EINI
LogWing/WiMa/MP

Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure

Vorlesung 2 SWS WS 24/25

Dr. Lars Hildebrand
Fakultät für Informatik – Technische Universität Dortmund
lars.hildebrand@tu-dortmund.de
http://ls14-www.cs.tu-dortmund.de

Thema

- **Kapitel 6**
  Objektorientierte Programmierung – Einführung

- **Unterlagen**
  - Dißmann, Stefan und Ernst-Erich Doberkat*: Einführung in die objektorientierte Programmierung mit Java*, 2. Auflage. München [u.a.]: Oldenbourg, 2002.
    (→ ZB oder Volltext aus Uninetz)
  - Echtle, Klaus und Michael Goedicke: *Lehrbuch der Programmierung mit Java*. Heidelberg: dpunkt-Verl, 2000.
    (→ ZB)

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Einführung

Übersicht

Begriffe

- ✓ Spezifikationen, Algorithmen, formale Sprachen
- ✓ Programmiersprachenkonzepte
- ✓ Grundlagen der imperativen Programmierung

- ✓ Algorithmen und Datenstrukturen
  - ✓ Felder
  - ✓ Sortieren
  - ✓ Rekursive Datenstrukturen (Baum, binärer Baum, Heap)
  - ✓ Heapsort

- ➢ Objektorientierung
  - ➢ Einführung
  - ► Vererbung
  - ► Anwendung

In diesem Kapitel:
- **Prolog**
- Einführung

Gliederung

- Elemente höherer Programmiersprachen
- Warum Klassen und Objekte?
- Aufbau eines Java-Programms
  - Syntaktische Struktur
  - Syntaxdiagramme
  - Attribute
  - Methoden
  - Instanziierung
- Details der objektorientierten Programmierung in Java

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Elemente höherer Programmiersprachen I

Was haben wir bis jetzt?

- Einfache **Anweisungen**
- Zusammenfassung von mehreren Anweisungen zu einer **Funktion** (oder Unterprogramm oder Prozedur, …)
- Einfache Daten**typen**
  - Einzelne Werte werden selten betrachtet
    → daher: ganze Wertemengen
  - Grundvorrat an einfachen (primitiven) Wertemengen ist durch Java vorgegeben:
    - ein Abschnitt der ganzen Zahlen
    - eine Teilmenge der rationalen Zahlen
    - einfache Zeichen und Zeichenketten
    - Wahrheitswerte (wahr, falsch)

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Elemente höherer Programmiersprachen II

- Die üblichen Operationen auf diesen Mengen werden durch Java zur Verfügung gestellt:

→ **Wertemengen + Operationen = Datentyp**

- Primitive Wertemengen werden als Basis für **komplexe Strukturen** benutzt.

- Vorschriften, wie einzelne einfache Daten zu komplexen Gebilden geformt werden

→ **komplexe Datenstrukturen:**

- Feld/Array
- ...

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Warum Klassen und Objekte?

Die Trennung von Verfahrensvorschrift (Algorithmus) und Datenstrukturen hat sich als hinderlich erwiesen.

- Besonders wichtig für das Verständnis von Programmen ist die **Zusammenfassung** der zulässigen Verfahren und der dazugehörigen Datenstrukturen.
- Damit können auf einzelne Objekte unseres Problems zugeschnittene Verfahren formuliert werden, wie z. B.:
  - Wie wird dieses Objekt erzeugt?
  - Wie wird es ausgegeben?
  - ...
- Diese Zusammenfassung von Objektdaten und Verfahren findet in einer **Klasse** statt.

Klassen von Objekten

In der Regel ist es mühsam, alle betrachteten Objekte einzeln zu beschreiben ...

- Man ist nicht an einer einzelnen Person, sondern an allen Personen interessiert.

- Daher:
  - Zusammenfassung aller **gleichartigen Objekte** zu einer **Klasse von Objekten**
  - In den Programmen stehen dann nur:
    - Definitionen von Klassen
    - Verfahren, wie einzelne Exemplare (Objekte, Instanzen) geschaffen werden können.

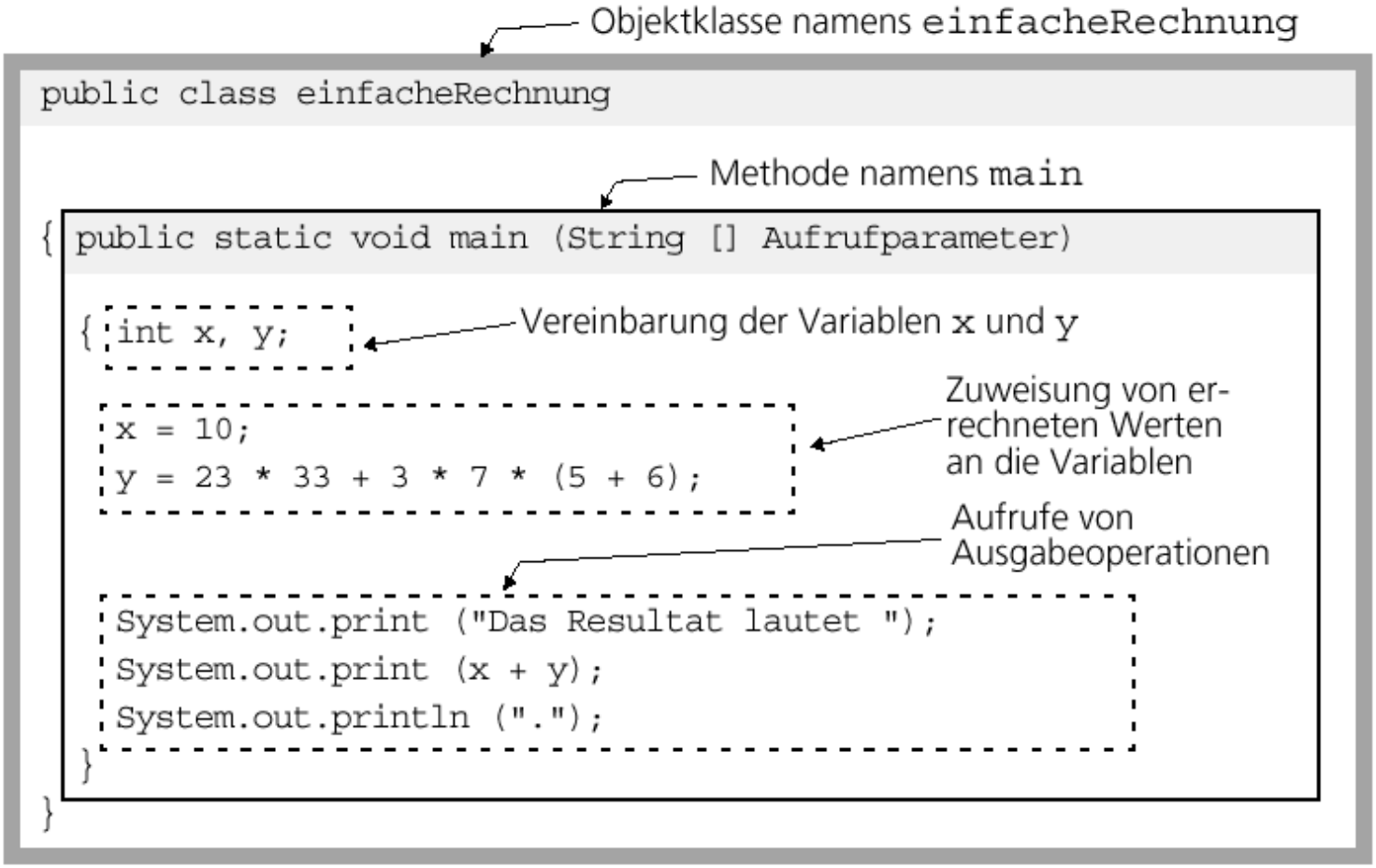
In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Was macht Objektorientierung aus?

