

Beitrag der Zeiss-Werke in Jena und Saalfeld zur Entwicklung der Rechentechnik in der DDR

Hans Jürgen Grunewald

Beethovenstraße 15
07743 Jena

Sehr frühzeitig erkannte man im Zeisswerk die Möglichkeit, die umfangreichen und zeitaufwendigen Berechnungen für Objektive durch den Einsatz von digitalen Rechenautomaten zu beschleunigen und zu rationalisieren. Da der Import von Rechenanlagen nicht möglich war, wurde auf Initiative der Professoren Herbert Kortum (Entwicklungshauptleiter) und Wilhelm Kämmerer (Entwicklungsleiter), die man als die Pioniere der digitalen Rechentechnik in den Zeiss-Werken bezeichnen kann (Abb. 1), bereits im Jahr 1954 der Beschluß gefaßt, eine eigene, leistungsfähige Großrechenanlage zu entwickeln.



Abbildung 1: Prof. Dr. Kämmerer, Prof. Dr. Kortum (v.l.)

Dem damaligen Stand der Technik entsprechend, wurde eine digitale Rechenanlage auf der Basis polarisierter Relais konzipiert. Die Rechenanlage erhielt den Namen Optik-Rechen-Maschine (OPREMA) (Abb. 2). 17.000 Relais wurden auf 200 Relaistafeln untergebracht (Abb. 3). Im Frühjahr 1954 begann die Konzeptionsphase, am Ende des gleichen Jahres war die Maschine fertiggestellt, und ab April 1955 lief der Versuchsbetrieb. Da man zunächst Zweifel an der Zuverlässigkeit hatte, sollte zur Gewährleistung einer möglichst hohen Zuverlässigkeit die Anlage aus zwei kompletten Rechnern bestehen, die – zu gleicher Zeit dasselbe Programm rechnend – ihre Ergebnisse ständig vergleichen sollten. Es stellte sich jedoch heraus, daß beide Einzelrechner völlig einwandfrei arbeiteten; daher wurde der Parallelbetrieb nie realisiert, so standen dann zwei OPREMA-Rechner zur Verfügung.

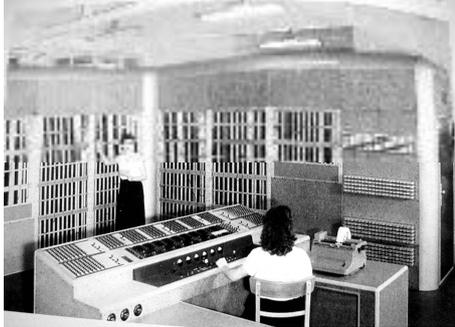


Abbildung 2: OPREMA

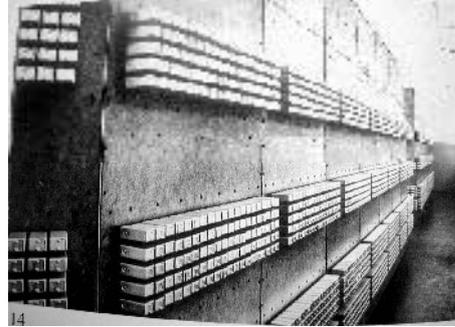


Abbildung 3: Relais tafeln der OPREMA

Ursache für die unerwartete Zuverlässigkeit war die Tatsache, daß die Relais nur in stromlosem Zustand, also ohne jegliche Funkenbildung, geschaltet wurden. Diese Arbeitsweise war auch ein Grund für die lange Lebensdauer. Die beiden OPREMA-Rechner waren von 1954 bis 1963 zwei- bis dreischichtig in Betrieb. Die OPREMA war in ihrer inneren Organisation als Parallelrechner aufgebaut, wobei intern dezimal gerechnet wurde. Die Taktfrequenz betrug 150 Hz und die Leistungsaufnahme nur 30 W.

Als Besonderheiten dieser Rechanlage muß man wohl die Begehbarkeit vermerken; Abb. 4 zeigt, wie eine Regierungsdelegation unter Leitung des damaligen Wirtschaftsministers Wunderlich von Prof. Kämmerer durch die OPREMA geführt wird. In der nächsten Abbildung (Abb. 5) wird gezeigt, wie Programme durch Kabelbrücken gesteckt wurden – eine für heutige Verhältnisse schon kuriose Vorstellung.

