

Objektorientierte Programmierung in Java

Vorlesung 4 - Klassenbibliotheken

Emily Lucia Antosch

HAW Hamburg

22.10.2024

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Zeichenketten	7
3. Mehrdimensionale Arrays	55
4. License Notice	59

1. Einleitung

1.1 Wo sind wir gerade?

- Zuletzt haben wir uns mit Klassen und Objekten beschäftigt.
- Sie können nun
 - ▶ einfache Klassen in Java schreiben,
 - ▶ aus den Klassen Objekte erzeugen, Attribute verwenden und Methoden aufrufen und
 - ▶ Klassenvariablen und Klassenmethoden verwenden.
- Heute geht es weiter mit **Klassenbibliotheken**.

1.1 Wo sind wir gerade?

1. Imperative Konzepte
2. Klassen und Objekte
3. **Klassenbibliothek**
4. Vererbung
5. Schnittstellen
6. Graphische Oberflächen
7. Ausnahmebehandlung
8. Eingaben und Ausgaben
9. Multithreading (Parallel Computing)

1.2 Das Ziel dieses Kapitels

- Sie wenden Zeichenketten beispielsweise für eine formatierte Ausgabe von Daten an.
- Sie organisieren gleichartige Daten in Feldern, Matrizen sowie Listen.
- Sie wandeln Zeichenketten in Zahlenwerte und wenden mathematische Funktionen auf Zahlenwerte an.

2. Zeichenketten

2.1 Zeichenketten

- Zeichenketten in C
 - ▶ Variablen: Zeiger auf Array des primitiven Datentyps `char`
 - ▶ Speichergröße vom Programmierer verwaltet
 - ▶ Datentyp hat keine Methoden
- Zeichenketten in Java:
 - ▶ Zeichenketten sind Objekte der Klasse `String`.
 - ▶ Variablen referenzieren Objekte
 - ▶ Speichergröße vom Objekt verwaltet
 - ▶ Datentyp stellt Methoden zur Verfügung

