Kapitel 6

Kontrollstrukturen im Kontext von Klassen und Objekten

Ziele

- Anweisungen auf den Kontext von Klassen und Objekten erweitern
- Insbesondere die Methodenaufrufanweisung verstehen
- Statische Attribute und Methoden verstehen
- Die Klasse `String` kennenlernen

Überblick Kapitel 3 - 6

Kapitel 5

Klassendeklarationen

Objekte und Objekthalde (Heap)

Kapitel 3

Grunddatentypen	erweitert um	Klassentypen
Werte	erweitert um	Referenzen und `null`
Operationen	erweitert um	`==, !=` für Referenzen und `null`
Ausdrücke	erweitert um	Attributzugriff, Methodenaufruf mit Ergebnis, Objekterzeugungsausdruck
Typisierung		
Auswertung bzgl. Zustand (Stack)	erweitert um	Objekthalde (Heap)

Kapitel 4

Kapitel 6

Kontrollstrukturen	**erweitert um**	**Return-Anweisung, Methodenaufruf, Objekterzeugung**

Erweiterte Grammatik für Anweisungen im Kontext von Klassendeklarationen

Statement =

VariableDeclaration

| *Assignment*

| *Block*

| *Conditional*

| *Iteration*

| ***ReturnStatement*** (← neu)

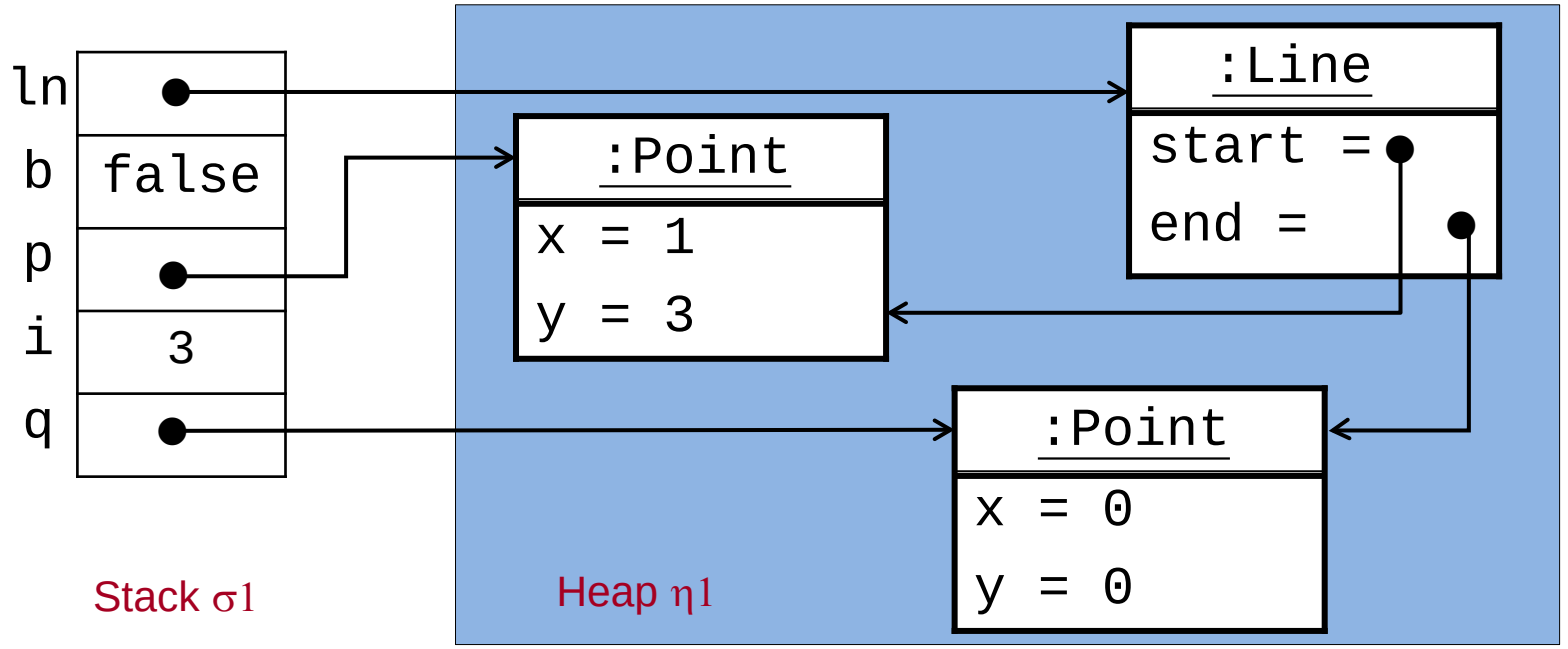
| ***MethodInvocation*** **";"** (← neu)

| ***ClassInstanceCreation*** **";"** (← neu)

Deklarationsanweisungen und Zustandsänderung

```
Point q = new Point(0,0);
int i = 3;
Point p = new Point(1,i);
boolean b = false;
Line ln = new Line(p,q);
```

führt zu folgendem Zustand:



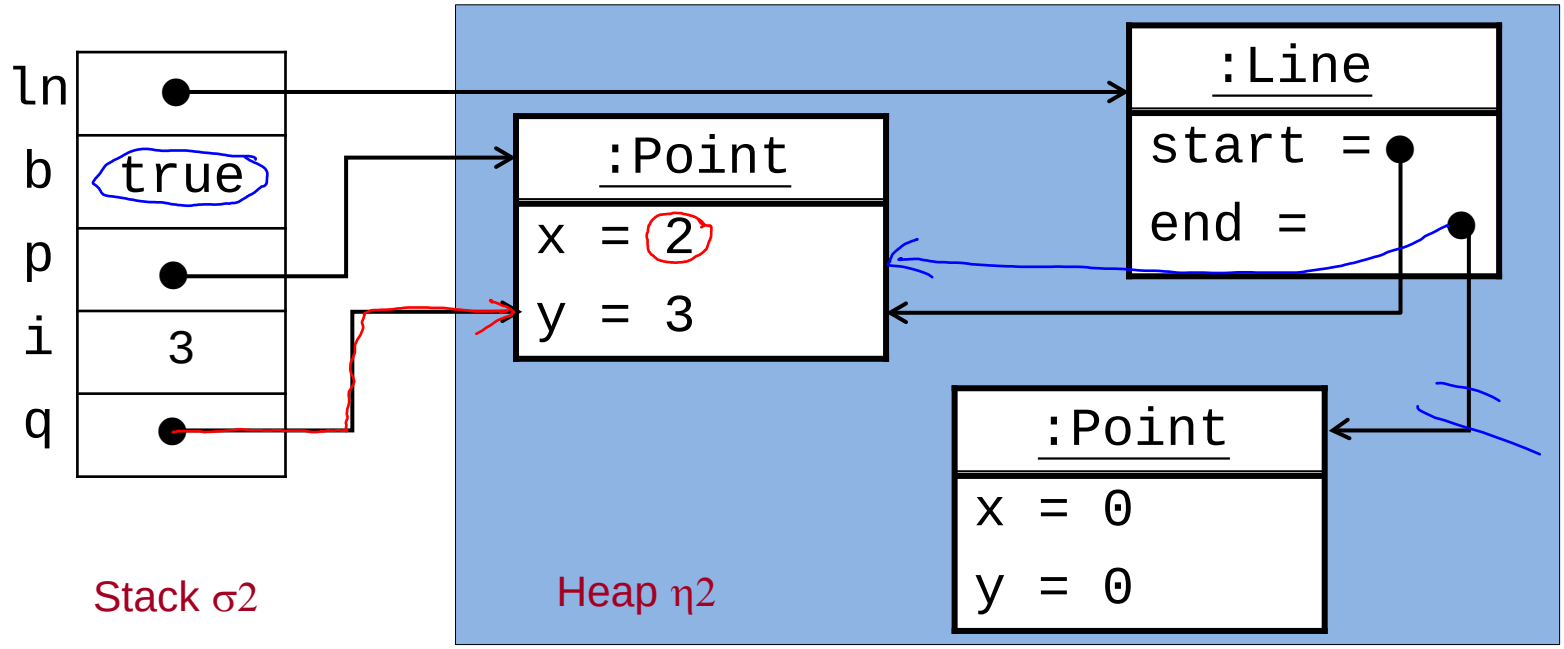
Zuweisungen und Zustandsänderung

Im Zustand $(\sigma 1, \eta 1)$ der letzten Folie werden folgende Zuweisungen durchgeführt:

```
q = p;  //Aliasing! q und p zeigen auf dasselbe Objekt!
p.x = p.x + 1;
b = (q.getX() == 2);
```

Ausdruck

Dies führt zu folgendem Zustand:

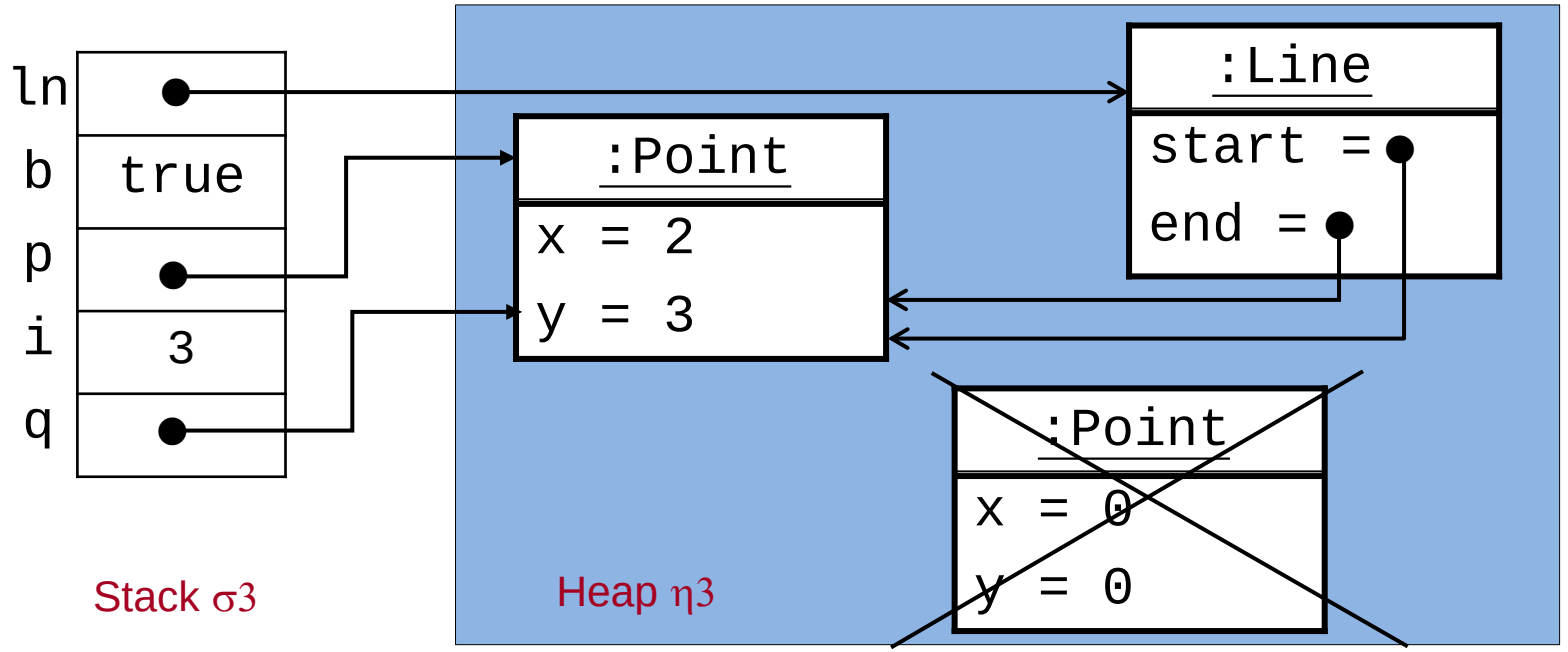


Datenmüll

Im Zustand $(\sigma 2, \eta 2)$ der letzten Folie führen wir durch: `l.end = p;`

Im Zustand $(\sigma 3, \eta 3)$ nach der Zuweisung ist ein Objekt unerreichbar geworden.

- Keine Referenz zeigt mehr darauf.
- Es ist Müll (engl.: Garbage) und wird automatisch vom Speicherbereinigungsalgorithmus („Garbage Collector“) gelöscht.



Return-Anweisung

Syntax: *ReturnStatement* = "return" [*Expression*] **";"**

z. B.
return this.x;

- Eine Return-Anweisung mit einem Ergebnisausdruck muss in jedem Ausführungspfad einer Methode mit Ergebnis vorhanden sein.
- Der Typ von *Expression* muss zum Ergebnistyp der Methode passen.

Wirkung:

- Die Ausführung des Methodenrumpfs wird beendet.
- Bei Methoden mit Ergebnistyp wird der Ausdruck *Expression* im zuletzt erreichten Zustand ausgewertet und dessen Wert als Ergebnis bereit gestellt.

z. B. int w = p.getX();

Methodenaufruf-Anweisung

Syntax: *MethodInvocation* ";"

MethodInvocation = *Expression* "." *Identifier* "(" [*ActualParameters*] ") "

Eine Methodenaufruf-Anweisung hat also die Form

`e.m(`a_1`,…,`a_n`);`

- Der Ausdruck `e` muss einen Klassentyp haben und der Identifier `m` muss der Name einer Methode der Klasse (oder einer Oberklasse, vgl. später) sein:

  `void m (`T_1 x_1`,…,`T_n x_n`) {body}` **oder**

  `Type m (`T_1 x_1`,…,`T_n x_n`) {body}`

- Die aktuellen Parameter $a_1, \ldots, a_n$ sind Ausdrücke, die in Anzahl und Typ zu den formalen Parametern der Methodendeklaration passen müssen.

Beispiel: Sei `e` ein Ausdruck vom Typ `Point`.

Methodenaufruf-Anweisung: `e.move(10,15);`

Methodenaufruf-Anweisung: Wirkung

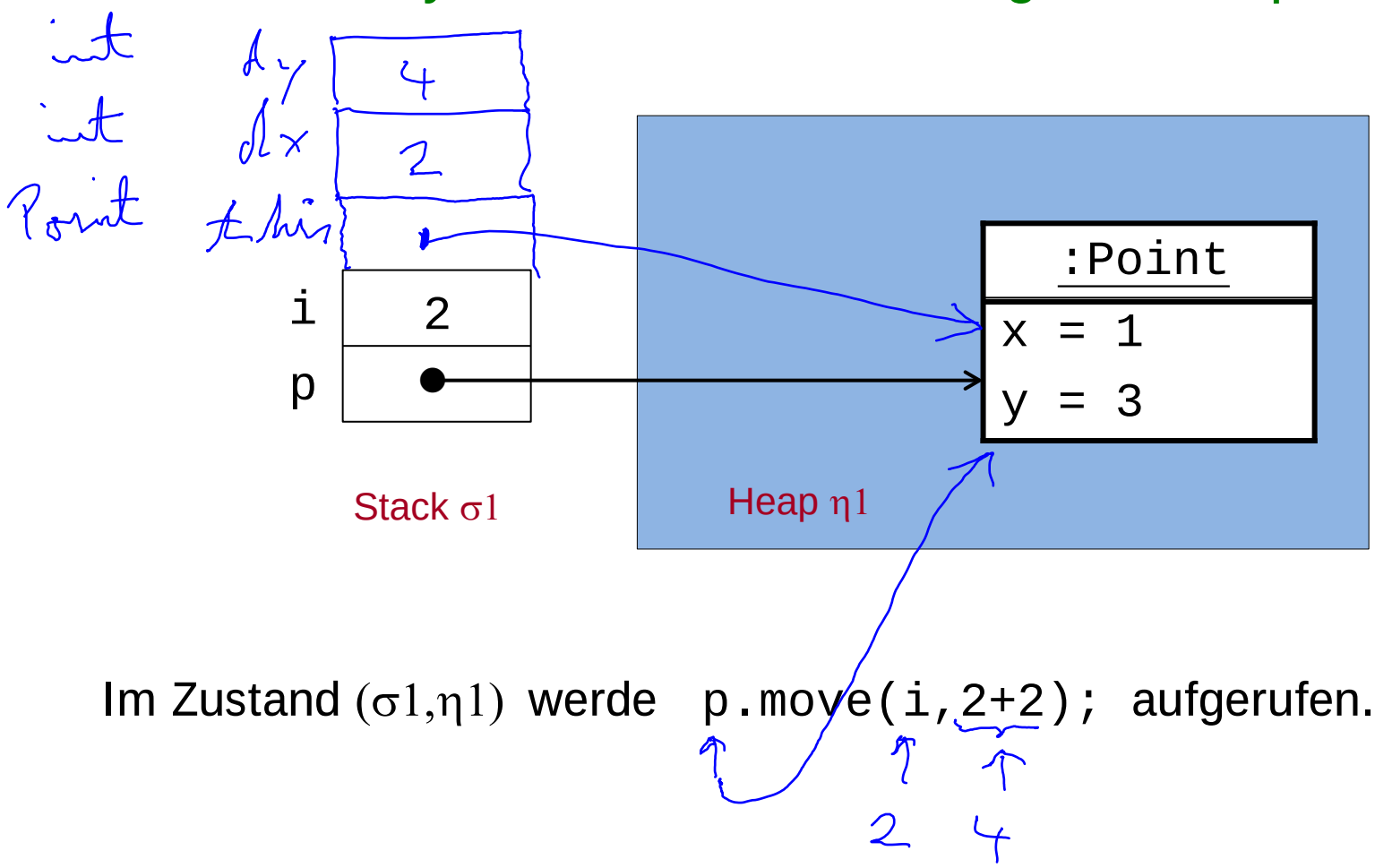
`e.m(`a_1`,…,`a_n`);` hat folgende Wirkung:

Sei `e` ein Ausdruck mit Klassentyp `C`.

1. Der Ausdruck `e` wird im aktuellen Zustand ausgewertet.
   Falls der Wert `null` ist, erfolgt ein Laufzeitfehler (`NullPointerException`), andernfalls wird eine lokale Variable `this` vom Typ `C` angelegt und mit der erhaltenen Objektreferenz initialisiert.
2. Analog werden die Werte aller aktuellen Parameter $a_1, \ldots, a_n$ berechnet, lokale Variable für die formalen Parameter der Methode angelegt und mit den erhaltenen Werten der aktuellen Parameter initialisiert („**Call by Value**“).
3. Der Rumpf der Methode wird (als Block) ausgeführt.
4. Die lokalen Variablen `this,` x_1`, … ,`x_n werden vom Stack genommen.

Beachte: Von einer anderen Klasse aus, sind Methodenaufrufe nur gemäß den spezifizierten Sichtbarkeiten zulässig.

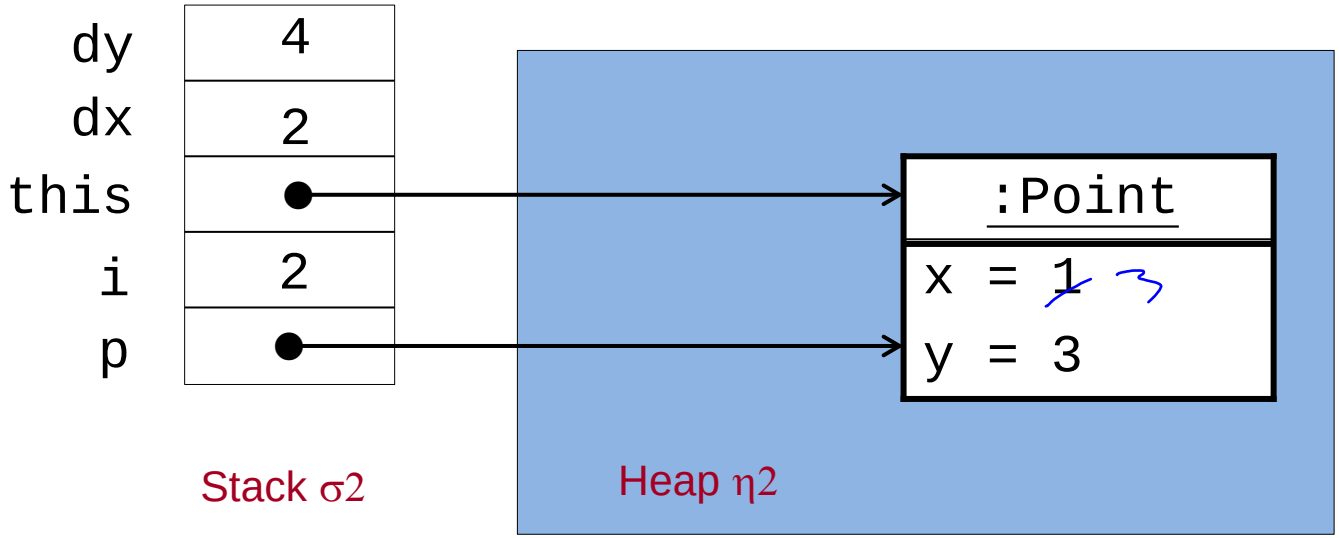
Call-by-Value Parameterübergabe: Beispiel (1)



Im Zustand $(\sigma 1, \eta 1)$ werde `p.move(i,2+2);` aufgerufen.

