



Wintersemester 2006/07

**Einführung in die Informatik für
Naturwissenschaftler und Ingenieure**
(alias **Einführung in die Programmierung**)
(Vorlesung)

Prof. Dr. Günter Rudolph
Fachbereich Informatik
Lehrstuhl für Algorithm Engineering



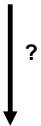
Kapitel 1: Einleitung



Gliederung

- Zum Begriff „Informatik“
- Zum Begriff „Algorithmus“
- Zum Begriff „Programmieren“

Was ist Informatik?



Maschine

Erste Näherung:

Die Informatik handelt vom **maschinellen Problemlösen**.

bzw.

Die Informatik ist die Wissenschaft von der **methodischen** Beherrschung **algorithmisch lösbarer Probleme**.

Was ist ein Algorithmus?



Algorithmus



Lösung

Algorithmus: (*anschaulich*)

Beschreibung eines Weges vom Problem zur Lösung.

Randbedingungen:

1. Der **Weg** muss **formal** so **präzise** definiert sein, dass er im Prinzip von einer Maschine (rein mechanisch) gegangen werden kann.
2. Problem und Lösung müssen vorher **formal spezifiziert** werden.

Algorithmus: Beispiele

Algorithmen-ähnlich:

- Kochrezepte
- Bastelanleitungen
- Partituren
- ...

- Selten exakt ausformuliert
- Interpretationsspielräume
- Unschärfe („fuzzy“), Vagheit

Algorithmen aus der Schulzeit:

- „schriftliche“ Addition zweier Zahlen
- „schriftliche“ Multiplikation zweier Zahlen
- ...

2436
+1383

3819

Algorithmus: Formale Definition

Ein **Algorithmus** gibt an, wie Eingabedaten schrittweise in Ausgabedaten umgewandelt werden.

Er beschreibt also eine Abbildung

$$f: E \rightarrow A$$

von der Menge der Eingabedaten E in die Menge der Ausgabedaten A und wie die Abbildung zu „berechnen“ ist.

Ein Algorithmus wird **korrekt** genannt, wenn er

1. den spezifizierten Zusammenhang zwischen E und A für alle Eingaben aus E erfüllt und wenn er
2. terminiert.

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“

Problemanalyse

- Annahme: Es sind $n \geq 1$ Personen im Raum
- Formulierung „jüngste Person“ eindeutig? \Rightarrow Nein!
 - a) Genauigkeit der Altersangabe in Sekunden oder Tage oder Jahre?
 - b) Es könnten ≥ 2 Personen gleichen Alters im Raum sein!

zu a) Annahme: Jahre

zu b) Reihenfolge der Personen festlegen; wähle 1. Person, die minimales Alter hat

Spezifikation

Gegeben: Folge von n Altersangaben a_1, a_2, \dots, a_n in Jahren, $n \geq 1$

Gesucht: $a_j = \min(a_1, a_2, \dots, a_n)$, wobei j die erste Stelle in der Folge sei, an der das Minimum auftritt

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (2)

Algorithmenentwurf

Gegeben: Folge von n Altersangaben a_1, a_2, \dots, a_n in Jahren, $n \geq 1$

Gesucht: $a_j = \min(a_1, a_2, \dots, a_n)$, wobei j die erste Stelle in der Folge sei, an der das Minimum auftritt

(1) [Wähle 1. Kandidat] Setze $j = 1$ und $x = a_j$.

(2) [Suchlauf]

Setze $i = 2$.

Solange $i \leq n$ gilt,

falls $a_i < x$, dann setze $j = i$ und $x = a_j$,

[jetzt gilt $a_j = \min(a_1, \dots, a_i)$]

erhöhe i um 1

(3) [Ausgabe] Person j mit Alter x ist eine jüngste Person

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (3)

Beispiel

Gegeben: Folge von 8 Altersangaben 20, 21, 20, 19, 18, 19, 18, 20

	1	2	3	4	5	6	7	8	j
(1)	20								1
(2)	20	21							1
(2)	20	21	20						1
(2)	20	21	20	19					4
(2)	20	21	20	19	18				5
(2)	20	21	20	19	18	19			5
(2)	20	21	20	19	18	19	18		5
(2)	20	21	20	19	18	19	18	20	5

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (4)

Korrektheit

Behauptung: Der Algorithmus ist korrekt.

Beweis: Wenn der Algorithmus anhält, dann ist

a) $a_j = \min(a_1, \dots, a_i)$ mit $1 \leq i \leq n$.

Das gilt für $i = 1$ nach Schritt (1) und während des Suchlaufs invariant für alle i an der angegebenen Stelle.

b) j ist die erste Stelle, an der (a) gilt, weil im Fall $a_i = x$ kein Austausch mehr stattfindet, sondern nur bei $a_i < x$.

