

Objektorientierte Programmierung in Java

Vorlesung 5 - Vererbung

Emily Lucia Antosch

HAW Hamburg

22.10.2024

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Vererbung	7
3. Instanziierung von Objekten	40
4. Referenzieren über die Basisklasse	54
5. Überlagern	60
6. License Notice	65

1. Einleitung

1.1 Wo sind wir gerade?

- In der letzten Vorlesung ging es um Klassenbibliotheken
- Sie können nun
 - ▶ einfache Klassenbibliotheken verwenden, um Strings oder Arrays zu manipulieren
 - ▶ aus einem Array alle Items über eine foreach-Schleife auslesen
 - ▶ mithilfe von Wrapperklassen Typumwandlungen durchführen,
 - ▶ einfache mathematische Rechnung mithilfe der Math-Klasse ausführen.
- Heute geht es weiter mit der **Vererbung**.

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)

- Sie erzeugen neue Datentypen, indem Sie bestehende Klassen um zusätzliche Eigenschaften erweitern, um beispielsweise duplizierten Quelltext zu vermeiden.
- Sie verwenden Sichtbarkeits-Modifizierer, um die Attribute einer Klasse vor direktem Zugriff von außen zu schützen.

2. Vererbung

- Klasse übernimmt („erbt“) Variablen und Methoden einer vorhandener Klassen
- Ziel: Wiederverwendung existierender Klassen
- Beispiel und UML-Notation:
 - ▶ Klasse A ist vorhanden
 - ▶ Klasse B wird erstellt und erbt von A
- Begriffe:
 - ▶ Klasse A: Superklasse (Basisklasse, Oberklasse)
 - ▶ Klasse B: Subklasse (abgeleitete Klasse, Unterklasse)
 - ▶ Vererbung: Ableitung, engl.: inheritance

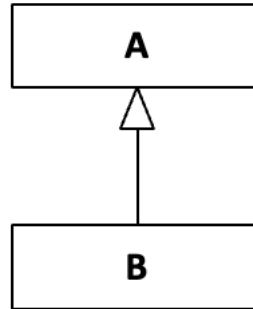


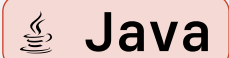
Abbildung 1: Einfaches Beispiel für Vererbung

2.1 Vererbung

2. Vererbung

- Ableitung der Basisklasse mittels extends:

```
1  class Klassenname extends Basisklasse {  
2      Attribute  
3      Methoden  
4  }
```





Beispiel

```
1 class A {  
2     // ...  
3 }  
4  
5 class B extends A {  
6     // ...  
7 }
```



Aufgabe 1

- Erstellen Sie folgende Klassen:
 - ▶ Person: Objekte beinhalten den Namen
 - ▶ Pilot: Objekte beinhalten den Namen und die bisherigen Flugstunden
 - ▶ Ausführbare Klasse, die ein Objekt Pilot erzeugt und den Namen ausgibt

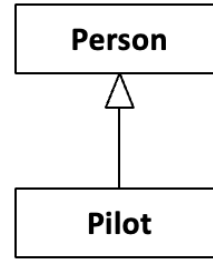
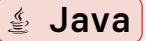


Abbildung 2: Pilot erbt von Person

```
1  public class Person {
2      String name;
3  }
4
5  public class Pilot extends Person {
6      int flightHours;
7  }
8
9  public class PilotDemo {
10     public static void main(String[] args) {
11         Pilot pilot = new Pilot();
12
13         pilot.name = "Lukas Luft";
14         pilot.flightHours = 1482;
15         System.out.println("Name: " + pilot.name);
16     }
17 }
```