Call-by-Value Parameterübergabe: Beispiel (2)

Zustand nach Parameterübergabe:

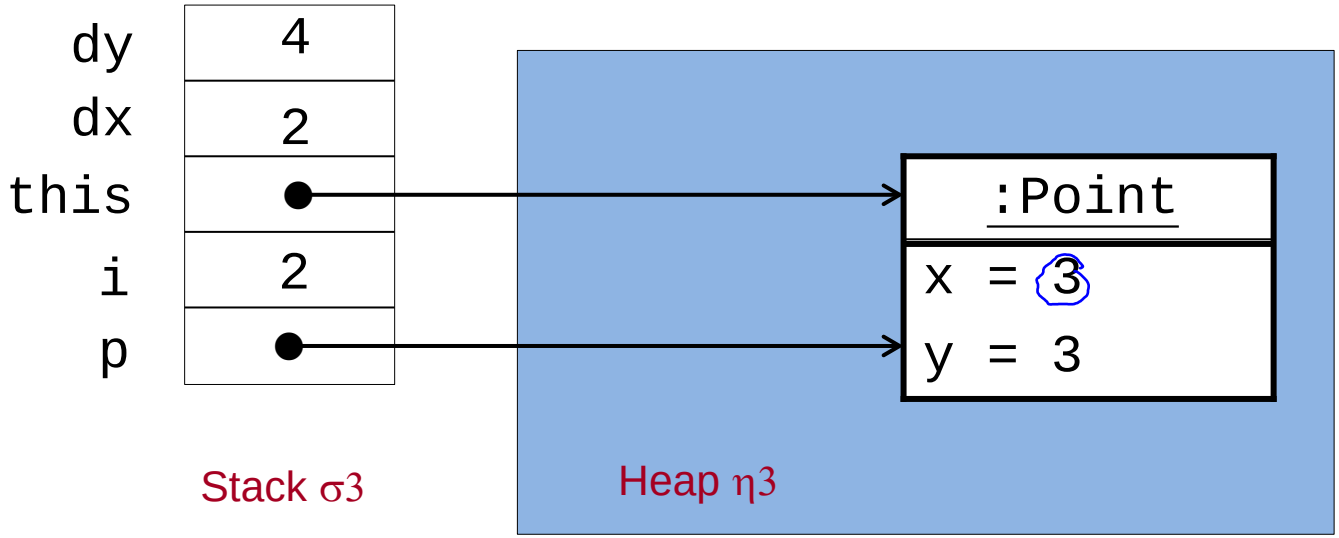


Nun wird der Rumpf der Methode `move` ausgeführt:

```
{ this.x = this.x + dx;
  this.y = this.y + dy; }
```

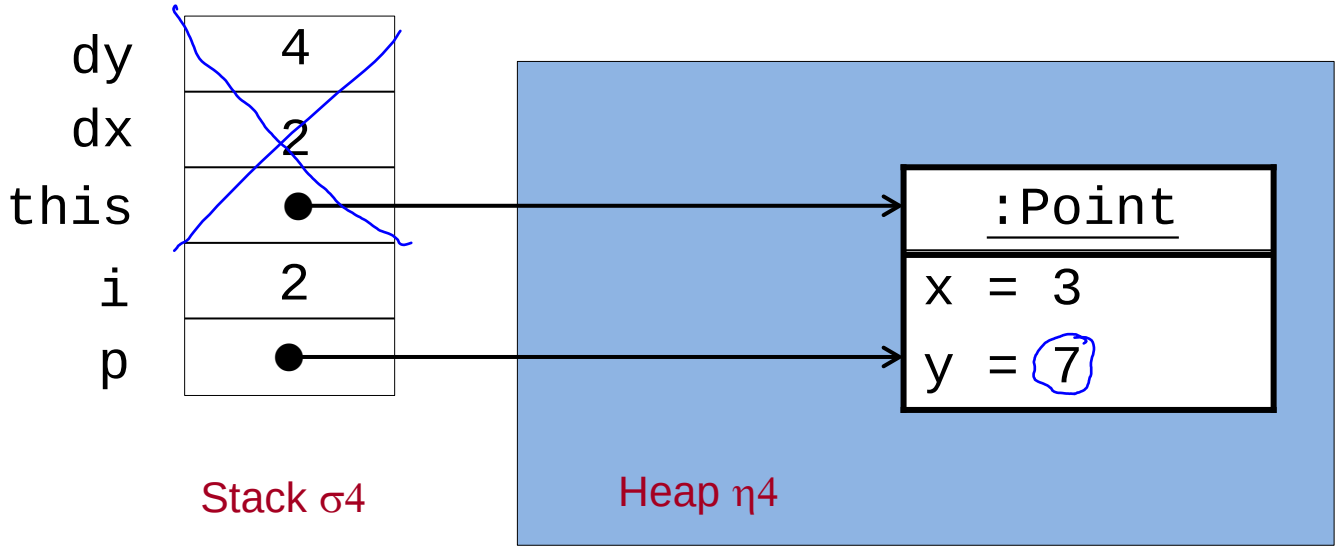
Call-by-Value Parameterübergabe: Beispiel (3)

Zustand nach Ausführung von `this.x = this.x + dx;` :