- **Objekte**:
  - Vereinigung von Algorithmus und Datenstrukturen
- Verallgemeinerung und Abstraktion:
  - **Klassen** von Objekten
- **Neue Begriffe** in diesem Umfeld:
  - Objekt
  - Instanz
  - Klasse
  - Methode
  - Vererbung
  - Interface
  - ...

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Aufbau eines Java-Programms I



Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Prog. 2–2*, S. 22 © dpunkt 2000.

In diesem Kapitel:

- Prolog
- **Einführung**

Aufbau eines Java-Programms II

Syntaktische Struktur von (Java-)Programmen

- Die syntaktische Struktur von (Java-)Programmen ist durch Schachteln von **Blöcken** gegeben.
- Generell bestehen solche Schachteln aus einem **Kopf** und einem **Rumpf**:

```
public class einfacheRechnung {
      ...
       public static void main( ... ) {
         ...
      }
}
```

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Aufbau eines Java-Programms III

- Java-Programm:
  Folge von **Klassendefinitionen**, die wiederum u.a. eine Folge von **Methodendefinitionen** enthalten.

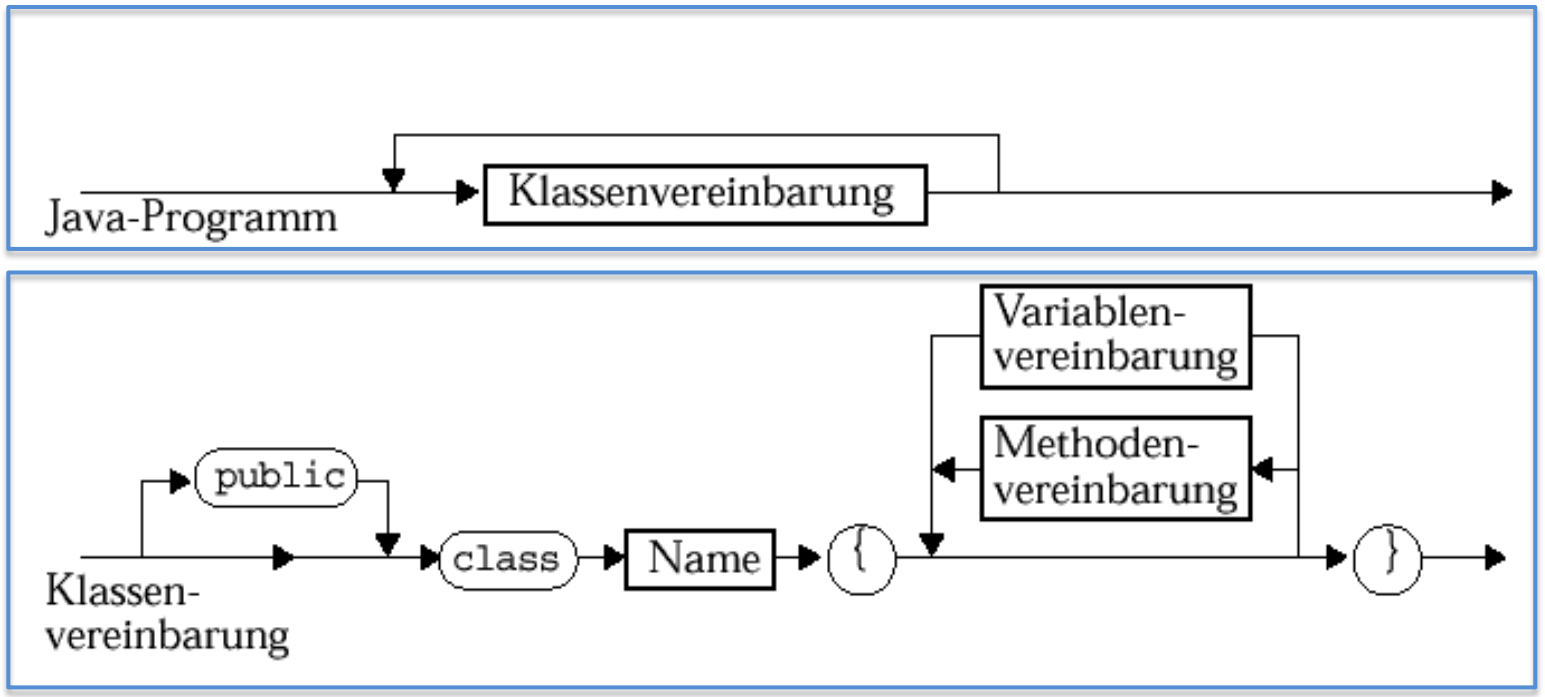
- Im Beispiel (vorherige Folie) gab es:
  - Die Definition einer Klasse **`einfacheRechnung`**
  - Innerhalb dieser Klasse die Definition einer Methode **`main`**

❖ **`main`** spielt eine besondere Rolle, da sie die Methode ist, die automatisch als erste aufgerufen wird, wenn man das Programm startet.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Aufbau eines Java-Programms IV

Syntaxdiagramme für einfache Java-Programme (1)