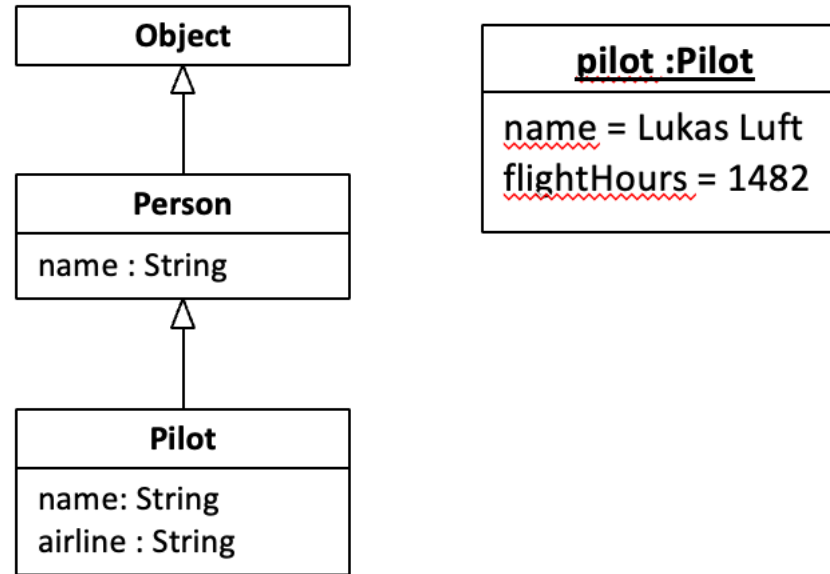
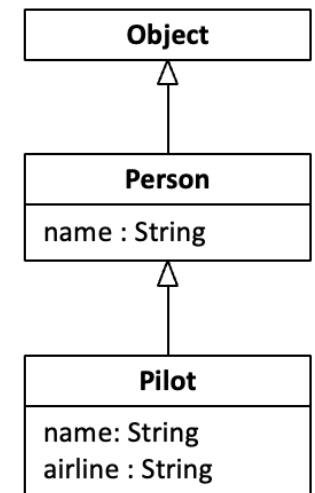
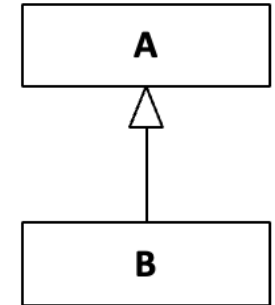


Abbildung 3: Vererbung von Attributen

2.1 Vererbung

- Klasse B kann neue Variablen und Methoden hinzufügen
- Begriffe:
 - ▶ Spezialisierung: Klasse B ist spezieller als Klasse A
 - ▶ Generalisierung: Klasse A ist allgemeiner als Klasse B
- Beispiel:
 - ▶ Klasse Pilot hat von Person geerbt und flightHours hinzugefügt

2. Vererbung

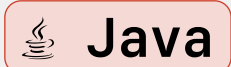


2.1 Vererbung

2. Vererbung

- Ein Pilot ist eine Person, d.h. Person ist allgemeiner als Pilot.

```
1  public class Person {  
2      String name;  
3  }  
4  
5  public class Pilot extends Person {  
6      int flightHours;  
7  }
```



- Datenkapselung (information hiding): Variablen vor Zugriff von außen geschützt
- Einschränkungen des Zugriffs auf Klassen, Variablen und Methoden durch Modifizierer
- Gedankenbild: „Sichtbarkeit“ (d.h. ist Element sichtbar bzw. bekannt?)

<u>Modifizierer</u>	UML	Wo sichtbar?	Klassen	Variablen	Methoden
<u>public</u>	+	Alle Klassen	x	x	x
<u>protected</u>	#	Klassen des eigenen Paketes, Unterklassen		x	x
private	-	Nur innerhalb der eigenen Klasse		x	x
<keiner> *	~	Klassen des eigenen Paketes	x	x	x

* „Default“-Modifizierer

Abbildung 5: Modifier für Klassen, Methoden und Attribute

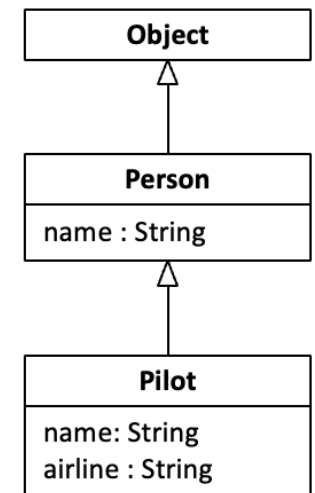
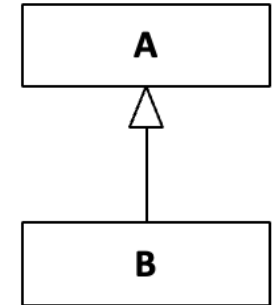
? Frage

Ist `private` als Modifier für Konstruktoren erlaubt?

