“. Das Volk, 19. Januar 1982
- [9] Grosser, Dietmar. „Könnte‘ gilt nicht - ‚Machen‘ ist gefragt!“ Das Volk, 23. Januar 1982
- [10] Die deutsche Post - Zeitschrift für Post- und Fernmeldewesen. 1982
- [11] Kirnich, Peter. „Aus MMM-Gründen zwei Betriebsausweise“. Tribüne, Januar 1982
- [12] „Steuerkomplex SK ENSAD“. Betriebsgeschichte ROBOTRON Radeberg, 13. April 2023, <https://www.fesararob.de/Druckversionen/ENSAD.pdf>

Abkürzungen:

U809M	Kundenspezifischer Schaltkreis für den Einsatz in der Automatischen Telefonzentrale ATZ 65, Quad-Inline Plastikgehäuse
U840M	Spezialprozessor für binäre speicherprogrammierbare Steuerungen für den Einsatz in der Nachrichtenelektronik, Quad-Inline Plastikgehäuse
U840PC	Spezialprozessor für binäre speicherprogrammierbare Steuerungen für den Einsatz in PCM-Übertragungssystemen, Chip Carrier Plastikgehäuse
ATZ	Automatische Telefonzentrale
cSGT	komplementäre (CMOS) Silicongate Technologie
EDA	Electronic Design Automation
ENSAD	Vermittlungssystem
FMA	VEB Fernmeldewerk Arnstadt, später NEA VEB Nachrichtenelektronik Arnstadt
FWE	VEB Funkwerk Erfurt, später MME VEB Mikroelektronik „Karl Marx“ Erfurt
INT	Institut für Nachrichtentechnik Berlin
IPS	Integrierte Speicherprogrammierbare Steuerung
SIMPER	Logiksimulationsprogramm
MIPRE	Logik-Optimierungsprogramm für PLAs des AdW-ZKI Dresden
MME	VEB Mikroelektronik „Karl Marx“ Erfurt, früher FWE VEB Funkwerk Erfurt
NEA	VEB Nachrichtenelektronik Arnstadt, früher FMA VEB Fernmeldewerk Arnstadt
NEG	VEB Nachrichtenelektronik Greifswald
PCL	Programmable Cell Layout
PCM	Puls-Code-Modulation (Verfahren zur Umsetzung eines analogen Signals in ein zeit- und wertdiskretes digitales Signal)
PLA	Programmable Logic Array
PLCC	Plastic Leaded Chip Carrier
pSGT	p-Kanal Silicongate Technologie
QIP	Quad in-line package
SMT	Surface-mounting technology (Technologie, bei der SMD oberflächenmontierte Bauelemente für die Herstellung von Miniatur-Leiterplatten verwendet werden)
STICKS	Programm zur grafischen Eingabe symbolischer Layout-Zell-Topologie



Porzellanfabrik Freiberg. Luftbild nach 1923

Vor 100 Jahren wurde in der Porzellanfabrik Freiberg ein 1-MV-Versuchsfeld eingeweiht

Friedmar Kerbe, Hermsdorf

Es war der 19. März 1923: unter Leitung von Direktor Werner Hofmann wurde in der Porzellanfabrik Freiberg/Sa. nach zweijähriger Bauzeit ein 1-MV-Versuchsfeld eingeweiht – die erste europäische Wechselspannungs-Prüfanlage in dieser Spannungsebene, gebaut in den Jahren 1921/22 von der Dresdner Firma Koch & Sterzel.

Es war das 17. Produktionsjahr in dem kurzen, nur 25 Jahre lang währenden Betrieb dieser leistungsfähigen, modernen Elektroporzellanfabrik im sächsischen Freiberg. Ihre Wurzeln reichen bis ins Jahr 1904 zurück. Infolge einer rapiden Nachfrage nach Elektroporzellan war die Erweiterung der Porzellanfabrik Hermsdorf-Klosterlausnitz als Filiale der Kahla AG so weit fortgeschritten, dass man damals nicht mehr mit einer unbedingten Erweiterungsfähigkeit auf lange Sicht rechnen durfte, „... sollten nicht die Bevölkerungs- und Lebensverhältnisse der durchaus ländlichen Gegend eine völlige Verschiebung erfahren.

Man war demzufolge für die Neuanlagen der Zukunft vor die Wahl eines anderen Ortes gestellt, und die Entscheidung fiel auf die Stadt Freiberg (Sachsen).“

Bau und Ausrüstung der Porzellanfabrik Freiberg – von der Kahla AG zielgerichtet für die Produktion von Elektroporzellan konzipiert – wurden im Zeitraum 1904 bis 1906 realisiert, so dass 1906 die Inbetriebnahme mit sechs Rundöfen starten konnte. Die Arbeiten wurden von Hermsdorf aus vom dortigen Fabrikdirektor Oskar Arke und unter maßgeblicher Mitwirkung von Dipl.-Ing. Werner Hofmann geleitet, der anfangs im Prüffeld der Hermsdorfer Porzellanfabrik tätig war und mit Inbetriebnahme der Freiburger Fabrik deren Leitung übernahm. Mit dem Freiburger Werk war eine der modernsten Porzellanfabriken Europas entstanden, deren Bausubstanz bzgl. ihrer Industriearchitektur ein beispielgebendes Ensemble darstellte und z. T. noch darstellt.

Mit Gründung der Hermsdorf-Schomburg Isolatoren Gesellschaft (HESCHO) am 15. Dezember 1922, zu der auch die Freiburger Porzellanfabrik gehörte, entfielen auf den Betrieb eine Reihe zentraler Aufgaben und Einrichtungen für die HESCHO, zu denen das 1-MV-Versuchsfeld, ein Zentrales Keramisches Laboratorium, eine Wärme- und Brenntechnische Abteilung sowie eine Maschinentechische Abteilung zählten.



Beispiele gelungener Industriearchitektur (Erhaltungszustand Ende 1990er Jahre)

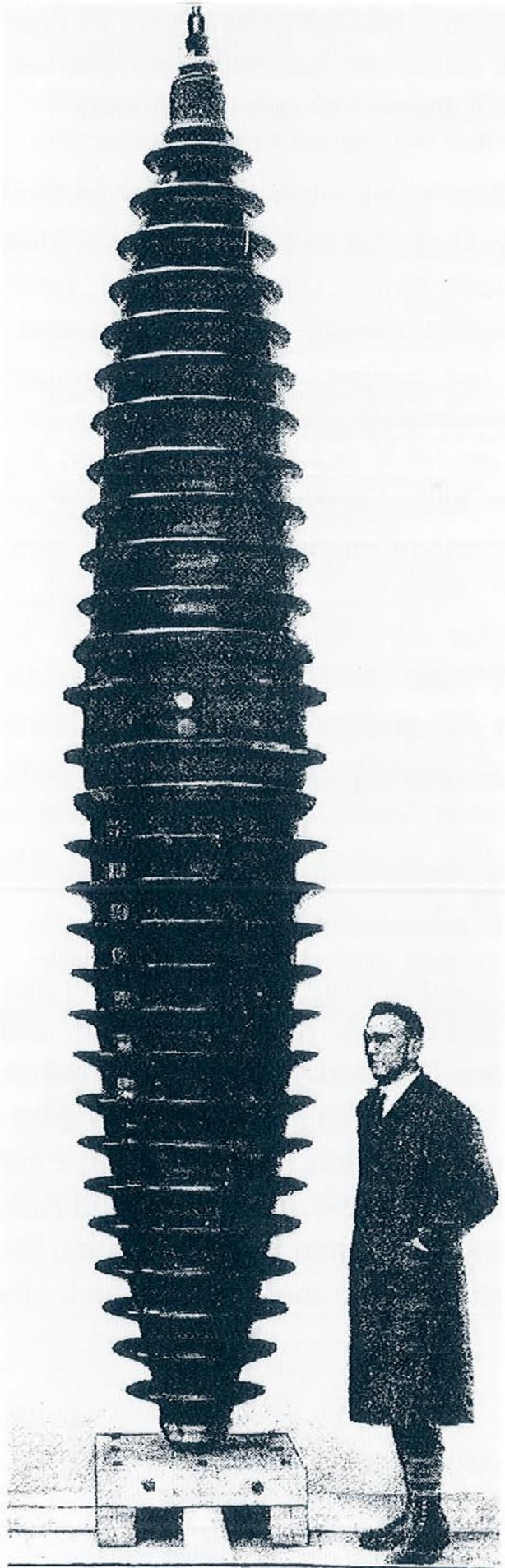
Bezüglich Entwicklung, Fertigung und Prüfung von Hochspannungs-Isolatoren sind besonders Großkörper hervorzuheben, die den erhöhten Anforderungen an Apparateporzellane für Schaltstationen und Umspannwerke zu entsprechen hatten und z.T. kompliziert in der keramtechnologischen Beherrschung ihrer Fertigung waren. Das betraf Durchführungen für Hoch- und Höchstspannungen, u. a. sog. TELEO-Mehrrohrdurchführungen, einteilige Überwürfe, Stützer für Trennschalter, Querloch-Isolierkörper für Stromwandler, Trockenspannungswandler, Isoliergefäße zum Aufbau von Freiluft-Kaskaden-Spannungs- und Stromwandlern und Porzellane für Hochspannungs-Kondensatoren. Neben diesen Apparateporzellanen gehörten zum Fertigungs-sortiment DELTA-, Weitschirm-, Kugelkopf- und

