

Einführung in die Programmierertechnik

Programmiersprachen

Algorithmen und Programme

- Computer führt Berechnungen auf deterministische Weise aus
 - bei gleicher Eingabe und gleichem inneren Zustand erzeugt er gleiche Ausgabe
- Art und Weise der Berechnung wird durch ein **Programm** festgelegt
 - formale Sprachen: Notation des Programms folgt festen Regeln, jedes Programm hat mathematisch klare Bedeutung
- historisch: Formulierung mit Hilfe von Operationen der Hardware
 - Maschinensprache, Assembler
- heute: Abstraktion mithilfe **höherer Programmiersprachen**
- Algorithmus: genau definierte Handlungsvorschrift zur Lösung eines Problems
- imperative Programme: Anweisungen an den Computer
- funktionale Programme: Ziel der Berechnung wird durch mathematische Funktion beschrieben
 - Definition der Funktion mithilfe vorhandener Funktionen
- deklarative Programme: Eigenschaften der gesuchten Lösung werden definiert
 - konkreter Algorithmus zur Lösung wird nicht vorgegeben

Imperative Sprachen

- BASIC
- Pascal
- C
- C++
- Java
- Python
- ...
- Imperative Sprachen beinhalten oft funktionale oder deklarative Elemente
 - z.B. Funktionen höherer Ordnung

Funktionale Sprachen

- LISP
- Scheme
- ML (Meta Language)
- Miranda
- Haskell
- OPAL
- FORTRAN
- ...
- Funktionale Sprachen beinhalten oft imperative Elemente
 - z.B. Ein/Ausgabe

Deklarative Sprachen

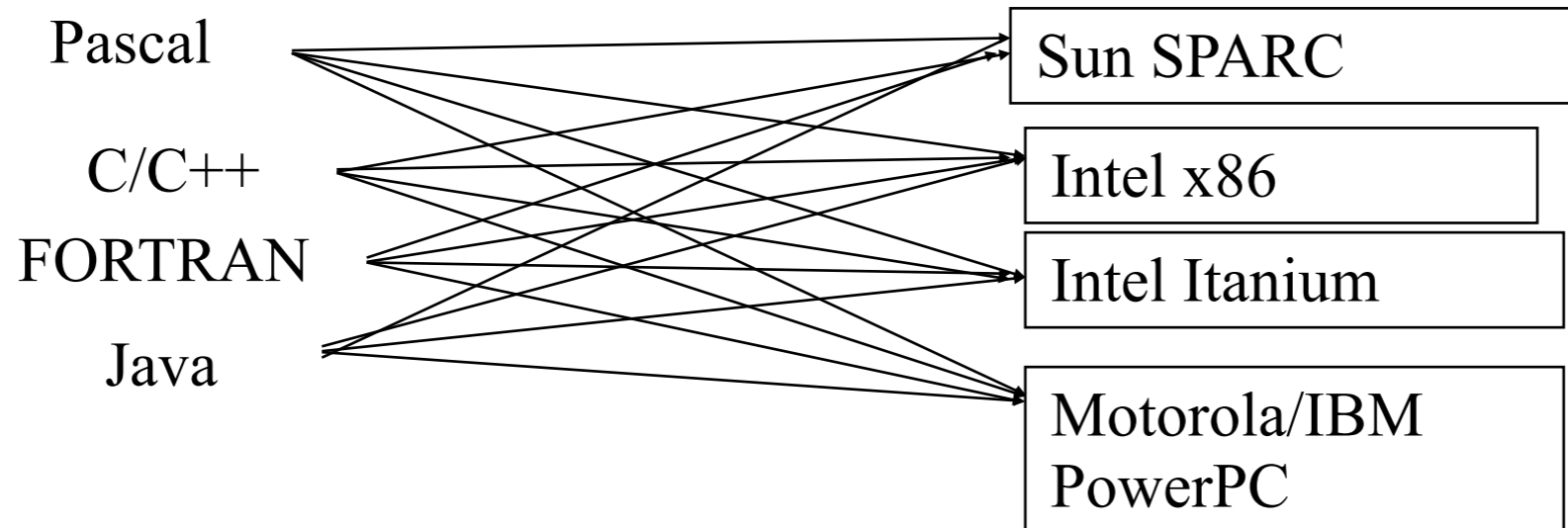
- Prolog
- SQL
- WSDL
- nicht alle deklarativen Sprachen sind „Programmiersprachen“
 - deklarativer Teil oft eingebettet in Gesamtprogramm (SQL, WSDL)
- deklarative Programmiersprachen enthalten oft imperative Teile
 - z.B. Ein/Ausgabe