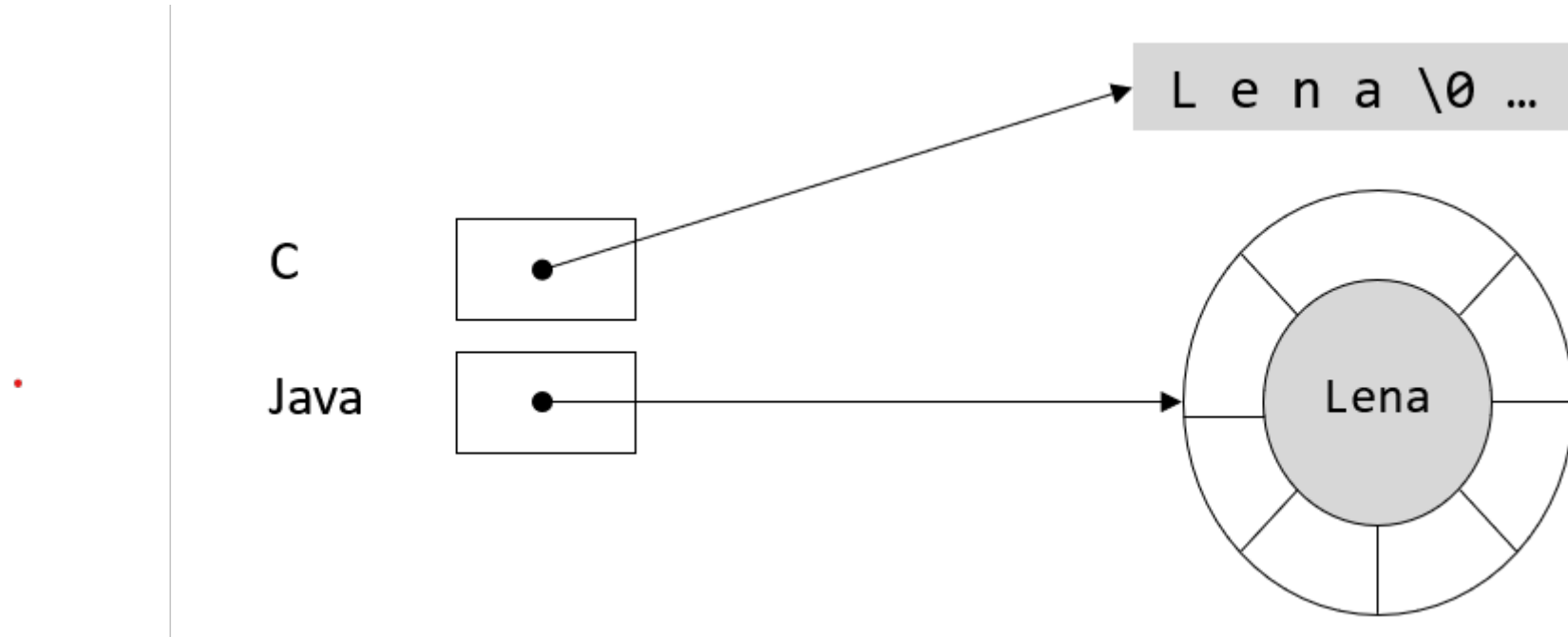


Abbildung 1: Zeichenketten: Unterschiede C und Java

2.2 Zeichenketten erzeugen

- Erzeugung erfolgt auch über den new-Operator:

```
1 String name = new String("Lena");
```



- Alternativ auch durch Zuweisung eines Literales:

```
1 String name = "Lena";
```



- Zuweisung eines Literales auch nach Erzeugung möglich:

```
1 String name = new String("Lena");
```



```
2 name = "Birgit";
```

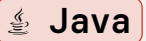
! Merke

- Wie in vielen objektorientierten Sprachen:
 - ▶ Objekte der Klasse String sind unveränderbar (immutable).
 - ▶ Ihr Wert kann nach Erzeugung nicht modifiziert werden.
 - ▶ Zum mehrstufigen Aufbau existiert die Klasse `StringBuilder`

? Frage

Welche Ausgabe erzeugt folgendes Programm?

```
1  public static void main(String[] args) {
2      String lena1 = new String("Lena");
3      String lena2 = lena1;
4
5      System.out.println("lena1: " + lena1 + "\nlena2: " + lena2);
6      System.out.println("Referenzen gleich: " + (lena1 == lena2));
7
8      lena2 += " B.";
9      System.out.println("\nlena1: " + lena1 + "\nlena2: " + lena2);
10     System.out.println("Referenzen gleich: " + (lena1 == lena2));
11 }
```



2.3 Zeichenketten als unveränderbar

- Zur Veranschaulichung

```
1 String lena1 = new String("Lena");  
2 String lena2 = lena1;
```

