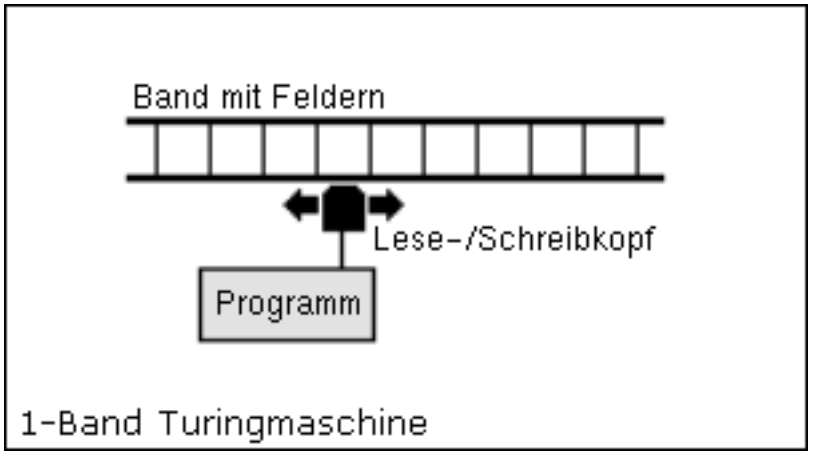
Was ist ein Computer?
Was ist ein Programm?
Können Computer Alles?

Die Turing Maschine



Auf jedem Bandquadrat steht ein Buchstabe (Symbol, Zeichen) in A,…,Z, a, …,z, 0,….,9,$,§, …., leer

Endliches Alphabet

Steuereinheit ist in einem von **endlichen** vielen Zuständen q0,q1,q2,….

Turingbefehl	Zustand	Zeichen	neuer Zustand	neues Zeichen	Bewegung
	q1	a	q2	b	R

Wenn du im Zustand q1 ein a liest, dann gehe in den Zustand q2 über, drucke ein b und bewege den Kopf nach rechts

Turingprogramm = Menge (Folge) von Turingbefehlen, je zwei unterscheiden sich in den ersten Spalten

Turingmaschinen

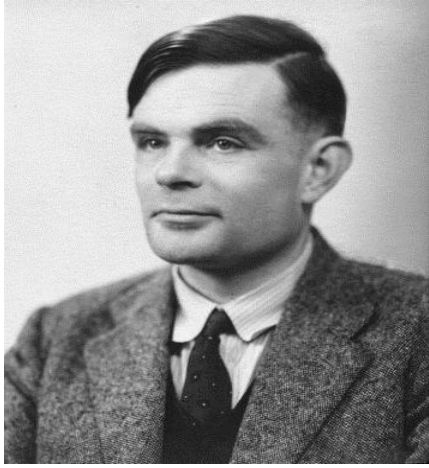
- Anfangszustand: Zustand = q0, Kopf auf dem rechtesten nichtleeren Quadrat
- Maschine führt Befehle aus, solange einer anwendbar ist.
- Rechnung kann unendlich lang sein
- Erstes Beispiel: Eingabe ist Folge von 0 und 1, drehe Buchstaben um (0010 → 1101)
- Programm: q0 0 q0 1 L q0 1 q0 0 L

Weitere Beispiele

q0	leer	q1	0	S
q1	0	q2	1	S
q1	leer	q2	1	S
q1	1	q1	0	L
q2	0	q2	0	R
q2	1	q2	1	R
q2	leer	q1	leer	L

Dieses Programm zählt

Alan Turing (1912 – 1952)



- Hat diese Maschine 1936 eingeführt
- These: Turing Maschine fasst den Begriff „nach Regeln berechenbar“
- 4 Argumente
  - Menschliche Rechner, siehe nächste Folie
  - Beispiele
  - Universelle Turingmaschine
  - Äquivalenz zur Formalisierung von Church

Turings große Leistungen

- Präzise Fassung des Begriffs berechenbar durch die Definition der Turingmaschine
- Unentscheidbarkeit des Halteproblems
- Konstruktion der universellen Turingmaschine

