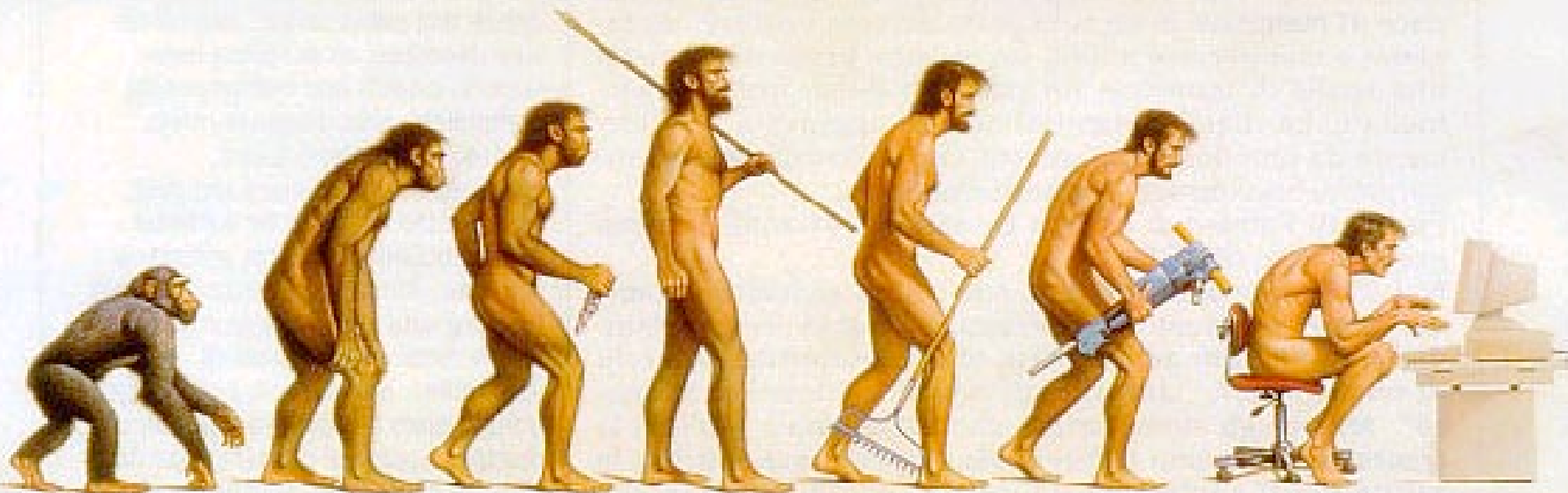




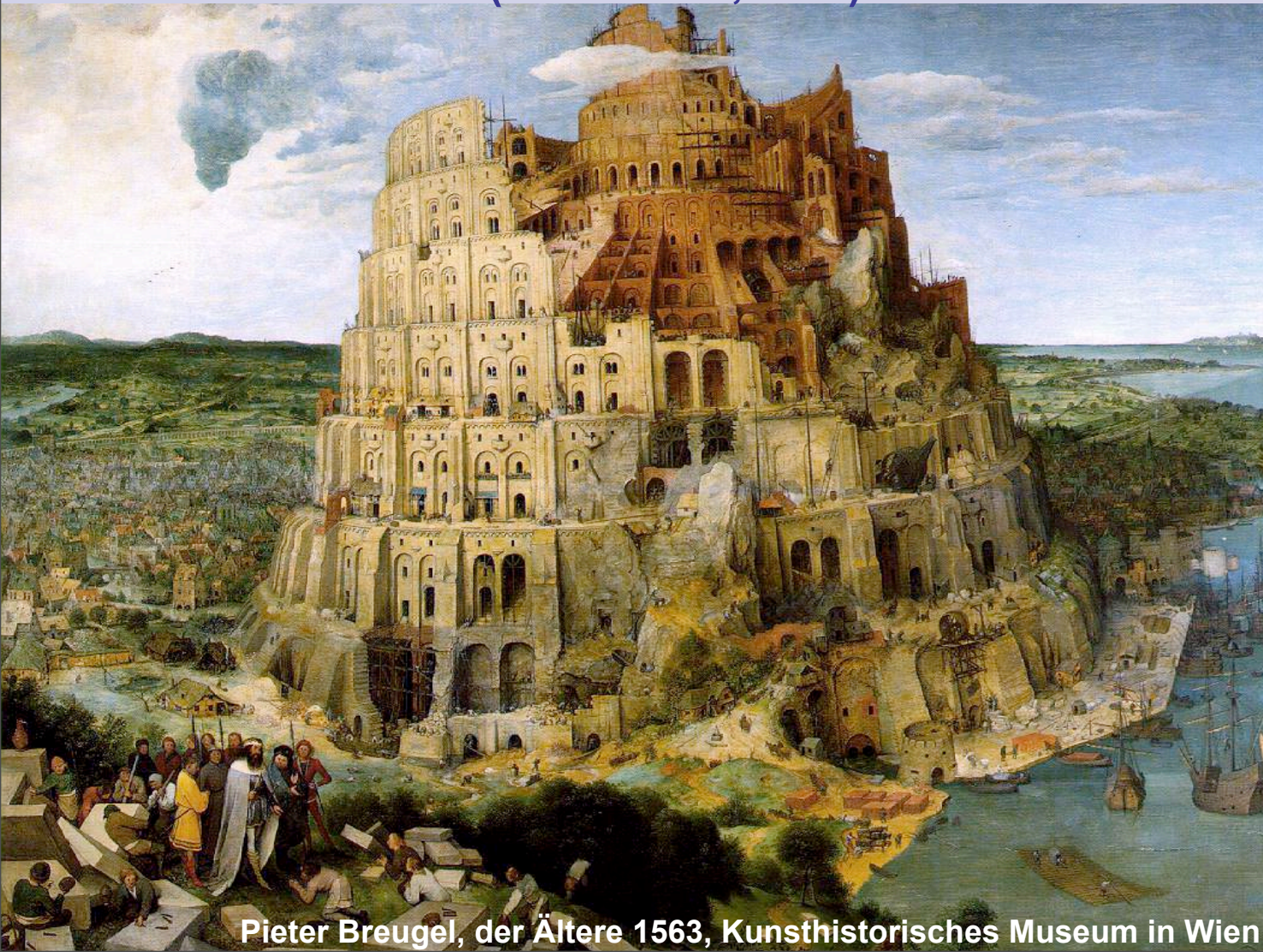
educational engineering lab

Department for Information Technology
University of Zurich

Informatik im Wandel der Zeiten



Turmbau zu Babel (1. Mose 11, 1 - 9)



