

Vorwort

Matthias Wenzel, Erfurt

Die Chemnitzer machen es nicht nur den technikinteressierten Erfurtern bzw. Thüringern vor: Eine sanierte ehem. Fabrikhalle der Hartmannfabrik, 1864 erbaut und Teil einer weltweit erfolgreichen Lokomotiven-Produktion in Chemnitz, ist heute das Besuchs- und Informationszentrum für „Chemnitz 2025“. Das mit fast 302 m höchste Bauwerk Sachsens im Chemnitzer Heizkraftwerk Nord, 1984 fertiggestellt (mit Für und Wider), macht seit 2017 mit LED-Leuchten zu sieben leuchtenden Farben auf die Stadt aufmerksam. Das Industriemuseum Chemnitz vermeldet für das erste Halbjahr 2025 einen Besucheranstieg um zwei Drittel des sonst Üblichen. Die Villa Esche (H. E. Esche – ein erfolgreicher Chemnitzer Textilunternehmer), Henry van de Velde erster Architekturauftrag in Deutschland, gehört mit der Anzahl ihrer Führungen zu den Spitzenreitern unter den Chemnitzer Museen. Der Verkehrsverbund Mittelsachsen rechnet mit einer Million zusätzlicher Fahrgäste allein im ersten Halbjahr. Das mit Skepsis und Vorurteilen bedachte Projekt Kulturhauptstadt wirkt nicht nur für Chemnitz: 38 Städte und Gemeinden aus Mittelsachsen, dem Zwickauer Land und dem Erzgebirge bilden mit Chemnitz die Kulturhauptstadtregion – sind Teil der Gesamt-schau einer starken Region. Und Thüringen – und Erfurt??



Blick in die Rasmussen-Halle des Industriemuseums Chemnitz mit der Ausstellung John Cage „Museumcircle“, 31.1. – 18.5.2025, mit 100 technischen und Kunstobjekten aus 52 Museen per Zufall ausgewählt und arrangiert

Als Technikmuseum ohne Präsenzausstellung setzen wir vorerst weiter auf die digitalen Medien und beschreiben (nur) die großen technischen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Leistungen von Thüringerinnen und Thüringern bis in die Gegenwart. Die spannende Entwicklung des Mühlhäuser Kleincomputers KC85 wird in dieser ON.LINE-Ausgabe von den Chefentwicklern höchstselbst dargestellt. Wir wären begeistert, wenn wir von den ersten Nutzern des KC85 erfahren könnten, wie sie ihre Geräte in der Praxis nutzten und welche Erfahrungen sie mit ihnen machen konnten. Vor kurzem erhielten wir von einem ehemaligen Entwicklungsingenieur ein „URI-fix“, ein Unikat der

Inhalt

- Vorwort
- Literaturempfehlung
- 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 17. 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 17.2025 wurde erstellt mit freundlicher Unterstützung der TEAG Thüringer Energie AG, Erfurt.

Erfurter Messgeräteentwicklung, welches Vorbild für die Entwicklung des Multimeter G-1004.500 war. Wir stellen hier die Entwicklungsgeschichte vor. Und wir setzen die Geschichte der Transistorradios aus Thüringen aus der letzten ON.LINE-Ausgabe fort. Kurz herausgezogen: Ab den 1970er Jahren waren neben den ursprünglich Konsumgüter herstellenden Betrieben auch alle anderen Betriebe aufgefordert, zusätzlich zu ihren eigentlichen Produktionsaufgaben bis zu fünf Prozent ihrer Warenproduktion für die Herstellung von Konsumgütern aufzuwenden. So stellte der Rechentechnikhersteller VEB Rechentechnik Zella-Mehlis in diesem staatlich verordneten Programm neben Motoren für Küchengeräte auch die Transistorradios der Prominent- und Progress-Reihe her. Die Energieversorgung Thüringens war übrigens mit einer breiten Produktpalette an der Konsumgüterproduktion beteiligt: von Hohlblocksteinen über Bettfedern bis hin zu Karpfen.

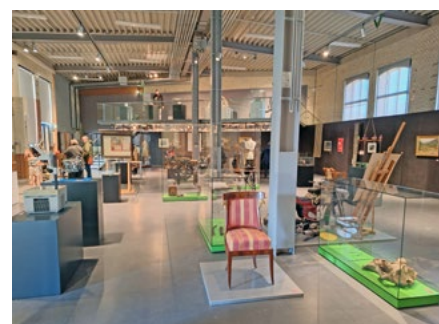
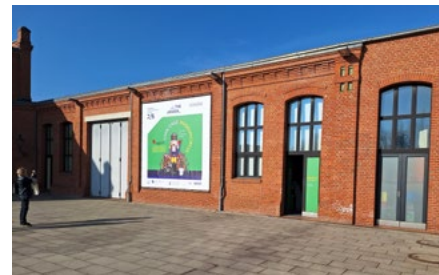
Voraussetzung für die Nutzung des elektrischen Stroms in Radios, Computern, Haushaltsgeräten ... ist dessen Erzeugung und sichere Verteilung. Die erste nachweisliche Gleichstromnutzung im heutigen Thüringen gab es Ende 1877 in der Färberei von Louis Hirsch in Gera. Mit einem Beitrag zur Gestaltung von Leitungen und Trafohäuschen berichten wir über die Design-Geschichte unserer heutigen elektrischen Verteilungsanlagen unter dem Einfluss des Heimatschutzes zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts. Abschließend erinnern wir an den herausragenden Ilmenauer Produktions- und Entwicklungsstandort für technisches Glas mit einer langen Tradition und regen damit auch zu einem Besuch in einem thüringischen Glasmuseum an. Wir wünschen Ihnen eine erholsame Sommerzeit und hoffen, dass wir Ihnen dafür interessanten Lesestoff bereitstellen konnten.

Bleiben Sie uns gewogen.

Quellen:

[1] https://de.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing

[2] <https://sammlungen.ulb.uni-muenster.de/hd/content/pageview/2153522>



LITERATUREMPFEHLUNG

Die Radiostation Hörby im Dienst des Schwedischen Rundfunks

In den Jahrzehnten, in denen Rundfunk in großem Umfang auf Lang-, Mittel- und Kurzwelle betrieben wurde, entstanden Senderstandorte, deren Namen selbst zum Inbegriff für Rundfunk wurden. Dazu gehörten Königs Wusterhausen in Deutschland und Hörby in Schweden. Nahe der südschwedischen Kleinstadt Hörby waren über mehrere Jahrzehnte Rundfunksender auf Mittel- und Kurzwelle in Betrieb. Im Rundfunk jener Zeit musste sich jeder Sender auf seiner zugewiesenen Frequenz behaupten und hatte ein großes Gebiet abzudecken, das in vielen Fällen weit über Landesgrenzen hinausging.

Das Buch schildert die Geschichte des Mittelwellen-Großsenders und dreier Generationen leistungsstarker Kurzwellensender in Hörby. Eine späte Episode

Gerhard Roleder, DL6AKC
Die Radiostation Hörby
im Dienst des
Schwedischen Rundfunks



Miller E-Books

GFGF-Schriftenreihe zur Funkgeschichte
Band 31



bildet die Umsetzung der Endstufe des Mittelwellensenders ins Museum Funkerberg in Königs Wusterhausen. Viele der gezeigten Fotos und Zeitungstexte stammen aus dem Archiv der Betreiberfirma Teracom AB. Einige von ihnen sind erstmalig in einer Veröffentlichung zu sehen. Neben der deutschen Ausgabe wurde angesichts des internationalen Interesses auch die englischsprachige Ausgabe aufgelegt. Herausgeber ist die Gesellschaft der Freunde der Geschichte des Funkwesens (GFGF) e.V.

Das E-Book (Autor: Gerhard Roleder, Rufzeichen DL6AKC) ist in der 1. Auflage 2025 bei Miller E-Books,

Buchloe, mit 154 Bildern zum Preis von 4,99 Euro unter der ISBN 978-3-95600-950-1 (deutsche Ausgabe) und zum Preis von 4,99 Euro unter der ISBN 978-3-95600-951-8 (englische Ausgabe) erschienen. Es ist über alle Verkaufsplattformen wie Amazon, Apple, Tolido, Kobo erhältlich.

Der E-Book-Download erfolgt für die

- deutsche Version als ePub oder im Kindle-Format:
<https://amzn.to/424q4QJ>

- englische Version als ePub oder im Kindle-Format:
<https://amzn.to/4hBX7QG>

AUS AKTUELLEM ANLASS

40 Jahre Kleincomputer KC85 aus Mühlhausen

Vorbemerkung von Ulrich Liebold, Erfurt

In den beiden letztjährigen Ausgaben des ON.LINE (15.2024, 16.2024) erinnerten wir an die Entwicklung des Heimcomputers HC900 aus Mühlhausen und erhielten von den beiden Chefentwicklern, Dr.-Ing. Werner Domschke und Dipl.-Ing. Werner Dennstedt, erste Einblicke in die aufregende und zum Teil höchst ungewöhnliche Entwicklungsgeschichte der Mühlhäuser Heim- und Kleincomputer.

Die beiden Pioniere auf diesem Entwicklungsgebiet zeigten sich bei der erneuten Beschäftigung mit dem Thema selbst erstaunt über die hohe Resonanz dieser Geräteentwicklungen, die sich auch heute noch in diversen einschlägigen Foren und auf Internetseiten widerspiegelt.

In einem umfassenden Artikel in dieser Ausgabe gewähren sie uns einen noch tiefergehenden Einblick in eine hoch kreative Phase ihres Berufslebens. Gleichzeitig erinnern sie an den bewundernswerten Enthusiasmus, die Leistungsbereitschaft, Kreativität und die ausgeprägten Fachkenntnisse, die nicht nur die Chefentwickler selbst, sondern ihr gesamtes Team bewiesen.



The brilliant KC85/4 (Quelle: <http://www.mpm-kc85.de/>)

Neben den eigentlichen technischen Entwicklungen mag den heutigen Leser der Beschreibungen von Entwicklungstätigkeiten in Mühlhausen vor 40 Jahren verwundern oder interessieren, wie neben politisch motivierten Druckpunkten auch persönliche Freundschaften und die Chancen auf Verbesserungen der privaten Lebenssituation im Kontext der Entwicklungen eine Rolle spielten. Viele, die damals dabei waren, werden sich daran erinnern.

Der Verfasser dieses Vorwortes und selbstverständlich auch die beiden „Väter des KC85“, wie sie in der Extraausgabe 2019 der Computerzeitschrift c't in dem Beitrag „Der Silizium-Vorhang“ genannt wurden (die einander seit ihrer gemeinsamen beruflichen Tätigkeit in Mühlhausen Anfang der 1980er Jahre persönlich kennen), würden sich freuen zu erfahren, wie die ersten Nutzer Bekanntschaft mit ihren Geräten machten und sie in der Praxis nutzten. Vielleicht ergibt sich daraus für die Jahresendausgabe unseres ON.LINE eine weitere Darstellung unter einem ganz neuen Aspekt.

Die Kleincomputer aus Mühlhausen Eine kurze Geschichte von 1979 bis 1990

Zeitzeugen erinnern sich. Ein Beitrag zur
Geschichte der Mikroelektronik in Thüringen

Werner Domschke und Werner Dennstedt,
Erfurt/Mühlhausen

Einführung

Von 1983 bis 1990 bestand im VEB Mikroelektronik „Wilhelm Pieck“ Mühlhausen eine Entwicklungsabteilung für Kleincomputer. Mit der Wende 1990 wurden die Entwicklung und Produktion dieser Kleincomputer allerdings eingestellt. So ist es erstaunlich, welche Resonanz die Entwicklung des HC900 bzw. des KC85 bis heute erfährt. Auf diversen Internetseiten wird heute noch mit Begeisterung davon erzählt. In den letzten Jahren ist offensichtlich das Interesse an unserer Entwicklung wieder gestiegen, was eigentlich unglaublich ist – 35 Jahre nach der Produktion des letzten KC85/4.

Die nachfolgenden Ausführungen wurden von den oben erwähnten „Vätern des KC85“, den Entwicklungsingenieuren Werner Domschke und Werner Dennstedt, verfasst.

Die ersten Schritte

Die beiden lernten sich beim Studium in Dresden kennen und bewohnten damals gemeinsam eine notdürftig eingerichtete Veranda in Dresden-Gorbitz. Nach ihrem Diplomabschluss 1975 trennten sich zunächst ihre Wege. Werner Dennstedt fand eine Anstellung im damaligen Funkwerk Erfurt, während Werner Domschke als wissenschaftlicher Assistent an der Technischen Universität in Dresden blieb.

Als frischgebackener Informatik-Absolvent der TU Dresden kam Werner Dennstedt im September 1975 in eine Entwicklungsabteilung des Funkwerks Erfurt, und zwar in die Geräteentwicklung. Dieser Bereich ist

Die Väter des KC85



Die Väter des KC85 (Quelle: Zusammenstellung der Autoren, privat)

wahrscheinlich nicht so bekannt gewesen wie die Chipfabrik mit der Schaltungsentwicklung, aber es bestanden immer enge Verbindungen zwischen den beiden Werken. Schon an der Uni hatten Dennstedt und Domschke von neuen Schaltkreisen, den Mikroprozessoren (wie dem Intel 4Bit Mikroprozessor μP 4040 oder dem 8Bit μP 8080) gehört. Da diese Intel-Schaltkreise in der DDR nicht verfügbar waren, wurde aber an ihre Anwendung in der Geräteentwicklung des Funkwerks nie gedacht.

Nach kurzer Einarbeitungszeit wurde Werner Dennstedt mit ersten, eigenständigen Entwicklungsarbeiten betraut. Als für ein neues Projekt die Schaltungsbasis festgelegt werden sollte, erwähnte der Abteilungsleiter so nebenbei, dass er von den „Schaltkreisleuten“ ein paar Muster eines neuen IC erhalten hätte. Die sollten sich die Ingenieure mal anschauen, ob sie in den Projekten Einsatz finden könnten. Es handelte sich um einen Mikroprozessor mit der Bezeichnung U880. Die Ingenieure fanden natürlich schnell heraus, dass das ein Klon des Z80 von Zilog war, und das sollte für die spätere Tätigkeit von Werner Dennstedt in Mühlhausen noch ziemlich wichtig werden.

Wohnraum war zu dieser Zeit für junge Familien ziemlich knapp. So kam Werner Dennstedt das Angebot einer Wohnung, verbunden mit der Möglichkeit ein Eigenheim zu bauen, sehr gelegen. Die Familie zog in einen Vorort von Mühlhausen. Da das Funkwerk Erfurt und das Röhrenwerk Mühlhausen (später

Mikroelektronik Mühlhausen) dem gleichen Kombinat (nämlich dem Kombinat Mikroelektronik) angehörten, gab es auch keine größeren Probleme mit diesem Wechsel der Arbeitsstätte. Werner Dennstedt erhielt einen Überleitungsvertrag und konnte Anfang 1979 in Mühlhausen in der Abteilung Taschenrechner-Entwicklung eine neue Tätigkeit als Entwicklungsingenieur beginnen.

Werner Domschke blieb an der Uni und erhielt einen befristeten Vertrag als Assistent. Im Nachhinein stellte er fest, dass er den Stoff, den ihnen die Professoren im Studium präsentiert hatten, erst bei den Seminaren und Praktika, die er dann selbst geleitet hat, wirklich begriff.

Werner Dennstedts erster Auftrag in Mühlhausen war eine Machbarkeitsstudie für den MR700, also einen Taschenrechner mit Drucker. Er musste schnell erkennen, dass dafür in der DDR nicht die erforderlichen Ressourcen zur Verfügung standen. Die Recherche für einen programmierbaren Taschenrechner MR900 scheiterten aus dem gleichen Grund.

Die damals aktuelle Taschenrechnerbaureihe in Mühlhausen hatte eine vorgegebene Nomenklatur, die mit den Buchstaben MR (Mühlhäuser Rechner) begann. Die erste Ziffer danach gab dann den Verwendungszweck an, so eine 4 für Taschenrechner mit Uhrfunktion, die 6 für wissenschaftlich-technische Rechner, die 7 für Taschenrechner mit Drucker und die 9 für programmierbare Taschenrechner.

Bei seinen Arbeiten stieß Werner Dennstedt in einer (West-)Fachzeitschrift auf eine neue Art von Geräten, die Heimcomputer, und zwar auf den ZX81. Nachdem er herausgefunden hatte, dass dieses Gerät den Mikroprozessor μP Z80 verwendete, war sein Interesse geweckt. Er konnte seine Vorgesetzten davon überzeugen, eine Machbarkeitsstudie für einen Heimcomputer durchzuführen. Dabei kam ihm sicherlich zu Hilfe, dass solch ein Produkt gut zum politisch motivierten Auftrag der DDR-Betriebe passte, neue, attraktivere Konsumgüter herzustellen.

Da aber dieses neue Gerät kein Taschenrechner sein würde, musste unbedingt ein neuer Name her: HC900. Das HC stand für Heimcomputer, die 9 stammte von den programmierbaren Rechnern, zwei

Nullen dahinter zeigten an, dass es sich um ein Basisgerät handelte.

Der Start

Nun versuchte Werner Dennstedt, seinen Freund Werner Domschke für das neue Projekt zu begeistern und mit dem Argument, er würde an einer ganz neuen Gerätegeneration arbeiten, von Dresden „wegzulocken“. Das wäre äußerst interessant und bisher noch geheim. Das Röhrenwerk Mühlhausen hätte ein großes Interesse daran, dass Werner Domschke sich da mit einbringen würde. Entsprechend lockte man ihn auch mit einer Wohnung und einem Kindergartenplatz. Familie Domschke fand den Umzug nach Mühlhausen durchaus interessant, da er familiär gut passte und ihre Wohnung in Dresden inzwischen baupolizeilich gesperrt war. Also wurde der Umzug organisiert.

Werner Dennstedt hatte in Vorbereitung der Entwicklung des Heimcomputers eine Versuchsanordnung mit einem U880 und einer Siebensegmentanzeige aufgebaut. Da konnte man bitweise ein Programm eingeben und dann im Step-Betrieb testen. Das brachte ein erstes Verständnis für den Mikrocontroller und war eine gute Möglichkeit, die Technik verstehen zu lernen.

Da Werner Domschke im Wesentlichen im Bereich Software gearbeitet hatte, war über das persönlich gute Miteinander der beiden Ingenieure hinaus das ideale Gespann gefunden: Werner Dennstedt stand für die Hardware und Werner Domschke für die Software. Die Arbeitsteilung war allerdings nicht ganz so strikt. Man diskutierte alle Konzepte in einer kleinen Gruppe, zu der u. a. auch Mechanik-Konstrukteure und Leiterplattenentwickler gehörten, gemeinsam und fand dann die beste Lösung.

Das Konzept: Wie könnte der Heimcomputer aus Mühlhausen aussehen?

Nachdem die Betriebsleitung vom Potenzial des Heimcomputers überzeugt war, gab es grünes Licht zur Durchführung einer Machbarkeitsstudie. Da die Bezeichnung „Heimcomputer“ von offizieller Seite nicht gewünscht war (wegen der begrifflichen Ähnlichkeit mit westlichen Produkten), wurde für die Studie die Bezeichnung „Videocomputer“ gewählt.

Schnell wurde den Entwicklern klar, dass dieses Thema eine ganz andere Größenordnung hatte als alle bisherigen Entwicklungen zu Taschenrechnern. Werner Dennstedt und Werner Domschke begannen das Projekt mit vier weiteren Entwicklern. Zuerst wurde eine Zielvorgabe für die technischen Leistungsmerkmale definiert. Dabei laufen Entwickler ja immer Gefahr, eine „eierlegende Wollmilchsau“ zu entwerfen. Deshalb verständigten sie sich auf ein Systemkonzept, das auf einem Basisgerät mit den unabdingbaren Grundfunktionen aufbaute und später mit den Anforderungen der Nutzer durch Erweiterungsbaugruppen wachsen konnte. Die Peripherie sollte aus handelsüblichen Geräten bestehen, d. h. für das Display sollte ein Farbfernsehgerät und als Datenspeicher ein Kassettenrekorder verwendet werden.

Das erste größere Problem stellte die Tastatur dar. Eine Integration ins Basisgerät kam nicht infrage, da das die Ausbaufähigkeit des Systems zu stark eingeschränkt hätte. Die Lösung des Problems bestand in einer abgesetzten Tastatur. Die sollte natürlich möglichst freibeweglich sein und im Aufbau einer Schreibmaschinentastatur entsprechen. Bei Tastaturen war durch die Taschenrechner schon einiges an Know-how vorhanden. Die ersten Überlegungen tendierten zum Einsatz von den in den Taschenrechnern verwendeten „Knackfröschen“ (Bei Tastaturen ist ein „Knackfrosch“ (auch Schnappscheibe oder Metall-dome genannt) ein kleiner Schalter, der eine taktile Rückmeldung und die elektrische Schaltung bei Folientastaturen ermöglicht. [1]). Das wurde aber als fertigungstechnisch zu kompliziert verworfen.

Zu dieser Zeit wurden aber auch die ersten Schaltmatten aus leitfähigem Gummi in den Taschenrechnern verwendet. Diese wurden spritztechnisch hergestellt. Ein Spritzwerkzeug in der erforderlichen Größe kam aber aus Preisgründen nicht infrage. Gewählt wurde eine Lösung aus einer handelsüblichen Gummimatte mit eingeköpften Schaltpunkten. Das war technisch nicht ideal, da es nur eine schwache taktile Rückmeldung gab, und es hat uns einige Kritik der Anwender eingebracht. Aber es war „kostengünstig“ und bei uns machbar, was eine große Rolle spielte. Der Vorteil bei dieser Konstruktion bestand darin, dass das übliche Schreibmaschinenlayout realisiert werden konnte. Die Datenübertragung von der Tastatur zum Basisgerät war die nächste Herausforderung. Sie musste möglichst flexibel gestaltet werden. Ein dickes Kabel kam also nicht infrage. Hier bot sich der Einsatz des Schaltkreises U807 an. Der wurde für die IR-Fernbedienung von Fernsehgeräten verwendet und war somit relativ preisgünstig und gut verfügbar. Wir haben auch überlegt, ob wir die Tastatur völlig ohne Kabel über Infrarot anschließen sollten. Das hätte aber einen Batteriebetrieb der Tastatur bedeutet. Damit hätten wir jede Menge weiterer Probleme wie Batterie-

wechsel, Batterie-Status-Anzeige usw. zu lösen gehabt. Also benutzten wir lieber ein dünnes flexibles Dioden-Kabel.

Nachdem das Grundkonzept im Wesentlichen abgestimmt war, ging es an die konstruktive Umsetzung der

Ideen. Hier kommt ein Beispiel der damals öfter praktizierten „sozialistischen Hilfe“ ins Spiel. Wie sollte das Produkt aus Basisgerät, Tastatur und Erweiterungsbaugruppen eigentlich aussehen? Im Betrieb standen Konstrukteure für Werkzeuge, Leiterplatten, Blech- und Kunststoffteile zur Verfügung, aber keine Designer. Es wurde also im gesamten Kombinat Mikroelektronik recherchiert und im Uhrenwerk Ruhla ein „technischer Formgestalter“ gefunden. Mit ihm zusammen wurde das Gestaltungskonzept, bestehend aus dem Basisgerät, der Tastatur sowie den Erweiterungsbaugruppen (Module und Aufsatzgeräte) erarbeitet. Ohne besonderen Auftrag, quasi als Zugabe, wurde noch das System-Logo entworfen.



KC85 Logo (Quelle: VEB Mikroelektronik Mühlhausen)

Welche Voraussetzungen sollte der HC900 erfüllen?