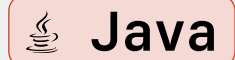
2.1 Vererbung

- Klasse B erbt alle sichtbaren Variablen und Methoden der Klasse A
- Klasse B besitzt Variablen und Methoden von A und kann diese verwenden (so als ob diese in Klasse B definiert worden wären)
- Beispiel:
 - ▶ Objekt von Klasse Pilot nutzt Variable name der Basisklasse Person

2. Vererbung



```
1  public class PilotDemo {
2      public static void main(String[] args) {
3          Pilot pilot = new Pilot();
4
5          pilot.name = "Lukas Luft";
6          pilot.flightHours = 1482;
7          System.out.println("Name: " + pilot.name);
8      }
9  }
```

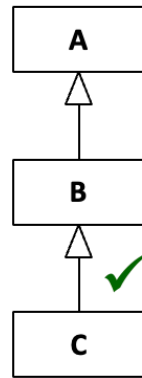


? Frage

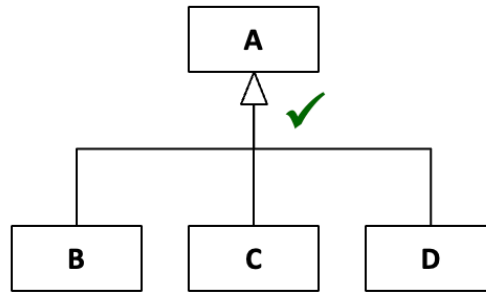
- Was meinen Sie, welche Bestandteile einer Klasse werden nicht vererbt?
- Nicht an abgeleitete Klasse weitergegeben:
 - ▶ Konstruktoren und Destruktoren
 - ▶ Klassenvariablen und Klassenmethoden (Modifizierer static)
 - ▶ Private Variablen und Methoden (Modifizierer private)

- Hinweise:
 - ▶ Statische Elemente nie vererbt, da an eine Klasse und nicht an konkretes Objekt gebunden
 - ▶ Private Elemente sind in Subklasse vorhanden, sie kann aber nicht direkt darauf zugreifen

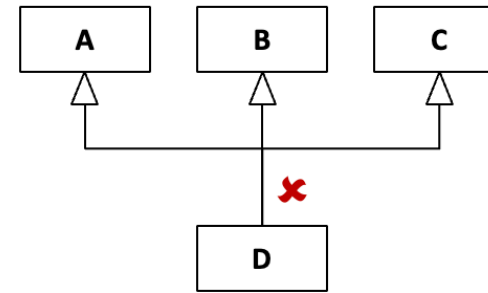
- Subklassen können weitervererbt werden.
- Von einer Klasse können beliebig viele Subklassen abgeleitet werden.
- Das Erben von mehreren Basisklassen ist hingegen nicht möglich (Mehrfachvererbung)



Erlaubt



Erlaubt



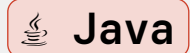
Nicht erlaubt

Abbildung 7: Mögliche Strukturen zur Vererbung

? Frage

- Was meinen Sie, welche Basisklasse besitzt Person?

```
1  public class Person {  
2      String name;  
3  }
```



Java

- Sie konnten es bisher nicht wissen:
 - ▶ In Java ist eine Klasse Object definiert.
 - ▶ Keine Basisklasse angegeben. Implizit von Object abgeleitet (extends Object)

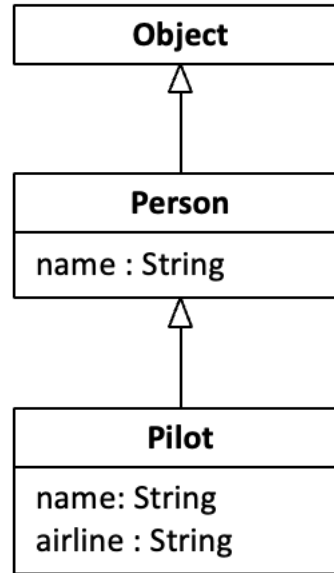


Abbildung 8: Object als Superklasse von Person

- Wichtige Konsequenz:
 - ▶ Object ist Basisklasse jeder Vererbungshierarchie

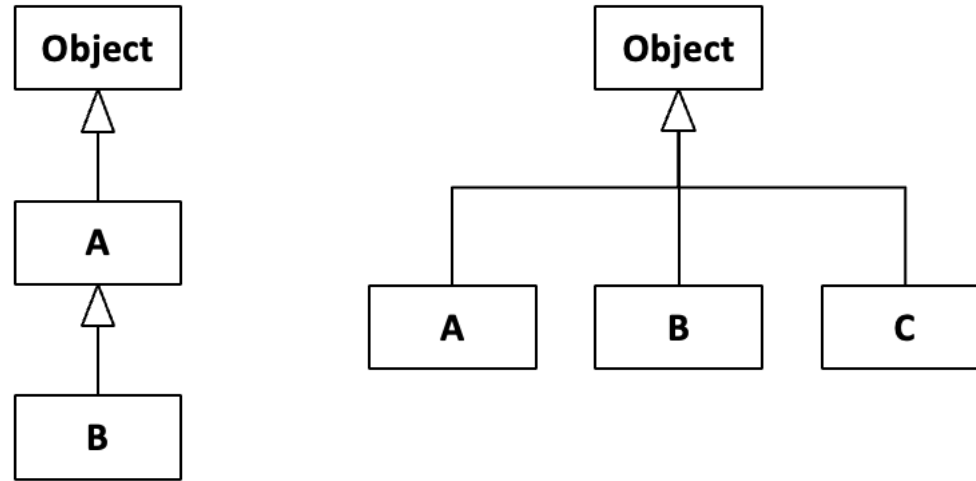


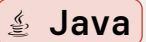
Abbildung 9: Object als Teil jeder Vererbung