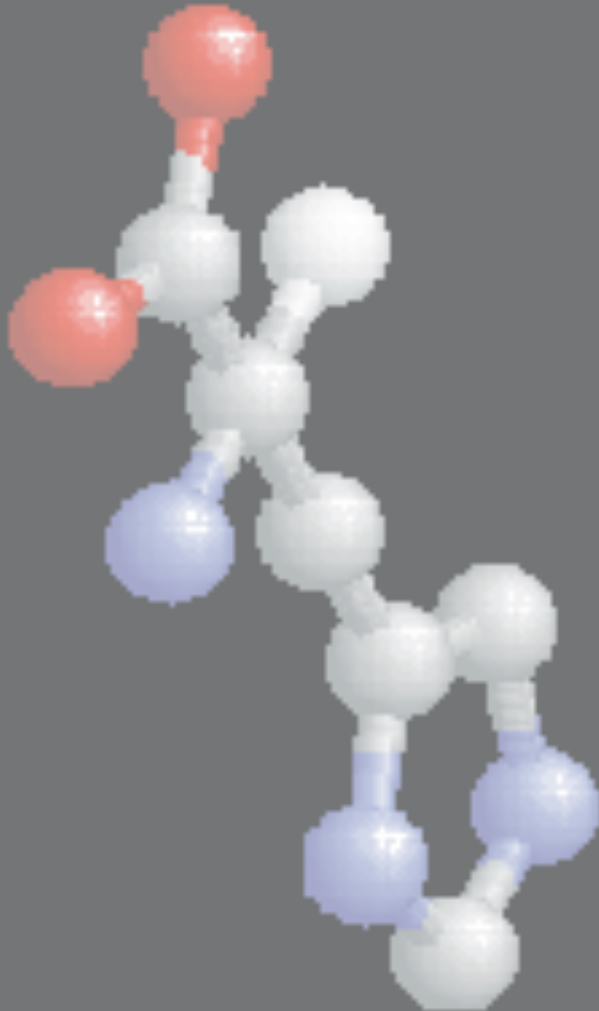
Pieter Breugel, der Ältere 1563, Kunsthistorisches Museum in Wien

Urknall (15 Mrd v. Chr)

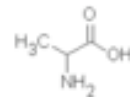


- **Energie**
- **Materie**
- **Information**

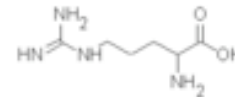
Aminosäuren und Proteine (3.5 Mrd v. Chr)



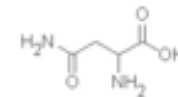
● Leben benötigt Information



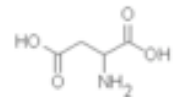
Alanin (Ala)



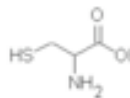
Arginin (Arg)



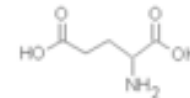
Asparagin (Asn)



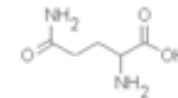
Asparaginsäure (Asp)



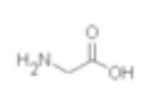
Cystein (Cys)



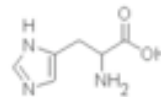
Glutaminsäure (Glu)



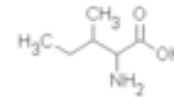
Glutamin (Gln)



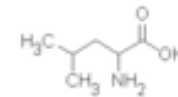
Glycin (Gly)



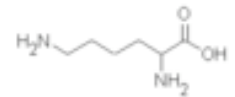
Histidin (His)



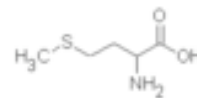
Isoleucin (Ile)



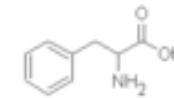
Leucin (Leu)



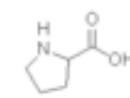
Lysin (Lys)



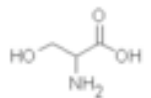
Methionin (Met)



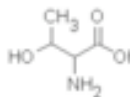
Phenylalanin (Phe)



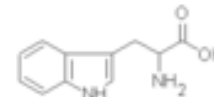
Prolin (Pro)



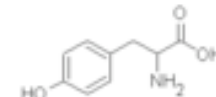
Serin (Ser)



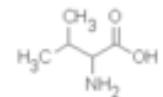
Threonin (Thr)



Tryptophan (Trp)



Tyrosin (Tyr)



Valin (Val)

Kalender (Meton von Athen 433 v. Chr)



- **235 Mondumläufe passen fast genau in 19 Sonnenjahre**
- **Osterzyklus von $4 \cdot 7 \cdot 19 = 532$ Jahren**
- **Ganzzahliges Problem (beliebig genau und beliebig unbrauchbar)**

Antikythera-Mechanismus (150 v. Chr)



- **"ältester Computer der Welt"**
- **1901 nahe der griechischen Insel Antikythera aus dem Meer getaucht**
- **30 Bronzeräder mit feinen Zähnen**
- **19-Jahres-Kalender zur Berechnung der Olympiaden sowie Sonnen- und Mondfinsternisse**

Navigation (Odysseus 433 v. Chr Ogygia)



οὐρον δὲ προέηκεν ἀπήμονά τε λιαρόν τε
 γηθόσυννος δ' οὐρῶ πέτασ' ἰστία δῖος Ὀδυσσεύς.
 αὐτὰρ ὁ πηδαλίῳ ἰθύνητο τεχνηέντως
 ἥμενος· οὐδέ οἱ ὕπνιος ἐπὶ βλεφάροισιν ἐπιπτεν
 Πληιάδας τ' ἐσορῶντι καὶ ὄψε δύνοντα Βοώτην
 ἄρκτον θ', ἣν καὶ ἄμαξαν ἐπίκλησιν καλέουσιν,
 ἣ τ' αὐτοῦ στρέφεται καὶ τ' Ὠρίωνα δοκεύει,
 οἷη δ' ἄμμορός ἐστι λοετρῶν Ὠκεανοῖο·
 τὴν γὰρ δὴ μιν ἄνωγε Καλυψὼ δῖα θεάων
 ποντοπορευέμεναι ἐπ' ἀριστερὰ χειρὸς ἔχοντα.

Euklid (ca 325-265 v.Chr. in Alexandria)



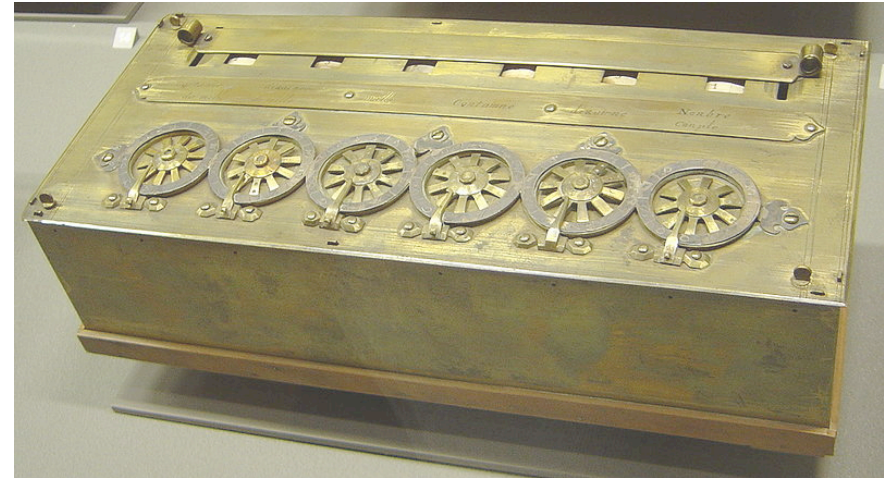
- Euklid'scher Algorithmus
- Zahlentheorie
- Geometrie

Al Chwarizmi (ca 780-850 zur Zeit Harun al-Rashids in Bagdad)