- modulare Erweiterungsmöglichkeit, um das Gerät optimal an den Einsatzzweck anpassen und die Kosten des Grundgerätes in Grenzen halten zu können
- Grundgerät mit mehreren Modulschächten für Erweiterungen
- Aufsatzgeräte in der gleichen Größe wie das Grundgerät für unterschiedliche Funktionen
- vom Grundgerät abgesetzte Tastatur im Schreibmaschinenlayout
- Verwendung von nur in der DDR vorhandenen Bauelementen
- 16-KByte-Arbeitsspeicher und 16-KByte-Bildwiederholtspeicher
- Kassettenmagnetbandgeräte als Datenspeicher
- Basic als erste Programmiersprache
- farbige Vollgrafik (320 x 256 Bildpunkte) mit 16 Vorder- und 8 Hintergrundfarben, d.h. jeder Bildpunkt kann einzeln angesprochen werden
- Verwendung von handelsüblichen Fernsehgeräten als Anzeigeeinheit
- Fernsehgeräteanschluss über einen FBAS/RGB-Ausgang und über Antenne
- Zusatzmodule
 - für digitale und analoge Ein- und Ausgaben
 - für standardisierte Schnittstellen, z. B. für Drucker
 - für Speicher (RAM und ROM)
 - für Software im ROM (Basic, Assembler u. a.)
 - und für weitere, evtl. noch zu entwickelnde Anwendungen

Das erste Muster

Die wesentlichen Entwicklungswerkzeuge bei der Hardwareentwicklung und Konstruktion der mechanischen Baugruppen waren zunächst einmal Papier und Bleistift. Die so gezeichneten Schaltpläne und Konstruktionen wurden dann von fleißigen Zeichnerinnen mit Tusche und Transparentpapier auf dem Reißbrett in vervielfältigbare Zeichnungen umgesetzt. Entsprechende Computer und CAD-Systeme gab es damals noch nicht.

Aus diesen Skizzen wurde das erste Funktionsmuster auf Lochrasterleiterplatten aufgebaut. Die Bauelemente wurden durch die Löcher gesteckt und auf der Rückseite durch Löt- oder Wickelverbindungen verschaltet. Dabei wurden noch eine Menge Fehler in der Konzeption gefunden und Erfahrungen gesammelt, die für die spätere Konstruktion unverzichtbar waren.

Die Mechanische Konstruktion und die Leiterplattenentwicklung

Hochachtung muss man vor den Leiterplattenentwicklern haben, die die Vorlagen für die Leiterplatten auf den Reißbrettern entwarfen und in Tusche in einem größeren Maßstab zeichnen. Da zweilagige Leiterplatten verwendet wurden, also Kupferleitun-

gen auf Vorder- und Rückseite, mussten die beiden Ebenen 100%ig übereinstimmen und eine Seite spiegelverkehrt gezeichnet werden. Die Zeichnungen wurden abfotografiert und auf die geforderte Größe verkleinert. Mit diesen Fotos sind dann die Leiterplatten produziert worden.

Auch vor den Mechanik-Konstrukteuren, die die Werkzeuge für die Kunststoffteile entwarfen, muss man große Hochachtung haben. Die Teile wurden in Spritzgussmaschinen hergestellt und nur mit dem nötigen Know-how und langjähriger Erfahrung war solch eine Konstruktion möglich. So mussten bspw. die Toleranzen der Werkzeuge sehr gering sein und die einzelnen Werkzeugteile mussten genau zueinander passen. Die große Unbekannte war dann zusätzlich noch das Verhalten des Kunststoffes bei der Abkühlung, insbesondere die Maßänderung.

Die Abgesetzte Tastatur

Durch die geforderte Modularität mit Erweiterungsmodulen und Aufsätzen auf das Grundgerät verbot sich ein Kompaktgerät, bei dem die Computerleiterplatte unter der Tastatur angeordnet wird.

Hervorgehoben werden muss die Fachkompetenz speziell von Erwin Zielinski, dem Mechanik-Konstrukteur, der so große und komplizierte Werkzeuge für die Spritzgussmaschinen bis dahin noch nicht auf seinem Reißbrett gehabt hatte.

Die Bilderzeugung

Bei der Entwicklung der Elektronik spielten neben der Funktion auch die Kosten eine große Rolle. Werner Dennstedt hat es geschafft, in dem 16 KByte großen Bildwiederholtspeicher 320 x 256 Bildpunkte zu realisieren. Jedes Zeichen (8 x 8 Bildpunkte) konnte 16 Vordergrundfarben und 8 Hintergrundfarben annehmen. Dafür wurden 10 KByte Pixel + 2,5 KByte Vordergrundfarben + 1,25 KByte für Hintergrundfarben = 13,75 KByte verwendet. Folgende Farben standen dem KC85/2 zur Verfügung: Siehe Bild und Tabelle nächste Seite

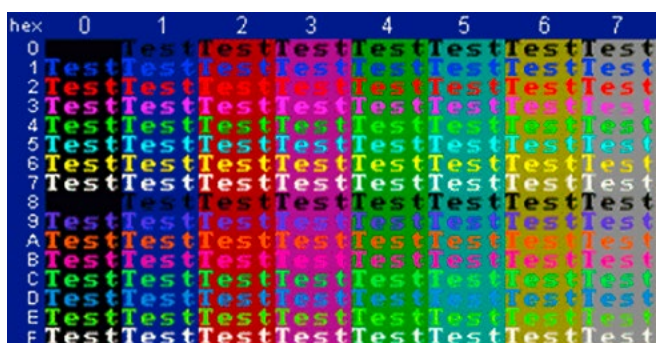
Trickreich war die Entwicklung des PAL-Coders. Bei den ersten Mustern sah man auf dem Bildschirm die Zugriffe des Prozessors auf den Bildwiederholtspeicher. Die PAL-Frequenz von 4,43361875 MHz musste



Zeichenbüro (symbolisch)
(Quelle: Bundesarchiv_Bild_183-70282-0001, „Ingenieure an Reißbrettern“)

Vordergrund			Vordergrund			Hintergrund dunkler		
Farbwert	hex	dez	Farbwert	hex	dez	Farbwert	hex	dez
schwarz	0	0	schwarz	8	8	schwarz	0	0
blau	1	1	violett	9	9	blau	1	1
rot	2	2	orange	A	10	rot	2	2
purpur	3	3	purpurrot	B	11	purpur	3	3
grün	4	4	grünblau	C	12	grün	4	4
türkis	5	5	blaugrün	D	13	türkis	5	5
gelb	6	6	gelbgrün	E	14	gelb	6	6
weiß	7	7	weiß	F	15	weiß	7	7

Farbwerttabelle

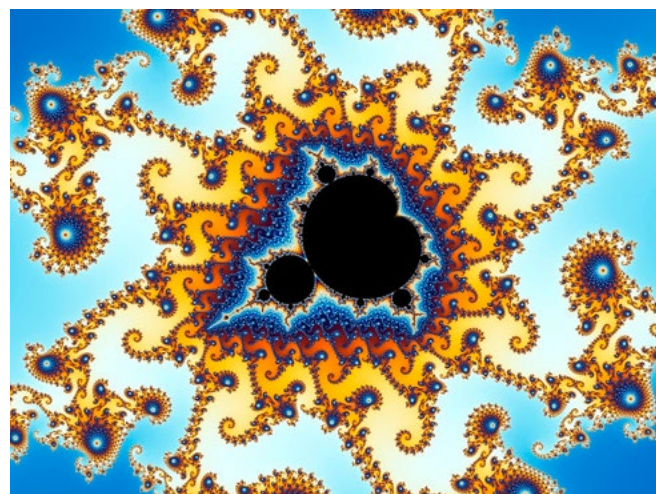


Farben des KC85/2 (Quelle: <http://www.mpm-kc85.de/>)

mit der Prozessorfrequenz synchronisiert werden. Da als Prozessor nur der U880 mit einer maximalen Taktfrequenz von 2,5 MHz zur Verfügung stand, musste die Taktfrequenz geringer als die maximal mögliche sein. Da kein Quarz in der entsprechenden Größe verfügbar war, musste ein freilaufender Oszillator die Aufgabe übernehmen. Leider war er nicht so stabil, dass ein längerer Betrieb möglich war. Dies war der Entwicklungsstand, der auf der Leipziger Messe 1984 ausgestellt wurde. In den Deckel war noch ein kleines Loch gebohrt worden, durch den man mit einem Schraubenzieher die Oszillatorfrequenz nachregeln konnte.

Der Durchbruch kam mit einer Idee von Dr. Hans-Georg Mai, dem Gruppenleiter der Taschenrechnerentwicklung, den PAL-Generator mit dem Prozessor-Taktgenerator über eine PLL (phase lock loop) zu synchronisieren. So ergab sich: PAL-Frequenz : 2,5 = 1,775 MHz für die Taktfrequenz des Prozessors.

Die Zeichen auf dem Bildschirm wurden per Software in den Bildwiederholpeicher (IRM – image repetition memory) geschrieben. Sie waren als kleine Bilder im CAOS-Speicher enthalten und wurden dann in den IRM an die richtige Stelle kopiert. Das brachte den großen Vorteil, dass jedes beliebige Alphabet verwendet werden konnte. Auf diese Weise konnte der HC900 auch griechische oder kyrillische Zeichen darstellen. Jedes Zeichen bestand aus 8 x 8 Bildpunkten. Damit waren 40 Zeichen pro Zeile möglich.



„Apfelmännchen“ Fraktal (Symbolbild)
(Quelle: [The Mandelbrot Set & Fractals, https://themancave-rayc.blogspot.com/2011/12/mandelbrot-set-fractals.html](https://themancave-rayc.blogspot.com/2011/12/mandelbrot-set-fractals.html))

Prof. Horst Völz aus Berlin, Gründungsdirektor und späterer Bereichsleiter für Magnetische Signalspeicher des Zentralinstituts für Kybernetik und Informationsprozesse (ZKI) der Akademie der Wissenschaften der DDR (AdW) [2], hat sich für den HC900 begeistert. Er hat viele Anwendungen programmiert, die die Entwickler und viele Nutzer erstaunt haben. Prof. Völz beschäftigte sich u.a. mit der Programmierung von Fraktalen. Als Beispiel soll hier ein berühmtes Exemplar, das sogenannte „Apfelmännchen“, gezeigt werden.

Es „störte“ ihn, dass man mit 40 Zeichen pro Zeile keine vernünftige Textverarbeitung realisieren konnte. So entwickelte er einen Zeichensatz mit 4 x 8 Bildpunkten pro Zeichen, also 80 Zeichen pro Zeile, und ein Programm zur Textverarbeitung, das dann als M012 TEXOR produziert wurde.

Das Fernsehsignal ist über einen direkten Steckverbinder an der Rückseite des Gerätes als FBAS- und RGB-Signal oder über einen eingebauten „Fernsehsender“ im VHF-Bereich im Gerät verfügbar. Das RGB-Signal wurde elektrisch nach der SCART-Norm ausgelegt. Die entsprechenden genormten Steckver-

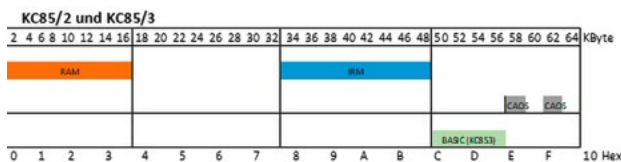
binder waren in der DDR leider nicht verfügbar. Das Fernsehgerätewerk Staßfurt hat für einige ihrer Geräte einen SCART-Zusatzmodul für den KC85 angeboten. Das brachte eine wesentlich höhere Bildqualität als über Antenne.

Das Speicher- und Modulmanagement

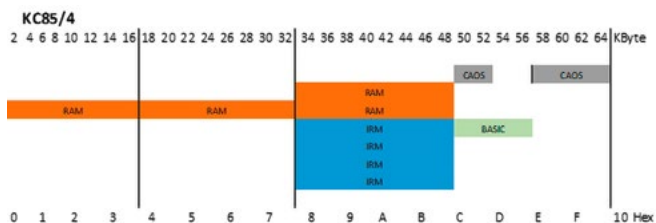
Eine der größten Herausforderungen war die Überwindung des 64-kByte-Adressraumes des U880. Insbesondere wegen des modularen Systems mit vielen geplanten Erweiterungen musste ein Speicher- und Modulmanagement eingerichtet werden. Damit war es möglich, den internen Speicher (RAM, IRM und ROM) und Module ab- und zuzuschalten und Speicher in den Modulen auf eine Anfangsadresse zu programmieren.

Auf diese Weise war wohl der KC85/4 der erste Computer der DDR, der ein 1-MByte-Speichermodule verwenden konnte. Der 1-MByte-Adressraum wurde in 16 Speicherbereiche von 64 KByte aufgeteilt und konnte nun komplett über das Modulmanagement des 64K-Prozessoradressraums verwendet werden. Das 1-MByte-Modul wurde allerdings nur als Muster in einer sehr geringen Stückzahl gebaut. Die Schaltkreise standen für den Computer aus Mühlhausen nicht zur Verfügung.

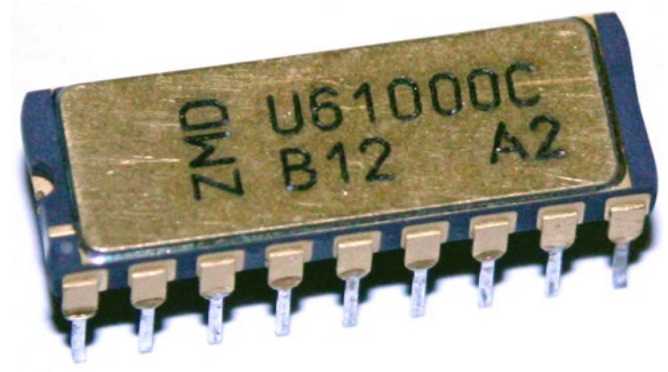
Der 1-Mbit-Schaltkreis aus Dresden fand damals besonders in der Politik sehr große Beachtung, war quasi ein Prestigeobjekt.



Speicheraufteilung KC85/2 und KC85/3
(Quelle: Foto des Autors Domschke, privat)



Speicheraufteilung KC85/4
(Quelle: Foto des Autors Domschke, privat)



Der 1-Mbit-Schaltkreis aus Dresden
(Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/U61000>)



Präsentation des 1-Mbit-Schaltkreises vor Erich Honecker 1986 im ZMD
(Quelle: <https://oiger.de/2023/08/18/im-dresdner-megabit-chip-stecken-5050-ddr-und-westtechnologie/187885>)

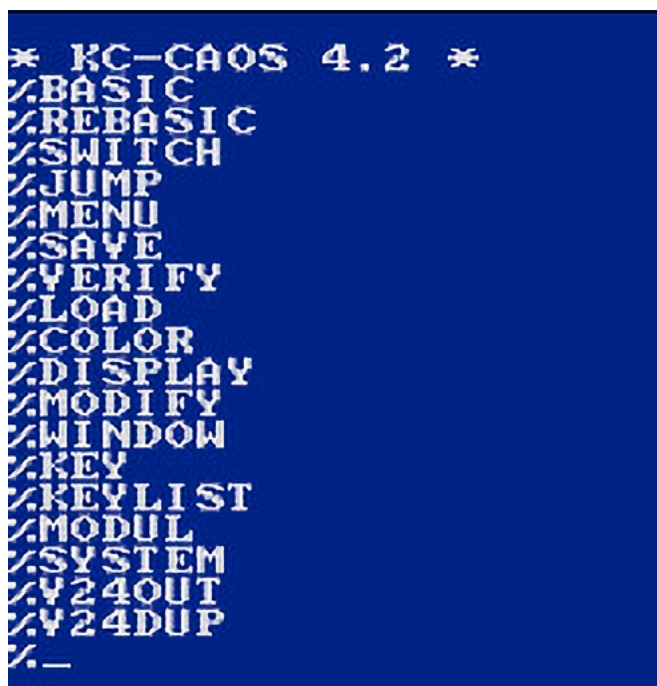
Der Tongenerator

Ein Soundchip für den KC85 war nicht verfügbar. So half man sich, indem der CTC-Schaltkreis, der Rechtecksignale unterschiedlicher Frequenz erzeugen konnte, für die Tonausgabe verwendet wurde.

Die „Eichung“ fand im Wohnzimmer von Werner Domschkes Schwiegereltern statt. Die Schwiegermutter schlug einen Ton am Klavier in der guten Stube an und Werner Domschke versuchte, die richtigen Parameter für den CTC zu finden. Leider war das Klavier ein wenig verstimmt, sodass die ganze DDR das verstimmte Klavier als Tonreferenz erhielt. Später hat sich Werner Domschke in die Mathematik der Töne eingearbeitet und konnte den Fehler dann beseitigen.



Eichung der Tonausgabe (Quelle: Foto des Autors Domschke, privat)



Der Startbildschirm (Quelle: <http://www.mpm-kc85.de/>)

Das Betriebssystem CAOS

Bei der Softwareentwicklung musste ebenfalls mit jedem Byte geizt werden. Zur Verfügung standen maximal 4 KByte. Unter der Voraussetzung, dass das Betriebssystem alle zukünftigen Erweiterungen berücksichtigen sollte, musste es ebenso modular und erweiterbar aufgebaut sein.

Bei der Entwicklung des Betriebssystems musste am Anfang den Kollegen viel erklärt werden. Erst mit Einführung des Programmverteilers kam Ordnung in das „Chaos“. So wurde diese Bezeichnung zum Namen des Betriebssystems: Cassette Aided Operation System (CAOS). CAOS besteht aus einzelnen Unterprogrammen, die die grundlegenden Funktionen realisieren, wie z.B. Daten von der Kassette lesen und schreiben, Tastatureingabe, Bildschirmausgabe usw. Da diese Unterprogramme bei jeder Version von CAOS auf anderen Adressen liegen und bei Hardwareänderungen variiert werden müssen, wurde ein Programmverteiler programmiert, dem Parameter übergeben werden und dann über eine Programmnummer das richtige Unterprogramm starten kann. Dieser Programmverteiler ist für alle CAOS-Versionen gleich. Damit erreichten wir die Software-Kompatibilität vom KC85/2 bis zum KC85/4.

%BASIC	Kaltstart des BASIC-Interpreters
%REBASIC	Warmstart des BASIC-Interpreters
%SWITCH	Ein- und Ausschalten von Modulen
%JUMP	Sprung in ein anderes Betriebssystem
%MENU	Aufruf des aktuellen Menüs
%SAVE	Ausgabe von Programmen auf Magnetband
%VERIFY	Kontrolllesen von gespeicherten Programmen
%LOAD	Programm vom Magnetband laden
%COLOR	Festlegung der Vorder- und Hintergrundfarbe
%DISPLAY	Anzeige von Speicherbereichen
%MODIFY	Speicheranzeige und Veränderung
%WINDOW	Einstellen eines anderen Fensters
%KEYLIST	Auflisten der programmierten Funktionstasten
%KEY	Funktionstastenbelegung programmieren
%MODUL	Zustand und Struktur der Module anzeigen
%SYSTEM	Anzeige des aktuellen Speicherzustandes
%V24OUT	Druckertreiberinitialisierung
%V24DUP	Duplexroutine initialisieren zur Datenübertragung

Der Startbildschirm von CAOS 4.2

Für die Softwareentwicklung stand ein Robotron-Bürocomputer zur Verfügung, ein Ungetüm so groß wie ein Schreibtisch. Als Speichermedium wurden 8-Zoll-Diskettenlaufwerke mit 100-MByte-Kapazität verwendet. Hier „stritten“ sich die Entwickler um Rechenzeit. Das wurde dann durch Zeitzuteilung und Schichtbetrieb geregelt.

Das Ergebnis



Der HC900 bzw. KC85/2 (Quelle: <http://www.mpm-kc85.de/>)



Das komplette KC85/4-System (Quelle: <http://www.mpm-kc85.de/>)

Der schwere Weg zur Leipziger Messe

Im Januar 1983 begann die gemeinsame Entwicklungszeit von Werner Dennstedt und Werner Domschke. Intern war das Ziel ausgegeben worden, im März 1984 den HC900 auf der Leipziger Messe auszustellen.

Ein riesiges Arbeitspaket stand vor dem Team:

- Fremdmusteranalyse
- Schaltungsentwurf
- Softwareentwicklung
- Musterbau
- Leiterplattenentwurf
- mechanische Konstruktion
- Konstruktion Spritzgießwerkzeuge
- Prüfmittelentwurf für die Produktion
- Erarbeitung Produktionsunterlagen und Arbeitsvorschriften
- Vorserienherstellung

... und das in 14 Monaten.

Man muss heute noch den Enthusiasmus bewundern, mit dem alle an diesem Ziel mitgearbeitet haben. Dabei hatten ja die Leiterplattenhersteller, die Hersteller der Spritzgießformen und die anderen Kooperations- bzw. Zulieferpartner nicht auf uns gewartet, sondern hatten auch ihre eigenen Probleme. Je näher der Termin der Messe rückte, umso intensiver wurde die Arbeit. Da Werner Domschke nur ca. 5 Minuten von der Entwicklungsabteilung wohnte, stand er ständig auf der Matte. Seine Kinder sahen ihn in dieser Zeit kaum. Oft kam er erst nach 22:00 Uhr nach Hause und um 07:00 Uhr war er schon wieder im Betrieb. Als Dankeschön für unser Engagement lud der Betriebsdirektor in Mühlhausen die Entwickler nach dem Messeerfolg zu einer kleinen Feier ein. Die Ehefrauen von Werner Dennstedt und Werner Domschke halten den beiden auch jetzt – nach der Goldenen Hochzeit – noch vor, dass sie in dieser Zeit die Familie vernachlässigt haben und meinen, dass das Dankeschön des Betriebsdirektors ziemlich mager ausgefallen sei.

Der Messeauftritt

Der VEB Mikroelektronik Mühlhausen hatte zwei Stände auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1984. Genau zwei Geräte des HC900 waren am Vorabend der Messeeröffnung noch fertig geworden. Leider verabschiedete sich ein Gerät schon nach kurzer Zeit, sodass wir hier improvisieren mussten. Als wir der Regierungsdelegation mit dem Staatsratsvorsitzenden Erich Honecker und dem Sekretär des ZK der SED für Wirtschaftsfragen Günter Mittag am ersten Stand den



Z9001 von Robotron

(Quelle: https://www.robotrontechnik.de/index.htm?/html/computer/kc_dresden.htm)

HC900 präsentiert und die Vorteile des Computers erklärt hatten, musste das Gerät abgebaut und auf dem anderen Stand aufgebaut werden. Bloß gut, dass noch das Loch im Deckel war, mit dem wir den Taktgenerator nachjustieren konnten. Die zweite Präsentation war auch erfolgreich, aber viel kürzer.

Gegen Ende der Messe erfuhren wir von den Beschlüssen der Regierung zum HC900. Als erstes war den Repräsentanten aufgefallen, dass am Robotron-Stand auch ein Heimcomputer, der Z9001, ausgestellt war. Aber eine solche Konkurrenz geht im Sozialismus gar nicht. So mussten wir uns mit dem VEB Robotron Meßelektronik „Otto Schön“ Dresden zusammensetzen, um diese „Schande“ auszuräumen.

Wir setzten uns also mit den Dresdenern zusammen und vereinbarten, dass beide Geräte dasselbe Kassetteninterface und denselben BASIC-Interpreter verwenden. Dann übergaben wir den Robotron-Leuten die Unterlagen für den PAL-Coder. Robotron verpflichtete sich, einen SECAM-Coder zu entwickeln. Das DDR-Fernsehen wurde mit der französischen Norm SECAM und das BRD-Fernsehen mit der westeuropäischen Norm PAL ausgestrahlt. Mit PAL lagen wir neben der offiziellen Staats-Strategie. Die Entscheidung PAL oder SECAM hatte deshalb nicht nur eine technische, sondern auch eine politische Komponente. Nach einer kurzen Analyse war uns klar, dass sich PAL mit den verfügbaren Bauelementen einfacher und auch kostengünstiger realisieren lassen würde. Wir waren dann aber doch schon ein wenig verwundert, dass unsere Entscheidung für PAL kaum zu Diskussionen führte. Die Schaltungsunterlagen für den SECAM-Coder haben wir nie erhalten. Robotron hat SECAM nicht „in den Griff“ bekommen.