V-Isolatoren, chemisch-technische Porzellane und Steatit-Erzeugnisse. Die entsprechenden Erzeugnis-entwicklungen erfolgten vorwiegend zusammen mit den Firmen Koch & Sterzel A.G. Dresden, Siemens & Halske A.G. und Telefunken A.G. in Berlin.

Das 1-MV-Versuchsfeld

Nachdem 1912 die erste europäische 110-kV-Leitung auf der Trasse Lauchhammer-Riesa erfolgreich in Betrieb gegangen war, rückte Anfang der 1920er Jahre die 220-kV-Spannungsebene in den Blickwinkel. Es wurde offensichtlich, dass die in der Porzellanfabrik Hermsdorf vorhandene 500-kV-Wechselspannungs-Prüfanlage für perspektivisch erforderliche Untersuchungen nicht mehr ausreichte. Diese Tatsache und die dringende Notwendigkeit, Grundlagen- und angewandte Forschung mit höheren Spannungen zu betreiben, führten zu dem Entschluss der HESCHO, in der Porzellanfabrik Freiberg ein 1-MV-Versuchsfeld zu bauen. Dessen Errichtung erfolgte nicht nur zeitgleich mit dem Bau des dortigen Verwaltungsgebäudes, sondern war auch architektonisch voll und ganz in das bauliche Gesamtkonzept der Fabrik-anlage eingeordnet.

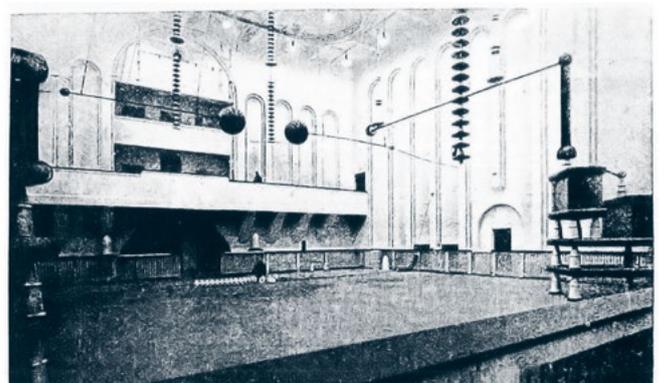
Zielstellung für den zentralen Hochspannungs-Versuchsraum war, die Prüfung der Isolatoren dem tatsächlichen praktischen Einsatzfall möglichst anzupassen. Dem Rechnung tragend wurde ein hallen-artiger Raum realisiert mit einer quadratischen Grundfläche von 22 m x 22 m bei einer lichten Höhe von 14,3 m, so dass eine Prüfung sowohl von Hänge- als auch von Abspannketten realisierbar war. Die Konstruktion einer beeindruckenden Kassettendecke stammte von Prof. Dr. Franz Kögler, Lehrstuhlinhaber für technische Mechanik und Baukunde der Bergakademie Freiberg. Das Herzstück, die 1-MV-Wechselspannungs-Versuchsanlage mit einer Leistung von 200 kVA, war treppenartig in zwei Gruppen zu je vier Transformatoren aufgestellt, von denen jeder eine Spannung von maximal 125 V lieferte, so dass durch Reihenschaltung einer Gruppe eine summarische Spannung von 500 V gegen Erde verfügbar war. Durch eine entgegengesetzte Polung der Primärwicklungen der jeweils ersten Stufe beider Vierergruppen wurde eine Spannung zwischen den Ausgangsklemmen der Vierergruppen von maximal 1 MV erreicht.



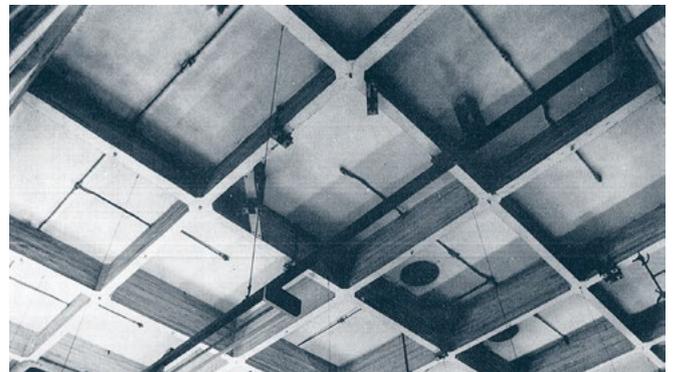
Kittlose, vierteilige 220-kV-Durchführung (mit Ölfüllung)



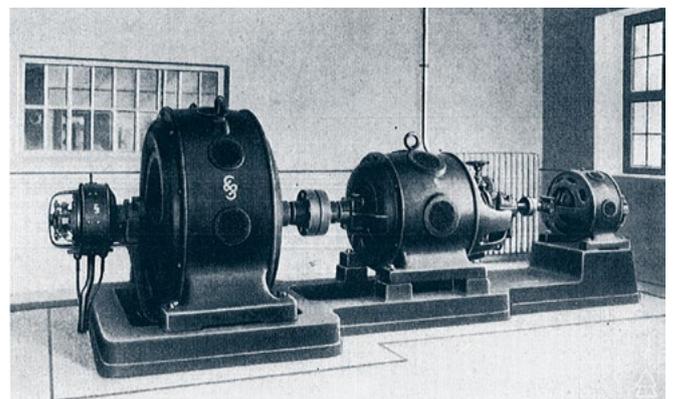
Verwaltungsgebäude der Porzellanfabrik 1923/24



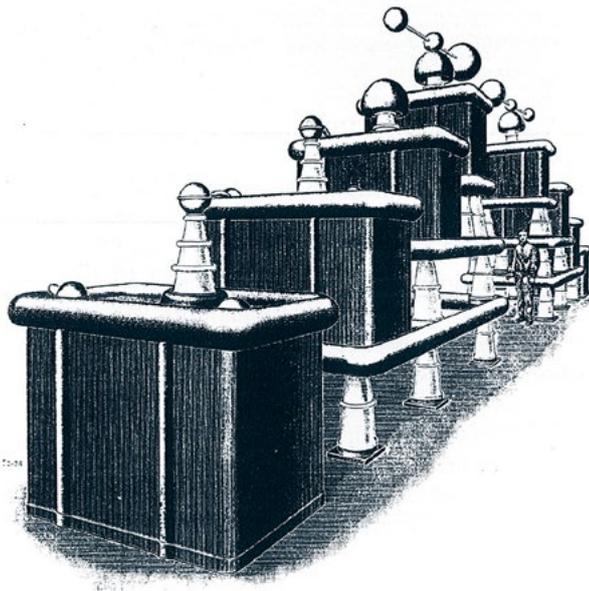
Hochspannungs-Versuchshalle, Blick gegen die Beobachtungsbühne



