

Informatik I: Einführung in die Programmierung

1. Grundlagen

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



Bernhard Nebel

17. Oktober 2017

1 Inhalt der Vorlesung



Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Denken wie ein Informatiker

17. Oktober 2017

B. Nebel – Info I

3 / 44

Inhalt



Wir vermitteln in dieser Vorlesung Grundkenntnisse und Grundfähigkeiten in den Bereichen

- Programmierung (Python)
- Modellierung
- Entwicklung
- Analyse
- Hintergründe (Informatik-Geschichte, Berufsethik, ...)
- Grundlagen (Berechnungsmodelle, Programmiersprachenparadigmen, ...)
- Denken wie ein Informatiker/eine Informatikerin

Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Denken wie ein Informatiker

17. Oktober 2017

B. Nebel – Info I

4 / 44

2 Was ist Informatik?



Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Denken wie ein Informatiker

17. Oktober 2017

B. Nebel – Info I

6 / 44

Informatik-Duden

Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen, besonders der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechnern (Computern).

Gesellschaft für Informatik

Das Wort **Informatik** setzt sich aus den Wörtern **Information** und **Automatik** zusammen und bezeichnet die Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen mit Hilfe von Rechenanlagen.

Aber:

Computer science is no more about computers than astronomy is about telescopes! (Dijkstra)

Association of Computing Machinery

Computer science and engineering is the systematic study of algorithmic processes—their theory, analysis, design, efficiency, implementation, and application—that describe and transform information. The fundamental question underlying all of computing is: What can be (efficiently) automated?

- Informatik hat etwas von Mathematik und ist insofern eine **Strukturwissenschaft**: Analyse von Strukturen
- Informatik hat etwas von Elektrotechnik und ist insofern eine **Ingenieurwissenschaft**: Design von Artefakten

Teilgebiete I (frei nach der GI)

Theoretische Informatik

Die Theoretische Informatik erforscht und entwickelt Konzepte zur Darstellung von Geräten und Prozessen als formal logische Systeme; damit ist sie die Grundlage für die Programmierung. Die theoretische Informatik befasst sich insbesondere mit der Geschwindigkeit und dem Speicherverbrauch solcher Algorithmen.

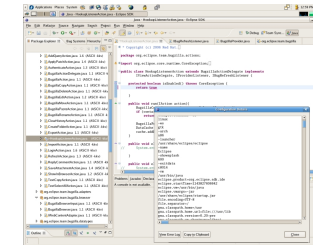
- Was ist **berechenbar**?
- $P = NP$?

Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

Teilgebiete II (frei nach der GI)

Praktische Informatik

Die Praktische Informatik entwickelt grundlegende Lösungskonzepte für die wichtigsten Anwendungsbereiche der Informatik. Sie beschäftigt sich besonders mit der Entwicklung von Computerprogrammen mit Hilfe spezieller Programmiersprachen und deren Nutzung in großen Softwaresystemen.

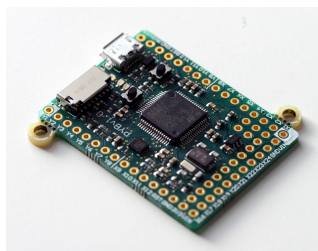


Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

Teilgebiete III (frei nach der GI)

Technische Informatik

Jedes Computersystem besteht aus drei funktional voneinander getrennten Einheiten: Dateneingabe, Datenbearbeitung und Datenausgabe. Die Entwicklung der hierfür erforderlichen Hardware ist der Kernbereich der Technischen Informatik.



Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

Teilgebiete IV (frei nach der GI)

Angewandte Informatik

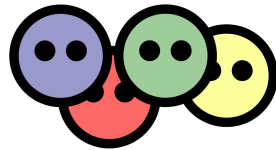
Die Angewandte Informatik untersucht, inwieweit Abläufe durch den Einsatz von Computern automatisiert werden können. Verfahren der Simulation und Computergraphik, der Bild- und Sprachverarbeitung sowie der Modellierung schaffen konkrete Anwendungsmöglichkeiten für die Automatisierung.



Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

Informatik und Gesellschaft

Der Bereich Informatik und Gesellschaft umfasst Soziologie, Philosophie, Jura und Politologie und ermöglicht eine umfassende Technikfolgenabschätzung für Computeranwendungen in der modernen Gesellschaft. Themen sind etwa Datenschutz, Softwarepatente, gesellschaftliche Bewegungen wie Open Source und ihr Verhältnis zum Urheberrecht.



Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker



GI

Die **Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)** ist die größte Vereinigung von Informatikerinnen und Informatikern im deutschsprachigen Raum. Sie versteht sich als Plattform für Informatikfachleute aus Wissenschaft und Wirtschaft, Lehre und Öffentlicher Verwaltung und versammelt eine geballte Konzentration an Wissen, Innovation und Visionen. Rund 20.000 persönliche Mitglieder, darunter 1.500 Studierende und knapp 300 Unternehmen und Institutionen, profitieren von unserem Netzwerk.

Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker



ACM

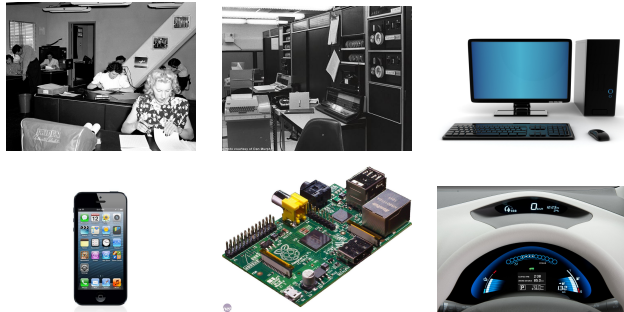
ACM (Association for Computing Machinery), the world's largest educational and scientific computing society, delivers resources that advance computing as a science and a profession. ACM provides the computing field's premier Digital Library and serves its members and the computing profession with leading-edge publications, conferences, and career resources.

Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

- Computer
- Algorithmen und Kochen
- Beispiel
- Eigenschaften
- Programme und Programmiersprachen
- Berechnungsprozess
- Schluss

Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Computer
Algorithmen und Kochen
Beispiel
Eigenschaften
Programme und Programmiersprachen
Berechnungsprozess
Schluss
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

- Wie tauch(t)en Computer in unserem täglichen Leben auf?



- Kann man den Begriff präzise definieren?

Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:

Denken wie ein Informatiker

- **Informatik Duden:** „(engl.: to compute = rechnen, berechnen; ursprünglich aus dem lat. computare = berechnen ...): Universell einsetzbares Gerät zur automatischen Verarbeitung von Daten.“
- Die prinzipiellen Fähigkeiten und Beschränkungen von idealisierten Computern werden durch das Automatenmodell der **universellen Turing-Maschine** beschrieben (→ Theoretische Informatik).
- Der prinzipielle technische Aufbau eines heutigen Computers wird gut durch die **von-Neumann-Architektur** beschrieben (→ Technische Informatik).

Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:

Denken wie ein Informatiker

Um uns dieser Frage zu nähern, sollten wir vier Konzepte verstehen und unterscheiden:

- **Input/Output,**
- **Algorithmus,**
- **Programm,**
- **(Berechnungs)prozess.**

Eine hilfreiche Analogie ist das Kochen ...

Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:

Denken wie ein Informatiker

Eingabe (Input):



Ausgabe (Output):



Hier interessiert nur:

- Welche Zutaten stehen zur Verfügung?
- Wie schmeckt die fertige Pizza?

Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:

Denken wie ein Informatiker

- Wie wird die Pizza zubereitet?
- Ich folge einem Rezept (= **Algorithmus**).
- Wenn ich die Reihenfolge, in der die Paprika und die Pilze auf den Teig gelegt werden, ändere, ist das ein anderer Algorithmus, auch wenn das den Geschmack der Pizza vielleicht nicht beeinflusst.

Die Analogie hinkt vielleicht ein wenig:

- Kochrezepte sind meistens nicht „idiotensicher“ genug. Sie lassen Freiheiten, und sie setzen manches Wissen voraus.
- Die meisten Rezepte sind für festgelegte Mengen von festgelegten Zutaten geschrieben.

Tatsächlich ist das Konzept eines Algorithmus ja nicht für die Zubereitung von Pizzen sondern für die **Durchführung einer Berechnung** entwickelt worden (geht zurück auf **Muhammed al-Chwarizmi** (ca. 780-850)).

Multiplikation zweier natürlicher Zahlen mit Hilfe der Addition und Subtraktion

Eingabe und Ausgabe

Eingabe: Zwei natürliche Zahlen L und R

Ausgabe: Das Produkt von L und R

Algorithmus

- 1 Setze P auf 0.
- 2 Falls $R = 0$, gebe P als Ergebnis zurück.
- 3 Addiere L zu P hinzu.
- 4 Reduziere R um 1.
- 5 Mache bei Schritt 2 weiter.