Die beiden Geräte aus Dresden und Mühlhausen sollten eine gemeinsame Benennung erhalten. Das HC wurde in KC (Kleincomputer) geändert. Der Z9001 hieß ab sofort KC85/1 und der HC900 KC85/2. Die Abstufung spiegelt auch die unterschiedlichen

technischen Parameter wider: Der KC85/1 hatte z.B. einen festen Zeichengenerator, der nicht per Software verändert werden konnte und war nicht grafikfähig. Neben der Umbenennung von Heimcomputer in Kleincomputer beschloss die Staatsführung auch, dass die wertvollen Bauelemente, die in den Computern verbaut wurden, nicht irgendwo privat zu Hause herumstehen durften, sondern im Bildungswesen und in der Produktion neue Werte schaffen sollten. Doch die Präsentation der Computer hatte auch in der „Westpresse“ Aufmerksamkeit erzeugt – siehe dazu der nachfolgende Kommentar zum Messeauftritt in der „Computerwoche“, München 6.4.1984:

Erste Heimcomputer in der DDR

Zu den wohl auffälligsten Neuentwicklungen der DDR-Elektronik-Industrie zählten insbesondere Heimcomputer wie aber auch neue Mikrorechnersysteme, neue Taschenrechner und ein neuer Schachcomputer. Ständig dicht umlagert von Elektronik-Fans aus der DDR war der im Kombinat Robotron entwickelte Heimcomputer Z 9001. Nach den Angaben von Robotron handelt es sich hierbei um ein „Kompaktgerät, das mit einer schreibmaschinenähnlichen Tastatur ausgestattet ist“. Der Z 9001 besteht aus den Funktionsgruppen Rechnerplatine, auf der die 8-Bit-CPU U 88Q D mit Speicher und Ein- und Ausgabeschnittstellen untergebracht sind der Tastatur und der Stromversorgung.

Es heißt, daß der Z 9001 an jedes handelsübliche Fernsehgerät sowie an einen normalen Kassettenrecorder angeschlossen werden kann. Es ist nicht nur für Computerspiele, sondern ebenso für Lehrzwecke in Schulen und Universitäten sowie zur Durchführung wissenschaftlich technischen Berechnungen einsetzbar. Wie die „Sächsische Zeitung“, das Organ der SED-Bezirksleitung Dresden, unlängst meldete soll dieser Rechner als „Beitrag zur Konsumgüterproduktion“ verstanden werden. Noch in diesem Jahr will man der Bevölkerung 500 Stück zur Verfügung stellen.

Als ein besonderer Anziehungspunkt erwies sich ebenfalls der Heimcomputer HC-900 aus dem Kombinat Mikroelektronik Erfurt. Er besteht aus einem Grundgerät mit einer schreibmaschinenähnlichen Tastatur. Zum Lieferumfang gehört weiterhin eine Magnetbandkassette die mehrere Spielprogramme und einen Basic-Interpreter enthält. Der HC-900 kann nach Messe-Informationen im Heim- und Hobbybereich für Bildungszwecke, im Konstruktions- und Entwicklungsbereich sowie ebenso in Handwerk, Gewerbe und in kleineren Betrieben eingesetzt werden. Auch hier konnte man herstellerseitig keine Preisangaben machen.

Zu teuer für Hobbyisten

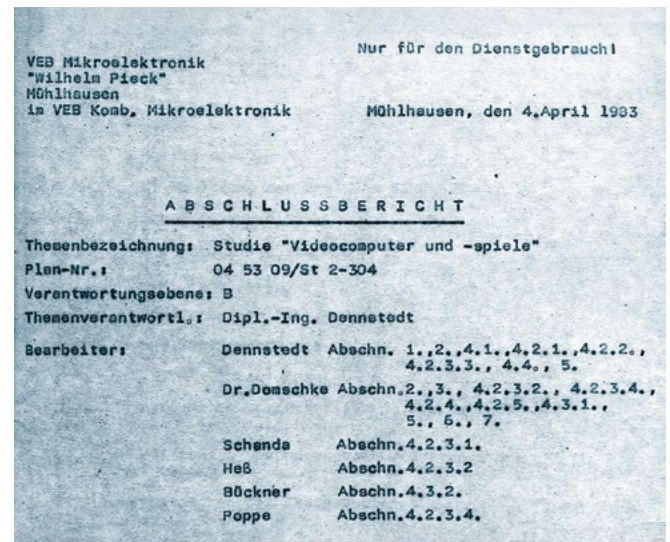
Befragt nach den Chancen, sich demnächst vielleicht einen der Heimcomputer kaufen zu können, winkten die meisten Interessenten ab. Wie sie sagten, werden die verfügbaren Heimcomputer zunächst an Forschungsinstitute, Universitäten und andere Bildungseinrichtungen sowie möglicherweise an einen bevorzugten und engbegrenzten Personenkreis verkauft, so daß für den Hobby-Computerfan vorerst noch keine Kaufmöglichkeiten gegeben sind. Zudem glaubten viele der Befragten, daß sie sich schon auf Grund des zu erwartenden relativ hohen Kaufpreises kaum einen der angebotenen Heimcomputer leisten können.

Die Qualitätssicherung der Entwicklung

Für die Entwicklung von technischen Geräten gab es in der DDR eine vorgegebene Nomenklatur, die sogenannte Entwicklung und Einführung von Erzeugnissen (K-Stufen K1 bis K11). Zu jeder Entwicklungsetappe mussten definierte Berichte und, falls erforderlich, bestätigte Prüfungen vorgelegt werden, bevor durch die übergeordnete Leitung bzw. den Auftraggeber die Fortführung der Entwicklung mit möglichen Auflagen bestätigt wurde.

Zur ersten K-Stufe wurde die Entwicklung begründet und ein Pflichtenheft vorgelegt. Es mussten die technischen Daten des Produkts festgelegt, ein Weltstandsvergleich, der Zeitablaufplan und eine Abschätzung der Kosten der Entwicklung dargestellt werden.

Für den Abschluss der Entwicklung mussten die Ergebnisse im Vergleich zu den Vorgaben abgerechnet, die technischen Dokumentationen und die Dokumentationen für die Produktion, wie bspw. Stücklisten, Beschaffungsunterlagen und Arbeitsvorschriften, vorgelegt werden. Besonderes Augenmerk wurde auf die Produktprüfungen gelegt. Außer den im eigenen Haus erfolgten hatte das ASMW (Amt für Standardisierung, Mess- und Warenprüfung) ein gewichtiges Wort mitzureden. Dort wurden die Geräte noch einmal auf Herz und Nieren getestet, bspw. wurden die Klimaprüfungen, Transport- und Fallprüfungen noch einmal durchgeführt sowie die Zuverlässigkeit und die technischen Parameter und Funktionen und die Dokumentation noch einmal überprüft.



Abschlussbericht zur Studie (Quelle: VEB Mikroelektronik Mühlhausen)

sigkeit und die technischen Parameter und Funktionen und die Dokumentation noch einmal überprüft.

Beim Design des KC85/2 wurde vom ASMW bemängelt, dass die englischen Begriffe RAM, ROM, CPU und IRM anstatt deutscher Abkürzungen verwendet wurden. Nachdem wir mehrere Varianten von deutschen Abkürzungen vorgeschlagen hatten (Beispiel: ASP, FWS, ZPE, BWS) durften wir es bei den englischen Abkürzungen belassen.

Werner Dennstedt war der Themenleiter des HC900/KC85-Projektes, hatte alle Fäden in der Hand und war u.a. für die schriftliche Dokumentation verantwortlich.

Da der HC900 ursprünglich für den Konsumgüterbereich vorgesehen war, musste auch ein Endverbraucherpreis (EVP) festgelegt werden. Dazu fuhren Werner Domschke und der Buchhalter der Mikroelektronik nach Berlin zum Ministerium für Finanzen. Sie hatten einen Packen von Dokumenten dabei, wie bspw. Materiallisten mit Kosten, Arbeitszeitpläne mit Kosten, Gemeinkostenkalkulationen, technische Dokumentationen, Handbücher usw. Die Diskussion in Berlin ging aber in eine ganz andere Richtung. Der Mitarbeiter im Finanzministerium interessierte sich für die Funktionen des Gerätes und verglich diese bspw. mit denen eines Videokassettenrecorders. Auf dieser Basis wurde ein fiktiver Preis von 4.300 Mark festgelegt.

Viel später, nach der Wende, kamen wir mit den Vorschriften für Entwicklung und Produktion in der BRD in Berührung und stellten fest, dass wir bei der Mikroelektronik Mühlhausen vielleicht noch schärfere Vorschriften hatten, als sie dann bei Siemens mit der ISO 9000 galten. Überraschend für uns war, dass die KUNDO-Systemtechnik aus dem Schwarzwald, die 2007 von der Siemens Mühlhausen, dem Nachfolgebetrieb des VEB Mikroelektronik, gekauft wurde, keinerlei Vorschriften für den Entwicklungsbereich und nur wenige in der Produktion hatte.

Das KC85 Sortiment

Im Laufe der Entwicklung von 1984 bis 1987 entstanden mit dem ursprünglichen Entwicklerteam erstaunlich viele Geräte und Module unter den oben beschriebenen Bedingungen.

Grundgeräte

- KC85/2 16 KByte RAM, 16 KByte IRM, 4 KByte ROM (CAOS)
- KC85/3 16 KByte RAM, 16 KByte IRM, 4 KByte ROM (CAOS), 8 KByte ROM (BASIC)
- KC85/4 64 KByte RAM, 64 KByte IRM, 4 KByte ROM (CAOS), 8 KByte ROM (BASIC)

Modul	Kenn-Byte hex	Bezeichnung	
M001	EF	DIGITAL IN/OUT	CTC 00-03, PIO 04-07
M002	DA	PIO 3	PIO B0-BB
M003	EE	V.24 (K1 K2 - 2 Kanäle)	SIO 08-0B, CTC 0C-0F
M005	-	USER (Leermodul)	Ports: C0-CF, Kennbytes C0-D7
M006	FC	BASIC (+ CAOS f. KC85/2) (5x)	1 Block mit 16K ROM, 2x U2364D
M007	-	ADAPTER (Busverlängerung)	Busverlängerung für Modulschacht
M008	-	JOY-MODUL (15x)	PIO 90-93
M009	ED	TLCM Spracheingabe/Datenkompr.	n. aufg.
M010	E7	ADU 1 (4 Analogeingänge) (19x)	PIO 40-43
M011	F6	64 K BYTE RAM	4 Blöcke mit 16K, rotierend
M012	FB	TEXOR (+ V.24-Treiber)	1 Block ROM 8K
M021	-	Joystick und Centronic (5x)	PIO 90-93
M022	F4	EXPANDER-RAM	1 Block mit 16K
M024	F5	32 K BYTE RAM	1 Block 32K rotierbar, n. aufg.
M025	F7	USER PROM 8K	1 Block ROM 8K frei
M026	FB	FORTH	1 Block ROM 8K
M027	FB	DEVELOPMENT (+ V.24-Treiber)	1 Block ROM 8K
M028	F8	16 K EPROM	1 Block 16K, 2x U2764
M029	E3	DAU 1 (2 Analogausgänge) (13x)	OUT 44 ... 47
M030	DB	EPROMER (2716-27256)	8K EPROM, PIO D0-D3, PIO D4-D7
M032	79	256 K BYTE SEGMENTED RAM (12x)	16 Blöcke je 16K, Adr. 4000H o. 8000H
M033	01	TYPESTAR (+ RAMDOS) (9x)	2 Blöcke ROM zu je 8K
M034	7A	512 K BYTE SEGMENTED RAM (3x)	32 Blöcke je 16K, n. aufg.
M035	7B	1 M BYTE SEGMENTED RAM (12x)	64 Blöcke je 16K, Adr. 8000H
M035x4	7B	4x1 M BYTE SEGMENTED RAM SIMM	bis 4 Adressen in einem Slot
M036	78	128 K SEGMENTED RAM (18x)	8 Blöcke je 16K, Adr. 4000H o. 8000H
M040	F8	USER PROM (8/16 K) (7x)	1 Block 16K
M045	70	USER 32 K SEGMENTED ROM (1x)	4 Blöcke je 8K, n. aufg.
M046	71	USER 64 K SEGMENTED ROM (4x)	8 Blöcke je 8K, n. aufg.
M047	72	USER 128 K SEGMENTED ROM (6x)	16 Blöcke je 8K, n. aufg.

Fortsetzung nächste Seite

Modul	Kenn-Byte hex	Bezeichnung	
M048	73	USER 256 K SEGMENTED ROM (2x)	16 Blöcke je 16K, n. aufg.
M051	EC	Scanner-Modul	
M052	FD	USB+NET (TCP/IP)	
M053	EE	RS232 (K1 V.24 K2 TTL-Pegel)	
M061	-	3x E/A-Modul	
M120	F0	8 KB CMOS RAM (6516)	1 Block 8K
M122	F1	16 KB CMOS RAM (6564)	1 Block 16K
M124	F2	32 KB CMOS RAM (65256)	1 Block 32K
M125	??	USER PROM 8/16/32 K Varianten	1-4 Blöcke je 8K 2764, 27128, 27256
D001	-	BASIS DEVICE KC85/4	*KC85/3 *KC85/2 *HC900
D002	-	BUSDRIVER	Schacht-Erweiterung für 4 Module
D003	-	PROM DEVICE	Programmiergerät f. EPROMs, aufg.
D004	A7	FLOPPY DISK BASIS	für maximal 4 Floppy Disk Drives
	-	FLOPPY DISK DRIVE	Laufwerk K5601 5.1/4", MFS 1.6, MFM
D005	-	Komfort-Tastatur für KC85/4	

Module und Aufsatzgeräte (Quelle: <http://www.mpm-kc85.de/>)

Anmerkung: Nicht alle dieser Module wurden bei Mikroelektronik Mühlhausen entwickelt. Hier sind einige Module von Hobbybastlern enthalten.

Weiterhin wurden noch viele Softwarekassetten entwickelt und produziert.

Softwarekassette	Inhalt	Preis
C0184 DEMO 85/4	VORSTELL/4, LEKTION1, OTHELLO, INTER (Lieferumfang des KC85/4)	
C0161 SPIELE 8	GATECRASHER, HOUSE/3, HOUSE/4	EVP: 38,- M
C0162 SPIELE 1	PILZE, STADT, LABY, RENNEN, LOCH, PERLEN, PINGUIN	EVP: 38,- M
C0163 SPIELE 2	SCHIFFE, SANDBURG, ALI, FROSCH, ANGELN, LANDER, SKI	EVP: 38,- M
C0164 SPIELE 3	GOWA, COCKPIT, ORBIT, ENTEN	EVP: 38,- M
C0165 Spielprogramme II	SCHACH - VIDEO CHESS MASTER (VCM) KC85	EVP: 89,- M
C0166 SPIELE 4	CLUB-X	EVP: 38,- M
C0167 SPIELE 5	PURSUI/3, PURSUI/4, CAVE/3, CAVE/4	EVP: 38,- M
C0168 SPIELE 6	DELIRIO, PENGGO/3, PENGGO/4	EVP: 38,- M
C0169 SPIELE 7	DIGGER/3, DIGGER/4, 4 GEWINNT	EVP: 38,- M

Softwarekassette	Inhalt	Preis
C0142 BASIC-LERNEN	LEKTION 1 bis LEKTION 12	EVP: 45,- M
C0171/1 V24 SOFTWARE	(gehört zum Lieferumfang des M003) ...	
C0124 ZEICHENBILDER	PTBLOAD, CHREDI, KC85/2-GPTB, KC85-KPTB, KYRILL-GPTB, KYRILL-KPTB	EVP: 52,- M
C0125 PROGMIK 2	EDASTEXT, EQUILISTE, DATAQUEL, DEFBDEFM, EXRAMMOD, SLOT, MQM, CASS	EVP: 38,- M
C0127 RAMDOS	RAMDOS.	EVP: 45,- M
C0131 PROGMIK 1	LEONAR/3, LEONAR/4, MOZART/3, MOZART/4, CORTEI, CORLIS	EVP: 52,- M
C0134 BUCHHALTUNG	BUCHH/3D, BUCHH/4D, BUCHHALT	EVP: 38,- M
C0172 SPS-GRAFIK	SPSV3, SPSV4	EVP: 52,- M
C0151 Lehrprogramme II Integration	ROMINT, GAUSINT, GERZINT, SIMINT, GAUFINT, DREINT, GAUVINT, VOLINT	EVP: 129,- M
C0152 APPROXIMATION	APROFU, APROTA, RAPROFU, APROFI, RAPROFI, LEAPRO, HEAPRO, ORTHOFU	EVP: 129,- M
C0153 FOURIERTRANSFORMATION	FOURPU, FOURFU, FOURKO, FFT	EVP: 52,- M
C0181 DEVELOPMENT	Editor und Assembler	EVP: 45,- M
C0182 TEXOR	Textverarbeitung mit 80 Zeichen/Zeile	EVP: 45,- M
C0183 FORTH	Programmiersprache Forth.	EVP: 45,- M
C0111 KC85/2 BASIC-INTERPRETER*	RAM-BASIC 8 KB ...	EVP: 99,- M
C0136 KC85/3 WORDPRO '86*	WORDPRO, WORDV24, WORDCOPY, BEISPIEL	EVP: 236,- M
C0141 KC85/2 MATHEMATIK*	MATHE1, MATHE2, MATHE3, MATHE4	EVP: 98,- M
C0128 JOYSTICK-EDITOR*		
D004 MIX 1 Dienstprogramme D004*	KIRVES.KCC, KIRVES.MSG, JOB.KCC, TEXORTP.COM, TPTEXOR COMTIME.COM, INITIAL.SUB, UHR.KCC, TIME.KCC, HCOPY3.KCC HCOPY4 .KCC, PSEUDO .KCC	

Softwarekassetten (Quelle: <http://www.mpm-kc85.de/>)

* nur für KC85/2 verfügbar (Quelle: http://secure-web.cisco.com/1BKdiQkm1VdFuFD_tXeetlkC6_iN7AvVxmKpi13xgumG0I0m-f0_lkmQAch7FutZ31Of6uG-QGySGN7Etbq960HWduVDmvJ_MBT9cDW0vQXEmyxxglM38eJLUY8VEpY4zKNfAgvD0ECb_PHKbkz9P1-h17UnuubeU9JgJgXG0g-XKRbsVcDGu1i6Jj2v5ZSS-Mx5yXzdszBQRQ0HN8OUob9nP1qTy95JydlWoj0HVpl7-iYQ5lc1lgz6Xlj4OnNte6mszLqsHp17IdaaVcipyw2Tg/http%3A%2F%2Fwww.mpm-kc85.de%2F)

Über die verkaufte Anzahl der Geräte, Module und Kassetten liegen keine Informationen vor. Auf Anfrage der Akademie der Wissenschaften der DDR, Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse, Prof. Dr. Völz, teilte der Betriebsdirektor folgende Zahlen mit:

- M012 TEXOR 4.986 Stück à 758,00 M = 3.779,4 TM
- C0151 INTEGRATION 500 Stück à 112,23 M = 56,1 TM
- C0152 APPROXIMATION 500 Stück à 45,24 M = 22,4 TM

Die Resonanz des KC85

Kleine Computer, also Tisch- oder Personalcomputer, waren Mitte der 1980er Jahre in der DDR weithin unbekannt. Das galt auch für die politischen Verantwortungsträger. Um dem abzuweichen kam 1985 ein Kamerateam nach Mühlhausen, um einen Film über die Einsatzmöglichkeiten des KC85 zu drehen. In diesem Zusammenhang versuchte Werner Domschke, den Damen und Herren einige Szenen vorzuschlagen, die auch für die Politiker interessant sein könnten. Das Aufnahmeteam drehte dann Sequenzen über mögliche Computeranwendungen, z.B. in der Bibliothek in Mühlhausen, in der Pädagogischen Hochschule, im VEB Mikroelektronik und in der

Wohnung der Domschkes in Mühlhausen. Werner Domschkes Tochter hatte vier Schulkameraden mitgebracht, die sich ins Wohnzimmer setzten und am KC einfache Spiele spielten. Jedes der Kinder erhielt danach ein Honorar von 10 Mark. Was für ein Erlebnis! Leider hat keiner von uns diesen Film je gesehen.

Nach der Produktionseinführung 1985 kam der KC85 jedoch nicht in den Einzelhandel. Es wurde die Absicht deutlich, diesen Computer vornehmlich kontrolliert in Schulen, Pionierhäusern und Stationen „Junger Techniker und Naturforscher“ einzusetzen. Gleichzeitig sollten natürlich auch Kenntnisse in der Benutzung von Rechnern und das Programmieren (in diesem Falle von BASIC) vermittelt werden. Viele der dort tätigen Lehrkräfte verwendeten viel private Zeit, um sich autodidaktisch selbst fit zu machen und wenn möglich, den Schülern immer einen Schritt voraus zu sein. Viel Spaß hatten die Mädchen und Jungen beim „Daddeln“. Da das Wort „Softwarelizenz“ zumindest im Bereich der Kleincomputer in der DDR ein Fremdwort war, wurden viele Spiele, vor allem von BRD-Heimcomputern, die mit dem Z80-Prozessor liefen, an den KC angepasst. Das musste staatlicherseits wohl oder übel akzeptiert werden, aber die Staatssicherheit hat das Ganze stets im Auge gehabt.

Im Rundfunk und Fernsehen wurde dem KC zunehmend Beachtung geschenkt.

REM und der DT 64-Computerklub - die Computermagazine des DDR-Rundfunks

Sommer 1986 - In der Redaktion Schulfunk von Radio DDR II nahm eine Idee Gestalt an. Vor allem für die Einsteiger in die Computertechnik plante man einen Computerlehrgang im Rundfunk. Doch gerade bei der Computerei ist das praktische Beispiel entscheidend für das Begreifen der Thematik. So fasste man den Entschluß, die Abstrahlung kompletter Computerprogramme über den Sender zu erproben. Am 16. Oktober 1986 war es dann soweit. Im Rahmen der Sendung „Effektives Programmieren in BASIC“ konnte man das erste Computerprogramm über die UKW-Frequenzen von Radio DDR II empfangen.

BSTU
0023

Berlin, 19. Juli 1989
4 13 14
23,7 /89

Bezirksverwaltung
für Staatssicherheit
Abteilung II

VIS/CD
- 2 -
25. JULI 1989
Tg.Nr. 77475
Weiter: 2

Operativinformation Nr. 321/89

Computerclub im Haus der Jungen Talente

Durch einen IM unserer Dienst Einheit, der auftragsgemäß den Computerclub im HdJT mehrmals aufsuchte, wurde folgendes bekannt:

Veranstaltungen im Computerclub des HdJT finden jeden Mittwoch von 17.00 Uhr bis 21.00 Uhr statt.

Jeweils gegen 19.00 Uhr wird ein Vortrag zu spezifischen Fragen und Problemen der Computertechnik, zumeist von dem Leiter dieser Einrichtung

Scheibelt, Stefan
weitere Personalien bekannt

gehalten. Diese Vorträge sind sehr interessant, vermitteln anwendungsbereites Wissen und finden bei den Zuhörern großen Zuspruch. Der Raum ist meist so voll (ca. 100 Personen), daß einige Zuhörer sogar stehen müssen.

Ansonsten trägt der Computerclub mehr den Charakter einer Tausch- und Softwarebörse. Vornehmlich werden Programme und Computerspiele getauscht.

Viele Interessenten bringen ihre eigene Technik mit (vor allem NSW-Computer wie Commodore und Atari) und beschäftigen sich dann damit. Eine Kontrolle oder Anleitung erfolgt dazu nicht. Es kommt und geht auch jeder wie er will. Die Anwesenheit wird nicht registriert. Der Zugang zum Club ist für jeden möglich.

Der IM schätzt ein, daß zum Stamm ca. 15 Personen gehören, die fast immer da sind.

Ohne eigene Computertechnik, entsprechende Programme oder spezielle Literatur ist es jedoch schwierig engere Kontakte zu diesen Personen zu bekommen. Wer hier nichts zu bieten hat, ist für die meisten ein uninteressanter Partner.