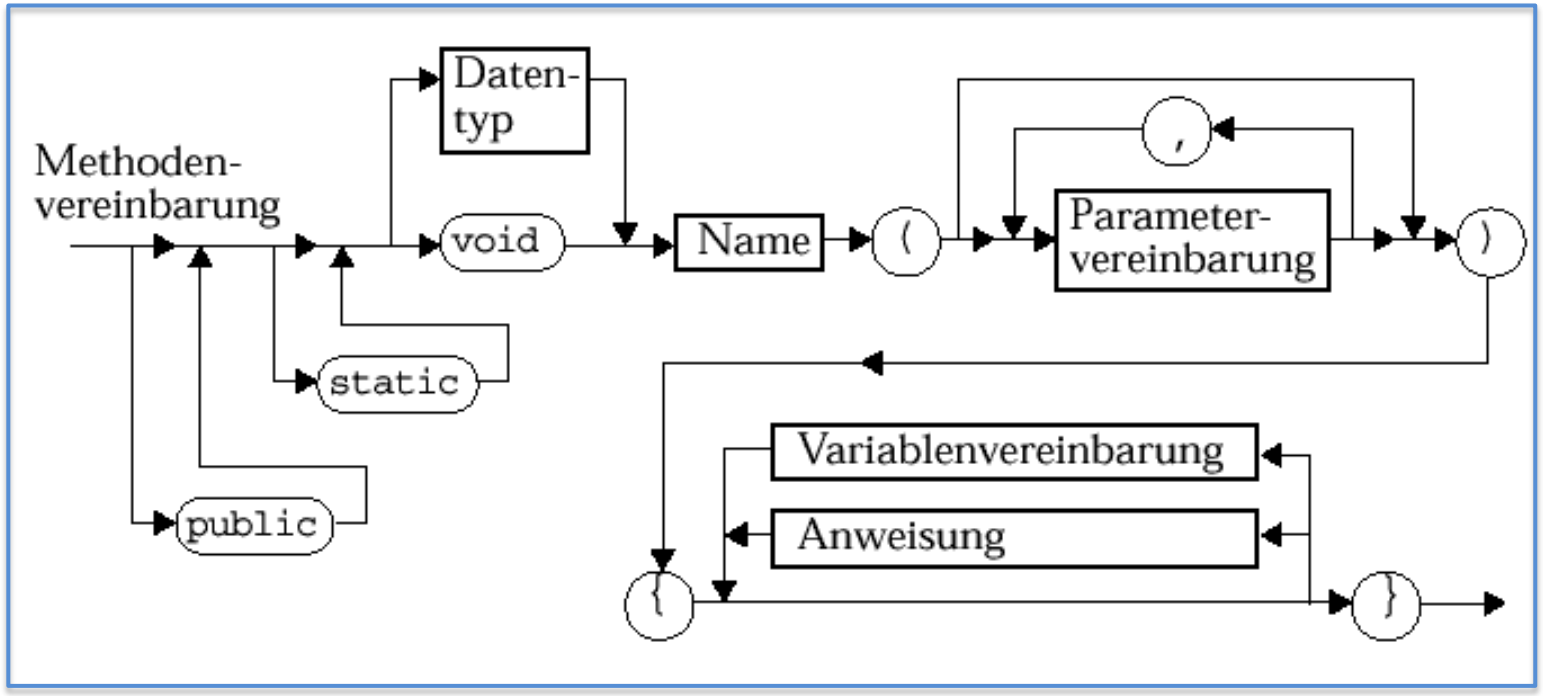
Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–2 (Ausschnitt)*, S. 29 © dpunkt 2000.

In diesem Kapitel:

- Prolog
- **Einführung**

Aufbau eines Java-Programms V

Syntaxdiagramme für einfache Java-Programme (2)



Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–2 (Ausschnitt)*, S. 29 © dpunkt 2000.

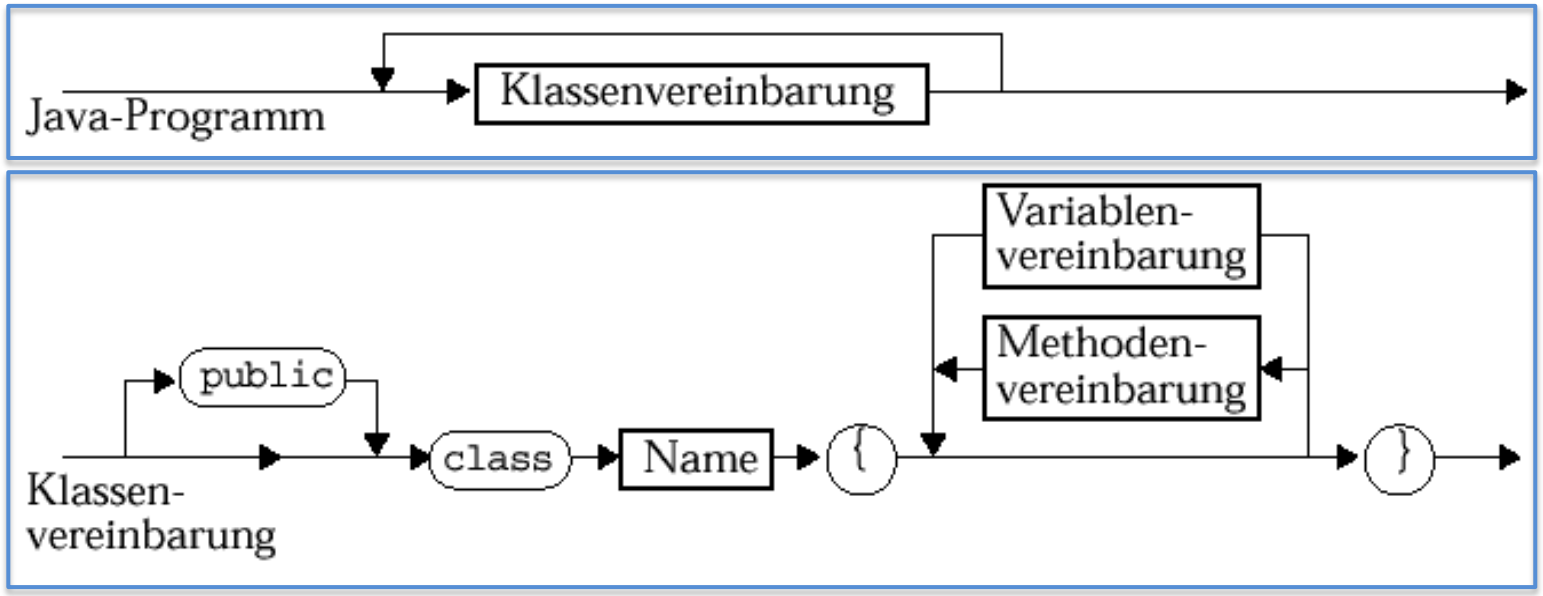
Aufbau eines Java-Programms VI

```
01 public class Girokonto {
02   private int kontostand;    // in Cent gerechnet
03
04
05   public Girokonto() {
06      kontostand = 0;
07    }
08
09    /* Einzahlen und Abheben */
10    public void zahle (int cent){
11      kontostand = kontostand + cent;
12    }
13
14    public int holeKontostand() {
15      return (kontostand);
16    }
17 }
```


In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Aufbau eines Java-Programms VII

```
public class Girokonto {
  private int kontostand;

   public Girokonto() {
     kontostand = 0;
   }
   ...
}
```



Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–2 (Ausschnitt)*, S. 29 © dpunkt 2000.

