

*First things first,
but not necessarily in that order.
- Dr. Who, Meglos*

Klassen

Prof. Dr. Christian Böhm

in Zusammenarbeit mit
Gefei Zhang

<http://www.dbs.ifi.lmu.de/Lehre/NFInfoSW>

Ziele

- Verstehen des Syntax einer Java-Klasse und ihrer graphischen Beschreibung in UML
- Verstehen des Speichermodells von Java
- Lernen Objekte zu erzeugen und einfache Methoden zu schreiben

Einfache Klassen in Java

■ Objekte

Objekte sind kleine Programmstücke.

Jedes Objekt hat spezifische Fähigkeiten.

Objekte kooperieren, um eine umfangreiche Aufgabe gemeinsam zu erfüllen

■ Klassen

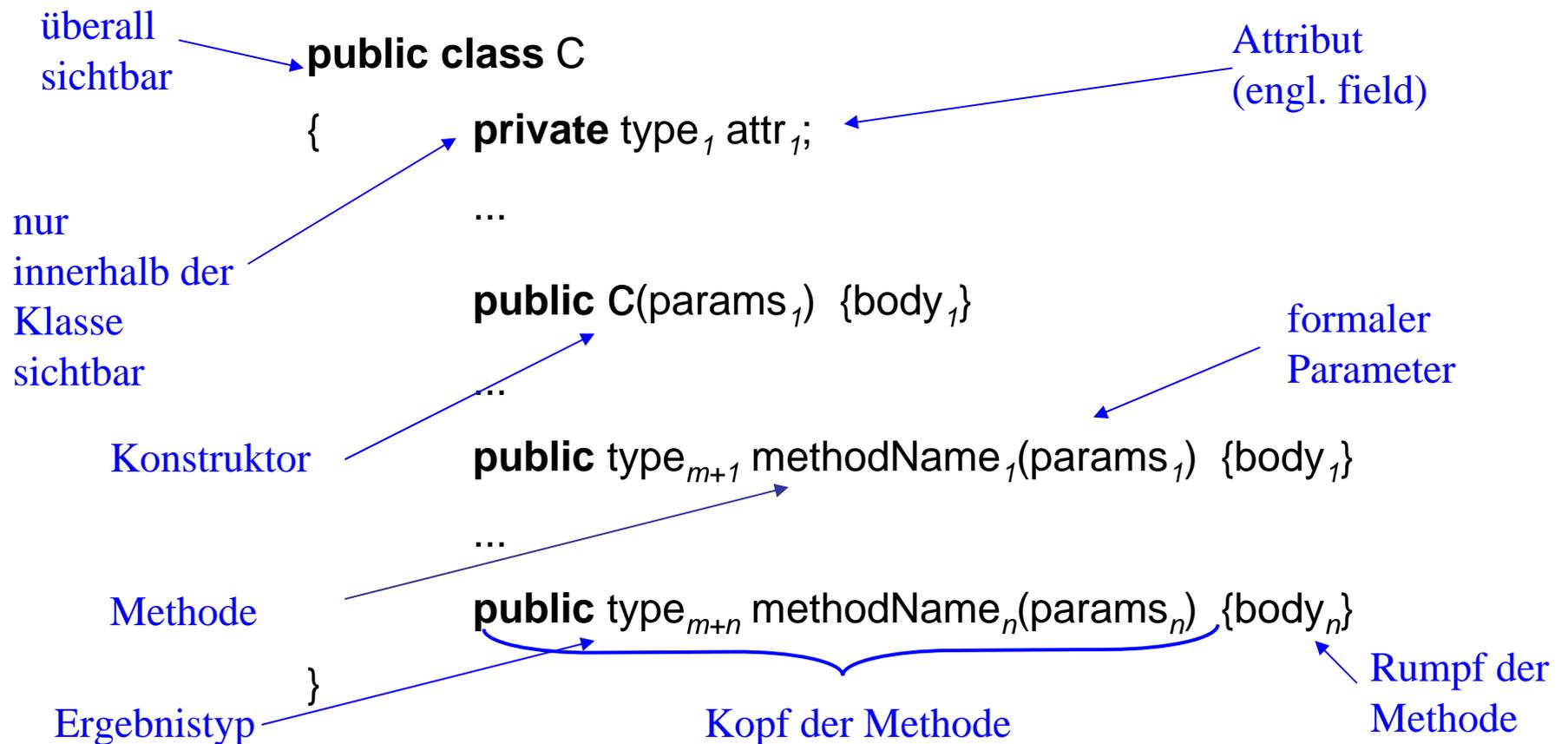
Klassen sind Fabriken für Objekte.

Jede Klasse kann einen ganz bestimmten Typ von Objekten erzeugen.

Jedes Objekt gehört zu genau einer Klasse; es ist **Instanz** dieser Klasse

Einfache Klassen in Java

Eine Klassendeklaration in Java hat die Gestalt



Klasse Point

```
public class Point
```

Klassenname

```
private int x,y;
```

```
public Point(int x0, int y0)
{
    this.x = x0;
    this.y = y0;
}
```

vordefinierte lokale
Variable `this`
bezeichnet das gerade
betrachtete Objekt

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

y-Koordinate
von `this`

Rückgabe des
Ergebniswerts

```
public int getX()
{
    return this.x;
}
```

```
public int getY()
{
    return this.y;
}
```

```
}
```

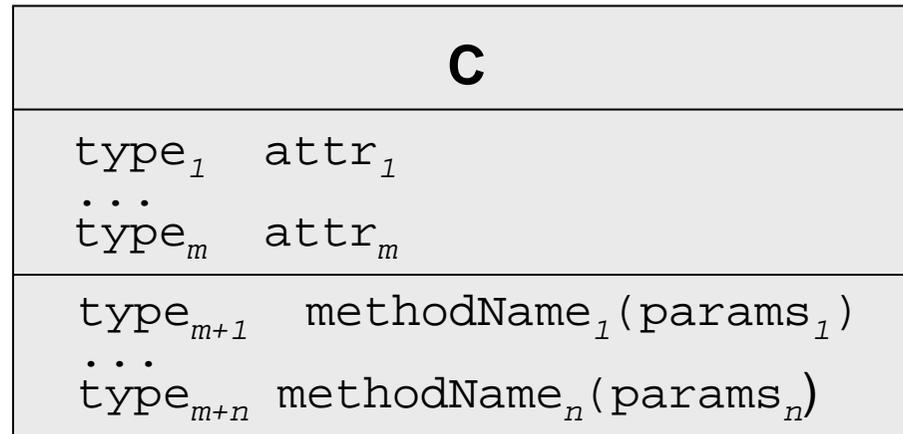
UML

■ Unified Modelling Language

- Modellierungssprache für Objekt-Orientierte Software-Entwicklung
- Aktueller De facto Standard in Industrie und Forschung
- Ursprünglich entwickelt um 1995 von J. Rumbaugh, G. Booch und I. Jacobson als gemeinsamer Nachfolger von deren Sprachen zur objekt-orientierten Modellierung
- Heute Standard, der von der OMG (Object Management Group) gepflegt und weiterentwickelt wird

Einfache Klassen in UML

In UML wird eine Klasse C folgendermaßen repräsentiert (angepasst an Java-Syntax):