Der IM lernte im Computerclub einen

ca. 40 Jahre alt
Informatiklehrer, jetzt Mitarbeiter einer EDV-Abteilung kennen.

Operativinformation der Stasi

(Quelle: <https://www.bundesarchiv.de/themen-entdecken/online-entdecken/themenbeitraege/spielefans-unter-beobachtung/>)

BSTU
0049

Berlin, 10. Oktober 1989
773/89

AG Geheimnisschutz

Bestätigt:
Stellvertreter Operativ

Heydel
Oberst

VIS/CD
- 2 -
16. Okt 1989
Tg.Nr. 5795
Weiter: 44

Dienstleistungen
Leiter
zur Information

Information und Festlegungen
zur Bekämpfung des Mißbrauchs von Computern

Im Zusammenhang mit den zunehmenden Aktivitäten des politischen Untergrundes zur Verbreitung staatsfeindlicher Texte wurden in mehreren Fällen Computer zur Vervielfältigung genutzt.

Bekämpfung des Mißbrauchs von Computern

(Quelle: <https://www.bundesarchiv.de/themen-entdecken/online-entdecken/themenbeitraege/spielefans-unter-beobachtung/>)

Der Erfolg war eine enorme Hörerresonanz, die sich in bergeweise eintreffender Hörerpost äußerte. Man schaltete schnell im Schulfunk. Im Januar 1987 begann Dr. Joachim Baumann mit der Sendereihe „BASIC – 1 x 1 des Programmierens“. Autor dieser über 20 Folgen konzipierten Sendereihe war Prof. Völz. Zur Sendung gab es ein kostenloses schriftliches Begleitmaterial und später einen über den Schallplattenfachhandel vertriebenen Kassettenkurs auch für Atari, Spectrum und C64. i-Punkt jeder Sendung war die Ausstrahlung der besprochenen BASIC-Programme bzw. der das Erlernen der einzelnen BASIC-Programmierbefehle unterstützenden Programme.

Die Nennung der Zahl von 25.000 Hörerbriefen zu dieser Sendereihe befreit hier von jedem weiteren Wort zur Hörerresonanz! Apropos Hörerbriefe. Fast jeder beginnt mit „Werte Redaktion“ oder „Wertes REM-Team ...“. Das „Team“ ist ein Mann, der Schulfunkredakteur Dr. Joachim Baumann!

(Quelle: <http://www.kc85emu.de/scans/scans1.htm>)



REM Das Computermagazin (Quelle: <http://www.kc85emu.de/>)

Anmerkung von U. Liebold: Ich kann diese große Hörerresonanz nur bestätigen und erinnere mich, dass ich selbst 1987 mit dem Redakteur Joachim Baumann Kontakt hatte und ihm selbst ein geschriebenes Programm zur Berechnung des individuellen Biorhythmus übersandte, das dann später auch gesendet wurde. Das mag als Illustration dazu dienen, wie groß die Streubreite der programmierten Ideen damals gewesen war. Die Zugänglichkeit zu Kleincomputern hatte den bis dahin sorgfältig unter Verschluss gehaltenen Geist aus der Flasche gelassen ...

In eine Diskussionsrunde beim Rundfunksender DT64 waren auch einmal Dr. Kleinmichel von Robotron und Werner Domschke eingeladen. In der Presse wurde damals kritisiert, dass die Fragen der Hörer nicht während der Sendung gestellt, sondern vorher aufgenommen und ausgewählt und dann in

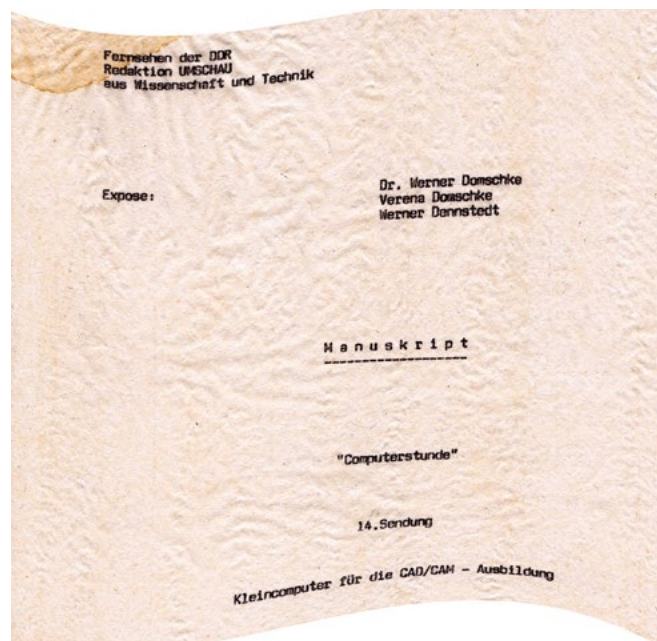
der Sendung beantwortet wurden. Im DDR-Fernsehen fand die Computerstunde einen festen Sendeplatz. Wikipedia weiß zu berichten:

Die Computerstunde war ein 30-minütiges Magazin rund um das Thema Computertechnik. In der Sendung ging es sowohl um aktuell verfügbare Hard- und Software, als auch um die fortschreitende Automatisierung in den Betrieben des Landes. Moderiert wurde das Format vom Ehepaar Dr. Gabriele und Dr. Reinhard Lehmann. Neben Filmbeiträgen zu Computerthemen wurden auch Zuschauerfragen beantwortet. Die Ausstrahlung erfolgte dienstags oder donnerstags im Vorabendprogramm.

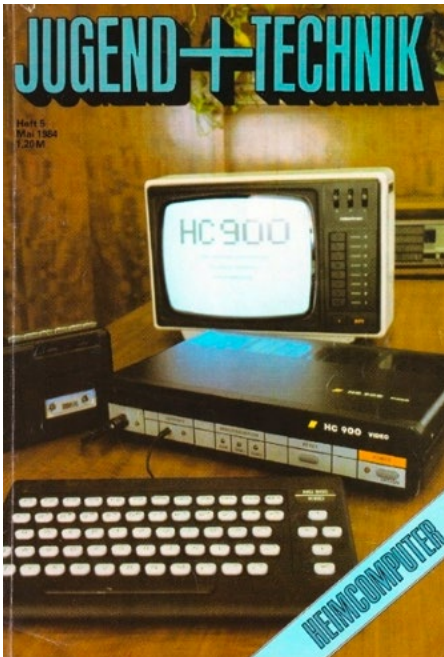
(Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Computerstunde>)



Werner Domschke (links) im DDR-Fernsehen (Quelle: DDR-Fernsehen)



Manuskript für die Fernsehsendung Computerstunde (Quelle: Autor Domschke, privat)



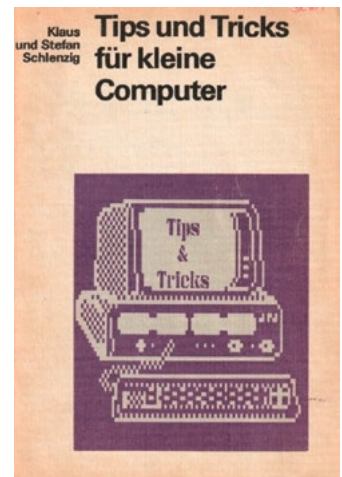
Jugend+Technik 5/1984; In dieser Ausgabe wurde das Jugendforscherkollektiv vorgestellt. (Quelle: Radke, Harry: „Köner aus Mühlhausen“. Jugend und Technik, Bd. 5, 1984, S. 329)

Werner Domschke programmierte in FORTH ein vektorbasiertes Zeichenprogramm. Das wurde dann als „CAD“-Programm definiert. CAD (computer aided design) war damals auch in der Wirtschaftspolitik ein viel verwendeter Begriff. Man glaubte mit CAD/CAM wesentliche Rationalisierungseffekte erreichen zu können. Werner Dennstedt, Verena und Werner Domschke schreiben auch ein Drehbuch für eine Sendung der Computerstunde zum Thema „Kleincomputer für die CAD/CAM-Ausbildung“.

Die Begeisterung für Computer spiegelte sich auch in gedruckten Veröffentlichungen wider. Hier einige Beispiele (siehe Abbildungen oben).

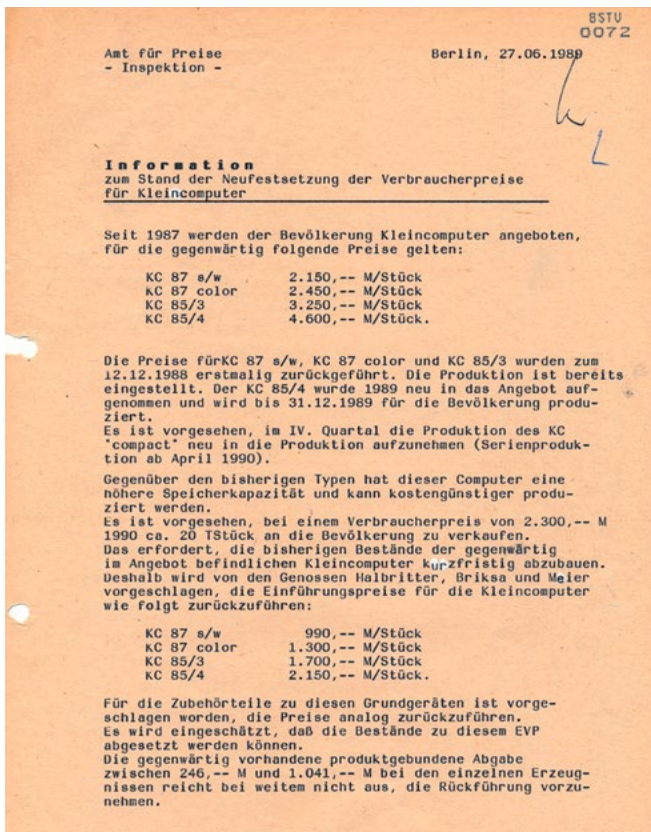
Uwe Bückner und Klaus-Dieter Kirves, beide in der KC-Entwicklung tätig, veröffentlichten eines der ersten Bücher und Beiträge in Fachzeitschriften über den KC85/2, erwähnt sei das Buch „Kleincomputer leichtverständlich“. [3] Klaus und Stefan Schlenzig waren die Autoren von „Tips und Tricks für kleine Computer“. [4]

Da die KC anfangs nicht im Handel erhältlich waren und später so teuer waren, dass sich nur „Betuchte“



„Kleincomputer leichtverständlich“ und „Tips und Tricks für kleine Computer“ [3][4] (Quelle: Die Frösi-Beilage von 1986 erklärt den Computer auf 68 Seiten kindgerecht.)

den KC leisten konnten, wurden nach und nach auch viele Bauanleitungen für einfache Computer veröffentlicht. Interessant ist auch ein Schreiben des Amtes für Preise, das dann eine Reduzierung („Rückführung“) der Rechnerpreise 1989 festlegt. Aber es kam ganz anders.



Information des Amtes für Preise, 1989
(Quelle: Kopie der Autoren, privat)

Der KC compact - Das Ende oder ein neuer Anfang?

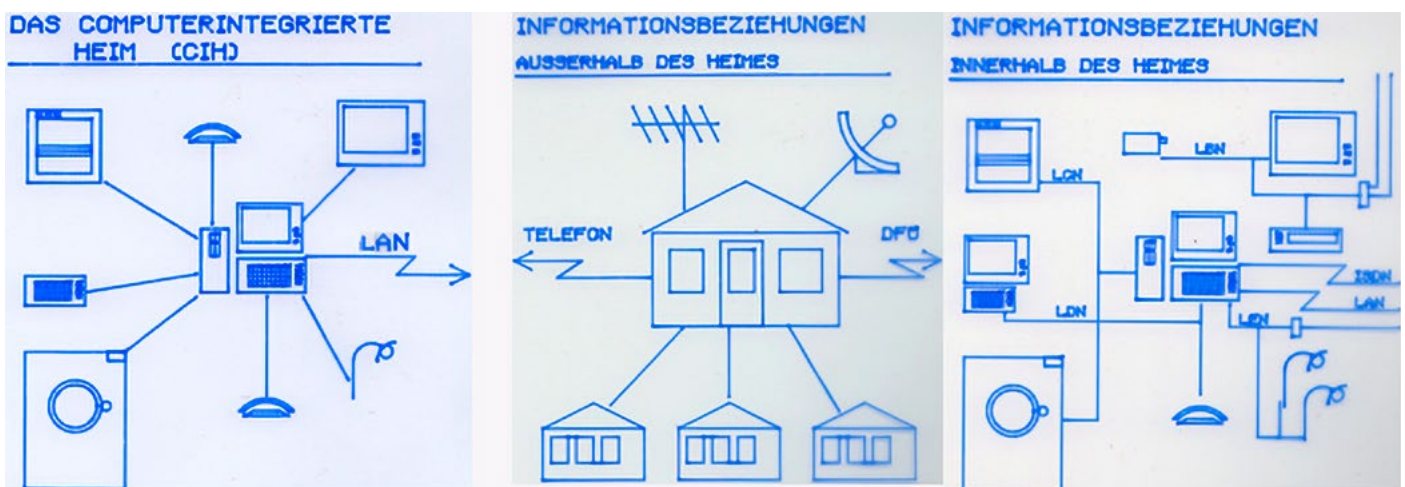
Inzwischen konnte man die KC85 auch im Laden kaufen. Jetzt machte sich unser Ansatz, ein Gerät zu entwickeln, das keine Vorbilder hatte, nachteilig bemerkbar. Obwohl sich das Geräte- und Software-sortiment in den drei Jahren nach der Produktionsein-führung unglaublich erweitert hatte, fehlten die von den anderen Heimcomputern bekannten Spiele.

Von der Eigenentwicklung zum West-Klon
Und Mühlhausen wendet sich dem KC compact zu. Gewollt ist das nicht. Gerade hat man für den KC85 eine Disketten-Erweiterung herausgebracht; ein zweiteiliges Gerät mit einer Basis, die im Prinzip ein eigener CP/M-tauglicher Computer ist, und dem eigentlichen Diskettenlaufwerk. Für die Ingenieure ist es nicht gerade ein Herzensprojekt, statt der bisherigen Kleincomputer-Linie nun einen Westcomputer kopieren zu müssen. Denn während die bisherigen KC-Computer Eigenent-wicklungen sind, die keine Vorbilder haben, ist der KC compact ein waschechter Klon des Amstrad CPC, der seit fünf Jahren auf dem Markt ist (in Westdeutschland zunächst als Schneider CPC, bis Amstrad 1988 eine deutsche Niederlassung errichtet).

(Quelle: <https://www.heise.de/news/KC-compact-Der-letzte-Heimcomputer-der-DDR-4727438.html>)

„Inspiriert“ wurde die Entwicklung vom Kombinat Mikroelektronik Erfurt. Dort existierte ein Nachbau des CPC64. Man versprach uns, die in der DDR nicht vorhandenen Schaltkreise für die Produktion zu beschaffen. Das traf insbesondere für den Soundchip und den Grafikchip zu.

Das Interesse der Öffentlichkeit für die Neuentwick-lung des Heimcomputers in Mühlhausen war groß, obwohl sie eigentlich geheim gehalten wurde. Werner Domschke wurde von der KdT (Kammer der Technik - die Ingenieurorganisation der DDR, ist dem VdI - Verein deutsche Ingenieure aufgegangen) gebeten, einen Vortrag auf der Jahrestagung 1987 über die Neuentwicklung zu halten. Da er keine Freigabe für einen Vortrag zum KC compact erhielt, referierte er über das „Computerintegrierte Heim“.



Drei Folien von dem KdT-Vortrag, erstellt mit dem FORTH CAD und mit dem tschechischen Plotter auf Folien geschrieben
(Quelle: Autor Domschke, privat)

Werner Domschke unterschied die unterschiedlichen Kommunikationskanäle im Haus und zeigte Anwendungsmöglichkeiten für Computer auf. Das Auditorium war nach dem Vortrag ziemlich sprachlos. Man war überrascht über diese Vision und hatte ganz anderes erwartet. An einen Kommentar kann sich Werner Domschke noch erinnern: „Das brauch ich alles nicht. Das kann meine Frau viel besser!“

Nach dem Vortrag erhielt Werner Domschke einen Anruf von Prof. Michael Roth von der damaligen TH Ilmenau, der in der KdT eine Arbeitsgruppe artificial intelligence (heute Künstliche Intelligenz KI) gründen wollte. Er gedachte, Werner Domschke als Vorsitzenden zu werben. Für diese KI wurde an einer speziellen Programmiersprache gearbeitet, mit deren Hilfe Experten ihr Wissen im Computer speichern konnten. Leider ist es nicht zur Gründung gekommen, da damals die technischen Voraussetzungen wie Speicherkapazität und Rechenleistung nicht ansatzweise gegeben waren.

Der KC compact wurde 1989 in die Produktion eingeführt. Da kurz darauf die Wende alle Pläne des VEB Mikroelektronik verändert hat, wurden nur wenige Geräte verkauft.

Der KC lebt

Noch heute, mehrere Jahrzehnte nach dem Ende des KC85, findet man im Internet viele Veröffentlichungen dazu. Man findet im Internet auch einige Emulatoren, mit denen man die KC85-Programme auf DOS- oder WINDOWS-PC laufen lassen kann.

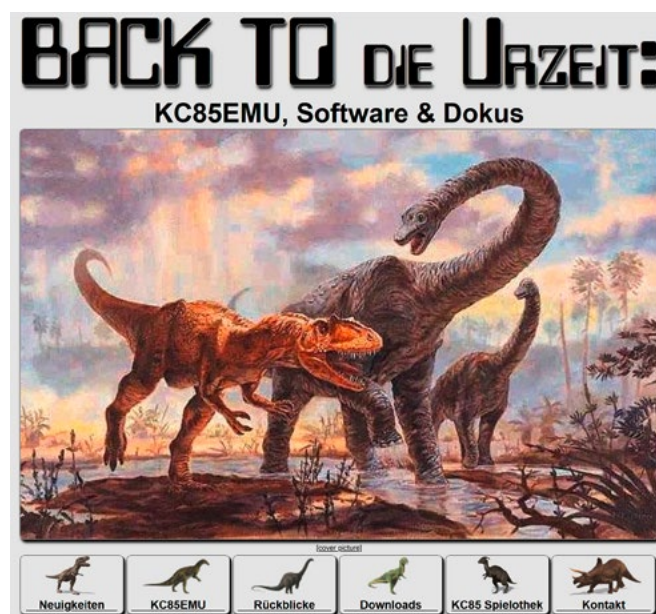
Rene Meyer aus Leipzig hat zwei Bücher geschrieben und einige Artikel veröffentlicht, in denen der HC900 bzw. der KC85 eine Rolle spielen. [5] [6]

Bei Heise wurde ein Interview von Werner Dennstedt und Werner Domschke veröffentlicht (c't Extra 2019 S. 112) - „Die Väter des KC85“ - Dr. Werner Domschke und Werner Dennstedt haben den HC900 und die Nachfolger KC85/2 bis 85/4 entwickelt. Ein Gespräch über CAOS, Luftpumpen und Konkurrenz. [7]

Webseite Der KC-Club
(Quelle: <https://www.kcclub.de/index.php>)



KC compact (Quelle: https://www.zock.com/8-Bit/D_KCcomp.HTML)

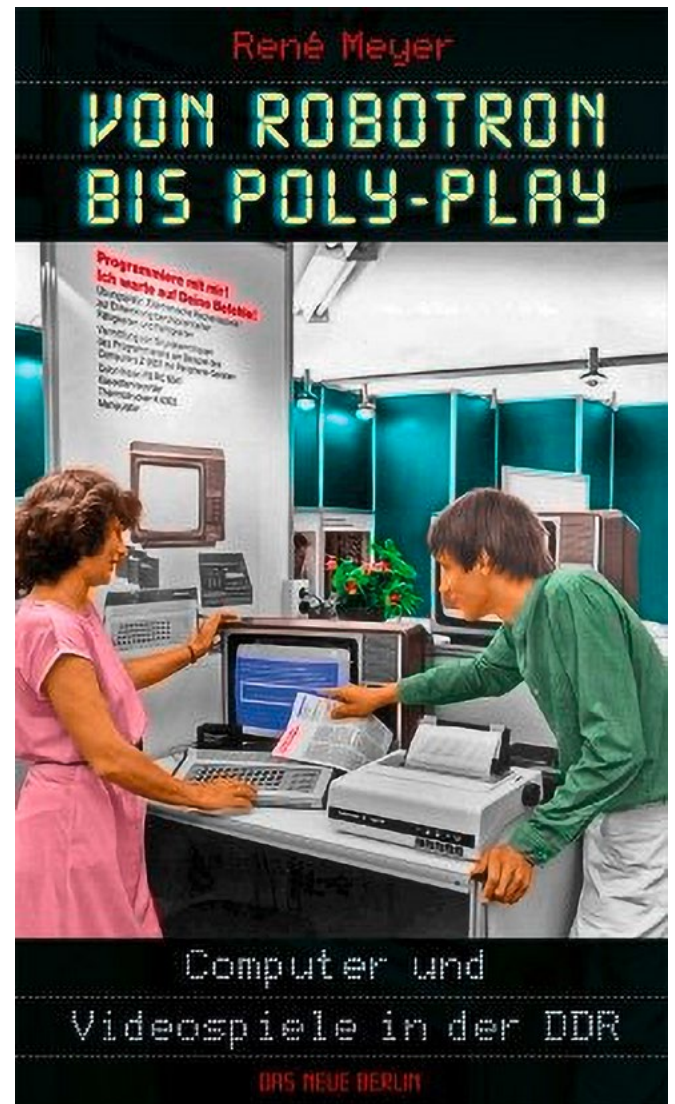


Webseite BACK TO die Urzeit: KC85EMU, Software & Dokus
(Quelle: <http://www.kc85emu.de/>)





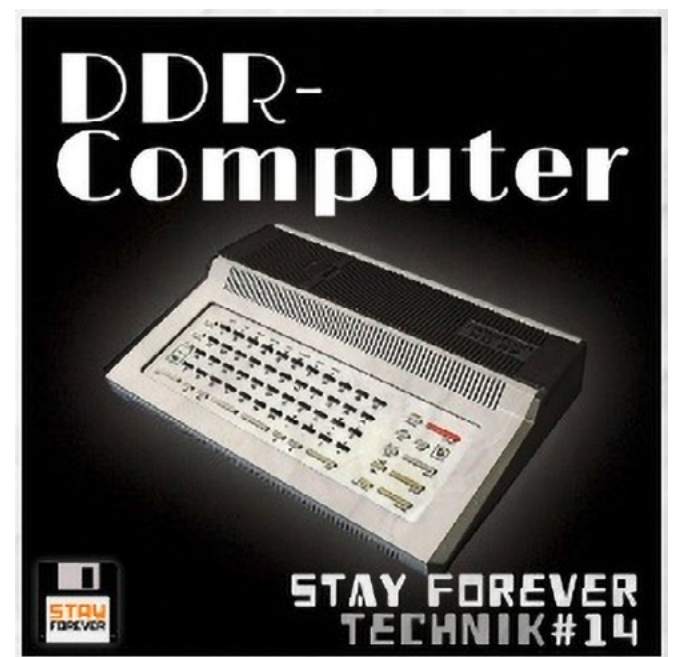
Sanierungsarbeiten im Computer in der DDR
(Quelle: Meyer, René. Computer in der DDR. Landeszentrale für Politische Bildung Thüringen, 2019)



Vom Robotron bis Poly-Play
(Quelle: Meyer, René. Von Robotron bis Poly-Play - Computer und Videospiele in der DDR. Das Neue Berlin, 2024)



Wir waren Pioniere
(Quelle: <https://wir-waren-pioniere.podigee.io/>)



DDR-Computer
(Quelle: <https://www.stayforever.de/2024/04/ddr-computer-sft-14/>)

In den letzten zwei Jahren sind zwei Podcasts über Computer in der DDR veröffentlicht worden.