? Frage

- Was meinen Sie?
 - ▶ Wie viele Klassen besitzen keine Basisklasse?
 - ▶ Wie viele Klassen besitzen mehr als eine direkte Basisklasse?

- Wichtige Konsequenz:
- Jede Klasse erbt die in Object definierten Methoden (z. B. toString())
- Beispiel:

```
1  public class Person {  
2      String name;  
3  }  
4  
5  public class ObjectDemo {  
6      public static void main(String[] args) {  
7          Person person = new Person();  
8  
9          person.name = "Lukas Luft";  
10         System.out.println(person.toString());  
11     }
```



```
12 }
```


Aufgabe 2

- Implementieren Sie Klassen für geometrische Objekte Kreis, Rechteck und Quadrat.
- Verwenden Sie zunächst nur öffentliche Variablen.
- Implementieren Sie zunächst keine Methoden.

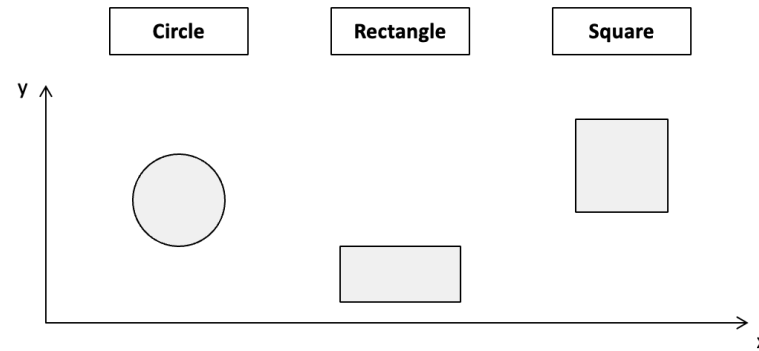



Abbildung 10: Geometrische Formen als Objekte

```
1  public class Circle {
2      public double x, y;
3      public double radius;
4  }
5
6  public class Rectangle {
7      public double x, y;
8      public double width, height;
9  }
10
11 public class Square {
12     public double x, y;
13     public double width;
14 }
```



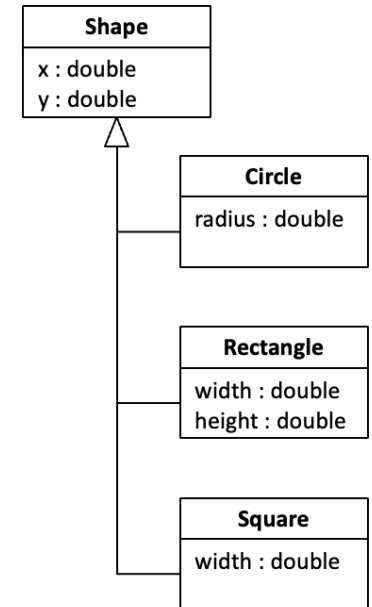
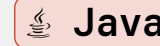
☰ Aufgabe 3

Erstellen Sie nun eine gemeinsame Basisklasse!

2.1 Vererbung

2. Vererbung

```
1  public class Shape {
2      public double x, y;
3  }
4
5  public class Circle extends Shape {
6      public double radius;
7  }
8
9  public class Rectangle extends Shape {
10     public double width, height;
11 }
12
13 public class Square extends Shape {
14     public double width;
15 }
```



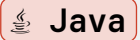
? Frage

- Welche Variablen sind in den jeweiligen Klassen deklariert?

☰ Aufgabe 4

- Ergänzen Sie für die Klasse Circle einen Konstruktor!

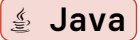
```
1  public class Shape {
2      public double x, y;
3  }
4
5  public class Circle extends Shape {
6      public double radius;
7
8      public Circle(double x, double y, double radius) {
9          this.x = x;
10         this.y = y;
11         this.radius = radius;
12     }
13 }
```



! Merke

- Beachte: Variablen x und y der Basisklasse werden wie „eigene“ Variablen verwendet
- Verstecken Sie die Variablen der Klasse Shape durch den Modifizierer private.