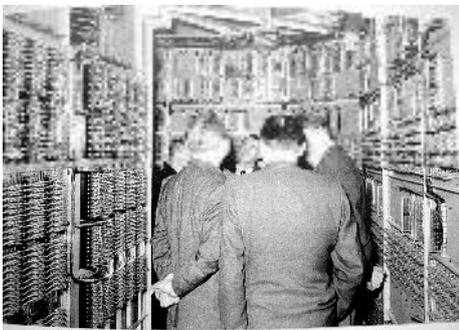


Abbildung 4: Im Inneren der OPREMA

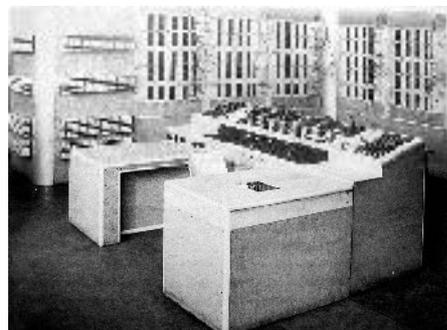


Abbildung 5: Programmierung der OPREMA mit Kabeln

Der Rationalisierungseffekt, der durch den Einsatz der OPREMA eintrat, war bedeutend. Die OPREMA war ja, wie eingangs erwähnt, als Optik-Rechen-Maschine konzipiert, daher wurden anfänglich die bis dahin in der Optikrechnung üblichen Methoden in OPREMA-Programme umgesetzt. Das brachte einen enormen Zeitgewinn. Berechnungen, die früher Jahre gedauert hatten, konnten nun in einigen Wochen erledigt werden. Es stellte sich außerdem bald heraus, daß die Anlage für viel schwierigere und größere Programme geeignet war. Weil die Behandlung von Zylinderflächen, Dezentrierungen und ähnlichen Aufgaben in das Arbeitsprogramm aufgenommen werden konnten, brachte der Einsatz der OPREMA auch eine bedeutende Erweiterung der Möglichkeiten bei der Berechnung optischer Systeme. Durch Toleranzberechnungen konnten die Fertigungsbetreuung effektiver gestaltet und die Qualität der gefertigten Objektive verbessert werden. Die Ausbeute an produktionsreifen Systemen hatte von 1948 bis 1954 etwa 17 % betragen. 1956, bei voller Wirksamkeit der OPREMA, stieg diese Vergleichszahl auf 70 %. Die Leistungsfähigkeit der OPREMA-Anlagen wurde schnell bekannt, und bald kamen auch aus optik-fremden Bereichen Aufgabenstellungen. Auch diese konnten sehr gut bewältigt werden.

Nach dem erfolgreichen Abschluß des OPREMA-Projektes wurde 1956 mit der Entwicklung eines zweiten Rechners, des Zeiss-Rechen-Automat 1 (ZRA 1) (Abb. 6), begonnen, wobei schon durch die Namensgebung im Gegensatz zur OPREMA auf ein Verkaufsprodukt hingedeutet werden sollte. Das Entwicklungsziel war ein Rechenautomat mittlerer Geschwindigkeit zur Bearbeitung wissenschaftlich technischer Aufgaben mit einem Höchstmaß an Betriebssicherheit und einer Struktur, die bequemes und schnelles Programmieren ermöglichen sollte.

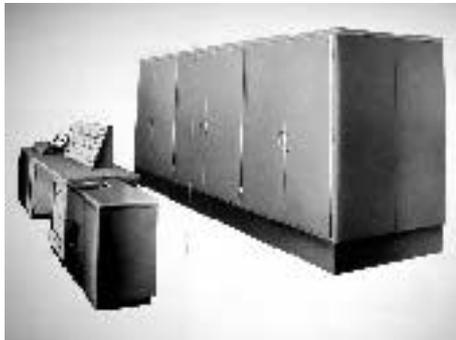


Abbildung 6: ZRA 1



Abbildung 7: Trommelspeicher

Das Konzept sah folgende Parameter vor:

- Wortlänge 48 Bits,
- Eingabe durch Lochkarten (960 Programmzeilen pro Minute),
- Ausgabe durch Zeilendrucker (2,5 Zeilen pro Sekunde),
- Magnettrommel-Hauptspeicher für 4K Worte (Trommeldrehzahl 1200 Umdrehungen pro Minute) (Bild 07)