In diesem Kapitel:

- Prolog
- **Einführung**

Attribute: Teile des Gesamtzustands eines Objekts

Beispiel:

private int kontostand;

private Girokonto meinKonto;

```
Modifier Datentyp attributname
```

- Verändern von Attributen:

```
kontostand = kontostand + cent;
```

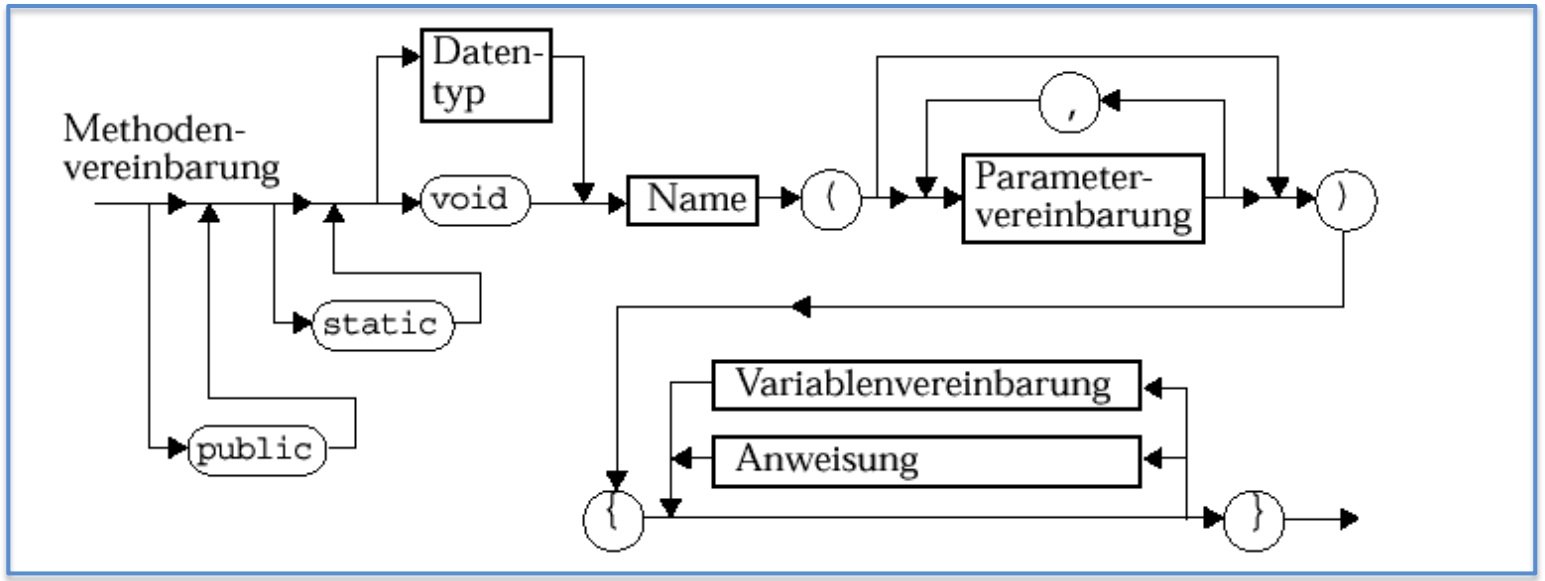
- Kapseln von Attributen (→ Ziel: möglichst alle kapseln)
  - Privat (**private**): nur innerhalb des Objekts sichtbar
  - Öffentlich (**public**): auch außerhalb des Objekts sichtbar
  - Zugriffe auf gekapselte Attribute nur durch einzelne Methoden des Objektes (**getter** & **setter**)

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Methoden I: Deklaration/Definition

Teile des Verhaltens eines Objekts:

```
public void zahle (int cent){
    kontostand = kontostand + cent;
}

public int holeKontostand() {
    return (kontostand);
}
```



Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–2 (Ausschnitt)*, S. 29 © dpunkt 2000.

In diesem Kapitel:

- Prolog
- **Einführung**

Methoden II: Aufruf

- Aufruf von Methoden eines Objektes:
  - Punkt-Notation, qualifizierter Zugriff
  - `int betrag = meinKonto.holeKontostand();`
  - `meinKonto.zahle(100);`
- Kapseln von Methoden
  - **private**: nur als interne Hilfsmethode verwendbar
  - **public:** öffentlich, d.h. extern sichtbar

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Spezielle Methode "main"

- **Einsprungspunkt** bei "Ausführen" einer Applikation
  - Übergeben von Argumenten aus der Kommandozeile möglich
  - für Testen von Klassen-Implementierungen geeignet

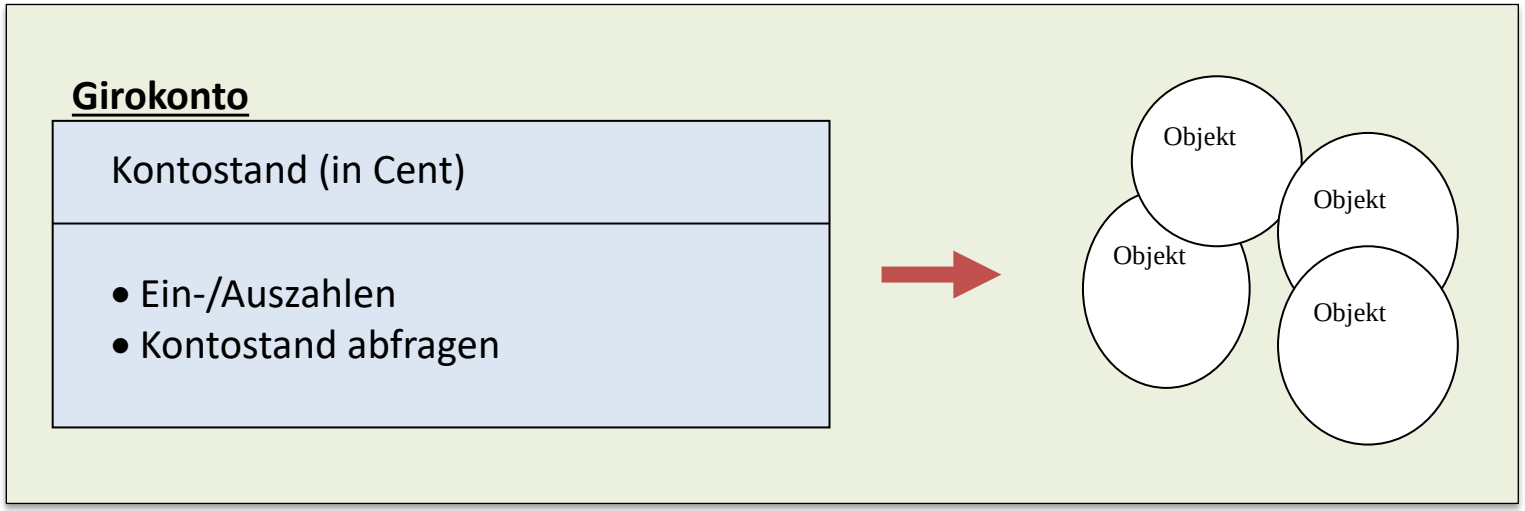
```
public class TestGirokonto {
 ...

public static void main(String[] args) {
   ... // Hier Code zum Testen einfügen
    }

 ...
}
```


In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Instanziierung

Wir haben nun die Klasse.

Wie entstehen Objekte?