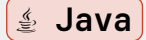
```
1  public class Shape {
2      private double x, y;
3  }
4
5  public class Circle extends Shape {
6      public double radius;
7
8      public Circle(double x, double y, double radius) {
9          this.x = x;
10         this.y = y;
11         this.radius = radius;
12     }
13 }
```



✗ Fehler

- Die Variablen x und y der Basisklasse sind in Circle nicht sichtbar.
- Fehler: Im Konstruktor der Klasse Circle sind x und y unbekannt.

```
1  public class Shape {
2      private double x, y;
3
4      public void setX(double x) {
5          this.x = x;
6      }
7      // Zusätzlich Getter sowie entsprechende Methoden für y ...
8  }
9
10 public class Circle extends Shape {
11     public double radius;
12
13     public Circle(double x, double y, double radius) {
14         setX(x);
15         setY(y);
16         this.radius = radius;
17     }
18 }
```



3. Instanziierung von Objekten

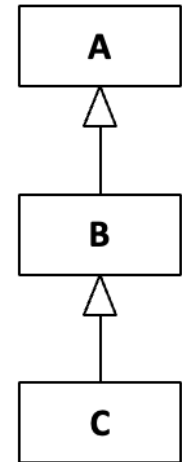
3.1 Erzeugung von Objekten

3. Instanziierung von Objekten

- Klasse C enthält eigene Methoden sowie Methoden der Klassen A und B.
- Klasse C enthält eigene Variablen sowie Variablen der Klassen A und B.

? Frage

- Was meinen Sie?
 - ▶ Wie werden Methoden eines neuen Objektes der Klasse C erzeugt?
 - ▶ Wie werden Variablen eines Objektes der Klasse C erzeugt und initialisiert?
- Methoden:
 - ▶ Werden nicht für jedes Objekt neu erzeugt, sondern sind für Klasse definiert
- Variablen:
 - ▶ An Basisklasse der Vererbungshierarchie beginnen



3.1 Erzeugung von Objekten

3. Instanziierung von Objekten

- ▶ In jedem Schritt Variablen der entsprechenden (Basis-)Klasse erzeugen und initialisieren
- ▶ Initialisierung über Konstruktor der jeweiligen (Basis-)Klasse

3.1 Erzeugung von Objekten

3. Instanziierung von Objekten

- Variablen für Objekte der Klasse C:
 - ▶ Objekt enthält die in der Klasse C deklarierten Variablen
 - ▶ Enthält zusätzlich von Klasse B geerbte Variablen
 - ▶ Diese enthalten die von Klasse A geerbten Variablen