Vom Programm zur Maschine

- Programme sind initial in Textdateien gespeichert
 - Quelltext
- Ausführung des Programms auf der Maschine muss Elementaroperationen verwenden
 - Daten aus dem Speicher lesen/in den Speicher schreiben
 - elementare arithmetische Operationen ausführen
 - Ausführung an anderer Stelle fortsetzen (Sprünge)
- Quelltext muss in Maschinencode übertragen werden

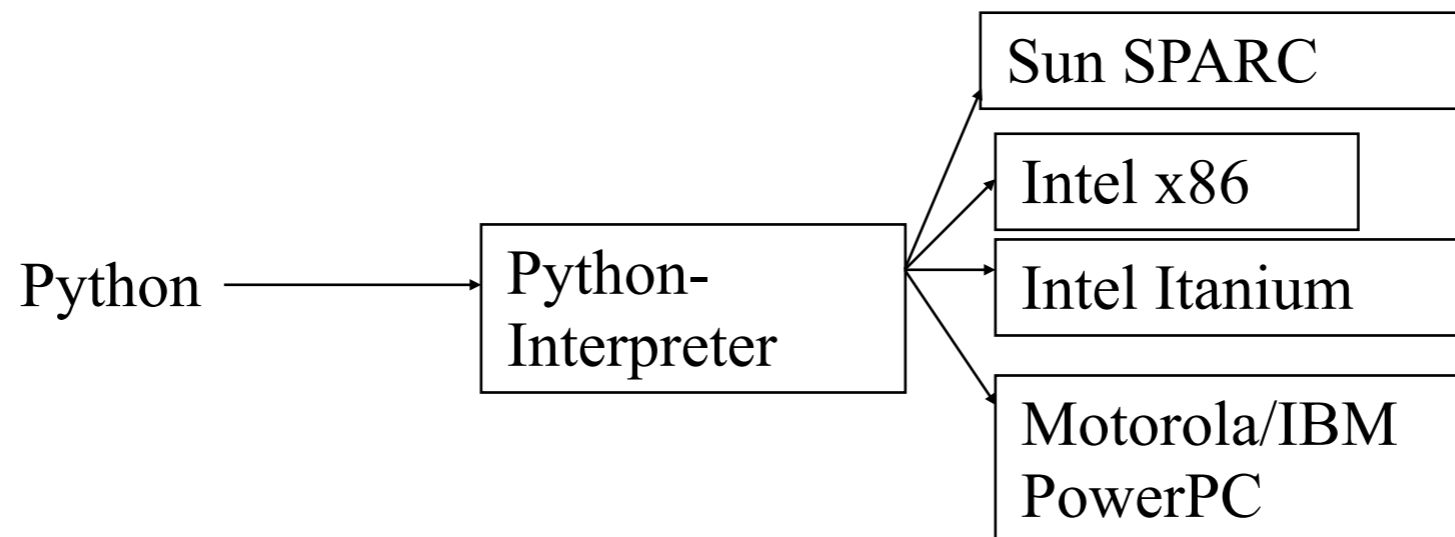
Compiler

- hier: Beschränkung auf imperative Sprachen
- einzelne Anweisungen aus dem Quelltext werden in Folgen von Maschinenanweisungen übersetzt
- Zur Ausführung des Programms werden „direkt“ die Maschinenanweisungen abgearbeitet



