Kapitel 10

Verweise und Referenzen

Fachgebiet Knowledge Engineering
Prof. Dr. Johannes Fürnkranz

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Inhalt von Kapitel 10
Verweise und Referenzen

10.1 Das Schlüsselwort `this`

- Definition
- Verwendungszweck
- Klassenmethoden

EINSCHUB: Musterlösung zu Übung 4.1

10.2 Objektreferenzen

- Initialisieren von Referenzen
- Zuweisung von Referenzen
- Referenzen übergeben
- Referenzen zurückgeben

10.1 Einleitung
Rückblick in die 4.Vorlesung

Der Konstruktor der Klasse **`LetterCounter`** initialisiert einen String **`text`**. Vorsicht mit dem Scope der Variablen.

Lösung 2:

- Zugriff auf die Objektvariable mittels des Schlüsselwortes **`this`**.
- Das Schlüsselwort **`this`** ist ein Verweis auf ein Datenfeld.

```
1 public class LetterCounter {
2   // Objektvariable text
3   private String text;
4   // Konstruktor initialisiert String text
5   public LetterCounter(String text) {
6     this.text = text; // this.text ist die Objektvariable
7   }
8 }
```

Hinweis Zeile 6: **`(Verweis auf Objekvariable).text = (Verweis auf Parameter).text;`**

10.1 Definition des Schlüsselworts `this`

Schlüsselwort `this`

Das Schlüsselwort **`this`** ist innerhalb einer Objektmethode ein Verweis auf das Objekt, mit dem diese Methode aufgerufen wurde.

Insbesondere erfolgt so eine Zugriff auf die

- Objekt- und Klassenvariablen
  - **`this.Datenfeld`**
- und Objektmethoden.
  - **`this.Objektmethode`**

Da diese Zugriffe sehr oft vorkommen, darf man **`this`** auch weglassen

→ d.h. **`this.n==n`**

- Achtung:
  - Der Name einer Klassen- oder Objektvariable bzw. -konstante kann innerhalb der Methode für ein anderes Objekt noch einmal vergeben werden.
  - Die Deklaration eines solchen Objekts ”überdeckt“ die Klassen bzw. Objektvariable/ -konstante.

→ Letztere kann von da an nur noch mit Hilfe von **`this`** angesprochen werden.

Beispiel 1

Quellcode

```
public class MeineKlasse2 {
  int n = 1;
  public void nocheineMethode( int n ) {
     n = 27;
     System.out.print( n );
     System.out.print(" ");
     System.out.print( this.n );
  }
}
```

n bezieht sich auf die Variable (den Parameter) im momentanen Scope

this.n bezieht sich auf das Datenfeld

Testprogramm

```
MeineKlasse2 meinObjekt2 = new MeineKlasse2();
meinObjekt2.nocheineMethode( 12 );
```

Ausgabe ? „27 1“

Beispiel 2

Quellcode

```
public class MeineKlasse {
   public int n = 2;
   public void meineMethode1 () {
      int n = 7;
      System.out.print ( n );
      System.out.print ( " " );
      System.out.println ( this.n );
   }
   public void meineMethode2 () {
      (this.n)++;
      System.out.print ( n );
      System.out.print ( " " );
      System.out.println ( this.n );
   }
}
```

Testprogramm

```
MeineKlasse meinObjekt = new
MeineKlasse();
meinObjekt.meineMethode1();
meinObjekt.meineMethode2();
meinObjekt.meineMethode2();
meinObjekt.meineMethode1();
```

Ausgabe

```
7 2
3 3
4 4
7 4
```

Verwendungszweck

Warum this? Man könnte den Variablen doch auch verschiedene Namen geben?

- Es erleichtert die Programmierarbeit aber erheblich und verbessert die Lesbarkeit eines Programms deutlich, wenn man den eindeutigen Namen verwendet.
- *Konkret*: Manchmal ist es einfach unnatürlich, verschiedenen Variablen, die eigentlich das gleiche beschreiben, unterschiedliche Namen zu geben.
  - *Beispiel*:
    - Eine Klasse **`Kreis`**, in der ein Kreis durch Mittelpunkt und Radius definiert wird.
    - Die entsprechenden Datenkomponenten heißen sinnvollerweise **`x`**, **`y`** und **`radius`**.
    - Im Konstruktor **`Kreis`** können die Parameter aber ebenfalls **`x`**, **`y`** und **`radius`** heißen.

