

# Informatik I: Einführung in die Programmierung

## 1. Grundlagen

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



UNI  
FREIBURG

Prof. Dr. Peter Thiemann

16. October 2024

# 1 Inhalt der Vorlesung



UNI  
FREIBURG

Inhalt der  
Vorlesung

Was ist  
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:  
Think like a  
computer  
scientist

Die Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse und Grundfähigkeiten in den Bereichen

- Programmierung (Python)
- Modellierung
- Programmentwicklung
- Problemanalyse
- 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

# Versuch der Definition I

## 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 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 der Planung und dem Entwurf 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?

## Teilgebiet 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.

# Teilgebiet III (frei nach der GI)



UNI  
FREIBURG

## 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

# Teilgebiet IV (frei nach der GI)



UNI  
FREIBURG

## Angewandte Informatik

Die Angewandte Informatik untersucht, inwieweit Abläufe durch den Einsatz von Computern automatisiert werden können. Hierunter fallen Verfahren der Simulation und Computergraphik, der Bild- und Sprachverarbeitung, maschinelles Lernen, KI, Robotik.



Inhalt der  
Vorlesung

Was ist  
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:  
Think like a  
computer  
scientist

## Informatik und Gesellschaft

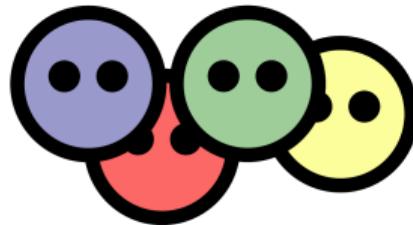
Der Bereich Informatik und Gesellschaft umfasst Soziologie, Philosophie, Jura und Politologie und ermöglicht eine umfassende Technikfolgenabschätzung für Computeranwendungen in der modernen Gesellschaft. Themen sind etwa Datenschutz, Softwarepatente, gesellschaftliche Bewegungen wie Open Source und ihr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

Inhalt der  
Vorlesung

Was ist  
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:  
Think like a  
computer  
scientist





## Exkurs: GI

### GI

Die **Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)** ist die größte und wichtigste Fachgesellschaft für Informatik im deutschsprachigen Raum. Sie vertritt die Interessen der Informatikerinnen und Informatiker in Wissenschaft, Wirtschaft, öffentlicher Verwaltung, Gesellschaft und Politik. Werden Sie Teil dieses lebendigen Netzwerks!

Die GI vernetzt rund 20.000 persönliche Mitglieder, darunter 1.500 Studierende und rund 250 Unternehmen und Institutionen miteinander.

### Mitgliedschaft

Kostenlos für Studenten!



UNI  
FREIBURG

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 become 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.<sup>[1]</sup> By 1943, most human computers were women.<sup>[2]</sup>

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*".<sup>[3]</sup>



A human computer, with microscope and calculator, 1952

Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und Kochen

Beispiel

Eigenschaften

Programme und Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:  
Think like a computer scientist

## ■ Filmtipp: Hidden Figures – Unerkannte Heldeninnen

# Computer ...



UNI  
FREIBURG

- 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 **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 Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:  
Think like a computer scientist

# Ein-/Ausgabe



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

# Algorithmus



UNI  
FREIBURG

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 ( $\approx$  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.

# Unsere Vorstellung vom Kochen



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 nicht für die Zubereitung von Pizzen sondern für die **Durchführung einer Berechnung** entwickelt worden (geht zurück auf **Muhammed al-Chwarizmi** (ca. 780-850)).

In Deutschland massgeblich im Rechenbuch von **Adam Riese** (ca. 1492-1559).

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 Programmiersprachen

Berechnungsprozess

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 Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:  
Think like a computer scientist

# Gegenbeispiele

- Male ein Haus (Präzision).
- Teile die Zahl durch 0, nenne die letzte Stelle der Zahl  $\pi$  (Effektivität).
- Unendlich lange Vorschriften sind schwer vorstellbar, aber in der Mathematik gibt es unendliche Axiomensysteme (statische Finitheit).
- Gib alle Nachkommastellen der Zahl  $\pi$  an (dynamische Finitheit, Effektivität).
- Ersetze den Test  $R = 0$  durch  $L = 0$  (Terminierung nur noch wenn  $L = 0!$ ).