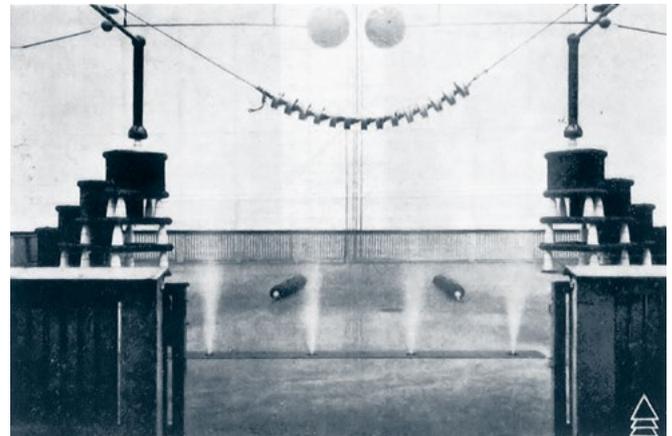
Kassettendecke der Versuchshalle



Umformersatz zur Speisung der 1-MV-Wechselspannungs-Prüfanlage



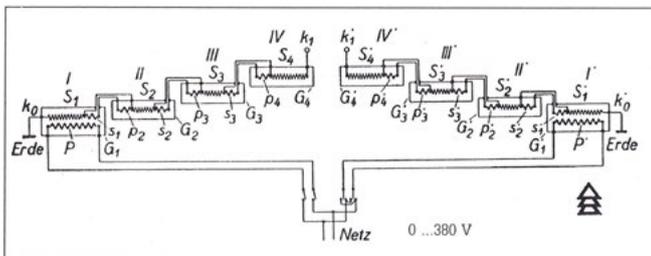
1-MV-Wechselspannungs-Prüfanlage, 200 kVA (Prinzipdarstellung)



Prüfung einer Abspannkette bei künstlichem Nebel



Freiluft-Versuchsfeld mit Beobachtungshäuschen auf dem Dach der Anlage



Schaltplan der Trafos der Prüfanlage

Eine Regen- und Nebelanlage waren weitere ganz wesentliche Versuchseinrichtungen, um die Verhältnisse in freier Atmosphäre nachbilden zu können. Und um letztlich auch Versuche unter praxisnahen, nicht nachgebildeten Bedingungen durchführen zu können, war auf dem Dach des Versuchsfeld-Gebäudes ein Freiluft-Prüfstand eingerichtet mit einer Spannungszuführung von 2 x 500 kV durch entsprechend gestaltete Öffnungen in der Kassettendecke.

Zunächst wurden die für einen Normalbetrieb mit der 1-MV-Anlage notwendigen Voruntersuchungen realisiert, insbesondere Funkenstrecken-Messungen (eine einheitlich genormte Spannungsmessung mit Kugelfunkenstrecken wurde erst 1925/26 vom VDE beschlossen). Es folgten Grundlagenexperimente

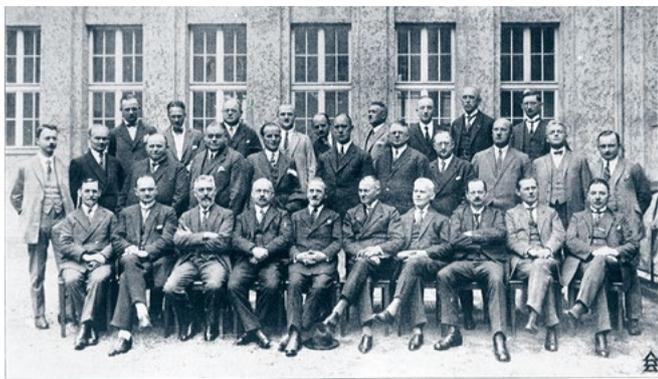
über den Einfluss von Umgebungstemperatur, Luftdruck und Luftfeuchte auf die Durchbruchspannung sowie systematische Messungen an Freileitungsisolatoren-Ketten im Spannungsbereich von 500 kV bis 1 MV. Auch Untersuchungen zur konstruktiven Gestaltung von Schutzarmaturen an Hängekettensowie Messungen und letztlich Verbesserung der Spannungsverteilung an langen Isolatorenketten waren ein Schwerpunkt der Untersuchungen.

Ein Ausdruck gestiegenen öffentlichen Interesses an diesen Forschungen war, dass die Teilnehmer der 29. Jahresversammlung, die 1924 beim Dresdner Elektrotechnischen Verein stattfand, am 31. August 1924 mit ca. 160 Personen Hochspannungsexperimenten an der 1-MV-Anlage beiwohnten. Vermutlich

war unter den Teilnehmern auch Oskar von Miller, dem gerade zu dieser Jahresversammlung die Ehrenmitgliedschaft des VDE verliehen wurde.

Die im Freiburger 1-MV-Versuchsfeld gewonnenen Erkenntnisse und gesammelten Erfahrungen hatten einen entscheidenden Einfluss auf die Konzeption des 1928-1930 erbauten Hochspannungs-Laboratoriums der TH Dresden.

In den Folgejahren wurden umfassende Versuche und Prüfungen an Hänge- und Abspannketten durchgeführt für den seitens der RWE beabsichtigten Bau der ersten europäischen 220-kV-Freileitung zum Zwecke einer Verbundleitung zwischen dem rheinischen Braunkohlenrevier und den süddeutschen Wasserkraften, die Ende der 1920er Jahre ans Netz ging.

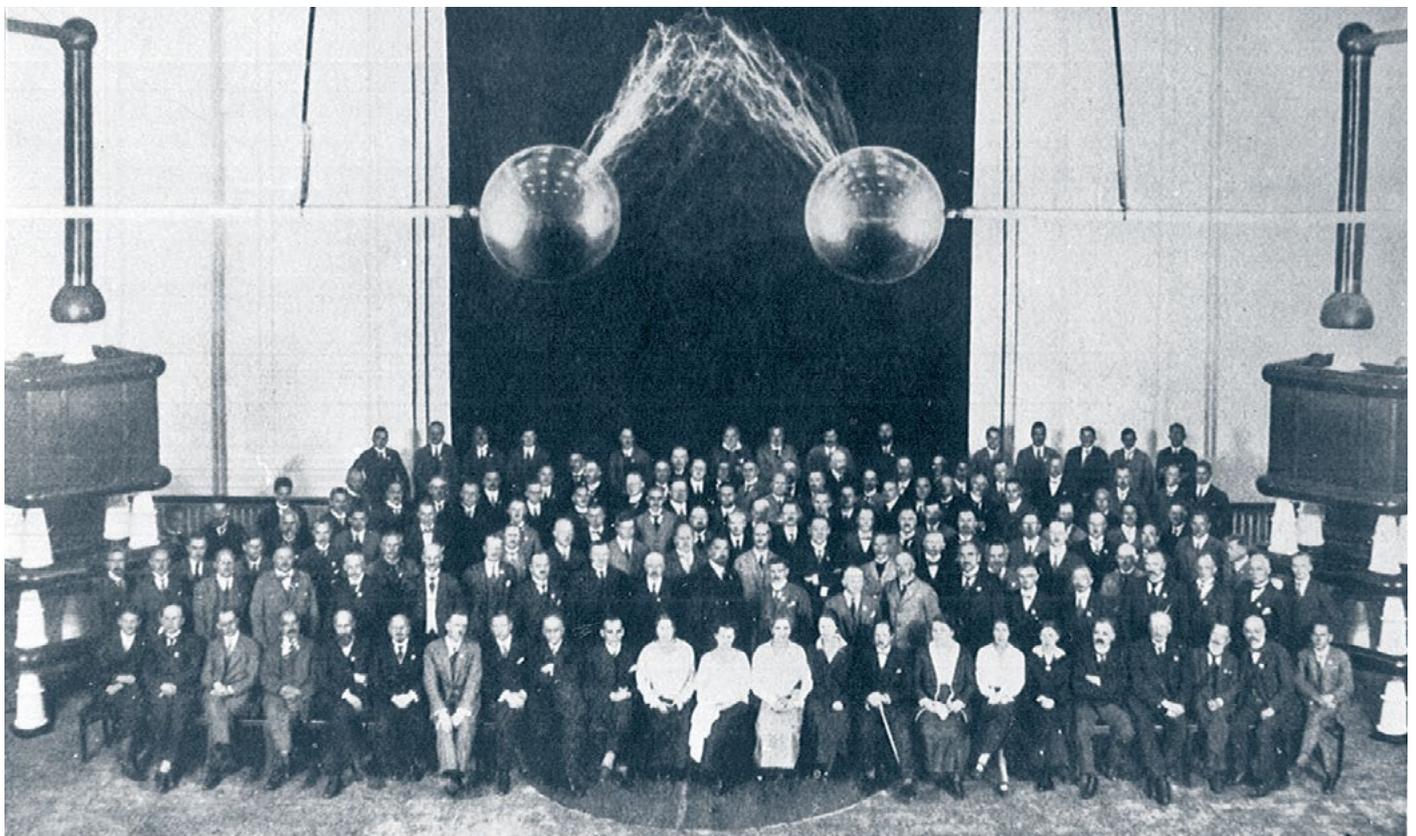


Teilnehmer von VDE, Post- und Eisenbahnbehörden an Vergleichsversuchen mit Isolatoren-Ketten für die erste europäische 220-kV-Leitung 1926