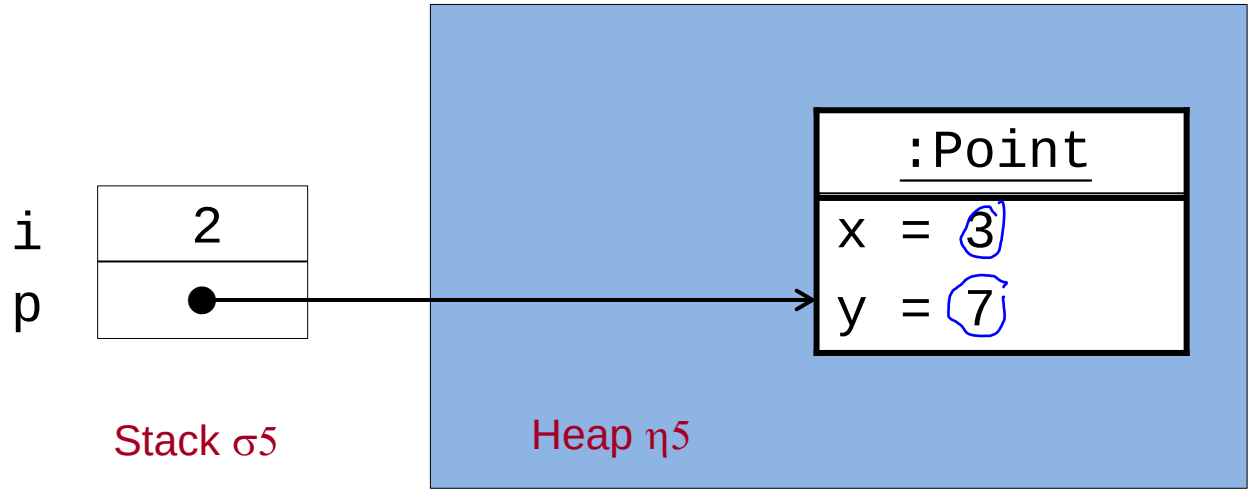
Call-by-Value Parameterübergabe: Beispiel (4)

Zustand nach Ausführung von `this.y = this.y + dy;` :



Call-by-Value Parameterübergabe: Beispiel (5)

Anschließend werden die lokalen Variablen `this, dx, dy` vom Stack entfernt:



Objekterzeugungs-Anweisung

Syntax: *ClassInstanceCreation* ";"

Wdh.: *ClassInstanceCreation* = "new" *ClassType* "(" [*ActualParameters*] ") "

Eine Objekterzeugungs-Anweisung hat also die Form

$$\texttt{new C(}a_1\texttt{,}\ldots\texttt{,}a_n\texttt{);}$$

wobei `new C(`a_1`,`$\ldots$`,`a_n`)` ein Objekterzeugungs-Ausdruck ist (vgl. oben).

Objekterzeugungs-Anweisung: Wirkung

`new C(`a_1`,…,`a_n`);` hat folgende Wirkung:

1. Ein neues Objekt der Klasse `C` wird erzeugt und auf den Heap gelegt.
2. Die Felder des Objekts werden mit Default-Werten initialisiert.
   (`0` bei `int`, `false` bei `boolean`, `null` bei Klassentypen).
3. Die Referenz auf das neue Objekt wird als Ergebniswert bereit gestellt.

Falls ein benutzerdefinierter Konstruktor aufgerufen wird, erfolgt vor 3.:

i. Eine lokale Variable `this` mit Typ `C` wird angelegt und mit der Referenz auf das neue Objekt initialisiert.
ii. Die Werte aller aktuellen Parameter $a_1,\ldots,a_n$ werden berechnet, lokale Variable für die formalen Parameter $x_1,\ldots,x_n$ des Konstruktors werden angelegt und mit den erhaltenen Werten der aktuellen Parameter initialisiert.
iii. Der Rumpf des Konstruktors wird (als Block) ausgeführt.
iv. Die lokalen Variablen `this`, $x_1,\ldots,x_n$ werden vom Stack genommen.

Benutzung von Klassen und Objekten

Objekte werden (meist) in Methoden von anderen Klassen erzeugt und benutzt. Die Benutzung geschieht (meist) durch Methodenaufruf.

Beispiel "Point":

```
public class PointMain {
   public static void main(String[] args) {
      Point p1 = new Point(10, 20);
      Point p2 = new Point(0,0);
      int x1 = p1.getX(), y1 = p1.getY() ;
      int x2 = p2.getX(), y2 = p2.getY();
      System.out.println("p1=(" + x1 + ", " + y1 + ")");
      System.out.println("p2=(" + x2 + ", " + y2 + ")");
      p1.move(10, 10);
      System.out.println("p1=(" + p1.getX() + ", " + p1.getY() + ")");
   }
}
```

Aufruf einer Methode mit Rückgabewert

Deklarationsanweisung

p1 = (10, 20)

p2 = (0, 0)

Methodenaufruf (ohne Rückgabewert)

p1 = (20, 30)

Klasse „Point“ mit öffentlichen Attributen

```
public class Point {
    public int x,y;
    public Point(int x0, int y0){
        this.x = x0;
        this.y = y0;
    }
    public void move(int dx, int dy){
        this.x = this.x + dx;
        this.y = this.y + dy;
    }
    public int getX(){
        return this.x;
    }
     public int getY(){
        return this.y;
    }
}
```

Auf öffentliche Attribute kann von anderen Objekten aus zugegriffen werden!
Dies verletzt die Idee des **Geheimnisprinzips**, nach dem Änderungen an Objektzuständen nur unter Kontrolle von Methodenaufrufen geschehen sollen.