# Weitere wünschenswerte Eigenschaften



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

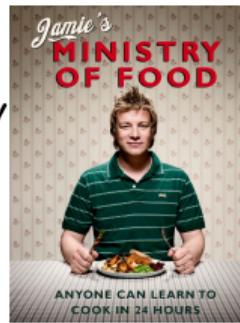
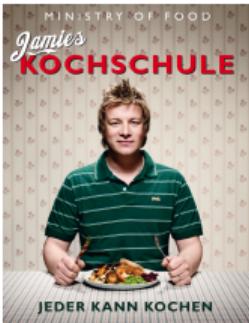
Schluss

Exkurs:  
Think like a  
computer  
scientist

# Programm



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 Programmiersprachen

Berechnungsprozess

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 Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:  
Think like a computer scientist

## Syntax

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.

Dazu kommen **Abstraktionsmittel**, um Programmelemente zu benennen.

## Semantik

Bedeutung eines Satzes bzw. einen Programmstücks.

$$\text{Sprache} = \text{Syntax} + \text{Semantik} + \text{Pragmatik}$$

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

# Prozess

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.

- 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 zugeteilt?

# 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  
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 Programmiersprachen

Berechnungsprozess

Schluss

Exkurs:  
Think like a computer scientist

Inhalt der  
Vorlesung

Was ist  
Informatik?

Algorithmus

Computer

Algorithmen und  
Kochen

Beispiel

Eigenschaften

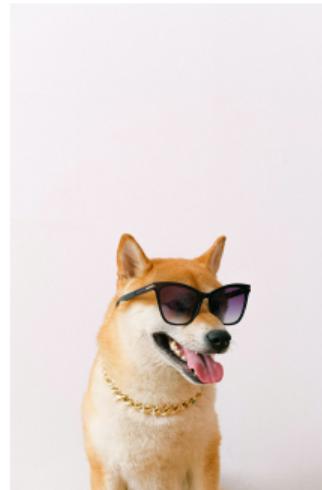
Programme und  
Programmierspra-  
chen

Berechnungspro-  
zess

Schluss

Exkurs:  
Think like a  
computer  
scientist

# Exkurs: Think like a Dog



# 4 Exkurs: Think like a computer scientist



UNI  
FREIBURG

Inhalt der  
Vorlesung

Was ist  
Informatik?

Algorithmus

Exkurs:  
Think like a  
computer  
scientist

# Denken wie ein Informatiker/eine Informatikerin



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

# 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.

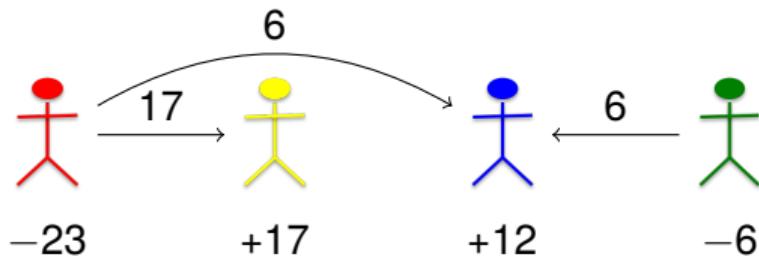
Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Exkurs:  
Think like a computer scientist

# Beispiel



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

# Das Reisekassen-Ausgleichszahlung-Problem (RAP)

Wir haben 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 getätigigt werden.
- Ansatz: Ausprobieren aller Reihenfolgen.

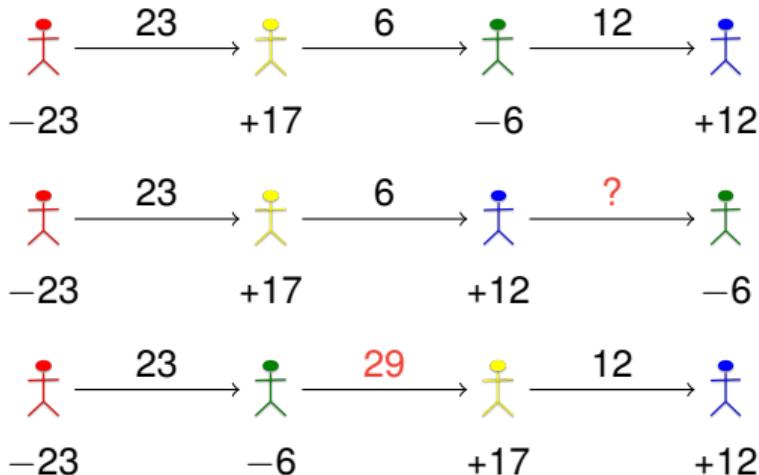
Inhalt der Vorlesung

Was ist Informatik?

Algorithmus

Exkurs:  
Think like a computer scientist

# Einige mögliche Reihenfolgen



# Reisekassen-Ausgleichszahlung-Algorithmus



- Probiere systematisch alle Reihenfolgen (Permutationen) aus 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  $n! \approx \sqrt{2\pi n}(\frac{n}{e})^n$  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.