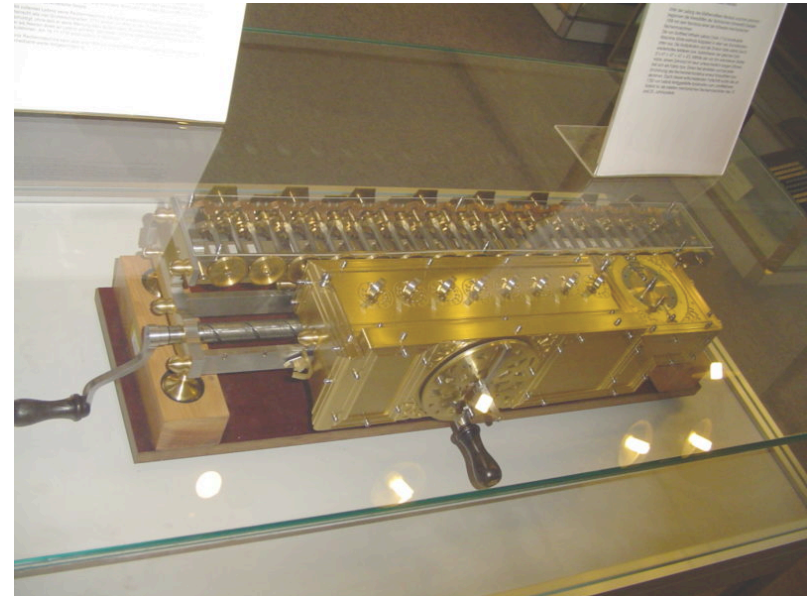
- Algebra
- Natürliche Zahlen
- Indisches (dezimales) Zahlensystem
- "Algorithmus"

Blaise Pascal 1623-1662



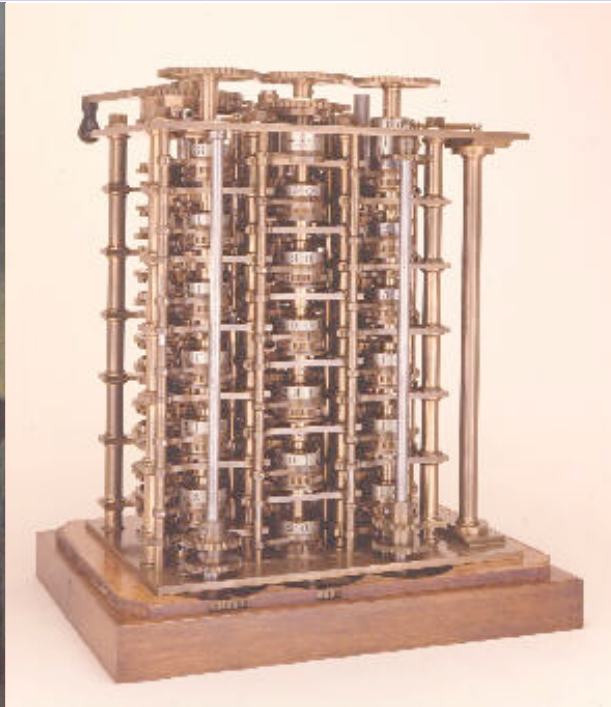
Pascaline (1652)
Addition mit Uebertrag

Gottfried Wilhelm Leibniz 1646-1716



- **Rechenmaschine
(Multiplikation, Division und
Quadratwurzel)**
- **Dualsystem**
- **Dezimalklassifikation**
- **Infinitesimalrechnung**

Charles Babbage 1792-1871



**Analytical Engine
(Lochkartensteuerung)**



**Lady Ada Augusta
(Countess of Lovelace)**

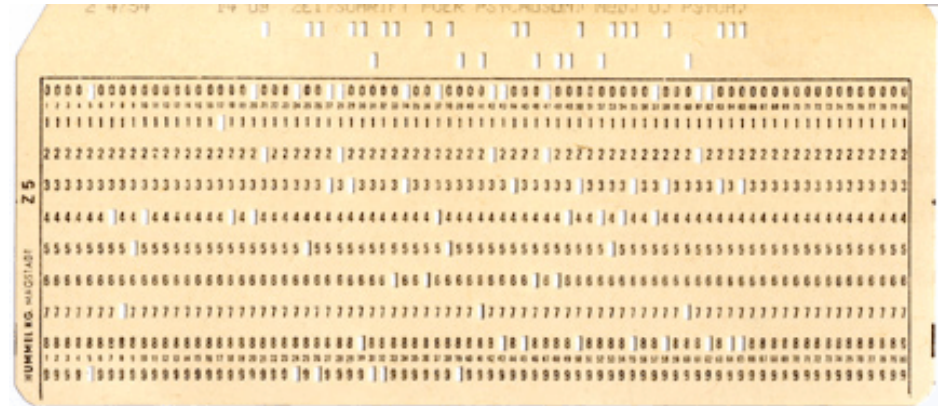
Samuel Morse 1791 - 1872



TELEGRAPH von S.-A. HASLER, Bern

- Schreibtelegraph
- (fast) binär
- minimale Redundanz

Hermann Hollerith 1860-1929



Lochkarte von IBM (80 Spalten, 12 Zeilen)

- Lochkarte
- 11. amerikanische Volkszählung (1890)
- Tabulating Machine Company (1896)

János von Neumann 1903-1957



- **Manhattan Projekt (1943)**
- **Von-Neumann-Architektur**
- **ENIAC (erster Röhren-Computer 1946)**



Konrad Zuse 1910 - 1995



- **Z3 (1943)**
- **Plankalkül (1945)**
- **Z4 (2200 Relais)**
- **Gleitkommazahlenformat (IEEE 754)**