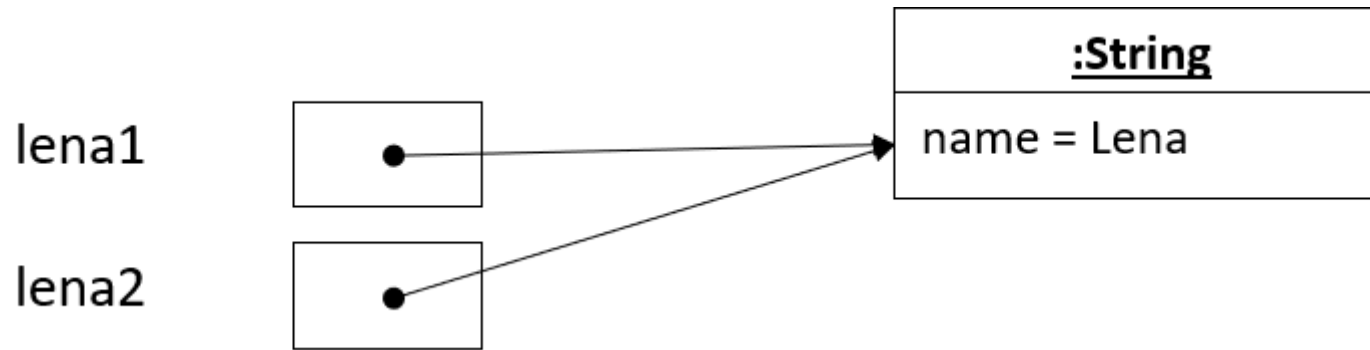


Abbildung 2: Referenz auf Zeichenkette

2.3 Zeichenketten als unveränderbar

2. Zeichenketten

```
1 lena2 += " B.";
```

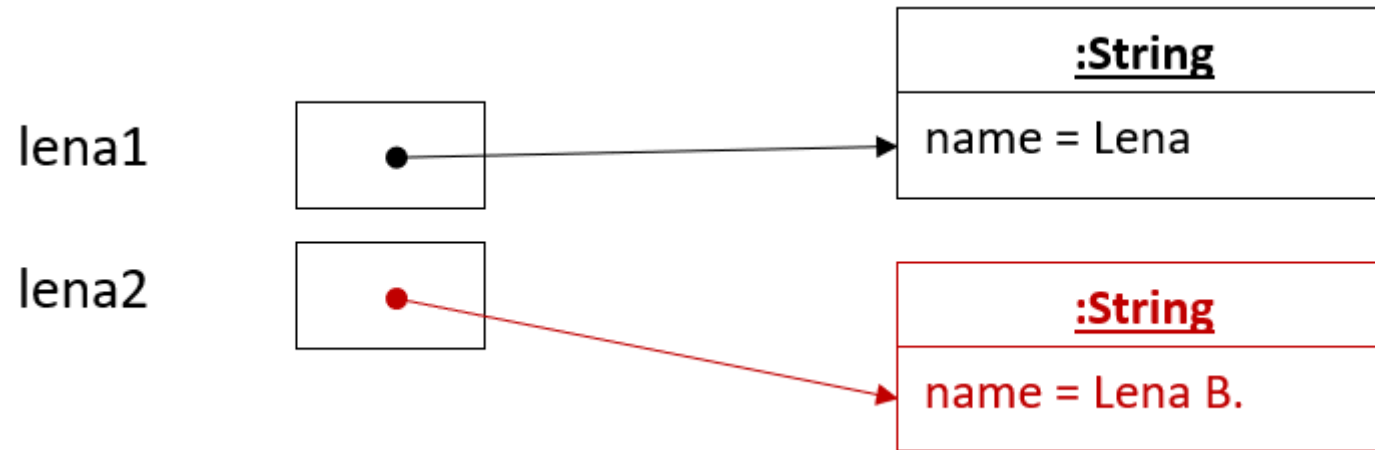
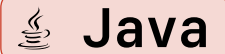


Abbildung 3: Änderung der Zeichenkette führt zu neuem Objekt

2.4 Verkettung von Zeichenketten

- Zeichenketten sind über den Plus-Operator verknüpfbar:

```
1 String name = "Lena " + "oder " + "dann ";  
2     name = name + "doch " + "wieder ";  
3     name += "Birgit?";
```



- Implizite Umwandlung anderer Datentypen in ein String-Objekt:
 - ▶ Auswertung der Plus-Operatoren von links nach rechts
 - ▶ Umwandlung in String, sofern der andere Operand nicht vom Typ String ist

? Frage

Was wird ausgegeben?

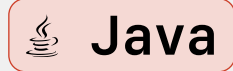
```
1 int a = 20;  
2 int b = 22;  
3 System.out.println("Jahr: " + a + b);  
4 System.out.println(a + b + " (Jahr)");
```



Java

2.5 toString()-Methode

```
1 public String toString() {  
2     // Methodenrumpf  
3     // Rückgabe eines Objektes vom Typ String  
4 }
```



- Methodenkopf vorgeschrieben
- Methodenrumpf frei programmierbar
- Gibt für Objekte einen String zurück, der Objekt beschreiben sollte
- Wird bei impliziter Umwandlung eines Objektes in einen String aufgerufen

Aufgabe 1

Lassen Sie uns das einmal ausprobieren!

- Erzeugen Sie eine Klasse Person und implementieren Sie die toString()-Methode
- Überprüfen Sie den impliziten Aufruf mittels der Konsolenausgabe.