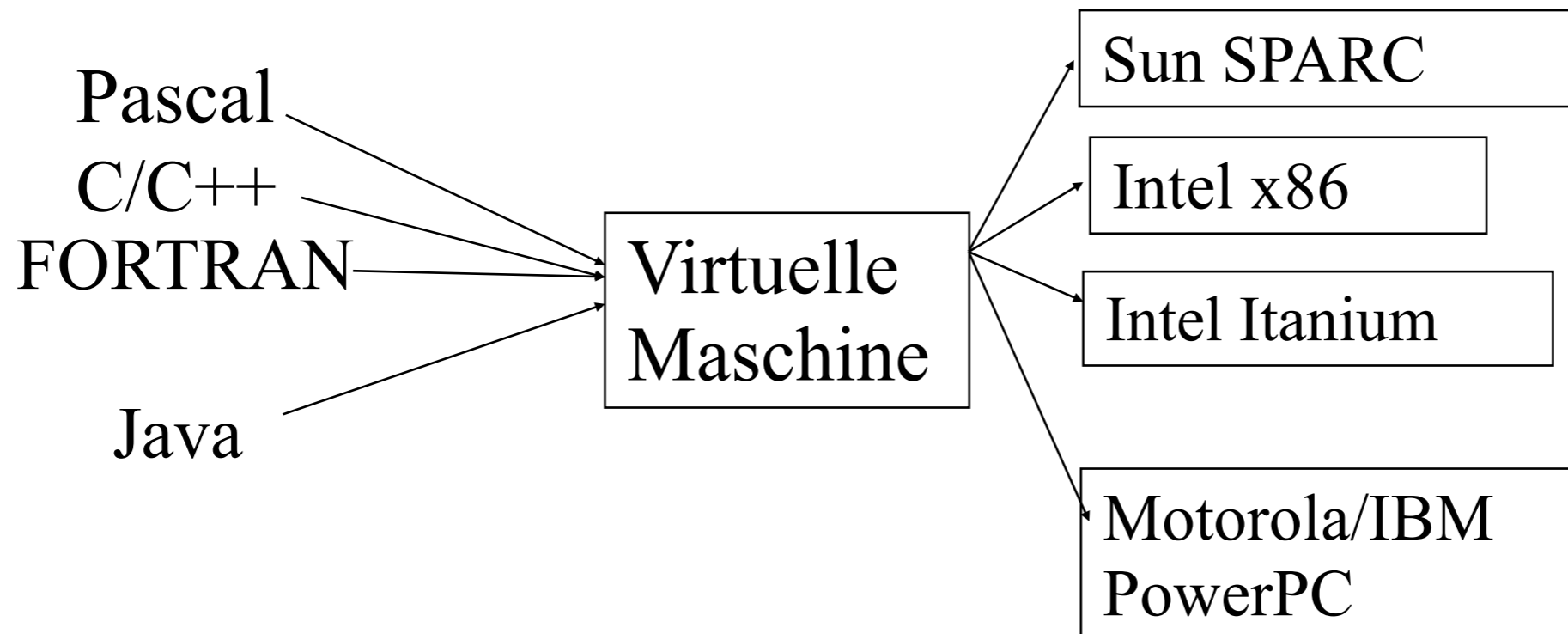
Interpreter

- Interpreter führt Anweisungen des Programms „direkt“ aus (ohne Übersetzung des Programms in Maschinsprache)
 - „virtuelle Maschine“ (VM): Elementaranweisungen werden unabhängig von konkreter Hardware definiert; Interpreter setzt VM-Anweisungen in Maschinenanweisungen um
 - VM-Anweisungen werden oft „Byte-Code“ genannt



Ideale Virtuelle Maschine

- Virtuelle Maschine könnte unabhängig von Programmiersprache sein
 - Teilweise erreicht in Microsoft .NET
- Implementierung durch Interpreter oder Compiler
 - „just-in-time compiler“: VM-Anweisungen werden im Moment der Ausführung in Maschinencode übertragen



Interpreter vs. interpretierte Sprachen

- Für jede Sprache ist jede Umsetzungsstrategie denkbar
- für viele Sprachen ist aber „praktisch“ festgelegt, ob sie interpretiert oder kompiliert werden
 - Pascal, Modula, COBOL, Fortran, C, C++, Ada: Compiler
 - Smalltalk, Python: Interpreter
 - Java, C#: Interpreter oder Just-in-time-Compiler, mit separatem Bytecodecompiler

Portabilität von Programmen

- Ziel: Das gleiche Programm soll auf verschiedener Hardware, verschiedenen Betriebssystemen gleichartig funktionieren
- Compiler-Lösung: Compiler für wohldefinierte (normierte) Sprachen
 - Zur Portierung auf ein neues System muss der Quelltext verfügbar sein
- VM-Lösung: Interpreter/Just-In-Time-Compiler für Zielplattform
 - Zur Portierung genügt u.U. der Bytecode
 - Java: „write once, run anywhere“

Programmierfehler

- Eingabe des Programms in Texteditor
- Übergabe des Programms an Compiler/Interpreter
 - Analyse durch Compiler zeigt Verletzung der Sprachsyntax an
 - **Syntaxfehler**
 - z.B. Schreibfehler in Schlüsselwörtern
 - Analyse zeigt u.U. auch Verletzung von Benutzungsregeln an
 - **Semantikfehler**
 - Beispiel: Verletzung des Typsystems (Typfehler)
 - z.B. Verknüpfung von Strings und Zahlen in einer Additionsoperation
- Bei Ausführung wird das Programm u.U. aufgrund von Fehlern abgebrochen
 - **Laufzeitfehler**
- Selbst bei Beendigung ohne Fehler ist u.U. das Ergebnis nicht das erwartete
 - **Denkfehler**

Programmierfehler (2)

- Fehler im Programm heißen auf Englisch *bugs*
- Entfernen von Fehlern: *Debugging*
- Entwicklungszyklus: Editieren, Kompilieren, Testen
- E. Dijkstra (1970): Program testing can be used to show the presence of bugs, but never to show their absence!