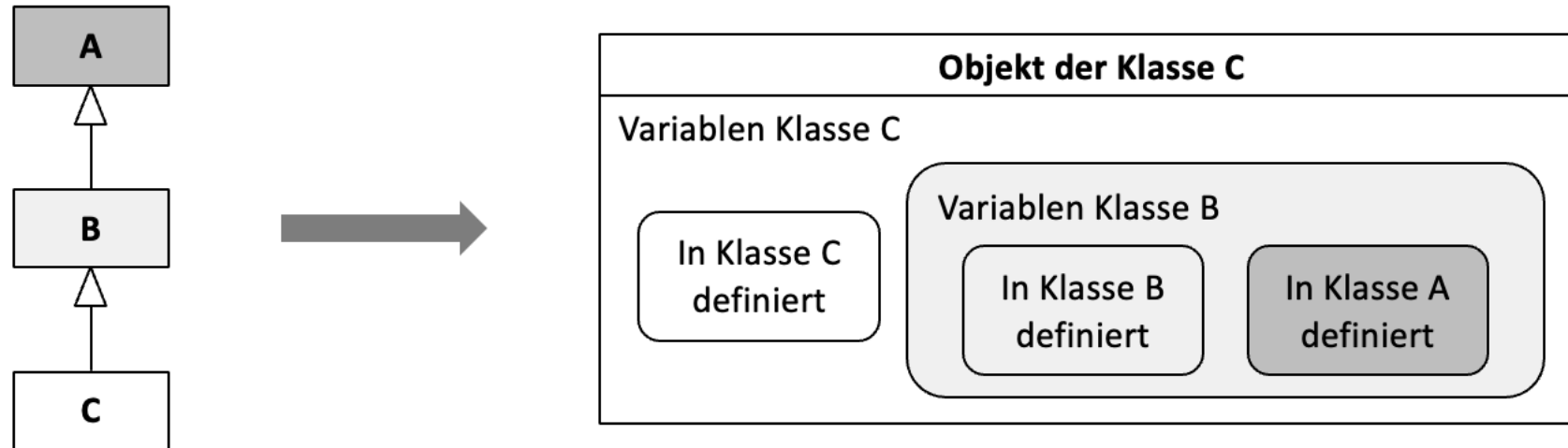


Abbildung 13: Zusammensetzung des Objekts der Klasse C

- Neues Objekt der Klasse C:
 - ▶ Vererbungshierarchie nach oben durchlaufen:
 - ▶ Klasse C hat Basisklasse B: Aufruf, um Variablen von B zu erzeugen
 - ▶ Klasse B hat Basisklasse A: Aufruf, um Variablen von A zu erzeugen
- Variablen „von innen nach außen“ erzeugen und initialisieren (Konstruktorverkettung):
 - ▶ Variablen von A erzeugen und über Konstruktor A() initialisieren

3.1 Erzeugung von Objekten

3. Instanziierung von Objekten

- ▶ Variablen von B erzeugen und über Konstruktor B() initialisieren
- ▶ Variablen von C erzeugen und über Konstruktor C() initialisieren

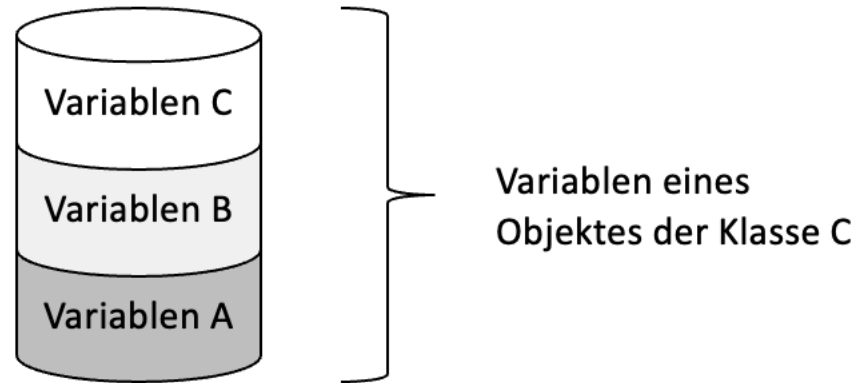
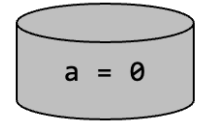


Abbildung 14: Variablen der Klasse C im Speicher

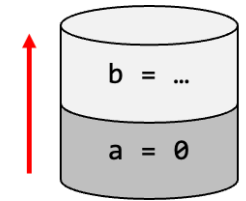
3.1 Erzeugung von Objekten

3. Instanziierung von Objekten

- Konstruktor der Basisklasse:
 - ▶ Aufruf über `super()` als erste Anweisung im Konstruktor der abgeleiteten Klasse
 - ▶ Fehlt `super(...)` wird der Standardkonstruktor der Basisklasse aufgerufen.



```
1  public class A {  
2      double a;  
3      // Standardkonstruktor wird automatisch erzeugt  
4  }  
5  
6  public class B extends A {  
7      double b;  
8  
9      public B(double b) {  
10         super();    // Aufruf Standardkonstruktor Klasse A  
11         this.b = b;  
12     }  
13 }
```

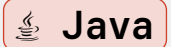


3.1 Erzeugung von Objekten

3. Instanziierung von Objekten

- Sie erinnern sich?

```
1  public class Shape {  
2      private double x, y;  
3  }  
4  
5  public class Circle extends Shape {  
6      public double radius;  
7  
8      public Circle(double x, double y, double radius) {  
9          this.x = x;  
10         this.y = y;  
11         this.radius = radius;  
12     }  
13 }
```



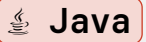
Aufgabe 5

- ▶ Die Variablen x und y sind in Circle unbekannt.
- ▶ Lösen Sie das Problem durch Ergänzen eines Konstruktors für die Basisklasse Shape.

3.1 Erzeugung von Objekten

3. Instanziierung von Objekten

```
1  public class Shape {
2      private double x, y;
3
4      public Shape(double x, double y) {
5          this.x = x;
6          this.y = y;
7      }
8  }
9
10 public class Circle extends Shape {
11     public double radius;
12
13     public Circle(double x, double y, double radius) {
14         super(x, y); // Passende Signatur zum Konstruktor der Basisklasse!
15         this.radius = radius;
16     }
17 }
```



Java

☰ Aufgabe 6

- Schützen Sie alle Attribute durch den Modifizierer `private`.
- Erzeugen Sie gegebenenfalls geeignete Getter und Setter.