2.5 toString()-Methode

```
1  public class Person {  
2      String firstName, surname;  
3  
4      public Person(String firstName, String surname) {  
5          this.firstName = firstName;  
6          this.surname = surname;  
7      }  
8  
9      public String toString() {  
10         return firstName + " " + surname;  
11     }  
}
```

2.5 toString()-Methode

2. Zeichenketten

```
12    }
```

2.5 toString()-Methode

```
1 Person lena = new Person("Lena", "Jensen");  
2 String name = "Name: " + lena;  
3 System.out.println(lena);  
4 System.out.println(name);
```

2.6 String-Methoden

- Weitere Methoden beinhalten z.B.:
 - ▶ Länge der Zeichenkette
 - ▶ Zeichen an bestimmten Position (Erstes Zeichen hat Index 0!)
 - ▶ Bestimmtes Zeichen ersetzen
 - ▶ Bestimmtes Zeichen oder Teilzeichenkette suchen
 - ▶ Zeichenkette teilen
 - ▶ Umwandlung in Kleinbuchstaben oder Großbuchstaben
 - ▶ Vergleich zweier Zeichenketten
 - ▶ Und noch einige Weitere!

Aufgabe 2

- Ersetzen Sie „Humbug“ durch „Hamburg“.

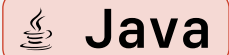
```
1 String hamburg = "Willkommen in Humbug!";  
2 hamburg = hamburg.replace("Humbug", "Hamburg");  
3 System.out.println(hamburg);
```

**Java**

? Frage

Was wird ausgegeben?

```
1 String upper = "Willkommen in Hamburg!";
2 String lower = "willkommen in hamburg!";
3
4 System.out.println(lower.equals(upper));
5 System.out.println(lower.equals(upper.toLowerCase()));
6 System.out.println(lower.equalsIgnoreCase(upper));
```



2.7 String-Formatierung

- Gerne gefragt:
 - ▶ Kann man auch das Format des Strings bei der Ausgabe anpassen? **Ja, natürlich!**
- Klassenmethode `format()`:
 - ▶ Erzeugt eine formatierte Zeichenkette
 - ▶ Es erfolgt keine Ausgabe auf Konsole.
 - ▶ Syntax (fast) identisch mit `printf()` aus C/C++

? Frage

Was wird ausgegeben?

```
1  double wind = 21.4532;  
2  String weather = String.format("%s %d: %.1f km/h",  
    "Station", 7, wind);  
3  System.out.println(weather);
```



Java

? Frage

Was wird ausgegeben?

```
1  double wind = 21.4532;  
2  String weather = String.format("%s %d: %.1f km/h",  
    "Station", 7, wind);  
3  System.out.println(weather);
```



Java

- **Ausgabe:** Station 7: 21,5 km/h

2.7 String-Formatierung

- Formatangaben:

`%[ArgumentNr.] [Flags] [MindestanzahlZeichen] [.Genauigkeit]
Format`

Format	Bedeutung
f, e, g	Fließkommazahl (<u>float</u>)
d	Ganzzahl (<u>decimal</u>)
o	Oktale Ganzzahl (<u>octal</u>)
x, X	Hexadezimale Ganzzahl
s	Zeichenkette (<u>string</u>)
t	Datum und Zeit (<u>time</u>)
b	Wahrheitswert (<u>boolean</u>)

Flag	Bedeutung
-	Linksbündig
+	Vorzeichen immer ausgeben
0	Zahlen links mit 0 auffüllen
,	Zahlen mit Tausenderpunkten
(Negative Zahlen in Klammern

Abbildung 4: Formate und Flags

? Frage

Was wird ausgegeben?

```
1 double wind = 21.4532;  
2 System.out.println(String.format("%2.2f km/h", wind));  
3 System.out.println(String.format("%8.2f km/h", wind));  
4 System.out.println(String.format("%08.2f km/h", wind));
```

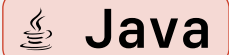


Java

? Frage

Was wird ausgegeben?

```
1 double wind = 21.4532;
2 System.out.println(String.format("%2.2f km/h", wind));
3 System.out.println(String.format("%8.2f km/h", wind));
4 System.out.println(String.format("%08.2f km/h", wind));
```



