

Konrad Zuses Rechenmaschinen

60 Jahre Computergeschichte

Konrad Zuse war ein Bauingenieur und musste oft Ketten langweiliger Rechenschritte berechnen. Dank seiner Fähigkeit aus einfachsten Teilen komplexe Systeme herzustellen, kam ihm sehr früh die Idee, wie man dies automatisieren könnte: man sollte einen programmierbaren Automaten entwickeln und zusammenstellen. Obwohl er kein Mathematiker war (er lernte die Arbeit von Alan H. Turing erst später kennen), hatte er 1936 den mechanischen Speicher (64 Zahlen zu je 22 Bit) bereits fertig gebaut. Mit der Trennung von Speicher und Prozessor entstand schon 1936 das Konzept des Computers im heutigen Sinne. Als ersten Versuch baute er bis 1938 die Z1: es war ein vollständig mechanisches Gerät und konnte die vier arithmetischen Operationen und Quadratwurzel in beliebiger Reihenfolge berechnen. Nachdem bewegliche Bleche nicht zuverlässig sind, stieg er gleich auf Relais-technik um. Er machte einen Zwischenversuch mit der Z2: das war eine Maschine mit Blechen und Relais. Gleich danach baute er die Z3: sie war in der Logik gleich wie die Z1, funktionierte aber mit Relais. 1941 hatte er seine Vision von 1936 realisiert. Mit dieser Technik konnte er den ersten vollautomatischen, programmgesteuerten Rechner der Welt realisieren. Zuse entschied sich für das Binärsystem, andere (ENIAC und MARK I) verwendeten die Dezimaldarstellung. Die Z3 rechnete intern mit Binärdarstellung, bei Eingabe (Tastatur) und Ausgabe (Lampenschilder) konnte man aber das Dezimalsystem verwenden. Das Rechenwerk wandelte die Ziffern um. Mit der Gleitkommadarstellung und Normalisierung konnte Zuse große Nummern in wenig binären Platz speichern. Die Steuerung erfolgt durch Abtastung eines 35mm Kino-Filmes und die Bewegung einer Kurbel.

Der Programmierer verfügt über 9 Befehle (2 für Ein-/Ausgabe, 2 für Laden und Lesen des Speichers, 5 für die arithmetischen Operationen). Die arithmetischen Befehle verknüpfen die Inhalte der Register 1 und 2; der erste Ladebefehl lädt Register 1 und jeder weitere Ladebefehl überschreibt Register 2 bis Register 1 gelöscht wird; nach jeder Speicheroperation sind beide Register gelöscht. Zusätzlich zu den oben genannten Registern gibt es noch ein weiteres Register, das als temporäres Register verwendet wird.

Die Aufgabe des Leitwerkes ist es, im Rechenwerk die richtigen Aktionen auszulösen. Dies geschieht für mehrstufige Befehle durch einen rotierenden Schrittschalter; dieser entspricht dem Mikroprogramm heutiger Prozessoren. Nur die Addition und Subtraktion werden direkt durch Relais-schaltungen realisiert; die anderen arithmetischen Befehle werden auf diese zurückgeführt. Die Multiplikation wird durch Additionen und Rechts-shiften realisiert, die Division durch Subtraktionen und Links-shiften. Auch die Quadratwurzel wird wie die Division durch iterativen

Aufbau berechnet, nämlich so dass „ $\frac{x}{q} = q$ “ ist.

Zuse hat sich wie oben schon erwähnt für die Gleitkommadarstellung entschieden. Dies bringt sowohl Vor- als auch Nachteile mit sich: Die Addition wird komplizierter, da zuerst Verschiebungen durchgeführt werden müssen („Komma unter Komma“). Andererseits wird die Multiplikation durch die Gleitkommadarstellung einfacher, da nur die Mantissen multipliziert und die Exponent addiert werden müssen. Ein weiterer Nachteil ist, dass nach einer Rechnung das Ergebnis nicht mehr normalisiert sein kann (z.B. bei Subtraktion zweier nahezu gleicher Zahlen).

Konrad Zuses Rechenmaschinen

60 Jahre Computergeschichte

Zum Schluss ein Vergleich mit anderen zur gleichen Zeit entstandenen Rechenmaschinen:

ABC (Atanasoff-Berry-Computer): 1938-1942

ENIAC (Electronical Numerical Integrator and Computer): 1943-1945, 10x15m, 30t, 180kW

Mark I: 1939-1944, 15x2,5m Frontfläche, 70.000 Einzelteile

Rechner	Trennung Speicher/ Prozessor?	Codierung	Gleit-komma?	Sprünge	Programme	Technologie
Z3	✓	binär	✓	✗	Software	elektromagnetisch
ABC	✓	binär	✗	✗	✗	elektronisch
Mark I	✗	dezimal	✗	✗	Software	elektromechanisch
ENIAC	✗	dezimal	✗	zum Teil	Hardware	elektronisch

Thomas Döhring
Marco Pomalo