Beispiel - Kreis

Quellcode

```
public class Kreis {
    private double x;
    private double y;
    private double radius;

    public Kreis ( double x, double y, double radius ) {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.radius = radius;
    }

    public Kreis ( Kreis k ) {
        x = k.x;
        y = k.y;
        radius = k.radius;
    }
}
```

Normaler Konstruktor mit Parametern

Überlagerter Konstruktor mit einem anderen Kreis-objekt zur Initialisierung (Copy-Konstruktor)

Klassenmethoden und `this`

- Erinnerung: Zum Aufruf einer Klassenmethode bedarf es keines Objekts der Klasse.
- Objektvariable und -konstante gehören aber per Definition zu konkreten Objekten.
- Daher würde es keinen Sinn ergeben, wenn eine Klassenmethode
  - mit **`this`** auf dieses nicht unbedingt existierende Objekt selbst oder
  - mit oder ohne **`this`** auf die Objektvariablen und –konstanten dieses Objekts zugreifen oder
  - eine andere Objektmethode mit diesem Objekt

  aufrufen dürfte.

Fehlerhaftes Beispiel

Quellcode

```
public class MeineFehlerhafteKlasse {

    public int n1;
    public static int n2;

    public static void meineFehlerhafteKlassenMethode1() {
        System.out.println ( n1 );
    }

    public static void meineFehlerhafteKlassenMethode2() {
        System.out.println ( this.n1 );
    }
}
```

- Beide Aufrufe sind **falsch**, da eine Klassenmethode nicht auf einem Objekt arbeitet und daher die Komponente **n1** (= eine Objektvariable) keinen Wert hat!

Fortsetzung Fehlerhaftes Beispiel

Quellcode

```
public class MeineFehlerhafteKlasse {

    public int n1;
    public static int n2;

    public static void meineFehlerhafteKlassenMethode1() {
        System.out.println ( n2 );
    }

    public static void meineFehlerhafteKlassenMethode2() {
        System.out.println ( this.n2 );
    }
}
```

- Der erste Aufruf ist **korrekt**, da **n2** eine Klassenvariable ist!
  - Klassenvariable sind identisch für alle Objekte einer Klasse
- Der zweite Aufruf ist **falsch**, da für eine Klassenmethode kein Objekt definiert wird und daher **`this`** keinen Wert haben kann!

Klassenmethoden und Objekte

Zusammengefasst:

- Klassenmethoden können nicht direkt oder mittels **`this`** auf ein Objekt der eigenen Klasse zugreifen

Aber:

- Es spricht aber nichts dagegen (und ist auch absolut korrekt), wenn eine Klassenmethode auf die Objektvariablen, -konstanten und -methoden eines **benannten Objekts** derselben Klasse zugreift.
  - Siehe Beispiel nächste Folie!

Korrektes Beispiel

Quellcode

```
public class MeineKorrekteKlasse {
    public int n1;
    public static int n2;

    public void meineObjektMethode () {
        System.out.println ( n1 );
        System.out.println ( n2 );
    }

    public static void meineKorrekteKlassenMethode
            (MeineKorrekteKlasse weiteresObjekt ) {
        System.out.println ( n2 );
        System.out.println ( weiteresObjekt.n1 );
        System.out.println ( weiteresObjekt.n2 );
        weiteresObjekt.meineObjektMethode();
    }
}
```

Korrekt, da Objektmethode

Erlaubt, da Klassen-methoden auf Klassen-variablen zugreifen dürfen (Zugriff auf n1 ist ungültig)

Alle Ausdrück auch in einer Klassenmethode erlaubt, da **`weiteresObjekt`** ein Zeiger auf ein bereits definiertes Objekt ist.