Da Transistoren für industriellen Einsatz in Großgeräten im Jahre 1959 noch nicht zur Verfügung standen, wurde der ZRA 1 mit Elektronenröhren (PL84) (Abb. 8) bestückt, welche mit einer Taktfrequenz von 200 kHz die Treiberimpulse für die Logikschaltungen lieferten. Die logischen Verknüpfungen wurden mit Hilfe von Ferritkernen (Abb. 9) und Germaniumdioden (OA 170) (Abb. 10) realisiert. Die Ferritkerne mußten in Handarbeit bewickelt werden, weil es dafür keine Bewicklungsautomaten gab. Insgesamt kamen 720 Elektronenröhren, 12.000 Germaniumdioden und 8500 Ferritkerne zum Einsatz. Die Ferritkerne mit den Dioden wurden in Bausteinen untergebracht (Abb. 11), die auf Steckrahmen (Abb. 12) verdrahtet wurden. Da die Elektronenröhren nur eine begrenzte Lebensdauer hatten, sorgte eine Überwachungsschaltung dafür, daß der Ausfall einer „Treiber-Röhre“ angezeigt wurde, damit ein umgehender Austausch erfolgen konnte. Als Besonderheit des ZRA 1 ist – im Gegensatz zur üblichen statischen Darstellung (hoher und niedriger Pegel) – die Verwendung einer dynamischen Darstellung der Logikwerte 0 und 1 (Impuls, kein Impuls) zu nennen. Ein Flip-Flop bestand daher aus einem rückgekoppelten 1-Bit-Schieberegister.