Ende 2024 überraschte uns ein ehemaliger Kollege mit einem Beitrag im ON.LINE des Elektromuseums Erfurt, woraufhin sich ein Redakteur von Radio Thüringen direkt am Ort des Museumsdepots im Zughafen in Erfurt über die dort vorhandenen Geräte informierte.

Abschließende Gedanken

Seit mehr als 20 Jahren hatten wir das Thema HC900 und KC85 in unserem Gedächtnis weit nach hinten geschoben. Die täglichen Aufgaben hatten Vorrang. Erst in den letzten fünf Jahren sind uns diese Computer aus der Anfangszeit unseres Berufslebens wieder begegnet, zumindest im Internet und durch direkte Anfragen von Schriftstellern, Redakteuren und anderen Interessierten.

Und wir müssen sagen, es hat Spaß gemacht, in den Erinnerungen zu kramen und im Internet zu recherchieren. Da sind noch einige Informationen aufgetaucht, von denen wir gar nichts geahnt hatten und dennoch „computern wir bis heute“.

Zum Nachlesen:

In den beiden letztjährigen Ausgaben des ON.LINE finden Sie weitere Artikel zu diesem Thema.

Ausgabe 15.2024

https://www.elektromuseum.de/publication/newsletter/elektromuseum_magazin_152024.pdf

Ausgabe 16.2024

https://www.elektromuseum.de/publication/newsletter/elektromuseum_magazin_162024.pdf

Diese Ausgaben und alle weiteren finden Sie unter:
<https://www.elektromuseum.de/newsletter.html>



„Die Väter des KC85“ Werner Dennstedt (l.) und Werner Domschke
(Quelle: <https://www.heise.de/select/ct/2019/27/1572614484649778>)

Quellen:

- [1] „GeBE Computer & Peripherie GmbH“. Was sind Schnappscheiben? Metallische Knackfrösche, die unter der Folie montiert sind., <https://www.tastaturen.com/index.php?p=601&name=Was+sind+Schnappscheiben%3F+Metallische+Knackfr%C3%B6sche%2C+die+unter+der+Folie+montiert+sind>. Zugriffen 15. Juni 2025.
- [2] Horst Völz: „Horst Völz“. Wikipedia, 19. Januar 2025, https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Horst_V%C3%B6lz&oldid=252401418.
- [3] Bückner, Uwe: Kleincomputer leichtverständlich. VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1987.
- [4] Schlenzig, Klaus; Stefan Schlenzig: Tips und Tricks für kleine Computer. Militärverlag d. Dt. Demokrat. Republik, 1988.
- [5] Meyer, René: Computer in der DDR. Landeszentrale für Politische Bildung Thüringen, 2019.
- [6] Meyer, René. Von Robotron bis Poly-Play – Computer und Videospiele in der DDR. Das Neue Berlin, 2024.
- [7] Meyer, René: „Der Silizium-Vorhang: Computer in der DDR“. c't, Bd. 2019, Nr. 27, 21. Oktober 2019, S. 112, <https://www.heise.de/select/ct/2019/27/1572614484649778>.



Digitalvoltmeter G-1001.500



Digitalvoltmeter G-1002.500

URI-fix - ein Unikat der Erfurter Messgeräteentwicklung

Stephan Hloucal, Erfurt

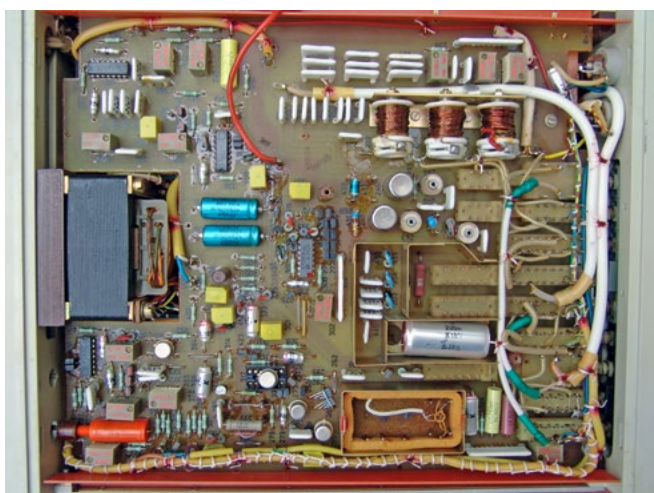
Kürzlich erhielten wir von einem ehemaligen Entwicklungsingenieur ein kleines elektronisches Messgerät, welches 1983 unter seiner Leitung im Messgerätewerk des VEB Funkwerk Erfurt (FWE), im Rahmen einer Studie, entwickelt worden war. Und es ist ein einmaliges Labormuster, ein Unikat!

Zu dessen Geschichte [1] ist es wichtig, folgendes festzuhalten: Im FWE wurden von 1948 bis 1991 elektronische Messgeräte entwickelt und produziert. Besonders gefragt waren digitale Präzisionsmessgeräte für elektrische Grundgrößen und Frequenzähler, die vor allem in der Industrie, in Laboren von Universitäten, Hochschulen und Wissenschaftseinrichtungen zum Einsatz kamen und auch in das sozialistische Wirtschaftsgebiet (RGW) exportiert wurden. Doch nicht immer waren Messgeräte mit so hohen Genauigkeiten erforderlich, die ja auch einen

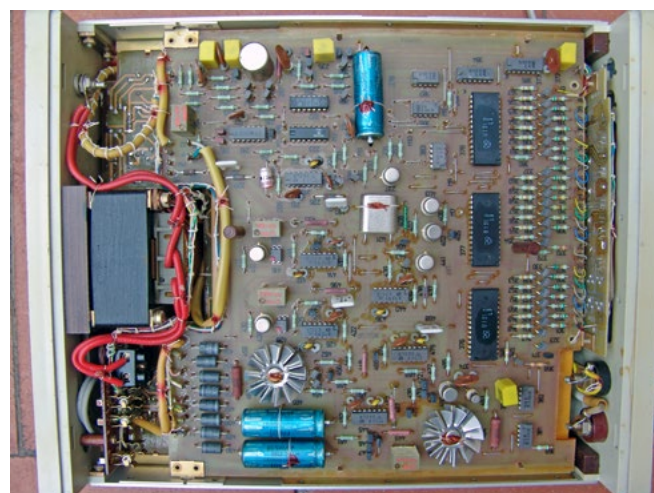
entsprechend hohen Preis hatten. In verschiedenen Bereichen von Industrie, Handwerk und im Service waren preiswertere Messgeräte gefragt. Bereits in den 1970er Jahren wurden daher im FWE, dem internationalen Trend folgend, Digitalvoltmeter und Zähler entwickelt, deren Genauigkeit für diese Anwendungsfälle ausreichend war.

Das Digitalvoltmeter G-1001.500 wurde ab 1977 und ab 1983 das weiterentwickelte Digitalvoltmeter G-1002.500 produziert. Mit beiden Geräten können Gleich- und Wechselströme sowie Widerstände gemessen werden, wobei das G-1002.500 mit anderen Geräten nach dem Standard Interface SI 1.2 verkettbar ist. Außerdem sind unter Zuhilfenahme eines Shunts Strommessungen bis zu 10 Ampere möglich.

Der Schaltungsaufwand war seinerzeit noch ziemlich hoch. Obwohl schon diverse analoge und digitale Schaltkreise aus DDR-Produktion zur Verfügung standen, musste der Analog-Digital-Wandler noch mit hohem Aufwand diskreter Bauelemente realisiert werden. Auch die als Anzeige eingesetzten 7-Segment-LED-Bauelemente benötigten eine eigene



Digitalvoltmeter G-1001.500, Analogteil

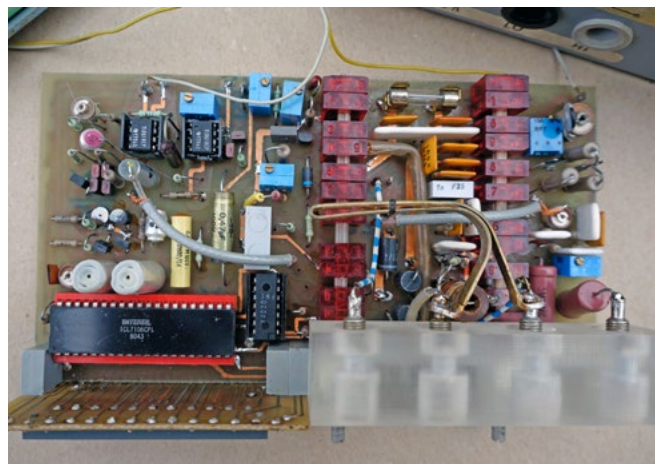


Digitalvoltmeter G-1001.500, Digitalteil

Ansteuerung. Im Ergebnis der Entwicklung stand ein Gerät zur Verfügung, welches mit den Abmessungen von 300 mm x 250 mm x 80 mm zu einer erheblichen Volumenreduzierung beitrug. Die Größe des Geräts ergab sich durch zwei große Leiterplatten neben der Anzeige und dem Stromversorgungsmodul.

1983 erfolgte die Überleitung des G-1002.500 in die Produktion und die Ingenieure der Messgeräteentwicklung konnten sich neuen Aufgaben zuwenden. Auf dem internationalen Markt wurden bereits Digitalmultimeter angeboten, die mit Batterien betrieben, insbesondere für mobile Serviceaufgaben, netzunabhängig einzusetzen waren. Diese Servicemultimeter, sogenannte „Handhelds“, waren mit stromsparenden Halbleiterbauelementen, Flüssigkristallanzeigen und miniaturisierten passiven Bauelementen ausgestattet, was sie tatsächlich sehr klein und handlich machte. Die US-amerikanische Intersil Corporation stellte Ende der 1970er Jahre mit dem ICL 7106 einen interessanten Analog-Digitalwandler Schaltkreis her, der direkt eine 3½-stellige LCD-Anzeige ansteuerte, was zu einer deutlichen Reduzierung des Strombedarfs führte. Mittlerweile standen den FWE-Entwicklungsingenieuren auch passive Bauelemente, wie Miniaturdreheschalter, Widerstandsnetzwerke und Einzelwiderstände im Miniaturformat mit einer Genauigkeit von 0,1 % aus DDR-Produktion zur Verfügung. Daher wurde dem internationalen Trend folgend mit einem ICL 7106 und zugehöriger 3½-stelliger LCD-Anzeige ein Labormuster entwickelt, welches zur schnellen und genauen Messung von Gleichspannungen von 100 μ V bis 1000 V, Wechselspannungen von 100 μ V bis 1000 V, Gleichstrom von 100 nA bis 10 A, Wechselstrom von 100 nA bis 10 A und Widerstände von 100 m Ω bis 20 M Ω diente.

Für dieses Studienthema waren der AD-Wandler, ICL 7106, die LCD-Anzeige und Operationsverstärker über kreative Handelswege beschafft worden. Für einen hochohmigen Eingangswiderstand sorgte der Low-Power-Operationsverstärker, TL 061, mit einem JFET-Eingang von der US-amerikanischen Texas Instruments Corporation. Versorgt wurde das Gerät mit einer Spannung von 9 Volt aus sechs Stück R6-Batterien, was dem heutigen AA-Format entspricht. Die äußeren Abmessungen, mit einer Länge von 184 mm, einer Tiefe von 105 mm und einer

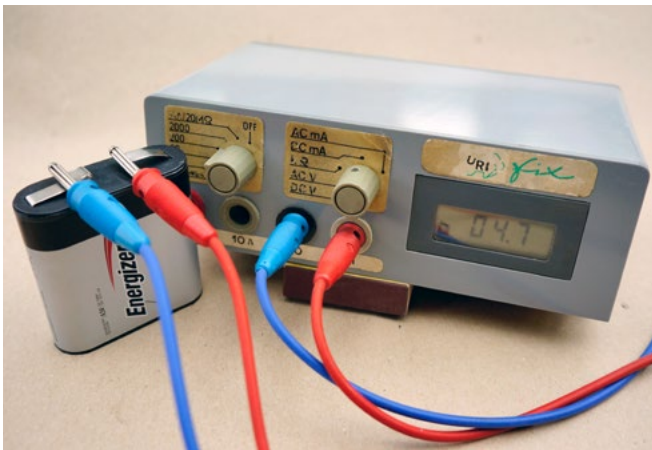


Bauelemente-Seite der Leiterplatte des URI-fix



Baugruppen des URI-fix

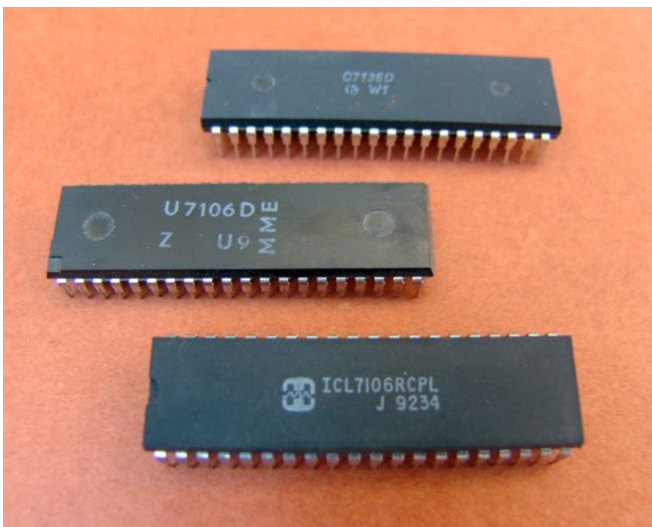
Höhe von 65 mm, bedeuteten gegenüber dem G-1002.500 eine erhebliche Volumenreduzierung. Auch der Bauelemente-Aufwand verringerte sich drastisch. Die Betriebsarten und Messbereiche konnten schnell mit zwei Miniaturdreheschaltern an der Front gewählt werden. Das Labormuster war in ein schlichtes graues PVC-Gehäuse eingebaut und erhielt nun die Arbeitsbezeichnung „URI-fix“, weil damit Spannung (U), Widerstand (R) und Strom (I) „fix“ (schnell) gemessen werden konnten.



URI-fix in Funktion



URI-fix Frontansicht



AD-Wandlerschaltkreise ICL 7106, U 7106 D und C 7136 D

Mit einfachen Aufklebern und den damals gebräuchlichen Typofix-Abreibebuchstaben wurde die Beschriftung auf der Frontseite realisiert, die nach vier Jahrzehnten jedoch etwas gelitten hat. In Serie gebaut wurde das Messgerät jedoch nie. Es verschwand in der Labortischschublade des Entwicklungsingenieurs. Nach 40 Jahren übergab er es uns für die Sammlung Elektronische Messtechnik, damit es der Nachwelt erhalten bleibt. Und es funktioniert heute noch!

Hinsichtlich der internen Schaltung und der Leistungsdaten stand das „URI-fix“ als Vorbild für das Multimeter G-1004.500, welches ab 1984 entwickelt wurde. Hierfür wurde das Labormuster „URI-fix“ jedoch vollständig überarbeitet. Die Drehschalter für Messbereiche und Betriebsarten wurden durch Tastenschalter, die mit einem 10 mm-Raster neu entwickelt worden waren, ersetzt. Die größte Herausforderung war jedoch die Nachentwicklung des Analog-Digital-Wandlerschaltkreises ICL 7106 im Halbleiterwerk des FWE. Unter der Typenbezeichnung U 7106 D wurde er ab 1986 in Serie produziert. Später wurde dieser Schaltkreis im VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder (HFO) als C 7103 D bzw. C 7136 D auch in CMOS-Technologie hergestellt.

Das Multimeter G-1004.500 entpuppte sich als Verkaufsschlager, jedoch schreckte manchen Bastler und Funkamateure der Preis von etwa 1.000 DDR-Mark ab. Daher wurde ab 1986 das etwas preiswertere G-1007.500 als „Konsumgut“ angeboten. Doch darüber wird später noch zu berichten sein.

Quellen:

- [1] Zeitzeugenbericht von Dipl.-Ing. Giesbert Krusche, ehemaliger Entwicklungsleiter der Zählerentwicklung im FWE, 2024

Bildquellen:

Stephan Hloucal



Multimeter G-1004.500



Multimeter G-1007.500

HISTORISCHES

Transistorradios aus Thüringen, Teil 3 (Fortsetzung aus ON.LINE 15.2024, Teil 1 und 16.2024, Teil 2): Rundfunkempfänger des Kombines Robotron

Gerhard Roleder, Erfurt

Neben dem in den Teilen 1 und 2 erwähnten Großproduzenten VEB Stern-Radio Sonneberg gab es Hersteller, die ihr Hauptsortiment durch Transistorradios ergänzten. In den 1970er und 1980er Jahren waren Betriebe, die hauptsächlich Produktionsmittel und andere Erzeugnisse für die Industrie herstellten, dazu aufgerufen, zusätzlich bis zu fünf Prozent ihrer Warenproduktion für Konsumgüter aufzuwenden. Im Fall der Transistorradios handelte es sich zum Teil um leicht modifizierte Übernahmen aus der Produktion des VEB Stern-Radio Sonneberg, sodass zusätzliche Produktionskapazitäten geschaffen wurden. Es gab aber auch Eigenentwicklungen von vormals produktfremden Herstellern. Ein beträchtlicher Anteil der im

Rahmen dieser Kampagne hergestellten Transistorradios entfiel auf die Betriebe des Kombines Robotron. Das 1969 gegründete Kombinat hatte Ende der 1980er Jahre 68.000 Mitarbeiter und war hauptsächlich verantwortlich für die Entwicklung, die Produktion, den Vertrieb und den Service von großen EDV-Anlagen, Kleinrechnern, Personalcomputern, Steuerungsrechnern sowie der zugehörigen Software.

Zu den Übernahmen aus Sonneberg gehörte im Jahr 1975 der Mittelsuper „Prominent 5“, dessen Schaltung und Bestückung dem im Teil 1 erwähnten Modell „Prominent 200“ entspricht. Beim „Prominent 5“ sind die Potenziometer für Lautstärke und Klang als Schieberegler ausgeführt. Die Skala ist nur noch mit kHz und MHz in den einzelnen Frequenzbereichen gekennzeichnet. Stationsnamen sind nicht mehr vorhanden. Hersteller war der VEB Rechentechnik Zella-Mehlis, der erst im Jahr 1977 zum Kombinat Robotron kam. Die Rückseite des Gerätes ist deshalb noch mit den Warenzeichen „Cellatron“ und „daro“ beschriftet. Letzteres gehörte zum Kombinat Zentronik, das im Jahr 1979 durch Robotron übernommen wurde. Der Verkaufspreis des „Prominent 5“ betrug unverändert 445 Mark.



Mittelsuper „Prominent 5“



Warenzeichen „daro“ und „Cellatron“ auf der Rückseite des „Prominent 5“

1976 begann in Zella-Mehlis die Produktion des „Prominent Automatik 2000“. Es handelte sich um das erste in Thüringen hergestellte Modell, bei dem der Drehkondensator der UKW-Baugruppe durch Kapazitätsdioden ersetzt wurde. In abstimmbaren Schwingkreisen wird die Kapazität der Diode durch die Spannungsänderung gesteuert. Durch eine spezielle Dotierung können Halbleiter-Dioden mit einer erhöhten Sperrschicht-Kapazität hergestellt werden. Bei Änderung der angelegten Spannung in Sperrrichtung ändert sich auch die Sperrschicht-Kapazität.

Die UKW-Baugruppe des „Prominent Automatik 2000“ enthält je einen Transistor für Vorstufe, Oszillator und Mischer. Mit zwei Kapazitätsdioden und einem Potenziometer werden Oszillator und Zwischenkreis abgestimmt. Bei RFT-Produkten wurde

eine solche UKW-Baugruppe erstmalig 1970 im „Stern Automatic“ des VEB Stern-Radio Berlin verwendet. Die UKW-Baugruppe des „Prominent Automatic 2000“ basiert auf dem gleichen Prinzip, hat jedoch eine andere Bestückung, die mit der des „Stern Automatic N“ aus dem Jahr 1973 übereinstimmt. Durch die Einsparung eines mechanisch aufwändigen Drehkondensators wird es möglich, Stationstasten hinzuzufügen, die durch umschaltbare Potenziometer auf die gewünschten Frequenzen eingestellt werden können, was zu der Bezeichnung „Automatik“ führte.

Mit Ausnahme der UKW-Baugruppe und der Stationsprogrammierung basieren alle anderen Baugruppen auf der Schaltung des „Prominent 200“. Der Mittelsuper „Prominent Automatic 2000“ war für 555 Mark zu haben. Den ab 1978/79 erhältlichen Nachfolger „Prominent Automatic 2002“ gab es zum gleichen Preis. Eine geringfügige Modifizierung der UKW-Baugruppe erweiterte den oberen Empfangsbereich von 100 MHz auf 104 MHz. Einen technisch identischen Typ „Meiningen 2003“ mit anderer Gehäusefront bot Robotron Zella-Mehlis etwa zur gleichen Zeit an.

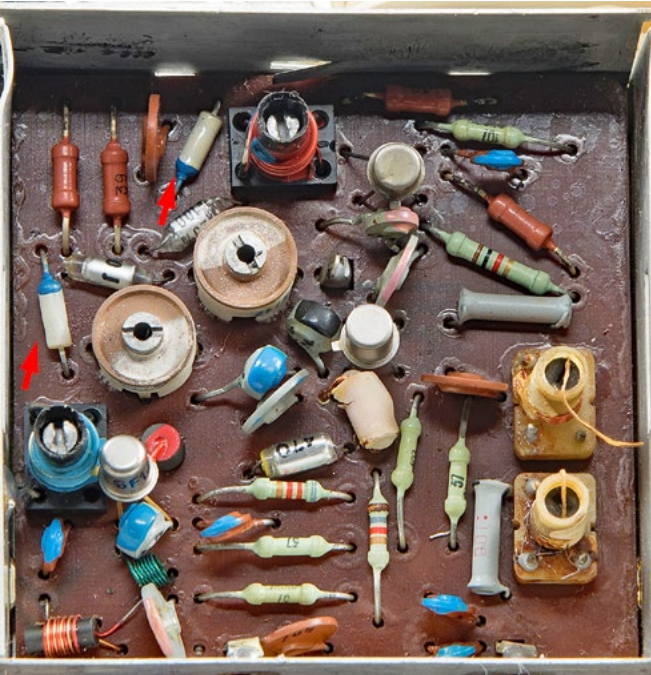
Für die Entwicklung von Rundfunkempfängern im Kombinat Robotron war der VEB Robotron Elektronik Radeberg als Zentrale Entwicklungsstelle zuständig. [11] Mit der Herstellung wurde typenabhängig jeweils ein Betrieb beauftragt. An der Herstellung von Rundfunkempfängern waren außer Radeberg die Kombinatbetriebe in Dresden, Hoyerswerda, Sömmerda, Stollberg, Stralsund und Zella-Mehlis beteiligt.

In Zella-Mehlis begann die Produktion eines Radios aus Robotron-Entwicklung im Jahr 1979 mit dem Mittelsuper „Progress RR1201“. Dabei handelte es sich um den ersten Typ einer Mono-Geräteserie mit einem neuen Einheitschassis und einem erhöhten Integrationsgrad von Bauelementen. Ähnlich wie in der Computertechnik sind bei diesem Gerät leicht auswechselbare Leiterplatten auf einer Hauptplatine aufgesteckt und durch Halterungen fixiert. Die steckbaren Leiterplatten enthalten die Baugruppen ZF-Verstärker für Frequenzmodulation (UKW), HF/ZF für Amplitudenmodulation (Lang-, Mittel- und Kurzwelle) und NF-Verstärker. Außerhalb der Hauptplatine sind die UKW-Baugruppe mit Drehkondensator, die auf einen Ferritstab gewickelten Vorstufen-Spulen für Lang-, Mittel- und Kurzwelle sowie das Netzteil montiert. Wie bei einfachen Mono-Empfängern üblich, enthält die selbstschwingende UKW-Baugruppe nur zwei Transistoren.

