Java Intro

Michael Inden

Freiberuflicher Consultant und Trainer

https://github.com/Michaeli71/JAVA_INTRO

Speaker Intro

- Michael Inden, Jahrgang 1971
- Diplom-Informatiker, C.v.O. Uni Oldenburg

- ~8 ¼ Jahre **SSE** bei Heidelberger Druckmaschinen AG in Kiel
- ~6 ¾ Jahre **TPL, SA** bei IVU Traffic Technologies AG in Aachen
- ~4 ¼ Jahre **LSA / Trainer** bei Zühlke Engineering AG in Zürich
- ~3 Jahre **TL / CTO** bei Direct Mail Informatics / ASMIQ in Zürich
- **Freiberuflicher Consultant, Trainer und Konferenz-Speaker**
- Autor und Gutachter beim dpunkt.verlag

E-Mail: michael.inden@hotmail.ch
Blog: https://jaxenter.de/author/minden

Kurse: Bitte sprecht mich an!

https://github.com/Michaeli71/JAVA_INTRO

Agenda

Workshop Contents

- **PART 1: Schnelleinstieg Java**
  - Erste Schritte in der JShell
  - Schnelleinstieg
    - Variablen
    - Operatoren
    - Fallunterscheidungen
    - Schleifen
    - Methoden
    - Rekursion

https://github.com/Michaeli71/JAVA_INTRO

Workshop Contents

- **PART 2: Strings**
  - Gebräuchliche String-Aktionen
  - Suchen und Ersetzen
  - Formatierte Ausgaben
  - Mehrzeilige Strings
  - Einstieg Reguläre Ausdrücke

- **PART 3: Arrays**
  - Gebräuchliche Array-Aktionen
  - Mehrdimensionale Arrays
  - Beispiel: Flood Fill

Workshop Contents

- **PART 4: Klassen & Objektorientierung**
  - Basics
  - Textuelle Ausgaben
  - Gleichheit == / `equals()`
  - Klassen ausführbar machen
  - Imports & Packages
  - Information Hiding
  - Vererbung und Overloading und Overriding
  - Die Basisklasse `Object`
  - Interfaces & Implementierungen

Workshop Contents

- **PART 5: Collections**
  - Einführung
  - Schnelleinstieg Listen
    - Praxisbeispiel Stack und Queue selbst gebaut
  - Schnelleinstieg Sets
  - Schnelleinstieg Maps
  - Generics
  - Basisinterfaces für Container
  - Iteratoren
  - Sortierung – sort() + Comparator

Workshop Contents

- **PART 6: Ergänzendes Wissen**
  - Sichtbarkeits- und Gültigkeitsbereiche
  - Primitive Typen und Wrapper
  - Enums
  - `?`-Operator
  - `switch`
  - Besonderheiten in Schleifen `break` und `continue`
  - Vererbung und Polymorphie
  - Varianten innerer Klassen
  - Records

Workshop Contents

- **PART 7: Exception-Handling**
  - Schnelleinstieg
  - Exceptions selbst auslösen
  - Eigene Exception-Typen definieren
  - Propagation von Exceptions
  - Automatic Resource Management
  - Checked / Unchecked Exceptions

- **PART 8: Dateiverarbeitung**
  - Verzeichnisse und Dateien verwalten
  - Daten schreiben / lesen
  - CSV-Dateien einlesen

Workshop Contents

- **PART 9: Einstieg in Lambdas und Streams**
  - Syntax von Lambdas
  - Lambdas im Einsatz mit `filter()`, `map()` und `reduce()`
  - Lambdas im Einsatz mit `Collectors.groupingBy()`
  - `takeWhile()` / `dropWhile()`

- **PART 10: Datumsverarbeitung**
  - Einführung Datumsverarbeitung
  - Zeitpunkte und die Klasse `LocalDateTime`
  - Datumswerte und die Klasse `LocalDate`
  - Zeit und die Klasse `LocalTime`

PART 5:
Collections

Containerklassen

- Immer wieder muss man mehrere Objekte verwalten, dazu haben wir bisher Arrays kennengelernt. Allerdings bieten diese nicht allzu viel Komfort, insbesondere keine automatische Gréßenanpassung

- Deswegen gibt es weitere Möglichkeiten, Objekte anderer Klassen zu speichern und zu verwalten.

- Um Daten in eigenen Applikationen sinnvoll zu speichern und performant darauf zugreifen zu können, muss man geeigneter Datenstrukturen nutzen.

- In Java werden Listen, Mengen und Schlüssel-Wert-Abbildungen durch sogenannte Containerklassen realisiert.

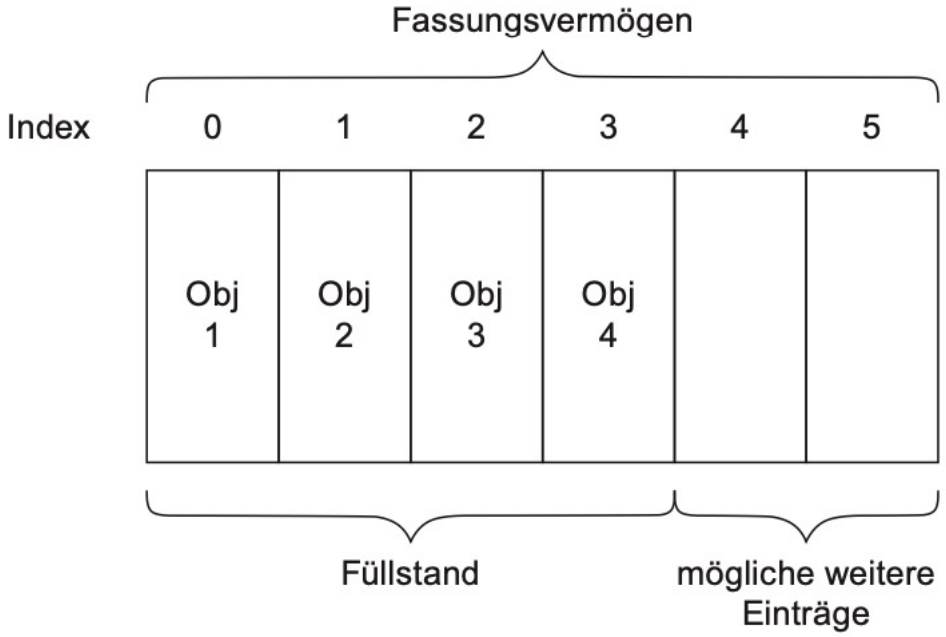
Containerklassen

- **Für Sammlungen von Elementen muss sich zwischen Listen und Mengen entscheiden.**
    - Für Daten, die eine Reihenfolge der Speicherung erfordern und auch (mehrfach) gleiche Einträge enthalten dürfen, setzen wir Listen ein.
    - Möchte an doppelte Einträge automatisch verhindern, so stellt ein Set eine geeignete Wahl dar.
- **Es gibt diverse Anwendungsfälle, in denen man Abbildungen von Objekten auf andere Objekte realisieren muss. Man spricht hier von einem Mapping von Schlüsseln auf Werte. Dazu nutzt man sinnvollerweise Maps.**

Listen

Listen

- Unter einer Liste versteht man eine über ihre Position geordnete Folge von Elementen – dabei können auch identische Elemente mehrfach vorkommen.
- Die `ArrayList` kann man sich wie ein größenveränderliches Array vorstellen.
- Sie ermöglicht einen indizierten Zugriff und erlaubt das Hinzufügen und Entfernen von Elementen



Listen

- **Erzeugen mit `new`:**

```
jshell> var names = new ArrayList<String>()
names ==> []
```

- **Es entsteht ein neuer Container. Durch die Angabe `ArrayList<String>` erstellt Java eine `ArrayList`, die NUR zur Verwaltung von Strings dient.**

- **Erzeugen mit Collection-Factory-Methoden**

```
jshell> var unmodifiableNames = List.of("Jim", "James")
unmodifiableNames ==> [Jim, James]
```

- **Heterogene Zusammensetzung möglich (wie früher ohne Generics)**

```
jshell> List.of(0, "ABC", 42.195, true)
$55 ==> [0, ABC, 42.195, true]
```

Listen -- Basisfunktionalitäten

- **Hinzufügen**

```
jshell> var names = new ArrayList<String>()
names ==> []

jshell> names.add("Tim")
$86 ==> true

jshell> names.add("Tom")
$87 ==> true

jshell> names
names ==> [Tim, Tom]
```