Halteproblem

- Gibt es das folgende Turingprogramm?
  - Eingabe L#w, L = Turingprogramm, w = Wort
  - Eigenschaften
    - Hält immer
    - Hält im Zustand q1, falls L mit Eingabe w anhält
    - Hält im Zustand q2, falls L mit Eingabe w nicht anhält

Turing: ein solches Programm gibt es nicht

Beweis

- Annahme, Programm existiert, nenne es Q
- Dann gibt es auch das folgende Programm
  - Eingabe, Turingprogramm P
  - Verhalten:
    - falls Q mit Eingabe P#P in q1 hält, dann laufe immer weiter
    - Falls Q mit Eingabe P#P in q2 hält, dann halte an
- Nenne dieses Programm L
- Was macht L an der Eingabe L? Hält es an oder läuft es für immer?

Universelle Turingmaschine

Eingabe L#w, L = Turingprogramm, w = Wort

Eigenschaft: tut, was immer L mit Eingabe w tut

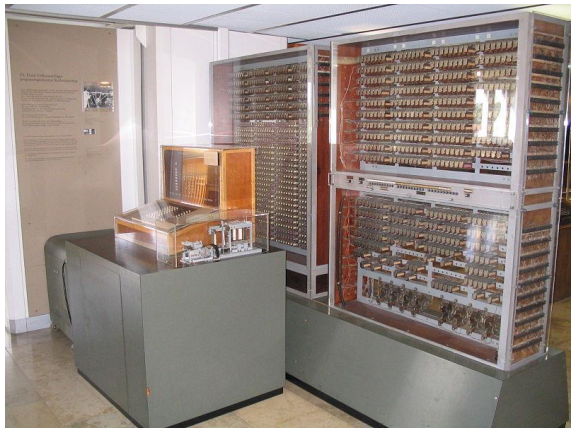
Diese Maschine kann jedes Programm ausführen, sie ist universell

Wenn man universelle Maschinen baut, dann muss man sich nicht darum kümmern, was sie nachher tun sollen

Simulation von TMs durch Fliesen

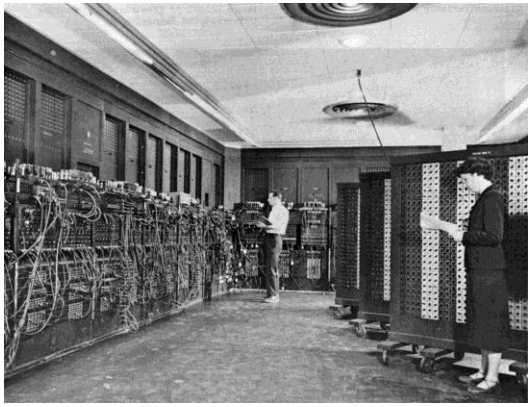
Erste Computer

Zuse Z1 (1937)



Z3 (1941)

Z4 (1945)