Die Verwendung des Empfänger-Schaltkreises A 244 ermöglichte einen guten Empfang auf Lang-, Mittel- und Kurzwelle. Mit 2,5 W Sinusleistung war die Ausgangsleistung etwas höher als die der Prominent-Reihe. Die breite Vertikalskala bot in dieser Form



„Prominent Automatic 2002“ mit vier Stationstasten



UKW-Baugruppe des „Prominent Automatic 2002“ mit Kapazitätsdioden (Pfeile) auf einer Fläche von 65 mm x 60 mm

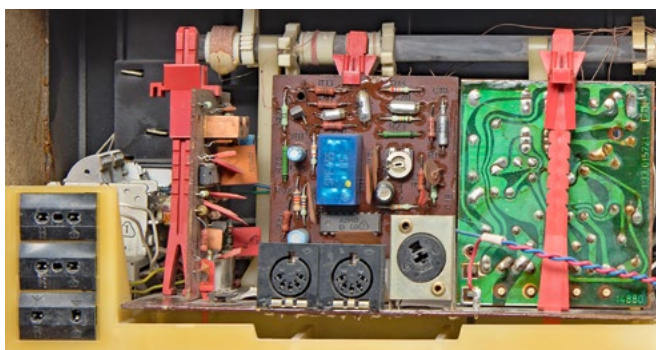
eine gute Ablesegenauigkeit. Mit insgesamt drei hochintegrierten Analog-Schaltkreisen, vier Silizium-Transistoren, vier Dioden und zwei Piezofiltern war die Schaltung auf Wirtschaftlichkeit optimiert. Der Preis von 500 Mark spiegelte dies allerdings nicht wider.

Bez.	Typ	Funktion	Hersteller
V 1	SF 235	Transistor UKW-Vorstufe	Mikroelektronik Neuhaus/Rwg.
V 2	SF 235	Transistor UKW-Mischer/ Oszillator	Mikroelektronik Neuhaus/Rwg.
V 1101	SF 225	Transistor FM-ZF-Vorverstärker	Mikroelektronik Neuhaus/Rwg.
A 1101	A 281 D	FM-ZF-Verstärker	HLW Frankfurt/ Oder
A 1201	A 244 D	AM-Empfänger	HLW Frankfurt/ Oder
V 1201	SC 239	Transistor 5-kHz-Sperre	Mikroelektronik Neuhaus/Rwg.
A 1301	A 210 K	NF-Verstärker	HLW Frankfurt/ Oder

Tabelle 5: Transistoren und Schaltkreise des „Progress RR1201“, Bezeichnungen laut Schaltplan



Der Mono-Empfänger „Progress RR1201“ war die erste in Zella-Mehlis hergestellte Robotron-Entwicklung.



Teil der Innenansicht des „Progress RR1201“: Links hinter den Antennenbuchsen der Drehkondensator und die UKW-Baugruppe, rechts daneben in Seitenansicht die FM-ZF-Platine, in der Mitte die Bestückungsseite des AM-Empfangsteils, rechts die Leiterseite des NF-Verstärkers.

Während die Herstellung von Radiogeräten in Zella-Mehlis bis Anfang der 1980er Jahre dokumentiert ist, begann im VEB Robotron Büromaschinenwerk „Ernst Thälmann“ Sömmerda (BWS) die Herstellung von Radios erst Anfang der 1980er Jahre. Im Unterschied zu Zella-Mehlis wurden in Sömmerda ausschließlich Stereogeräte hergestellt. Nach vorangegangener Entwicklungsarbeit bei Robotron Radeberg stellte das BWS den Spitzenempfänger „RS 5001“ auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1981 vor. Das der HiFi-Norm entsprechende Produkt erhielt eine Goldmedaille für hervorragende Qualität.

Der mechanische Aufbau besteht aus einem Chassis mit Frontplatte und neun Leiterplatten, die durch Kabelbäume miteinander verbunden sind. Die Halbleiterbestückung des Gerätes enthält zehn integrierte Schaltkreise, 42 Transistoren, 47 Lichtemitterdioden, fünf Kapazitätsdioden und 26 weitere Halbleiterdioden. Wie schon im „Carat S“ enthält die UKW-

Baugruppe in Vorstufe und Mischer Feldeffekttransistoren (Dualgate-MOSFETs), die eine rauscharme, regelbare Verstärkung über einen weiten Bereich ermöglichen. Mit vier Doppel-Kapazitätsdioden werden im UKW-Teil Oszillator, Vorstufe und beide Kreise des Bandfilters zwischen Vorstufe und Mischer abgestimmt.

Für die Abstimmung von Vorstufe und Oszillator der Bereiche Lang-, Mittel- und Kurzwelle wird anstelle eines Drehkondensators eine Dreifach-Kapazitätsdiode verwendet. Die Baugruppen HF/ZF für Lang-, Mittel- und Kurzwelle und ZF für UKW werden durch die Schaltkreise A 244 und A 225 realisiert. Technische Neuheiten waren eine automatisch abschaltende AFC bei Betätigung des Abstimmknopfes und ein aus 34 LEDs bestehendes Leuchtband zur Frequenzanzeige. Im Unterschied zum „Prominent Automatik 2000“ werden die Stationsspeicher mit Mehrgang-Spindelpotenziothern anstelle von herkömmlichen Potenziometern mit 300 Grad Winkelbereich eingestellt. Dadurch ergibt sich eine bessere Einstellgenauigkeit. Lautstärke, Balance und Klang werden elektronisch durch die Schaltkreise A 273 und A 274 eingestellt.

Die NF-Endstufe mit einer Sinusleistung von 2 x 25 W ist ausschließlich aus diskreten Bauelementen aufgebaut. Endstufe und Stromversorgung tragen wesentlich zu den großen Abmessungen von 58 x 34 x 11 cm und einer Masse von 10 kg bei. Das Gebot der Verwendung von einheimischen Bauteilen wurde beim „RS 5001“ nicht vollständig eingehalten. Feldeffekttransistoren, Kapazitätsdioden und Endstufentransistoren stammten je nach Verfügbarkeit aus Ost- oder Westimporten. Der Verkaufspreis ohne Lautsprecherboxen betrug 1.950 Mark.

Auf diversen Websites besteht bei Radioenthusiasten weitgehend Einigkeit in der positiven Bewertung der Empfangsleistung des „RS 5001“. Bezüglich Aufwand-Nutzen-Verhältnis und äußerer Gestaltung gehen die Meinungen auseinander. In einem Buch über die Rundfunkindustrie schreibt ein ehemaliger Robotron-Mitarbeiter: „Obwohl bei den Käufern ein Erfolg, wird der Empfänger in den Fachzeitschriften verrissen wegen seines hohen Schaltungsaufwandes für die Leuchtbandanzeige, die doch eigentlich nur Weltniveau demonstrieren sollte.“ [12]



Spitzenempfänger „RS 5001“

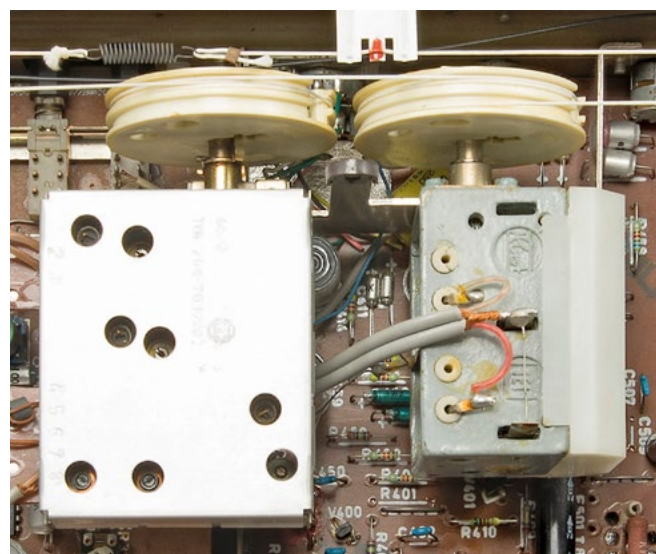


„RS 5001“ ohne Gehäuse auf der Titelseite von radio fernsehen elektronik, Heft 5/1982 (Foto: rfe, W. Müller)

Letzten Endes überwog bei Robotron Sömmerda die Herstellung kompakter Stereoempfänger der mittleren Preisklasse. Das Büromaschinenwerk präsentierte als Hersteller auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1984 das Modell „SR 2400“. Dieser Empfänger stammt aus der Entwicklung des VEB Stern-Radio Sonneberg und kommt durch den Verzicht auf zusätzlichen Bedienkomfort mit fünf integrierten Schaltkreisen, 12 Transistoren und sieben Halbleiterdioden aus. Mit Ausnahme der UKW-Baugruppe kommen bei allen anderen Baugruppen integrierte Schaltkreise als zentrale Funktionseinheiten zum Einsatz. Die Endstufe mit einer Sinusleistung von $2 \times 4,5 \text{ W}$ be-

anspruch durch die Verwendung der Schaltkreise A 210 K weniger als die Hälfte der Chassis-Grundfläche. Das Radio „SR 2400“ galt mit einem Verkaufspreis von 750 Mark ohne Lautsprecherboxen als abgerüstete Version des kurze Zeit zuvor von Stern-Radio Sonneberg zum Preis von 980 Mark herausgebrachten Modells „SR 2410“.

Das preisgünstigere Modell hat keine Senderspeicher und keine LED-Abstimmanzeige. Ein weiterer, wesentlicher Unterschied wurde nicht öffentlich verkündet: Der SR 2400 hat eine UKW-Baugruppe mit einem Dreifach-Drehkondensator anstelle von Kapazitätsdioden. Daraus ergibt sich ein größerer Montageaufwand, da für UKW und Lang-/Mittel-/Kurzwellen separate Drehkondensatoren verwendet werden, die über einen gemeinsamen Seilzug betätigt werden. Hintergrund dieser schon damals nicht mehr zeitgemäßen Konstruktion dürfte sein, dass Kapazitätsdioden typenabhängig aus der ČSSR, der Sowjetunion oder der BRD importiert werden mussten. Dagegen befand sich der Hersteller der Drehkondensatoren, der VEB Elektra Schalkau, aus Sonneberger Sicht fast vor der eigenen Haustür.



Beim Stereoempfänger „SR 2400“ sind der Drehkondensator des UKW-Teils (links) und der Drehkondensator für den AM-Bereich über einen gemeinsamen Seilzug miteinander verbunden.



Stereoempfänger „SR 2410“

Ab 1986 wurde der Empfänger „SR 2410“ dann ebenfalls in Sömmerda produziert. Die Halbleiterbestückung besteht aus sieben integrierten Schaltkreisen, 12 Transistoren, 12 Dioden und sechs LEDs. Der mittleren Preisklasse entsprechend, enthält die UKW-Baugruppe drei Bipolar-Siliziumtransistoren des Typs SF 235. Diese Standard-Schaltung ermöglicht einen akzeptablen Stereo-Empfang. Das Potenziometer für die Abstimmspannung der Kapazitätsdioden der UKW-Baugruppe befindet sich auf einer Achse mit den beiden Plattenpaketen des Drehkondensators, wodurch die Skalenmechanik weniger aufwändig gehalten werden konnte. Die Baugruppen HF für Lang-, Mittel- und Kurzwelle sowie ZF und NF gleichen denen des „SR 2400“. In konstruktiv neuer Art ist die Speichereinheit für die Feststationen einschließlich Feldstärkeanzeige direkt hinter der Frontplatte befestigt.

Zu guter Letzt produzierte das BWS 1988/89 die Modelle „RS 2500“ und „RS 2510“, die gestalterisch und in technischer Hinsicht gegenüber ihren Vorgängern mehrere Neuheiten aufweisen. Dem am 1. Juli 1987 in Kraft getretenen Genfer Wellenplan folgend, wurde die obere Grenze des UKW-Bereiches von 104 MHz auf 108 MHz erweitert. Neu in einem Radio von Robotron war der Analog-Schaltkreis A 4100, der unabhängig voneinander einen FM-ZF-Verstärker mit Demodulator, Feldstärkeindikator und AFC-Ausgang sowie einen kompletten AM-Empfänger enthält. Weitere Neuheiten waren der PLL-Stereodecoder A 4511 und zwei NF-Verstärker A 2030, mit denen die Sinus-Ausgangsleistung auf 2 x 12 W erhöht

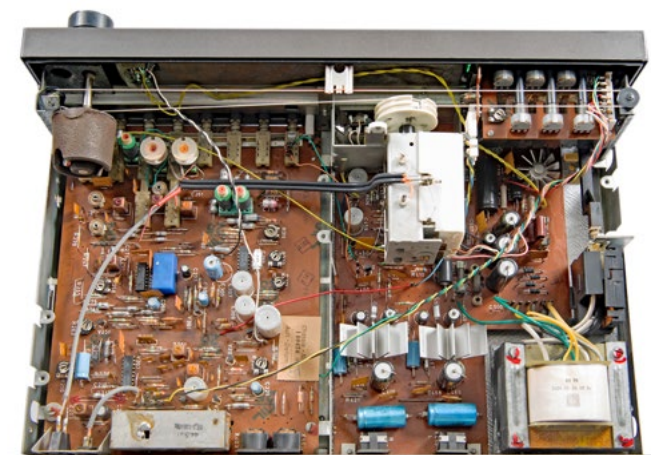
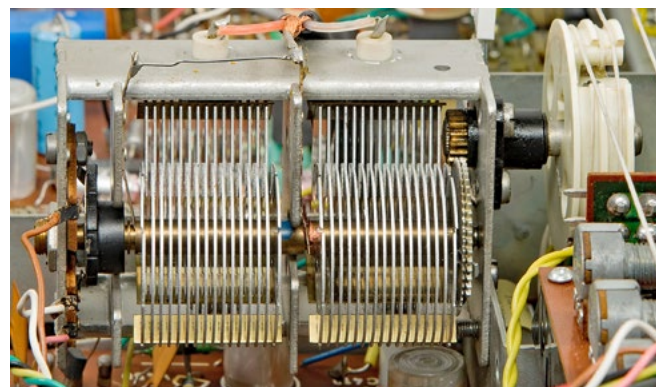


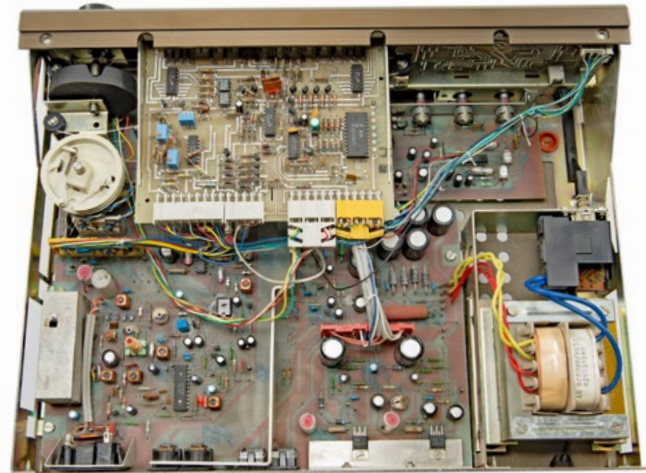
Bild: Chassis des Stereoempfängers „SR 2410“; die mit Kapazitätsdioden abstimmbare UKW-Baugruppe befindet sich unten links; auf der Achse des Drehkondensators für AM ist ein Potenziometer für die Abstimmspannung der Kapazitätsdioden montiert, so dass nur ein Skalenrad erforderlich ist.



Drehkondensator mit Potenziometer (links neben den Plattenpaketen) im „SR 2410“



Stereoempfänger „RS 2510“ mit 16-fach Programmspeicher



Chassis des „RS 2510“; die große Leiterplatte enthält HF, ZF und NF-Endverstärker; rechts oben der NF-Vorverstärker; oben in erhöhter Position die Speicherleiterplatte; das Skalenrad oben links ist auf der Achse des Tandem-Potenzimeters befestigt.

wurde. Die genannten Analog-Schaltkreise wurden ab Mitte der 1980er Jahre im VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder hergestellt. Die Schaltung der auf 108 MHz erweiterten UKW-Baugruppe gleicht weitgehend der des Empfängers „SR 2410“.

Der Empfänger „RS 2510“ hat einen 16-fach Programmspeicher, bei dem die einzelnen Frequenzen an dicht hinter der Frontplatte befindlichen Potenziometern eingestellt werden. Die Schaltung der mit einer Vorwärts- und einer Rückwärts-Taste möglichen Auswahl der einzelnen Speicherplätze enthält folgende digitale unipolare Schaltkreise aus dem VEB Mikroelektronik Erfurt: Einen Fernbedienungs-Empfänger U 806, zwei BCD-Dezimal-Decoder U 711 und einen Logik-Schaltkreis V 4011 mit vier NAND-Gattern.

Eine kleine Besonderheit des „RS 2510“ bildet die auf der Skala als „Tuning Exakt“ bezeichnete Abstimmungshilfe. Eine aus zwei Operationsverstärkern bestehende Komparatorschaltung vergleicht die Abstimmungsspannungen des Handpotenziometers und des Programmspeichers. Eine von zwei Zeiger-LEDs

zeigt an, in welche Richtung eventuell nachjustiert werden muss, damit die Frequenz des zu programmierenden Senders mit der am Senderwahlknopf eingestellten Frequenz übereinstimmt.

„RS 2500“ und „RS 2510“ können UKW und Mittelwelle empfangen. Da zur Abstimmung von Vorkreis und Oszillator des Mittelwellenbereiches ebenfalls Kapazitätsdioden verwendet werden, können die Abstimmungsspannungen von einem Tandem-Potenzio- meter abgegriffen werden. Durch den Verzicht auf Kurz- und Langwelle reduzierte sich für den Hersteller der Montage- und Abgleichaufwand. Kunden- freundlich war diese Einschränkung nicht, denn bis Anfang der 2000er Jahre waren auf Kurz- und Langwelle noch viele leistungsstarke Rundfunksender zu empfangen. In Anbetracht der Möglichkeiten des Empfängerschaltkreises A 4100 handelte es sich um ungenutztes Potenzial. Durch die Verwendung von Piezofiltern in der ZF-Stufe wäre auch in diesen Frequenzbereichen eine gute Trennschärfe erreicht worden. Im Übrigen betrieben einige Programm- anbieter in der jüngeren Vergangenheit ihre Sender auf den amplitudenmodulierten Frequenzen mit optimierter Modulation für einen angenehmeren Klangeindruck.

Mit dem VEB Robotron Rationalisierung Weimar (RRW) gab es einen Thüringer Zulieferer. In der zweiten Hälfte der 1980er Jahre stellte RRW unter anderem Geräte für das Schwalllötten von vorbe- stückten Leiterplatten her. Die Lötmaschinen wurden auch für die Leiterplattenherstellung von Rundfunkempfängern verwendet. In der Sammlung des Elektromuseums ist von diesem Teil der technologischen Ausrüstung nichts vor- handen. Ob diese Technik anderswo noch existiert, ist unwahrscheinlich. [13]

Stückzahlen über die von Robotron Sömmerda und Zella-Mehlis hergestellten Radios sind im Einzelnen nicht überliefert. In einer geschichtlichen Betrach- tung der Technischen Sammlungen Dresden wird für einen Zeitraum von etwa 17 Jahren eine Gesamt- produktion von 3,5 Millionen Transistorradios aller Robotron-Betriebe geschätzt. [11]

Quellen:

- [11] Dr. Heinz Speidel: Konsumgüterproduktion im VEB Kombinat Robotron, UAG Historie Robotron, Technische Sammlungen Dresden, 2006
- [12] Bernhard Hein (Hg.): Die Geschichte der Rundfunkindustrie der DDR, Band 2, Funkverlag Bernhard Hein, 2005
- [13] Weblink https://www.robotrontechnik.de/index.htm?/html/standorte/rrationalisierung_weimar.htm

Bildrechte:

Wenn nicht anders angegeben, liegen die Bildrechte beim Autor.

Ein altes Problem: Ansichtssache Stromver- sorgungsanlagen

Matthias Wenzel, Erfurt

Dieser Beitrag erschien in gekürzter Fassung in „Heimat Thüringen“, 32. Jahrgang 2025, Heft 1-2.

Der aktuelle politische und gesellschaftliche Wille zur Gestaltung der „Energiewende“ bedingt einen tiefgreifenden Umbau der Energieversorgung. Betroffen sind dabei die netztechnischen Anlagen aller Spannungsebenen von den Orts- bis hin zu den Hochspannungsnetzen. Dies hat Konsequenzen für das Landschaftsbild, die Raum- und Landschaftsplanung und vielfältige Aspekte der Natur- und Heimatpflege. Herausfordernd für jeden Netzplaner oder -projektanten zum dringend benötigten Stromnetzausbau und den teilweise kilometerlangen Anschlüssen von Einspeiseanlagen aus erneuerbaren Energien, sind die immer umfangreicher werdenden, langwierigen Genehmigungsverfahren vor allem im Hochspannungsbereich bis hin zu einer häufig nur kompromissbehafteten finalen Entscheidung. Dabei ist allzu oft trotzdem nicht von einer allgemeinen Akzeptanz für die Anlagen- und Netzbauten vor Ort auszugehen.

C. Schmidt erwartet in [1], dass die Energiewende in hohem Maße in und über Landschaften verhandelt wird. Ein Großteil der Werturteile der Bevölkerung über raumbezogene Veränderungen werden erfahrungsgemäß ästhetisch getroffen. Nach einer 2018 abgeschlossenen Forschungsarbeit der TU Dresden begründeten 86 % der Initiativen gegen die Nutzung von Windenergie ihre Ablehnung mit landschafts-ästhetischen Argumenten. In Waldlandschaften werde die Energiewende dabei am stärksten konfliktbehaftet wahrgenommen. Je stärker eine Landschaft als schön wahrgenommen werde, desto heftiger würden auch die Proteste ausfallen. Diese Diskussion ist 1:1 auch auf die Planungsphasen, Bauzeiten und Ansichten von Freileitungstrassen, besonders für die Hoch- und Höchstspannungsanlagen, übertragbar.

Diese Konflikterfahrung ist allerdings nicht neu. Schon zum Ende des 19. Jahrhunderts begannen



Trassenbündelung von Hoch- und Höchstspannungsleitungen zwischen Schellroda und Klettbach, 2013

erste Diskussionen um eine „Verspargelung“ der Landschaft, zunächst mit dem Blick auf rauchende Schornsteine, „den neuen Zacken im Stadtpanorama, schnell zahlreicher als Kirchtürme“ [2] in Folge der Industrialisierung, allerdings weniger bezogen auf die Bauwerke an sich, sondern auf die „Rauch- und Rußplage“ und die einhergehende Umweltbelastung. Mancherorts entstanden zunächst ganze Batterien von nicht allzu hohen Kaminen und wurden landschaftsprägend. Zum Schutz der unmittelbaren Umgebung der jeweiligen Standorte sah man dann eine weiträumige Verteilung der Abgase als Lösung. Die Schornsteine wurden immer höher und so zu Sichtmarken, die die Landschaft dominierten. [3] Wenige Jahre später wurde diese Begrifflichkeit auf die Strommasten der Überlandleitungen (bis hin zum Begriff der „Verdrahtung“ der Landschaft) übertragen; heute werden damit zumeist die Windkraftanlagenfelder impliziert. Aber auch Veränderungen des Natur- und Landschaftsbildes durch Verbauung von Flussufern und das Errichten von Wasserkraftanlagen mit ihren Stauanlagen (im Gegensatz zur romantischen Wahrnehmung der alten Wassermühlen) waren von Anfang an den kritischen Betrachtungen der Heimatschutzbewegung ausgesetzt.

Nach 1881 begann im thüringischen Wirtschaftsraum die Erzeugung der Elektrizität in Wassermühlen und Industriebetrieben für den Eigenbedarf zumeist unter Nutzung der Wasserkraft (1881/82 Mihla, 1882 Apolda, 1884 Gotha und Neustadt/Orla, 1885

Langensalza, 1886 Oertelsbruch/Lehesten). In den 1890er Jahren startete die Elektrifizierung in den größeren Städten (1892 Gera, Eisenach, Weimar, 1893 Gotha) mit kurzen Übertragungsleitungen bedingt durch die räumlich begrenzte Strombereitstellung aus Gleichstromkraftwerken.