Der Algorithmus hält an, nachdem $i = n$ war.

q.e.d.

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (5)

Effizienz

Wir messen den Zeitaufwand in Einheiten E.

Aktion	Aufwand	Häufigkeit der Aktion
Setze $j = 1, x = a_j$	2 E	1
Setze $i = 2$	1 E	1
Test $i \leq n$	1 E	n
Test $a_i < x$	1 E	$n - 1$
Setze $j = i, x = a_j$	2 E	A
Erhöhe i	1 E	$n - 1$

Insgesamt also:

$$T(n) = 2 + 1 + n + (n-1) + 2A + (n-1) E = (3n + 2A + 1) E$$

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (6)

Effizienz

$$T(n) = (3n + 2A + 1) E \quad \Rightarrow \text{Welche Werte kann } A \text{ annehmen?}$$

Hier: zwei Szenarien

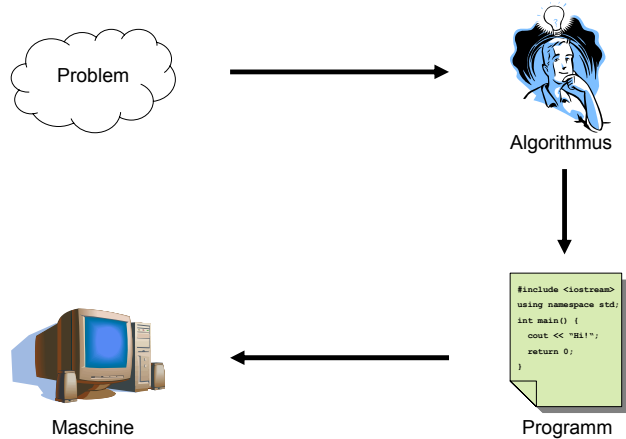
1. Schlimmster Fall (engl. *worst case*): $A = n - 1$
d.h., das Alter aller Personen ist paarweise verschieden und es ist in der Aufzählung absteigend sortiert

$$\Rightarrow T_{\max}(n) = (5n - 1) E$$

2. Bester Fall (engl. *best case*): $A = 0$
d.h., erste Person in der Aufzählung ist bereits eine jüngste Person

$$\Rightarrow T_{\min}(n) = (3n + 1) E$$

Vom Problem zur Maschine ...



Schwerpunkte der Veranstaltung EINI

- Problemanalyse
 - Spezifikation
 - Algorithmenentwurf
 - Korrektheit / Verifikation
 - Effizienzuntersuchungen
 - Programmieren (kodieren)
 - Testen / Fehlerbeseitigung
 - Wartung / Pflege
- Übungen
Praktikum
- formal: DAP 1
→ DAP 2
- Vorlesung
Übung, Praktikum
—

Programmiersprachen

Vorbemerkungen

- Denken ⇔ Sprache
 - Fachsprachen
 - für komplexe Sachverhalte mit akzeptablem Aufwand
 - für Fachleute
 - Programmiersprache
 - syntaktische Form, um Problemlösungen zu beschreiben
 - muss von Maschine interpretiert werden können
- ⇒ der Programmierer muss genau wissen, wie die Maschine die vereinbarte Sprache interpretiert!

Programmiersprachen

Historisches in Kürze:

- In den 1930er Jahren:
Präzisierung von berechenbaren Funktionen, Algorithmus, Turing-Maschine, μ -rekursive Funktion, λ -Kalkül, ...
- In den 1940er Jahren:
reale technische Realisierung von Rechenmaschinen (von-Neumann)
→ Konrad Zuse (Z3), Howard Aiken (Mark I), Eckert/Mauchly (ENIAC), ...
- zuerst: Programmierung in Maschinensprache (oder mit Kabeln)
- dann: Assemblersprachen
→ Ersetzung von Zahlen (Maschinencode) durch mnemonische Bezeichnungen
→ leichter zu merken, z.B. ADD, JMP, BNE, ...
- darauf aufbauend: höhere Programmiersprachen
→ sind abstrakter, ermöglichen komplexe Sachverhalten einfacher auszudrücken
→ Übersetzungsalgorithmen erlauben Rückführung auf niedrigere Sprachen
→ Compiler, Assembler, ...



Klassifikation nach Denkweisen (Paradigmen)

- Imperativ / prozedural
→ FORTRAN, BASIC, PASCAL, C, ...
- Funktional
→ LISP, SCHEME, ...
- Relationen- oder Logik-bezogen
→ PROLOG, ...
- Objektorientiert
→ Smalltalk, C++, Java, C#, ...

Mehr dazu am Semesterende, wenn Sie C und C++ kennen gelernt haben!