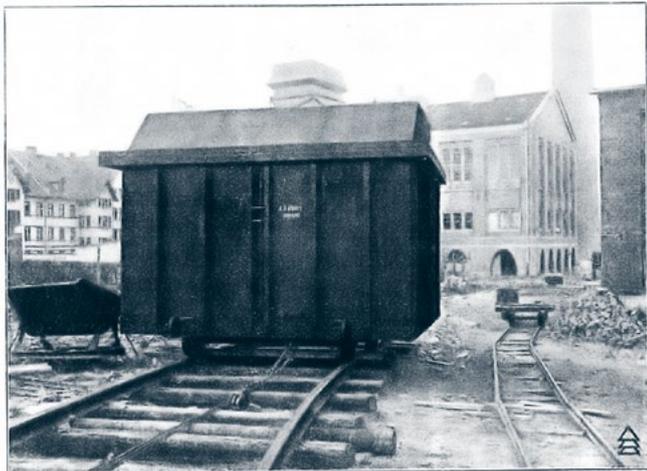
Mit dem Bau von Freiluft-Schaltanlagen gewann auch die Entwicklung und Prüfung von Durchführungen und Stützern an Bedeutung bis hin zu kompletten Hochspannungsanlagen als Auftragsprüfung für Fremdfirmen.

Mit Schließen der Porzellanfabrik Freiberg Ende 1931 infolge der Weltwirtschaftskrise wurde die 1-MV-Anlage innerhalb der HESCHO in die Elektroporzellanfabrik „Margarethenhütte“ in Großdubrau bei Bautzen umgesetzt. Das Freiburger Versuchsfeld-Gebäude, selbst seinerzeit schon eine ingenieurtechnische Meisterleistung, wurde in den 1990er Jahren zur Nutzung als Archiv des damaligen Landkreises Freiberg vorbereitet, gleichsam in Einheit mit dem früheren Verwaltungsgebäude der HESCHO, das in altem frischem Glanze strahlend 1998 zu seinem 75-jährigen Jubiläum im Rahmen eines Festkolloquiums durch Landrat Dipl.-Ing. Eberhard Löffler dem versammelten Fachpublikum stolz präsentiert werden konnte.

Mit Schließung des Freiburger Versuchsfeldes waren die Prüf- und Versuchstätigkeit der HESCHO keinesfalls erschöpft. In der Porzellanfabrik Hermsdorf war in den Jahren bis 1927 ein Erweiterungsbau zum Versuchsfeld von 1913 entstanden, in dem zunächst aus wirtschaftlichen Gründen nur eine 500-kV-Anlage installiert war, da man ja in diesen Jahren bei höheren Spannungen in Freiberg prüfen konnte. Schließlich 1936 wurde durch Einbau eines weiteren 500-kV-Trafos eine neue 1-MV-Prüfanlage realisiert, die im Außenbereich durch ein Freiluft-Prüffeld ergänzt wurde.



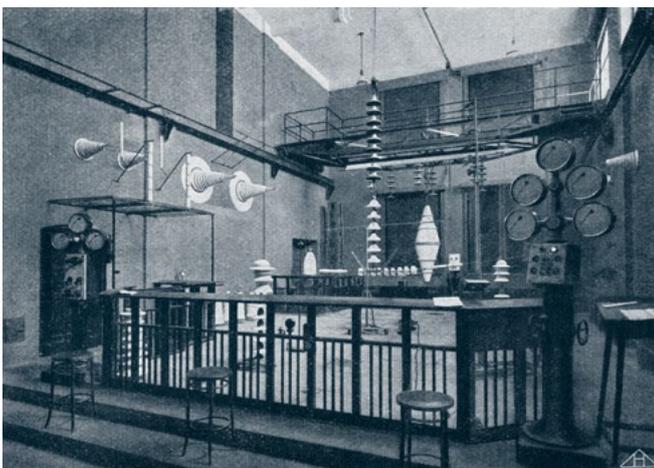
Besichtigung des Versuchsfeldes seitens der Teilnehmer der 29. Jahresversammlung des VDE 1924



Antransport 500-kV-Trafo zum Hermsdorfer Versuchsfeld 1936



Stadthaus Hermsdorf. Gebäudeteil links: Versuchsfeld von 1913; rechts: Hochspannungsprüffeld von 1927; im Vordergrund: Repräsentative Erzeugnisse der HESCHO: Chemiekolonne (links), Durchführung für RWE von 1928 (rechts)



Blick in die Versuchshalle



Freiluftprüffeld vor dem Versuchsfeld (Ende 1930er Jahre)

Informationsblätter zur Margarethenhütte Großdubrau	Informationsblätter zur Margarethenhütte Großdubrau
	
Heft 23 – Teil 1 100. Gründungsjubiläum der HESCHO 1922 – 2022 Gründung • Einzelbetriebe • Firmenlogos Publikationen • Repräsentativbauten	Heft 23 – Teil 2 100. Gründungsjubiläum der HESCHO 1922 – 2022 Prüffelder • Zentrallabor • Großmessender Persönlichkeiten
Förderverein Margarethenhütte Großdubrau e.V.	Verein für Regional- und Technikgeschichte e.V. Hermsdorf

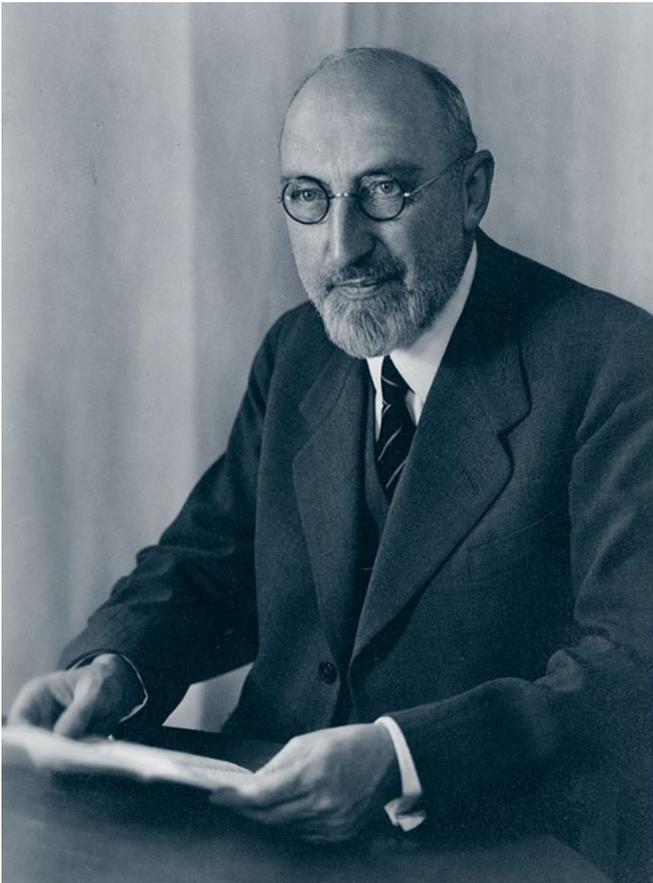
100. Gründungsjubiläum der HESCHO 1922-2022, Heft 23, Teil 1 & 2

Quellen:

- [1] Naumann, O.: Das 1 000 000 Volt-Versuchsfeld der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren GmbH in der Porzellanfabrik Freiberg. HESCHO-Mitteilungen 1924, Heft 11, S.1-31; 1927, Heft 32/33, S.46-54
- [2] Naumann, O.: Große oder schwierig herzustellende Porzellan Körper für elektrotechnische Zwecke. HESCHO-Mitteilungen 1930, Heft 55, S.1-36
- [3] Kurze Nachrichten: 220-kV-Trennschalter. HESCHO-Mitteilungen 1928, Heft 43, S.21-25
- [4] Kurze Nachrichten: Vergleichsversuche an Isolatoren für 220.000 V. HESCHO-Mitteilungen 1926, Heft 26, S.17-18
- [5] Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins. Mit Sonderteil: Kolloquium 75 Jahre Verwaltungsgebäude der Porzellanfabrik Freiberg, 1998, Heft 80, S.163-221
- [6] Kerbe, F., Fleischer, K.: 100. Gründungsjubiläum der HESCHO 1922-2022. Informationsblätter zur Margarethenhütte Großdubrau, Heft 23, Teil 1 und 2. Großdubrau 2022

Prof. Dr. Karl Rauch (1880-1953)

Dr. Peter Glatz, Erfurt



Geheimrat Prof. Dr. Karl Rauch

Der Aufbau einer einheitlichen landesweiten Elektrizitätsversorgung Thüringens nach dem 1. Weltkrieg wurde geprägt von Persönlichkeiten vom Format eines Prof. Dr. Karl Rauch. Nach einer Zeit als Professor für Rechtswissenschaften an der Universität Jena war er über zehn Jahre an führender Stelle im Thüringer Wirtschafts-Ministerium u. a. für die Wasserwirtschaft und die Energiebewirtschaftung des Landes verantwortlich.