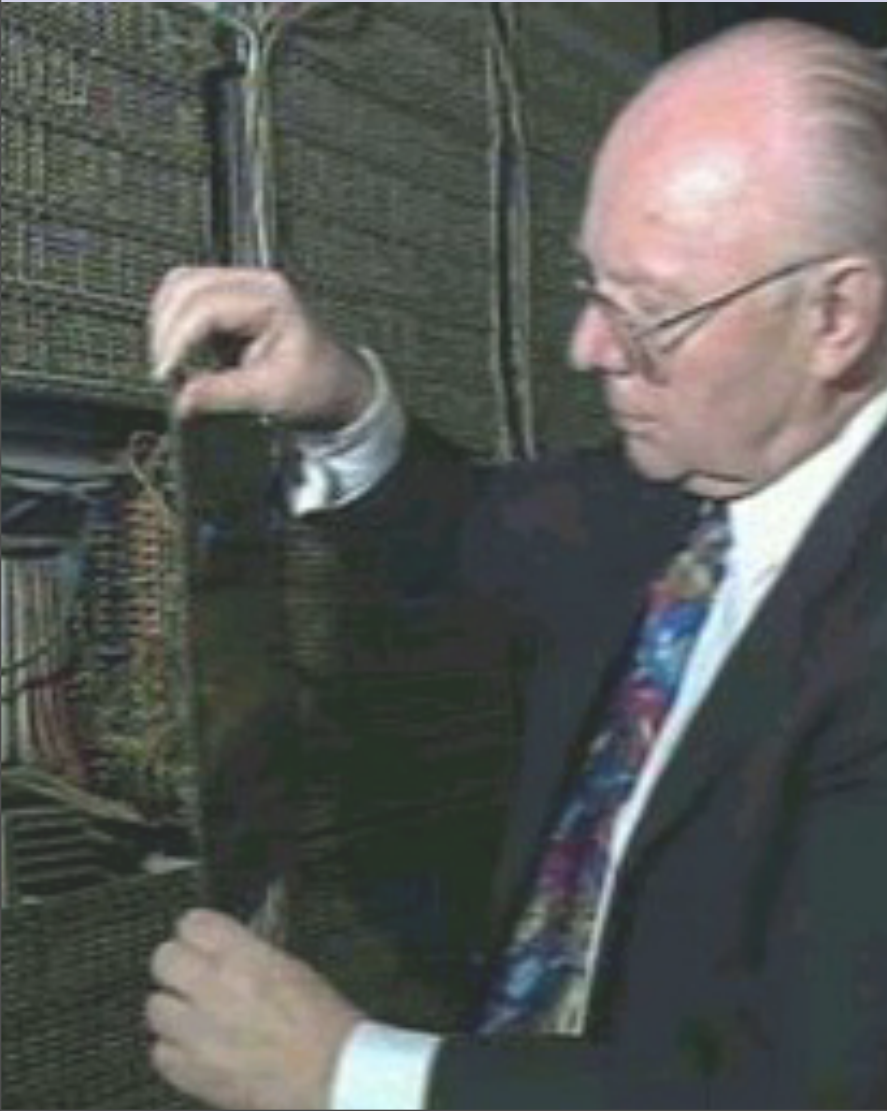
Howard Aiken 1900 - 1973



- **Mark I (1939 - 1944)**
- **Mark II (1947)**



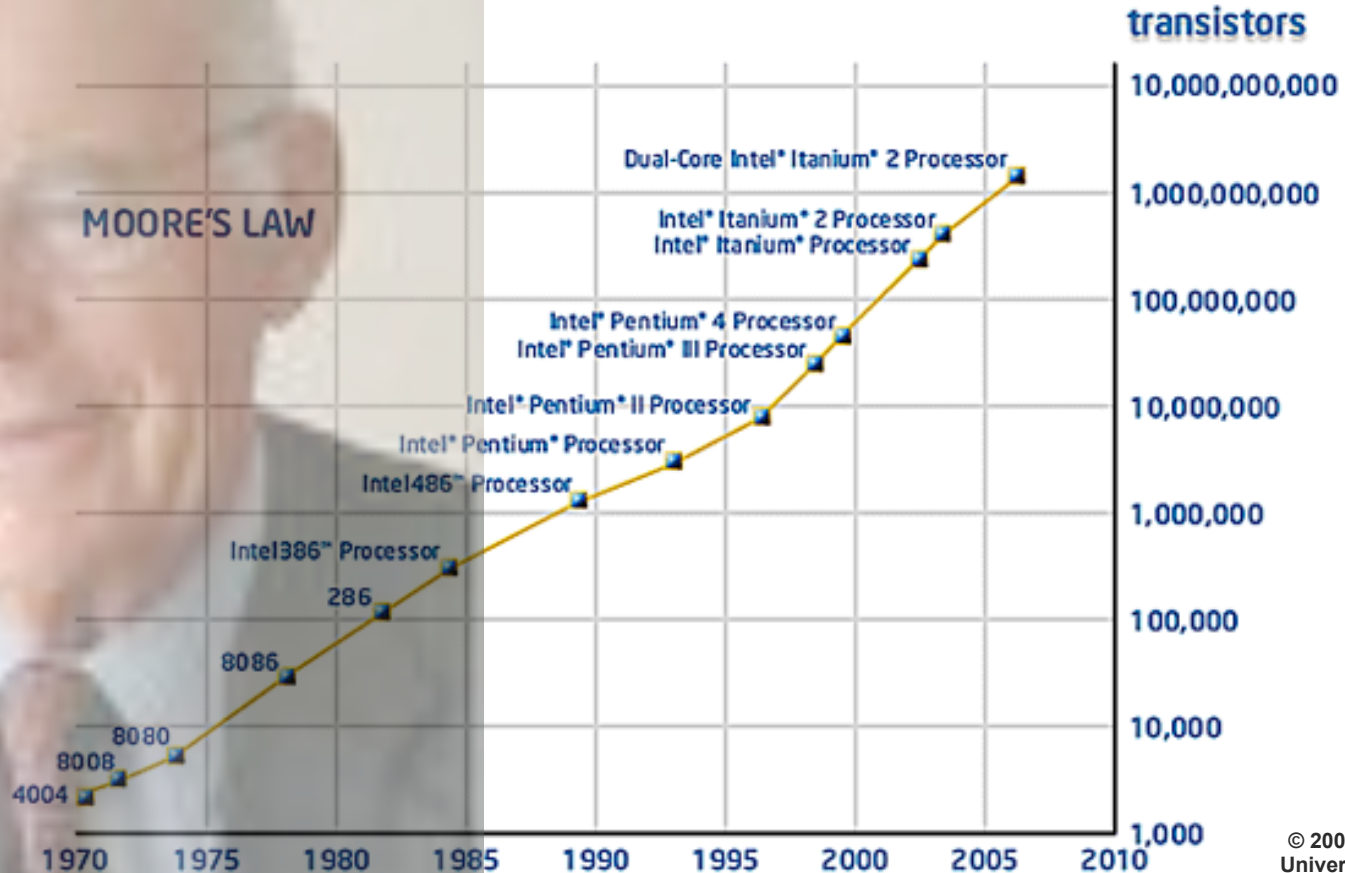
Heinz Zemanek *1920



- **1955 Mailüfterl (3000 Transistoren)**
- **Wiener IBM Labor**
- **Formale Definition von PL/I**

Gordon Moore *1929

- 1968 Mitbegründer von Intel
- Moore'sches Gesetz: Verdoppelung der Prozessorleistung alle 2 Jahre



Alan Turing (1912-1954)



- Turing Maschine (1936)
- Enigma (1939 - 1942)
- Turing Award
- Turing Test (1950)

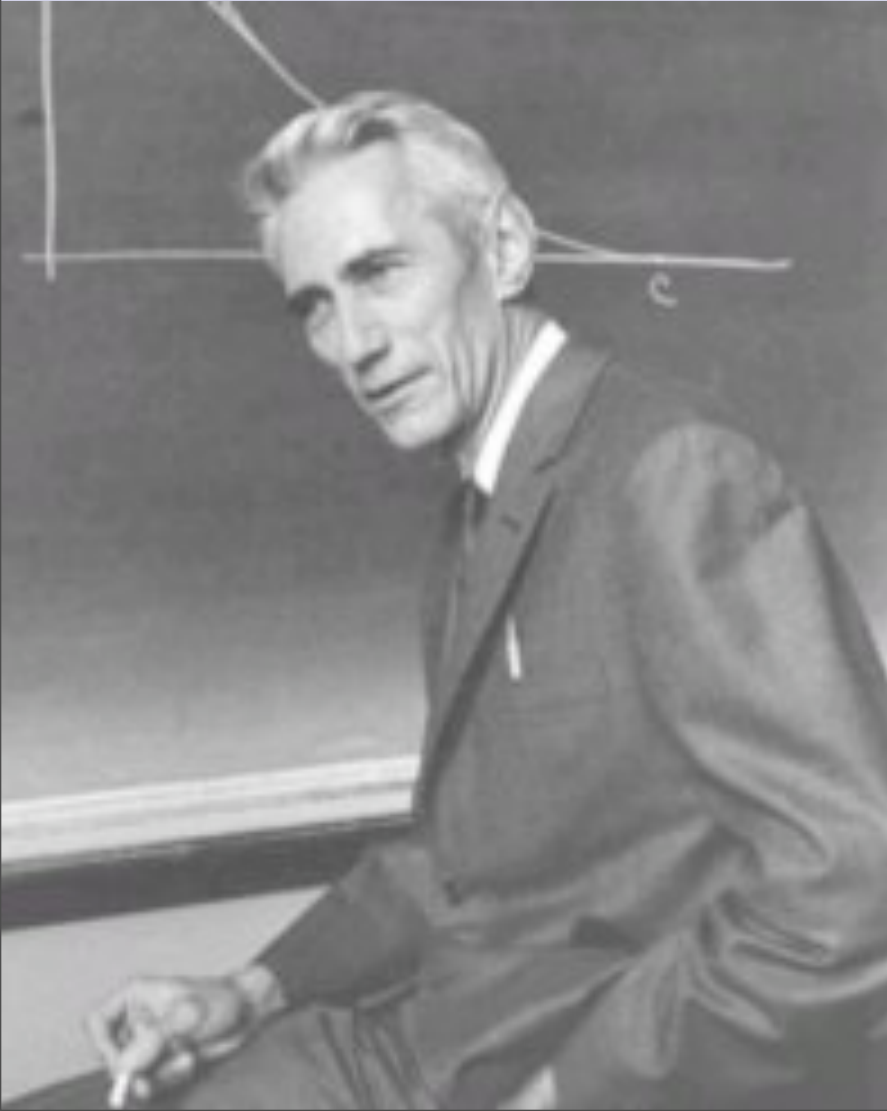
TURING TEST EXTRA CREDIT:
CONVINCE THE EXAMINER
THAT HE'S A COMPUTER.

