

Algorithmen und Datenstrukturen

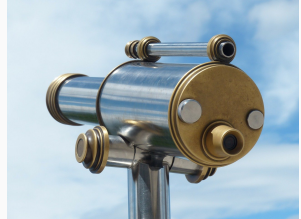
Kapitel 1: Einleitung & Motivation

Prof. Dr. Peter Kling

Wintersemester 2020/21

Übersicht

- 1 Rolle von Algorithmen
- 2 Algorithmen & Datenstrukturen
- 3 Was sind gute Algorithmen?



1) Rolle von Algorithmen

Computer science is *not about machines* in the same way that astronomy is not about Telescopes. There is an *essential unity* of *mathematics* and *computer science*.

—*Michael Fellows*, Professor @ Universität Bergen



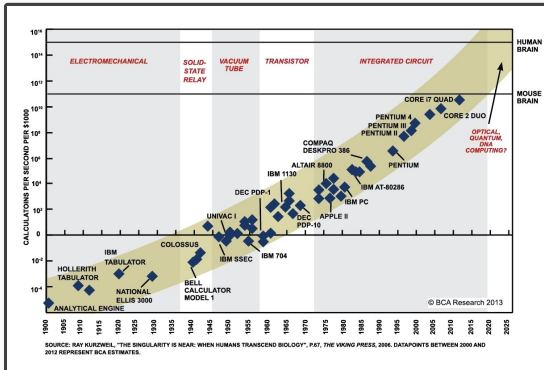
Technologischer Fortschritt = bessere Hardware?

Moore's Law

[Wikipedia Link](#)

Die Komplexität integrierter Schaltkreise verdoppelt sich etwa alle 2 Jahre.

oder
ähnlich



Lösung von Optimierungsproblem

- 1988: 82 Jahre
- 2003: 1 Minute

⇒ Faktor $43 \cdot 10^6$

HW-Verbesserung: $\leq 10^3$

Rest

Algorithmen!

Kaum jemand weiß, was ein Algorithmus ist

Ampeln steuern, Paare zusammenführen und festlegen, welche Werbung man zu sehen bekommt: Das alles machen Algorithmen. Einer Studie zufolge weiß trotzdem kaum jemand, was es mit den Programmiergebilden auf sich hat.

Handwritten mathematical equations on a whiteboard:

$$\frac{1}{R^2} = \frac{1}{L^2} \left(1 + \frac{L}{g_n}\right)$$

$$\frac{1}{R^2} = \frac{1}{L^2} + \frac{1}{L g_n} \Rightarrow \left(\frac{\partial}{\partial L} + \frac{1}{g_n} \frac{\partial}{\partial L} - \dots \right) G = 11$$

$$G = \frac{1}{E^2 \frac{E}{g_n} + h^2} = \frac{1}{E^2 \frac{E}{g_n} + h^2}$$

$$E = \frac{1}{2} \left(-\frac{1}{g_n} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{g_n}\right)^2 - 4h^2} \right)$$

$$\tilde{E} = \frac{1}{2} \left\{ -\frac{1}{g_n} \pm \frac{1}{g_n} \left(1 \pm 4g_n^2 h^2 \right)^{1/2} \right\}$$

$$E(g_n \rightarrow 0) = \frac{1}{2} \left\{ -\frac{1}{g_n} \pm \frac{1}{g_n} (1 - 2g_n^2 h^2) + \dots \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \left(-\frac{1}{g_n} + \frac{1}{g_n} - 2g_n h^2 + \dots \right)$$

Anwendungen von Algorithmen

- **Navigationssysteme:** Schnellste Verbindung von Hamburg nach Berlin? Ohne Autobahn? Am Dienstag Nachmittag?
- **Routing im Internet:** Dynamische Anpassung des Internetverkehrs an Datenknotenpunkten.
- **Verteilung von Ressourcen:** Zum Beispiel in Unternehmen, um den Gewinn zu maximieren.
- **Auffinden von Informationen:** Suchalgorithmen moderner Suchmaschinen wie Google oder Bing. Informationen über Kaufverhalten von Kunden (z. .B. Amazon).
- **Lösen von Gleichungssystemen:** $A \cdot x = b$. Matrix dünn- oder Vollbesetzt? Spezielle Eigenschaften von A ?
- ...

2) Algorithmen & Datenstrukturen

Ein **Algorithmus** ist eine Handlungsvorschrift zur Lösung eines Problems oder einer Klasse von Problemen.

Für die Zubereitung der perfekten Chocolate Chip Cookies benötigt ihr zwei Rührschüsseln. In der ersten Schüssel schlägt ihr...







- (verteilte) Algorithmen in der Natur: Vogelschwarm
- Schwarmverhalten aus nur 3 Regeln
 - bewege dich zum Mittelpunkt deines Umfeldes (Kohäsion)
 - bewege dich weg, wenn jemand zu nahe kommt (Separation)
 - bewege dich in etwa wie deine Nachbarn (Alignment)
- V-Formation aus 2 Regeln
 - nutze Auftrieb aus dem Flügelschlag vorderer Vögel
 - suche Position mit Blick nach vorne





- (verteilte) Algorithmen in der Natur: Ameisen bauen Brücken

Was ist ein Algorithmus?