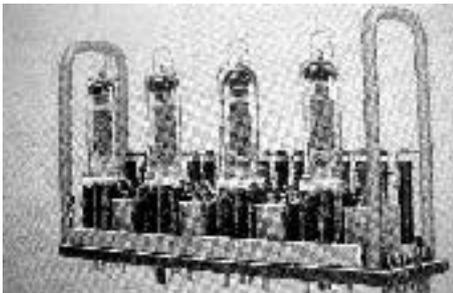


Abbildung 8: Röhrenbaugruppe für ZRA 1

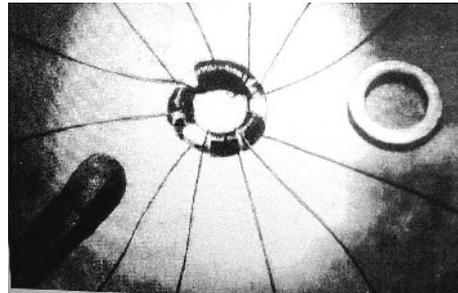


Abbildung 9: Ferritkern bewickelt

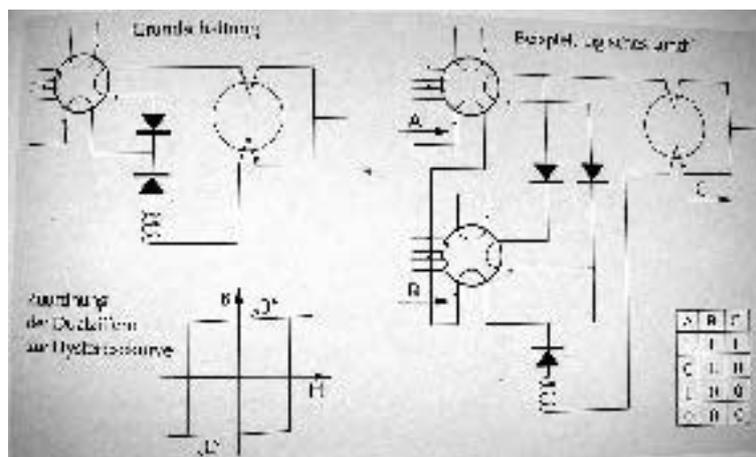


Abbildung 10: Logikschaltung

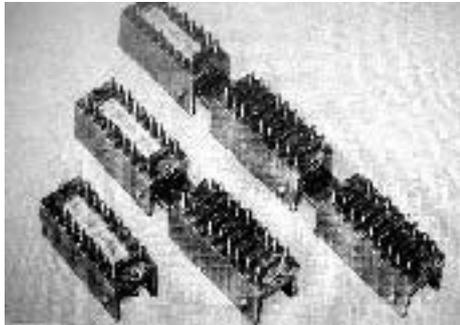


Abbildung 11: Kernbauelemente

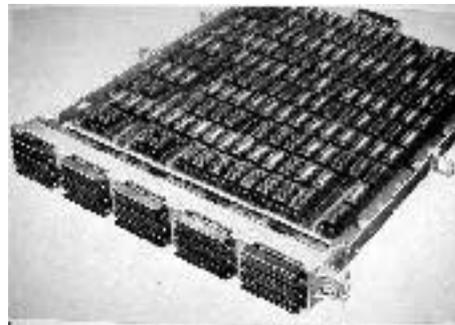


Abbildung 12: Einsteckrahmen

Der Leistungsbedarf betrug 19 kW, und als Mindestmaß war eine Raumgröße von 8 m x 6 m erforderlich. Wenn ich mir vorstelle, daß in meinem Laptop, der auf meinem Schreibtisch steht, hunderte von ZRA 1, von denen einer die Größe meiner halben Wohnung in Anspruch genommen hätte, enthalten sind, dann wird mir so richtig bewußt, welch gigantischer technischer Fortschritt durch den Einsatz der Mikroelektronik in nur 45 Jahren erreicht wurde. Der in der nachfolgenden Tabelle dargestellte Zahlenvergleich einiger Leistungsparameter des ZRA 1 mit denen eines modernen PC soll dies nochmals verdeutlichen:

Leistungsparameter	ZRA 1	moderne PCs	Leistungsfaktor
Taktfrequenz	200 KHz	3,2 GHz	1 : 16.000
RAM	42 Byte	2,048 GByte	1 : 48.000.000
Disk	24,6 KByte	200 GByte	1 : 800.000

Tabelle 1: Vergleich der Leistungsparameter des ZRA 1 mit denen eines modernen PCs

Der ZRA 1 war eine in Serie arbeitende Ein-Adreß-Maschine mit einer Wortlänge von 48 Bits (11 Dezimalstellen plus eine Vorzeichenstelle). 1960 wurde der ZRA 1 auf der Leipziger Frühjahrsmesse erstmals ausgestellt, 2 Anlagen wurden im gleichen Jahr im Zeiss-Werk aufgestellt und die Serienfertigung im Saalfelder Betriebsteil aufgenommen. Dort wurden in den Folgejahren 31 Exemplare des ZRA1 produziert, die in Rechenzentren von Industriebetrieben, Forschungseinrichtungen und Hochschulen zum Einsatz kamen. Damit war der ZRA1 der erste elektronische digitale Rechner in der DDR, der in die Serienproduktion überführt und kommerziell vertrieben wurde. Der Preis betrug ca. 1,2 Mio. Mark (der DDR).

Die Entwicklung von Großrechnern sollte zunächst in den Zeisswerken fortgesetzt werden, dazu wurde als Folgeprodukt der ZRA2 konzipiert, der auf der Basis von Ferrit-Transistortechnik aufgebaut werden sollte. Entscheidungen auf Regierungsebene in Zusammenhang mit dem Abbruch der Flugzeugentwicklung in der DDR führten dazu, daß die Entwicklung und Produktion von Rechentechnik nach Dresden verlagert wurde, obwohl noch einige Jahre die vorhandenen Produktionskapazitäten im Saalfelder Werk

zur Fertigung des bei Robotron entwickelten Rechners R100 genutzt wurden. Deshalb wurden in der Folgezeit in Jena unter Ausnutzung der Erfahrungen und der vorhandenen Entwicklungskapazitäten nur noch Spezialrechner für die Kopplung mit und zur Steuerung von Zeiss-Geräten entwickelt und produziert. Ein Beispiel dafür ist der Spezialrechner zum CARTIMAT (Abb. 13 und 14), der auf der Basis der für den ZRA 2 angeordneten Ferrit-Transistortechnik realisiert wurde und der Steuerung eines automatischen Koordinatographen diente und mit diesem 1966 auf der Interorgtechnika in Moskau ausgestellt wurde. Der Rechner zum CARTIMAT war eine programmgesteuerte, digitale elektronische Rechenanlage mit festverdrahteten Programmen. Als Programmspeicher diente ein in Matrixform aufgebauter Rechteckferritkernspeicher. Die logischen Schaltkreise waren in der schon erwähnten Ferrit-Transistortechnik aufgebaut. Die Bauelemente einschließlich der Ferritkerne wurden auf gedruckten Leiterplatten der Größe 135mm x 190mm verschaltet, die in Einschüben untergebracht waren. Die Ferrit-Transistortechnik wurde gewählt, weil sie sehr sicher und flexibel in der Realisierung logischer Verknüpfungen war. Außerdem wurden bei Verwendung dieser Technik an die damals noch kritischen Parameter der Transistoren (Restspannung, Reststrom) hinsichtlich ihrer Konstanz keine Anforderungen gestellt. Als Kuriosum möchte ich an dieser Stelle erwähnen, daß die Funktionsmuster zunächst mit japanischen Transistoren ausgerüstet wurden (im Rechner kamen 1500 Transistoren zum Einsatz), eine sichere Funktion aber erst nach Austausch dieser Transistoren durch solche im Halbleiterwerk Frankfurt an der Oder hergestellten gewährleistet werden konnte. Unsere damals noch bestehende Hochachtung vor der japanischen Halbleiterindustrie wich damit einer unerwarteten Ernüchterung, wobei man rückblickend wohl davon ausgehen kann, daß unsere Einkäufer aus Kostengründen wohl nur „billige“ und nur für Konsumgüter geeignete Transistoren bezogen haben.