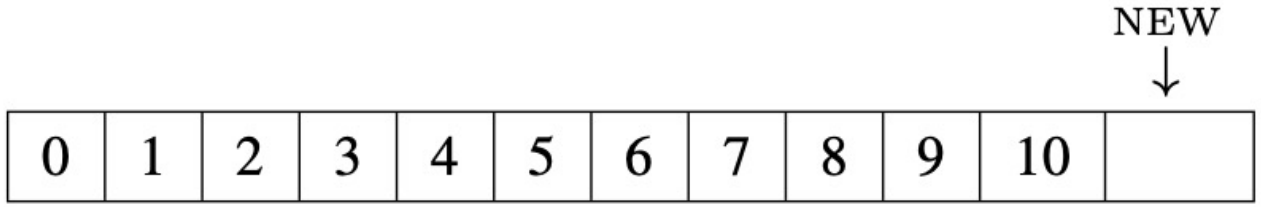
Listen -- Basisfunktionalitäten

- **Hinzufügen an Position**

```
jshell> names
names ==> [Tim, Tom]

jshell> names.add(0, "Anton")

jshell> names.add(0, "Andreas")

jshell> names.add(4, "Last")

jshell> names
names ==> [Andreas, Anton, Tim, Tom, Last]
```

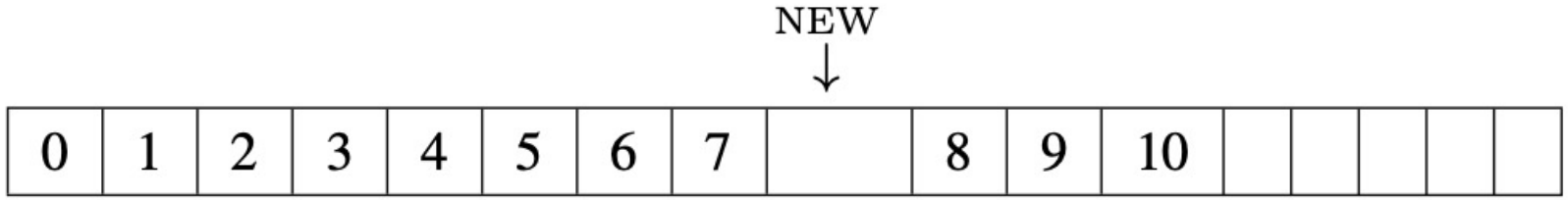
Besonderheit beim Hinzufügen

- **Hinzufügen an letzter freier Position:**



Das zugrunde liegende Array ist jetzt komplett belegt und es ist kein Platz für ein weiteres Element vorhanden. Soll erneut ein Element hinzugefügt werden, muss als Folge das Array in seiner Größe angepasst werden:

- **Hinzufügen mittendrin**



Listen

- **Auf Elemente zugreifen**

```
jshell> var numbers = List.of(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
numbers ==> [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

jshell> numbers.get(5)
$60 ==> 5

jshell> numbers.get(0)
$61 ==> 0

jshell> numbers.get(9)
$62 ==> 9
```

- **Wieviele Elemente?**

```
jshell> numbers.size()
$63 ==> 10
```

Listen

- **Bereichsverletzung (auch bei negativem Index)**

```
jshell> var numbers = List.of(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
numbers ==> [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

jshell> numbers.get(42)
|  Exception java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: Index 42 out of bounds for
length 10
|        at ImmutableCollections$ListN.get (ImmutableCollections.java:680)
|        at (#57:1)

jshell> numbers.get(-42)
|  Exception java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: Index -42 out of bounds
for length 10
|        at ImmutableCollections$ListN.get (ImmutableCollections.java:680)
|        at (#58:1)
```

Listen durchlaufen

- **positionsbasiert**

```
jshell> var names = List.of("Andy", "Mike", "Tim")
names ==> [Andy, Mike, Tim]

jshell> for (int i = 0; i < names.size(); i++)
   ...>     System.out.println(names.get(i))
Andy
Mike
Tim
```

- **elementbasiert**

```
jshell> for (String name : names)
   ...>     System.out.println(name)
Andy
Mike
Tim
```

Listen – Basisfunktionalitäten

- **Ändern**

```
jshell> var names = List.of("Andreas", "Anton", "Tim", "Tom", "Last")
names ==> [Andreas, Anton, Tim, Tom, Last]

jshell> var modifiableNames = new ArrayList<>(names)
modifiableNames ==> [Andreas, Anton, Tim, Tom, Last]

jshell> modifiableNames.set(1, "Mike")
$98 ==> "Anton"

jshell> modifiableNames
modifiableNames ==> [Andreas, Mike, Tim, Tom, Last]
```

Listen – Basisfunktionalitäten: Löschen

```
jshell> modifiableNames
modifiableNames ==> [Andreas, Mike, Tim, Tom, Last]

jshell> modifiableNames.remove(2)
$100 ==> "Tim"

jshell> modifiableNames
modifiableNames ==> [Andreas, Mike, Tom, Last]

jshell> modifiableNames.remove("Tom")
$102 ==> true

jshell> modifiableNames.remove("Tom")
$103 ==> false

jshell> modifiableNames.clear()

jshell> modifiableNames
modifiableNames ==> []
```

Listen -- Basisfunktionalitäten

- **Multi-Append**

```
jshell> var cities = new ArrayList<>(List.of("Zürich", "Luzern"))
cities ==> [Zürich, Luzern]

jshell> cities.addAll(List.of("Bremen", "Aachen"))
$107 ==> true

jshell> cities.addAll(List.of("Bremen", "Aachen", "Kiel"))
$108 ==> true
```

- **Multi-Remove**

```
jshell> cities.removeAll(List.of("Bremen", "Aachen"))
$110 ==> true

jshell> cities
cities ==> [Zürich, Luzern, Kiel]
```

Listen

- **Enthaltensein prüfen (`contains()`)**

```
jshell> var values = List.of(0, "ABC", 42.195, true)
values ==> [0, ABC, 42.195, true]

jshell> values.contains("ABC")
$113 ==> true

jshell> values.contains(42.195)
$114 ==> true

jshell> values.contains(false)
$115 ==> false
```

Listen – Teile extrahieren / Sublisten

- **Teilbereich als Liste liefern (`subList()`)**

```
jshell> var numbers = List.of(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)
numbers ==> [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

jshell> var first3 = numbers.subList(0, 3)
first3 ==> [0, 1, 2]

jshell> var last4 = numbers.subList(numbers.size() - 4, numbers.size())
last4 ==> [6, 7, 8, 9]
```

Listen – Teile extrahieren / Sublisten

- **Teilbereich als Liste liefern (`subList()`)**

```
jshell> var numbers = List.of(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)
numbers ==> [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

jshell> var first3 = numbers.subList(0, 3)
first3 ==> [0, 1, 2]

jshell> var last4 = numbers.subList(numbers.size() - 4, numbers.size())
last4 ==> [6, 7, 8, 9]

jshell> last4.addAll(List.of(11, 13, 17))
|  Exception java.lang.UnsupportedOperationException
|        at ImmutableCollections.uoe (ImmutableCollections.java:142)
|        at ImmutableCollections$AbstractImmutableCollection.addAll
(ImmutableCollections.java:148)
|        at (#120:1)
```

Listen – Teile extrahieren / Sublisten

- **Teilbereich als Liste liefern (`subList()`) => ACHTUNG: VIEW**

```
jshell> var numbers = new ArrayList<>(List.of(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9))
numbers ==> [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

jshell> var first3 = numbers.subList(0, 3)
first3 ==> [0, 1, 2]

jshell> var last4 = numbers.subList(numbers.size() - 4, numbers.size())
last4 ==> [6, 7, 8, 9]

jshell> last4.addAll(List.of(11, 13, 17))
$124 ==> true

jshell> last4
last4 ==> [6, 7, 8, 9, 11, 13, 17]

jshell> numbers
numbers ==> [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 17]
```

Listen

- **Basisfunktionalitäten in Utility-Klasse Collections**

```
var numbers = new ArrayList<>(List.of(7, 5, 3, 1, 6, 4, 2));

Collections.min(numbers)
Collections.max(numbers)
```

```
1
7
```

- **Nettigkeiten**

```
Collections.reverse(numbers);
System.out.println(numbers);

Collections.sort(numbers);
System.out.println(numbers);
```

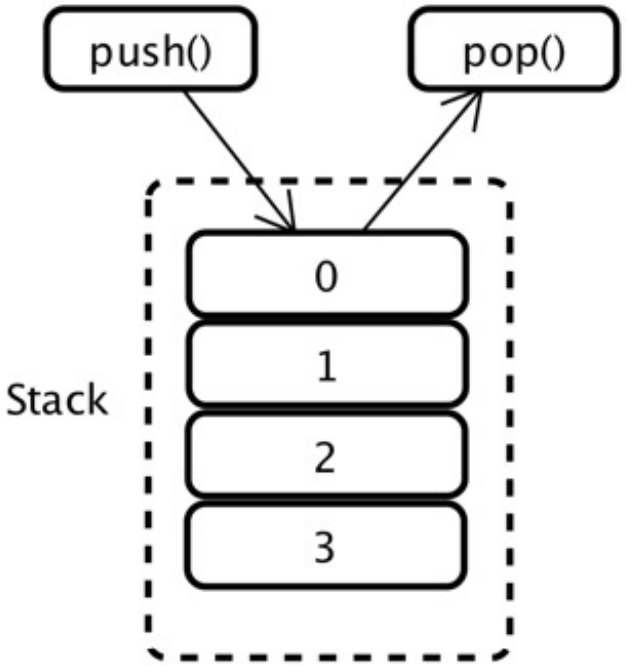
```
[2, 4, 6, 1, 3, 5, 7]

[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]
```