- Ausgabe:
 - ▶ 21,45 km/h

2.7 String-Formatierung

- ▶ 21,45 km/h
- ▶ 00021,45 km/h

! Merke

- Mindestanzahl der Zeichen:
 - ▶ Schließt Nachkommastellen, sowie das Komma ein
 - ▶ Schneidet keine Vorkommastellen ab

? Frage

- Was fällt auf?

```
1 double wind = 21.4532;  
2 System.out.println(String.format("%2.2f km/h", wind));
```

**Java**

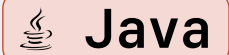
- Ausgabe: 21,45 km/h
-

-

? Frage

- Was fällt auf?

```
1 double wind = 21.4532;  
2 System.out.println(String.format("%2.2f km/h", wind));
```



- Ausgabe: 21,45 km/h
- Oben bei Ausgabe „deutsches Nachkomma“ statt „englischer Punkt“

2.7 String-Formatierung

- Durch Lokalisierung vorgegeben



Beispiel

```
1 double wind = 21.4532;
```

 **Java**

```
2 System.out.println(String.format(Locale.US, "%2.2f  
km/h", wind));
```

```
3 System.out.println(String.format(Locale.GERMAN,  
"%2.2f km/h", wind));
```

- Ausgabe: 21.45 km/h 21,45 km/h

2.8 Arrays (Felder)

- Arrays in C:
 - ▶ Variablen: Zeiger auf erstes Element des Arrays im Speicher
 - ▶ Speichergröße vom Programmierer verwaltet
 - ▶ Datentyp hat keine Methoden
- Arrays in Java:
 - ▶ Arrays sind Objekte.
 - ▶ Variablen referenzieren Objekte
 - ▶ Speichergröße vom Objekt verwaltet
 - ▶ Datentyp stellt Methoden zur Verfügung