Algorithmus

Vorschrift zur Durchführung einer Berechnung (Folge von Einzelschritten) mit folgenden Eigenschaften:

Präzision

Die Bedeutung jedes Einzelschritts ist eindeutig festgelegt.

Effektivität

Jeder Einzelschritt ist ausführbar.

Finitheit (statisch)

Die Vorschrift ist ein endlicher Text.

Finitheit (dynamisch)

Bei der Ausführung wird nur endlich viel Speicher benötigt.

Terminierung

Die Berechnung endet nach endlich vielen Einzelschritten – für alle legalen Eingaben.

- Male ein Haus hin (Präzision).
- Teile die Zahl durch 0 (Effektivität).
- Unendlich lange Vorschriften sind schwer vorstellbar, aber in der Mathematik gibt es unendliche Axiomensysteme (statische Finitheit).
- Schreibe die Zahl π mit allen Nachkommastellen hin (dynamische Finitheit, Effektivität).
- Ersetze den Test $R = 0$ durch $L = 0$ (Terminierung nur noch wenn $L = 0!$).

Inhalt der Vorlesung
 Was ist Informatik?
 Algorithmus
 Computer
 Algorithmen und Kochen
 Beispiel
 Eigenschaften
 Programme und Programmiersprachen
 Berechnungsprozess
 Schluss
 Exkurs: Denken wie ein Informatiker

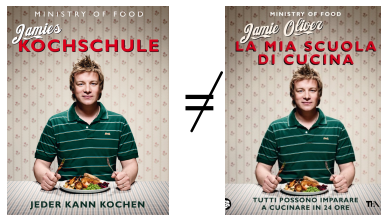
Weitere Eigenschaften, die oft als wünschenswert für Algorithmen genannt werden:

- Determinismus** Die Folgeschritte sind immer eindeutig festgelegt.
- Determiniertheit** Bei gleicher Eingabe erzeugt die Vorschrift die gleiche Ausgabe – berechnet also eine Funktion.
- Generalität** Die Vorschrift kann eine ganze Klasse von Problemen lösen.

Alle Beispiele, die wir in dieser Vorlesung kennen lernen werden, erfüllen die Bedingungen. Aber auch Vorschriften, die die Bedingungen nicht erfüllen, werden als Algorithmen angesehen.

Inhalt der Vorlesung
 Was ist Informatik?
 Algorithmus
 Computer
 Algorithmen und Kochen
 Beispiel
 Eigenschaften
 Programme und Programmiersprachen
 Berechnungsprozess
 Schluss
 Exkurs: Denken wie ein Informatiker

Ein **Programm** ist der Algorithmus notiert („aufgeschrieben“) in einer geeigneten Sprache.



Es gibt verschiedene Programmiersprachen, aber sie alle sind **formale** Sprachen, d.h., sie sind **exakt**, durch strikte Regeln, definiert. Das unterscheidet sie von natürlichen Sprachen wie Deutsch oder Italienisch.

Inhalt der Vorlesung
 Was ist Informatik?
 Algorithmus
 Computer
 Algorithmen und Kochen
 Beispiel
 Eigenschaften
 Programme und Programmiersprachen
 Berechnungsprozess
 Schluss
 Exkurs: Denken wie ein Informatiker

- Systemprogrammiersprachen
 - Nahe an der Maschine
 - Abbildung auf Maschine offensichtlich
- Höhere Programmiersprachen
 - Idealisiertes Berechnungsmodell
 - Abbildung auf Maschine einfach
- Deklarative Programmiersprachen
 - Statt Berechnungsmodell Spezifikation der Aufgabe (Was statt Wie)
 - Abbildung auf Maschine schwierig

Inhalt der Vorlesung
 Was ist Informatik?
 Algorithmus
 Computer
 Algorithmen und Kochen
 Beispiel
 Eigenschaften
 Programme und Programmiersprachen
 Berechnungsprozess
 Schluss
 Exkurs: Denken wie ein Informatiker

So wie **Sätze** in natürlicher Sprache aus **Wörtern** und **Satzzeichen** gemäß einer bestimmten **Grammatik** zusammengefügt werden, so werden **Programme** in einer Programmiersprache aus **Grundbausteinen** unter Verwendung von **Kombinationsmitteln** zusammengefügt.
Es kommt noch ein Konzept hinzu: **Abstraktionsmittel**, um Programmstücke zu benennen.