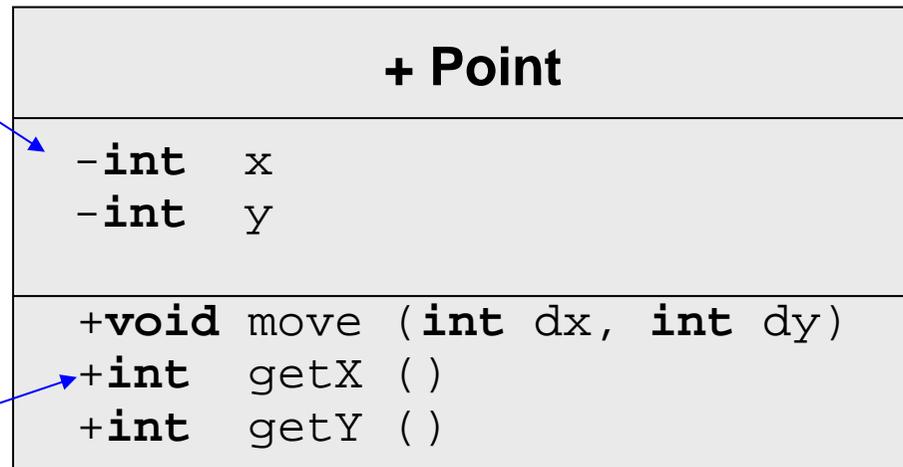
Bemerkung

- In UML wird eine Pascal-ähnliche Syntax für Attribut- und Methodendeklarationen verwendet. Wir haben dies zugunsten einer einheitlichen Syntax an Java angepasst.
- Die Konstruktoren werden meist nicht im Klassendiagramm aufgeführt.
- Die Methodenrumpfe erscheinen nicht im UML-Klassendiagramm, da UML-Diagramme zur abstrakteren Repräsentation von Klassen verwendet werden.
- Man kann Methodenrumpfe als Notizen an das Diagramm hängen.

Beispiel:

In UML wird die Klasse `Point` folgendermaßen repräsentiert:

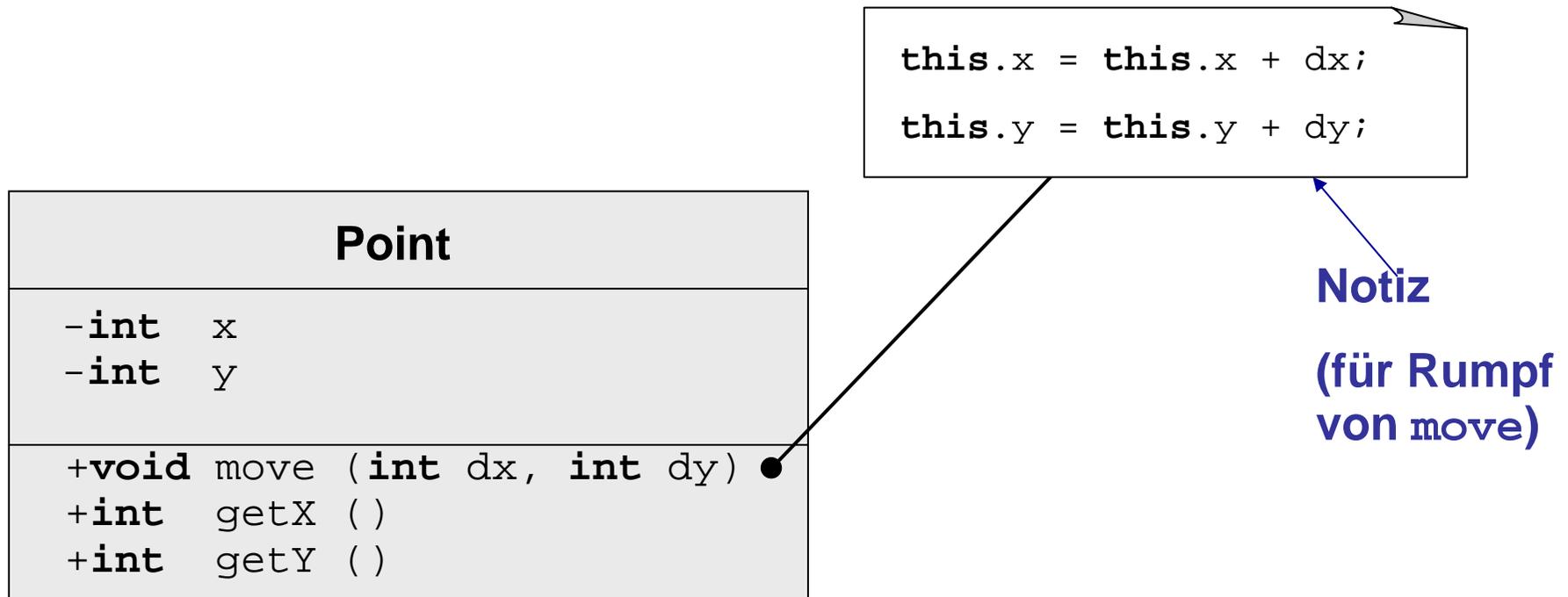
„-“ für private



„+“ für public

Notizen in UML

Beispiel



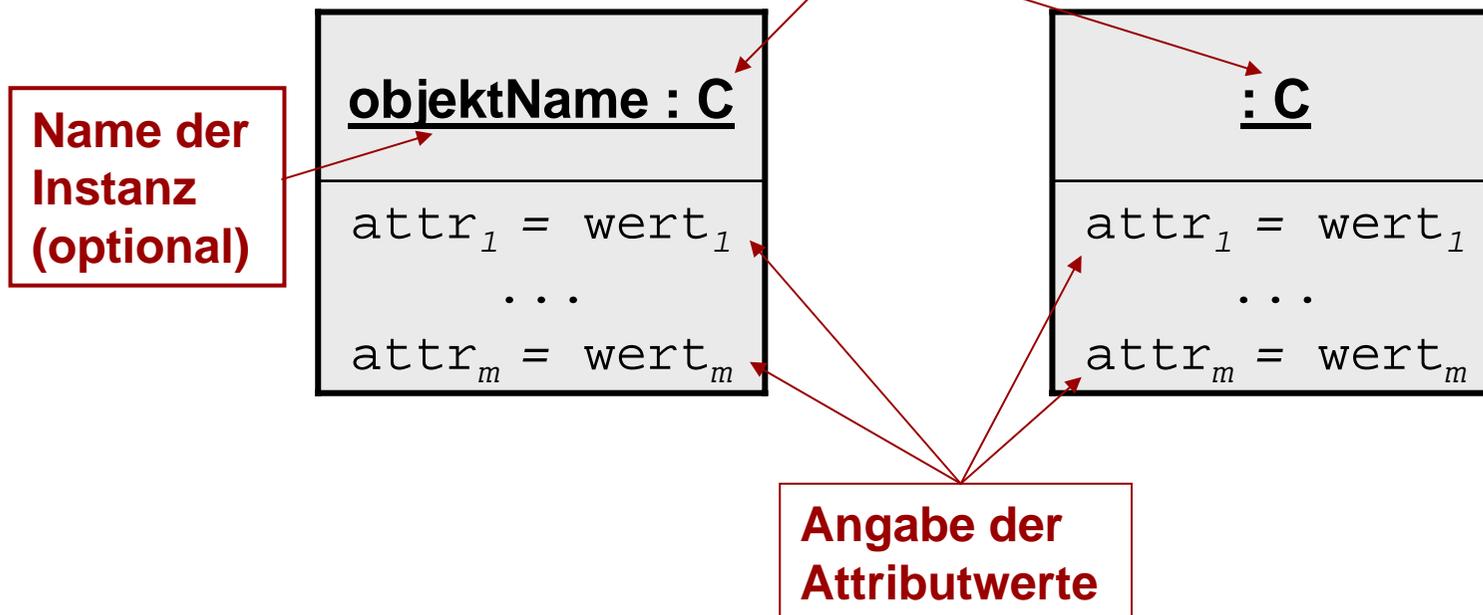
Objekte und deren Speicherdarstellung

In UML wird ein Objekt der Klasse C folgendermaßen repräsentiert:

**Objektinstanz
mit Name**

**Name der Klasse
Wichtig: „:“ und
„Unterstreichen“**

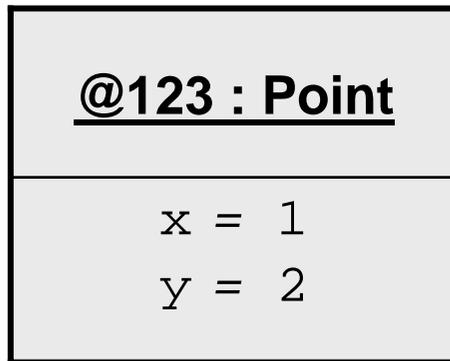
**Objektinstanz
OHNE Name
(„anonymes“ Objekt)**



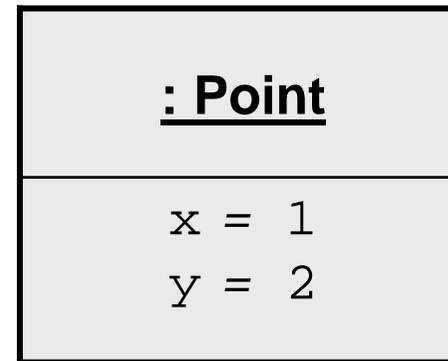
Objekte und deren Speicherdarstellung

Beispiel: Objekte der Klasse Point

Objektinstanz
mit Name



Objektinstanz
OHNE Name
(„anonymes Objekt“)

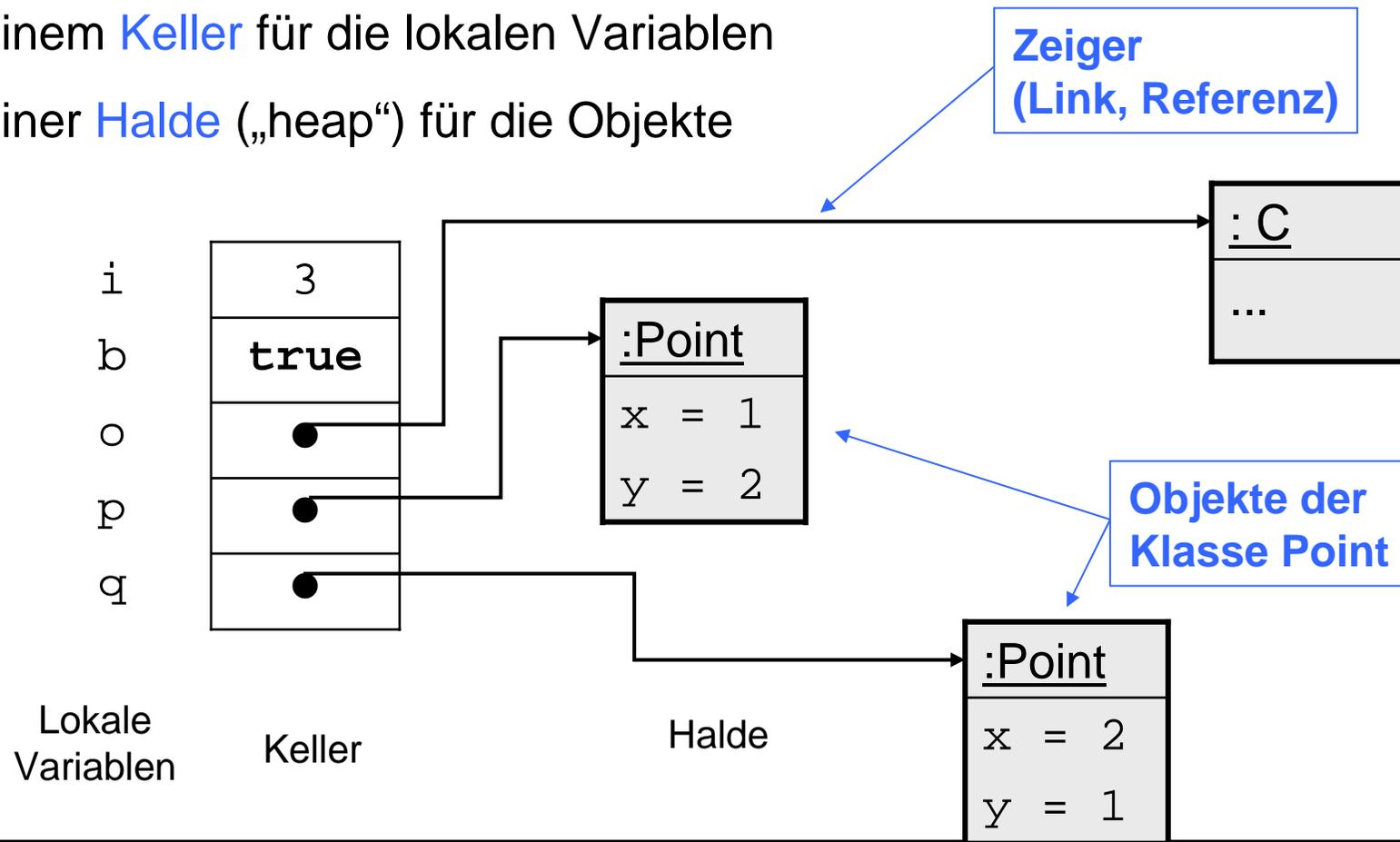


Zwei VERSCHIEDENE Objekte der Klasse Point mit gleichen Attributwerten!

Objekte und deren Speicherdarstellung

Jeder **Zustand eines sequentiellen Java-Programms** besteht aus

- einem **Keller** für die lokalen Variablen
- einer **Halde** („heap“) für die Objekte



Objekte sind Referenztypen

- In einer Objektvariable wird nur ein **Zeiger (Link, Referenz)** auf das wirkliche Objekt gespeichert

- Point p;

Zeiger auf Objekt von Point

- Die Java Maschine kümmert sich um Platz für die Daten des Objekts.

- Dazu gehört

- Besorgung von zusätzlichem Platz bei Bedarf
 - Recyclen von nicht mehr benötigtem Platz