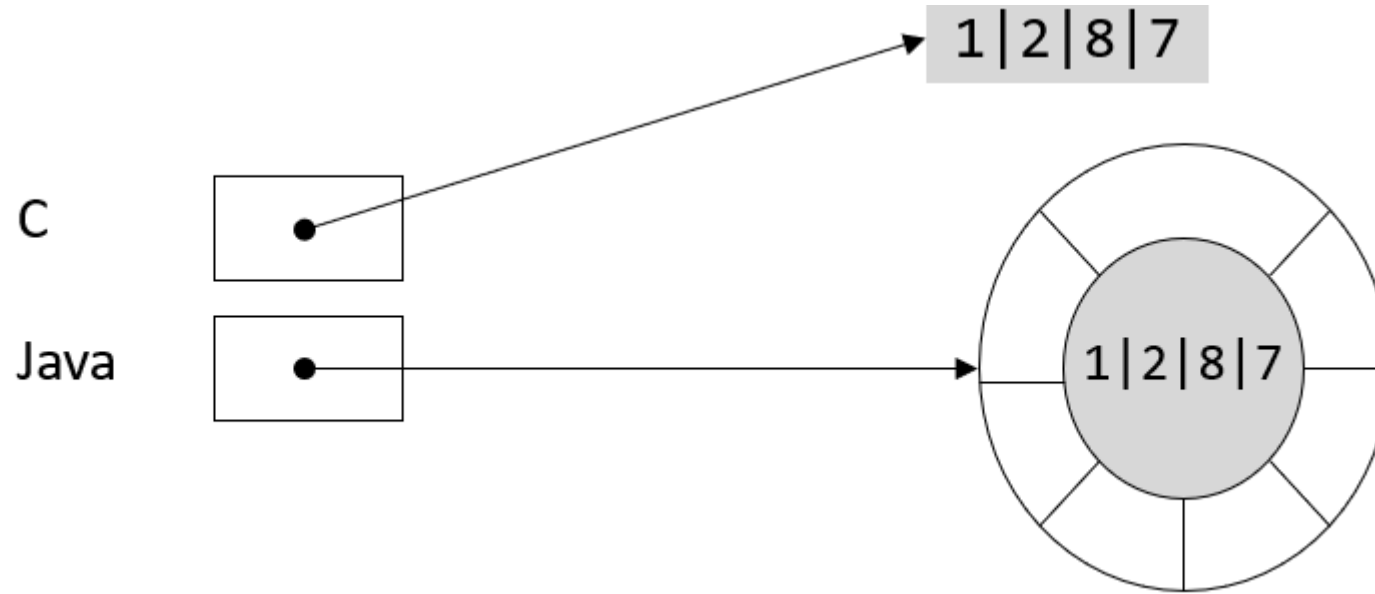


Abbildung 1: Arrays in Java und C

2.9 Erzeugung von Arrays

- Sammlung von Elementen mit gleichem Datentyp
- Datentyp wird durch eckige Klammern zum Array (z.B. `int[]`, `String[]`)
- Array-Klassen sind eigene (weitere) Datentypen
- Deklaration:
 - ▶ Erfordert keine Angabe der Länge
 - ▶ Variable kann Arrays beliebiger Länge referenzieren
 - ▶ Deklaration erzeugt kein Objekt, sondern Referenzvariable

```
1 int[] filter;
```

**Java**

! Merke

- Klammern hinter Variablennamen zulässig, aber nicht empfohlen (Warum?)

```
1 int filter[];
```



Java

2.10 Erzeugung: Dynamische Deklaration

- Array-Objekt mittels new-Operator erzeugen
- Anzahl der Felder in eckigen Klammern
- Beachte: Keine runden „Konstruktor-Klammern“ hinter Datentyp
- Werte im Array werden mit 0, 0.0, false bzw. null initialisiert

```
1 int[] filter = new int[];
```



Java

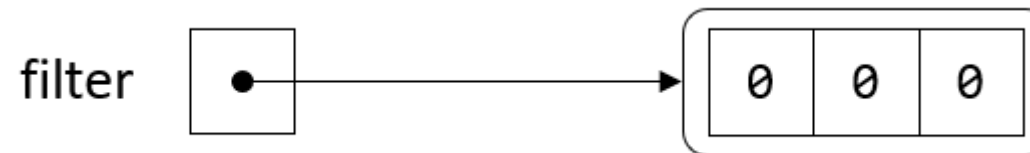


Abbildung 2: Erstellung eines Arrays

2.11 Erzeugung: Zuweisen von Elementen

- Zugriff auf Array-Element über Index in eckigen Klammern
- Erstes Element besitzt Index 0

```
1 int[] filter = new int[3];  
2 filter[0] = 1;  
3 filter[1] = 2;  
4 filter[2] = 1;
```

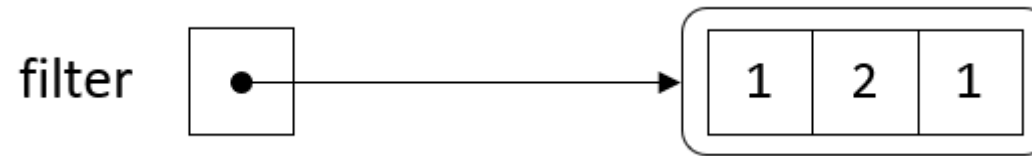


Abbildung 3: Zuweisen von Werten durch Indexzugriff

- Man kann einem Array bereits bei Erzeugung des Objektes die Werte zuweisen.
- Werte in geschweiften Klammern und durch Kommas getrennt
- Mit und ohne Verwendung des new-Operators zulässig

```
1 int[] filter = {1, 2, 1};  
2 int[] filter = new int[] {1, 2, 1};
```

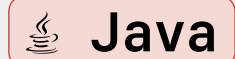


Abbildung 4: Füllen bei Deklaration

2.13 Eigenschaften: Array-Klassen

- Arrays sind Objekte der entsprechenden Klasse:
 - ▶ Arrays besitzen Methoden.
 - ▶ Anzahl der Elemente über Instanzvariable `length`

? Frage

Welches Array wird durch den Code erzeugt?

```
1  int[] filter = new int[3];
2  for (int i = 0; i < filter.length; i++) {
3      filter[i] = i * i;
4  }
```

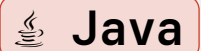




Abbildung 5: Befüllen durch for-Schleife


- Indizes:
 - ▶ Bei Zugriff auf Element überprüft, ob Index im erlaubten Bereich liegt
 - ▶ Mehr im Kapitel über Ausnahmen und Fehlerbehandlung