Definition 1.1

Ein **Algorithmus** ist eine **eindeutige Beschreibung** eines Verfahrens **zur Lösung** einer bestimmten Klasse **von Problemen**.

In dieser Vorlesung

Ein **Algorithmus** ist eine Menge von Regeln für ein Verfahren, um aus gewissen Eingaben bestimmte Ausgaben zu berechnen. Dabei muss

- das Verfahren als endlicher Text Beschreibbar sein,
- jeder Schritt ausführbar sein und
- der Ablauf des Verfahrens jederzeit eindeutig definiert sein.

Eingabe



Algorithmus



Ausgabe



Eingabe



Algorithmus



Ausgabe

Zahlenfolge (a_1, a_2, \dots, a_n)

Sortieralgorithmus

Umordnung (b_1, b_2, \dots, b_n)
der Eingabefolge mit
 $b_1 \leq b_2 \leq \dots, b_n$

Definition 1.2

Eine **Datenstruktur** ist eine bestimmte Art, **Daten** im Speicher eines Computers so **anzuordnen**, dass **Operationen** wie z. B. *Suchen*, *Einfügen* oder *Löschen* einfach und **effizient realisierbar** sind.

Weltweite Datenmenge

- 2007: 295 Exabyte
- 2018: 33 Zettabyte
- 2025: 175 Zettabyte



Artikel
vom [iwd](#)

Wie soll man mit solchen
Datenmengen umgehen?

Herausforderungen

- Speicherung
- Finden von Informationen
- Algorithmen können Eingabe nicht vollst. ansehen!

Algorithmen und Datenstrukturen

└ Algorithmen & Datenstrukturen

└ Rolle von Datenstrukturen

- 1 Exabyte = 10^{18} Byte
- 1 Zettabyte = 10^{21} Byte
- 10^{21} ist plausible Schätzung der #Sandkörnern auf der Erde

Weltweite Datenmenge

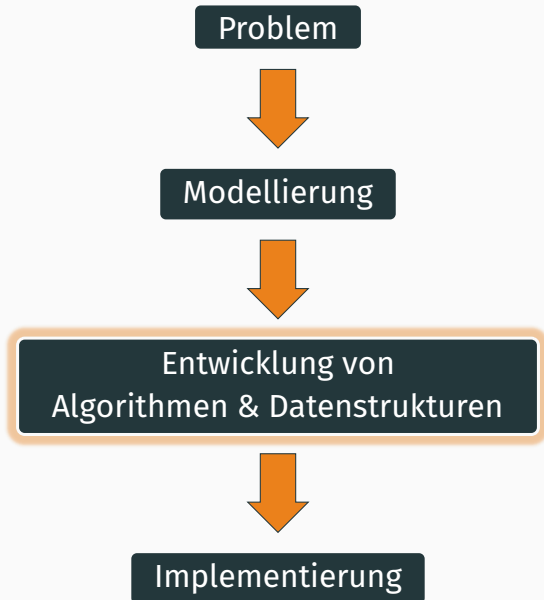
- 2007: 295 Exabyte
- 2018: 33 Zettabyte
- 2025: 175 Zettabyte



Wie soll man mit solchen
Datenmengen umgehen?

Herausforderungen

- Speicherung
- Finden von Informationen
- Algorithmen können Eingabe nicht vollst. ansehen!



3) Was sind gute Algorithmen?

Lasst uns Wunschkonzert spielen!

Wollen...

- **korrekte** Algorithmen,
- **schnelle** Algorithmen,
- **speichereffiziente** Algorithmen,
- **energieeffiziente** Algorithmen,
- ...

Warum nicht einfach
ausgiebig testen?

Gefahr

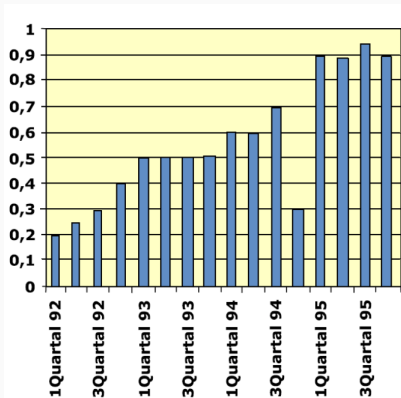
- Vergessen von Randfällen
- Fehler treten vielleicht nur sehr selten auf...
- ...können aber fatale Folgen haben!

Löse für $x = 4195835$ und $y = 3145727$:

$$x - (x/y) \cdot y = ???$$

Antwort Pentium CPU

256



2020-11-03

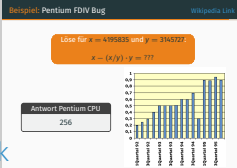
Algorithmen und Datenstrukturen

Was sind gute Algorithmen?



Beispiel: Pentium FDIV Bug

[Wikipedia Link](#)



- Verlust im 4. Quartal 1994: 475 Millionen USD (Hälfte des Gewinns!)



Ziele der Vorlesung

- Probleme/Algorithmen/Datenstrukturen kennen lernen
- Entwurfsmethoden kennen/anwenden lernen
- Analysemethoden kennen/anwenden lernen
- Zusammenspiel Algorithmen und Datenstrukturen verstehen

Auf geht's!