Dies heißt: Garbage Collection

- Der Programmierer hat stets einen Link auf das Objekt zur Verfügung



Objekte und deren Speicherdarstellung

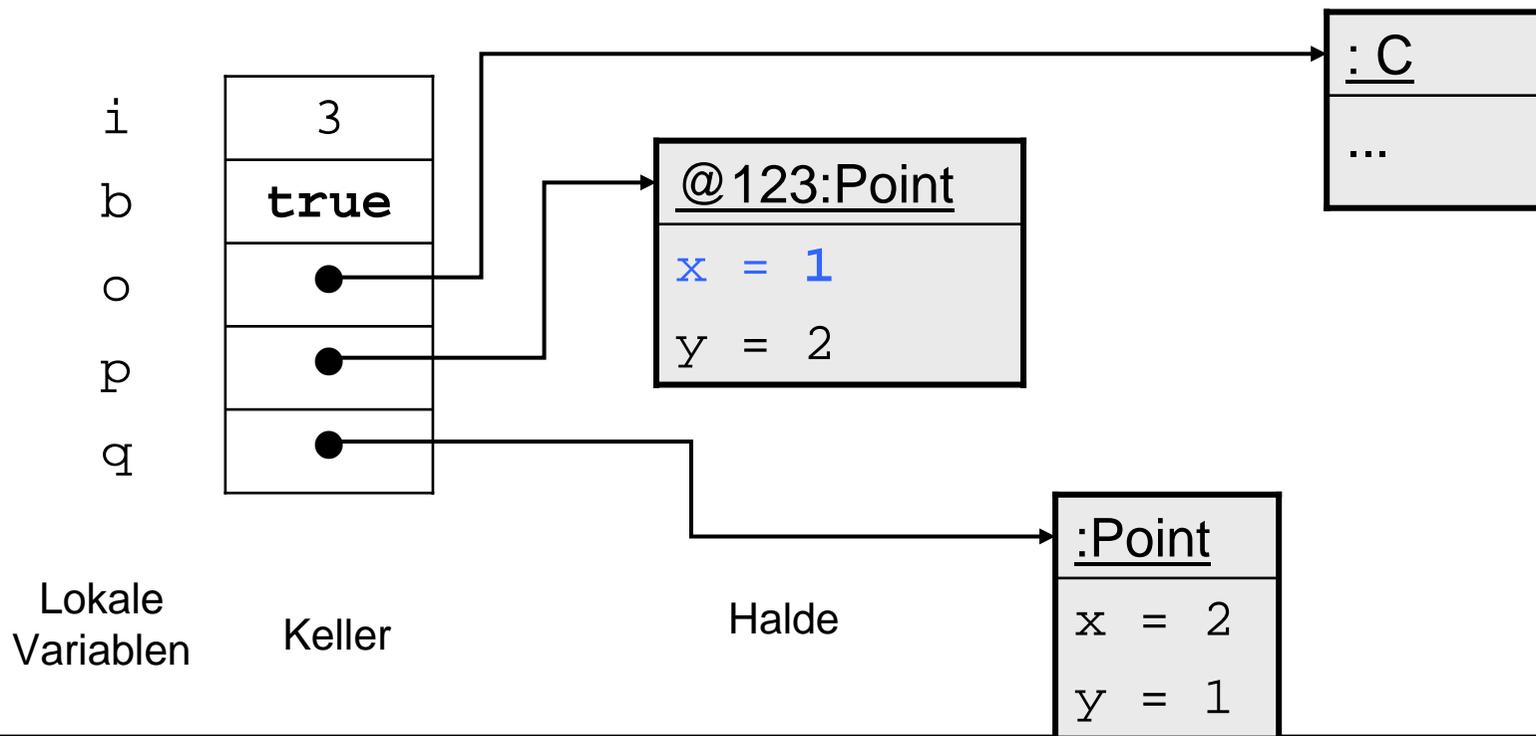
Durch Zuweisung verändert sich der Wert der Instanzvariable

```
p.x = p.x + 2;
```

