

Informatik I: Einführung in die Programmierung

1. Grundlagen

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



Prof. Dr. Peter Thiemann

18. October 2022

1 Inhalt der Vorlesung



Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Wir vermitteln in dieser Vorlesung Grundkenntnisse und Grundfähigkeiten in den Bereichen

- Programmierung (Python)
- Modellierung
- Programmentwicklung
- Analyse
- Grundlagen (Berechnungsmodelle, Programmiersprachenparadigmen, ...)
- Denken wie ein Informatiker/eine Informatikerin

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

2 Was ist Informatik?



Inhalt der
Vorlesung

**Was ist
Informatik?**

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

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)

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

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 beschäftigt sich mit der Analyse von Strukturen und ist insofern eine **Strukturwissenschaft**
 - verwandt mit der Mathematik; verwendet die Sprache der Mathematik
-
- Informatik beschäftigt sich mit dem Design von Artefakten und ist insofern eine **Ingenieurwissenschaft**

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

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:
Think like a
computer
scientist

Praktische Informatik

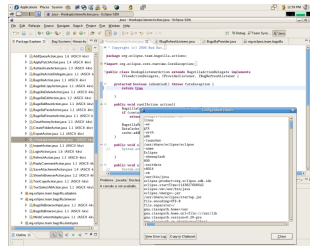
Die Praktische Informatik entwickelt grundlegende Lösungskonzepte für die wichtigsten Anwendungsbereiche der Informatik. Sie beschäftigt sich besonders mit der Entwicklung von Computerprogrammen mit Hilfe spezieller Programmiersprachen und deren Nutzung in großen Softwaresystemen.

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

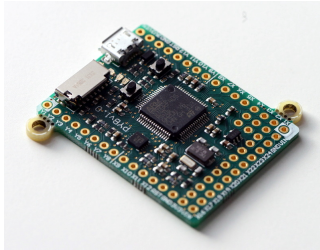
Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist



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:
Think like a
computer
scientist

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:
Think like a
computer
scientist

Informatik und Gesellschaft

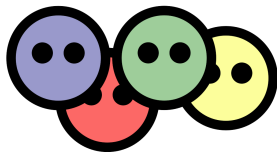
Der Bereich Informatik und Gesellschaft umfasst Soziologie, Philosophie, Jura und Politologie und ermöglicht eine umfassende Technikfolgenabschätzung für Computeranwendungen in der modernen Gesellschaft. Themen sind etwa Datenschutz, Softwarepatente, gesellschaftliche Bewegungen wie Open Source und ihr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

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist





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.

Mitgliedschaft

Kostenlos für Studenten!

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist



ACM

Association for Computing Machinery (ACM), 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.

Membership

USD 19 / year for students. Mandatory if you want to be a CS researcher.

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

3 Computer, Algorithmen, Programme, Programmiersprachen und Prozesse



- 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
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Etymology

According to the [Oxford English Dictionary](#), the first known use of *computer* was in a 1613 book called *The Yong Mans Gleanings* by the English writer [Richard Braithwait](#): "I haue [*sic*] read the truest computer of Times, and the best Arithmetician that euer [*sic*] breathed, and he reduceth thy dayes into a short number." This usage of the term referred to a [human computer](#), a person who carried out calculations or computations. The word continued with the same meaning until the middle of the 20th century. During the latter part of this period women were often hired as computers because they could be paid less than their male counterparts.^[1] By 1943, most human computers were women.^[2]

The [Online Etymology Dictionary](#) gives the first attested use of *computer* in the 1640s, meaning 'one who calculates'; this is an "agent noun from compute (v.)". The [Online Etymology Dictionary](#) states that the use of the term to mean "'calculating machine' (of any type) is from 1897." The [Online Etymology Dictionary](#) indicates that the "modern use" of the term, to mean 'programmable digital electronic computer' dates from "1945 under this name; [in a] theoretical [sense] from 1937, as [Turing machine](#)".^[3]



A human computer, with microscope and calculator, 1952

■ Filmtipp: Hidden Figures – Unerkannte Heldinnen

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

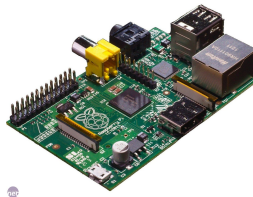
Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

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



Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Was ist ein Computer?



- **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
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Was tut ein Computer?

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

- Ein-/Ausgabe,
- 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
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Eingabe:



Ausgabe:



Hier interessiert nur:

- Welche Zutaten stehen zur Verfügung?
- Wie sieht die fertige Pizza aus?

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

- 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.

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Die Analogie ist nicht perfekt:

- Kochrezepte sind meistens nicht „idiotensicher“. 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)).

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

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.

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

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

Präzision

Die Bedeutung jedes Schritts ist eindeutig festgelegt.

Effektivität

Jeder Schritt ist ausführbar.

Finitheit (statisch)

Die Vorschrift ist ein endlicher Text.

