

Von Leibniz zur Cloud

Manfred Eyßell
Computer Cabinet Göttingen e.V.
Claus-Hartung-Eck 17
37083 Göttingen

Zusammenfassung

Auf einem kleinen Streifzug durch die Geschichte des Computers werden hier einige wenige Stationen vorgestellt, die zeigen, dass in Deutschland und speziell in Göttingen grundlegende Entwicklungsschritte gegangen wurden, die zwar nicht die weltweite Verbreitung der Computer begründet und befördert haben, aber erkennen lassen, dass man hier bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts sowohl theoretisch als auch praktisch mit an der Spitze der Technik war.

Schlüsselwörter: Rechnerentwicklung, Leibniz, Zuse, Billing, Cloud

1 Rechnerentwicklung in Deutschland und Göttingen

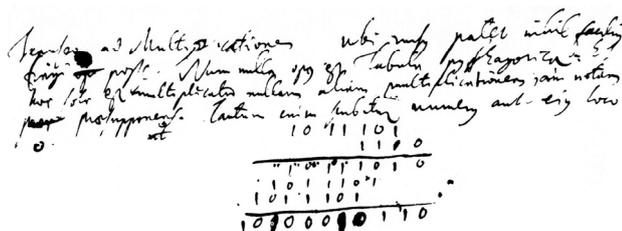
Auf einem kleinen Streifzug durch die Geschichte des Computers möchte ich einige wenige Stationen vorstellen, die zeigen, dass hier in Deutschland und speziell auch in Göttingen grundlegende Entwicklungsschritte gegangen wurden, die zwar nicht die weltweite Verbreitung der Computer begründet und befördert haben, aber erkennen lassen, dass man hier bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts sowohl theoretisch als auch praktisch mit an der Spitze der Technik war.



Abbildung 1: Die Rechenmaschine von Leibniz

2 Von Leibniz ...

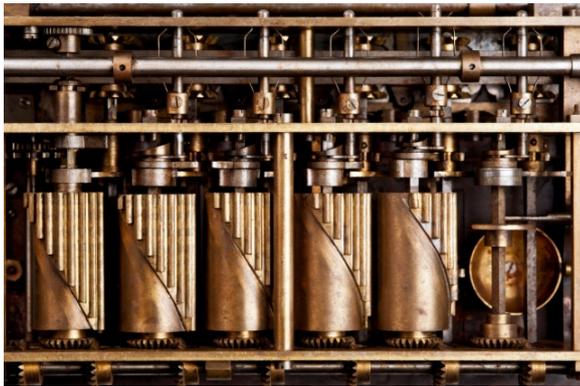
Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) schuf zwei bedeutende Grundlagen sowohl für die mechanischen Rechenmaschinen des 19. und 20. Jahrhunderts als auch für die programmgesteuerten automatischen Rechner bis in unsere Zeit: eine konstruktive Lösung



für eine Rechenmaschine, die die vier Grundrechenarten beherrscht und Ergebnisse mit bis zu 16-stelliger Genauigkeit liefert sowie das binäre Zahlensystem, mit dem seit den Entwicklungen von Konrad Zuse die modernen Computer arbeiten.

Abbildung 2: Beispiel für duale Multiplikation in Leibniz‘
„De Progressione Dyadica“ von 1679

Neben dem philosophischen Hintergrund für das binäre Zahlensystem hat Leibniz sogar schon die Vision eines darauf basierenden Rechners ohne bewegliche Teile gehabt.



Seine Vierspezies-Rechenmaschine mit der von ihm erfundenen Staffelwalze als zentrales Element geriet für lange Zeit in Vergessenheit (sie wurde an der Universität Göttingen im akademischen Museum aufbewahrt), bis ab Mitte der 1890er-Jahre in Glashütte in Sachsen Rechenmaschinen mit dem Staffelwalzen-Prinzip in Serie produziert wurden, zuerst bei Arthur Burkhardt.