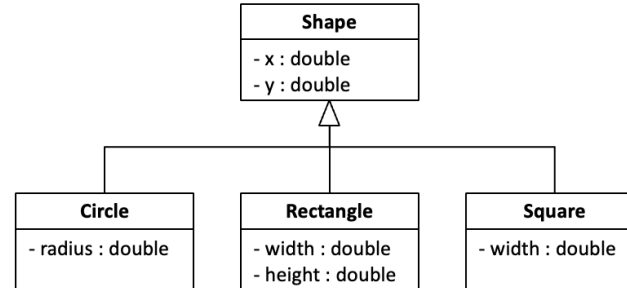
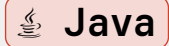


Abbildung 16: Aufbau der Vererbung

3.1 Erzeugung von Objekten

3. Instanziierung von Objekten

```
1  public class Circle extends Shape {
2      private double radius;
3
4      public Circle(double x, double y, double radius) {
5          super(x, y);
6          this.radius = radius;
7      }
8
9      public double getRadius() {
10         return radius;
11     }
12
13     public void setRadius(double radius) {
14         this.radius = radius;
15     }
```



3.1 Erzeugung von Objekten

3. Instanziierung von Objekten

```
16 }
```

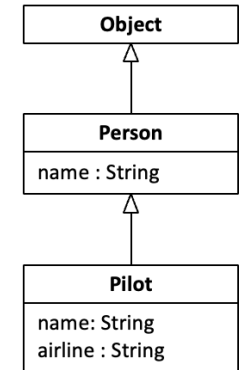
4. Referenzieren über die Basisklasse

4.1 Referenz Basisklasse

4. Referenzieren über die Basisklasse

- Betrachten wir folgende Vererbungslinie:

```
1  public class Person {
2      String name;
3
4      public Person(String name) {
5          this.name = name;
6      }
7  }
8
9  public class Pilot extends Person {
10     String airline;
11
12     public Pilot(String name, String airline) {
13         super(name);
14         this.airline = airline;
15     }
16 }
```

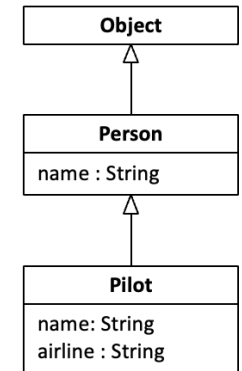


4.1 Referenz Basisklasse

4. Referenzieren über die Basisklasse

- Was meinen Sie zu folgendem Programm?

```
1  public class ReferenceDemo {
2      public static void main(String[] args) {
3          Pilot pilot = new Pilot("Birgit", "Winglet Airways");
4          Person personRef = pilot;
5          Object objectRef = pilot;
6
7          System.out.println(personRef.name);
8      }
9  }
```



! Merke

Es gibt nur ein Objekt (mit Datentyp Pilot). Objekt wird über Variablen mit anderen Datentypen als Pilot referenziert

4.1 Referenz Basisklasse

4. Referenzieren über die Basisklasse

- Klasse Pilot erbt von Klasse Person und erweitert diese
- Pilot beinhaltet Person („Pilot is a Person“) Als Person referenzierbar
- Objekt wird hierdurch nicht verändert (d.h. Objekt bleibt vom Typ Pilot)!

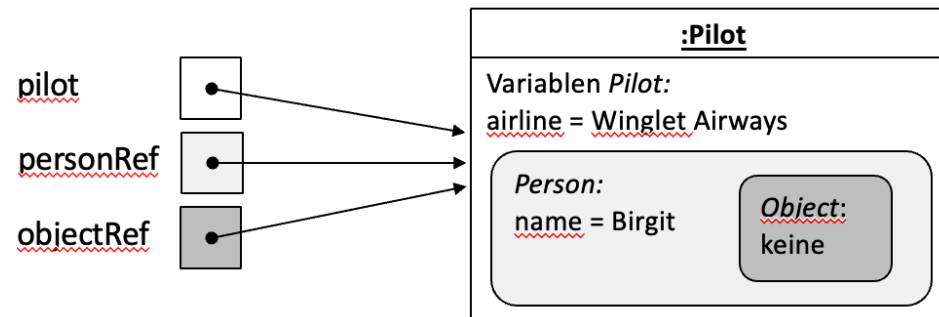


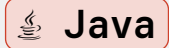
Abbildung 19: Referenzen auf ein Objekt mit Basisklasse

