

# Beispiele zu Sortierverfahren

Reiner Hückting

19. April 2025

# Überblick

Insertion Sort

Selection Sort

Bubble Sort

# Insertion Sort – Ansatz

## Einzelschritt

- ▶ Betrachte das jeweils nächste Element.
- ▶ Verschiebe es nach links, bis es an der richtigen Stelle ist.

## Beobachtung

- ▶ Der linke Teil der Liste ist immer sortiert.
- ▶ Mit jedem Schritt wächst dieser sortierte Teil um ein Element.
- ▶ Nach  $n$  Wiederholungen ist die gesamte Liste sortiert.

## Komplexität

- ▶ Einzelschritt:  $O(n)$
- ▶ Gesamt:  $O(n^2)$

# Insertion Sort – Beispiel: Gesamt-Ablauf

## Liste

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
|----|----|----|---|----|----|

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |

## Insertion Sort – Beispiel: Innere Schleife

### Liste

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
|----|----|----|---|----|----|

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 23 | 42 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

42

15

37

8

23

38

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

37

8

23

38

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

37

8

23

38



# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

42

15

37

8

23

38

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

42

15

37

8

23

38

42

15

37

8

23

38

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |

## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |



# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8 | 23 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8 | 23 | 38 |

## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8 | 23 | 38 |

## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8 | 23 | 38 |

## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8 | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8 | 23 | 38 |

## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 8  | 42 | 23 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 8  | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |



## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 23 | 42 | 38 |

## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |



## Insertion Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |

# Insertion Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 42 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 15 | 37 | 42 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |

# Selection Sort – Ansatz

## Einzelsschritt

- ▶ Durchlaufe die Liste von links nach rechts.
- ▶ Suche das kleinste Element rechts von der aktuellen Position.
- ▶ Tausche dieses mit dem aktuellen Element.

## Beobachtung

- ▶ Links vom aktuellen Element ist die Liste immer sortiert.
- ▶ Mit jedem Schritt wächst dieser sortierte Teil um ein Element.
- ▶ Nach  $n$  Wiederholungen ist die gesamte Liste sortiert.

## Komplexität

- ▶ Einzelsschritt:  $O(n)$
- ▶ Gesamt:  $O(n^2)$

## Selection Sort – Beispiel: Gesamt-Ablauf

### Liste

|    |    |    |   |    |    |
|----|----|----|---|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8 | 23 | 38 |
|----|----|----|---|----|----|

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 15 | 37 | 8  | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

42

15

37

8

23

38



## Selection Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

37

8

23

38

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

37

8

23

38

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

37

8

23

38

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

37

8

23

38

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

37

8

23

38

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

37

8

23

38

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

37

8

23

38

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

8

15

37

42

23

38



## Selection Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

8

15

37

42

23

38

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

8

15

37

42

23

38

8

15

37

42

23

38

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |



## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |



## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |



## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |

## Selection Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 37 | 42 | 23 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 42 | 37 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 42 | 38 |
| 8 | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |

# Bubble Sort – Ansatz

## Einzelschritt

- ▶ Betrachte jeweils zwei benachbarte Elemente.
- ▶ Vertausche sie, falls das erste größer ist als das zweite.
- ▶ Wiederhole dies für alle Positionen in der Liste.

## Beobachtung

- ▶ Ein Einzelschritt bringt das größte Element ans Ende.
- ▶ Der rechte Teil der Liste ist immer sortiert.
- ▶ Mit jedem Schritt wächst dieser sortierte Teil um ein Element.
- ▶ Nach  $n$  Wiederholungen ist die gesamte Liste sortiert.

## Komplexität

- ▶ Einzelschritt:  $O(n)$
- ▶ Gesamt:  $O(n^2)$

## Bubble Sort – Beispiel: Gesamt-Ablauf

### Liste

|    |    |    |    |    |   |
|----|----|----|----|----|---|
| 42 | 15 | 38 | 37 | 23 | 8 |
|----|----|----|----|----|---|

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 8  | 23 | 37 | 38 | 42 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |



## Bubble Sort – Beispiel: Innere Schleife

### Liste

|    |    |    |    |    |   |
|----|----|----|----|----|---|
| 38 | 15 | 37 | 42 | 23 | 8 |
|----|----|----|----|----|---|

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 38 | 15 | 37 | 42 | 23 | 8  |
| 15 | 38 | 37 | 42 | 23 | 8  |
| 15 | 37 | 38 | 42 | 23 | 8  |
| 15 | 37 | 38 | 42 | 23 | 8  |
| 15 | 37 | 38 | 23 | 42 | 8  |
| 15 | 37 | 38 | 23 | 8  | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

42

15

38

37

23

8

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

42

15

38

37

23

8

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

15

42

38

37

23

8

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

15

42

38

37

23

8

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

15

38

42

37

23

8

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

15

38

42

37

23

8

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

15

38

37

42

23

8



# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

15

38

37

42

23

8

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

15

38

37

23

42

8

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

15

38

37

23

42

8

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

15

38

37

23

8

42

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

**Ablauf**

15

38

37

23

8

42

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |   |    |
|----|----|----|----|---|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |   |    |
|----|----|----|----|---|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |   |    |
|----|----|----|----|---|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |



# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |   |    |
|----|----|----|----|---|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |
| 15 | 37 | 38 | 23 | 8 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |   |    |
|----|----|----|----|---|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |
| 15 | 37 | 38 | 23 | 8 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |   |    |
|----|----|----|----|---|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 38 | 8 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |   |    |
|----|----|----|----|---|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8 | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 38 | 8 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |



## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 37 | 8  | 38 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 37 | 8  | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |

# Bubble Sort – Animiertes Beispiel

## Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |



## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 8  | 23 | 37 | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 8  | 23 | 37 | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 8  | 23 | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 8  | 23 | 37 | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 8  | 23 | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 8  | 23 | 37 | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 8  | 23 | 37 | 38 | 42 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |

## Bubble Sort – Animiertes Beispiel

### Ablauf

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 38 | 37 | 23 | 8  | 42 |
| 15 | 37 | 23 | 8  | 38 | 42 |
| 15 | 23 | 8  | 37 | 38 | 42 |
| 15 | 8  | 23 | 37 | 38 | 42 |
| 8  | 15 | 23 | 37 | 38 | 42 |