Instanzvariable

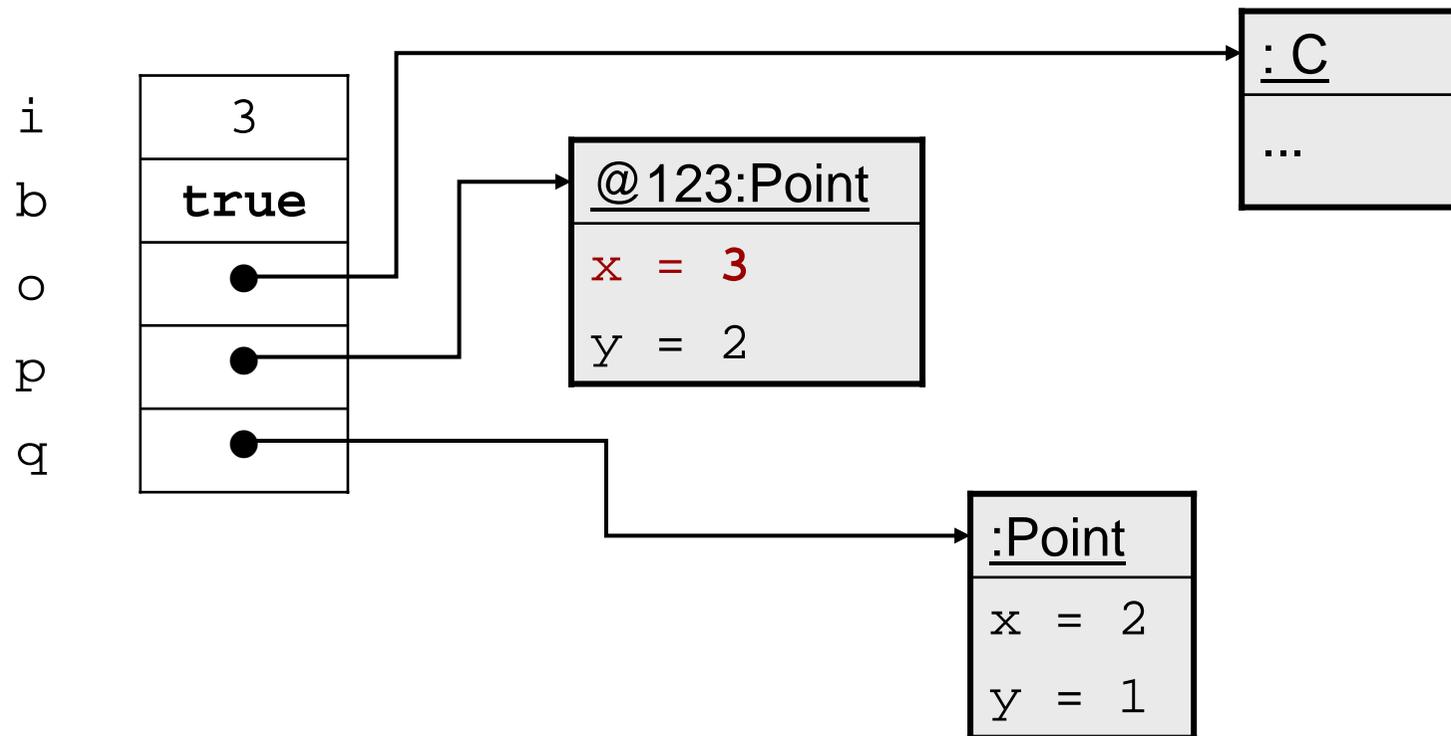
Beispiel

Vorher



Objekte und deren Speicherdarstellung

Nachher

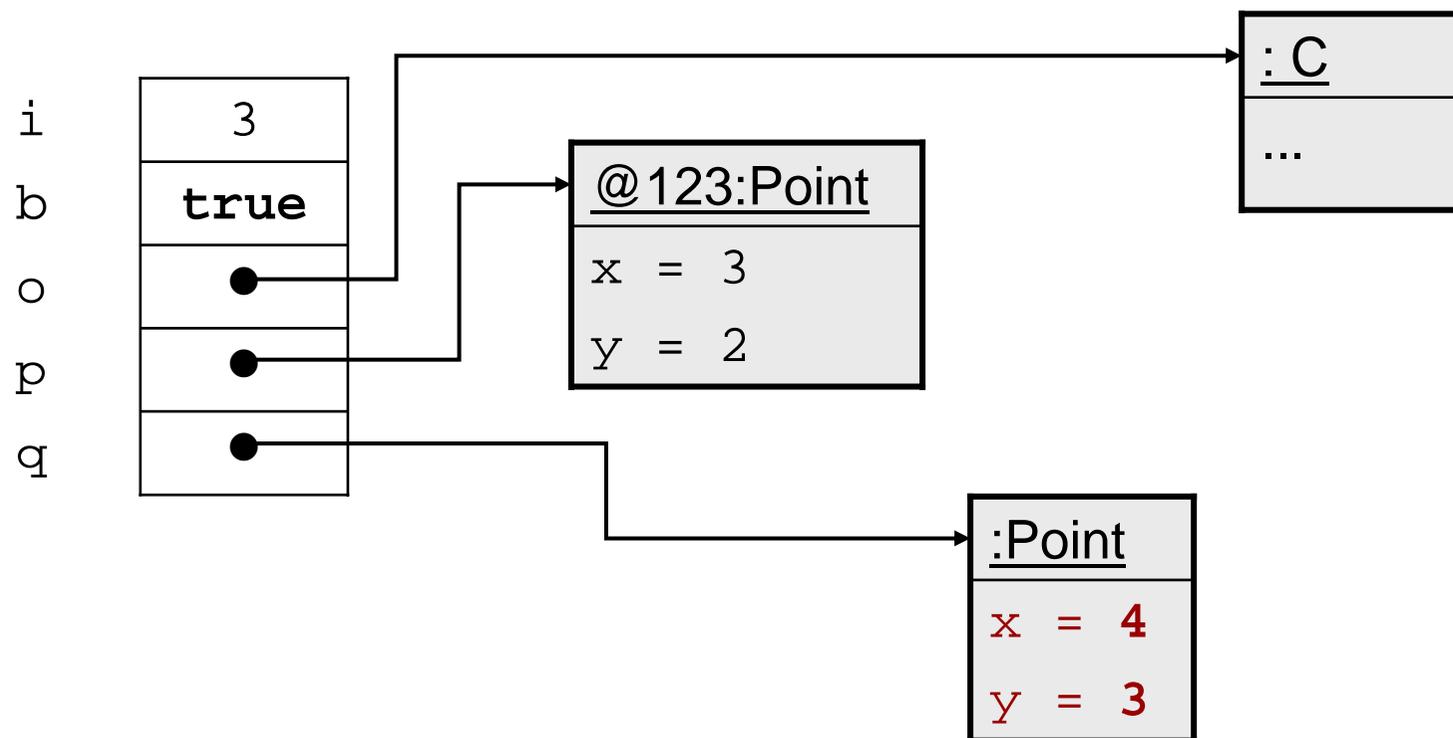


Objekte und deren Speicherdarstellung

Methodenaufruf verändert den Zustand

Beispiel

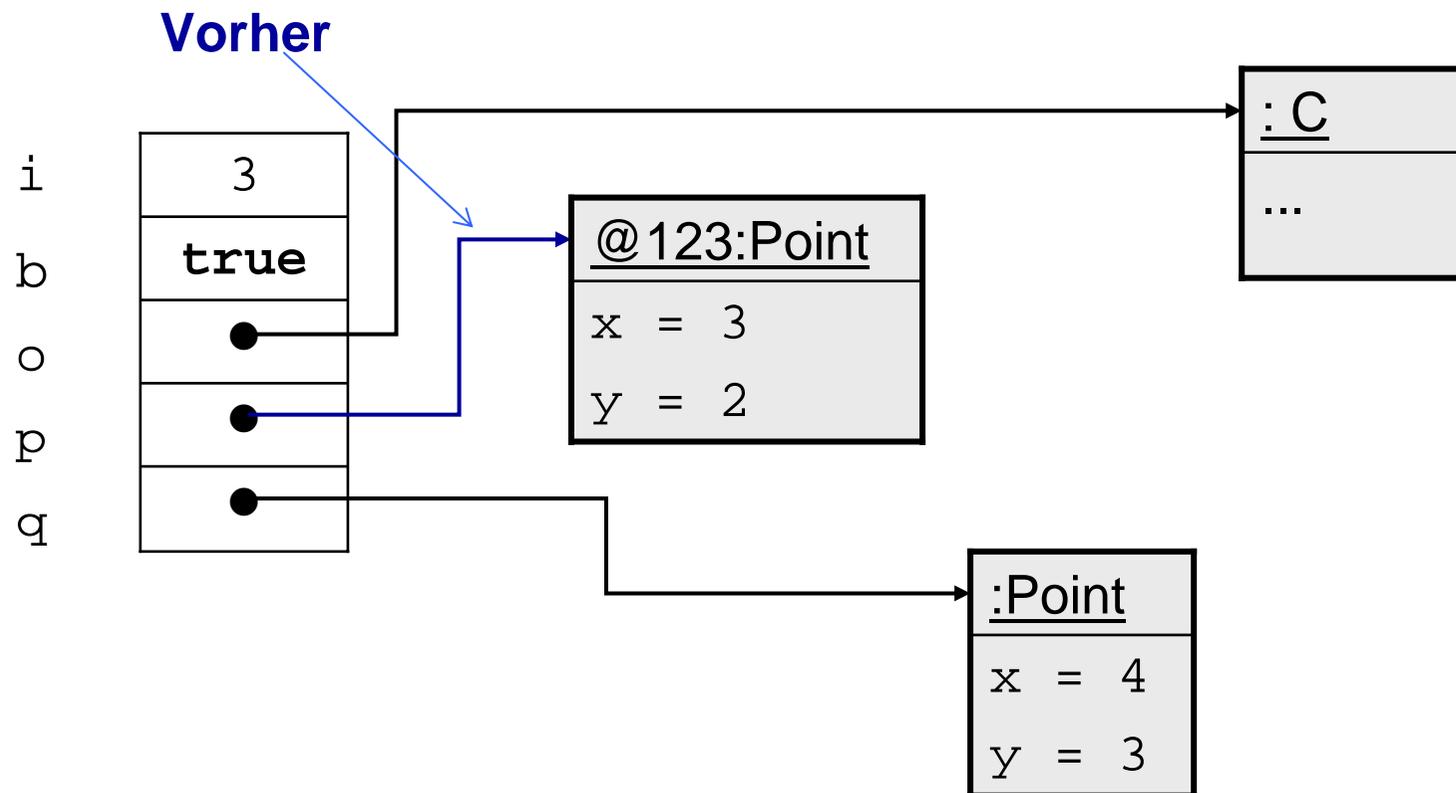
`q.move(2, 2);` ergibt



Zuweisung von Objekten

Bei Zuweisung von Objekten werden nur die Referenzen übernommen