Abbildung 3: Rechenwerk mit Staffelwalzen von Arthur Burkhardt (1909)



Konrad Zuse (1910-1995) hat bereits 1937 einen mit mechanischen Schaltgliedern nach binärem Prinzip arbeitenden programmgesteuerten Rechner mit Gleitkomma-Zahlendarstellung fertiggestellt.

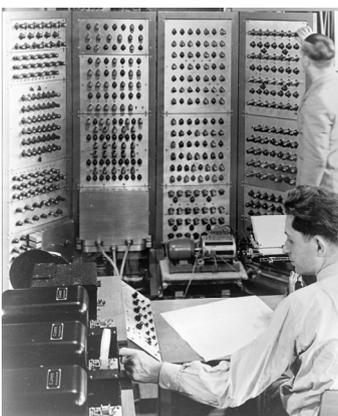
Abbildung 4: Konrad Zuse mit Ursula Schweier und Dietmar Saupe am Nachbau der Z1 (1989)

1941 vollendete er den ersten voll arbeitsfähigen programmgesteuerten universellen Rechenautomaten der Welt (in Relais-technik) und ist damit anerkanntermaßen der

Erfinder des Computers. Mit dem fast fertiggestellten großen Relaisrechner Z4 musste er im Februar 1945 aus Berlin nach Göttingen fliehen, wo er ihn in wenigen Wochen vollenden und vorführen konnte. Die Flucht ging dann noch vor dem Kriegsende weiter in das Allgäu, wo er den Rechner lagerte. 1949 kam es zu einem Kaufvertrag mit der ETH Zürich, Konrad Zuse konnte die ZUSE KG gründen, die Z4 überholen und in Zürich installieren.



Abbildung 5: Die Z4 in der ETH Zürich (1950)



Während dieser Zeit wurde in Göttingen durch Heinz Billing (geb. 1914) der Magnettrommelspeicher erfunden. Darauf basierend baute er für das Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik die Göttinger Rechenmaschinen.

Abbildung 6: Die G1 mit Heinz Billing und Wilhelm Hopmann

Die 1952 fertiggestellte G1 war der erste elektronische Rechner auf dem europäischen Kontinent, er schaffte zwei bis drei Operationen pro Sekunde. Die größere G2 mit 2048 Wörtern à 50 Bit Speicherkapazität hatte bereits ein intern gespeichertes Programm. Von der G1a, einer Weiterentwicklung der G1 durch Billings Mitarbeiter Wilhelm Hopmann (1924-2002) wurden drei Exemplare gebaut, die bereits eine mit Ferritkernketten gestaltete Mikroprogrammsteuerung hatten: eines für das MPI für Strömungsfor- schung in Göttingen, ein weiteres für das Institut für Kernfusion in Aachen (später Jü- lich) und eines wurde in Helsinki gebaut.

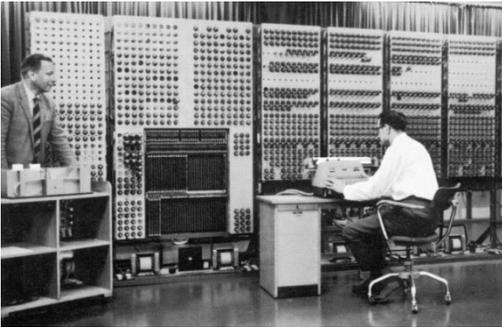


Abbildung 7: Die G3 bei ihrer Einweihung 1960 in München (links Heinz Billing, an der Konsole Arno Carlsberg)

(Elektronische Rechenanlagen wurde im deutschsprachigen Raum auch an Hochschulen in Dresden, Zürich, Darmstadt und München entwickelt und gebaut – in Wien sogar ein Transistorrechner.)

Der Umzug des MPI für Physik und Astrophysik von Göttingen nach München, wo 1960 die mit Magnetkernspeicher ausgestattete parallele Rechenanlage G3 in Betrieb genommen wurde, führte in Göttingen zur Einrichtung des ersten wissenschaftlichen Rechenzentrums durch die Aerodynamische Ver- suchsanstalt (AVA). Dessen Rechner IBM 650 (vergleichbar mit der G2, beide 1954 fertig) so- wie eine Reihe von Lochkartenmaschinen wur- den, wie schon die Billingschen Rechner ge- meinsam von der AVA, den Instituten der Max-Planck-Gesellschaft und der Universität Göttingen genutzt.