YOU KNOW, YOU MAKE
SOME REALLY GOOD POINTS.

I'M ... NOT EVEN SURE
WHO I AM ANYMORE.



Claude Shannon 1916-2001

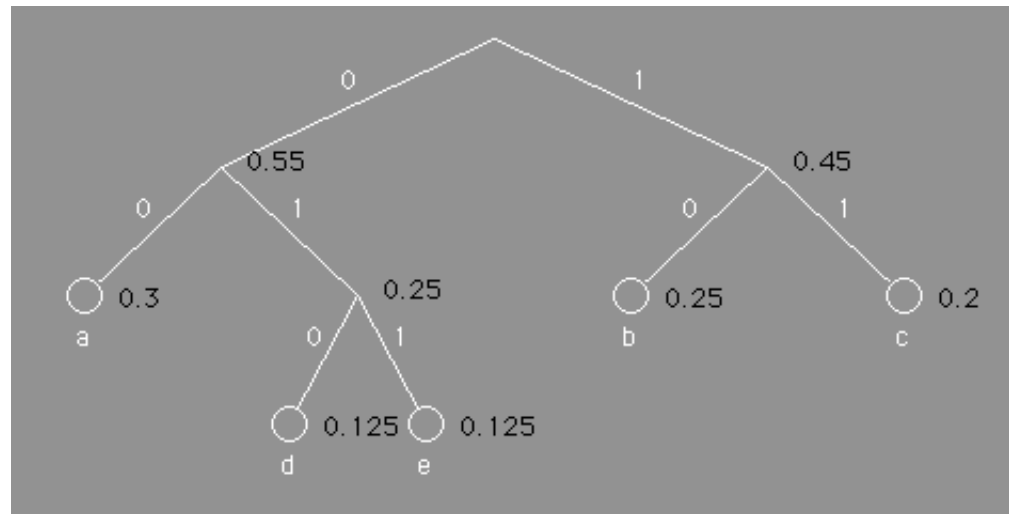


- **Informationstheorie (1948)**
- **Kryptographie**
- **Inversionsatz**

David Huffman 1925-1999



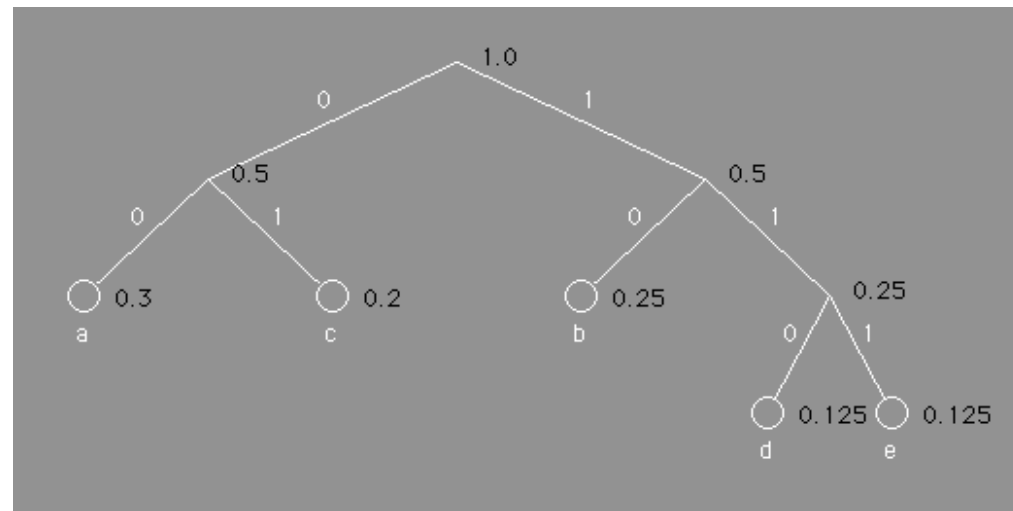
- Huffman Code
- Text-Komprimierung (zip)
- Bilddaten-Kompression (jpeg)



Robert Fano *1917



- Fano Bedingung
- Fano Code (1949)



Norbert Wiener 1894 - 1964



- **Kybernetik (1943)**
- **Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine (1948)**

"Das Gehirn ist ein Computer"

"Information ist Information, weder Materie noch Energie"

