

*Methode, griech. der Weg zu etwas,
planmäßiges Verfahren
- Brockhaus*

Parameterübergabemechanismen für den Methodenaufruf

Martin Wirsing

in Zusammenarbeit mit
Matthias Hölzl, Piotr Kosiuczenko, Dirk Pattinson

04/03

Ziele

- Verstehen des Parameterübergabebegriffs von Java
- Verstehen der Unterschiede zwischen
Call-by-Value und Call-by-Reference

Call-by-Value-Parameterübergabe

Call-by-Value Sei gegeben

Methodendeklaration:

```
void m (D x1, int x2) {Rumpf}
```

Aufruf:

```
o.m(a1, a2);
```

formale Parameter

aktuelle Parameter

1. **Schritt:** Berechne die R-Werte v_1 , v_2 der aktuellen Parameter a_1 , a_2 und weise diese Werte dem impliziten Parameter `this` und den formalen Parametern x_1 , x_2 zu, die als lokale Variablen des Rumpfs verwendet werden.
2. **Schritt:** Werte den Rumpf von `m` aus.
3. **Schritt:** Bei Beendigung der Auswertung des Rumpfs werden die lokalen Variablen `this`, x_1 , x_2 gelöscht (durch Zurücksetzung des „Top-Zeigers“ des Laufzeitkellerspeichers).

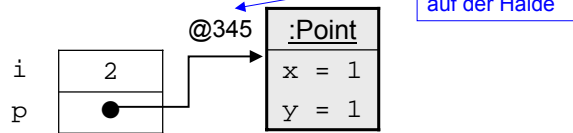
Call-by-Value-Parameterübergabe

Beispiel:

```
int i = 2;
Point p = new Point(1,1); // (1)
p.move(i, 2+2); // (2)
```

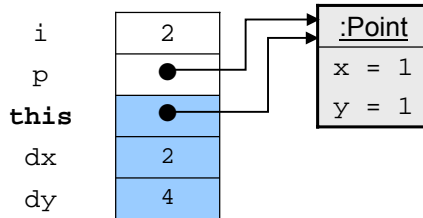
Call-by-Value-Parameterübergabe: Beispiel

Zum Zeitpunkt (1) habe der Speicher die Form



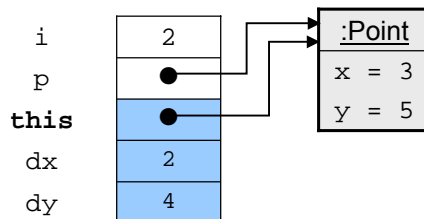
Beim Aufruf werden 3 lokale Variablen angelegt, die Werte von p (im Bsp. @345), dx und dy berechnet und die Initialisierungen

`this = @345; dx = 2; dy = 4;` ausgeführt:

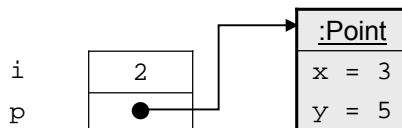


Call-by-Value-Parameterübergabe: Beispiel

Dann wird der Rumpf `this.x = this.x + dx this.y = this.y + dy;` ausgeführt:



Zum Zeitpunkt (2) sind die lokalen Variablen `this`, `dx` und `dy` des Blocks wieder gelöscht:



Call-by-Value mit Objektparameter

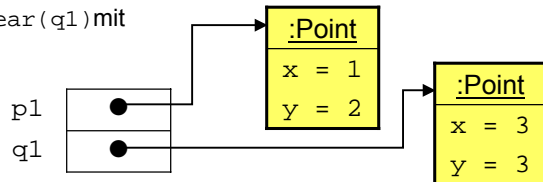
Beispiel:

Erweitere die Klasse Point um die Methode `moveNClear`, die das aktuelle Objekt um die Koordinaten von `p` verschiebt und dann `p` auf den Ursprung setzt.

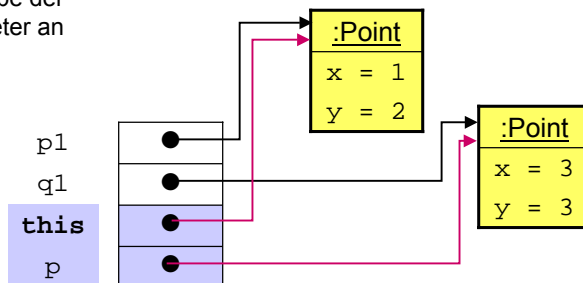
```
public void moveNClear (Point p)
{
    int dx = p.getX();
    int dy = p.getY();
    this.move(dx, dy);
    p.move(-dx, -dy);
}
```

