

Zuses Rechenmaschinen

Dass Deutschland unter den westlichen Industrienationen in der Elektronik von Anfang an eine führende Rolle einnahm, ersieht man bspw. daraus, dass nicht nur die Elektronenröhre und deren Anwendungen als Verstärker und Oszillator, sondern auch die Halbleiterdiode von deutschen Erfindern entwickelt wurde. Erste Patente zum Transistorprinzip wurden bereits 1925 von Lilienfeld angemeldet. Dieser frühe Entwurf zielte auf den später als Feldeffekttransistor¹ (FET) bekannt gewordenen Typus ab, welcher sich durch eine mit der Elektronenröhre vergleichbare leistungslose Ansteuerung auszeichnet. Zu jener Zeit war die industrielle Fertigung solcher Transistoren aber noch nicht möglich. 1934 liess der Physiker Oskar Heil einen Feldeffekttransistor mit isoliertem Gate patentieren.

Der Bipolartransistor² wurde 1948 (in Form des Spitzentransistors) von Shockley, Bardeen und Brattain in den Bell Laboratories entwickelt. Für diese Leistung bekamen die Genannten 1956 den Nobelpreis. Es lässt sich belegen, dass Shockley und Pearson die Patente von Lilienfeld und Heil kannten (ohne dies in ihren Veröffentlichungen jemals zu erwähnen). Der Begriff "Transistor" wurde von Pierce (der nebenbei Science-Fiction Geschichten schrieb) geprägt. Die in der Enthüllungsliteratur gelegentlich anzutreffende These, die Transistortechnik beruhe auf einem Technologietransfer zwischen "Sirianern" und MIK-Exponenten,³ entbehrt jeglicher sachlichen Grundlage und ist reinste Phanatasie.

Anm.: Robert Pohl und Rudolf Hilsch bauten 1938 in Göttingen einen Festkörperverstärker auf der Basis eines Kaliumbromid-Kristalls, der allerdings nur bei tiefen Frequenzen funktionierte. Die Theorie des Sperrschicht-FET (JFET) entstand um 1945 aufgrund der Arbeiten von Herbert Mataré (Telefunken) und Heinrich Welker (Univ. München). Mataré experimentierte mit polykristallinem Silizium und Germanium. Ohne die Jahrzehnte später in unzähligen Applikationen eingesetzten MOSFETs⁴ wäre der technologische Fortschritt unmöglich gewesen. Mataré und Welker, beide Jahrgang 1912, hatten für die "Compagnie des Freins et Signaux Westinghouse" im französischen Aulnay-sous-Bois gearbeitet, als ihnen 1949 die Realisierung eines funktionsfähigen Transistors glückte, den sie als "Transistron" bezeichneten. Später war Welker bei Siemens als Leiter der Sparte Festkörperphysik tätig. Es war für die Erfinder bitter gewesen, vom Stockholmer Nobelpreis-Komitee in den Nachkriegsjahren nicht berücksichtigt zu werden. Immerhin kam dem 96-jährigen Mataré eine späte Würdigung zuteil, als ihm im Ehrensaal des Deutschen Museums der Ehrenring der Eduard-Rhein-Stiftung überreicht wurde (in Fachkreisen gelten die Eduard-Rhein-Preise gewissermassen als "Nobelpreise für Technik").

Dass deutsche Erfinder vor und während des zweiten Weltkrieges auch in der Computertechnik eine bahnbrechende Funktion ausübten, ist heute nur wenigen bewusst. Während die Amerikaner mit dem MARK I (1944) und dem ENIAC (1946) und die Briten mit Colossus MARK I (1944) die ersten digitalen Computer schufen, baute sich in Berlin in den Jahren 1936 bis 1938 ein diplomierter Bauingenieur in aller Stille einen mechanischen Binärrechner zusammen. Bereits als Student hatte sich Konrad Zuse⁵ (1910-1995) daran gestört, dass für statische Berechnungen ein mühseliger Rechenaufwand erforderlich war. Mit einem pro-

¹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Feldeffekttransistor>

² <http://de.wikipedia.org/wiki/Bipolartransistor>

³ MIK = **M**ilitär**i**sch **I**ndustrieller **K**omplex

⁴ MOSFET = **M**etall-**O**xid-**S**emiconductor FET

⁵ http://de.wikipedia.org/wiki/Konrad_Zuse

grammierbaren Rechenautomaten wollte er diese Monotonie durchbrechen. Etwas salopp ausgedrückt wurde der Zuse-Computer aus Gründen der Bequemlichkeit erfunden.