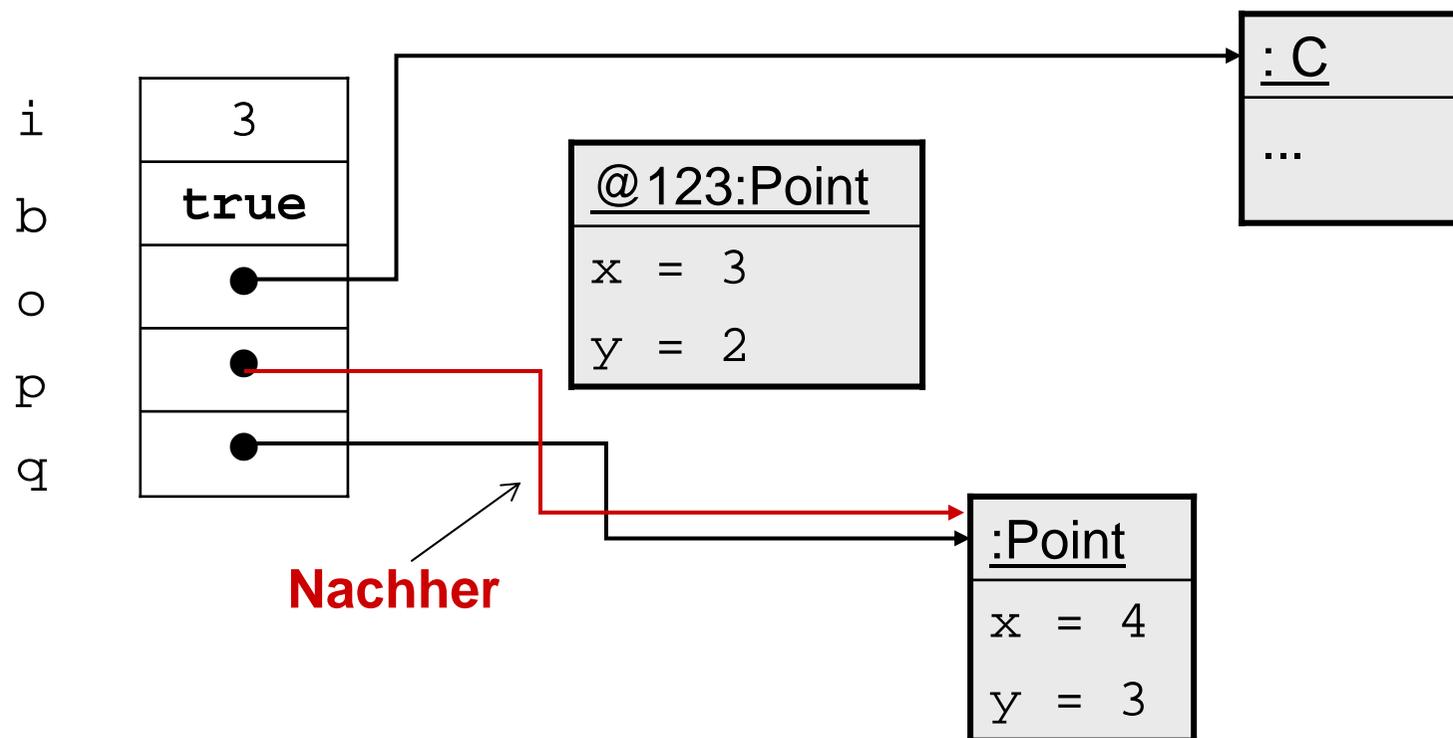
`p = q;`



Zuweisung von Objekten

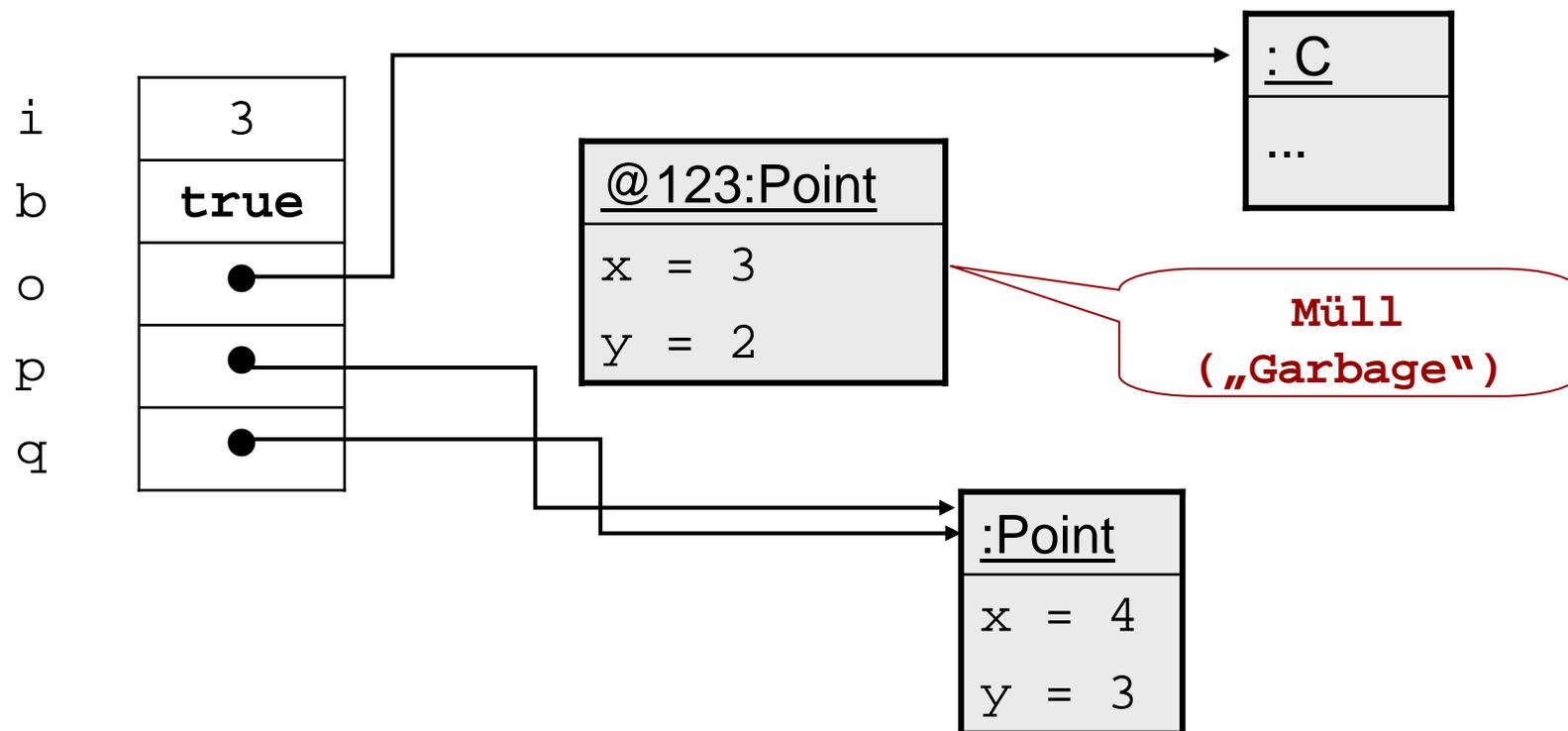
Bei Zuweisung von Objekten werden nur die Referenzen übernommen

`p = q;`



Datenmüll

- Nach der Zuweisung ist ein Objekt unerreikbaar geworden
 - Kein Link zeigt mehr darauf
 - Es ist Müll (engl.: garbage) und wird automatisch vom Speicherbereinigungsalgorithmus („Garbage Collector“) gelöscht