Studium und Promotion

Karl Rauch, geboren am 27. März 1880 in Graz als Sohn eines Juristen, studierte nach der Reifeprüfung ab 1898 Rechtswissenschaften in Graz und in Leipzig. 1903 erfolgte die Promotion zum Dr. jur. in Graz. Für vertiefende Studien in der Rechtsgeschichte arbeitete der junge Jurist 1904/05 in Berlin. Hier war er auch Ende 1905 Mitarbeiter der Monumenta Germaniae Historica. 1907 erfolgte die Habilitation in Breslau. Danach war er von 1908 bis 1912 außerordentlicher Professor in Königsberg und in Breslau.

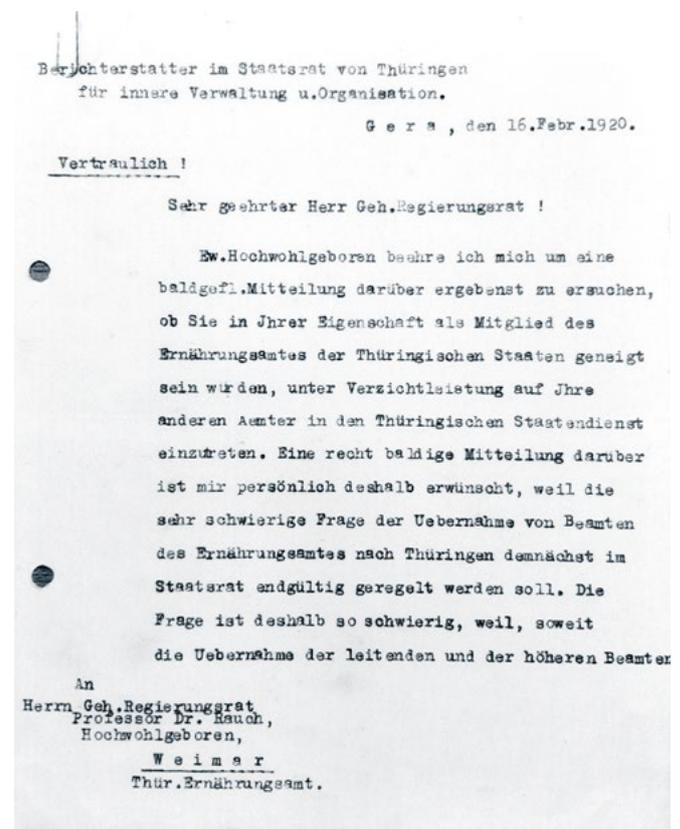
Tätigkeit in der Verwaltung

Im Jahr 1912 nahm Rauch einen Ruf als ordentlicher Professor für Rechtswissenschaften in Jena an. Kurz nach Ausbruch des 1. Weltkrieges wurde seine akademische Laufbahn jedoch unterbrochen, und er konnte, da er als für den Kriegsdienst untauglich eingestuft worden war, seiner Dienstpflicht in der kriegswirtschaftlichen Verwaltung nachkommen. So übernahm er in Jena zunächst das Amt des stellvertretenden Bürgermeisters und damit die Leitung der städtischen Kriegs- und Ernährungswirtschaft. 1917 wurde Rauch geschäftsführender 2. Präsident des Ernährungsamtes, das 1915 gemeinsam für alle thüringischen Staaten gegründet worden war. [12]

Nach dem Krieg wurde der Jurist 1919 zum Staatskommissar für wirtschaftliche Demobilmachung in den Thüringischen Staaten mit Sitz in Weimar ernannt. Diese sehr umfassende Aufgabe machte ihn mit vielen Zweigen der thüringischen Wirtschaft bekannt und war eine wichtige Vorbereitung für seine spätere Tätigkeit. In dieser Zeit wurde ihm auch der Titel „Geheimrat“ verliehen. [1][2][3][4][5]

Ministerialdirektor im Thüringer Wirtschafts-Ministerium

Am 1. Januar 1921 übernahm Karl Rauch die Aufgaben eines Ministerialdirektors im neu gegründeten Thüringer Wirtschafts-Ministerium in Weimar, wo er



Anfrage zur Mitarbeit im Thüringer Staatsdienst, Februar 1920

als Leiter der Abteilung Wirtschaft für die Förderung des Wirtschaftslebens auf dem Gebiet der Industrie, des Handels, des Gewerbes, des Handwerks und insbesondere auch für die Wasserwirtschaft und die Energiebewirtschaftung des Landes verantwortlich war. Neben diesem sehr umfangreichen Arbeitsfeld lehrte er weiterhin als ordentlicher Honorarprofessor für deutsches, bürgerliches und Handelsrecht an der Universität Jena. ([6], S.189)

Nachdem der II. Thüringer Landtag im Juli 1923 seine Zustimmung zur Gründung einer Thüringischen Landes-Elektrizitäts-Versorgungs-A.-G. (Thüringenwerk) gegeben hatte, übernahm Ministerialdirektor Rauch die Organisation der nächsten Schritte. Mit einem Schreiben vom 8. Oktober 1923 lud er zur Gründungsveranstaltung ein, die am 17. Oktober 1923 mit 32 Teilnehmern vor dem Thüringischen Amtsgericht im Gebäude der Thüringischen Staatsbank in Weimar stattfand. Das Land Thüringen wurde durch Staatsminister Emil Hartmann vertreten. Das eingebrachte Grundkapital von 105.000 Goldmark war auf 200 Aktien verteilt worden, von denen das Land Thüringen 51 % im Besitz hatte.

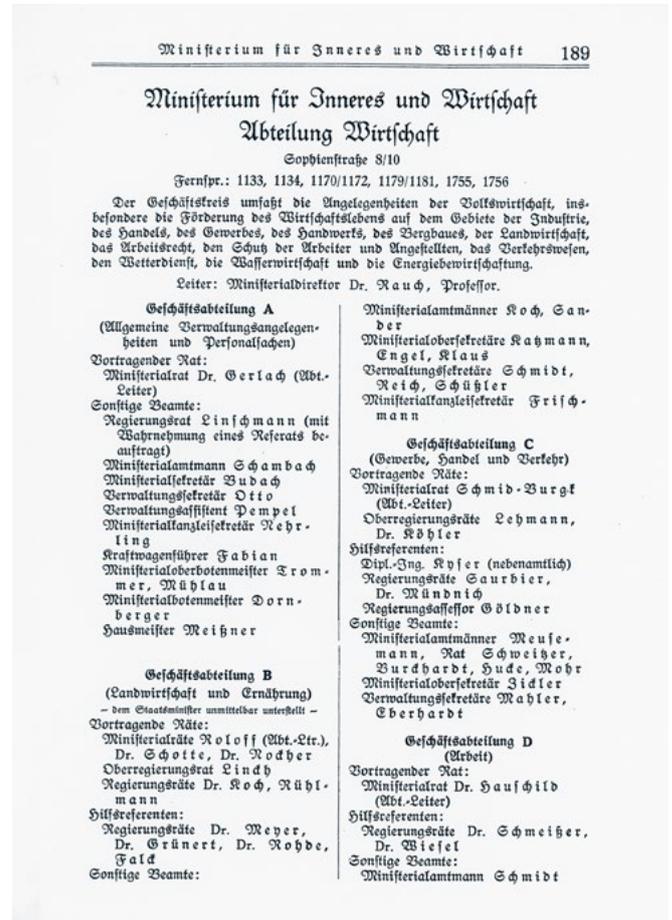
Aufsichtsrat der Thüringenwerk AG

Von den zwölf bestellten Mitgliedern des Aufsichtsrates der Thüringenwerk AG wurde Ministerialdirektor Rauch zum Vorsitzenden dieses Gremiums gewählt; Direktor Wilhelm Müller aus Jena zu seinem Stellvertreter.