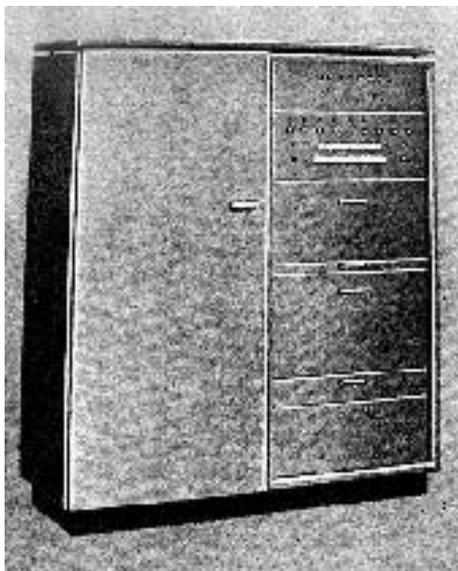


Abbildung 13: Spezialrechner zum Cartimat



Abbildung 14: Cartimatrechner geöffnet

Schließlich wurde in den achtziger Jahren, dem Bedürfnis nach PDP 8-kompatiblen Rechnern für die Zeiss-Geräte folgend, der Kleinststeuerrechner KSR 4100 in Jena entwickelt und dann zur Serienfertigung in das Kombinat Robotron übergeleitet.

Auch der Einsatz der Mikrorechner wurde im Zeisswerk beschleunigt vorangetrieben, ein Beispiel dafür ist das Elektroptische Streckenmeßgerät EOT 2000 (Abb. 15), das von einem Motorola Mikrorechner M 6800 gesteuert wurde. Die Notwendigkeit zum Einsatz von Mikrorechnern, die in die Geräte integriert werden mußten und zunächst nur mit Importbauelementen bestückt werden konnten, was mit großen Schwierigkeiten verbunden war und von den führenden Wirtschaftsvertretern mit großem Unbehagen beargwöhnt wurde, führte dann schließlich auch zur beschleunigten Entwicklung des Mikroprozessors U 880 in der DDR.

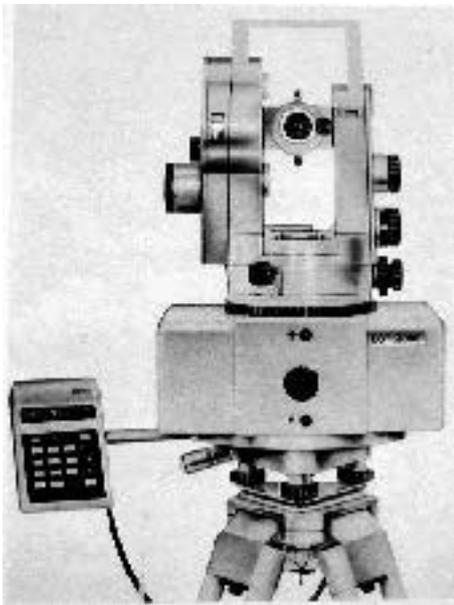


Abbildung 15: EOT 2000 – Vermessungsgerät zur elektro-optischen Streckenmessung. (Einsatz eines hochleistungsfähigen Mikroprozessors zur Steuerung des gesamten Meßvorganges, zur Umrechnung und zur Ausgabe von Meßdaten.)

Es kann daher abschließend festgestellt werden, daß die Wiege für die industrielle Entwicklung, Fertigung und Anwendung der digitalen Rechentechnik in der DDR in den Zeiss-Werken in Jena und Saalfeld gestanden hat und von hier wesentliche und entscheidende Impulse und Beiträge für die Entwicklung der Rechentechnik in der DDR ausgegangen sind.

Literaturverzeichnis

Mühlhausen, Edgar: OPREMA und ZRA1 – frühe Entwicklungen der digitalen Rechentechnik. In: Jenaer Jahrbuch zur Technik- und Industriegeschichte 1999, S. 111 bis 127.