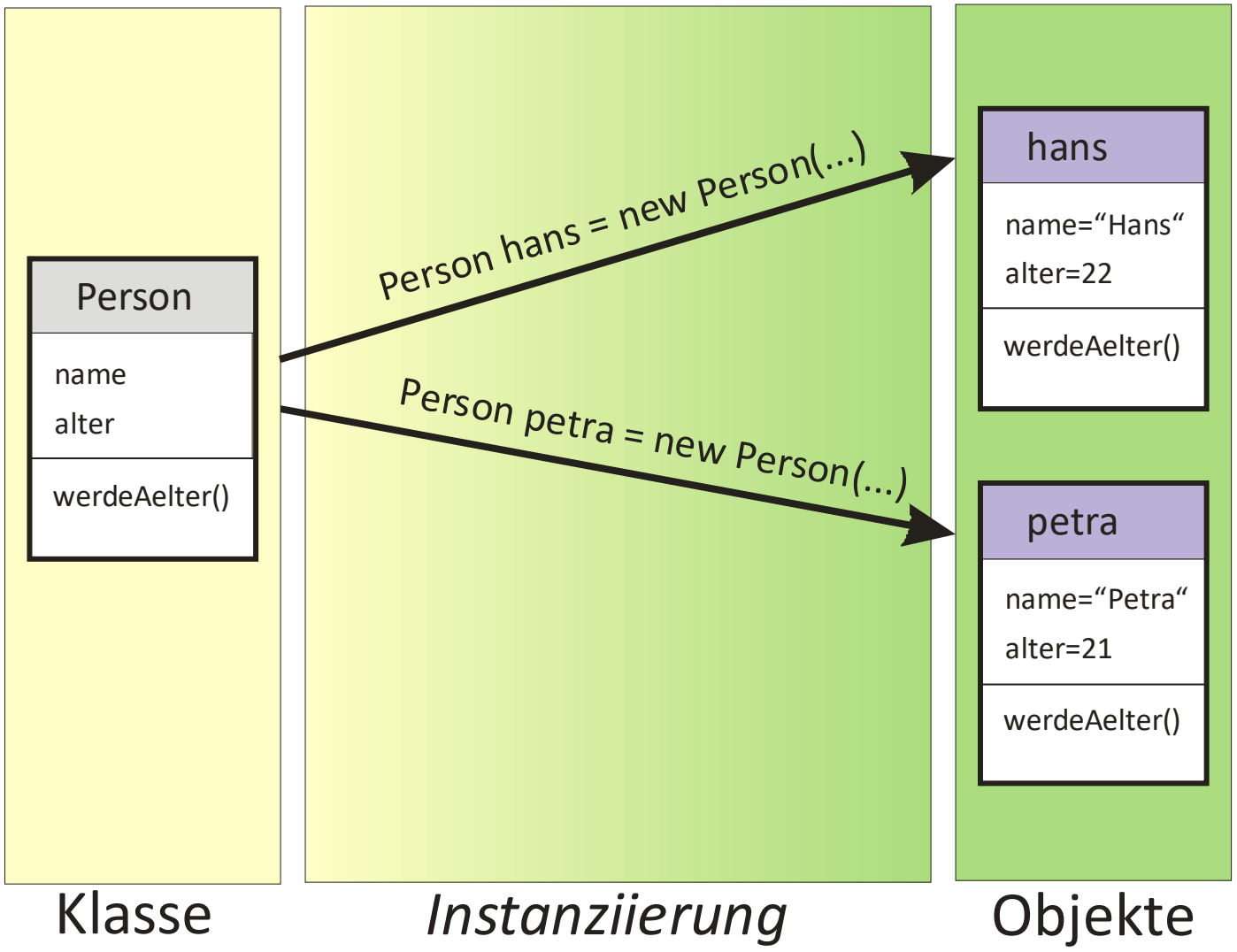


- Erzeugen:

```
Girokonto einKonto= new Girokonto();
```

- Löschen:
  - in Java: wenn Objekt nirgendwo mehr benutzt wird
    → **automatische** Garbage-Collection

Alternatives Beispiel



Beispiel: Klasse Girokonto

```
public class Girokonto {
  private int kontostand;    // in Cent gerechnet


  public Girokonto() {
    kontostand = 0;
  }

  /* Einzahlen und Abheben */
  public void zahle (int cent){
    kontostand = kontostand + cent;
  }

  public int holeKontostand() {
    return (kontostand);
  }
}
```


In diesem Kapitel:

- Prolog
- Einführung

Beispiel: Wie können wir die Klasse testen?

- Testen der Klasse "Girokonto" (siehe: Methode "**`main`**" in der Klasse "**`TestGirokonto`**"):
  - Erzeugen eines Girokonto-Objekts
  - Nacheinander:
    - Einzahlen von 100 Cent,
    - Abheben von 20 Cent und
    - Einzahlen von 30 Cent
  - Anschließend Kontostand ausgeben

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Beispiel – Testklasse

```
01 public class TestGirokonto {
02
03  public static void main(String[] args) {
04
05    Girokonto einKonto = new Girokonto(); // erzeuge neues
06                                          // Konto
07
08
09    einKonto.zahle(100);      //Transaktion Einzahlung
10    einKonto.zahle(-20);      //Transaktion Auszahlung
11    einKonto.zahle(30);       //Transaktion Einzahlung
12
13                              //gib Kontostand aus
14    int aktuellerStand = einKonto.holeKontostand(); //holen
15
16    System.out.print(aktuellerStand);  //anzeigen
17
18  }
19 }
```

Erweiterungen

Motivation:

- Klasse um Attribute und Methoden erweitern
- Erzeugen von Objekten und Nachrichtenaustausch (Methoden) zwischen Objekten

Aufgabe:

- Ergänzung der Funktionalität der Klasse "Girokonto"
  - zum Sperren eines Kontos: boolesches Attribut **`istGesperrt`** mit den Methoden **`void sperre()`**, **`void entsperre()`** und **`boolean istGesperrt()`**
  - zum Überschreiben des aktuellen Kontostandes mit einem übergebenen Betrag: die Methode **`setzeKontostand()`**

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Beispiel: Erweiterungen

```
01 public class Girokonto {
02     ...
03   private boolean istGesperrt;
04     ...
05
06   public void sperre() {
07         istGesperrt = true;
08 }
09
10    public void entsperre(){
11         istGesperrt = false;
12   }
13
14    public boolean istGesperrt(){
15         return istGesperrt;
16   }
17    ...
18 }
```


In diesem Kapitel:

- Prolog
- Einführung

Zwischenstand

- **Programm** = Mehrere Objekte, die Nachrichten austauschen
- **Klassen**: Schablonen für Objekte
  - Attribute
  - Methoden
- **Objekte**
  - Erzeugen
  - (Zerstören)
- **Nachrichtenaustausch**
  - Aufruf von Methoden eines Objektes (Punkt-Notation), z.B. `einKonto.holeKontostand()`

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Unterschiede zu imperativer Programmierung

- Objekte:
  - Attribute & Methoden zusammen
  - vorher in Structs/Records mit Zeigern auf Funktionen auch möglich, aber unüblich
- Klassen:
  - vorher als Module, in denen Funktionen für bestimmte Datenstrukturen gesammelt wurden
  - auch in imperativer Programmierung möglich