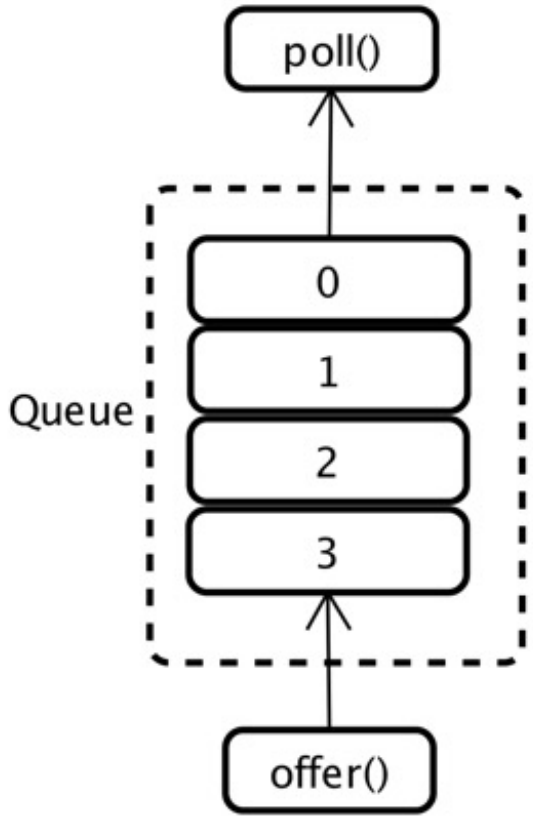
Stack und Queue im Selbstbau

Listen – Definition eigener Datenstrukturen

- **Stack: Schreibtischablage, LIFO**
- **Queue: Schlange an der Kasse, FIFO / FCFS**

Neue Aufträge werden oben abgelegt und der oberste Auftrag wird als Nächstes bearbeitet.





Neue Wartende reihen sich immer hinten ein und jeder kommt der Reihe nach dran.

Praxisbeispiel: Stack selbst realisiert

```
public interface IStack<E>
{
    void push(E elem);
    E pop();
    E peek();
    boolean isEmpty();
}
```

Praxisbeispiel: Stack selbst realisiert

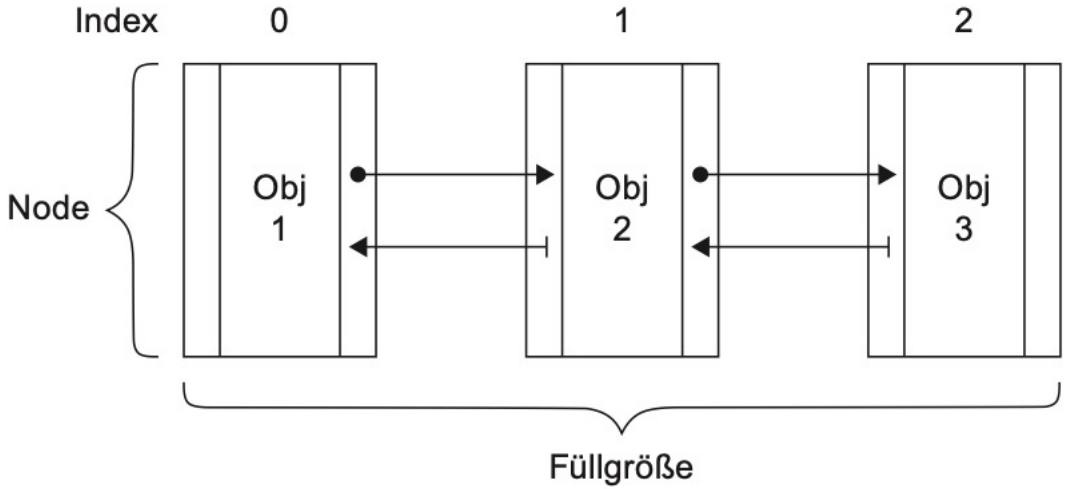
```
public class MyStack<E> implements IStack<E>
{
    private final ArrayList<E> values = new ArrayList<>();

    @Override
    public void push(final E elem) {
        values.add(elem);
    }

    @Override
    public E pop() {
        return values.remove(values.size() - 1);
    }

    @Override
    public E peek() {
        return values.get(values.size() - 1);
    }

    @Override
    public boolean isEmpty() {
        return values.isEmpty();
    }
…
```

Praxisbeispiel: Queue selbst realisiert

```
public class MyQueue<E>
{
    private final ArrayList<E> values = new ArrayList<>();

    public void enqueue(final E elem) {
        values.add(elem);
    }

    public E dequeue() {
        return values.remove(0);
    }

    public E peek() {
        return values.get(0);
    }

    public boolean isEmpty() {
        return values.isEmpty();
    }
}
```

Praxisbeispiel: Queue selbst realisiert

```
public class MyQueue<E>
{
    private final LinkedList<E> values = new LinkedList<>();

    public void enqueue(final E elem) {
        values.add(elem);
    }

    public E dequeue() {
        return values.remove(0);
    }

    public E peek() {
        return values.get(0);
    }

    public boolean isEmpty() {
        return values.isEmpty();
    }
}
```



Praxisbeispiel: Queue selbst realisiert

```
public static void main(final String[] args)
{
    final MyQueue<String> waitingPersons = new MyQueue<>();

    waitingPersons.enqueue("Marcello");
    waitingPersons.enqueue("Michael");
    waitingPersons.enqueue("Karthi");


    while (!waitingPersons.isEmpty())
    {
        if (waitingPersons.peek().equals("Michael"))
        {
            // Am Ende "neu anstellen" und verarbeiten
            waitingPersons.enqueue("Michael again");
            waitingPersons.enqueue("Last Man");
        }
        final String nextPerson = waitingPersons.dequeue();
        System.out.println("Processing " + nextPerson);
    }
}
```

```
Processing Marcello
Processing Michael
Processing Karthi
Processing Michael again
Processing Last Man
```

Was kann man sonst noch so machen?

Listen – Ausflug Fibonacci-Zahlen

- **Ausflug Fibonacci-Zahlen (rekursive Definition):**

```
jshell> long fib(int n)
   ...> {
   ...>     if (n <= 1)
   ...>         return n;
   ...>
   ...>     return fib(n-2) + fib(n-1);
   ...> }
|  created method fib(int)

jshell> fib(5)
$68 ==> 5
```

Listen – Ausflug Fibonacci-Zahlen

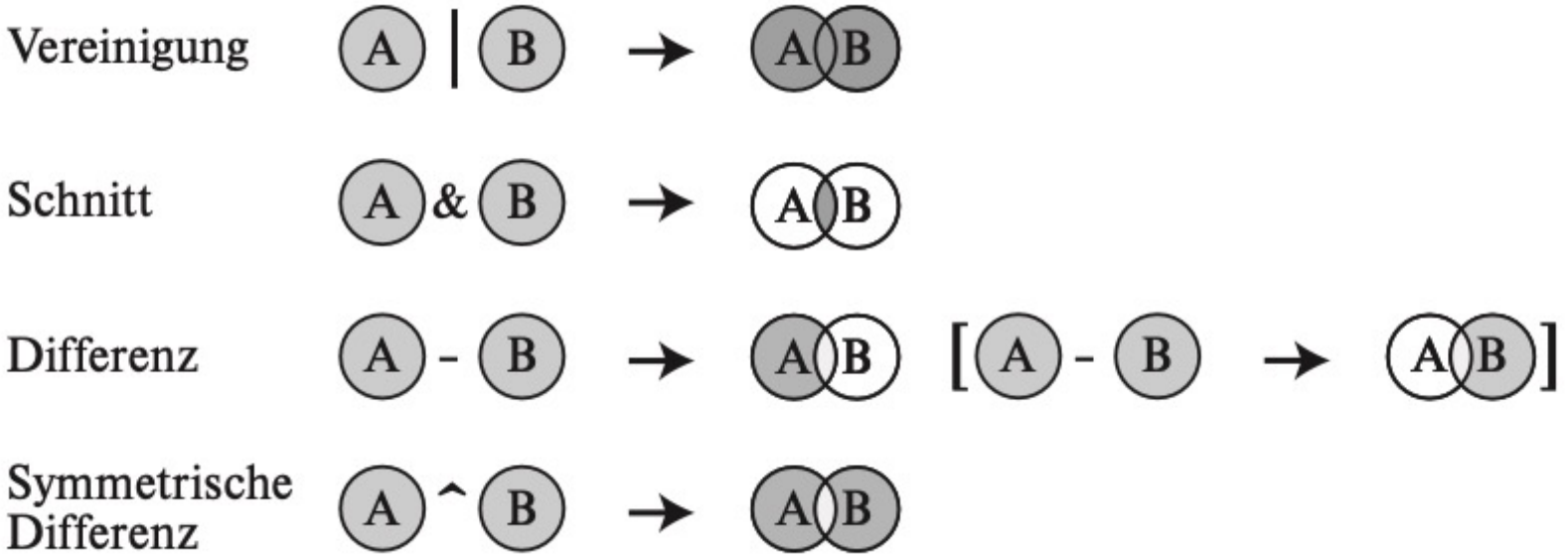
- **Fibonacci Berechnungs-Trick:**

```
jshell> var fib_numbers = new ArrayList<>(List.of(0, 1))
fib_numbers ==> [0, 1]

jshell> for (int i = 0; i < 10; i++) {
   ...>     int lastIdx = fib_numbers.size();
   ...>     fib_numbers.add(fib_numbers.get(lastIdx - 2) +
   ...>                     fib_numbers.get(lastIdx - 1));
   ...> }

jshell> fib_numbers
fib_numbers ==> [0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89]
```