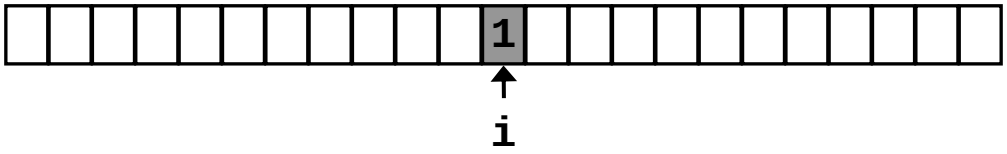
10.2 Objekte und Referenzen
Einleitung

- Mit dem Namen eines Objekts von einem eingebauten Typ spricht man das Objekt unmittelbar an
  - d.h. die Variable speichert direkt die zugrundeliegende Repräsentation des Objekts
- Bei zusammengesetzten Objekten ist der Name des Objekts nur als eine Referenz (d.h. Verweis) auf ein anonymes Objekt vom Bausteintyp zu verstehen.
  - d.h. die Variable speichert eine Adresse, die angibt, wo die komplexe Datenstruktur zu finden ist.
- Gründe:
  - Objekte haben keine fixe Größe (können sehr groß sein), dagegen haben Zeiger die Größe einer Speicher-Adresse.
  - bei Übergabe eines Objekts an eine Methode ist es daher viel effizienter, nur die Adresse zu übergeben, anstatt den gesamten Inhalt zu kopieren!

Veranschaulichung

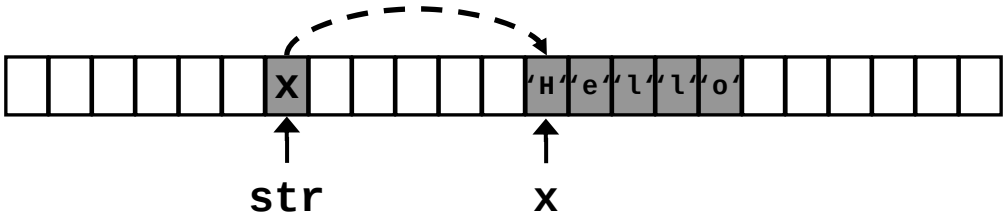
```
int i = 1;
```

- Den Bezeichner **`i`** kann man sich als einen symbolischen Namen für die Speicheradresse vorstellen, in der der Wert der Variable abgespeichert ist.




```
String str = new String ( "Hello" );
```

- Der Bezeichner **`str`** ist eher ein symbolischer Name für eine Speicheradresse, deren Inhalt die *Anfangsadresse* x der gespeicherten Zeichenkette ist.



Initialisierung

- Als Konsequenz wird bei der Deklaration eines Objektes eines Bausteintyps nur der Speicherplatz für die Referenz reserviert.
  - Das Objekt selbst wird durch new generiert
  - und erst dann der zugehörige Speicherplatz reserviert.

- Bei eingebauten Typen wird das Objekt auf jeden Fall initialisiert!
  - Wenn nicht anders angegeben, dann mit dem Standardwert!

Initialisierung

```
int i;
```

Objekt **`i`** ist schon fertig konstruiert und mit dem Standard-Wert 0 initialisiert,

```
int i = 1;
```

Objekt `i` ist schon fertig konstruiert und mit Wert 1 initialisiert.

```
String str;
```

Nur die *Referenz* **`str`** auf eine Zeichenkette ist eingerichtet worden, aber damit ist noch keine Zeichenkette eingerichtet worden.

```
String str = new String ( "Hello" );
```

Korrekt: Referenz **`str`** ist eingerichtet und mit einem String–Literal des Inhalts ”Hello“ initialisiert

→ Alle Objekte müssen mit **new** angelegt werden!

Standard-Wert von Referenzen

```
int i1 = 1;
int i2;

String str1 = new String ("Hello");
String str2;
```

- Es ist klar, dass das Objekt **`i1`** den Wert „1“ enthält und **`str1`** auf ein Objekt mit Inhalt „Hello“ verweist.
- Wir wissen auch schon, dass **`i2`** den Standard-Wert „0“ hat.
- Das Objekt **`str2`** wird mit einem symbolischen Referenzwert mit Namen **`null`** initialisiert
  - keine wirkliche Referenz auf irgendein Objekt,
  - sondern ein ”unmöglicher“ Wert,
  - der nur anzeigt, dass die Variable momentan auf kein Objekt verweist.

Nicht initialisierte Referenzen

Es gibt grundsätzlich kein uninitialisiertes Objekt in Java.

→ Eine wichtige Quelle für undefiniertes Programmverhalten ist eliminiert.

→ Im Gegensatz zu anderen Programmiersprachen wie C und C++.