❖ Der wesentliche Unterschied ist eine andere, nämlich objektorientierte Herangehensweise, die durch Sprachkonstrukte unterstützt wird.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Details

Übersicht

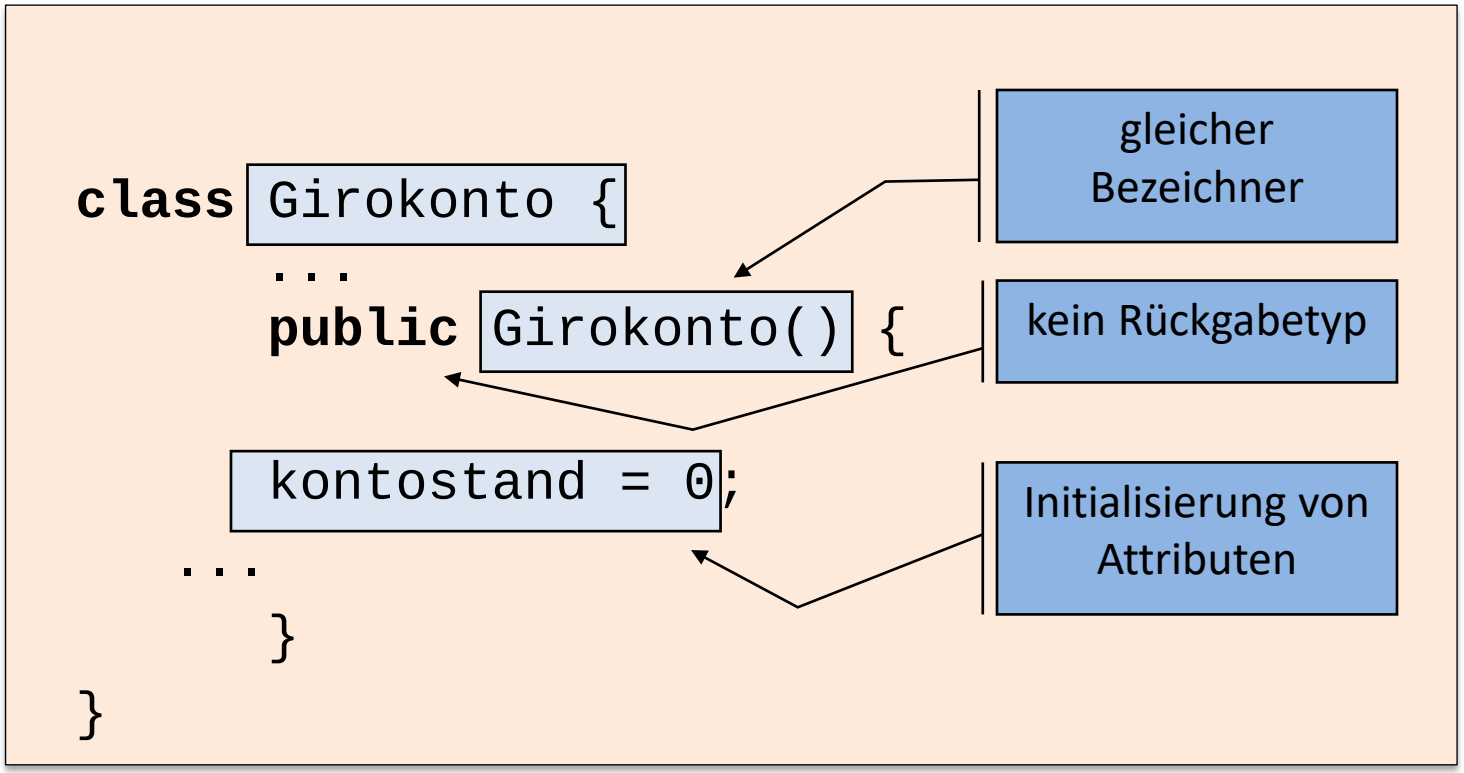
- Konstruktoren: Aktivitäten bei Objekterzeugung
- Referenzen als Verweise auf Objekte
- Übergabe von Parametern an Methoden
- Klassenattribute / Klassenmethoden
- Namensraum
  - Überladen von Methoden
  - Überdecken von Attributen

Details: Konstruktor

- **Methode**, die automatisch bei Erzeugung eines Objektes aufgerufen wird.
- Wird in der Regel benutzt, um Attribute zu initialisieren.
- Dadurch charakterisiert, dass der **Methodenname** mit dem **Klassennamen** übereinstimmt.
- Konstruktoren besitzen **keinen Rückgabewert**, auch nicht **`void`**!

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Details: Konstruktor (Beispiel)



In diesem Kapitel:

- Prolog
- Einführung

Details: Konstruktor

- Argumente der Konstruktormethode werden bei Objekterzeugung durch

```
new Klassenname(Argument1,Argument2,...)
```

  an den Konstruktor übergeben.

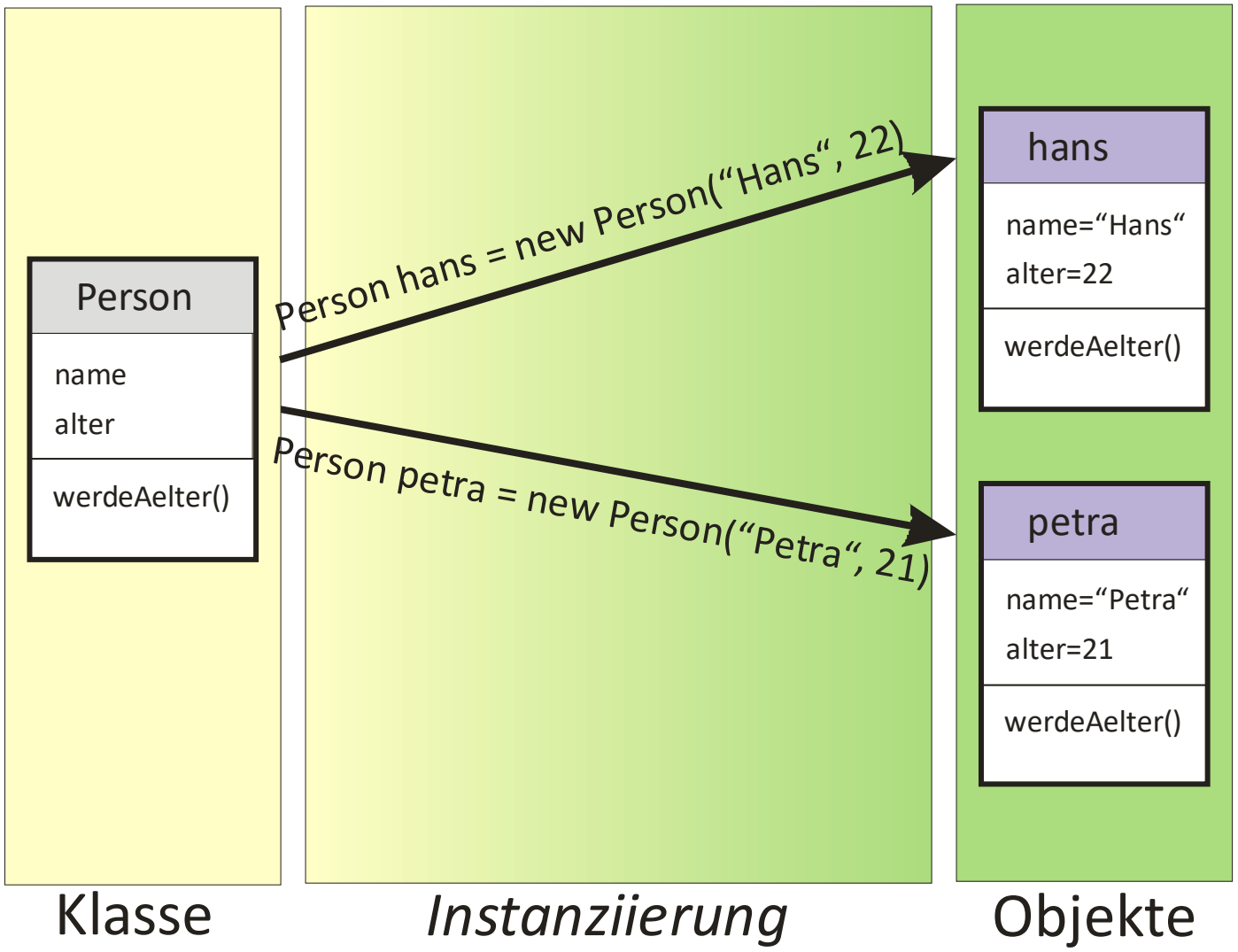
- Anweisungen im Konstruktor werden auf neu zugewiesenem Speicher ausgeführt.