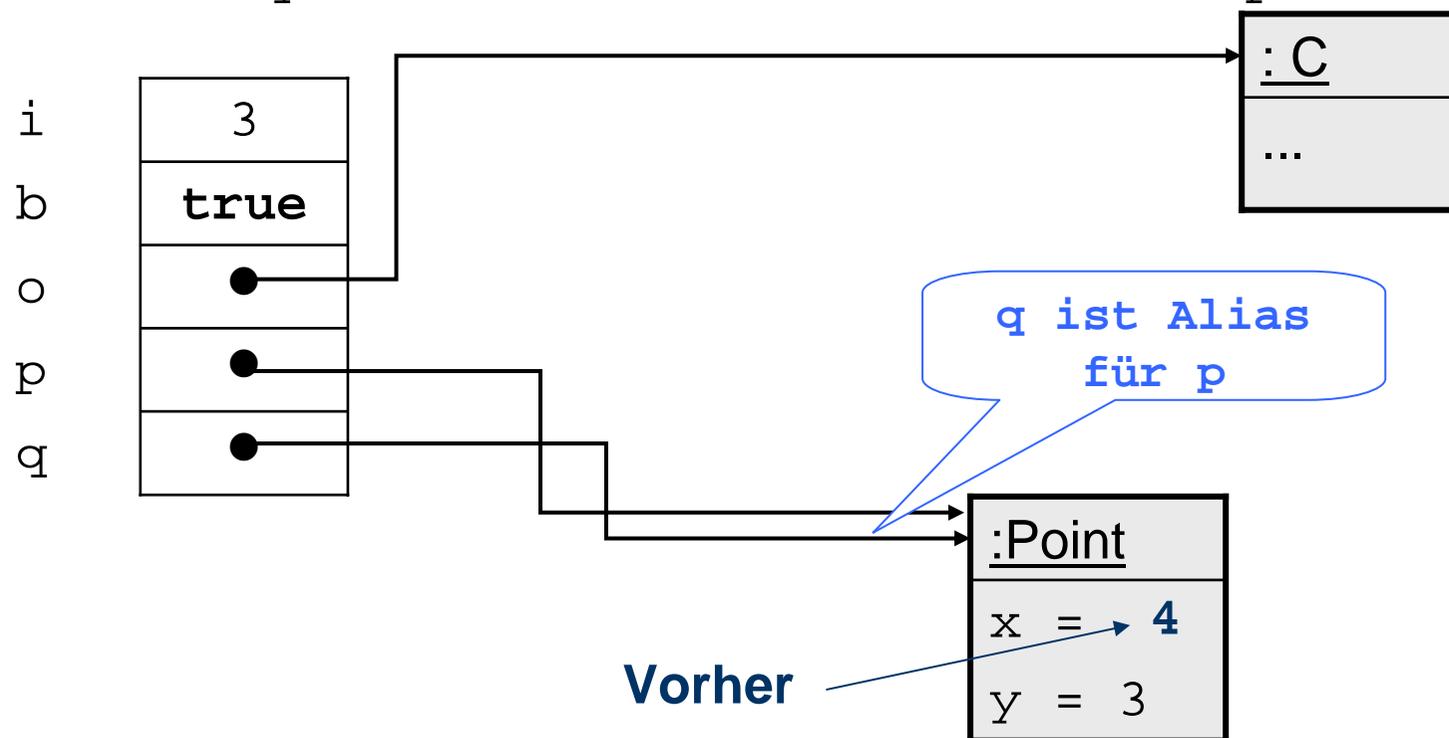


Beeinflussung, Manipulation

- Wenn zwei Referenzen auf das gleiche Objekt zeigen
 - Jedes kann die Attributwerte des anderen beeinflussen
 - Ein Name ist dann ein sog. **Alias** für den anderen

Beispiel

`q.x = 25`; ändert die x-Koordinate von `p`

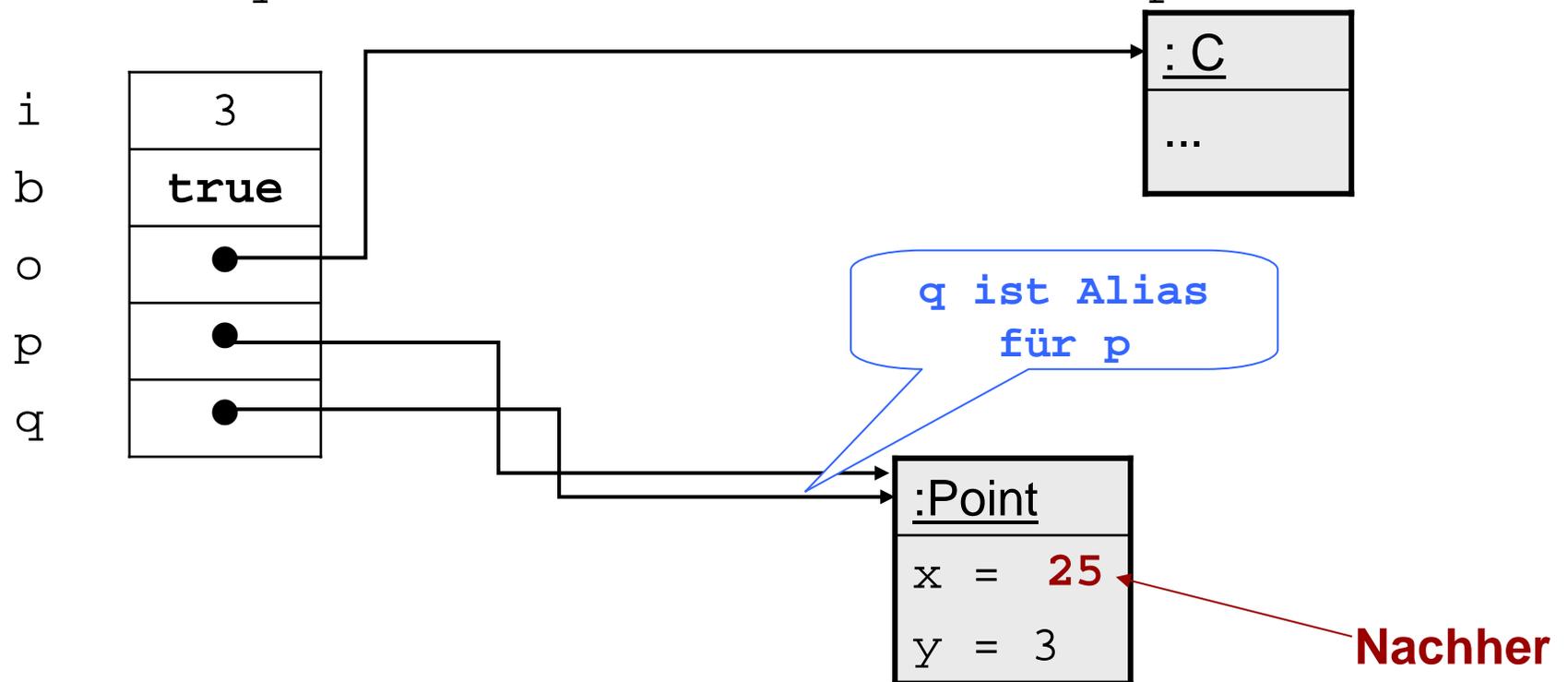


Beeinflussung, Manipulation

- Wenn zwei Referenzen auf das gleiche Objekt zeigen
 - Jedes kann die Felder des anderen beeinflussen
 - Ein Name ist dann ein sog. **Alias** für den anderen

Beispiel

`q.x = 25`; ändert die x-Koordinate von `p`



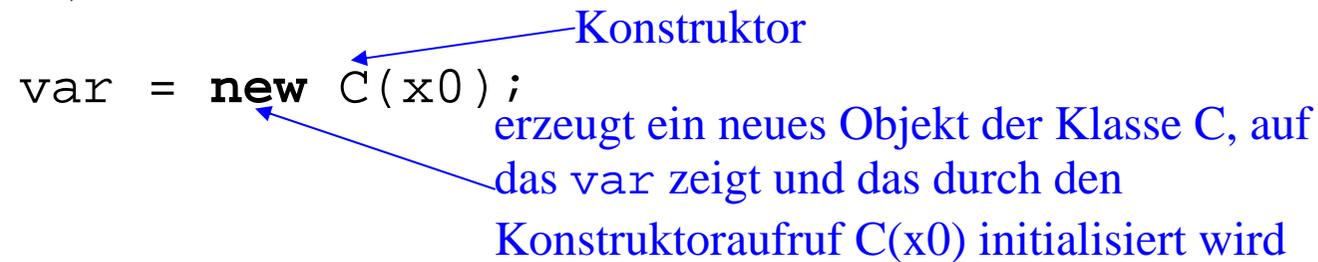
Erzeugung von Objekten und Konstruktoren

Will man einer lokalen Variablen `var` ein **neues** Objekt der Klasse `C` zuweisen, schreibt man

```
var = new C(x0);
```

Konstruktor

erzeugt ein neues Objekt der Klasse `C`, auf das `var` zeigt und das durch den Konstruktoraufruf `C(x0)` initialisiert wird