- *Allerdings*:
- Wenn eine Klassenvariable den Wert **`null`** hat und man trotzdem auf das dahinterstehende Objekt, bzw. auf das eben **nicht** dahinterstehende Objekt zugreift, stürzt das Programm ab:

```
StringBuffer str;  // == null
str.append („test"); // Absturz!
```

Bug oder Feature

- Dieser Absturz ist kein undefiniertes Programmverhalten sondern es ist ”garantiert“, dass das Programm sofort abstürzt.
  - Damit ist immerhin garantiert, dass das Programm keinen weiteren Schaden anrichtet.

Bemerkungen:

- Die Initialisierung von Objekten einer selbstkonstruierten Klasse kann man auch selbst programmieren (bereits bekannt!).
  - Stichwort *Konstruktoren*
- Durch geeignete Java–Konstrukte kann man einen solchen Programmabsturz auch abfangen und behandeln.
  - Stichwort *Exceptions*

Zuweisung von Referenzen

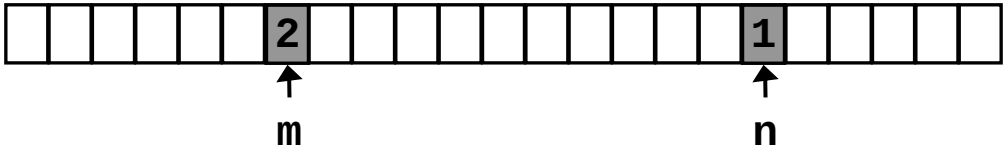
Beachte: Zuweisung bei Klassentypen bedeutet, dass nun zwei Referenzen auf dasselbe anonyme Objekt verweisen (im Gegensatz zu den primitiven Typen)!

- Eine Methode einer Klasse wird zwar mit dem Namen einer Variablen aufgerufen,
- aber sie macht eigentlich gar nichts mit dieser Variable.
- Statt dessen macht sie etwas mit dem *Objekt*, auf das diese Variable verweist.
- Wenn zwei Variable einer Klasse auf dasselbe Objekt verweisen, ist es also logisch, dass der Effekt eines Methodenaufrufs (z.B. **`append`**) mit einer Variablen (**`str2`**) zugleich über die andere Variable (**`str1`**) sichtbar wird.

Veranschaulichung – Eingebaute und Klassentypen

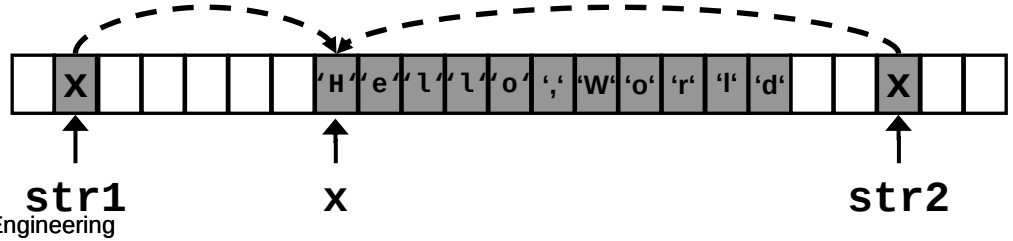
```
int n = 1;
int m = n;
m++;

System.out.print (m);
System.out.print (n);
```

```
// Ausgabe: „2“
// Ausgabe: „1“
```




```
StringBuffer str1 = new StringBuffer ( "Hello" );
StringBuffer str2 = str1;
str2.append ( ",World" );

System.out.print ( str2 );
System.out.print ( str1 );
```

```
// Ausgabe: "Hello,World"
// Ausgabe: "Hello,World"
```



Gleichheit von Referenzen

Test mit **==** auf Gleichheit bedeutet

- Bei den eingebauten Typen
  - Test auf ***Wertgleichheit***
- im Unterschied zu den Klassentypen (zusammengesetzte Objekte)
  - Test auf ***Objektidentität***!
- Jede vorgefertigte Klasse in der Java–Standardbibliothek besitzt für den Test auf Wertgleichheit von Klassentypen eine Methode namens **`equals`** mit folgender Signatur:
  - ein Rückgabetyp **`boolean`** (**`true/false`**) und
  - einem Parameter, dem zu vergleichenden Objekt.