An den technischen Hochschulen erkannte man bald den Nutzen solcher Rechenmaschinen. Während des Krieges wurde Zuse von der DVL⁶ und den Henschel Flugzeugwerken unterstützt. Nebenbei baute Zuse sein eigenes Ingenieurbüro auf. An politischen Aspekten ist der Erfinder nie besonders interessiert gewesen. Ihm ging es vielmehr um rechnende Maschinen und visionäre Entwürfe.

In "Der Computer – Mein Lebenswerk" schreibt Zuse:

Nur zu oft ist der Erfinder der faustische Idealist, der die Welt verbessern möchte, aber an den harten Realitäten scheitert. Will er seine Ideen durchsetzen, muß er sich mit Mächten einlassen, deren Realitätssinn schärfer und ausgeprägter ist. In der heutigen Zeit sind solche Mächte, ohne daß ich damit ein Werturteil aussprechen möchte, vornehmlich Militärs und Manager. [...] Nach meiner Erfahrung sind die Chancen des Einzelnen, sich gegen solches Paktieren zu wehren, gering.

ZUSE Z1 (Abb. 2-10) bestand noch gänzlich aus mechanischen Bauteilen (20'000 ausgesägte Bleche) und galt daher als "mechanisches Gehirn". Der mit binären Zahlen operierende Rechner besaß ein Ein-/Ausgabewerk, ein Rechenwerk, ein Speicherwerk und ein Programmwerk. Bereits 100 Jahre früher hatte sich der englische Mathematiker Charles Babbage an einer "Analytical machine" versucht, die allerdings infolge damals noch nicht erreichbarer Fertigungsgenauigkeit nicht zum Laufen kam. Nun beschritt Zuse einen ähnlichen Weg, der letztlich von Erfolg gekrönt war. Die Programme wurden von einem gelochten Filmstreifen eingelesen; doch die Maschine arbeitete nicht zufriedenstellend, weil sich die mechanischen Schaltglieder immer wieder gegenseitig blockierten.

ZUSE Z2 wurde 1939 entwickelt, wofür der kreative Erfinder 600 gebrauchte Telefon-Relais verwendete. Der Rechner arbeitete mit einer Taktfrequenz von 10 Hz und enthielt ein binäres Festkomma-Rechenwerk, welches die vier Grundrechenarten beherrschte sowie einen 16-Bit-Speicher. Er wog im Unterschied zum tonnenschweren ENIAC nur 300 Kilogramm.

ZUSE Z3 (Abb. 2-11) entstand bereits 1941 und gilt unter Insidern als der erste voll funktionsfähige elektromechanische Computer der Welt. Beinahe parallel entwickelte in den USA der Mathematiker Atanasoff einen Experimentalrechner auf Röhrenbasis. Der Atanasoff-Berry Computer (1942) wurde einzig zum Lösen linearer Gleichungssysteme entworfen. Ob er jemals vollumfänglich funktionierte, lässt sich nicht eindeutig beantworten. Zuses Maschine enthielt bereits signifikante Merkmale moderner Rechner. Ausser den bereits erwähnten Einheiten kamen Möglichkeiten der Benutzerinteraktion, die Ausführung von Mikroprogrammen und das Pipelining hinzu. Numerische Sonderwerte und die parallele Bearbeitung von Operationen waren möglich. Das Rechenwerk verfügte über zwei Register. Grundrechenarten, Quadratwurzel und Zahlenwandlungen wurden mit einer Relais-Gleitkomma-Arithmetik durchgeführt. Der (Relais)-Speicher besaß eine Breite von 64 Wörtern von je 22 Bit (1 Bit Vorzeichen, 7 Bit Exponent, 14 Bit Mantisse). Programme (Befehle) wurden mit einem 8-Bit-Lochstreifengerät eingelesen. Die Eingabe numerischer Daten erfolgte über eine

⁶ DVL = Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt

Tastatur mit Lampenfeld. Obwohl der Z3 noch keine Sprungbefehle benutzte, erwies er sich im Nachhinein (mittels eines vom Konstrukteur nicht vorhergesehenen Tricks) als turingmächtig.



Abb. 2-10
ZUSE Z1⁷ (mechanisches Gehirn)

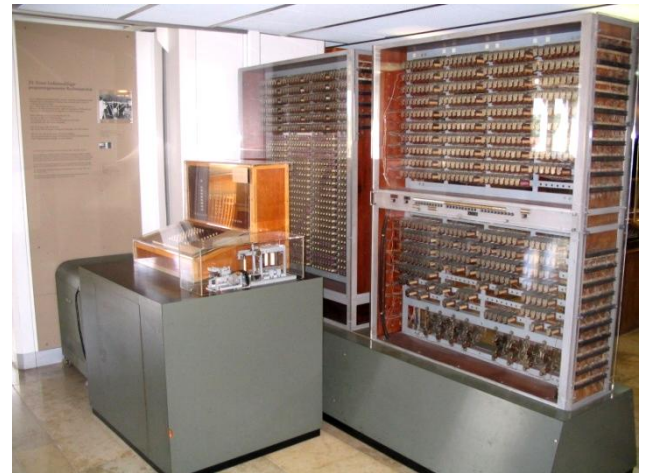


Abb. 2-11
ZUSE Z3⁸ (Relaisrechner)

Sämtliche Bilder sind Wikipedia entnommen.



