

Aus der frühen Geschichte des Computers

Christian Siefkes

15. April 1998

Version vom 20. Februar 1999

Inhaltsverzeichnis

1 Vorgeschichte	3
1.1 Mechanische Rechenmaschinen	3
1.2 Charles Babbage	3
1.3 Lochkarten	4
1.4 Büromaschinen	4
1.5 Analoge Computer	5
1.6 Menschliche Computer	6
2 Hardware: Vom Mainframe zum PC – und weiter	6
2.1 Erste Entwicklungen in den USA	6
2.2 ... und in Deutschland	6
2.3 ENIAC & Co.	7
2.4 Die zweite Generation mit Transistoren	7
2.5 Die dritte Generation mit Transistoren in Salzkorngröße	8
2.6 Die vierte Generation mit integrierten Schaltkreisen	8

1 Vorgeschichte

Die Römer verwenden um 300 v.Chr. den *Abakus* für Berechnungen. Ähnliche Konstruktionen werden bei den Chinesen und Japanern eingesetzt.

1.1 Mechanische Rechenmaschinen

1623 konstruiert der Tübinger Professor *Wilhelm Schickard* eine zahnradgetriebene Rechenmaschine für sechsstellige Additionen, Subtraktionen, Multiplikationen und Divisionen mit automatischem Zehnerübertrag.

Der 19jährige *Blaise Pascal* präsentiert 1642 in Paris eine Rechenmaschine für achtstellige Additionen und Subtraktionen.

Gottfried Wilhelm von Leibniz entwickelt 1673 eine Rechenmaschine für alle vier Grundrechenarten, die auf der Staffelwalze basiert. Zudem entdeckt er das duale Zahlensystem und erforscht die Gesetzmäßigkeiten der binären Arithmetik.

1.2 Charles Babbage

In den 1820ern beginnt *Charles Babbage*, Mathematikprofessor an der Universität von Cambridge (UK), mit dem Bau der *Difference Engine*, eine perfektionierte mechanische Rechenmaschine, die insbesondere Berechnung und Druck von Navigationstabellen für die britische Seefahrt übernehmen soll. Doch während er mit technischen Schwierigkeiten bei der Realisierung der raffinierten Mechanik zu kämpfen hat, entwickelt er die Idee für eine zweite, weit überlegene Maschine: Die *Analytical Engine* soll zwar rein mechanisch funktionieren, nimmt aber in Konzept und Fähigkeiten im wesentlichen die modernen Computer vorweg. Das beinhaltet die Trennung von »Programm«, also Instruktionsanweisungen, und Daten, sowie die Idee, die Instruktionen ebenfalls wie Daten zu behandeln und der Maschine über Lochkarten zu vermitteln, was eine flexible Steuerung erst möglich macht (später als »von-Neumann-Architektur« in fast allen Computern benutzt).

Die Maschine ist von dem Perfektionisten Babbage allerdings derartig gigantomanisch und komplex konzipiert worden, daß sie nie realisiert werden kann – zumal die britische Regierung die Unterstützung für Babbage wegen der dauernden Verzögerungen und Umkonzipierungen schließlich einstellt.

Der wohl einzige Mensch außer Babbage, der das Potential der Maschine erfaßt, ist *Ada Lovelace*, die junge Tochter des Schriftstellers Lord Byron. Sie gilt heute als »erste Programmiererin«, weil sie sich – auf dem

Papier, denn das Gerät wird ja nie gebaut – mit der Steuerung der Maschine beschäftigt und dabei wichtige programmiertechnische Konzepte, z.B. Schleifen, entwickelt, die nach der tatsächlichen Realisierung des Computers im 20. Jahrhundert erst nach einigen Jahren Programmierpraxis wiederentdeckt werden.

1.3 Lochkarten

Die ersten Lochkarten werden für die automatische Steuerung von Webstühlen entwickelt. *Joseph-Marie Jacquard* präsentiert 1805 in Lyon einen Webstuhl, der von einem Lochkartenprogramm gesteuert wird. Dafür verwendet er Pappkarten.

Ihren Durchbruch erlebt die Verwendung von Lochkarten bei der amerikanischen Volkszählung, die laut Verfassung alle zehn Jahre stattfinden muß. 1880 brauchen 1500 Angestellte sieben Jahre für die Auswertung der Datenmengen – so kann es nicht weitergehen: Das Zensusbüro macht sich auf die Suche nach Alternativen. Sie entscheiden sich für das Lochkarten-basierte System des jungen Ingenieurs *Herman Hollerith*. 1890 werden 62 Mio Lochkarten von den Zensusmaschinen ausgewertet, von denen jede die Arbeit von 20 Angestellten leistet. Jedes der potentiell 288 Löcher einer Karte stellt einen elektrischen Kontakt in der Maschine her – je nach Art der Maschine wird dann das entsprechende Datum addiert oder bestimmte Karte zur weiteren Auswertung aussortiert (z.B. wenn man am Durchschnittseinkommen aller Männer über 30 interessiert ist). Die Auswertung wird von 80 Beschäftigten gelenkt und dauert nur noch zweieinhalb Jahre. Hollerith gründet seine eigene Firma, die in den 1920ern in *IBM* umbenannt wird.