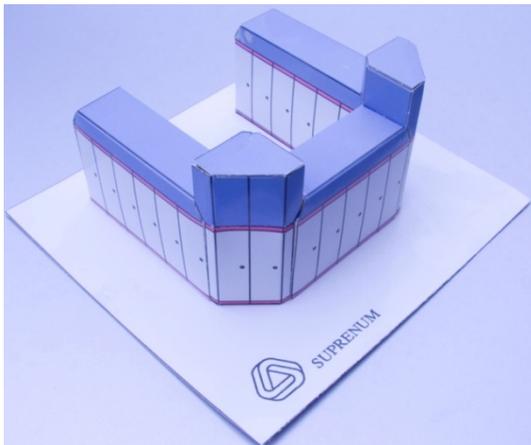
Abbildung 8: Das Rechenzentrum der AVA mit der IBM 650 in der linken Bildmitte

Als auch die 1964 installierten Rechner IBM 7040 und IBM 1401 nicht mehr den Lei- stungsanforderungen genügten und die aus der AVA hervorgegangene DFVLR (heute DLR) den Großrechner in großem Maße im Echtzeitbetrieb für ihre Wind- kanalexperimente beanspruchte, wurde 1970 als ge- meinsames Rechenzentrum der Max-Planck-Gesell- schaft und der Universität Göttingen die Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen (GWDG) gegründet.



Abbildung 9: Die UNIVAC 1108 und U418-III im Rechenzentrum der GWDG

Der einzige Großrechner für wissenschaftliche Anwendungen aus deutscher Entwicklung, der Telefunken TR440 (1968) wurde nicht für Göttingen ausgewählt. Mit einem Zweiprocessorsystem UNIVAC 1108 begann man, angepasst an die stetig steigenden Anforderungen, immer leistungsfähigere Rechenanlagen im Rechenzentrum der GWDG zu installieren. Während die U1108 bei ihrer Beschaffung schon fünf Jahre auf dem Markt war und dann noch zehn Jahre wissenschaftlich genutzt wurde, wird – bedingt durch die rasante technische Entwicklung - seit über zwei Jahrzehnten alle zwei Jahre eine neue leistungsfähigere Rechenanlage mit der aktuell verfügbaren Technologie installiert. Auf die UNIVAC 1108 (diskrete Transistortechnik und Magnetkernspeicher) folgten im Rechenzentrum der GWDG bis Mitte 1988 eine große UNIVAC 1100/80-Installation aus zwei Anlagen mit 2 bzw. 3 Rechenprozessoren und überlappend ab No-



vember 1987 eine IBM 3090, die bis zum März 1994 ihren Dienst versah. Sie verfügte ab 1988 über drei Prozessoren und zwei Vektoreinrichtungen. Von 1992 an wurde die Rechenleistung nach und nach auf Workstations übertragen, die ab 1993 durch einen FDDI-Ring zu einem Cluster verbunden waren. Schon 1995 übertraf die inzwischen auf 34 Server-Systeme gewachsene Workstation-Farm mit 2,5 GFLOPS die Gleitkomma-Rechenleistung der IBM 3090 um das 10-fache.

Abbildung 10: Papiermodell der SUPRENUM

Um das Leistungsangebot auf den für ein wissenschaftliches Rechenzentrum erforderlichen Stand zu bringen, begann man 1987 mit der Planung zur Beschaffung eines Parallelrechners. Nachdem zuerst die deutsche SUPRENUM ausgewählt war, wurde – als absehbar war, dass SUPRENUM keine Erfolgsgeschichte würde - Ende 1992 eine KSR 1 von Kendall Square Research mit 32 Prozessoren installiert.