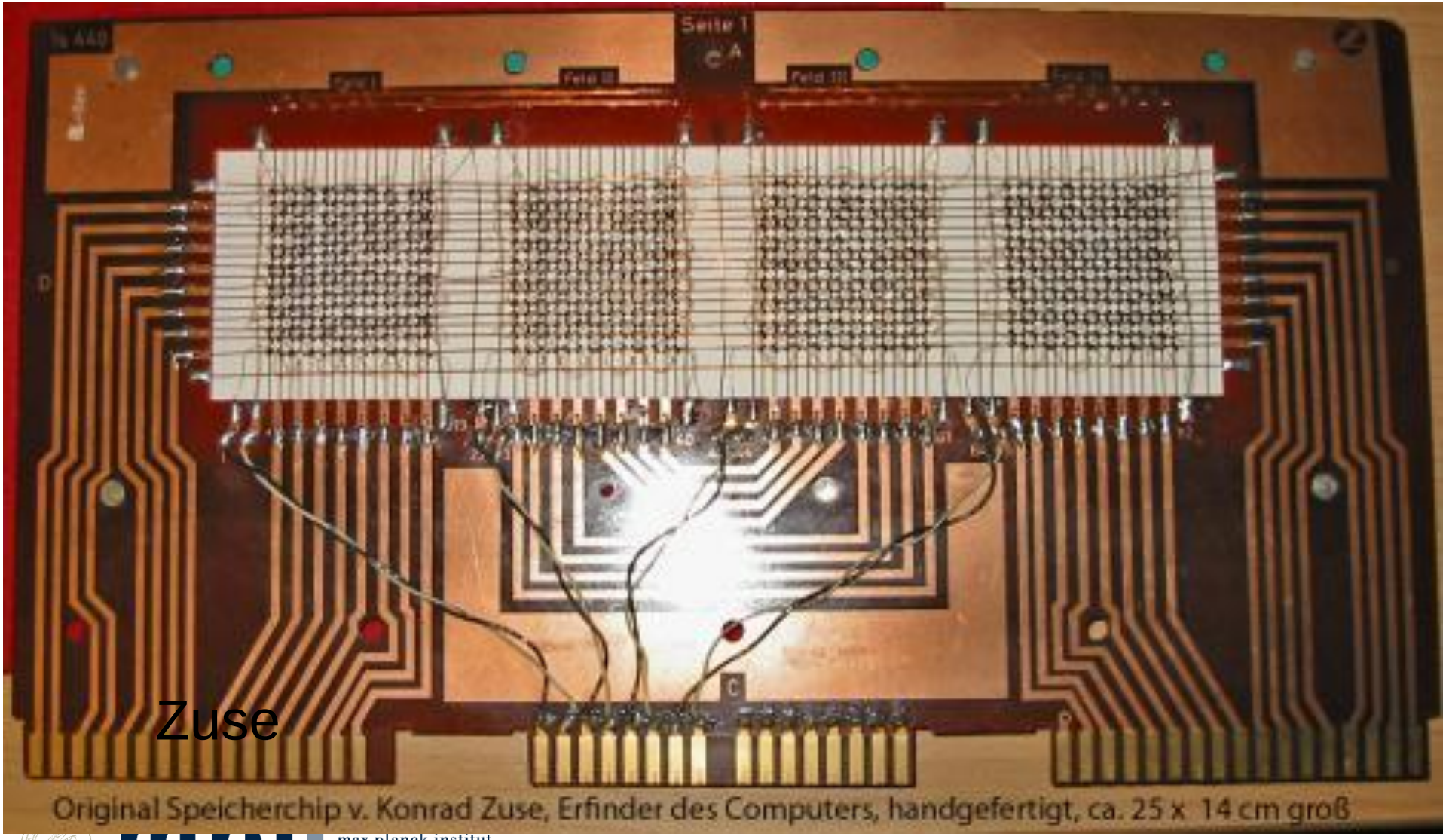


ENIAC (1946)

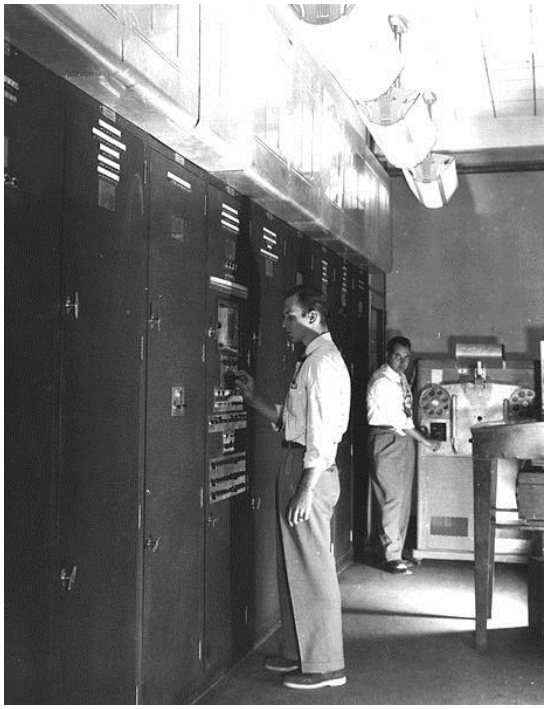
Z3, Z4 und ENIAC sind programmierbar (Programm extern) und Turingmächtig