Programmierumgebungen

- Ziel: Verkürzung des Entwicklungszyklus
- Strategien:
 - Interpreter: interaktiver Modus (z.B. Python)
 - Compiler: Integration von Quelltexteditor, Compiler (*build process*), Debugger, evtl. Quelltextverwaltungssystem, ...
 - engl. IDE (Integrated Development Environment)
 - Editor: Vereinfachung der Eingabe von Programmen
 - automatische Vervollständigung
 - Syntax-Hervorhebung (*highlighting*)
 - Generierung von Codeblöcken (*wizards*)
- Beispiele:
 - Java: Eclipse, netbeans, JBuilder, BlueJ
 - C, C++: Visual Studio, C++Builder
 - Python: IDLE, PythonWin

Fortran

- (auch: FORTRAN)
 - **Formula Translator**
- in den 1950ern entwickelt, unter Leitung von John W. Backus
 - für IBM 704 (36-bit-Worte, erster Rechner mit Gleitkommahardware)
 - erste Hochsprache (neben LISP)
- ursprünglich: Orientierung auf Lochkartenprogrammierung
 - Jede Lochkarte enthält eine Zeile
 - Spalten 1..5 enthalten die Zeilennummer, Spalten 7..72 Programmtext
 - Kontrollflußanweisung: GOTO
- neuere Versionen bereinigen und vereinfachen die Syntax
 - GOD is REAL (unless declared INTEGER)
- Sprachversionen: FORTRAN II (1958), FORTRAN IV (1961), FORTRAN 66, FORTRAN 77, Fortran 90, Fortran 95, Fortran 2003

Pascal

- zwischen 1968 und 1974 von N. Wirth entwickelt
 - für Unterrichtszwecke
- strukturierte Programmierung, Rekursionen, Unterprogramme
- später um weitere Konzepte erweitert
 - Turbo-Pascal: Modularisierung (units)
 - Object-Pascal, Delphi: Objekt-Orientierung
- ISO/IEC 7185:1983, ISO/IEC 10206:1990 (Extended Pascal)

C

- ursprünglich zwischen 1969 und 1973 an den Bell Labs entwickelt
 - Nachfolger von B
 - erstes Ziel: Entwicklung von Software für PDP-7
- erstes Standardwerk: The C Programming Language
 - Brian Kernighan, Dennis Ritchie (K&R)
- Standardisierung begann 1983; erster Standard 1989 (ANSI)
 - 1990 von ISO übernommen: ISO/IEC 9899:1990
- Überarbeitung des Standards: ISO/IEC 9899:1999
 - Sprachversionen werden C89 und C99 genannt

C++

- Entwickelt in den 1980ern von Bjarne Stroustrup
 - ursprünglich „C with Classes“
- Ziel: Objektorientierte Programmierung in C
 - Klassen, Methoden, Mehrfachvererbung
 - später auch Templates, Ausnahmebehandlung, Namespaces
- Standardisierung: ISO/IEC 14882:1998, ISO/IEC 14882:2011

Java

- 1991 entwickelt von James Gosling
 - ursprünglich „oak“ genannt
 - Weiterentwicklung von C++
- entwickelt als „reine“ objekt-orientierte Sprache
 - Klassen sind das Hauptstrukturierungskonzept
- Sprachversionen werden von Sun definiert
 - aktuelle Version: Java 6

LISP

- **List Processing Language**
- entwickelt 1958 von John McCarthy
 - erstmalig implementiert von Steve Russel für IBM 704
 - erster LISP-Compiler 1962 (gemischter Interpreter/Compiler-Betrieb)
- funktionale Sprache: Ziel der Berechnung wird als Funktionsausdruck formuliert
- primäre Datentypen: Listen, Zahlen, „Atome“
- von Anfang an für KI (Künstliche Intelligenz) verwendet
- ursprünglich viele Sprachversionen (InterLisp, Franz Lisp, ...)
 - ANSI-Standard 1994: „Common Lisp“

Prolog

- um 1972 von Alain Colmerauer und Robert Kowalski entwickelt
 - „programming in logic“
- logische Programmiersprache
 - basierend auf dem Prädikatenkalkül (PK1)
- verwendet für KI und Computerlinguistik
- ISO/IEC 13211:1995