Abb. 2-12
ZUSE 4⁹ (Relaisrechner)



Abb. 2-13
ZUSE 22¹⁰ (Elektronenrechner)

ZUSE Z4 (Abb. 2-12) war ein 1944 gebauter und noch immer mit Relais bestückter Rechner, der über ein sog. Planfertigungsgerät verfügte. Damit konnten Programme zeitsparend über symbolische Adressen erstellt werden. In einer abenteuerlichen mehrwöchigen Fahrt rettete Zuse seine Erfindung beim Zusammenbruch des Dritten Reichs ins Allgäu. Merkwürdigerweise erkannten die anrückenden Besatzungstruppen die Bedeutung dieser Erfindung nicht. Von 1951 bis 1954 wurde die Z4 an der ETH Zürich im Institut für angewandte Mathematik

⁷ http://de.wikipedia.org/wiki/Zuse_Z1

⁸ http://de.wikipedia.org/wiki/Zuse_Z3

⁹ http://de.wikipedia.org/wiki/Zuse_Z4

¹⁰ http://de.wikipedia.org/wiki/Zuse_Z22

von Prof. Stiefel eingesetzt (bevor dort mit ERMETH¹¹ eine eigene Entwicklung einsetzte). Um die von den Alliierten erlassenen Kontrollratsgesetze kümmerte man sich lt. Zuse nicht besonders.

ZUSE Z22 (Abb. 2-13) war der erste kommerzielle Röhrenrechner in Deutschland. Von 1958 an wurden insgesamt 56 Rechner ausgeliefert. Der Stückpreis betrug zwischen 150'000 bis 230'000 DM. Eine für die damalige Zeit nicht geringe Summe. Die Konzeption beruhte auf der Minima-Idee der Mitarbeiter Theodor Fromme und Van der Poel. Die Maschine besass ca. 400 Elektronenröhren, die für Flip-Flop-Schaltungen eingesetzt wurden. Ausser dem schnellen Ringkernspeicher besass die Maschine einen Trommelspeicher¹² mit einer Speicherkapazität von 8'192 Maschinenworten zu je 38 Bits. Das Grundprogramm (Betriebssystem) befand sich auf den ersten 1'024 Maschinenworten. Programmiert wurde in analytischem Code (sog. Freiburger Code).

ZUSE Z25 wurde als ein auf Transistorbasis entworfener Universalrechner "in allen Gebieten der Wissenschaft, Technik, Prozeßsteuerung, Verwaltung und kommerziellen Datenverarbeitung" konzipiert. Infolge unerwarteter Schwierigkeiten beim Löten der Komponenten geriet die Zuse KG erstmals in erhebliche Verzugsschwierigkeiten, was sich negativ auf den Geschäftsgang auswirkte. Eine gewisse Vernachlässigung modernster Halbleitertechnologien mag auch zum Niedergang des Unternehmens beigetragen haben. Weitere Gründe waren eine sehr dünne Kapitaldecke, ein nicht abgeschlossenes Patentverfahren und immer höhere Kosten für die Softwareentwicklung; dazu kam eine ineffiziente Unternehmensstruktur. 1964 wurde die Firma von Reinstahl und 1967 schliesslich von Siemens übernommen. Aufgrund der hohen Entwicklungsgeschwindigkeit in der Computertechnik und der Marktdominanz der Grossfirmen verloren die Zuse-Rechner schliesslich an Bedeutung und wurden von Siemens, Nixdorf und IBM vom Markt verdrängt.

Graphomat Z64 war ein automatischer Zeichentisch (Plotter). Einsatzbereiche fanden sich im Automobil-, Flugzeug- und Schiffsbau, dem Vermessungswesen, Strassenbau und der Statistik sowie für die Erstellung von Tabellen, Wetterkarten und Netzplänen. Anstelle der heute üblichen Schritt- und Servomotoren benutzte man spezielle Getriebe.

Literatur

Edgar P. Vorndran: Entwicklungsgeschichte des Computers (VDE)

Konrad Zuse: Der Computer – Mein Lebenswerk (Springer)

¹¹ <http://de.wikipedia.org/wiki/ERMETH>

¹² <http://de.wikipedia.org/wiki/Magnettrommelspeicher>