Programmiersprachen
Vorlesung 10 vom 20.12.21
Weihnachtsvorlesung

Christoph Lüth

Universität Bremen

Wintersemester 2021/22

Was machen wir heute?

- Geschichtliches
- Eine besondere Sprache

Geschichtliches

Was ist ein Computer?

- Ein Computer:
  1. ist elektronisch und digital;
  2. beherrscht die vier arithmetischen Operationen ($+$, $-$, $\cdot$, $/$);
  3. kann programmiert werden;
  4. erlaubt die Speicherung von Programmen und Daten.
- (2)– (4) garantiert **Turing-Vollständigkeit**.

Die ersten Computer

- Zuse Z3 (Zuse, 1941): sogar mit Fließkommarithmetik, aber nicht elektronisch;
- ENIAC (Mauchly, Eckert, von Neumann, 1946): nicht reprogrammierbar
- EDSAC (Wilkes, 1949): erfüllt alle vier Kriterien
- Thomas Watson, IBM (1943): “Es gibt einen Weltmarkt von 5 Computern”

Generationen von Programmiersprachen:

- Programmiert in **Maschinensprache**
  - Programmiersprachen der ersten Generation — 1 GL
- Symbolische Repräsentation: **Assemblersprachen** (2 GL)
- Hochsprachen: 3GL
- 4GL: Nicht exakt definiert
  - "Programming without the Programmer", CASE, ...
  - Model-driven development, DSLs

Die erste Hochsprachen: FORTRAN

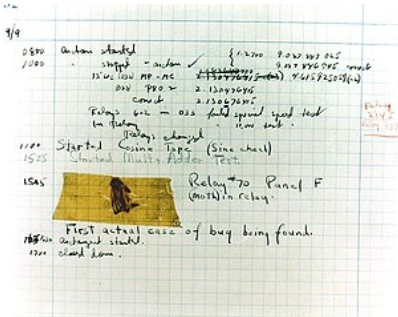
- Hardware war **teuer** als Arbeitskraft — deshalb **Programmeffizienz** wichtig
- FORTRAN (1957): FORmula TRANslator
- Erste Programmiersprache mit symbolischer Notation `a*2+ b`
- Entwickelt für numerische Berechnungen
- Lief auf der IBM 704

John Backus
(1924–2007)

- Turing Award (1977)
- FORTRAN
- Backus-Naur-Form

Die ersten Hochsprachen: COBOL

- COBOL
- Erste Sprache für Business-Anwendungen
- Standardisiert, Design by committee



Grace Hopper
(1906–1992)

- Erfand “Bugs”
- Allgemeinverständliche Programmierung
- Beeinflusste COBOL

Die ersten Hochsprachen: ALGOL

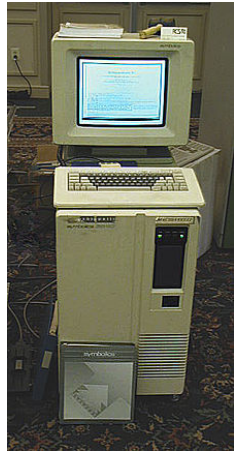
- ALGOL (Algorithmic Language): Ursprung der modernen Programmiersprachen
- Erste Version 1958, 1960 (ALGOL-60), spätere Versionen (ALGOL-68)
- Amerikanisch-Europäische Koproduktion
- Erste Sprachen mit formal definierter Grammatik (BNF), Blöcken, strukturierter Programmierung, call-by-name
- "ALGOL-Syntax":

```
for p := 1 step 1 until n do
  for q := 1 step 1 until m do
    if abs(a[p, q]) > y then
      begin y := abs(a[p, q]);
        i := p; k := q
      end
end Absmax
```

Funktionale Sprachen: LISP

- LISP (LISt Processor):
  die erste funktionale Sprache
- 1960 von John McCarthy am MIT
  entworfen
- Speziell für nicht-numerische Probleme (KI)

- Basiert auf dem Lambda-Kalkül
- Alles ist eine S-Expression



LISP-Maschine:
Symbolics 3640

John McCarthy
(1927–2011)

- Turing Award (1971)
- LISP
- Pionier der KI

Die 1970er Jahre

- C (Dennis Ritchie & Ken Thompson, 1972):
  - Portable Assembler-Sprache
  - Implementationssprache für UNIX
- Pascal (Niklaus Wirth, 1970):
  - Virtuelle Maschine (P-Code)
  - Strukturiert, block-orientiert, stark getypt
- Smalltalk (Alan Kay, 1970):
  - Objektorientiert, GUI integriert
- ML (Robin Milner, 1974):
  - Für den LCF-Beweiser, Hindley-Milner-Polymorphie
  - Standardisiert (1983), mathematisch formal definierte Semantik (1997)
- Prolog (Bob Kowalski, 1974):
  - Logische Programmierung, Ausführung durch **Resolution**

Die 1980er und 1990er Jahre

- C++ (Stroustrup, 1986): objektierientierte Erweiterung von C
- Ada (1983): vom DoD standardisiert, sehr komplexer Standard.
  - Erster Compiler 1986
- Erlang (Armstrong, 1986–92): für verteilte und nebenläufige Applikationen, Fa. Ericsson
- Java (Gosling *et al*, 1990): zuerst “Oak”, für Set-Top-Boxen.
  - Objektorientiert, JVM, Applets — portabel und sicher
- Haskell (1987, 1998): nicht-strikt und funktional,
- Python (van Rossum, 1991): leichtgewichtig, einfach zu nutzen
- JavaScript (Eich, 1995): Skriptsprache für den Browser