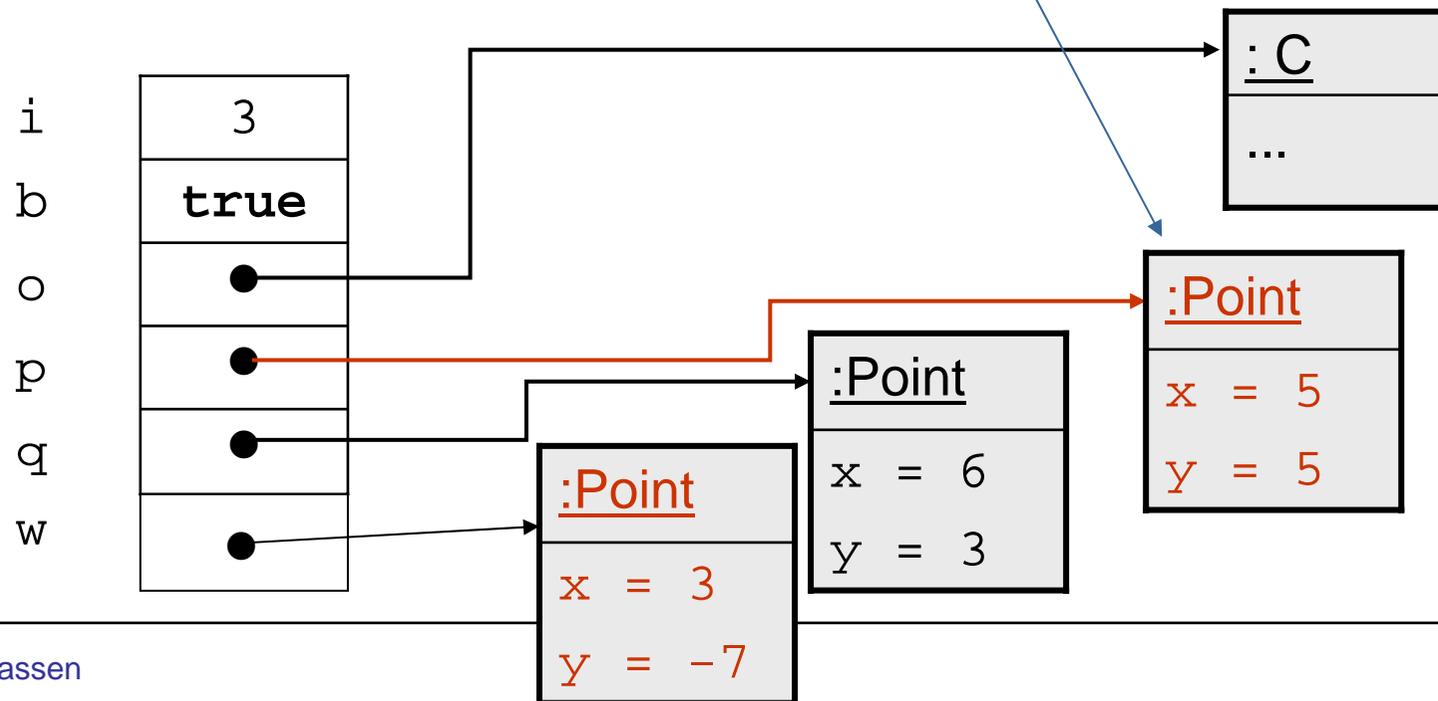


Erzeugung von Objekten: Beispiel Point

Konstruktor von Point erzeugt
neues Point-Objekt

```
p = new Point(5,5);
```

```
Point w = new Point(3,-7);
```



Konstruktor

- Ein Konstruktor dient zur Initialisierung der Attribute eines neu erzeugten Objekts.
- Ein Konstruktor hat den gleichen Namen wie seine Klasse
- Er ist keine Methode, da er nicht auf ein Objekt angewendet werden kann, sondern immer nach „new“ stehen muß., d.h. z. B.

```
new Point(5,5);
```

- Beispiel: `p.Point(5,5)` ergibt einen Syntaxfehler. FALSCH!

Konstruktor

- Wird ein Attribut durch einen Konstruktor nicht explizit initialisiert, so wird es mit dem Standardwert seines Typs implizit initialisiert.

- Der Standardwert für

<code>int</code>	ist	<code>0,</code>
<code>double</code>	ist	<code>0.0,</code>
<code>boolean</code>	ist	<code>false,</code>
<code>C (Klassentyp)</code>	ist	<code>null,</code>

wobei `null` das NICHT-ERZEUGTE Objekt repräsentiert.

- Beispiel:** Deklariere Konstruktor `Point(){}` in Klasse `Point`

`p = new Point();` initialisiert die Attribute `x,y` des neuen Objekts mit `0`.



Null

- `null` bezeichnet das NICHT-ERZEUGTE Objekt ;
es ist ein Zeiger, der auf **kein** Objekt zeigt.



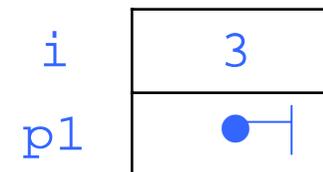
Der Aufruf `null.m()`; einer Methode mit dem null-Zeiger ist **verboten** und führt zu einem (Compilezeit-)Fehler.

- Ebenso führt

```
Point p1 = null;
```

und dann

```
p1.move(1,1);
```



zu einem Laufzeit-Fehler, bei dem eine „NullPointerException“ erzeugt wird und das Programm abbricht.

Mehrere Konstruktoren

- Mehrere Konstruktoren sind möglich
- Überladene Konstruktoren müssen aber eine unterschiedliche Parameterliste aufweisen, durch die sie eindeutig unterschieden werden können.

Beispiel:

Ein zweiter Konstruktor in der Klasse [Point](#) ist der Standardkonstruktor

```
Point() { }
```

Implementierung einer UML-Klasse

Für jede Methode einer Klasse muß eine Implementierung (in Java) angegeben werden. Z.B. zur [Implementierung](#) der Klasse

Point	
int	x
int	y
int	getX()
int	getY()
void	move (int dx, int dy)

müssen für alle 3 Methoden Implementierungen durch Methodenrumpfe angegeben werden; außerdem müssen die Konstruktoren implementiert werden.

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: 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;
}
```

Benutzen von Klassen

Eine Klasse besteht aus einer Menge von Attributen und Methodenrümpfen. Um die Methoden ausführen zu können, braucht man eine Klasse mit einer Methode `main`. Im einfachsten Fall hat diese die Gestalt einer einfachen Klasse.

Beispiel

```
public class PointMain
{   public static void main (Stringl[] args)
    {
        Point p = new Point(10,20);
        Point p1 = new Point();

        System.out.println(„p=Point[x = “+p.getX()+“, y = “+p.getY()+“]“);
        System.out.println(„p1=Point[x = “+p1.getX()+“, y = “+p1.getY()+“]“);

        p1.move(10,10);

        System.out.println(„p1=Point[x = “+p1.getX()+“, y = “+p1.getY()+“]“);
    }
}
```

C. Böhm: Klassen

Benutzen von Klassen

Achtung:

- Wenn man zwei oder mehr Klassen in einer Datei vereinbart, darf genau eine dieser Klassen eine Methode `main` besitzen. Der Name der Datei muss der Name dieser Klasse mit Suffix `.java` sein
- Beispiel: Die Datei `PointMain.java` enthält eine Klasse `PointMain` mit Methode `main`.
Mögliche andere Klassen in dieser Datei dürfen keine Methode `main` enthalten.

Zusammenfassung

- Klassen werden graphisch durch UML-Diagramme dargestellt und in Java implementiert.
- Jede Instanz-Methode hat einen impliziten Parameter – das Objekt mit dem die Variable aufgerufen wird – und 0 oder mehr explizite Parameter.
- Objekte werden mit dem `new`-Operator erzeugt, gefolgt von einem Konstruktor.
- Zahlartige Variablen haben Zahlen als Werte, lokale Variablen vom Objekttyp haben Zeiger (Referenzen) als Werte. Um Aliasing zu vermeiden, muß man die betreffenden Objekte kopieren.
- Der `null`-Zeiger zeigt auf **kein** Objekt. Der Aufruf einer Methode `null` (als implizitem Parameter) führt zu einem Fehler.
- Instanzvariablen (Attribute) werden in Java implizit initialisiert; dagegen müssen lokale Variablen explizit initialisiert werden.