Der Vorgang des Kochens, also das Ausführen eines Programms, an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit.

- Der Ablauf eines Programms auf einem bestimmten Rechner zu einer bestimmten Zeit.
- In dieser Vorlesung spielt der Begriff des Prozesses keine große Rolle, obwohl wir natürlich unsere Programme auch gelegentlich mal laufen lassen wollen.
- In **Betriebssystemen** dreht sich alles um Prozesse. Z. B.:
Wieviel Rechenzeit auf welchem Prozessor bekommt welcher Prozess wann spendiert?

- Ein **Algorithmus** ist eine Vorschrift zur Durchführung einer Berechnung.
- Ein bestimmtes **Input/Output-Verhalten** kann evtl. durch verschiedene Algorithmen erreicht werden.
- Ein **Programm** ist die konkrete Umsetzung eines Algorithmus in einer Programmiersprache.
- Ein Algorithmus kann in verschiedenen **Programmiersprachen** und durch verschiedene Programme implementiert werden.
- Ein Programm kann mehrmals auf verschiedenen Computern auf der ganzen Welt laufen, gehört also zu vielen **Prozessen**.

4 Exkurs: Denken wie ein Informatiker

Denken wie ein Informatiker/eine Informatikerin

- Ein Studium vermittelt **Kenntnisse und Fähigkeiten**
- Es verändert aber auch die **Sicht auf die Welt**
- Informatiker tendieren dazu, in ihrer Umgebung nach dem **algorithmischen Kern** von Problemen zu suchen ...
- ... und diesen Kern dann auf dem Computer zu lösen.

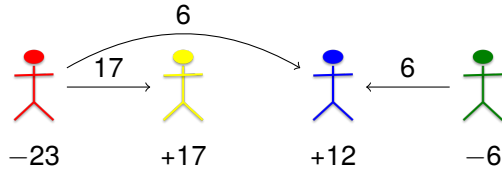
Beispielszenario

Ein Informatikprofessor geht einer seiner Lieblingsbeschäftigungen nach ...



Die gemeinsame Reisekasse

- Im Ausland kann man oft nicht einzeln zahlen, sondern muss in der Gruppe alles zahlen.
- Das ist auch sowieso einfacher ...
- ... und wird abwechselnd von den Gruppenmitgliedern übernommen.
- Zum Schluss haben einige mehr bezahlt, die anderen weniger.
- Man muss **Ausgleichszahlungen** durchführen.
- Bei 3-4 Leuten einfach, bei 8-10 Leuten wird es unübersichtlich.



Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

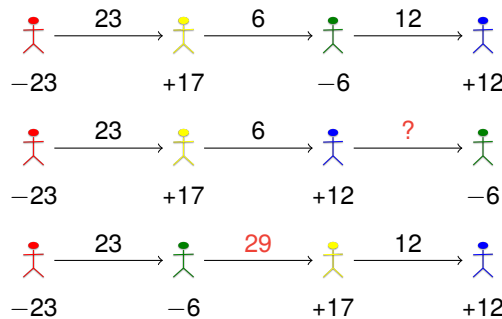
Nachteil: U.U. muss jemand mehrere Überweisungen tätigen oder jemand muss auf mehrere Überweisung warten.

Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

Bei einer abendlichen Diskussion mit allen kamen wir auf folgende Anforderungen:

- Jeder sollte maximal eine Überweisung tätigen und eine Überweisung empfangen und ...
- ... der maximal zu überweisende Betrag sollte minimal sein.

Bestimme, wer was wem zu bezahlen hat: Ausprobieren aller Reihenfolgen.



Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

Inhalt der Vorlesung
Was ist Informatik?
Algorithmus
Exkurs: Denken wie ein Informatiker

- Iteriere über alle Reihenfolgen (Permutationen) und führe für jede Reihenfolge folgendes durch:
 - 1 Prüfe ob nur positive Zahlungen erfolgen,
 - 2 falls ja, bestimme die maximale Zahlung und merke dir diesen Wert für diese Reihenfolge.
- Gebe eine Reihenfolge mit minimalem Wert zurück.

→ Man muss $n!$ Reihenfolgen betrachten, was bei großem n sehr lange dauern kann.

→ Es gibt aber (vermutlich) keine effiziente Lösung, da das Problem **NP-hart** ist.

- Der Mountainbike-Urlaubs-Abschluss ist aber gerettet.