Mengen (HashSet)

Sets – Basisfunktionalitäten

- Ein HashSet ist eine Sammlung (Menge) von Elementen.
- Mathematisches Konzept => keine Duplikate
- Somit bilden Sets eine ungeordnete, duplikatfreie Datenstruktur, bieten **aber keinen** indizierten Zugriff.
- Stattdessen einige Mengenoperationen insbesondere die Berechnung von Vereinigungs-, Schnitt-, Differenz- und symmetrischen Differenzmengen:



Sets

- **Erzeugen mit `new` und Collection-Factory-Methoden**

```
jshell> var names = new HashSet<String>()
names ==> []

jshell> var unmodifiableNames = Set.of("Jim", "James")
unmodifiableNames ==> [James, Jim]
```

- **Heterogene Zusammensetzung möglich (wie früher in Java ohne Generics)**

```
jshell> var differentTypes = Set.of(0, "ABC", 42.195, true)
differentTypes ==> [ABC, 42.195, true, 0]
```

Sets -- Basisfunktionalitäten

- **Hinzufügen**

```
jshell> names.add("Tim")
$141 ==> true

jshell> names.add("Tom")
$142 ==> true

jshell> names
names ==> [Tom, Tim]

jshell> names.add("Tim")
$144 ==> false

jshell> names.addAll(List.of("Mike", "Peter"))
$146 ==> true

jshell> names
names ==> [Mike, Tom, Tim, Peter]
```

Sets – Basisfunktionalitäten

- **Löschen**

```
jshell> names.remove("Tim")
$149 ==> true

jshell> names
names ==> [Mike, Tom, Peter]

jshell> names.removeAll(Set.of("Peter", "Tom"))
$151 ==> true

jshell> names
names ==> [Mike]

jshell> names.clear()

jshell> names
names ==> []
```

Set

- **Enthaltensein prüfen (`contains()`)**

```
jshell> var differentTypes = Set.of(0, "ABC", 42.195, true)
differentTypes ==> [ABC, 42.195, true, 0]

jshell> differentTypes.contains("ABC")
$138 ==> true

jshell> differentTypes.contains("PETER")
$139 ==> false
```

Sets

- **Basisfunktionalitäten: Minimum / Maximum / Anzahl an Elementen**

```
jshell> var numbers = Set.of(11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
numbers ==> [5, 6, 7, 8, 9, 11, 2, 3, 4]

jshell> Collections.min(numbers)
$134 ==> 2

jshell> Collections.max(numbers)
$135 ==> 11

jshell> numbers.size()
$136 ==> 9
```

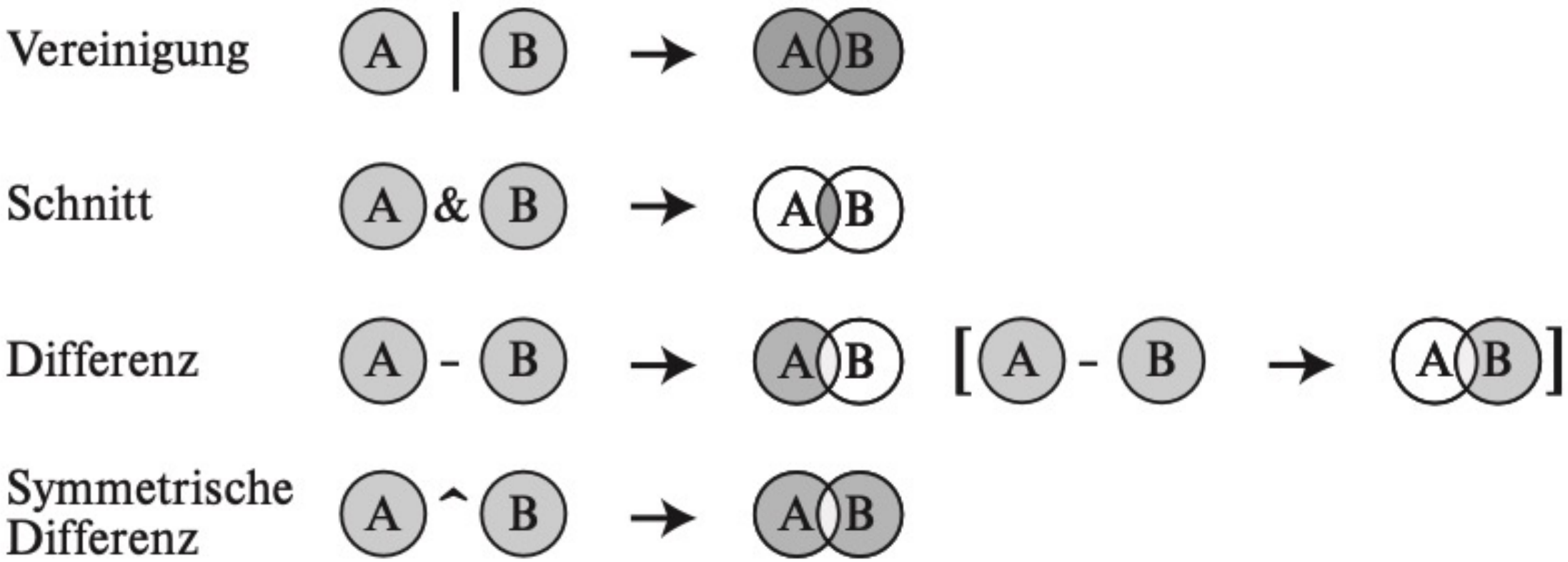
Sets

- **elementbasiert durchlaufen**

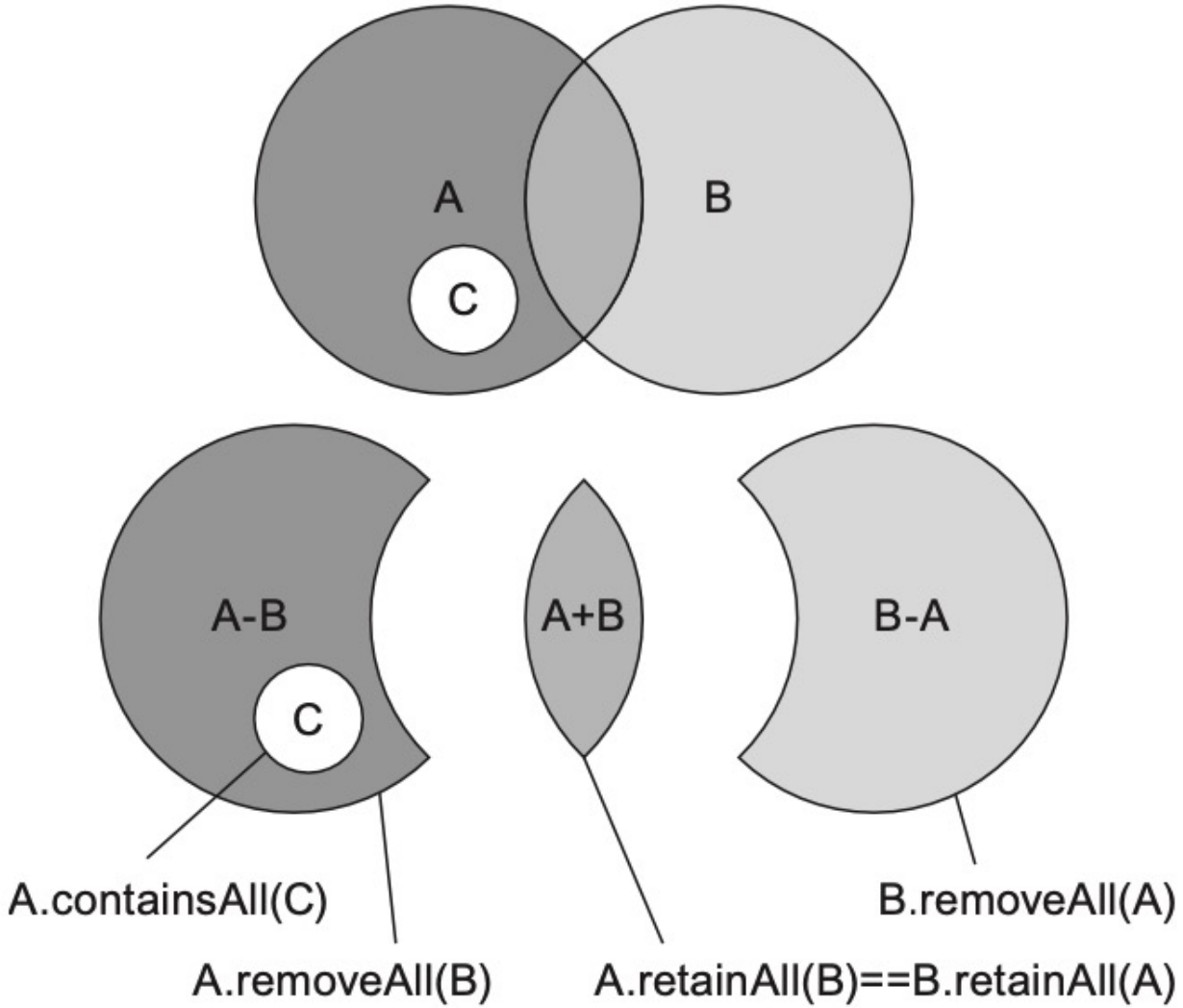
```
jshell> var differentTypes = Set.of(0, "ABC", 42.195, true)
differentTypes ==> [ABC, 42.195, true, 0]

jshell> for (var value : differentTypes)
   ...>     System.out.println(value)
ABC
42.195
true
0
```