Zum Vorstand des Thüringenwerks wurden Ministerialrat Gerhard Schmid-Burgk (Weimar) und (zunächst) Oberregierungsrat Hermann Blenck (Weimar) bestellt. Am 10. März 1924 übernahm Dipl.-Ing. Herbert Kyser die Aufgaben des Technischen Vorstands. [7]

Neben dem Vorsitz im Aufsichtsrat der Thüringenwerk AG übernahm Ministerialdirektor Rauch auch entsprechende Aufgaben in anderen Unternehmen der thüringischen Energiewirtschaft:

- Vorsitzender des Aufsichtsrats der am 6. September 1923 gegründeten Werrakraftwerke AG Weimar
- Stellv. Vorsitzender des Aufsichtsrats der am 7. Juni 1924 gegründeten Großkraftwerk AG Erfurt



Ministerialdirektor Dr. Rauch als Leiter der Abteilung Wirtschaft im Thüringer Ministerium für Inneres und Wirtschaft, 1926

- Von 1925 bis 1928 Vorstand der am 29. Januar 1925 gegründeten AG Obere Saale, Weimar; danach von 1929 bis 1932 Vorsitzender des Aufsichtsrates dieser AG
- Stellv. Vorsitzender des Aufsichtsrats der Gasfernversorgung Thüringen AG
- Vorsitzender des Aufsichtsrats der Schleizer Kleinbahn AG, Weimar
- Vorsitzender des Aufsichtsrats der Oberweißbacher Bergbahn AG, Oberweißbach

Über die Arbeiten in dieser Zeit berichtete Prof. Dr. Rauch in den Aufsätzen „Landeselektrizitätsversorgung und Saale-Talsperren“ [9] sowie „Energie- und Wasserwirtschaft“. [10]



Besuch der Baustelle Umlaufstollen Bleiloch am 23. März 1927 (1. Reihe stehend, 6.v.l.: Dr. Rauch)



Besichtigung der Baustelle Bleiloch am 23. März 1927

Vorstand der AG Obere Saale

Eine zentrale Aufgabe für die thüringische Elektrizitätsversorgung war der Bau der Wasserkraftwerke an der oberen Saale. Dafür musste eine eigene Gesellschaft gegründet werden, für die das Land Thüringen zunächst alle Aktien übernommen hat, um den Beitritt von Reich/Preußen offen zu halten. Beide hatten sich nämlich vertraglich festgelegt, nur mit dem Land Thüringen eine Gesellschaft bilden zu wollen.

Die Gründung der AG Obere Saale (AGOS) erfolgte am 29. Januar 1925 mit 13 Teilnehmern vor dem Thüringer Amtsgericht in Weimar. Das Land Thüringen wurde durch Staatsminister Dr. Georg Sattler vertreten. Das eingebrachte Grundkapital betrug 1 Mio. Reichsmark (1.000 Aktien zu je 1.000 Mark). Der Sitz in Weimar war in der Cranachstraße 47.

Zu Mitgliedern des ersten Aufsichtsrates wurden gewählt: Ministerialdirektor Wilhelm Toelle (Vorsitzender, von 1925 bis 1928), Ministerialrat Schmid-Burgk (Stellv. Vorsitzender, von 1925 bis 1933), Prof. Dr. Rudolf Straubel (von 1925 bis 1932), Regierungsrat Hermann Forkel (von 1925 bis 1932).

Zum Vorstand gehörten die Herren Prof. Dr. Karl Rauch (von 1925 bis 1928), Ministerialrat Richard Sommer (von 1925 bis 1933) und Direktor Herbert Kyser (von 1925 bis 1948).

Bau der Bleiloch-Talsperre

Zwischen 1925 und 1932 erfolgte der Bau der Bleiloch-Talsperre im Auftrag und unter allseitiger Anleitung und Oberaufsicht der AG Obere Saale. Am 23. April 1929 traten auf der Grundlage eines Staatsvertrags das Deutsche Reich und Preußen sowie am 27. Juni 1934 das Land Sachsen der AG Obere Saale bei, wodurch sich das Aktienkapital auf 22,0 Mio. Reichsmark erhöhte. Den Vertrag mit Reich/Preußen hat für das Land Thüringen Ministerialdirektor Rauch unterzeichnet. ([8], S. 164)

Am 2. Dezember 1932 wurde die Bleiloch-Talsperre feierlich in Betrieb genommen. Am Vormittag sprachen Prof. Dr. Rauch (seit 1929 Vorsitzender des Aufsichtsrats der AG) und die Vorstandsmitglieder Sommer und Kyser über die Entstehung und Bedeutung des Werkes. Im Rahmen der abendlichen Feier im Weimarer Hotel Fürstenhof schloss Prof. Dr. Rauch seine Festrede mit den Worten: „Mit vereinten Kräften in treuer Zusammenarbeit ist das Werk erbaut und zu seiner

Erbauung haben sich Reich und Länder die Hände gereicht. So wird unser Gedenken in dieser Stunde auf das gelenkt, was uns alle einigt: unser gemeinsames Vaterland, das Deutsche Reich.“ ([8], S. 189)

Am 1. Januar 1933 wurde die gesamte Betriebsführung für Bleiloch-Talsperre und Bleilochkraftwerk vom Thüringenwerk übernommen. Mit einem Fassungsvermögen von 215 Mio. m³ war die Talsperre die größte in Deutschland. Die elektrische Leistung des Bleilochkraftwerkes, das als Pumpspeicherkraftwerk errichtet wurde, betrug 40 MW.

Generaldirektor der AG Thüringische Werke

Zur Bündelung der Arbeit von Thüringer Unternehmen für die Erzeugung, die Fortleitung und den Absatz von Energie und Wärmemitteln wurde am 19. Mai 1926 als Dachgesellschaft die AG Thüringische Werke mit Sitz in Weimar gegründet. Zum Vorstand des Unternehmens wurde Generaldirektor Prof. Dr. Rauch ernannt, der damit als Ministerialdirektor im Thüringer Ministerium für Inneres und Wirtschaft in den Wartestand trat. Vorsitzender des Aufsichtsrats war Ministerialrat Müller, sein Stellvertreter Ministerialrat Schmid-Burgk. Aufgabe der Gesellschaft war es, die Beteiligung des Landes an den Unternehmungen, die sich mit der Erzeugung oder Fortleitung von Energie und Wärmemitteln und deren Absatz befassen, zusammenzufassen, ihre Wirtschaftlichkeit dadurch zu steigern und die Grundlage für die Erschaffung von Mitteln für die einzelnen angeschlossenen Unternehmen zu bilden. Die Organisationsform dieser AG ging auf einen Vorschlag von Prof. Dr. Rauch zurück.

In die AG Thüringische Werke sind die Beteiligungen des Landes Thüringen an folgenden Unternehmungen eingebracht worden: Thüringenwerk AG, Werrakraftwerke AG, Großkraftwerk Erfurt AG, AG Obere Saale, Überlandwerk Südharz GmbH, Oberweißbacher Bergbahn AG, Rhein-Main-Donau AG. Später kamen noch die Schleizer Kleinbahn AG, die Großgaswerk Erfurt AG und die Gasfernversorgung Thüringen AG hinzu. Das Grundkapital der Gesellschaft betrug im Geschäftsjahr 1926 8 Mio. Reichsmark (Ende 1936: 10 Mio. RM). ([11], S. 205-208)

Die AG Thüringische Werke wurde am 31. März 1937 aufgelöst. Ihre Aufgaben wurden vom Thüringenwerk übernommen.

Zur Tätigkeit von Prof. Rauch in dieser Zeit schreibt Beyerle: „Als man dann die thüringischen Interessen in einem gemeinwirtschaftlichen Unternehmen, der ‚Thüringische Werke AG‘ zusammenfasste, wurde Rauch deren Generaldirektor; er trat damit als Ministerialdirektor in den Wartestand. Die freie Stellung, welche ihm damit zuwuchs, ließ seinem Unternehmungssinn mehr Spielraum und lag ihm daher mehr als selbst ein leitender Ministerialposten. Nie fand ich ihn so ganz erfüllt von seiner Aufgabe, wie damals, als er mir 1928 die Arbeiten am Bleiloch, das Werden dieser Sperre zeigen konnte“ ([2], S.39).

In Anerkennung seines Wirkens wurde in Saalburg eine Straße nach ihm benannt: Dr.-Karl-Rauch-Straße.