- Allgemein:
 - ▶ Objekte können wie Objekte ihrer Basisklassen behandelt werden.
 - ▶ Objekte über Datentypen ihrer Basisklassen referenzierbar
 - ▶ Referenzvariable kann nur auf Attribute und Methoden ihrer Klasse zugreifen

? Frage

- Welche Zugriffe auf Attribute sind zulässig und welche nicht?

```
1  public static void main(String[] args) {  
2      Pilot pilot = new Pilot("Birgit", "Winglet Airways");  
3      Person personRef = pilot;  
4      Object objectRef = pilot;  
5  
6      System.out.println(personRef.name);  
7      System.out.println(personRef.airline);  
8      System.out.println(objectRef.name);  
9      System.out.println(objectRef.airline);  
10 }
```

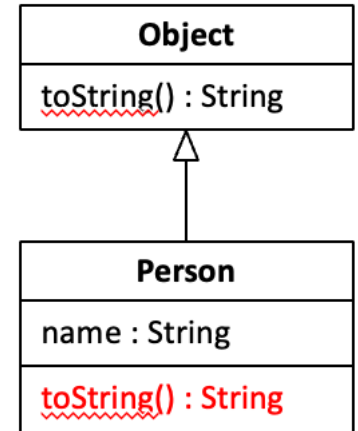


5. Überlagern

5.1 Überlagern von Methoden

- Klasse Person ist von Object abgeleitet und erbt daher toString() von Object und definiert daher eine weitere toString()-Methode

```
1  public class Person {
2      private String name;
3
4      public Person(String name) {
5          this.name = name;
6      }
7
8      public String getName() {
9          return name;
10     }
11
12     public String toString() {
13         return name;
14     }
15 }
```

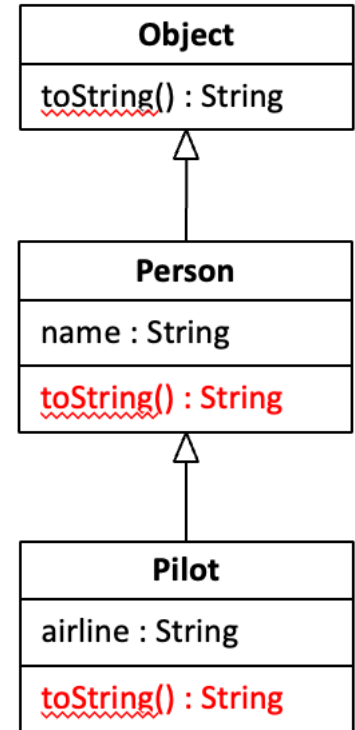
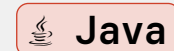


5. Überlagern

5.1 Überlagern von Methoden

- Klasse Pilot:
 - ▶ Von Person abgeleitet und erbt daher toString() von Person
 - ▶ Definiert noch eine toString()-Methode

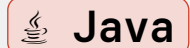
```
1  public class Pilot extends Person {
2      private String airline;
3
4      public Pilot(String name, String airline) {
5          super(name);
6          this.airline = airline;
7      }
8
9      public String toString() {
10         return String.format("%s (%s)", getName(), airline);
11     }
12 }
```



? Frage

Was wird ausgegeben?

```
1 public static void main(String[] args) {
2     Person person = new Person("Birgit Janssen");
3     System.out.println("person: " + person);
4     System.out.println("person.toString(): " + person.toString());
5
6     Pilot pilot = new Pilot("Jan Birgerson", "Winglet Airways");
7     System.out.println("pilot.toString(): " + pilot.toString());
8 }
```

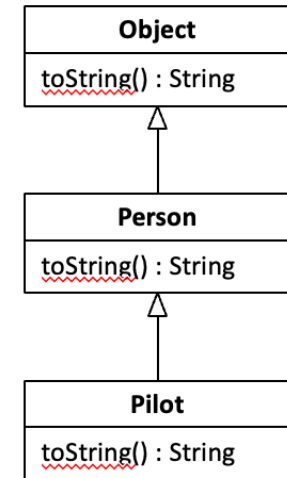


5.1 Überlagern von Methoden

- Ausgabe:
 - ▶ `person`: Birgit Janssen
 - ▶ `person.toString()`: Birgit Janssen
 - ▶ `pilot.toString()`: Jan Birgerson (Winglet Airways)

! Merke

- ▶ Jeweils Methode der entsprechenden Klasse, nicht der Superklasse(n), ausgeführt
- ▶ Begriff: Methode der Superklasse durch neu definierte Methoden überlagert



6. License Notice

6.1 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.