Beispiel

Beispiele erlaubter und nicht erlaubter Indizes:

```
1 int[] filter = new int[3];
```

 **Java**

```
2 filter[0] = -1;
```

```
3 filter[2] = 4;
```

```
4 filter[-1] = 1;
```

```
5 filter[3] = 2;
```



Abbildung 6: Indizes des Arrays `filter`

2.13 Eigenschaften: Array-Klassen

- Arrays für beliebige Datentypen (auch eigene Klassen) deklarierbar
- Objekte müssen vom gleichen Typ sein (oder Subtyp, hierzu mehr bei Vererbung)
- Nicht die Objekte gespeichert, sondern Referenzen zu den Objekten

```
1 Person[] friends = new Person[3];  
2 friends[0] = new Person("Lena");  
3 friends[1] = new Person("Birgit");  
4 friends[2] = new Person("Jan");
```



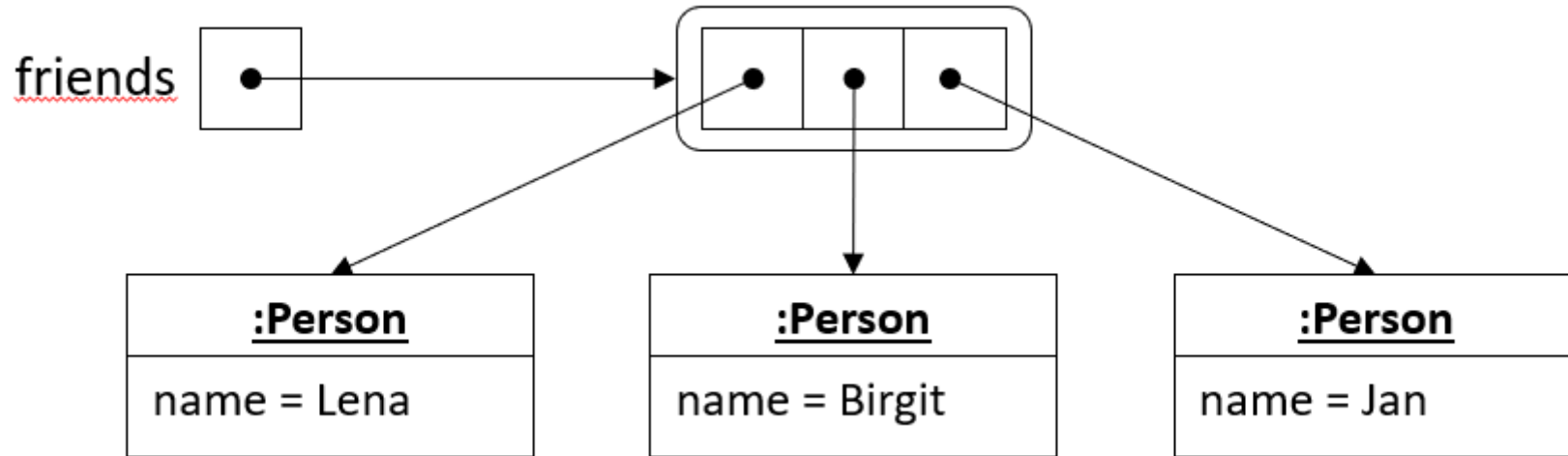


Abbildung 7: Arrays aus Objekten

? Frage

Was wird ausgegeben?

```
1 int[] a = {1, 2, 3, 4, 5};  
2 int[] b = a;  
3 b[3] = 0;  
4 System.out.println(b[2]);  
5 System.out.println(a[3]);
```



Java

? Frage

Was wird ausgegeben?

```
1 int[] a = {1, 2, 3, 4, 5};  
2 int[] b = {1, 2, 3, 4, 5};  
3 System.out.println(a == b);
```

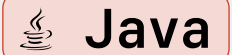


Java

? Frage

Was wird ausgegeben?

```
1  public class ArrayDemo {
2      static int[] createSortedArray(int a, int b) {
3          if (a < b) {
4              return new int[] {a, b};
5          } else {
6              return new int[] {b, a};
7          }
```