Sets – Mengenoperationen

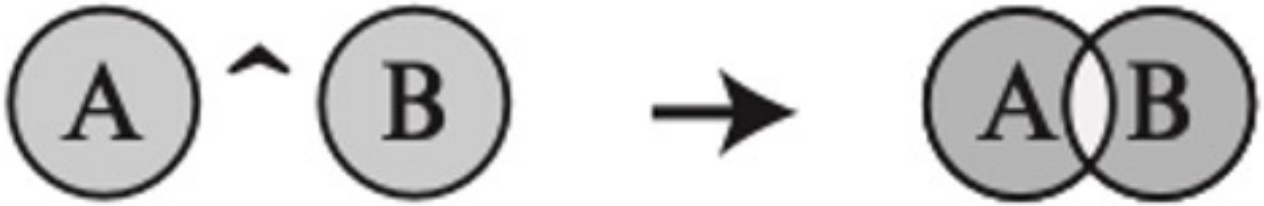
- **Mengenoperationen: Berechnung von Vereinigungs-, Schnitt-, Differenz- und symmetrischen Differenzmengen:**



Vordefinierte Mengenoperationen



Wie kann man die symmetrische Differenz ermitteln?



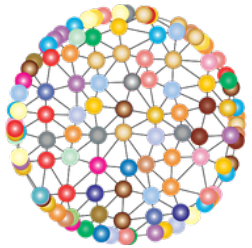
Symmetrische Differenz

- **Erst 2 x Differenz berechnen, dann Vereinigung**

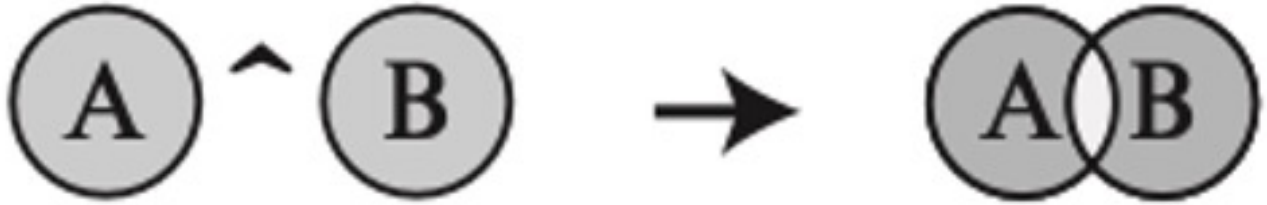
```
jshell> HashSet<Integer> symDiff(HashSet<Integer> values1,
   ...>                          HashSet<Integer> values2)
   ...> {
   ...>     // Differenzmengen bilden
   ...>     HashSet<Integer> diff1_2 = new HashSet<>(values1);
   ...>     diff1_2.removeAll(values2);
   ...>     HashSet<Integer> diff2_1 = new HashSet<>(values2);
   ...>     diff2_1.removeAll(values1);
   ...>
   ...>
   ...>     // Vereinigung bilden
   ...>     HashSet<Integer> result = new HashSet<>();
   ...>     result.addAll(diff1_2);
   ...>     result.addAll(diff2_1);
   ...>     return result;
   ...> }
|  created method symDiff(HashSet<Integer>,HashSet<Integer>)
```

Symmetrische Differenz – mal ausprobieren

```
jshell> var values1 = new HashSet<>(Set.of(1,2,3))
values1 ==> [1, 2, 3]

jshell> var values2 = new HashSet<>(Set.of(3,4,5))
values2 ==> [3, 4, 5]

jshell> symDiff(values1, values2)
$82 ==> [1, 2, 4, 5]
```



Geht das nicht einfacher?



Symmetrische Differenz

- **Schnittmenge berechnen, Vereinigung bilden und Schnittmenge abziehen**

```
jshell> HashSet<Integer> symDiff_shorter(HashSet<Integer> values1,
                                         HashSet<Integer> values2)
   ...> {
   ...>     // Schnittmenge bilden
   ...>     HashSet<Integer> intersection = new HashSet<>(values1);
   ...>     intersection.retainAll(values2);
   ...>
   ...>     // Vereinigung bilden und Schnittmenge abziehen
   ...>     HashSet<Integer> result = new HashSet<>();
   ...>     result.addAll(values1);
   ...>     result.addAll(values2);
   ...>     result.removeAll(intersection);
   ...>     return result;
   ...> }
|  created method symDiff_shorter(HashSet<Integer>,HashSet<Integer>)

jshell> symDiff_shorter(values1, values2)
$84 ==> [1, 2, 4, 5]
```

Was ist denn mit Sortierung?

Sortierte Mengen => Klasse `TreeSet`

- Mitunter möchte man die Werte einer Menge sortiert aufbereiten
- Dabei hilft die Klasse `TreeSet`, die automatisch für eine Sortierung sorgt
- Das funktioniert für Zahlen und Texte (für eigene Klassen -> später)

```
jshell> var randomNumbers = Set.of(7, 4, 8, 2, 1, 11, 17, 5, 21)
randomNumbers ==> [17, 11, 8, 7, 5, 4, 21, 2, 1]

jshell> var sortedNumbers = new TreeSet<>(randomNumbers)
sortedNumbers ==> [1, 2, 4, 5, 7, 8, 11, 17, 21]


jshell> var cities = Set.of("Kiel", "Aachen", "Bremen", "Oldenburg", "Zürich")
cities ==> [Kiel, Zürich, Aachen, Oldenburg, Bremen]

jshell> var sortedCities = new TreeSet<>(cities)
sortedCities ==> [Aachen, Bremen, Kiel, Oldenburg, Zürich]
```

Schlüssel-Wert-Abbildungen (HashMap)

Maps – Basisfunktionalitäten

- In der `ArrayList` sind Elemente als geordnete Sammlung gespeichert und man kann indiziert (Typ `int`) darauf zugreifen.
- Eine `HashMap` hingegen speichert Abbildungen von Schlüsseln auf Werte, sogenannte »Schlüssel- Wert«-Paare.
- zugrunde liegende Idee, jedem gespeicherten Wert einen eindeutigen Schlüssel zuzuordnen
- Als Beispiel bilden Telefonbücher Namen auf Telefonnummern ab. Es gibt keinen indizierten Zugriff, sondern dieser erfolgt über den Schlüssel.
- Maps werden auch als Dictionary oder als Lookup-Tabelle bezeichnet

HashMap

- **Erzeugen mit new**

```
jshell> var cityInhabitantsMap = new HashMap<String, Integer>()
cityInhabitantsMap ==> {}
```

- **Erzeugen mit Collection-Factory-Methoden**

```
jshell> var unmodifiableMap = Map.of("Bern", 170_000, "Berlin", 3_500_000)
unmodifiableMap ==> {Berlin=3500000, Bern=170000}
```

HashMaps -- Basisfunktionalitäten

- **Hinzufügen einzelner Abbildungen**

```
jshell> cityInhabitantsMap.put("Zürich", 400_000);
$169 ==> null

jshell> cityInhabitantsMap.put("Hamburg", 2_000_000);
$170 ==> null

jshell> cityInhabitantsMap.put("Kiel", 250_000);
$171 ==> null

jshell> cityInhabitantsMap
cityInhabitantsMap ==> {Kiel=250000, Hamburg=2000000, Zürich=400000}
```

- **Anzahl an Abbildungen ermitteln**

```
jshell> cityInhabitantsMap.size()
$172 ==> 3
```