Z3 und Z4 arbeiten mit Relais, ENIAC arbeitet mir Röhren

Frühe Speicher



EDVAC (Electronic …. Computer)



First Draft of a Report on the EDVAC
by John von Neumann,
June 30, 1945

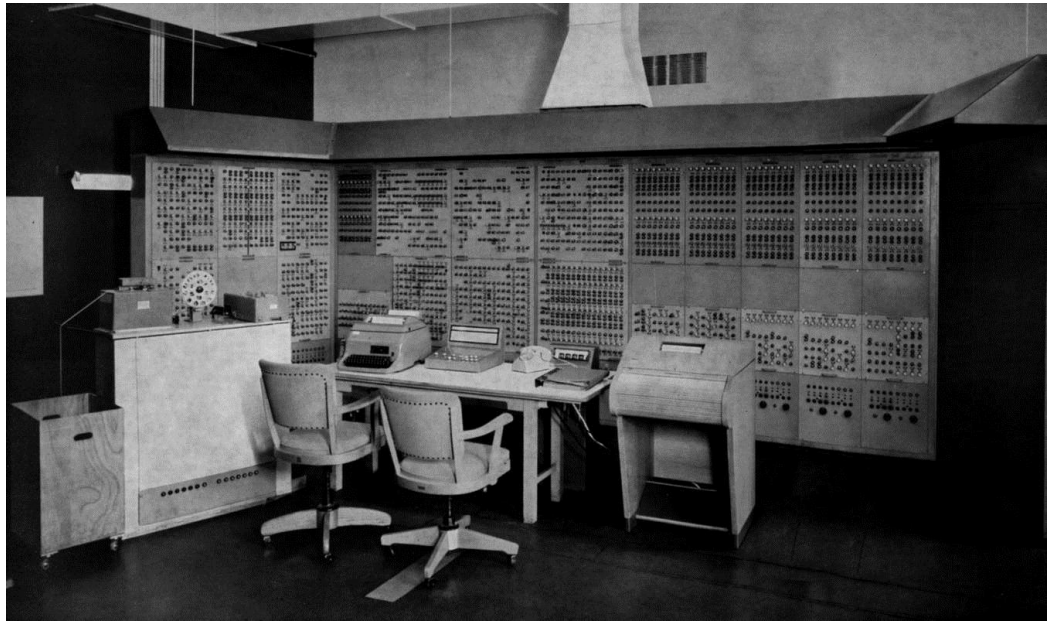
EDVAC, fertiggestellt in 1951

- Stored program
- Speicher, 5.5 kilobytes
- multiplication time 2.9 milliseconds
- 6,000 vacuum tubes
- consumed 56 kW of power
- 45.5 m^2 of floor space and weighed 17,300 lb (7,850 kg)
- operating personnel was thirty people for each eight-hour shift
- Kosten 500,000 Dollar (entspricht etwa 6 Millionen in 2010)

