

# Algorithmen und Datenstrukturen

## A8. Sortieren IV

Marcel Lüthi and Gabriele Röger

Universität Basel

7. März 2019

# Algorithmen und Datenstrukturen

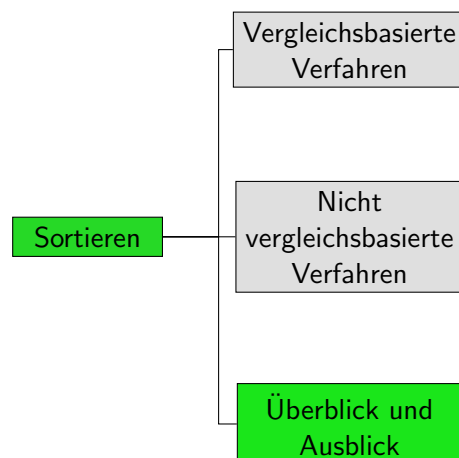
7. März 2019 — A8. Sortieren IV

## A8.1 Überblick

## A8.2 Ausblick

## A8.3 Quiz

## Sortierverfahren



## A8.1 Überblick

## Vergleichsbasierte Verfahren: Übersicht

Algorithmus	Laufzeit $O(\cdot)$	Speicherbedarf $O(\cdot)$	stabil
	best/avg./worst	best/avg./worst	
Selectionsort	$n^2$	1	nein
Insertionsort	$n/n^2/n^2$	1	ja
Mergesort	$n \log n$	$n$	ja
Quicksort	$n \log n / n \log n / n^2$	$\log n / \log n / n$	nein
Heapsort	$n \log n$	1	nein

Sehr schöne Visualisierung der Verfahren unter  
<https://www.toptal.com/developers/sorting-algorithms/>

## Vergleichsbasierte Verfahren: Bemerkungen

- ▶ **Insertionsort** ist auf **kleinen Sequenzen** sehr **schnell** und wird daher zum Beispiel zur Verbesserung von Mergesort und Quicksort für kurze Aufrufe eingesetzt.
- ▶ **Quicksort** hat eine sehr kurze (= schnelle) innere Schleife. Mit Randomisierung tritt schlechtester Fall so gut wie nie auf.
- ▶ **Mergesort** ist dafür **stabil**. Zudem ist der Mergeschritt auch für externes Sortieren relevant (**dazu gleich noch mehr**). Wird z.B. gerne bei Datenbankanwendungen eingesetzt.
- ▶ **Heapsort** ist in der Praxis etwas langsamer als Mergesort, als **in-place**-Verfahren aber dennoch interessant z.B. für eingebettete Systeme.
- ▶ Gleiche asymptotische Laufzeit bedeutet nicht, dass Verfahren auch gleich lange brauchen (verschiedene Konstanten in  $O(\cdot)$ ). Heapsort braucht doppelt so viele Vergleiche wie Mergesort.

## A8.2 Ausblick

## Vorsortierte Daten

- ▶ Oftmals sind **Teilsequenzen** der Eingabe bereits **vorsortiert**.
- ▶ Insertionsort profitiert davon direkt.
- ▶ Von manchen Verfahren gibt es Varianten, die Vorsortierung ausnutzen z.B. natürliches 2-Wege-Mergesort.

## Viele gleiche Schlüssel

- ▶ Tritt in praktischen Anwendungen häufig auf  
z.B. **Sortieren von Studierendendaten nach Geschlecht**
- ▶ Von manchen Algorithmen gibt es spezialisierte Varianten
- ▶ Zum Beispiel 3-Wege-Partitionierung in Quicksort

$< P$	$= P$	$> P$
-------	-------	-------

## Sortieren komplexer Objekte

- ▶ Meist will man nicht nur Zahlen, sondern **komplexe Objekte** sortieren.
- ▶ Hier wäre es sehr teuer, bei jeder Vertauschung die ganzen Objekte zu kopieren.
- ▶ **Stattdessen:** Sortiere Elemente, die nur aus Schlüssel und Zeiger/Referenz auf das tatsächliche Objekt bestehen.

## Externes Sortieren

- ▶ **Sehr grosse Datensätze** passen nicht in den internen Speicher.
- ▶ **Annahme:** **interner Speicher** hat **Grösse  $m$**
- ▶ Lese jeweils Bereich der Grösse  $m$  ein, sortiere ihn und schreibe ihn zurück auf den externen Speicher.
- ▶ Dann sukzessives Mergen ähnlich zu Mergesort. Konzeptuell:
  - ▶ lese jeweils Bereich der Grösse  $m/3$  der beiden vorsortierten Bereiche ein
  - ▶ es bleiben  $m/3$  für Ausgabe
  - ▶ falls ein Eingabebereich erschöpft ist → nachladen
  - ▶ falls Ausgabebereich voll → rausschreiben

## Weniger korrekte Verfahren

### INEFFECTIVE SORTS

```

DEFINE HALFHEARTEDMERGESORT(LIST):
  IF LENGTH(LIST) < 2:
    RETURN LIST
  PIVOT = INT(LENGTH(LIST) / 2)
  A = HALFHEARTEDMERGESORT(LIST[:PIVOT])
  B = HALFHEARTEDMERGESORT(LIST[PIVOT:])
  // UMMMM
  RETURN [A, B] // HERE. SORRY.

```

```

DEFINE FASTBOGOSORT(LIST):
  // AN OPTIMIZED BOGOSORT
  // RUNS IN O(N LOG N)
  FOR N FROM 1 TO LOG(LENGTH(LIST)):
    SHUFFLE(LIST):
    IF ISORTED(LIST):
      RETURN LIST
  RETURN "KERNEL PAGE FAULT (ERROR CODE: 2)"

```

```

DEFINE JOBININTERVIEWQUICKSORT(LIST):
  OK SO YOU CHOOSE A PIVOT
  // HERE

```

```

DEFINE PANICSORT(LIST):
  IF ISORTED(LIST):

```

vollständiger Comic unter <https://xkcd.com/1185/>  
(CC BY-NC 2.5)

## Andere Probleme durch Sortieren lösen

### $k$ -kleinstes Element

- ▶ zum Beispiel Finden des Medians ( $k = \lfloor n/2 \rfloor$ )
- ▶ Verwende Quicksort, aber mache rekursiven Aufruf nur für den relevanten Bereich.

### Duplikate

- ▶ Wie viele verschiedene Schlüssel gibt es? Welcher Wert ist am häufigsten? Gibt es doppelte Schlüssel?
- ▶ Kann man direkt mit quadratischen Algorithmen beantworten.
- ▶ Oder – schlauer – erst sortieren und dann mit einem Durchlauf lösen.

## A8.3 Quiz

## Quiz



kahoot.it