Zur Jahrhundertwende setzte der Aufbau von regionalen Überlandwerken ein (1902 Gispersleben, Apolda und Treffurt aus Wanfried, 1906 Bretleben) – hier zunächst wieder überwiegend mit Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung. Die neue Drehstromtechnik ermöglichte nun die wirtschaftliche Energieübertragung über größere Entfernung zu entfernteren Räumen. Die „Verdrahtung der Landschaft“ setzte ein. Allerdings musste der Strom auch aus naturnaher Erzeugung mit sichtbaren Leitungen zu den Abnehmern transportiert werden – ein ästhetisches Problem bis heute.

Die Heimatschutzbewegung institutionalisierte sich mit der Gründung des „Bund Heimatschutz“ am 30. März 1904 in Dresden. Hauptsächlicher Initiator war der Musikprofessor Ernst Rudorff. Erster Vorsitzender wurde der Architekt Paul Schultze-Naumburg. Hatte sich der Bund am Anfang seiner Tätigkeit dem Schutz des Überkommenen, vor allem in Natur, Kunst und Volkskunst verpflichtet gefühlt, weitete sich sein Aufgabenbereich bald zur Mitgestaltung des „Gegenwärtigen“ aus. Die Landesverbände des Heimatschutzbundes wurden zunehmend als kompetente Ansprechpartner der politisch Verantwortlichen bei Gestaltungsfragen hinzugezogen. [4]

Die Auseinandersetzungen um Sichtbarkeit und visuelle Wirkung elektrotechnischer Anlagen begannen mit frühen Warnrufen: „Die elektrische Kanalisation unseres Landes hat begonnen; in tausend Adern durchziehen die Starkstromleitungen Berg und Tal.“ Von „öffentlichem Ärgernis“ und der „Entstellung unseres Landes“, „aufs häßlichste durchschnittenen

Straßen und Platzbildern“, der „Entstellung der stillen Feldflur“, „verhängnisvollen Folgen für das Orts- und Landschaftsbild“, „häßlichem Flickwerk“ war die Rede [3]. A. Seemann bemängelte 1911: „Es ist eine offensichtliche Tatsache, dass die starren waagerechten und senkrechten Linien der Drähte und Stützen mit der Umgebung selten harmonisieren, und daß der in der Struktur dieser Teile begründete Mangel an Anpassungsvermögen zu schrillen Mißklängen führen kann. Je regelloser die Anordnung, je zahlreicher die Kreuzung und Überschneidung, desto schlimmer wird die Sache.“ [5] Welche Masten dann jeweils genutzt werden sollten, war jedoch auch bei den Heimatschützern umstritten. Die einen bevorzugten Holzmasten, da diese zierlicher seien, andere Eisenmasten. Schultze-Naumburg schrieb: „Noch eine Erscheinung bringt die Elektrisierung des Landes mit sich: die zahlreichen kleinen Umformerstationen, die in Gestalt kleinerer und größerer Häuschen überall aufgestellt werden und die bisher immer unnötig häßlich waren.“ [4]

Mit Beginn der Errichtung der ersten Überlandleitungen, Trafohäuschen und Umspannwerke wurde die Forderung nach einer „angepassten“ Bauweise der Netzanlagen an regionale Landschaftsformen und das Ortsumfeld laut. Dies führte dafür deutschlandweit zu einer besonderen Heimatschutz-Architektur. Die Vorstellungen des Heimatschutzes schlugen sich in Erlassen und Leitlinien zur Gestaltung der elektrischen Anlagen nieder. Die Landesregierungen übten damit in der Folge eine regulierende Einflussnahme auf die Netzanlagenbauten aus. Die thüringischen Länder übernahmen dabei die vom Bund Heimatschutz initiierte Rechtsprechung aus den deutschen Nachbarländern. Diese basierte wiederum auf den sogenannten „Verunstaltungsgesetzen“ einzelner Länder; Vorreiter war hier Preußen im Jahr 1902 mit einem Gesetz gegen die Verunstaltung landschaftlich hervorragender Gegenden durch Reklame.



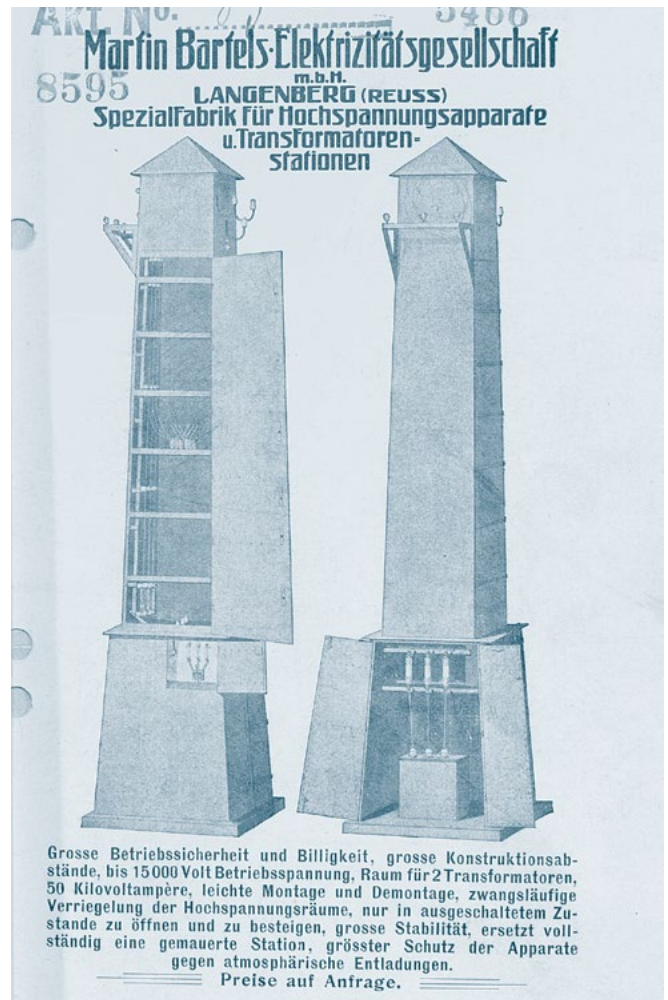
„Ungeordnetes Durcheinander von Masten, Drähten und Verteilern in schöner Landschaft“ (Foto [6])



Alte Trafostation in Mellingen, um 1935 (Foto: Gerhard Mordt, Mellingen, [7])



„Ein dörfliches Idyll wird durch einen Blechturm gefühllos erschlagen“
(Foto [6])



Diese Blechstation der Fa. Martin Bartels fiel 1914 in Oberfranken durch
(Quelle: StA Bamberg FA 0138-19)

Im Außenbereich von Ortschaften lag der Bewertungsschwerpunkt des Heimatschutzes besonders auf der Trassenführung und Gestaltung der Masten.

Für Ortslagen richteten sich die Vorstellungen des Heimatschutzes primär gegen die Gestaltung und Standorte von gemauerten Turmstationen, aber auch von Fertigteilstationen aus Stahl/Blech und Beton. Innerhalb des Ortsbildes sollten die Stationen u. a. nicht in Konkurrenz zu bestehenden Türmen – wie z. B. Kirchtürmen – treten. Als akzeptabler Standort wurde die Errichtung am Ortsrand oder am Rand der Kernbebauung gesehen. Aber auch außerhalb von Ortschaften sollten sich die Stationen unauffällig in das Landschaftsbild einfügen. Der Wunsch der



Diese ehem. 3-kV-Station aus Blech war jahrelang in Erfurt im Einsatz.
Heute ist sie Ausstellungsstück des Elektro-Museums Erfurt
(Foto: S. Hloucal, 2014)

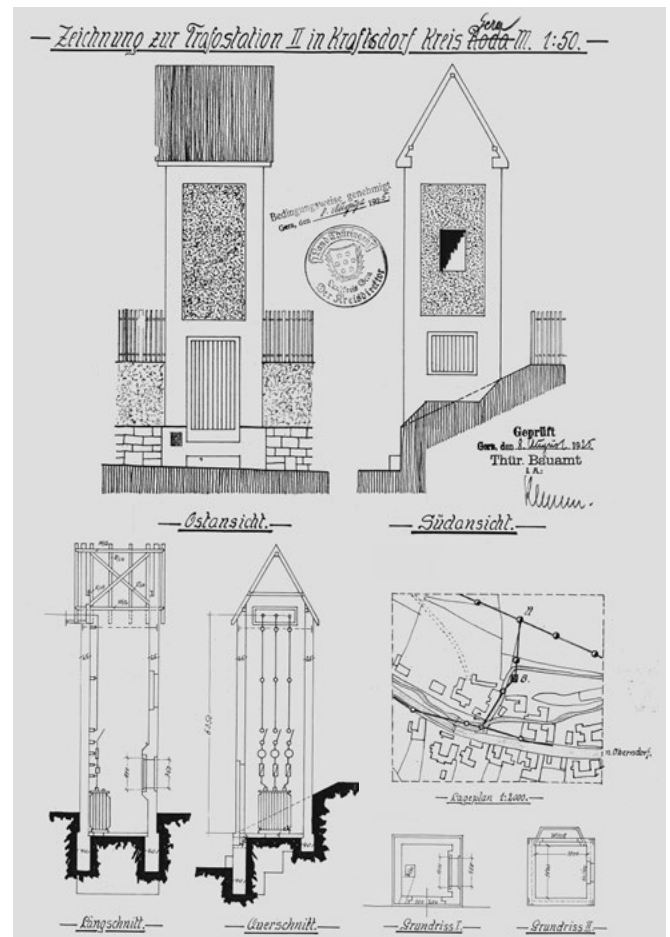
Versorgungsunternehmen zur Errichtung von Fertigteilstationen zur kriegsbedingten Minimierung der Baukosten wurde zwar durchaus respektiert, aus gestalterischer Sicht aber differenziert gesehen. Die thüringische Firma Martin Bartels aus (Gera-)Langenberg Reuss j. L. baute solche Stationen ohne Probleme in ihrem ostthüringischen Versorgungsgebiet auf (bspw. in Kraftsdorf); in anderen deutschen Ländern hatte sie aber durchaus Schwierigkeiten mit der Genehmigung. Zusätzliches Verputzen der Wandflächen und Änderungen der Dachformen vereinfachten in der Folgezeit den Genehmigungsprozess.

Zur speziellen Bauform der Maststationen schrieb der Bayerische Heimatschutz 1914: „Sehr unangenehm können sich im Landschafts- oder Ortsbild die Masttransformatoren geltend machen. Diese ziemlich umfangreichen Objekte wirken sehr aufdringlich. Es muß unbedingt darauf geachtet werden, ihnen wo immer möglich, durch eine mehr oder minder weitgehende Verschalung eine geschlossene Form zu geben, wobei keineswegs der Zweck des Transformators verdeckt werden soll.“ [4]

Das Königl. Sächsische Ministerium des Inneren gab 1915 in seinen Leitsätzen bekannt: „Auch die Trafohäuschen sollten in Form, Farbe und Baustoff schlicht und sachlich sein; reine Eisenkonstruktionen sollten vermieden werden.“ [8] Für die Umsetzung der ministeriellen Vorgaben wurden Sachverständigenkommissionen gegründet, die der Baupolizei in baukünstlerischen Fragen beratend zur Seite stehen sollten. [9] Das Thür. Ministerium des Inneren gab bspw. der Baupolizei vor: „Bei Genehmigung von Baugesuchen ist darauf hinzuwirken, das vorhandene gute Ort- und Landschaftsbilder nicht beeinträchtigt sowie vorhandene unschöne Bilder nach Möglichkeit verbessert werden.“ [9] Den Netztechnikern wurden Schulungen und Meisterkurse angeboten.

H. Vogts schrieb 1920 in [10] dann schon recht abgeklärt: „Bei Landschaften, die sich dem Blick von Aussichtspunkten aus darbieten, sollte man aber doch bei der Wahl des Farbtons (hier für Holzmasten gedacht, d. A.) darauf achten, daß die Maste auf größere Entfernung möglichst verschwinden, also vielleicht dunkelgrün oder die Schutzfarbe des französischen Herres, taubenblau, in Betracht ziehen. ... Erstrebenswert ist es, daß die Leitungen gegen das Gelände stehen und sich nicht frei von dem Landschaftsumriß abheben.“

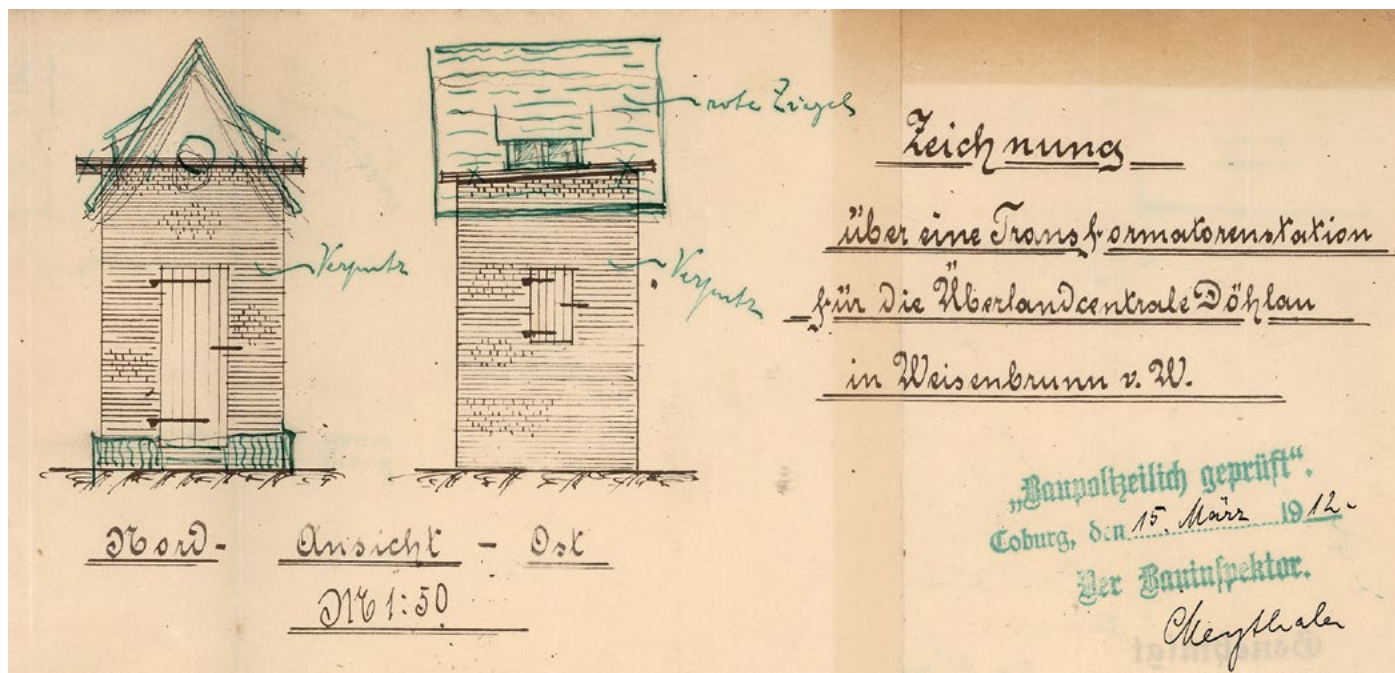
Die baupolizeilichen Genehmigungen in den thüringischen Ländern und im Regierungsbezirk Erfurt der preußischen Provinz Sachsens beinhalteten häufig Änderungsvorgaben. 1913 erging so ein Bescheid an das Elektrizitätswerk des Elstertales (Berga): „Die Transformatorenstation in Quaschwitz kann ... in der vorliegenden Form nicht genehmigt werden, da die Hochspannungsleitung zu weit in den Ort hineingeführt werden soll, auch die unmittelbare



Beton-Fertigteilstation von Martin Bartels



„Dieser Backsteinkasten auf eisernem Fuß ist von unübertroffener Häßlichkeit und erinnert mehr an einen Taubenschlag als ein technisches Werk“ (Foto [6])



Änderungsvorgaben auf dem Bauplan für das E-Werk Keßler, Döhlau (Frankenblick), 1912 [11] (Quelle: LRA Coburg 7528-02)



alte Trafostation in Oppershausen, Baujahr 1911, 2013

Nähe des Friedhofs und der Kirche ...“ [9] Im Bau-
bescheid für eine Station in Lindenkreuz hieß es:
„Außerdem sind die Trafohäuser in einer wenig
gefälligen Form geplant, so dass eine Verunzierung
des Dorf- und Landschaftsbildes zu befürchten ist.“
[9] E-Werksbesitzer Keßler in Döhlau (Frankenblick)
erhielt 1913 für einen Ortsanschluss als Vorgabe:
„... das Äußere des Häuschens muss gefällig gestal-
tet werden: anstelle des flachen Daches hat ein
Satteldach zu treten, außerdem sind die Außen-
flächen des Backsteinmauerwerks zu verputzen.“
Außerdem durfte er die Freileitungen nicht entlang
der Grundstücksgrenzen bauen, sondern sollte auf
eine gerade Leitungsführung achten [11].

1914 wurde der A. G. Portland-Cementwerk Bad
Berka mit der Anschlussgenehmigung für Saalborn
(Blankenhain) mitgeteilt: es sei „... ein massives
Transformatoren-Häuschen mit Fachwerks-Aufbau,
analog dem ... in Bergern bereits ausgeführten,
herzustellen.“ Außerdem: „Naturdenkmäler, u. a.
schöne alte Bäume sind bei der Verlegung der
Leitungen tunlichst zu schonen.“ [12] 1924 hieß es in
einer Stellungnahme für die geplante Trafostation in
Obermaßfeld: es „... muss bei so kleinen Baukörpern



alte Trafostation in Obermaßfeld, 2024

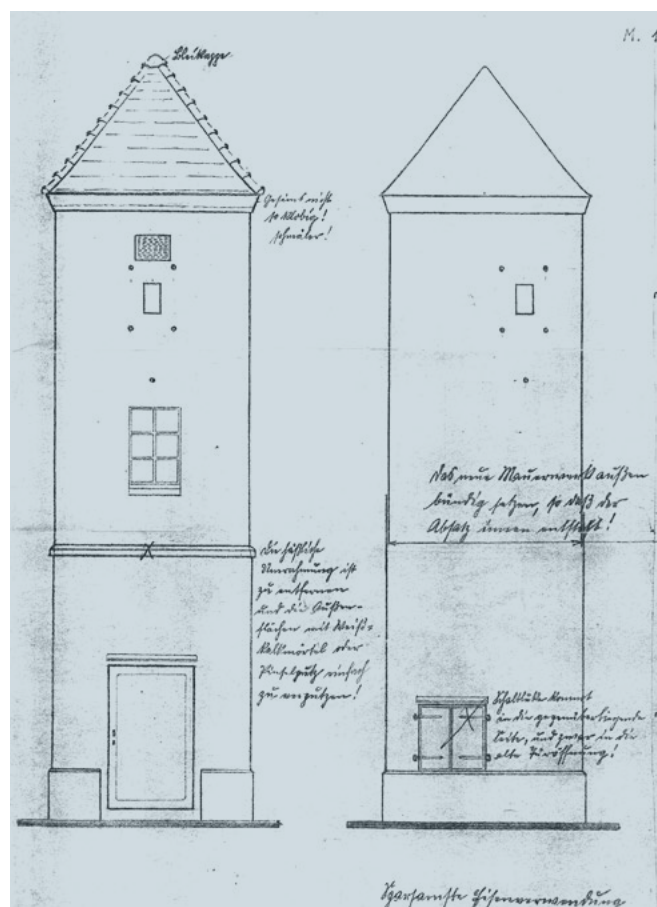


alte Turmstation in Burgwenden vor der Sanierung, 1994 (Foto [13])

alles vermieden werden, was nach Architektur riecht. Es müssen in den kleinen Baukörper ungekünstelt normale Türen und Fenster eingepasst werden und das Ganze mit einem einfachen Zelt- oder Giebel-dach abgeschlossen werden.“ [9] Das E-Werk Grimmenthal hatte dabei bereits selbst im Bauantrag vorgegeben: „Mit Rücksicht auf dieses alte Bauwerk mit seiner Brückenskapelle ist Form und Baumaterial gewählt.“ [9]

Im August 1923 hatte sich die Gemeinde Burgwenden als 100. Ort im Versorgungsgebiet des Überlandwerkes Bretleben entschlossen, die Stromversorgung durch das Überlandwerk vornehmen zu lassen. Die Trafostation mitten im Ort wurde wegen des Jubiläums mit besonderer Sorgfalt errichtet. In etwa 3 m Höhe wurde umlaufend der Schriftzug „DEM 100. VOM ÜW BRETLEBEN - VERSORGTE ORTE ZUM SEGEN - BURGWENDEN HERBST 1923“ angebracht. Hierzu gab es keine Einwände der Baupolizei. Einige Kilometer weiter in Battendorf gab es kein Einsehen der Baubehörde für den Einsatz eines ähnlichen umlaufenden Mauersimses. Der Bearbeiter notierte auf der Zeichnung: „Die häßliche Umrahmung ist zu entfernen und die Außenflächen mit Weißkalkmörtel oder Pinselputz einfach zu verputzen.“ [13]

Die moderne Technik Elektrizität akzeptierende Ästhetik setzte sich Schritt für Schritt durch. Die



Planung der Battendorfer Trafostation mit Änderungsvorgaben, 1923 (Foto [13])



Tierhotel Ilmnitz (Jena), Baujahr 1927, bis 2000 zur Stromversorgung genutzt, Umbau 2006, 2018

technische Funktion nicht kaschierende, sondern sich ausdrücklich dazu bekennende Architektur sollte die Kulturlandschaft im Weiteren nachdrücklich prägen. [3] Im Ergebnis der jahrzehntelangen, wechselseitigen „Reibung“ von Netzprojektierung und Verwaltungsentscheidung werden die Netzanlagen heute oft kaum noch bewusst wahrgenommen. Dies liegt auch an einer ortstypischen Bauweise, landschaftsangepassten Trassenführung und Mastkonstruktionen, die als solche optisch weniger auffallen. Noch mehr, die alten Turmstationen gehören mittlerweile an vielen Standorten zum Ort dazu und werden mancherorts nach ihrem Nutzungsende nicht abgerissen. Sie bleiben in ihrer neuen Funktion als „Tierhotel“ oder Artenschutzturm weiter erhalten.