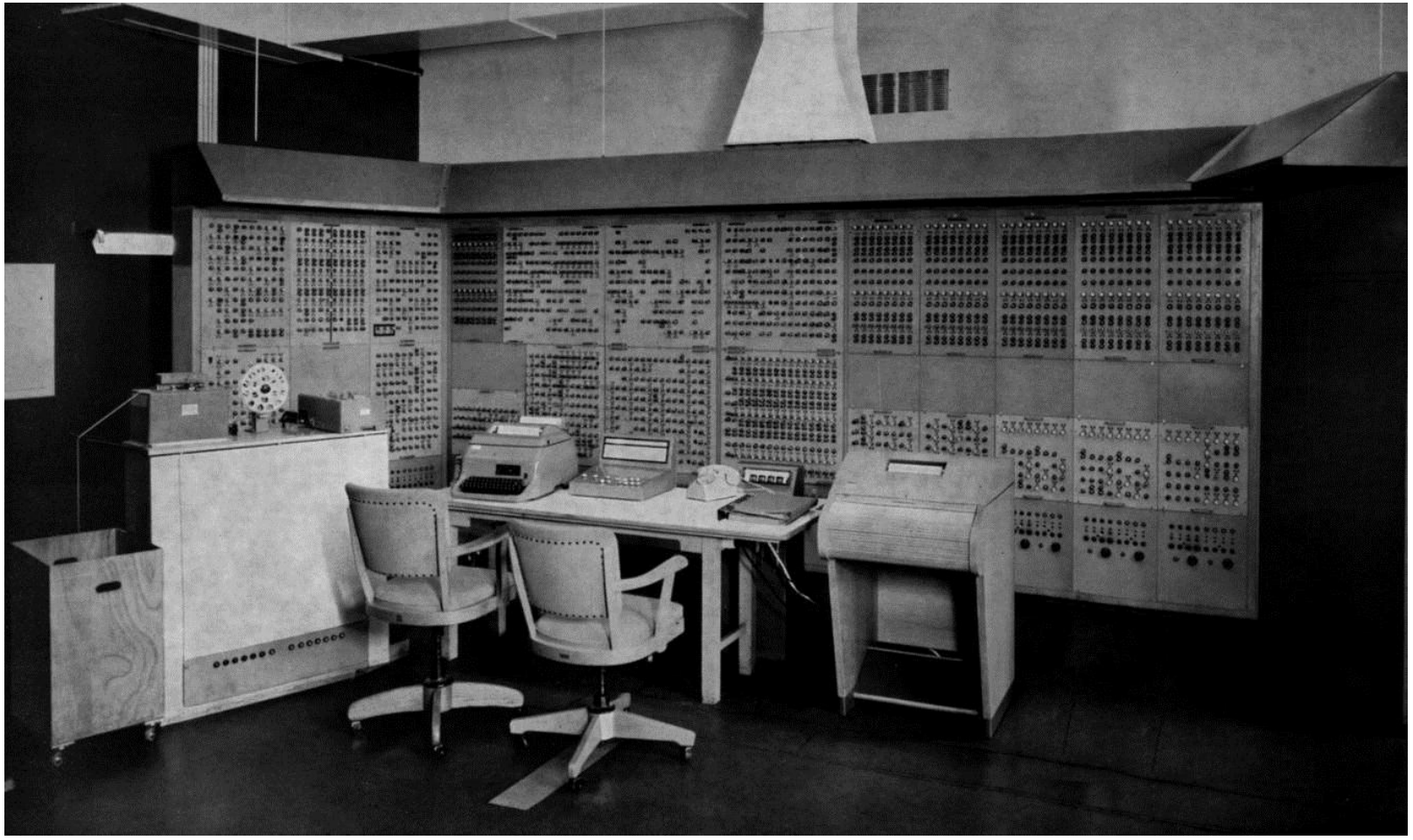
Das Vorbild für alle modernen Rechner

Mein erster Rechner

- Programmierbare Elektronische Rechen-anlage München (PERM), röhrenbasiert
- Betriebnahme 7. Mai 1956, Piloty/Sauer
- erster ALGOL-Compiler
- KM lernte auf der PERM programmieren