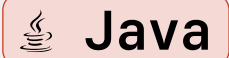



```
8          }  
9  
10         public static void main(String[] args) {  
11             System.out.println( createSortedArray(7, 4)  
12                 [1] );  
13         }  
14     }
```

Aufgabe 3

- Schreiben Sie eine Methode, die die Elemente eines `int[]`-Arrays aufsteigend sortiert.
- Testen Sie die Methode anhand des Arrays {10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 7}.

```
1  public static void sort(int[] a) {  
2      int i = 0;  
3      while (i <= a.length - 2) {  
4          if (a[i] > a[i+1]) {  
5              // Swap elements and shift index to left  
6                  int temp = a[i];  
7                  a[i] = a[i+1];  
8                  a[i+1] = temp;  
9                  if (i > 0)  
10                     i--;
```



Java

```
11         } else {  
12             i++;  
13         }  
14     }  
15 }
```

3. Mehrdimensionale Arrays

3.1 Mehrdimensionale Arrays

3. Mehrdimensionale Arrays

- Mehrdimensionale Arrays sind „Felder von Feldern“.
- Beispiel: `int[][]` ist Array, dessen Elemente vom Datentyp `int[]` sind.

Dynamische Deklaration:

```
1  int[][] filter = new int[3][4];
```



Statische Deklaration:

```
1  int[][] filter = {{1,2,3}, {4,5,6}, {7,8,9}};
```



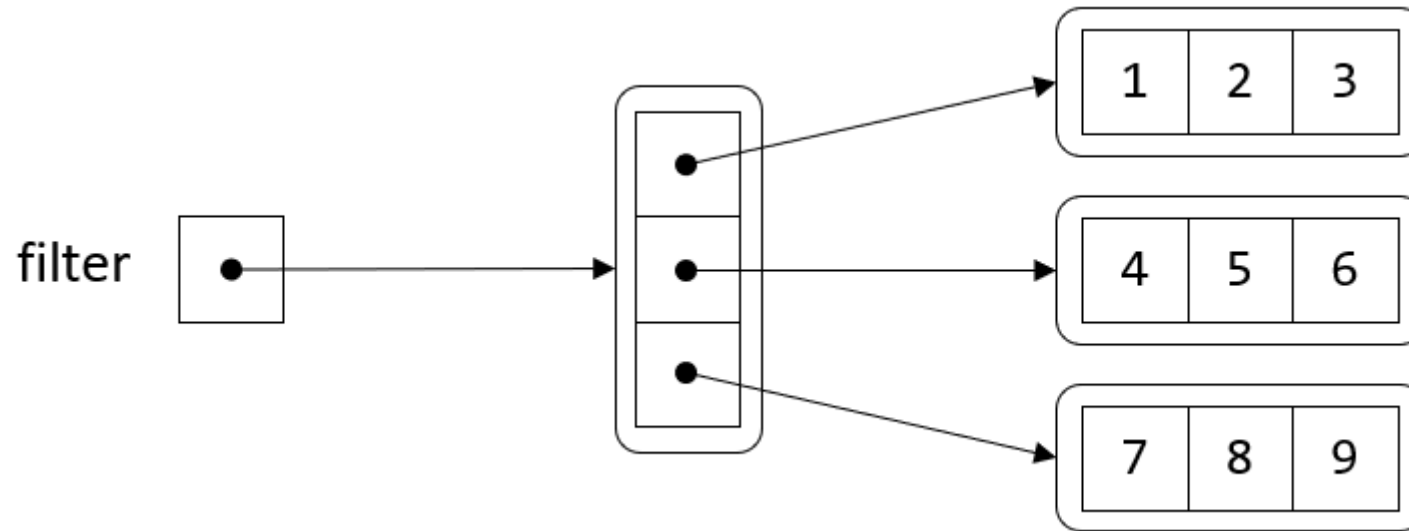


Abbildung 8: Mehrdimensionales Array

? Frage

4. License Notice

4.1 Attribution

- This work is shared under the CC BY-NC-SA 4.0 License and the respective Public License
- <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>
- This work is based off of the work Prof. Dr. Marc Hensel.
- Some of the images and texts, as well as the layout were changed.
- The base material was supplied in private, therefore the link to the source cannot be shared with the audience.