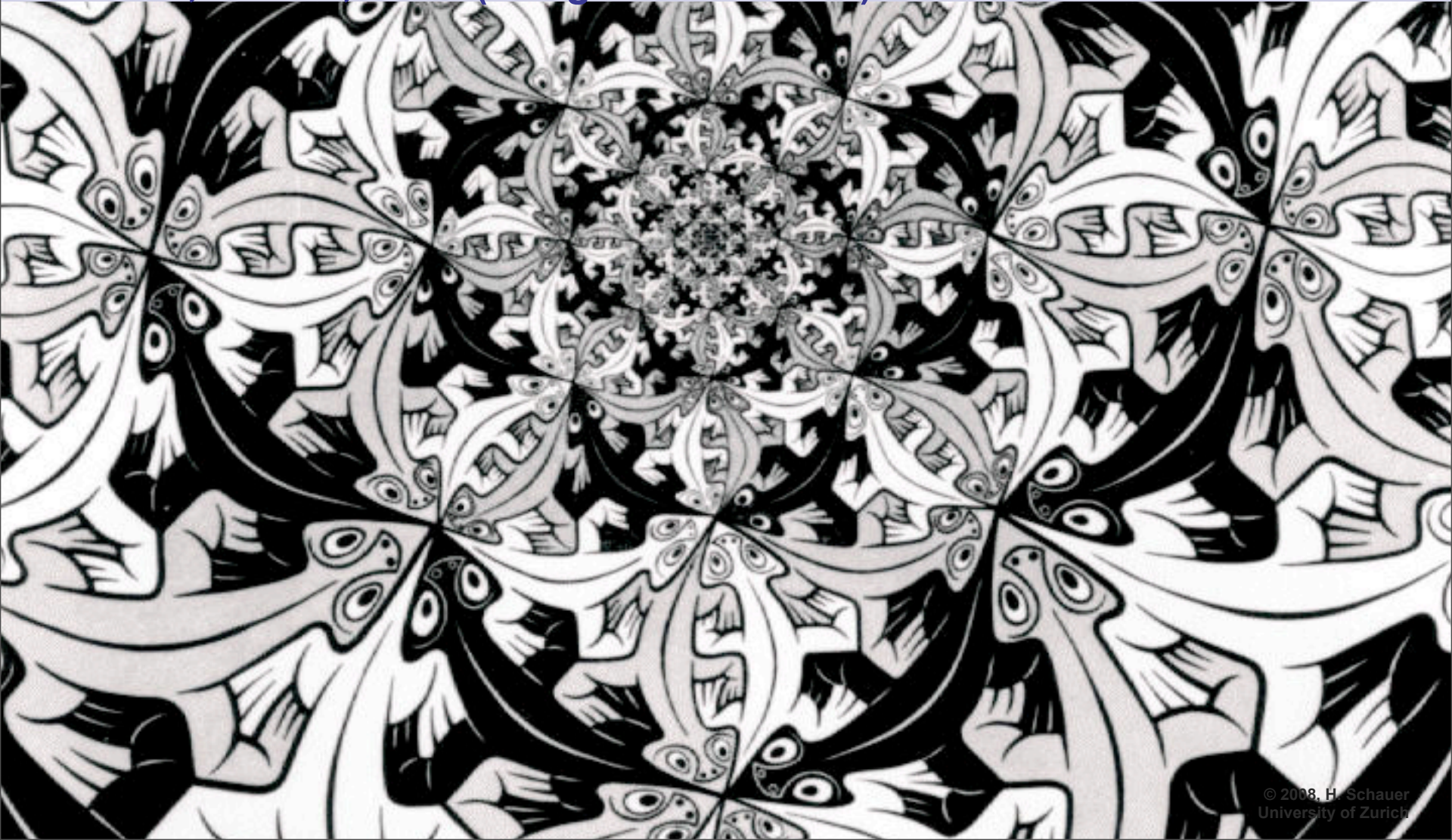
Kurt Gödel (1906 - 1978)



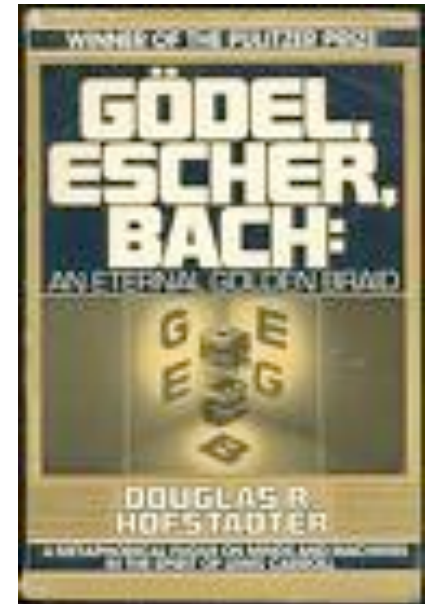
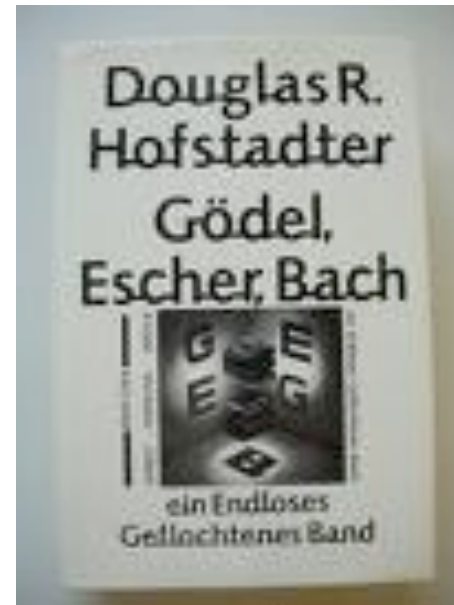
**Unvollständigkeits-
theorem (1931)**

**Albert Einstein und
Kurt Gödel**

Gödel, Escher, Bach (Douglas Hofstadter)



Douglas Hofstadter



Heinz von Foerster 1911-2002



- **Biological Computer Laboratory (1958-75)**
- **Konstruktivismus**
"Wahrheit ist die Erfindung eines Lügners"
- **Selbstorganisation**
- **ethischer Imperativ:**
**„Handle stets so, dass die Anzahl der
Wahlmöglichkeiten größer wird!“**