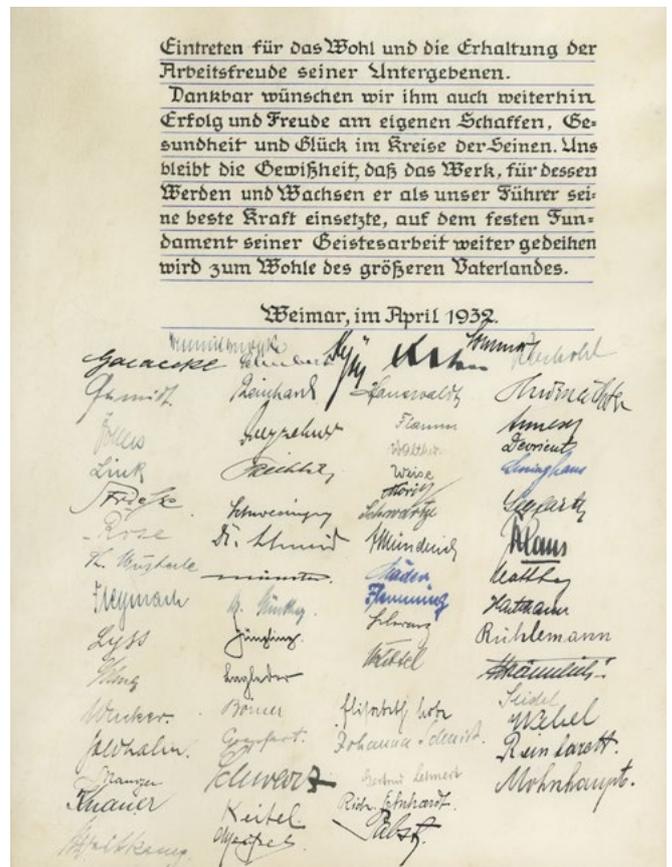
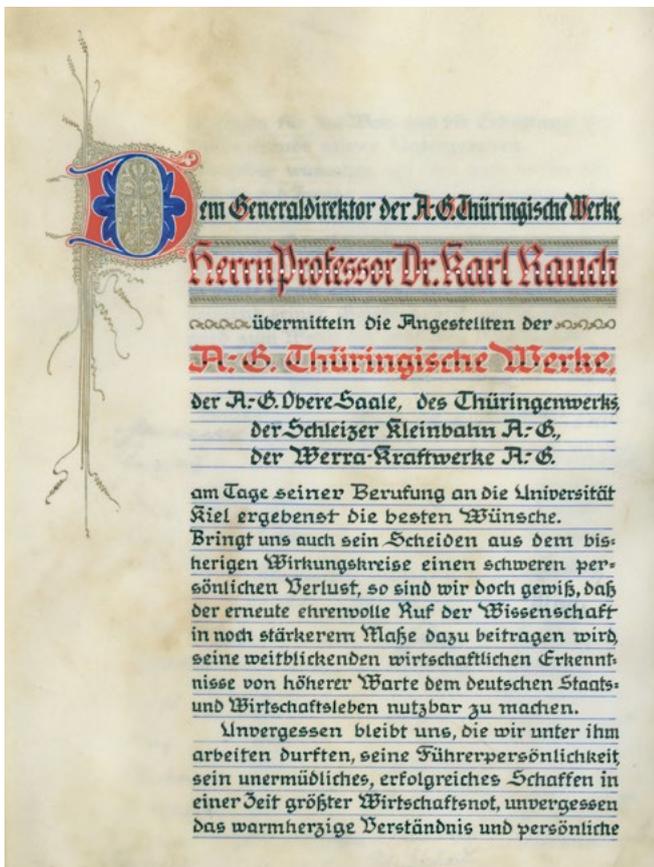


Dr.-Karl-Rauch-Straße

Rückkehr in die Professoren-Laufbahn

1932 trat Prof. Rauch ein Ordinariat für deutsches und Handelsrecht in Kiel an. Er kehrte damit wieder in die Professorenlaufbahn zurück, die er zwölf Jahre zuvor aufgegeben hatte. Morell erklärt diesen Schritt so: „Die Arbeiten der Thüringischen Werke AG, vor allem die zum Bau der Bleilochtalsperre an der Saale, die Rauch sehr ausfüllten, waren allerdings spätestens 1932 zu einem gewissen Abschluss gelangt, was ihm den Abschied aus Weimar möglicherweise erleichterte.“ ([4], S. 530)

Es gab aber auch noch einen anderen Grund für Rauchs Weggang aus Weimar. Das war der Aufstieg der Nationalsozialisten in Thüringen. 1930 waren sie mit Wilhelm Frick als Innenminister zum ersten Mal in Deutschland an einer Landesregierung beteiligt, 1932 stellten sie den Ministerpräsidenten. In einer



Abschiedswünsche für Prof. Rauch von den Mitarbeitern der A.-G. Thüringische Werke, April 1932

26. Februar 1953 in Bad Godesberg verstorben. Seine letzte Ruhestätte fand er auf dem Alten Stadtfriedhof in Graz.

Ehrungen

Neben seinem Wirken an verschiedenen Universitäten sowie als Ministerialdirektor, Generaldirektor, Vorstands- und Aufsichtsratsvorsitzender in der thüringischen Energiewirtschaft war Prof. Rauch auch als Unternehmer tätig. 1923 beteiligte er sich an dem in wirtschaftliche Schwierigkeiten geratenen Verlag Hermann Böhlau Nachfolger in Weimar, für den er auch als Autor arbeitete. Ende 1925 wurde er alleiniger Träger des Verlags und begründete das bis heute noch bestehende Verlagsprofil. Der Verlag arbeitet heute an den Standorten Wien, Köln und Weimar.

Prof. Rauchs wissenschaftliche Leistungen wurden durch die Mitgliedschaft in der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, die Verleihung eines Ehrendoktrats 1950 durch die Universität Bonn und, nach seinem Tode, in mehreren Nachrufen gewürdigt. [1][2][3][4]

Prof. Rauch war seit 1910 verheiratet und hatte drei Kinder, die Söhne Karl Wolfgang (geb. 1913), Dietrich (geb. 1916) und die Tochter Irmgard (geb. 1918). Er wohnte viele Jahre in seinem Haus in Oberweimar, Böcklinstraße 2.



Grabstein der Familie Rauch auf dem Alten Stadtfriedhof in Graz

Zeitschrift der NSDAP wurde Rauch als „Rassejude“ und als „Ernährungsdiktator Thüringens“ öffentlich diskreditiert. ([4], S. 531)

Nach der Lehrtätigkeit in Kiel folgten Berufungen nach Bonn, 1942 in seine Heimatstadt Graz und 1950 wieder nach Bonn, wo er bis zuletzt wirkte. Er ist am



Titelseite für die
Gedächtnisrede
an der Universität
Bonn, 17. Juli 1953

Quellen:

- [1] Schmidt-Rimpler, Walter: Gedächtnisrede auf Karl Rauch, Beiträge zur Geschichte der Universität Heft 4, Bonn, 1953
- [2] Beyerle, Franz: Karl Rauch, In: Zeitschrift der Savigny-Stiftung für Rechtsgeschichte, Bd. 70, S. 33-70, Weimar 1953

- [3] Karl Rauch, Nachruf von Max Rintelen, Sonderdruck aus dem Almanach der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 103. Jahrgang/1953, Wien, 1954
- [4] Morell, Alexander: Karl Rauch, In: Die Juristen der Universität Bonn im „Dritten Reich“, Hrsg.: Mathias Schmoeckel, S. 521-554, Köln/Weimar/Wien 2004
- [5] Private Mitteilung von Prof. Dr. Wolf Rauch, Graz
- [6] Staatshandbuch für Thüringen. Herausgegeben von der Präsidialabteilung des Thüringer Staatsministeriums, Weimar 1926
- [7] Prüfungsbericht des Vorstandes und Aufsichtsrates des Thüringenwerks, Weimar, 17. Oktober 1923
- [8] Mittelsdorf, Harald: Die Geschichte der Saale-Talsperren (1890-1945), Weimar 2007
- [9] Rauch, Karl: Landeselektrizitätsversorgung und Saale-Talsperren, In: Thüringen. Kultur und Arbeit des Thüringer Landes. Mit besonderer Berücksichtigung der Kommunalwirtschaft und Kommunalpolitik, Herausgeber: Carl Becker (Weimar) und Erwin Stein (Berlin-Friedenau), Berlin 1927
- [10] Rauch, Karl: Energie- und Wasserwirtschaft, In: Thüringen und seine Stellung in und zu Mitteldeutschland, S. 83-89, Weimar 1929
- [11] Staatshandbuch für Thüringen. Herausgegeben vom Thüringischen Staatsministerium, Weimar 1931
- [12] Rauch, Karl: Die Kommunalverbände als Träger der Lebensmittellversorgung. Unter besonderer Berücksichtigung der Organisation in den thüringischen Staaten, Weimar 1917