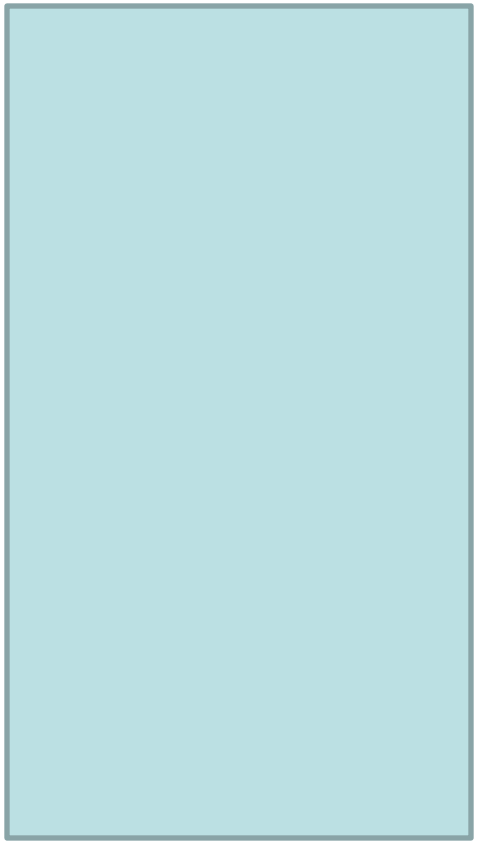
PERM

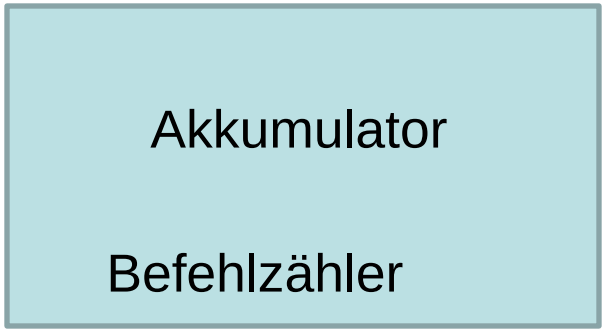


Von Neumann Rechner

Speicher

CPU





- Speicher enthält Daten und Programm
- Befehlszyklus
  1. Führe Befehl mit Nummer BZ aus
  2. Erhöhe BZ um eins
  3. Gehe nach 1.

Typische Befehle

• LOADZERO	ACC ⇦ 0
• LOAD n	ACC ⇦ M[n]
• STORE n	M[n] ⇦ ACC
• ADD n	ACC ⇦ ACC +M[n]
• DECR	ACC ⇦ ACC - 1
• JUMPPOS n	if ACC > 0, BZ ⇦ n
• STOP	

In M[1] steht eine Zahl n, bilde 1 + … + n

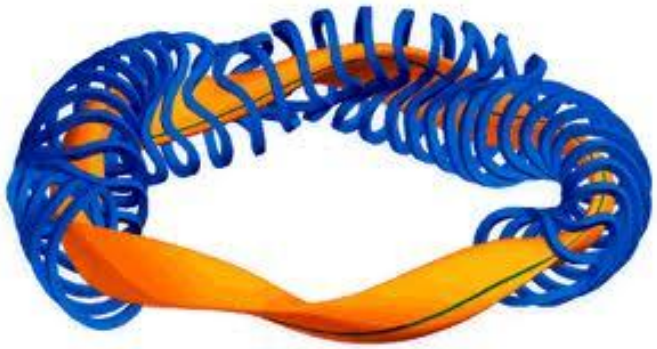
1. LOADZERO
2. STORE 2
3. LOAD 2 — M[1] = i und M[2] = i+1 + … + n
4. ADD 1
5. STORE 2 — M[1] = i und M[2] = i + … + n
6. LOAD 1
7. DECR
8. STORE 1 — M[1] = i – 1 und M[2] = i + … + n
9. JUMPPOS 3
10. STOP — M[1] = 0 und M[2] = 1 + … + n

Kenngrößen und Neuerungen

- Hauptspeicher: 10^9 Worte a 64 Bit
- Befehlszyklus: 10^9 Befehle pro Sekunde
- Eine Million mal leistungsfähiger (Geschwindigkeit, Speicher, Größe), eine Million mal billiger als 1950
- Neuerungen seit 1950
  - Interrupts (Unterbrechungen)
  - Speicherhierarchie: Cache, Main, Disk
  - **Bildschirme und Graphik**
  - **Netze**
  - Preis und Leistung
  - **Software, Nutzerfreundlichkeit**

Supercompute

- 72 Schränke,
- 73000 PowerPCs mit je 2 Gbyte RAM
- Simulation: Physik, Klima, Chemie, Strömung
- 13 Mio Euro



Bildschirme und Graphik

- Dieser Schirm: 1366 x 768 Pixels
- Für die CPU: für jedes der Pixel kann man Farbe und Helligkeit einstellen
- Graphikkarte zeigt die Werte auf dem Bildschirm an.

Aussagesätze sind wahr oder falsch
aber
Dieser Satz ist eine Lüge

- Ist er eine Lüge oder ist er keine Lüge
- Lüge → dann stimmt die Aussage nicht → also ist der Satz keine Lüge
- Keine Lüge → dann stimmt die Aussage → also ist der Satz eine Lüge