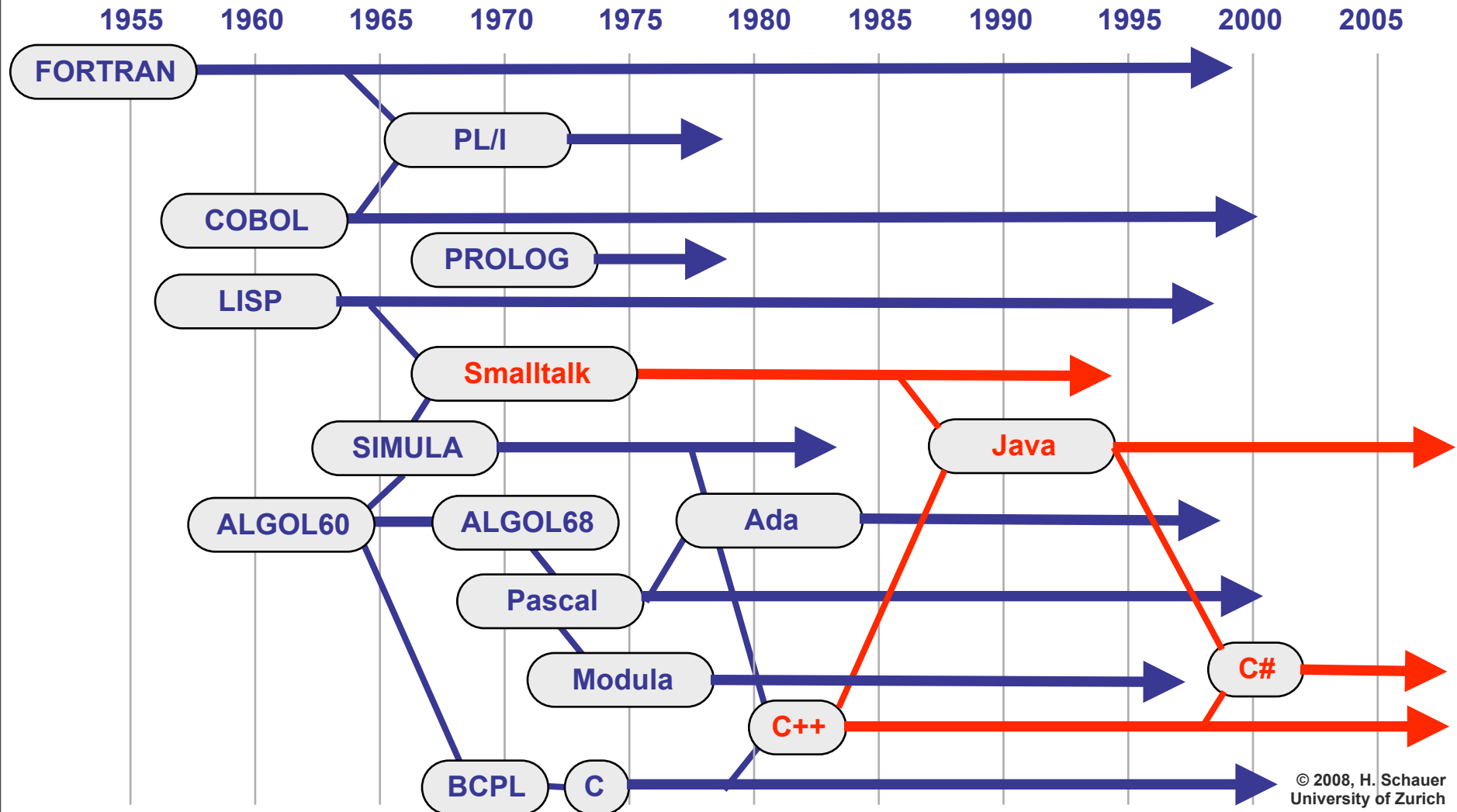
Alan Perlis 1922-1980



- Algol 60
- Turing Award 1966

„One man's constant is another man's variable“

Evolution der Programmiersprachen



FORTRAN (Formula Translation)

```
FUNCTION MITTEL (A,N)
  DIMENSION A(N)
  IF N .LE. 0 GOTO 200
  DO 100 I=1,N
    SUM = SUM + A(I)
100 CONTINUE
  MITTEL = SUM/N
  RETURN
200 MITTEL = 0
  RETURN
```

- 1954 von John W. Backus (IBM) entwickelt
- Unterprogramme mit Parametern
implizite Variablendeklaration
indizierte Variable
- 1966 ANSI Normierung

„The sooner we can forget that FORTRAN ever existed - the better“ (E.W. Dijkstra 1972)

ALGOL60 (Algorithmic Language)

```
real procedure mittel (a,n);  
  real array a;  
  integer n;  
  begin  
    integer i;  
    real sum;  
    if n ≤ 0 then  
      mittel := 0  
    else  
      begin  
        sum := 0;  
        for i := 1 step 1 until n do  
          sum := sum + a[i];  
        mittel := sum/n  
      end  
    end;
```

- 1958-1963 von J. Backus, F. L. Bauer, J. McCarthy, P. Naur, A. J. Perlis, H. Rutishauser und K. Samelson (IFIP) entwickelt
- Formale Definition der Syntax in Backus-Naur-Form (BNF)
- Rekursive Prozeduren
Wert- und Namensparameter
Blockstruktur
Formatfreiheit

Pascal

```
CONST n = 100;
TYPE vektor = ARRAY [1..n] OF real;
FUNCTION mittel (a: vektor);
  VAR i: integer,
      sum: real;
  BEGIN
    IF n ≤ 0 THEN mittel := 0
    ELSE
      BEGIN
        sum := 0;
        FOR i := 1 TO n DO
          sum := sum + a[i];
        END
        mittel := sum/n
      END
    END;
END;
```

- 1972 von Niklaus Wirth (ETHZ) entwickelt
- Formale Definition der Syntax durch Struktogramme
- Formale Definition der Semantik durch Hoare-Kalkül

COBOL (Common Business Oriented Language)

```
PROCEDURE DIVISION
EROEFFNEN.
    OPEN I-O KONTENDATEI.
ABFRAGE.
    DISPLAY "KONTONUMMER:"
    ACCEPT KONTO-NR
    READ KONTEN-DATEI
    IF VORHANDEN
        PERFORM BUCHEN
    ELSE
        PERFORM FEHLER.

SCHLIESSEN.
    CLOSE KONTEN-DATEI
    STOP RUN.

BUCHEN.
    DISPLAY "INHABER:", INHABER
    MOVE KONTOSTAND TO AUSG-KONTOSTAND
    DISPLAY "ALTER KONTOSTAND: ", AUSG-KONTOSTAND
    DISPLAY "BEWEGUNG: "
    ACCEPT BEWEGUNG
    ADD BEWEGUNG TO KONTOSTAND
    MOVE KONTOSTAND TO AUSG-KONTOSTAND
    DISPLAY "NEUER KONTOSTAND: ", AUSG-KONTOSTAND
    REWRITE KONTO.

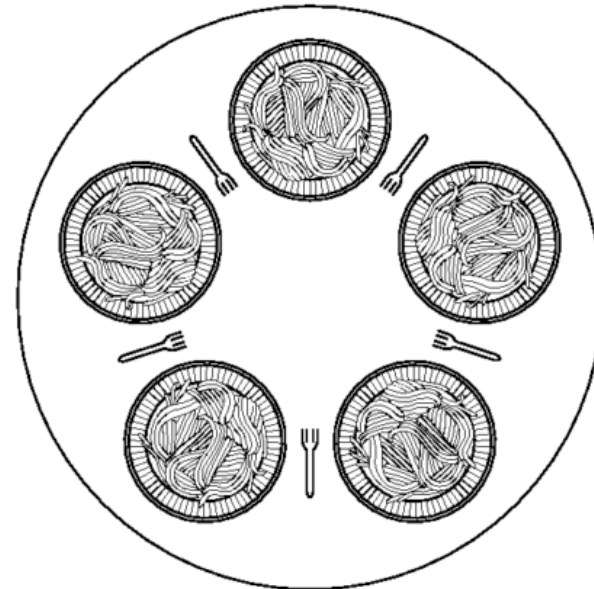
FEHLER.
    DISPLAY "KONTONUMMER EXISTIERT NICHT".
```

- 1960 von einem Konsortium aus US-Militär und Computerfirmen (Honeywell, IBM, Univac) entwickelt
- ANSI und ISO Standardisierung
- Dateiverwaltung
- weitgehend selbstdokumentierend

Edsger Wybe Dijkstra 1930-2002



- Shortest Paths
- Turing Award 1972
"The Humble Programmer"
- Semaphore
- Deadlock (Dining Philosophers)



Sir Charles Antony Richard Hoare *1934



- Quicksort
- Axiomatische Definition der Semantik
- Turing Award 1980

„I conclude that there are two ways of constructing a software design: One way is to make it so simple that there are obviously no deficiencies and the other way is to make it so complicated that there are no obvious deficiencies.“

Niklaus Wirth *1934



- Algol 68
- EBNF
- Pascal (1968 - 1972)
- Modula (1973–1976)
- Oberon (1986–1990)
- Turing Award 1984

“C++ is an insult to the human brain.”