- Ohne Angabe eines Konstruktors wird automatisch ein leerer Konstruktor ohne Argumente definiert.

- Ist ein (nicht leerer) Konstruktor definiert, muss der leere Konstruktor explizit definiert werden, um noch benutzt werden zu dürfen.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Alternatives Beispiel



Details: Referenzen auf Objekte I

- Bei primitiven Datentypen enthält eine Variable direkt den Inhalt (z. B. einen Int-Zahlenwert).
- Bei Objekten von Klassen symbolisiert die Variable nur eine **Referenz** (einen Verweis) auf das Objekt.
- Es können auch mehrere Referenzen auf ein Objekt zeigen.
- Eine Referenz kann auch leer sein. **`null`** ist das Schlüsselwort für die leere Referenz.
  - Beispiel: `Girokonto k = null;`

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Details: Referenzen auf Objekte II

Mit dem **==** Operator kann man zwei Referenzen auf **Gleichheit** testen.

- Beispiel

```
Girokonto k1 = new Girokonto();

...

Girokonto k2 = k1;

...

if (k1 == k2)
 System.out.println(”k1,k2 verweisen auf
                    das selbe Objekt");
```


In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Details: Referenzen auf Objekte III

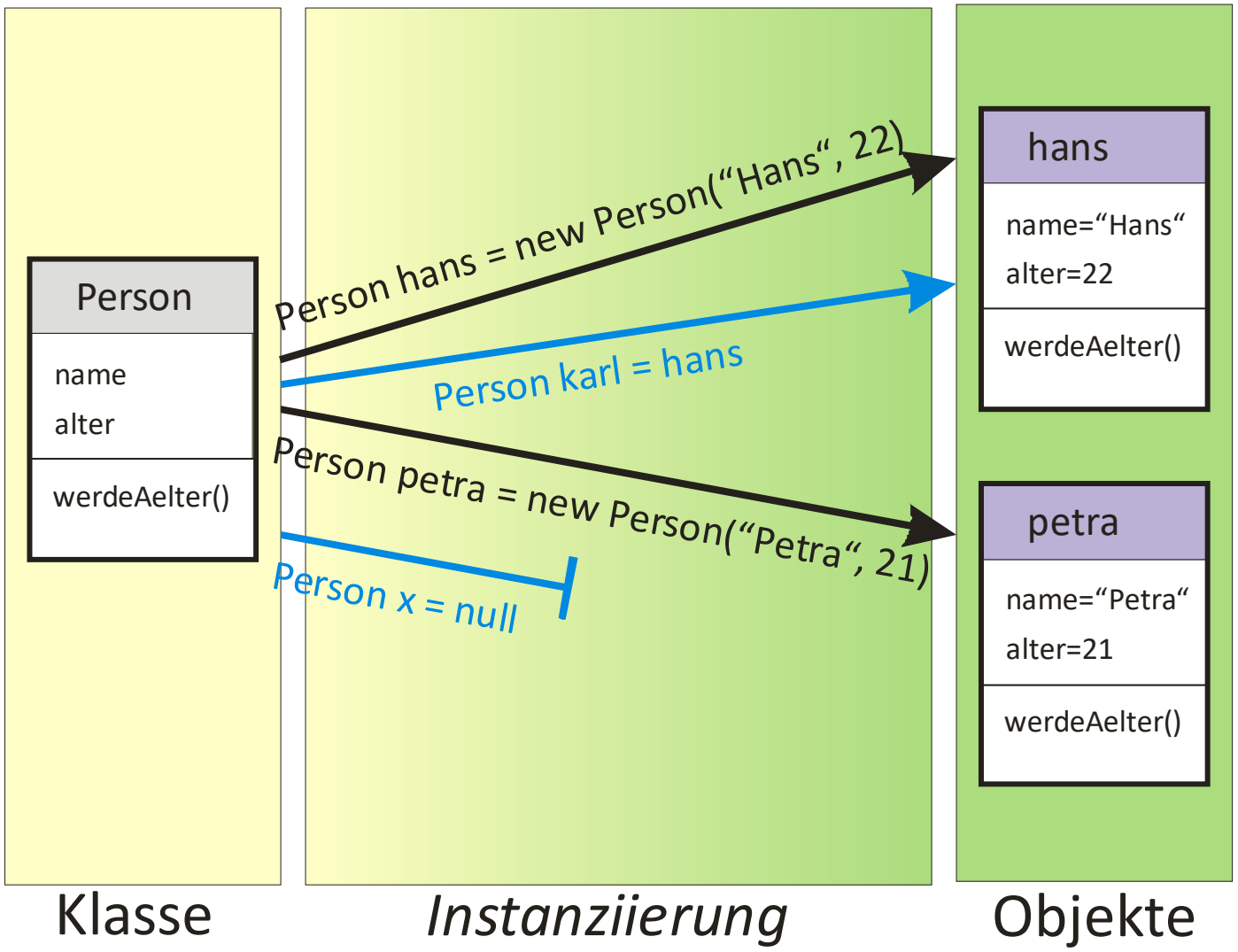
Mit dem == Operator kann man auch abfragen, ob eine Referenz leer ist.

- Beispiel

```
Girokonto k=null;

...

 if (k == null)
    System.out.println("k ist leere Referenz");
```


In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Alternatives Beispiel



Details: Klassenattribute und -methoden

- **Attribute** und **Methoden** gehören zu den Objekten (also Instanzen) einer Klasse.