HashMaps -- Basisfunktionalitäten

- **Hinzufügen mehrerer Abbildungen**

```
jshell> cityInhabitantsMap.putAll(unmodifiableMap)

jshell> cityInhabitantsMap
cityInhabitantsMap ==> {Bern=170000, Kiel=250000, Berlin=3500000,
Hamburg=2000000, Zürich=400000}
```

- **Zugriff über Schlüssel (auch mit Fallback)**

```
jshell> cityInhabitantsMap.get("Zürich")
$184 ==> 400000

jshell> cityInhabitantsMap.get("Oldenburg")
$185 ==> null

jshell> cityInhabitantsMap.getOrDefault("Oldenburg", 175_000)
$186 ==> 175000
```

HashMap

```
cityInhabitantsMap ==> {Bern=170000, Kiel=250000, Berlin=3500000,
Hamburg=2000000, Zürich=400000}
```

- **Prüfen, ob ein Eintrag existiert (`containsKey()`)**

```
jshell> cityInhabitantsMap.containsKey("Zurich")
$175 ==> true

jshell> cityInhabitantsMap.containsKey("Bremen")
$176 ==> false
```

- **Prüfen, ob ein Wert existiert (`containsValue()`)**

```
jshell> cityInhabitantsMap.containsValue(400000)
$177 ==> true

jshell> cityInhabitantsMap.containsValue(1234567)
$178 ==> false
```

HashMaps -- Basisfunktionalitäten

- **Aktualisieren einzelner Abbildungen**

```
jshell> cityInhabitantsMap.put("Bern", 180_000)
$187 ==> 170000
```

- **Aktualisieren mehrerer Abbildungen**

```
jshell> cityInhabitantsMap.putAll(Map.of("Kiel", 262_000,
   ...>                                  "Aachen", 265_000))

jshell> cityInhabitantsMap
cityInhabitantsMap ==> {Bern=180000, Kiel=262000, Berlin=3500000,
Zürich=400000, Hamburg=2000000, Zürich=400000, Aachen=265000}
```

HashMaps – Basisfunktionalitäten

- **Löschen**

```
jshell> cityInhabitantsMap.remove("Bern")
$190 ==> 180000

jshell> cityInhabitantsMap.remove("Kiel")
$191 ==> 262000

jshell> cityInhabitantsMap.remove("Aachen")
$192 ==> 265000

jshell> cityInhabitantsMap
cityInhabitantsMap ==> {Berlin=3500000, Zürich=400000, Hamburg=2000000,
Zürich=400000}

jshell> cityInhabitantsMap.clear()

jshell> cityInhabitantsMap
cityInhabitantsMap ==> {}
```

HashMaps -- Durch die Elemente iterieren

- **Bei HashMaps existiert kein indizierter Zugriff**
- **Allerdings lassen sich die Abbildungen mit folgenden Methoden auslesen:**

1. `entrySet()` – Erzeugt eine Menge mit allen Schlüssel-Wert-Paaren.
2. `keySet()` – Liefert eine Menge hinterlegten Schlüsseln.
3. `values()` – Liefert eine Liste hinterlegten Werten.

```
cityInhabitantsMap ==> {Zürich=400000, Kiel=265000, Bremen=550000}

jshell> cityInhabitantsMap.keySet()
$198 ==> [Zürich, Kiel, Bremen]

jshell> cityInhabitantsMap.values()
$199 ==> [400000, 265000, 550000]

jshell> cityInhabitantsMap.entrySet()
$200 ==> [Zürich=400000, Kiel=265000, Bremen=550000]
```

HashMaps -- Durch die Elemente iterieren

- **Alle Abbildungen ablaufen:**

```
jshell> for (Map.Entry entry : cityInhabitantsMap.entrySet())
   ...> {
   ...>     System.out.println(entry);
   ...> }
Zürich=400000
Kiel=265000
Bremen=550000
```

- **Aufbereitung der Schlüssel:**

```
jshell> String.join("-", cityInhabitantsMap.keySet())
$201 ==> "Zürich-Kiel-Bremen"
```

- **Gesamteinwohner ermitteln (mit Vorgriff Lambdas & Streams):**

```
jshell> cityInhabitantsMap.values().stream().mapToInt(n->n).sum()
$202 ==> 1215000
```

Was ist denn mit Sortierung?

Sortierte Maps => Klasse `TreeMap`

- Mitunter möchte man die Schlüssel einer Map sortiert aufbereiten
- Dabei hilft die Klasse `TreeMap`, die automatisch für eine Sortierung sorgt
- Das funktioniert für Zahlen und Texte (für eigene Klassen -> später)

```
jshell> var cityInhabitants = Map.of("Kiel", 265000, "Zürich", 400000,
"Berlin", 3500000)
cityInhabitants ==> {Kiel=265000, Zürich=400000, Berlin=3500000}

jshell> var sortedMap = new TreeMap<>(cityInhabitants)
sortedMap ==> {Berlin=3500000, Kiel=265000, Zürich=400000}
```

Was kann man sonst noch machen?

Maps als Lookup-Map: Römische Zahlen Buchstaben auf Wert

- **Wert ergibt sich normalerweise aus der Addition der Werte der einzelnen Ziffern von links nach rechts beispielsweise XVI für den Wert 16.**

```
var valueMap = Map.of('I', 1, 'V', 5, 'X', 10, 'L', 50, 'C', 100, 'D', 500, 'M', 1000);
```

1. **Additionsregel**: Gleiche Ziffern nebeneinander werden addiert, etwa XXX = 30 Ebenso gilt dies für kleinere Ziffern nach größeren, z. B. XII = 12.
2. **Wiederholungsregel**: Es dürfen maximal drei gleiche Ziffern aufeinanderfolgen. Nach Regel 1 könnte man die Zahl 4 als IIII schreiben, was diese Regel 2 verbietet. Hier kommt die Subtraktionsregel ins Spiel.
3. **Subtraktionsregel**: Steht ein kleineres Zahlzeichen vor einem größeren, so wird der entsprechende Wert subtrahiert. Schauen wir nochmals auf die 4: Diese kann man als Subtraktion $5 - 1$ realisieren. Das wird im römischen Zahlensystem als IV notiert. Für die Subtraktion gelten folgende Regeln:
   - I steht nur vor V und X
   - X steht nur vor L und C
   - C steht nur vor D und M

Maps als Lookup-Map

```
public static int fromRomanNumber(final String romanNumber)
{
    int value = 0;
    int lastDigitValue = 0;

    for (int i = romanNumber.length() - 1; i >= 0; i--)
    {
        final char romanDigit = romanNumber.charAt(i);
        final int digitValue = valueMap.getOrDefault(romanDigit, 0);

        final boolean addMode = digitValue >= lastDigitValue;
        if (addMode)
        {
            value += digitValue;
            lastDigitValue = digitValue;
        }
        else
        {
            value -= digitValue;
        }
    }
    return value;
}
```

Demo:

RomanNumbers

Generics

Containerklassen und Typen der gespeicherten Objekte

- Ursprünglich waren die Containerklassen des Collections-Frameworks wie Listen, Sets und Maps untypisiert.
- Somit konnten dort Objekte beliebigen Typs verwaltet werden. Jedoch sind derartige heterogene Container nur für wenige Anwendungsfälle nützlich.
- Viel öfter ist gewünscht, gleichartige Objekte, also diejenigen eines bestimmten Typs, zu speichern – man spricht von einer homogenen Zusammensetzung.

Containerklassen und Typen der gespeicherten Objekte

- Ohne das Sprachfeature Generics oder eine selbst geschriebene Containerklasse kann man diese Forderung nur durch eine geeignete Namensgebung, etwa personList, ausdrücken, nicht aber vom Compiler sicherstellen lassen.

- Seit JDK 5 lässt sich die typsichere Definition von Containerklassen mithilfe von Generics ohne weiteren eigenen Implementierungsaufwand erreichen. Es muss lediglich eine Typangabe bei der Definition einer Containerklasse erfolgen. Basierend darauf kann vom Compiler sichergestellt werden, dass dort nur gewünschte Typen verwaltet werden.

```
new ArrayList<String>()

new HashSet<Person>()
```

Rückblick: Nicht generische Container

- Um die Problematik nicht typsicherer Container zu rekapitulieren bzw. besser nachvollziehen zu können, betrachten wir als Beispiel die Datenspeicherung von Person-Objekten in einer `ArrayList` ohne Typangabe.

```
jshell> ArrayList personList = new ArrayList()
personList ==> []
```

- Man spricht auch von einem sogenannten Raw Type

- Die Zugriffsmethoden, etwa Object get(int) und add(Object), sind alle mit Eingabeparametern oder Rückgabewerten des Typs Object definiert.

- Dadurch können Objekte beliebiger Typen verarbeitet werden.