Abbildung 11: Die KSR 1 mit der Bedienungs-Workstation NeXTstation TurboColor im Rechenmuseum der GWDG

Die in der Folgezeit beschafften Parallelrechner (SGI Power Challenge, Cray T3E, IBM RS6000/SP, ...) blieben wie die KSR aus Kontinuitätsgründen jeweils fünf bis sechs Jahre in Betrieb, bis sie – schon wegen des hohen Stromverbrauchs – nicht mehr tragbar waren. Die Rechenleistung der etwa alle zwei Jahre neu beschafften Parallelrechner steigerte sich alle viereinhalb Jahre um



das zehnfache. Zusammen mit den noch gleichzeitig weiter betriebenen älteren Anlagen

stieg die gesamte Rechenleistung für das „High Performance Computing“ von 2,5 GFLOPS (KSR1 und SGI Power Challenge) im Jahr 1995 auf heute insgesamt fast 140 TFLOPS. Während anfangs die Erhöhung der Taktfrequenzen ein entscheidender Faktor für die Leistungssteigerung war, ist es seit etwa 10 Jahren die fortschreitende Integration mit bis zu 16 Kernen in einem Prozessorchip.

3 ... zur Cloud



Im Jahr 1833 wurde in Göttingen durch den Mathematiker Karl Friedrich Gauß (1777-1855) und den Physiker Wilhelm Weber (1804-1891) vom Physikalischen Institut der Universität zur Sternwarte die weltweit erste Datenübertragung mit elektrischen Signalen eingerichtet.

Abbildung 12: Gauß-Weber-Telegraf (1833)

In der modernen Datenverarbeitung begannen Mitte der 1970er-Jahre Datenübertragungen zu mit den Großrechnern über Telefon-Standleitungen angeschlossenen Terminals (Remote-Job-Entry-Stationen und Bildschirmterminals). Zwischen den Universitätsrechenzentren bestand ein Rechnerverbund über Fernmelde-Stand- und Wählleitungen. Die GWDG wurde neben ihrer Funktion als Universitätsrechenzentrum zum IT-Kompetenzzentrum der gesamten Max-Planck-Gesellschaft, womit eine immer intensivere und leistungsfähigere Vernetzung mit den Computern der Anwender in Göttingen (glasfasergestütztes Netz ab 1993), in Deutschland und weltweit über das Internet (ab 1985 European Academic Research Network, 1987 deutsches Wissenschaftsnetz und World-WideWeb ab 1991) notwendig wurde.

Unter dem in den letzten Jahren eingeführten Begriff des „Cloud-Computing“ werden Datenübertragung und Datenverarbeitung zu einem System zusammengeführt: Von überall auf der Welt kann man mit mobilen Geräten drahtlos auf die eigenen und auf von anderen bereitgestellte Daten zugreifen sowie Dienste und Anwendungen nutzen. Damit ergeben sich – neben den technisch unglaublich eindrucksvollen Möglichkeiten – aber auch Probleme: Bedenklich ist, dass die Daten im weltweiten Netz über Wege geführt werden, die für den Nutzer nicht kontrollierbar sind. Auch werden sie an nicht bekannten Orten gespeichert, wo unerwünschte Zugriffe auf die Daten möglich sind: sie können von Unberechtigten mitgelesen und missbräuchlich verwendet werden. Ein wirksamer Schutz vor Datenmissbrauch ist nur durch Verschlüsselung möglich. Angehörige unserer wissenschaftlichen Institutionen haben einen großen Vorteil, denn sie können die vertrauenswürdigen Cloud-Dienste, die deren Rechenzentren anbieten, nutzen. Hier werden nämlich die Nutzerdaten nicht in irgendwo im weltweiten Netz verteilten Speicherzentren abgelegt, sondern nur an bestimmten Orten in unserem Land, wo sie ohne kommerzielles Interesse gespeichert und sicher verwahrt werden.

M. Eyßell

Abbildungsnachweise

Abbildung 3: Foto von Stephan Eckardt, Universität Göttingen;
Abbildung 4, 5: © Deutsches Technikmuseum, Berlin, 1989