AUTORENVERZEICHNIS

Dr. Peter Glatz

studierte von 1952 bis 1956 Physik und Mathematik an der Universität Jena. Nach einer mehrjährigen Tätigkeit als Fachlehrer in Freiberg/Sa. und Sondershausen ab 1960 Mitarbeit im Bereich Physik des Pädagogischen Instituts Erfurt, der späteren Pädagogischen Hochschule (PH) Erfurt. 1975 Promotion an der PH Potsdam mit einer Arbeit zur historischen Entwicklung der physikalischen Einheiten und Einheitensysteme. Ab 1987 Hochschuldozent für Geschichte der Physik an der PH Erfurt, ab 1998 einige Jahre Gastdozent an der TU Ilmenau. Er ist Gründungsmitglied des Thüringer Museums für Elektrotechnik e.V. und seit 1997 Mitglied im Arbeitskreis Stromgeschichte Thüringens der TEAG. Beteiligung am Aufbau des historischen Archivs der TEAG.

Dipl.-Ing. Stephan Hloucal

(Regierungsdirektor a. D.)
studierte von 1972 bis 1976 Informationstechnik und Theoretische Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Ilmenau. Von 1976 bis 1990 war er im VEB Funkwerk Erfurt (FWE) tätig. Er beschäftigte sich mit elektronischer Messtechnik im Halbleiterbauelemente-Prüffeld und im Messgerätewerk. Von 1987 bis 1991 lehrte er neben beruflich als Dozent an der Ingenieurschule Eisleben Mess- und Prüftechnologie. Von 1990 bis 2006 war er Beamter in der Thüringer Staatskanzlei und dem Thüringer Kultusministerium. Ab 2006 berufliche Selbstständigkeit im Bereich Erneuerbarer Energien und Speichertechnologien. Seit 1990 ist er Vorsitzender des Thüringer Museums für Elektrotechnik e.V.

Dipl.-Ing. Friedmar Kerbe

war nach dem Studium an der ehemaligen Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, Fachrichtung Baustoffingenieurwesen, und am Mendelejew-Institut in Moskau von 1967 bis 1996 in der Industrieforschung der Keramischen Werke Hermsdorf (KWH) bzw. der TRIDELTA auf dem Gesamtgebiet der Oxidkeramik tätig. Er ist Mitglied im Redaktionsbeirat von Fachzeitschriften und veröffentlicht kontinuierlich zur Oxidkeramik und zur Geschichte der Keramischen Technik, wofür ihm 2019 die Ehrenmitgliedschaft der Deutschen Keramischen Gesellschaft (DKG) verliehen wurde. Als Mitbegründer des Vereins für Regional- und Technikgeschichte e.V. Hermsdorf gehört er gleichzeitig ab 1997 dem Arbeitskreis „Stromgeschichte Thüringens“ der TEAG an.

Dipl.-Ing. Ulrich Liebold

studierte von 1976 bis 1981 Physik und Technik Elektronischer Bauelemente an der Technischen Hochschule Ilmenau. Von 1981 bis 1991 war er als Entwicklungsingenieur in den Mikroelektronik-Betrieben Mühlhausen und Erfurt tätig. Daran schloss sich eine Tätigkeit in der UTG Umwelttechnik und Gerätebau GmbH Erfurt an. Von 1997 bis 1999 arbeitete er für die IHK Erfurt im Bereich der Umwelt- und Innovationsberatung. Danach war er wissenschaftlicher Mitarbeiter in den Fachgebieten Festkörperelektronik und Nanotechnologie der TU Ilmenau und zuletzt am IMMS Institut für Mikroelektronik- und Mechatronik-Systeme gemeinnützige GmbH in Erfurt. Er ist Mitglied im Thüringer Museum für Elektrotechnik Erfurt e.V.

Dipl.-Ing. Gerhard Roleder

studierte von 1975 bis 1979 Physik und Elektronische Bauelemente an der Technischen Hochschule Ilmenau. Von 1979 bis 1989 war er Technologe und Entwicklungsingenieur im VEB Elektrogas Ilmenau bzw. im VEB Mikroelektronik „Karl Marx“ Erfurt. Von 1990 bis 1995 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Hygieneinstitut, danach Vertriebsingenieur bei Electronicon Gera und seit 2003 Account Manager für Produkte der Glasfaser- und Netzwerkübertragung bei GE / UTC Fire & Security. Mitglied im Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V., Funkamateure seit 1971.

Dipl.-Ing. Matthias Wenzel

studierte von 1978 bis 1983 Elektrotechnik an der Technischen Universität Dresden. Von 1983 bis 1986 war er Technologe für piezokeramische Erzeugnisse im VEB Elektronik Gera in Gera. Mit dem Wechsel in den Direktionsbereich Energie- und Brennstoffökonomie des VEB Energiekombinat Gera im Jahr 1986 begann eine bis heute andauernde Beschäftigung in der Thüringer Energiewirtschaft (OTEV, TEAG, E.ON Thüringer Energie AG, TEAG Thüringer Energie AG) in verschiedenen Bereichen und Funktionen. Er vertritt die TEAG von Beginn an im Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V., ist Mitglied im Arbeitskreis Stromgeschichte Thüringens der TEAG sowie im VDE-Arbeitskreis Geschichte der Elektrotechnik/ Elektronik.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V.
(Der Newsletter erscheint zweimal jährlich ausschließlich in elektronischer Form.)

V. i. S. d. P.:

Stephan Hloucal

Redaktion:

Matthias Wenzel, Stephan Hloucal

Anschrift: Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V.,
Hohe Str. 24, D-99094 Erfurt

www.elektromuseum.de

Mail: info@elektromuseum.de

Facebook: Thüringer Museum für Elektrotechnik

Twitter: ElektromuseumEF

Instagram: elektromuseum

Fon: 01 76 44 44 58 22

Bank: IBAN DE87820510000130084298

BIC HELADEF1WEM

Finanzamt Erfurt 151/141/18963

Amtsgericht Erfurt VR160490

Haftungsausschluss:

Herausgeber und Redaktion übernehmen keine Forderungen, die aus Rechten Dritter zu einzelnen Beiträgen entstehen.

Für unverlangt eingesandte Texte, Fotos und Materialien wird keine Haftung übernommen.

Das ON.LINE-Magazin und alle in ihm enthaltende Beiträge, Fotos und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts

ist ohne Zustimmung der Autoren oder der Rechteinhaber bzw. der Redaktion unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen jeder Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

© Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V., bei den Autoren und Fotografen 2023. Falls nicht anders vermerkt, liegen die Nutzungsrechte an den Fotos beim Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V.

Datenschutzerklärung - personenbezogene Daten:

Im Zuge der neuen EU-Datenschutz-Grundverordnung gelten strengere Regeln für die digitale Kommunikation. Ohne Ihre Zustimmung können wir Ihnen die nächsten ON.LINE-Ausgaben nicht mehr zusenden. Wir legen großen Wert auf den verantwortungsvollen Umgang mit Ihren Daten. Personenbezogene Daten wie z. B. Name und E-Mail-Adresse werden nicht erfasst, es sei denn, Sie geben uns diese Informationen freiwillig, z. B. zur Bearbeitung von Anfragen, bei Kommentaren, bei der Newsletter-Anmeldung. Die freiwillig gegebenen Daten werden ausschließlich für den Zweck verwendet, für den sie überlassen wurden und werden nicht an Dritte weitergegeben. Wenn Sie unser ON.LINE nicht mehr empfangen möchten, informieren Sie uns bitte per E-Mail. Ihnen steht das Recht zu, Ihre Einwilligung jederzeit mit Wirkung für die Zukunft gegenüber uns zu widerrufen. Dieser Widerruf kann formlos per E-Mail erfolgen.

Falls Ihnen die ersten Ausgaben von ON.LINE abhandengekommen sind, so Sie finden sie diese zum Herunterladen unter:

<https://www.elektromuseum.de/newsletter.html>.

Wir freuen uns, wenn Sie ON.LINE auch an interessierte Freunde, Bekannte und Kolleginnen und Kollegen weitergeben. Aktuelles von uns finden Sie auf Facebook, Twitter und Instagram!