- Attribute, die für jedes Objekt neue Instanzen bilden, heißen daher **Instanzvariablen** (Standardfall).

- Aber:
  - Es gibt **Klassenattribute** und -**methoden**, die nicht zu Instanzen (also Objekten) gehören,
  - sondern zu den Klassen selbst.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Details: Klassenvariablen

- Attribute, die für jedes Objekt neue Instanzen bilden, heißen **Instanzvariablen** (Standardfall)

- Werden Attribute mit **static** gekennzeichnet, handelt es sich um **Klassenvariablen**, die für die gesamte Klasse nur eine Instanz besitzen

- Klassenvariablen existieren auch ohne die Existenz eines Objektes.
  - Zugriff durch *Klassenname.Attributname*

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Details: Klassenmethoden

- Methoden,
  - die ausschließlich auf Klassenvariablen zurückgreifen,
  - dürfen mit **`static`** gekennzeichnet werden.

- Diese heißen **Klassenmethoden**.
  - Klassenmethoden dürfen selbst auch nur Klassenmethoden benutzen.

- Klassenmethoden können auch ohne Existenz eines Objektes mit *Klassenname.Methodenname(...)* aufgerufen werden.

❖ Die **`main()`**-Methode ist eine Klassenmethode, da zu Beginn noch keine Objekte erzeugt wurden.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Details: Beispiel

```
class Demo {

   int a;
   static int b;

   void test() {
      a = 2;
      b = 2;
   }

   static void test2() {
      b = 3;
   }
```

Instanzvariablen
Instanzmethoden
Klassenvariablen
Klassenmethoden

```
public static void main (String[] args) {
   a = 1;        // nicht erlaubt
   b = 1;        // erlaubt
   test();       // nicht erlaubt
   test2();      // erlaubt

   Demo d = new Demo();

   d.a = 1;       // erlaubt
   d.b = 1;       // erlaubt

   Demo.a = 1;    // nicht erlaubt
   Demo.b = 1;    // erlaubt

   Demo.test();  // nicht erlaubt
   Demo.test2(); // erlaubt

 }
}
```

Details: Überladen von Methoden I

- Wünsche für Methoden/Attribute:
  - gleiche Namen für gleiche Zwecke
  - z.B. Girokonto erzeugen ohne/mit einem initialen Kontostand
- Benutzt werden sollen Methoden mit **gleichem Namen**.
- Problem: Wie soll man diese Methoden **auseinanderhalten**?
- Idee: Unterscheide anhand **Parameter-Typen**:
  - Methoden gleichen Namens müssen sich also im Typ von mindestens einem Parameter oder in der Anzahl der Parameter unterscheiden:

```
zahle (int betrag)
```

```
zahle (int betrag, String verwendungszweck)
```

Details: Überladen von Methoden II

- Unterschiedliche Methoden müssen sich im Methodennamen oder in der Übergabeparameterliste (oder beidem) unterscheiden.

- Hat eine Klasse mehrere Methoden mit **identischem** Namen, nennt man diese Methode **überladen**.

- In unterschiedlichen Klassen dürfen auch
  - Methoden mit identischem Namen und identischen Übergabeparameterlisten
  - deklariert warden.

  → verschiedene Namensräume!

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Details: Überdecken von Attributen I

Verwenden von Variablen mit bereits benutztem Namen:

- Zugreifen auf überdeckte Attribute über **`this`**:

```
public class Girokonto {
   private int kontostand;    // in Cent

   /*...*/

  public void setzeKontostand(int kontostand)
  {
     this.kontostand = kontostand;
  }
  /*...*/
}
```


In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Details: Überdecken von Attributen II

- Variablendeklarationen in Klassenmethoden überdecken die Attribute der Klasse.
- Die Attribute sind nur **überdeckt, nicht überschrieben**.
- Auf Attribute der Klasse kann dann über das Schlüsselwort `this` zugegriffen werden.
- `this` ist eine Referenz auf das zur Methode gehörende Objekt.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Details: Beispiel I

Überladen von Konstruktoren und Methoden:

- Erweitern einer Klasse Girokonto um Attribute und Methoden.
- Ziel: **Übersicht behalten** durch sinnvolles, sparsames Vergeben von Methodennamen (Namen mehrfach in einer Klasse vergeben).

Anforderung:

- Implementieren einer zweiten Konstruktormethode für die Klasse „Girokonto“.
  - Sie soll es ermöglichen, dass schon bei der Erzeugung eines Girokonto-Exemplars ein Wert für den initialen Kontostand übergeben werden kann.
  - Welchen Namen muss diese Methode tragen?
  - Der übergebene Parameter soll **`kontostand`** heißen.
  - Es gibt in der Klasse „Girokonto“ bereits ein Attribut mit diesem Namen.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Details: Beispiel II

Überladen einer Konstruktormethode

- Lösungsmuster:
  - Konstruktormethode → Name identisch mit Klassenname
  - Überdecken des Namens **`kontostand`** (als Attributname und Variablenname)

```
public class Girokonto {

 /*...*/

 public Girokonto(int kontostand) {
      this.kontostand = kontostand;
 }
 /*...*/
}
```

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Zwischenstand I

- Programm = Mehrere Objekte, die Nachrichten austauschen
- Klassen: Schablonen für Objekte
  - Attribute
  - Methoden
- Objekte
  - Erzeugen
  - Zerstören
- Nachrichtenaustausch
  - Aufruf von Methoden eines Objektes (Punkt-Notation)
    z.B. `einKonto.holeKontostand()`

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Zwischenstand II

- Einzelheiten zu:
  - Konstruktoren
  - Referenzen
  - Garbage Collection
  - Übergabe von Parametern an Methoden
  - Klassenattributen / Klassenmethoden
- Namensraum
  - Überladen von Methoden
  - Überdecken von Attributen

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Einführung**

Objektorientierte Programmierung – Einführung

Artikel im EINI-Wiki:

- → **Objektorientierte Programmierung**
- → **Klasse**
- → **Modifikator**
- → **Sichtbarkeit**
- → **Main**
- → **Objekt**
- → **Garbage Collector**
- → **Konstruktor**
- → **Referenz**
- → **Null**
- → **Variable** (→ Klassenvariablen)
- → **This**

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Einführung

Übersicht

Begriffe

- ✓ Spezifikationen, Algorithmen, formale Sprachen
- ✓ Programmiersprachenkonzepte
- ✓ Grundlagen der imperativen Programmierung

- ✓ Algorithmen und Datenstrukturen
  - ✓ Felder
  - ✓ Sortieren
  - ✓ Rekursive Datenstrukturen (Baum, binärer Baum, Heap)
  - ✓ Heapsort

- ➢ Objektorientierung
  - ✓ Einführung
  - ➢ Vererbung
  - ► Anwendung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Nächste Termine

- Nächste Vorlesung – WiMa 16.01.2025, 08:15
- Nächste Vorlesung – LogWing 17.01.2025, 08:15