Finitheit (dynamisch)

Zur Ausführung wird nur endlich viel Speicher benötigt.

Terminierung

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

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

- 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
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Weitere Eigenschaften, die oft als wünschenswert für einen Algorithmus angesehen 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 Klasse von Problemen lösen. |

Alle

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

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Ein **Programm** ist ein Algorithmus 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
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

■ Systemprogrammiersprachen

- Nah an der Maschine
- Abbildung auf Maschine offensichtlich

■ Höhere Programmiersprachen

- Idealisiertes Berechnungsmodell (notional machine)
- Abbildung auf Maschine einfach

■ Deklarative Programmiersprachen

- Spezifikation der Aufgabe anstelle eines Berechnungsmodells (Was statt Wie)
- Abbildung auf Maschine anspruchsvoll

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

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 Programmelemente zu benennen.

Sprache = **Syntax** + **Semantik** + **Pragmatik**

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierpra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist



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

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

**Berechnungspro-
zess**

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

- Der Ablauf eines Programms auf einem bestimmten Rechner zu einer bestimmten Zeit.
- In dieser Vorlesung spielt der Begriff des Prozesses keine große Rolle.
- In **Betriebssystemen** dreht sich alles um Prozesse. Z. B.: Wieviel Rechenzeit und wieviel Hauptspeicher auf welchem Prozessor bekommt welcher Prozess wann spendiert?

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

**Berechnungspro-
zess**

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Ein-/Ausgabe, Algorithmus, Programm, (Berechnungs)prozess



- Ein **Algorithmus** ist eine Vorschrift zur Durchführung einer Berechnung.
- Ein bestimmtes **Ein-/Ausgabe-Verhalten** kann i.A. 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.
- Beliebig viele **Prozesse** können das gleiche Programm auf einem oder mehreren Computern auf der ganzen Welt ausführen.

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierpra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Ein Rechner ist ein Vollidiot mit Spezialbegabung. Er hat ein großes, präzises Gedächtnis und kann schneller rechnen als ein Mensch.

— Prof. Dr. Gerhard Goos (1962)

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

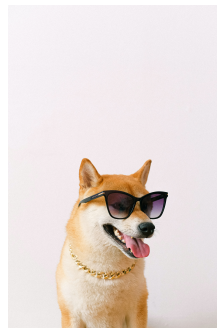
Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Exkurs: Think like a Dog



Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

4 Exkurs: Think like a computer scientist



Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

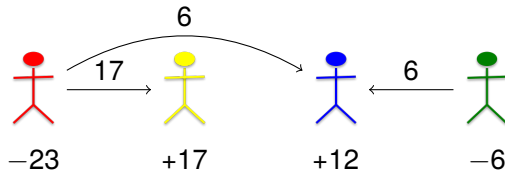
Algorithmus

**Exkurs:
Think like a
computer
scientist**

- 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: Die gemeinsame Reisekasse

- Im Ausland gibt es oft nur eine gemeinschaftliche Rechnung, die einer in der Gruppe bezahlen muss.
- Das ist einfacher ...
- ... und wird abwechselnd von den Gruppenmitgliedern übernommen.
- Zum Schluss haben die einen mehr bezahlt, die anderen weniger.
- Es sind **Ausgleichszahlungen** nötig.
- Bei 3-4 Leuten einfach, bei 8-10 Leuten wird es unübersichtlich.



Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

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

Eine abendliche Diskussion ergab folgende **Anforderungen** für das RAP:

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

D.h. Bestimme, wer wem was zu bezahlen hat:

- Finde eine Reihenfolge der Gruppenmitglieder, sodass die Zahlungen von links nach rechts getätigt werden.
- Ansatz: Ausprobieren aller Reihenfolgen.

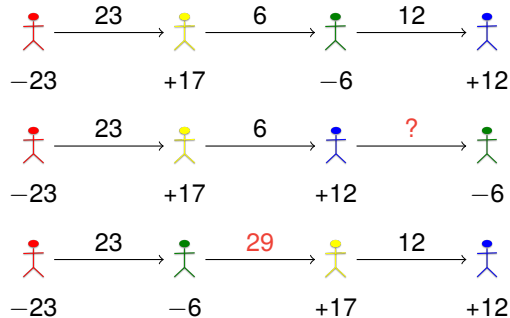
Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

Einige mögliche Reihenfolgen



Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

- Iteriere über alle Reihenfolgen (Permutationen) und führe für jede Reihenfolge folgendes durch:
 - 1 Prüfe ob nur positive Zahlungen erfolgen,
 - 2 falls ja, bestimme und merke den Wert der maximalen Zahlung.
 - Gib eine Reihenfolge mit minimalem Wert zurück.
- Es müssen $n! \approx n^n$ Reihenfolgen betrachtet werden, was bei großem n sehr lange dauern kann.
- Es gibt (vermutlich) keine effiziente Lösung, da das Problem **NP-schwer** ist.
- Der Urlaubs-Abschluss ist jedenfalls gerettet.