Rückblick: Nicht generische Container

- **Nehmen wir an, es wären zwei Personen und ein String in der Liste gespeichert:**

```
jshell> for (int i = 0; i < personList.size(); i++) ...> {
    ...>     // Explizite Typumwandlung notwendig zum Methodenaufruf
    ...>     Person person = (Person) personList.get(i);
    ...>     System.out.println(person.name() + " aus " + person.city());
    ...> }
Max aus Musterstadt
Moritz aus Musterstadt
| Exception java.lang.ClassCastException: class java.lang.String cannot be
cast
to class REPL.$JShell$31$Person
```

Abhilfe: Generische Container

- **Seit Java 5 kann und sollte man bei der Definition einer Containerklasse den zu verwaltenden Typ in spitzen Klammer angeben:**

```
// Typsichere Definition mit Generics
final ArrayList<Person> personList = new ArrayList<Person>();

personList.add(new Person("Max", LocalDate.now(), "Musterstadt"));
personList.add(new Person("Moritz", LocalDate.now(), "Musterstadt"));
//personList.add("Sarah vom Auetal?); // Compile-Error
```

Definition eigener generischer Klassen

Oftmals ist es darüber hinaus wünschenswert, eigene typisierte Klassen erstellen zu können, etwa einen Datencontainer für Wertepaare beliebiger Typen. Wir definieren den Container `Pair` mit zwei formalen Typparametern T1 und T2, die als Platzhalter für konkrete Typen beim Einsatz dienen:

```
public final class Pair<T1, T2>
{
    private final T1 first;
    private final T2 second;

    public Pair(final T1 first, final T2 second) {
        this.first = first;
        this.second = second;
    }

    public final T1 getFirst() {
        return first;
    }

    public final T2 getSecond() {
        return second;
    }
}
```

`Pair<String, Person>`

`Pair<String, Integer>`

Eigene generische Klasse im EInsatz

- **Der Container `Pair` zur Rückgabe mehrerer Werte:**

```
public static void main(String[] args)
{
    Pair<String, List<String>> result = calcComplexResult();
    System.out.println("first: " + result.first);
    System.out.println("second: " + result.second);
}

static Pair<String, List<String>> calcComplexResult()
{
    return new Pair<>("INFO", List.of("VALUE1", "VALUE2"));
}
```

- **=>**

```
first: INFO
second: [VALUE1, VALUE2]
```

Basis-Interfaces für Collections

Basis-Interfaces

- Bislang haben wir die Containerklassen wie `ArrayList`, `HashSet` und `HashMap` direkt ohne Abstraktion genutzt.
- Das ist oftmals eher schlechtes Design, war aber zum Einstieg in Datenstrukturen ein Kompromiss, um nicht gleich zu viele Themen behandeln zu müssen.
- Normalerweise definiert man die Datenstrukturen auf Basis der jeweiligen Interfaces `List<E>`, `Set<E>` bzw. `Map<K,V>`, etwa wie folgt:

```
jshell> List<String> names = new ArrayList<>()
names ==> []

jshell> Set<Integer> numbers = new HashSet<>()
numbers ==> []

jshell> Map<String, Integer> mapping = Map.of()
mapping ==> {}
```

Basis-Interface `Collection`

- **`List` und `Set` besitzen noch eine gemeinsame Basis: `Collection`**

```
jshell> Collection<String> names = new ArrayList<>()
names ==> []
```

Das Interface `Collection<E>` definiert die Basis für diverse Containerklassen, die das Interface `List<E>` bzw. `Set<E>` erfüllen und somit Listen bzw. Mengen repräsentieren. Das Interface `Collection<E>` bietet *keinen* indizierten Zugriff, aber folgende Methoden:

- `int size()` – Ermittelt die Anzahl der in der Collection gespeicherten Elemente.
- `boolean isEmpty()` – Prüft, ob Elemente vorhanden sind.
- `boolean add(E element)` – Fügt ein Element zur Collection hinzu. Gibt `true` zurück, wenn sich die Collection ändert – bei Sets ist dies bei Duplikaten nicht der Fall.
- `boolean addAll(Collection<? extends E> collection)` – Fügt der Collection alle übergebenen Elemente hinzu.

Interface `List`

Das Interface `List<E>`

Das Interface `List<E>` bildet die Basis für alle Listen und bietet *zusätzlich* zu den Methoden des Interface `Collection<E>` folgende indizierte, 0-basierte Zugriffe:

- `E get(int index)` – Ermittelt das Element der Liste an der Position `index`.
- `void add(int index, E element)` – Fügt das Element `element` an der Position `index` der Liste ein.
- `E set(int index, E element)` – Ersetzt das Element an der Position `index` der Liste durch das übergebene Element `element` und liefert das zuvor an dieser Position gespeicherte Element zurück.[3]
- `E remove(int index)` – Entfernt das Element an der Position `index` der Liste und liefert das gelöschte Element zurück.
- `int indexOf(Object object)` und
- `int lastIndexOf(Object object)` – Mit diesen Methoden wird die Position eines gesuchten Elements zurückgeliefert. Die Gleichheit zwischen dem Suchelement und den einzelnen Elementen der Liste wird mit der Methode `equals(Object)` überprüft. Die Suche startet dabei entweder am Anfang (`indexOf(Object)`) oder am Ende der Liste (`lastIndexOf(Object)`).

Interface Set

- Im Gegensatz zum Interface List<E> sind im Interface Set<E> keine Methoden zusätzlich zu denen des Interface Collection<E> vorhanden.

- Allerdings wird ein anderes Verhalten für die Methoden add(E) und addAll(Collection<E>) vorgeschrieben.

- Dieser Unterschied zwischen Set<E> und dem zugrunde liegenden Interface Collection<E> ist nötig, um Duplikatfreiheit zu garantieren, selbst dann, wenn der Menge das gleiche Objekt mehrfach hinzugefügt wird.

Iteratoren

Iteratoren – Grundlagen

- **Iteratoren werden in Java vielfach verwendet, etwa für Schleifen**
- **Ein Iterator ist eine Art Zeiger, der auf das aktuelle Element verweist und das nächste Element eines Datencontainers liefern kann.**
- **Alle Datenstrukturen, die das Interface Collection<E> erfüllen, bieten über die Methode iterator() Zugriff auf das Interface java.util.Iterator<E>, dass zwei Methoden bietet:**
  - hasNext() und
  - next().

Iteratoren im (naiven) Einsatz

```
jshell> var names = List.of("Tim", "Tom", "Mike")
names ==> [Tim, Tom, Mike]

jshell> Iterator<String> it = names.iterator()
it ==> java.util.ImmutableCollections$ListItr@34a245ab

jshell> it.next()
$5 ==> "Tim"

jshell> it.next()
$6 ==> "Tom"

jshell> it.next()
$7 ==> "Mike"

jshell> it.next()
|  Exception java.util.NoSuchElementException
|        at ImmutableCollections$ListItr.next (ImmutableCollections.java:375)
|        at (#9:1)
```

Iteratoren – typisches EInsatzmuster

```
// Holen eines Iterators
Iterator<T> it = ds.iterator()
while (it.hasNext())
{
    // Zugriff auf nächstes Element
    T element = it.next();
    // do something with element
}
```

Iteratoren im korrekten Einsatz

```
jshell> var names = List.of("Tim", "Tom", "Mike "Andy")
names ==> [Tim, Tom, Mike, Andy]

jshell> Iterator<String> it = names.iterator()
it ==> java.util.ImmutableCollections$ListItr@17d10166

jshell> while (it.hasNext())
   ...> {
   ...>     String nextValue = it.next();
   ...>     System.out.println(nextValue);
   ...> }
Tim
Tom
Mike
Andy
```

Eigene Iteratoren (zur Fakultätsberechnung)

```
jshell> class FactorialIterator implements Iterator<Integer>
   ...> {
   ...>     private int n;
   ...>     private int result = 1;
   ...>     private int iteration = 1;
   ...>
   ...>     public FactorialIterator(int n) {
   ...>         this.n = n;
   ...>     }
   ...>
   ...>     public boolean hasNext() {
   ...>         return iteration <= n;
   ...>     }
   ...>
   ...>     public Integer next() {
   ...>         result *= iteration;
   ...>         iteration++;
   ...>         return result;
   ...>     }
   ...> }
|  created class FactorialIterator
```

Eigener Iterator im Einsatz

- **Handgestrickt**

```
jshell> Iterator<Integer> fac = new FactorialIterator(5)
fac ==> FactorialIterator@504bae78

jshell> fac.next()
$13 ==> 1

jshell> fac.next()
$14 ==> 2

jshell> fac.next()
$15 ==> 6

jshell> fac.next()
$16 ==> 24

jshell> fac.next()
$17 ==> 120

jshell> fac.next()
$18 ==> 720
```

Mit Schleife

```
jshell> var fac = new FactorialIterator(5)
fac ==> FactorialIterator@5eb5c224

jshell> while (fac.hasNext())
   ...>     System.out.println(fac.next())
1
2
6
24
120
```

ArrayIterator selbstgestrickt


```
public class ArrayIteratorAdapter implements Iterator<T>
{
   int currentPosition;
   final T[] adaptee;

   public ArrayIteratorAdapter(final T[] adaptee)
   {
       this.adaptee = adaptee;
       this.currentPosition = 0;
   }

   // TODO
   public boolean hasNext()
   public T next()
}
```

ArrayIterator – Beispiellösung

```
public class ArrayIteratorAdapter<T> implements Iterator<T>
{
    int currentPosition;
    final T[] adaptee;

    public ArrayIteratorAdapter(final T[] adaptee) {
        this.adaptee = adaptee;
        this.currentPosition = 0;
    }

    @Override
    public boolean hasNext() {
        return currentPosition < adaptee.length;
    }

    @Override
    public T next() {
        final T next = adaptee[currentPosition];
        currentPosition++;
        return next;
    }
}
```

Sortierung

Grundlagen zur Sortierung

- Mitunter ist es praktisch, wenn die in einer Containerklasse verwalteten Daten sortiert vorliegen.