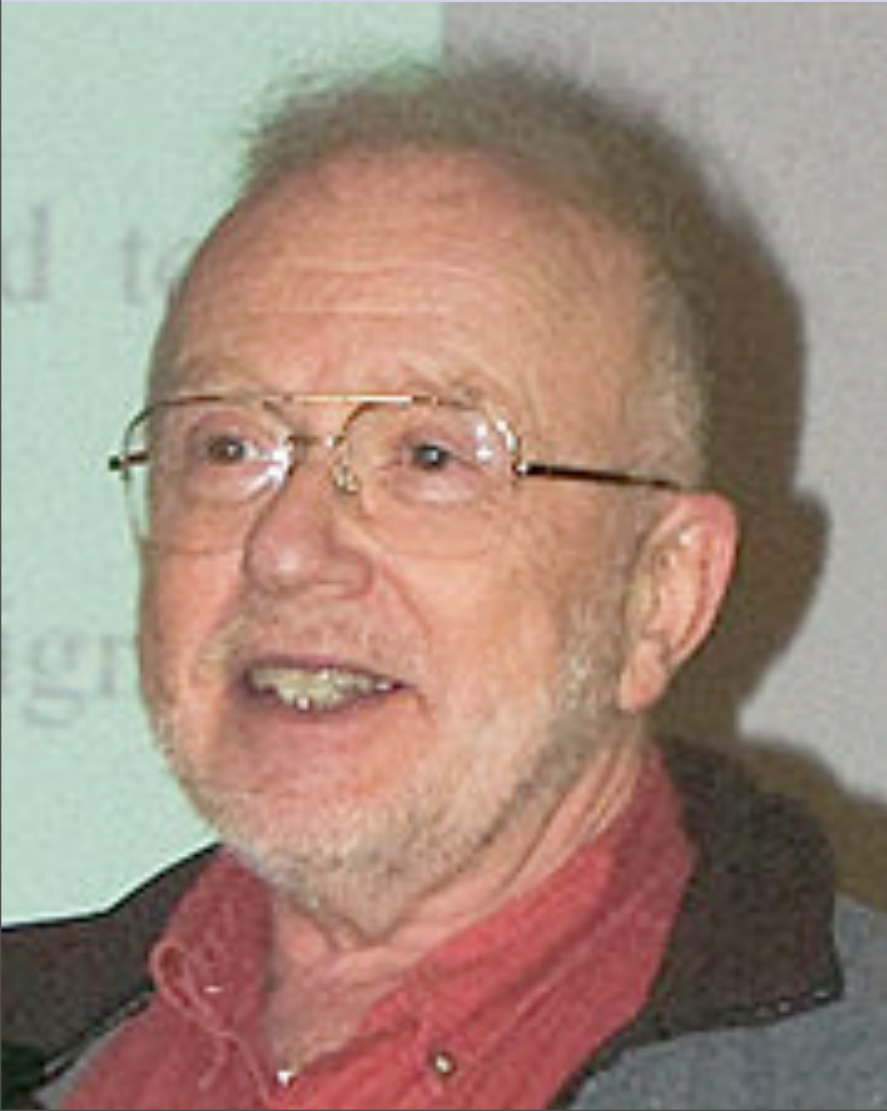
Frederik P. Brooks *1931



- **IBM System/360**
- **"The Mythical Man-Month"**
- **"No Silver Bullet"**
- **Turing Award 1999**
- **Brooks Law:**

"adding manpower to a late software project makes it later"

David Parnas *1941



- Information Hiding
- Spezifikation
- Austritt aus SDIO (1985)

“I would advise students to pay more attention to the fundamental ideas rather than the latest technology. The technology will be out-of-date before they graduate. Fundamental ideas never get out of date.”

Alan Kay *1940



- **Dynabook (Xerox PARC)**
- **Mouse/Window-Systeme**
- **Objektorientierte Programmierung**

“The best way to predict the future is to invent it.”

Joseph Weizenbaum 1923-2008



- Eliza (1966)
- Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft (1977)
„Regelmäßigkeit ist die fürchterlichste Eigenschaft der Maschine“

Absturz der Mariner 1 Venus Sonde 1962



- **Punkt statt Komma im FORTRAN Programm**
- **Zerstörung der nicht mehr steuerbaren Rakete**
- **Schaden 18.5 Millionen U.S. Dollar**

Patriot-Scud-Vorfall am 25.2.1991



- **Patriot Abwehrrakete verfehlte ein Scud Missile, traf US-Lager und tötete 28 Soldaten**
- **Ursache: Interne Systemzeit (Auflösung 100 ms) wurde mit Faktor 0.1 multipliziert, um Zeit in s zu erhalten. Da der Wert 0.1 jedoch nicht exakt in einer 24-Bit Festkomma-Variablen darstellbar ist, akkumulierte sich in 100 Betriebsstunden ein Fehler von 0.34 s**
- **Folge: falsche Berechnung des Zeitpunkts des Zusammentreffens**

Explosion der Ariane-5 Rakete am 4. Juni 1996



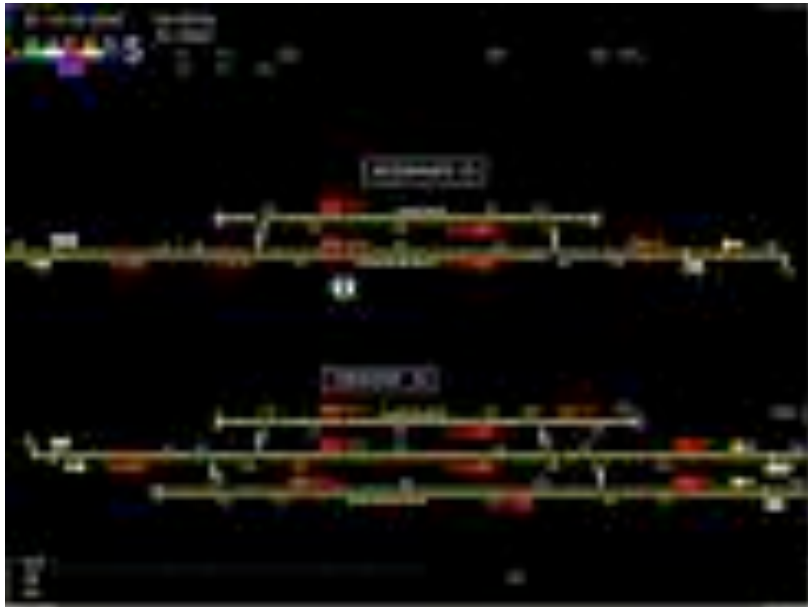
- **Explosion 37 Sekunden nach Start**
- **Messcomputer schaltete sich nach Software-Fehler ab, ausgelöst durch Überlauf bei der Konversion einer 64-Bit Gleitkomma-Variablen in eine 16-Bit Integer-Variable**
- **Selbstzerstörung der nicht mehr steuerbaren Rakete**
- **Schaden > 500 Millionen U.S. Dollar**

The Pentium FDIV bug



- Bug im Intel Pentium P5 Chip, 1994
- Hardware-Dividierer für Gleitkommazahlen benötigt eine Lookup-Tabelle mit 1066 Einträgen
- es waren nur 1061 Einträge im entsprechenden PLA geladen
- Instruktion FDIV arbeitete für einige Operanden fehlerhaft
- Prof. Thomas Ray Nicely vom Lynchburg Colleg entdeckt den Fehler bei der Berechnung von Summen von Primzahlen und informiert die Fachpresse
- Schaden > 400 Millionen U.S. Dollar

Altona Stellwerk Panne 1995



- **Elektronisches Stellwerk (Inbetriebnahme am 12.3.1995)**
- **Sicherheitsabschaltungen des Systems am 13.3.1995 um 5:00, 7:00 und 9:00**
- **die Deutsche Bahn beschloss den Zugverkehr aus Sicherheitsgründen weitgehend einzustellen**
- **Am 15.3.1995 konnte das Stellwerk den Betrieb wieder aufnehmen**
- **Ursache: Endlosschleife in einer Speicherüberlaufroutine**