1.4 Büromaschinen

Die vier größten Büromaschinenhersteller der 1920er Jahre sind Remington Rand, NCR, Burroughs und IBM – 40 Jahre später gehören diese Firmen zu den zehn größten Computerproduzenten.

Die erste kommerziell erfolgreiche Schreibmaschine wird von *Christopher Latham Sholes* entwickelt und 1874 von *Remington* (bis dato Fabrikant von Handfeuerwaffen) produziert: Sie verwendet eher zufällig die »QUERTY«-Tastenanordnung, die so zum Standard wird. Vier Jahre später kommt die *Remington II* auf den Markt, die erstmals einen Umschalter hat und so auch Kleinbuchstaben erzeugen kann.

Dorr E. Felt bringt 1887 mit dem *Comptometer* die erste schnelle Addiermaschine auf den Markt, deren Siegeszug bis zum Zweiten Weltkrieg

anhält. Doch da sie keine elektrischen Geräte entwickelt, schafft seine Firma *Felt & Tarrant* den Sprung ins Computerzeitalter nicht.

William S. Burroughs beginnt seine Karriere als Bankangestellter, sätelt aber um und verkauft ab 1885 seine speziell für Banken konzipierte Addiermaschine, die im Gegensatz zumr Comptometer ihre Ergebnisse auch drucken kann.

Die erste Registerkasse wird 1879 von *James Ritty* erfunden, einem Restaurateur, der Angst hat, von seinen Angestellten betrogen zu werden, und sie dadurch daran hindern will. Er versucht erfolglos, seine Erfindung zu vermarkten: Er verkauft genau ein Exemplar, an *John H. Patterson*, der Rittys Firma schließlich aufkauft. Seit 1884 vertreibt er unter dem Label *National Cash Register Company (NCR)* die Registerkassen mit großem Erfolg.

Thomas J. Watson beginnt seine berufliche Laufbahn als NCR-Verkäufer. Hier arbeitet er sich bis zum Manager hoch, wird aber 1911 von Patterson gefeuert. Er findet eine neue Position als Präsident der *C-T-R (Computing-Tabulating-Recording Company)*, die aus Holleriths Lochkartenfirma *TMC (Tabulating Machine Company)* hervorgegangen ist. Watson benennt sie 1924 in *IBM (International Business Machines)* um. Hier etabliert er die drei Gründe für IBMs Erfolg:

- die ausgeklügelte Vertriebsorganisation (von NCR übernommen);
- die Praxis, Maschinen nicht zu verkaufen, sondern günstig zu vermieten und dann an Wartung und »Nachfüllen« zu verdienen (was auch während der Weltwirtschaftskrise und anderen Depressionszeiten konstante Einnahmen sichert);
- die große Forschungs- und Entwicklungsabteilung zur Sicherung der technologischen Vorreiterschaft (ebenfalls von NCR abgeschaut).

1.5 Analoge Computer

Der Ausklang des 19. und die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts ist die große Zeit der *analogen Computer*. Das sind Modelle (»Analogien«), die für konkrete mathematische Problemsituationen gebaut werden und daher auch nur für die eine ganz bestimmte Situation, die sie modellieren, brauchbar sind. Eingesetzt werden sie etwa zur Konstruktion von Staudämmen und Elektrizitätsnetzen, zur Tidenberechnung und Wettervorhersage.

1.6 Menschliche Computer

Die ersten »Computer«, die diesen Namen erhalten, sind Frauen. Im Zweiten Weltkrieg berechnen diese Rechnerinnen von Hand, höchstens mit Hilfe des Comptometers und anderen Büromaschinen, zahllose Tabellen für Navigation, Waffensysteme und zum Codeknacken. Der militärische Bedarf an Rechenleistung ist enorm, und so machen sich Regierungen und Firmen auf die Suche nach effizienteren Methoden.

2 Hardware: Vom Mainframe zum PC – und weiter

2.1 Erste Entwicklungen in den USA ...

IBM und die Harvard University entwickeln ab 1937 den *Harvard Mark I*. Der Harvard-Student *Howard Hathaway Aiken* entdeckt den Bedarf, als er sich für seine Dissertation in Physik mit zahllosen Differentialgleichungen konfrontiert sieht. Er entdeckt im Keller der Fakultät ein Fragment von Charles Babbage Maschine, das dessen Sohn der Universität gestiftet hatte. Er beschafft sich Babbage Autobiographie (Babbage 1864) und beschließt, Babbage Traum in die Tat umzusetzen. Es gelingt ihm, IBM und die Universität vom einer Lochkarten-gesteuerten Rechenmaschine zu überzeugen.