- Für Arrays und Listen gibt es keine Automatik. Um diese sortiert zu halten, wird ein manueller Schritt notwendig. Hierbei unterstützt, wie schon gesehen, die Methode `sort()`.

- Natürliche Ordnung und Comparable<T> – Sofern zu speichernde Objekte das Interface Comparable<T> erfüllen, können sie darüber ihre Ordnung, d. h. ihre Reihenfolge untereinander, beschreiben. Diese Reihenfolge wird auch als natürliche Ordnung bezeichnet, da sie durch die Objekte selbst bestimmt wird.

Java Comparable

Sortierungen und das Interface `Comparable<T>`

Oftmals besitzen Werte oder Objekte eine natürliche Ordnung: Das gilt etwa für Zahlen und Strings. Für komplexe Typen ist die Aussage »kleiner« bzw. »größer« nicht immer sofort ersichtlich, lässt sich aber bei Bedarf selbst definieren.

Dazu erlaubt das Interface `Comparable<T>` typsichere Vergleiche und deklariert die Methode `compareTo(T)` folgendermaßen:

```
public interface Comparable<T>
{
    public int compareTo(T o);
}
```

Das Vorzeichen des Rückgabewerts bestimmt die Reihenfolge der Elemente:

- $= 0$: Der Wert 0 bedeutet Gleichheit des aktuellen und des übergebenen Objekts.
- < 0: Das aktuelle Objekt ist kleiner als das übergebene Objekt.
- > 0: Das aktuelle Objekt ist größer als das übergebene Objekt.

Diverse Klassen im JDK (alle Wrapper-Klassen, `String`, `Date` usw.) implementieren das Interface `Comparable<T>` und sind damit automatisch sortierbar.

Weitere Ordnungen / Sortierungen und Comparator<T>

- Teilweise benötigt man zusätzlich zur natürlichen Ordnung weitere oder alternative Sortierungen, etwa wenn man Personen nicht nach Nachname, sondern alternativ nach Vorname und Geburtsdatum ordnen möchte.
- Diese ergänzenden Sortierungen können mithilfe von Implementierungen des Interface Comparator<T> festgelegt werden.
- Der Vorteil ist, dass man Anwendungsklassen nicht überfrachtet, sondern Sortierungen in eigenständigen Vergleichsklassen definiert wird.
- Es lassen sich von der natürlichen Ordnung abweichende Sortierungen realisieren und auch Objekte von Klassen sortieren, für die keine natürliche Ordnung existiert, weil Comparable<T> nicht implementiert ist.

Vordefinierte Sortierungen in Comparator<T>

- naturalOrder()
- reverseOrder()
- nullsFirst() / nullsLast()

```
jshell> var names = Arrays.asList("A", null, "B", "C", null, "D")
names ==> [A, null, B, C, null, D]

jshell> Comparator<String> naturalOrder = Comparator.naturalOrder();
naturalOrder ==> INSTANCE

jshell> var nullsFirst = Comparator.nullsFirst(naturalOrder);
nullsFirst ==> java.util.Comparators$NullComparator@18e8568

jshell> names.sort(nullsFirst)

jshell> names
names ==> [null, null, A, B, C, D]
```

Java Comparator

ACHTUNG: JAVA Fallstrick ...

```
jshell> var names = List.of("Mike", "Andy", "Peter", "Jim", "Tim")
names ==> [Mike, Andy, Peter, Jim, Tim]

names.sort(Comparator.naturalOrder())
|  Exception java.lang.UnsupportedOperationException



jshell> var modifiable = new ArrayList<>(names)
modifiable ==> [Mike, Andy, Peter, Jim, Tim]

jshell> modifiable.sort(Comparator.naturalOrder())

jshell> modifiable
modifiable ==> [Andy, Jim, Mike, Peter, Tim]
```

Natürliche Ordnung / Umgedrehte Sortierung

```
jshell> var modifiable = new ArrayList<>(names)
modifiable ==> [Mike, Andy, Peter, Jim, Tim]

jshell> modifiable.sort(Comparator.naturalOrder())

jshell> modifiable
modifiable ==> [Andy, Jim, Mike, Peter, Tim]


jshell> modifiable.sort(Comparator.reverseOrder())

jshell> modifiable
modifiable ==> [Tim, Peter, Mike, Jim, Andy]
```

Comparator<T>

- comparing() – Definiert einen Komparator basierend auf der Extraktion zweier Werte, die sich mit Comparable<T> vergleichen lassen.

- thenComparing(), thenComparingInt()/-Long() und -Double() – Hintereinanderschaltung von Komparatoren

```
Comparator<Person> byName = Comparator.comparing(Person::getName);
Comparator<Person> byAge = Comparator.comparing(Person::getAge);

// Kombination von Komparatoren
Comparator<Person> byNameAndFirstname = byName.
                                        thenComparing(byFirstname);
Comparator<Person> byNameAndAge = byName.thenComparing(byAge);
```

Spezielle Sortierung nach letztem Buchstaben / nach Länge

- **byLastChar**

```
jshell> modifiable.sort(Comparator.comparing(name -> name.charAt(name.length() - 1)))

jshell> modifiable
modifiable ==> [Mike, Tim, Jim, Peter, Andy]
```

- **Nach Länge**

```
jshell> modifiable.sort(Comparator.comparing(String::length))

jshell> modifiable
modifiable ==> [Jim, Tim, Mike, Andy, Peter]
```

Case-Insensitive Sortierung

```
jshell> var names = new ArrayList<>(List.of("tim", "TOM", "MIKE", "Michael",
"andreas", "STEFAN"))
names ==> [tim, TOM, MIKE, Michael, andreas, STEFAN]

jshell> names.sort(Comparator.comparing(String::toLowerCase))

jshell> names
names ==> [andreas, Michael, MIKE, STEFAN, tim, TOM]
```

Spezielle Sortierung nach Länge sowie auch absteigend

- **Nach Länge auf- und absteigend**

```
jshell> var names = List.of("Tim", "Tom", "Michael", "Andy", "James")
names ==> [Tim, Tom, Michael, Andy, James]

jshell> var modifiable = new ArrayList<>(names)
modifiable ==> [Tim, Tom, Michael, Andy, James]

jshell> modifiable.sort(Comparator.comparing(String::length))

jshell> modifiable
modifiable ==> [Tim, Tom, Andy, James, Michael]

jshell> modifiable.sort(Comparator.comparing(String::length).reversed())


jshell> modifiable
modifiable ==> [Michael, James, Andy, Tim, Tom]
```

Exercises Part 5

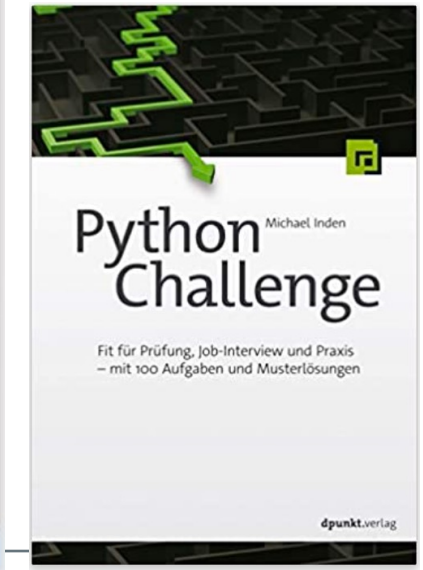
https://github.com/Michaeli71/JAVA_INTRO


HELP
IS ON THE
WAY


Michael Inden
Einfach Java
Gleich richtig programmieren lernen
dpunkt.verlag


5. Auflage
Michael Inden
Der Weg zum Java-Profi
Konzepte und Techniken für die professionelle Java-Entwicklung
dpunkt.verlag


Michael Inden
Java Challenge
Fit für das Job-Interview und die Praxis – mit mehr als 100 Aufgaben und Musterlösungen
dpunkt.verlag


Michael Inden
Python Challenge
Fit für Prüfung, Job-Interview und Praxis – mit 100 Aufgaben und Musterlösungen
dpunkt.verlag

Thank You