Beispiel

```
String str1 = new String ("Hello");
String str2 = str1;
String str3 = new String ("Hello");

if ( str1 == str2 )
    System.out.println ( "Ja" );
    else
    System.out.println ( "Nein" );
        // Ausgabe: "Ja"
if ( str1.equals(str2) )
    System.out.println ( "Ja" );
    else
    System.out.println ( "Nein" );
        // Ausgabe: "Ja"
```

```
if ( str1 == str3 )
    System.out.println ( "Ja" );
    else
    System.out.println ( "Nein" );
        // Ausgabe: „Nein"
if ( str1.equals(str3) )
    System.out.println ( "Ja" );
    else
    System.out.println ( "Nein" );
        // Ausgabe: "Ja"
```

Übergabe von Referenzen an Methoden

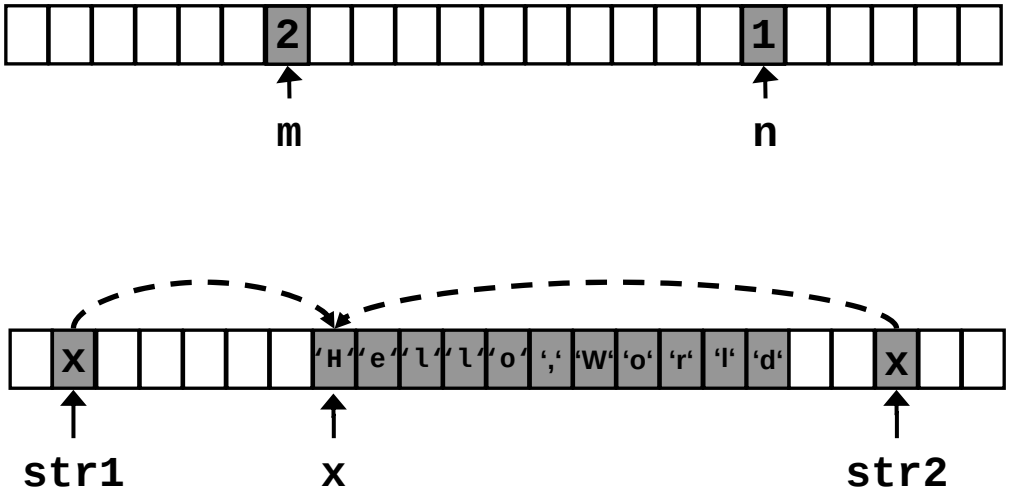
Argumente von Methoden haben unterschiedliche Bedeutung für eingebaute Typen und Klassentypen.

- Einfaches Beispiel:

```
void f ( int m, StringBuffer str2 ){

  m++;
  str2.append ( ",World" );

}

...

int n = 1;
StringBuffer str1 = new StringBuffer ( "Hello" );
f ( n, str1 );
System.out.println (n);
System.out.println (str1);
```

```
// Ausgabe: „1„
// Ausgabe: „Hello,World"
```

Veranschaulichung



Referenzen als Rückgabewert

Rückgabewerte von Methoden haben unterschiedliche Bedeutung für eingebaute Typen und Klassentypen.

- Betrachten Sie folgendes Beispiel:

```
int f1 ( int n ){
    return n;
}

StringBuffer f2 ( StringBuffer string ){
    return string;
}

int m1 = 1;
StringBuffer str1 = new StringBuffer ( "Hello" );

int m2 = f1 ( m1 );
StringBuffer str2 = f2 ( str1 );

m1++;
str1.append ( ", World" );

System.out.print ( m1 );          // Ausgabe: “2“
System.out.print ( m2 );          // Ausgabe: “1“
System.out.print ( str1 );        // Ausgabe: “Hello, World“
System.out.print ( str2 );        // Ausgabe: “Hello, World“
```

Kontrollfragen zu diesem Kapitel

1. Warum kann man innerhalb von statischen Methoden auf keine Datenfelder der gleichen Klasse mittels **`this`** zugreifen?

2. Eine Variable von einem primitiven Typ verweist direkt auf ein Objekt im Speicher. Auf was verweist eine Variable eines komplexen Typs im Speicher?

3. Was teste ich mit == wenn ich eingebaute Typen vergleiche? Was teste ich wenn es sich um Klassentypen handelt?