Die 1943 fertiggestellte elektromagnetische Maschine ist 51 mal zwei Fuß groß, besteht aus Hunderttausenden von Einzelteilen, hat mehrere hundert Kilometer Verkabelung, wird von einem 5-PS-Elektromotor angetrieben und braucht volle sechs Sekunden, um zwei Zahlen zu multiplizieren. Sie ist die erste vollautomatische Maschine der Welt, bleibt aber ein Unikum, da das Zeitalter der Mechanik zugunsten der elektronischen Computer abdankt.

2.2 ... und in Deutschland

Konrad Zuse vollendet 1941 in Berlin den *Z3*, den ersten funktionsfähigen Rechenautomat mit Programmsteuerung. Der elektromagnetische Rechner ähnelt Babbages Konzeption, arbeitet aber mit Dualzahlen, verwendet bistabile Schaltelemente, rechnet mit Hilfe des Aussagenkalküls und der logischen Grundoperationen AND OR NOT und benutzt zudem bereits Gleitkommadarstellung. Eingaben erfolgen über eine Tastatur, Ausgaben über ein Lampenfeld; das Rechenprogramm wird in einen Kinostreifen gelocht.

2.3 ENIAC & Co.

Der *ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)*, gebaut ab 1942 von einem Team um *John Mauchly* und *John Eckert* an der University of Pennsylvania, soll ursprünglich militärische Berechnungen erleichtern (wird aber erst drei Wochen nach Ende des Zweiten Weltkriegs fertig). Er besteht aus beachtlichen 18 000 Elektronenröhren, 70 000 Widerständen, 10 000 Kondensatoren, 6 000 Schaltern und 1 500 Relais.

Bei der Realisierung des Computers werden drei konzeptionelle Probleme festgestellt:

1. Da Lochkarten viel zu langsam sind für die 5 000 Operationen pro Sekunde, die der ENIAC ausführen kann, muß er direkt über die Verkabelung programmiert werden: Es ist eine tagelange Arbeit, die Kabel für ein kleineres Programm umzustecken.
2. Die vielen Elektronenröhren führen zu einer hohen Ausfallquote.
3. Zudem hat er sehr wenig Speicherplatz für Daten – aber mehr Speicher hätte noch mehr Elektronenröhren bedeutet.

Diese Schwierigkeiten sollen in einem Nachfolgeprojekt namens *EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer)* gelöst werden. Unter Beteiligung des renommierten Mathematikers *John von Neumann*, zuvor am »Manhattan Projekt« (Bau der Atombombe) beteiligt, wird die sog. *von-Neumann-Architektur* entwickelt, die seitdem in praktisch allen Computern zum Einsatz kommt:

- Die wesentliche Idee dabei ist, daß im Speicher des Computers sowohl Daten als auch Programm (Instruktionen) gehalten werden.
- Das geht allerdings nur, weil ein ursprünglich Quecksilberbasierter Ersatz (*mercury delay line*) für den aufwendigen Elektronenröhren-Speicher gefunden wird.
- Eine weitere wesentliche Neuerung ist die Verwendung von Binärzahlen anstelle des Dezimalsystems (z.B. 101010 statt 42).

2.4 Die zweite Generation mit Transistoren

1955 wird die Elektronenröhre durch den Transistor abgelöst. Der erste Transistorenrechner heißt *TRADIC (Transistor Digital Computer)* und wird unter *J. H. Fekers* Leitung in den Bell Labs für die US-Luftwaffe gebaut.

2.5 Die dritte Generation mit Transistoren in Salzkorngröße

Ab 1962 werden im Laufe der Miniaturisierung Transistoren und Dioden auf Salzkorngröße reduziert. Sie bleiben zwar noch als Einzelbausteine erhalten, aber verschiedene Bauteile werden zu Funktionseinheiten auf einem Modul (Keramikplatte) integriert.

2.6 Die vierte Generation mit integrierten Schaltkreisen

Ab 1968 lösen integrierte Schaltkreise (IC = Integrated Circuits) in Monolith-Technik die bisherige Hybrid-Technik ab.

Literatur

- [1] Babbage, Charles (1964). *Passages from the Life of a Philosopher*. In Babbage 1989, vol. 11.
- [2] Babbage, Charles (1989). *The Works (11 volumes)*. Pickering & Chatto, London.
- [3] Campbell-Kelly, Martin and Aspray, William (1996). *Computer: A History of the Information Machine*. BasicBooks, New York.
- [4] Iburg, Holger (1991). *Abschreckung und Software: Computertechnologie als Instrument der amerikanischen Sicherheitspolitik*. Campus Verlag, Frankfurt am Main.
- [5] Shasha, Dennis E. and Lazare, Cathy A (1995). *Out of Their Minds: The Lives and Discoveries of 15 Great Computer Scientists*. Copernicus, New York.
- [6] Vorndran, Edgar P. (1986). *Entwicklungsgeschichte des Computers: Eine kurzgefaßte Geschichte der Rechen- und Datentechnik mit 110 Bildern, 16 Tafeln und einem Geleitwort von Prof. Dr. Dr. Konrad Zuse (2., überarbeitete Auflage)*. VDE-Verlag, Berlin.