Benutzung von Objekten/Klassen bei öffentlichem Attributzugriff

Beispiel "Point":

```
public class PointMain {
   public static void main(String[] args) {
      Point p1 = new Point(10, 20);
      Point p2 = new Point(0,0);
      int x1 = p1.x, y1 = p1.y;
      int x2 = p2.x, y2 = p2.y;
      System.out.println("p1=(" + x1 + ", " + y1 + ")");
      System.out.println("p2=(" + x2 + ", " + y2 + ")");
      p1.x = p1.x + 10;
      System.out.println("p1=(" + p1.x + ", " + p1.y + ")");
   }
}
```

Zugriff auf das Attribut eines anderen Objekts

Änderung des Attributwerts eines anderen Objekts

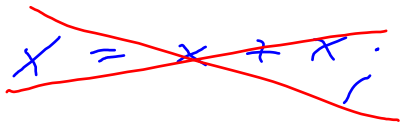
Methodenimplementierung: Abkürzung

Innerhalb einer Methodenimplementierung ist der Name von **`this`** eindeutig und kann weggelassen werden, wenn keine Namenskonflikte auftreten.

```
public void move(int dx, int dy) {
        x = x + dx;
        y = y + dy;
}
```

Aber: Parameter und lokale Variablen überdecken Attribute gleichen Namens. Die folgende Implementierung von `move` benötigt die explizite Verwendung von **`this`**.

```
public void move(int x, int y) {
        this.x = this.x + x;
        this.y = this.y + y;
}
```



Statische Attribute und statische Methoden

- **Statische Attribute** (**Klassenattribute**) sind (globale) Variablen einer Klasse, die unabhängig von Objekten Werte speichern.
- **Statische Methoden** (**Klassenmethoden**) sind Methoden einer Klasse, die unabhängig von Objekten aufgerufen und ausgeführt werden.
- Syntax:

```
class C {
  private static type attribute = … ;
  public static void method( … ) {body};
  ...  }
```

- Im Rumpf einer statischen Methode dürfen keine Instanzvariablen verwendet werden.
- Zugriff auf ein Klassenattribut: `C.attribute` z.B. `System.out`
- Aufruf einer Klassenmethode: `C.method( … )` z.B. `Math.sqrt(7)`

Klassenattribute und –methoden: Beispiel

```
class BankKonto {
   private double kontoStand;
   private int kontoNr;
   private static int letzteNr = 0;

   private static int neueNr() {
      return BankKonto.letzteNr++;
   }
   public BankKonto(double betrag) {
      this.kontoStand = betrag;
      this.kontoNr = BankKonto.neueNr();
   }
   ...
}
```

Klassenmethoden: Beispiele

```
class NumFunktionen {

public static int quersumme(int x){
    int qs = 0;
    while (x > 0) {
      qs = qs + x % 10;
      x = x / 10;
    }
    return qs;
  }
public static int fakultaet(int n){
    int akk = 1;
    while (n > 1) {
      akk = akk * n;
      n--;
    }
    return akk;
  }
}
```

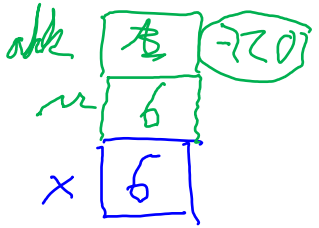
fakultaet(4) = ((1 * 4) * 3) * 2

Benutzung:

```
class NumAnwendung {

public static void main(String[] args){
   int x = 352;
   int q = NumFunktionen.quersumme(x);
   System.out.println("Quersumme von"
+ x + ": " + q);

   int x = 6;
   System.out.println("Fakultät von"
+ x + ": " + NumFunktionen.fakultaet(x));
  }
}
```



Konstanten

- **Konstanten** sind Klassenattribute mit einem festen, unveränderlichen Wert.
- Syntax:

```
class C {
  public static final type attribute = value;
  ...  }
```

- Konstanten werden meist mit Großbuchstaben geschrieben und meist als **public** deklariert.
- Beispiel:

```
class Math {
  public static final double PI = 3.14159265358979323846;
  ...  }
```

↑ z.-ginkA z.B.

double d = Math.PI;

Die Klasse String

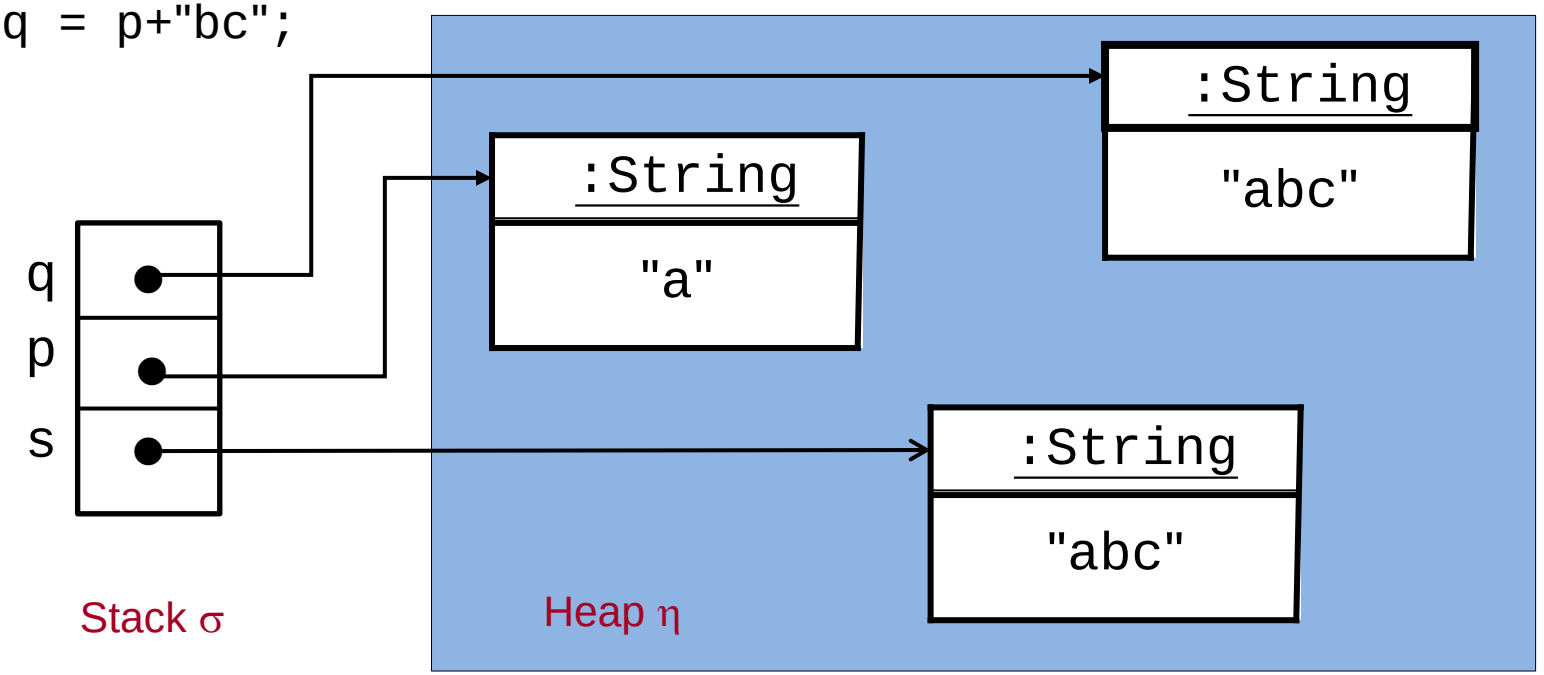
- Zeichenketten (Strings) werden in Java durch Objekte der Klasse `String` repräsentiert. Diese Objekte speichern eine (unveränderbare) Folge von Zeichen (Characters).
- Infolgedessen sind die Werte des Klassentyps `String` Referenzen auf String-Objekte.
- Referenzen auf String-Objekte können durch String-Literale angegeben werden: z.B. `"WS 2011/12"`, `"M-XY 789"`, `"\""`, `""` (leerer String).
- Operationen auf Strings sind:

  `==`, `!=` Vergleich von Referenzen (**nicht empfohlen!**)

  `+` Zusammenhängen zweier Strings zu einem neuen String
- Die Klasse `String` enthält eine Vielzahl von Konstruktoren und Methoden, z.B. `public boolean equals(Object anObject)` für den Vergleich der Zeichenketten („Inhalte“) zweier String-Objekte (**empfohlen!**).

Gleichheit von Strings

```
String s = "abc";
String p = "a";
String q = p+"bc";
```



- Gleichheit von String-Referenzen:
  `(s==p)`$=_{(\sigma,\eta)}$ `false`, `(s==q)`$=_{(\sigma,\eta)}$ **`false`** (!!),
- Gleichheit von String-Inhalten (Zeichenketten):
  `s.equals(p)`$=_{(\sigma,\eta)}$ `false`, `s.`**`equals`**`(q)`$=_{(\sigma,\eta)}$ **`true`**

Ausschnitt aus der Java-Dokumentation der Klasse String

Method Summary	
char	**charAt**(int index) Returns the char value at the specified index.
boolean	**isEmpty**() Returns true if, and only if, length() is 0.
int	**length**() Returns the length of this string.
String	**replace**(char oldChar, char newChar) Returns a new string resulting from replacing all occurrences of oldChar in this string with newChar.
String	**substring**(int beginIndex, int endIndex) Returns a new string that is a substring of this string.
String	**toString**() This object (which is already a string!) is itself returned.

~ 50 Methoden

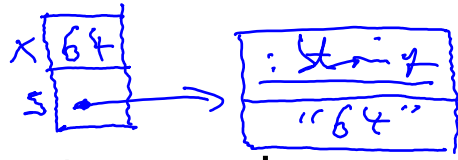
Umwandlung von Strings in Werte der Grunddatentypen

Statische Methoden

`public static int parseInt(String s)` der Klasse `Integer`,

`public static double parseDouble(String s)` der Klasse `Double`, etc.

z.B. `String s = "64"; int x = Integer.parseInt(s);`



Der String `s` muss eine ganze Zahl repäsentieren; ansonsten kommt es zu einem Laufzeitfehler (`NumberFormatException`).

Nötig beim Einlesen von numerischen Werten aus Textfeldern.

(z.B. Methoden

`public static String showInputDialog(Object message) throws ..`
`public String getText()` der Klassen `JTextField, JTextArea`,

vgl. später).

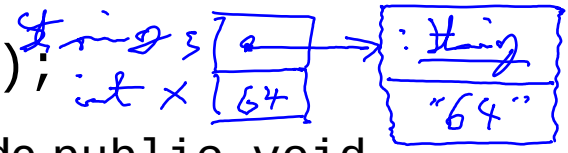
Umwandlungen in Strings

Statische Methoden (zur Umwandlung von Werten von Grunddatentypen)

`public static String toString(int i)` der Klasse `Integer`,

`public static String toString(double d)` der Klasse `Double`, etc.

z.B. `int x = 64; String s = Integer.toString(x);`



Nötig zur Ausgabe von numerischen Werten in Textfeldern (Methode `public void setText(String t)` der Klassen `JTextField, JTextArea`, vgl. später).
Nicht nötig für Ausgaben mit `System.out.println`.

Nicht statische Methode `public String toString()`
kann auf Objekte aller Klassen angewendet werden.

z.B. `BankKonto b = new BankKonto(); String s = b.toString();`

Liefert einen String, bestehend aus dem Namen der Klasse, zu der das Objekt gehört, dem Zeichen @ sowie einer Hexadezimal-Repräsentation des Objekts,
z.B. `BankKonto@a2b7ef43`

der Adresse