Eine besondere Sprache

Brainfuck

- Brainfuck wurde 1993 von Urban Müller erfunden, um den “kleinstmöglichen Compiler für eine Turing-vollständige Sprache” zu schreiben.
- Abgeleitet von P'' (Corrado Boehm, 1964)
- Acht Kommandos, Turing-vollständig
- Kryptisch und von keinem praktischen Nutzen

Ein Beispielprogramm

- Hello, world:

```
++++++++
[>++++[>++>+++>+++>+<<<<-]>+>+>->>+[<]<-]
>>.>---.+++++++..+++.>>.<-.
<.+++.------.--------.>>+.>++.
```

Die Sprache

- Syntak: acht Kommandozeichen
- Lexikalik: alles andere ist Kommentar
- Ausführungsmodell:
  - Maschine mit Programm und Instruktionszeiger, Datenzeiger und 30.000 Speicherzellen

Kommandos

<	Datenzeiger erhöhen
>	Datenzeiger erniedrigen
+	Aktueller Zellenwert erhöhen
-	Aktueller Zellenwert erniedrigen
.	Aktueller Zellenwert ausgeben
,	Aktueller Zellenwert einlesen
[	Springt hinter das entsprechende] wenn aktueller Zellenwert 0 ist
]	Springt hinter das entsprechende [wenn aktueller Zellenwert nicht 0 ist

- `[P]` ist Iteration von P solange aktueller Zellenwert ungleich 0 ist.

Einfache Programme:

- `,[.,]`

Einfache Programme:

- `,[.,]` Echo
- `[>+<-]`

Einfache Programme:

- `,[.,]` Echo
- `[>+<-]` Addition `p[i+1]= p[i+1]+p[i]`
- `[>-<-]`

Einfache Programme:

- `,[.,]` Echo
- `[>+<-]` Addition `p[i+1]= p[i+1]+p[i]`
- `[>-<-]` Subtraktion `p[i+1]= p[i+1]-p[i]`
- `>[-]<[>+<-]`

Einfache Programme:

- `,[.,]` Echo
- `[>+<-]` Addition `p[i+1]= p[i+1]+p[i]`
- `[>-<-]` Subtraktion `p[i+1]= p[i+1]-p[i]`
- `>[-]<[>+<-]` Verschieben `p[i+1]= p[i]; p[i]= 0`

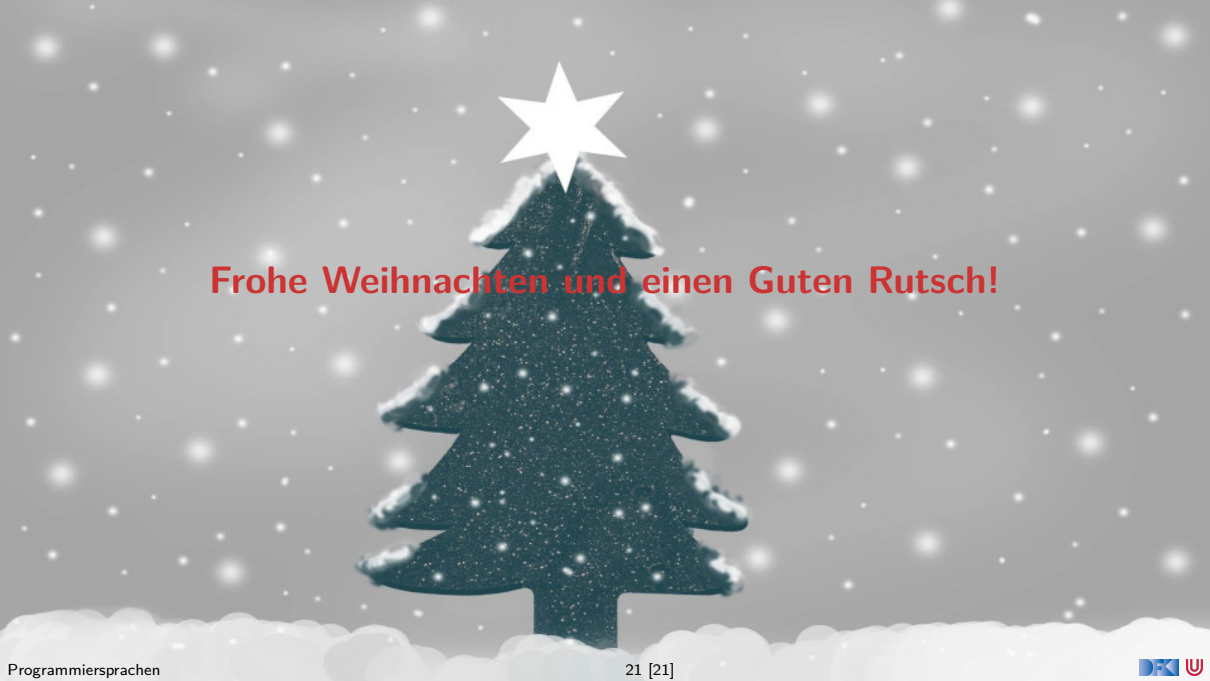
Größere Programme

- Kopieren:

```
>[-]>[-]<<          Initialisierung
[>+>+<<-]           Verschiebe p[i] nach p[i+1],p[i+2]
>>[<<+>>-]          Verschiebe p[i+2] nach p[i]
<<
```

Zusammenfassung

- Brainfuck ist:
  - Turing-vollständig
  - extrem kompliziert zu benutzen
  - extrem einfach zu implementieren
  - in der Praxis unbrauchbar


Frohe Weihnachten und einen Guten Rutsch!