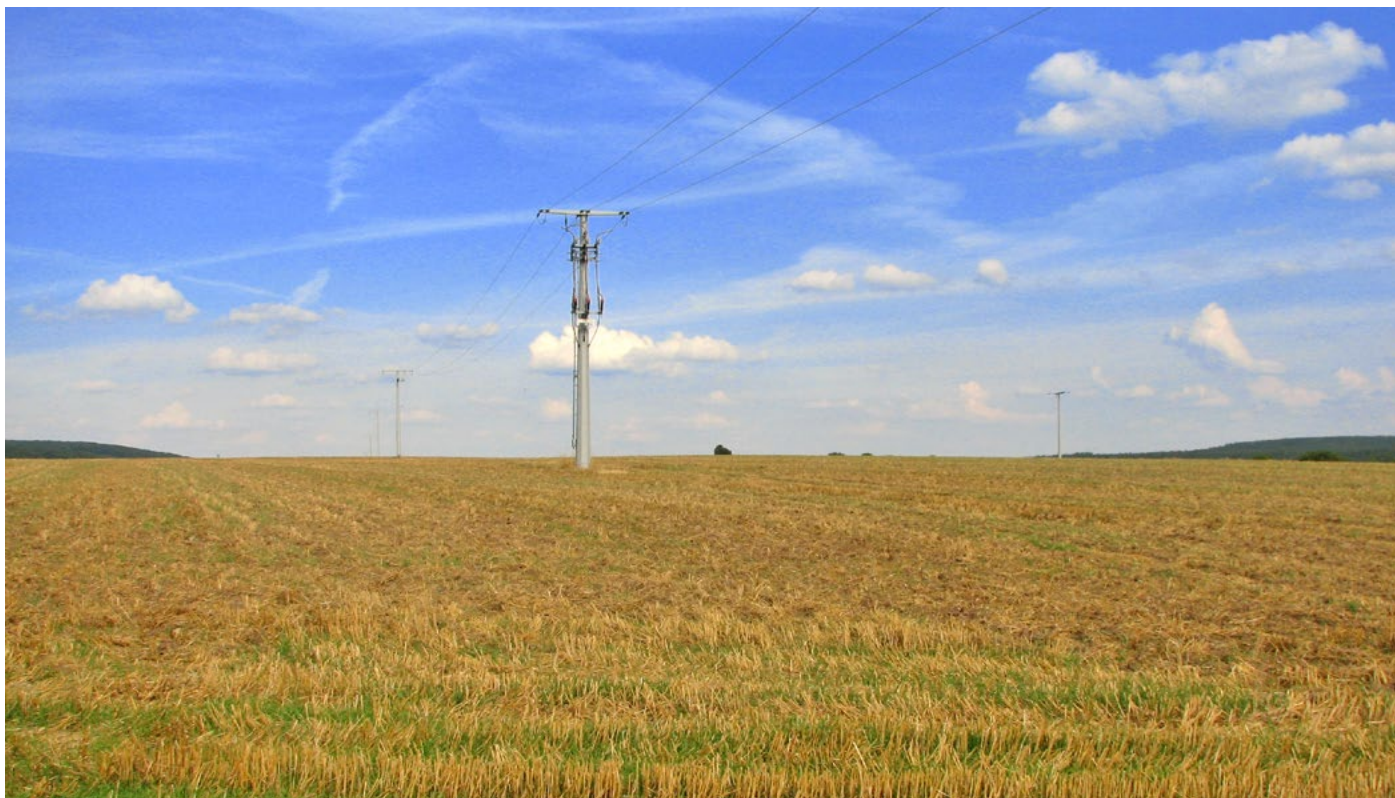
Ab den 1920er Jahren verschwanden an den Bauten alle Schmuckformen; die Formgebung versachlichte sich hin bis zu einfachen Grundformen. Viele Trafostationen im Thüringer Wald oder im Thüringischen Schiefergebirge nehmen heute mit den verwendeten Baumaterialien Bezug auf regionale Bauformen



Artenschutzturm in Röhrensee (Amt Wachsenburg), Baujahr 1925, Umbau 2014, 2024



ehem. 6-kV-Ortsnetzstation „Am Plan“ Waltershausen, Inbetriebnahme um 1920, 2008 Sanierung (Foto: W. Schossig, 2014)



20-kV-Freileitung bei Nauendorf, 2013

(bspw. Wandflächen mit Schieferbehang). Selbst 1959 wurde für eine Trafostation in Schweinbach (Leutenberg) noch beschieden: „Das Dach ist zu verschiefern. Wenn eine Oberteilverschieferung aus bestimmten Gründen nicht möglich ist, müßte in Putzart oder Farbe (grün) ein Absetzen erzielt werden.“ [7] Für die Trafostation in Knobelsdorf (Saalfeld) wurde vom Sachbearbeiter für Stadt- und Dorfplanung gefordert: „Mit Rücksicht auf die umliegende Bebauung ist ein Satteldach mit Verschieferung erforderlich.“ [7]

Heute beantragen die Netzprojektanten für Nieder- und Mittelspannungsanlagen zumeist standardisierte Baukörper und Mastbilder, was die Antragstellungen zur Genehmigung vereinfacht. Orts-, Landschaftsbilder und Denkmalschutzanliegen werden von vornherein beachtet. Besondere Vorgaben der Baugenehmigung, wie Forderung eines Satteldaches oder eine bestimmte Farbwahl, werden selbstverständlich umgesetzt. Im Netz der TEAG Thüringer Energie AG/ TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG wird für die Stahlmasten ein grüner (grau/grüner) Deckanstrich eingesetzt. In Alpennähe hat man sich dagegen auch historisch bedingt auf einen stumpfen graublauen Farbton vereinbart. Ausnahmen vom Grün gibt es in Thüringen natürlich auch – bspw. die Nutzung einer Warnfarbe als Flugsicherungsmaßnahme an der Ostumfahrung des „Erfurter Ringes“. Ausgleichsmaßnahmen für unvermeidbare Eingriffe in Natur und Landschaft – besonders bei energiewirtschaftlichen Großanlagen – werden verhandelt und helfen diese Eingriffe zu kompensieren.



110-kV-Mast mit roter Warnfarbe an der Ostumfahrung des „Erfurter Ringes“, 2025

Quellen:

- [1] Schmidt, Catrin: Landschaftsbild und Energiewende, Nachrichten der ARL, 02-03/2022
- [2] Spelsberg, Gerd: Rauchplage. Hundert Jahre Saurer Regen, Alano Herodot Verlag, Aachen, 1984
- [3] Günter Bayerl: Die „Verdrahtung“ und „Verspargelung“ der Landschaft, Schr.-R. d. Deutschen Rates für Landespflege (2005), H. 77, S. 38-49
- [4] Reinhardt-Fehrenbach, Gitta: Ist die Form gut, dann darf sie sich zeigen – Der Einfluss des Heimatschutzes auf die Gestaltung von Transformatorhäuschen, Denkmalpflege in Baden-Württemberg, Nachrichtenblatt des Landesdenkmalamtes, Stuttgart, 23. Jg., 1/1994
- [5] Seemann, A.: Elektrische Anlagen und Heimatschutz in Württemberg. – Mitteilungen des Bundes für Heimatschutz in Württemberg und Hohenzollern, 3. Jg., 1911, S. 1-27
- [6] Schwenkel, Hans: Die Verdrahtung unserer Landschaft, Sonderdruck aus dem Schwäbischen Heimatbuch 1927, Hrsg. Bund für Heimatschutz in Württemberg u. Hohenzollern, Stuttgart
- [7] hist. Archiv des AK „Stromgeschichte Thüringens“ der TEAG Thüringer Energie AG
- [8] Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke, 14. Jg., 1915, S. 133
- [9] Schmidt, Matthias: Der Bau von Transformatorhäusern in Thüringen unter dem Einfluss des Heimatschutzes, in: Aus der Arbeit des Thüringischen Amtes für Denkmalpflege und Archäologie, Arbeitsheft, Neue Folge 36, 2010
- [10] Vogts, Hans: Elektrische Lichtleitungen im Orts- und Landschaftsbild, Zeitschr. des Rheinischen Vereins für Denkmalpflege und Heimatschutz, 13. Jg., H. 3, 1920
- [11] Wenzel, Matthias; Rindelhardt, Udo: Wie der Strom aus Döhlau kam, Hrsg. Thüringer Energie AG, Erfurt, 2016
- [12] Wenzel, Matthias; Dollase, Gabriele; Oertel, Ulrich: Wie der Strom nach Saalborn kam – 100 Jahre Elektrizität. Hrsg. Thüringer Energie AG, Erfurt, 2014
- [13] Pach, L.; Wenzel, M.; Michael, H.: Battgendorf – 100 Jahre unter Strom und 120 Jahre Melioration, Hrsg. TEAG Thüringer Energie AG, Erfurt, 2023

Bildrechte:

Die Bildrechte liegen, falls nicht anders angegeben, beim Autor.



An das Ortsbild angepasste Trafostation in Tannroda, 2013



Turmstation in Kranichfeld, 2013

Ilmenau - Zentrum der Thüringer Glasindustrie

Stephan Hloucal, Erfurt

Ilmenau bedeutet nicht nur Thüringer Wald, Goethe und historischer Bergbau, sondern Ilmenau war ein bedeutendes Zentrum des Glasinstrumentenbaus in Deutschland. Und das mit Weltruf! Der Holzreichtum und geeignete Sandvorkommen begünstigten die Glasherstellung, die im Thüringer Wald zunächst in Wanderglashütten und später in Dorfglashütten erfolgte. Die erste Ilmenauer Glashütte wurde 1675 erwähnt. Jedoch erst die Glashütten, die im Raum Stützerbach-Ilmenau-Gehlberg in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts nach industriellen Produktionsweisen arbeiteten, trugen dazu bei, dass sich die Glasverarbeitung als Wirtschaftsfaktor etablieren konnte. Aus dem „Thüringer Waldglas“ entwickelte sich das „Thüringer Apparateglas“, dessen physikalische und chemische Eigenschaften den vielfältigen technischen Glasanwendungen angepasst waren. Mit dem von Lauscha ausgehenden „Blasen vor der Lampe“ entwickelte sich die Verarbeitung von Hohlglaskörpern, Glasrohren und Kapillaren. Auch der über Generationen verlaufende Spezialisierungsprozess bildete differenzierte glastechnische Berufe mit spezifischen handwerklichen Fertigkeiten heraus. Ilmenau und Stützerbach waren das Zentrum der Thermometerfertigung, wobei das Fieberthermometer mit Maximumfunktion eine herausragende Erfindung war, die eine Monopolstellung auf dem Weltmarkt begründete. Später konzentrierte sich die Thermometerproduktion im Raum Geraberg-Arlesberg.

Für die Eichung von Thermometern, Aräometern, Barometern und Volumenmessgeräten wurde 1888 eine Außenstelle der Physikalisch Technischen Reichsanstalt (PTR) gegründet, die heute als Abteilung Mess- und Eichwesen im Thüringer Amt für Verbraucherschutz weitergeführt wird. 1894 wurde eine Glasfachschule gegründet, an der bis 1993 feinmechanische und glastechnische Berufe erlernt werden konnten. Die berufliche Erstausbildung von Glasmachern, Glasveredlern und Glasapparatebauern wird heute in landesübergreifenden Fachklassen im Staatlichen Berufsschulzentrum Ilmenau weitergeführt. Mit Glas beschäftigte sich auch das im Jahr 1894 gegründete Thüringische Technikum, aus dem die spätere Technische Hochschule und heutige Technische Universität hervorging. Die 1910 gegründete Fischerhütte war Innovationszentrum der Glasindustrie. Glas nach Maß kennzeichnete das Wirken von Dr. Helmuth Fischer, der neue Hart- und Weichgläser erschmolz, die sich besonders für Metallelek-

Ehemalige Außenstelle der Physikalisch Technischen Reichsanstalt (PTR), 2025



Luftbildaufnahme des Thermometerwerks Geraberg-Arlesberg, um 1970



Produktion von Fieberthermometern im Thermometerwerk Geraberg um 1970





Heruntergewirtschaftete Fischerhütte mit Rohzug (rechts im Bild), 1978

trodeneinschmelzungen in Elektronenröhren, für spezielle Thermometerkapillare, für nichtverfärbende Röntgenröhren sowie chemische Apparaturen und Farbgläser eigneten. Das von ihm erfundene Glaslot wird heute noch zur Verkappung von mikroelektronischen Schaltkreisen verwendet. Manfred von Ardenne ließ für seine Fernsehversuche 1930 die ersten Fernschröhrenkolben in der Fischerhütte blasen.

1930 entwickelte Fischer LUMOPHOR-Mehrschichtglasröhren für farbige Leuchtreklamen, mit denen erstmals auch weißes Licht erzeugt werden konnte. Mehr als 40 Patente entstanden bei seiner Arbeit am Schmelzofen. Speziell für die Herstellung von Thermometern und Präzisionsmessgeräten entwickelte die Fischerhütte das „Ilmenauer Normalthermometerglas GeGeEff“. Neben der Fischerhütte stellten auch andere Glashütten das von Schott & Genossen in Jena entwickelte Alkaliborosilicatglas „Geräteglas G20“ her, welches in seinen chemisch-physikalischen Eigenschaften als universelles Laborglas optimiert ist.

In seiner „Ersten Deutschen Werkstatt für Glasbläserei-formen“ entwickelte Gustav Eiternick 1936 Graphit-formen, unter anderem für Glühlampen-Soffitten. Die Ilmenauer Glasindustrie sicherte sich mit Qualitäts-



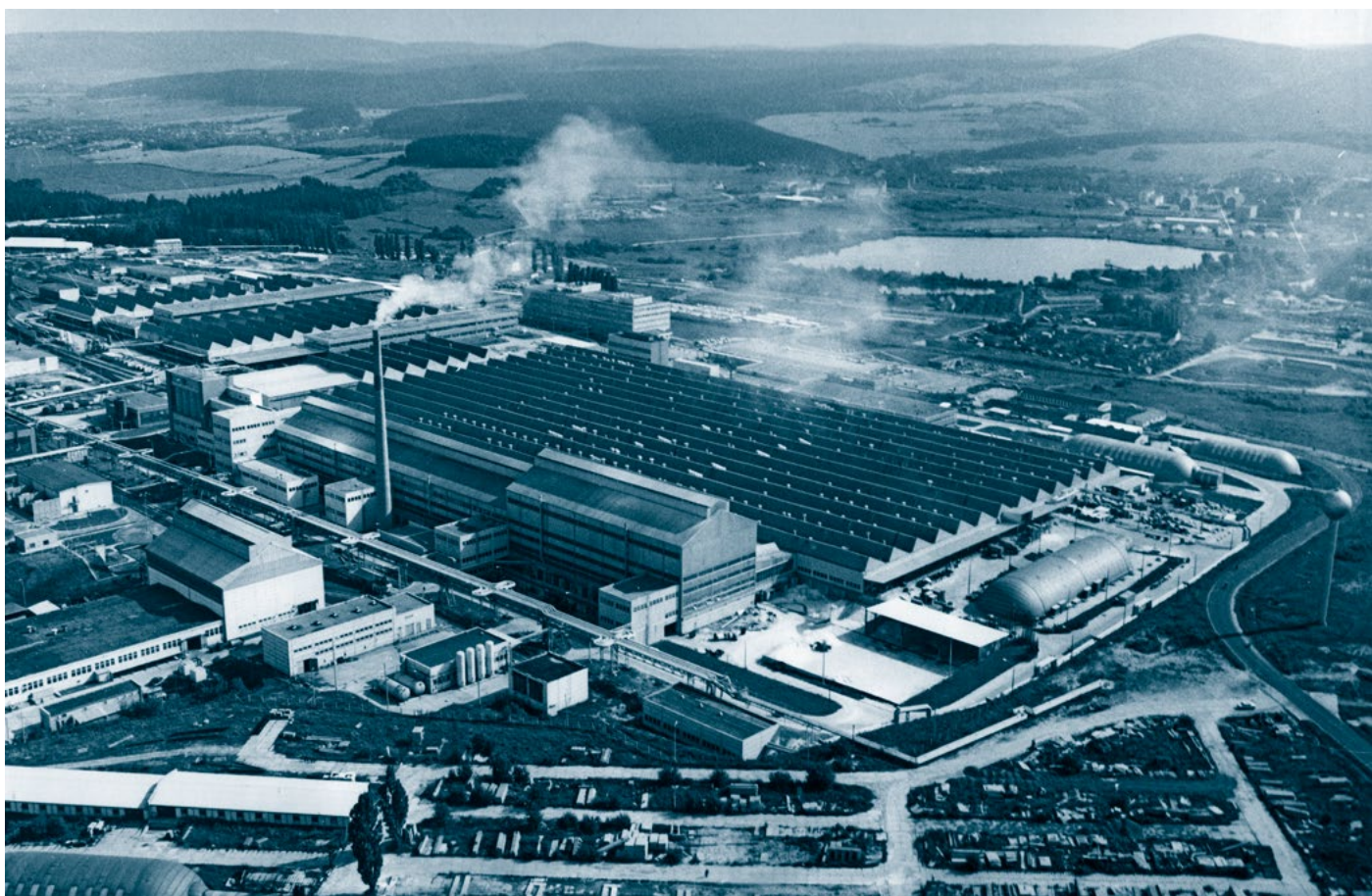
Glasmacherpfeifen am Hafenofen, Fischerhütte, um 1970



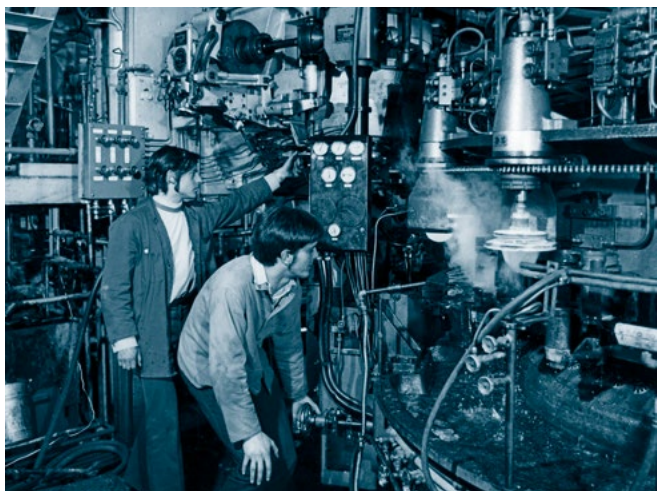
Messestand des Glaswerkes Stützerbach mit halbertechnischer Destillationsapparatur, um 1955

produkten bald eine Monopolstellung auf dem Weltmarkt. Ein außerordentlich breites Typenspektrum an Glasinstrumenten und -apparaten und die hochspezialisierten Fachkräfte trugen zu diesem Erfolg bei. Die unglaublich hohe Typenvielfalt der verschiedenen Glaserzeugnisse für chemische, biologische, medizinische, pharmazeutische, physikalische und andere Arbeiten, wissenschaftliche Thermometer für Laboratorien, Meteorologie, Maschinen-, Industrie-, Haushalts- und Fieberthermometer, Barometer, Aräometer, Dichtemessgeräte, Volumenmessgeräte sowie Quecksilber-Diffusionspumpen, sorgten jahrzehntelang für Arbeit und Wohlstand in der Region. Die Herstellung von Glasinstrumenten und der Glasmaschinenbau wurden nach 1945 von handwerksbetrieblichen in volkseigene Strukturen überführt. So entstand 1964 die VVB (Vereinigung Volkseigener Betriebe) Technisches Glas Ilmenau und ab 1969 der VEB (Volkseigener Betrieb) Kombinat Technisches Glas Ilmenau (TGI). Aufgrund steigenden Bedarfs an technischem Glas in der DDR, den Ostblock-Ländern und um alte marode Glashütten zu schließen wurde im Nordosten von Ilmenau von 1970 bis 1975 das größte Werk für technisches Glas in der DDR errichtet.

Bis 1990 waren hier etwa 5.000 Mitarbeiter beschäftigt. Das Glas für Glasrohr, Hohlglas, Behälterglas und Kieselglas (Quarzglas) wurde in elf Schmelzwannen erschmolzen. Außerdem wurden Laborgeräte und



Luftbildaufnahme des VEB Technisches Glas Ilmenau (TGI), um 1980



Arbeiter an einer Glasmaschine im TGI, um 1980



VEB Kombinat Technisches Glas Ilmenau mit Logo, um 1980



Blick auf die Schmelzwannenhallen des ehemaligen VEB Technisches Glas Ilmenau, 2025

Glasmontagen hergestellt. Das Kieselglas wurde größtenteils für die Lichtquellen- und Halbleiterindustrie Osteuropas produziert. Die vereinigungsbedingte Umstrukturierung der volkseigenen Kombinate führte zur Auflösung des TGI zugunsten von Schott in Jena. Nur einigen Teilen war eine Zukunft in der Marktwirtschaft beschieden. Beispielsweise firmiert die Kieselglassparte ab 1996 unter „qsil Quarzschmelze Ilmenau GmbH“ und wurde kürzlich vom Schott-Konzern übernommen. Die 1978 stillgelegte Fischerhütte ist die einzige als technisches Denkmal erhaltene Glashütte. Heute werden einige historische Innovationen der Glasindustrie in einigen Museen präsentiert.

Auswahl von Glasmuseen:

Deutsches Thermometermuseum in Geraberg:

<https://www.thermometermuseum.de/>

Museum Geißlerhaus in Neuhaus am Rennweg:

<https://www.rennsteigregion-neuhaus.de/w/heimatmuseum-geisslerhaus>

Heimatismuseum Stützerbach:

<https://www.hgv-stuetzerbach.de/heimatismuseum/>

Glasmuseum Gehlberg:

<https://thueringer-museumspark.de/glasmuseum/>

Historisches Glasapparatmuseum Cursdorf:

<https://www.glasapparatmuseum.de/>

Bildquellen:

Bild 3 und Bild 9: Stephan Hloucal

alle anderen Bilder: Thüringer Industriearchiv im Thüringer Museum für Elektrotechnik

In eigener Sache

Wir arbeiten ehrenamtlich. Jedoch sind unsere Bemühungen um die Bewahrung und Erforschung Thüringer Industriegeschichte nicht kostenfrei. Für die Unterbringung der Sammlungen und des Thüringer Industriearchivs fallen Miet- und Betriebskosten an, die allein aus Mitgliedsbeiträgen und den bisherigen Spenden nicht gedeckt werden können. Sie können unsere Arbeit mit einer finanziellen Zuwendung unterstützen, für die wir Ihnen gern eine Spendenbescheinigung ausstellen.

Unsere Bankverbindung:
Thüringer Museum für Elektrotechnik
IBAN: DE87 8205 1000 0130 0842 98
BIC: HELADEF1WEM
Kontakt:
<https://www.elektromuseum.de/impressum.html>.

Ihnen und unseren bisherigen Spendern
ein herzlicher Dank für Ihre Hilfe.

AUTORENVERZEICHNIS

Dipl.-Ing. Werner Dennstedt

studierte von 1971 bis 1975 Informationstechnik an der TU Dresden. Von 1975 bis 1978 war er als Entwicklungsingenieur in der Messgeräte-Entwicklung des VEB Funkwerk Erfurt tätig und wechselte mit einem Überleitungsvertrag 1979 zum VEB Röhrenwerk, später VEB Mikroelektronik Mühlhausen. Dort war er anfangs als Entwicklungsingenieur für Taschenrechner, ab 1983 als Gruppenleiter für Computerentwicklung tätig. Von 1980 bis 1982 absolvierte er ein postgraduales Studium der Mikroprozessortechnik an der TH Ilmenau mit dem Abschluss „Fachingenieur für Mikroprozessor-technik“ und war danach als Themenleiter für die Kleincomputer KC85/2, KC85/3 und KC85/4 tätig. Von 1990 bis 30.6.1991 war Werner Dennstedt bei der deproma Electronic Mühlhausen beschäftigt. Als Geschäftsführer der Delphin Electronic GmbH war er ab 1991 bis 2006 für die Auftragsentwicklungen der Firmen Siemens Bte, Ansmann Akkutechnik und Frisenius Kabi Medizintechnik verantwortlich. Anschließend war er von 2007 bis 2017 Qualitäts-Management-Beauftragter der Siemens Building Technologies (Deutschland) GmbH sowie den Folgebetrieben QVEDIS GmbH, QUNDIS GmbH.

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 nebenberuflich 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. 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., Funkamateurl seit 1971.

Dr. Werner Domschke

studierte von 1971 bis 1975 an der TU Dresden im Fachbereich Technische Kybernetik und promovierte ebenda 1981. Im Jahre 1982 wechselte er in die Entwicklungsabteilung des VEB Röhrenwerk Mühlhausen, später VEB Mikroelektronik Mühlhausen. Als der Betrieb 1989 abgewickelt wurde, ging Dr. Domschke in die Arbeitslosigkeit. 1990 gründete er gemeinsam mit einer Firma aus Rheinland-Pfalz die Dr. Domschke Systemtechnik GmbH und wurde 1994 Gesellschafter der mtc media und technique consult GmbH & Co. KG. Er übernahm 2001 die Entwicklungsabteilung der Landis & Gyr (Deutschland) GmbH in Mühlhausen und wurde 2004 Geschäftsführer der Siemens Building Technologies (Deutschland) GmbH. In dieser Position war er bei allen Nachfolgefirmen, der QVEDIS GmbH, der QUNDIS GmbH und der smarvis GmbH, tätig. Von 2012 bis 2019 war er Vorstandssprecher der OMS-Group.

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. 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 2024 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 im Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V. und ist Mitglied im Arbeitskreis Stromgeschichte Thüringens der TEAG.

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 2025. 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 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!