

Informatik I: Einführung in die Programmierung

1. Grundlagen

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



Prof. Dr. Peter Thiemann

03. November 2020

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

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

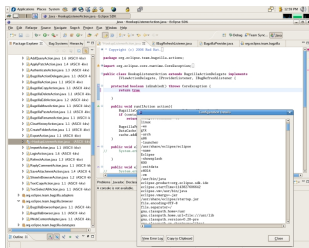
Die Praktische Informatik entwickelt grundlegende Lösungskonzepte für die wichtigsten Anwendungsbereiche der Informatik. Sie beschäftigt sich besonders mit der Entwicklung von Computerprogrammen mit Hilfe spezieller Programmiersprachen und deren Nutzung in großen Softwaresystemen.

Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

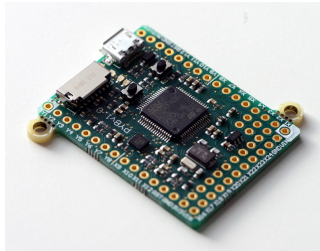
Algorithmus

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

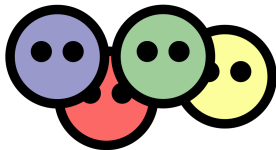
Der Bereich Informatik und Gesellschaft umfasst Soziologie, Philosophie, Jura und Politologie und ermöglicht eine umfassende Technikfolgenabschätzung für Computeranwendungen in der modernen Gesellschaft. Themen sind etwa Datenschutz, Softwarepatente, gesellschaftliche Bewegungen wie Open Source und ihr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

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.

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

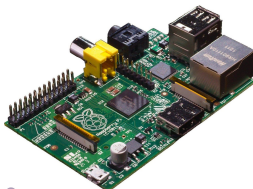
Programme und
Programmierspra-
chen

Berechnungspro-
zess

Schluss

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

■ 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:
Think like a computer scientist

- **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

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
Programmiersprachen

Berechnungsprozess

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.

Fintheit (statisch)

Die Vorschrift ist ein endlicher Text.

Fintheit (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 Programmiersprachen
Berechnungsprozess
Schluss

Exkurs:
Think like a computer scientist

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:

Think like a computer scientist

- Systemprogrammiersprachen
 - Nah an der Maschine
 - Abbildung auf Maschine offensichtlich
- Höhere Programmiersprachen
 - Idealisieretes 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.

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 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 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 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**.

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 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



**UNI
FREIBURG**

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.

Inhalt der
Vorlesung

Was ist
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:
Think like a
computer
scientist

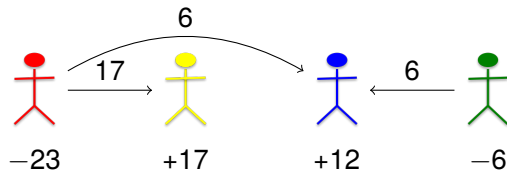
- Im Ausland gibt es oft nur eine gemeinschaftliche Rechnung, die einer in der Gruppe bezahlen muss.
- Das ist einfacher ...
- ... und wird abwechselnd von den Gruppenmitgliedern übernommen.
- Zum Schluss haben die einen mehr bezahlt, die anderen weniger.
- Es sind **Ausgleichszahlungen** nötig.
- Bei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

Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

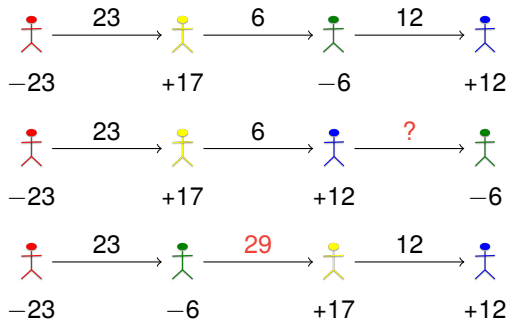
Exkurs:
Think like a computer scientist

Bei einer abendlichen Diskussion 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.

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 die maximale Zahlung und merke dir diesen Wert für diese Reihenfolge.
 - Gebe eine Reihenfolge mit minimalem Wert zurück.
- Betrachte $n!$ Reihenfolgen, 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.