Call-by-Value mit Objektparameter

Aufruf `p1.moveNClear(q1)` mit

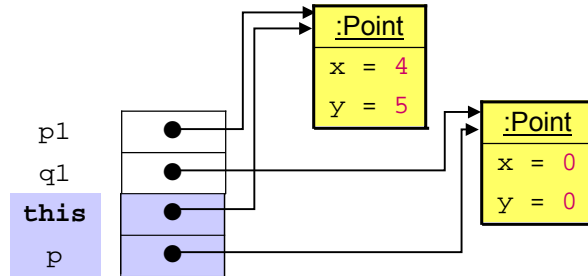


Schritt 1: Übergabe der aktuellen Parameter an `this`, `p`



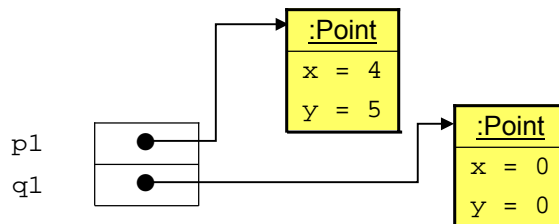
Call-by-Value mit Objektparameter

Schritt 2: Ausführung des Rumpfs ergibt



Call-by-Value mit Objektparameter

Schritt 3: Löschen der lokalen Variablen `this`, `p`



Call-by-Value-Parameterübergabe

Folgerung

- Da bei Call-by-Value nur die (R-)Werte übergeben werden, ändern sich die Werte der aktuellen Parameter **nicht**.
- Es können aber die Werte der Instanzvariablen eines aktuellen Parameters (vom Objekttyp) verändert werden.

Call-by-Value und Call-by-Reference

In anderen Programmiersprachen (wie C++, Ada, C,...) gibt es neben Call-by-Value auch den Parameterübergabemechanismus Call-by-Reference (Adressübergabe).

Gegeben sei eine Methodendeklaration

```
type m(T *x) {body} // nicht in Java!
```

und ein Aufruf

```
o.m(p);
```

Referenz auf einen Wert von T

Call-by-Reference

Schritt 1: Übergabe des R-Werts von `o` an `this` und des **L-Werts** von `p` an `x`

Schritt 2: Ausführung von `body`. Änderungen von `x` werden unter der Adresse von `p` gespeichert, d.h. direkt am aktuellen Parameter ausgeführt.

Schritt 3: Am Ende werden `this` und `x` gelöscht.

⇒ Änderung des R-Werts von `p` möglich

Call-by-Reference

Beispiel: choose

„Wähle Punkt mit der größeren y-Koordinate“

```

public void choose(Point q1, Point *higherPoint)
{
    if (this.getY() >= q1.getY())
        *higherPoint = this;
    else
        *higherPoint = q1; //(2)
}

public static void main(String[] args)
{
    Point p = new Point(1,1);
    Point q = new Point(2,2);
    Point r; // (1)
    p.choose(q, r); // (3)
    ...
}

```

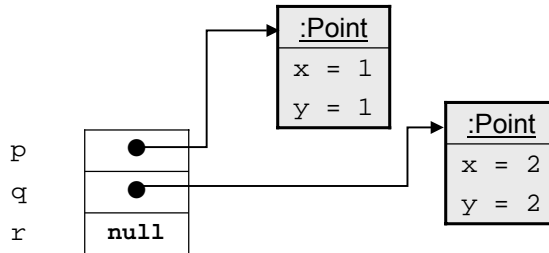
Bei der Ausführung werden Änderungen von `higherPoint` unter der Adresse des aktuellen Parameters gespeichert.

Call-by-Value für `this` und `q1`.

Call-by-Reference: `higherPoint` wird als Referenz (auf einen Zeiger auf `Point`) übergeben.

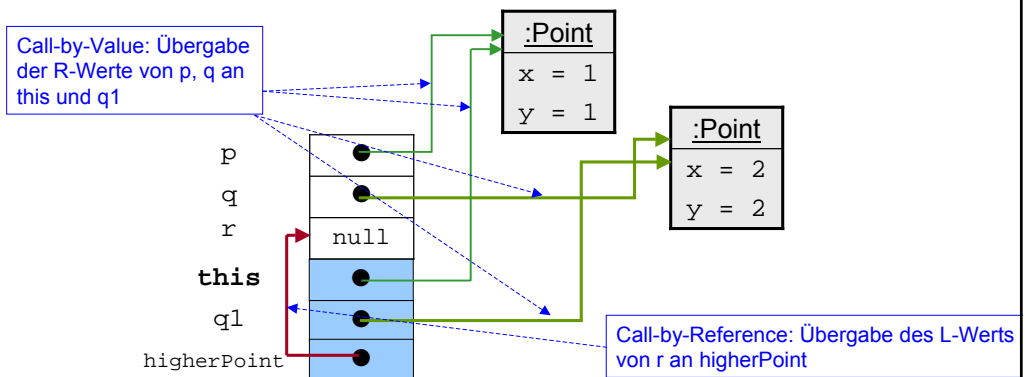
Call-by-Reference

Im Zeitpunkt (1) gilt folgender Speicherzustand:



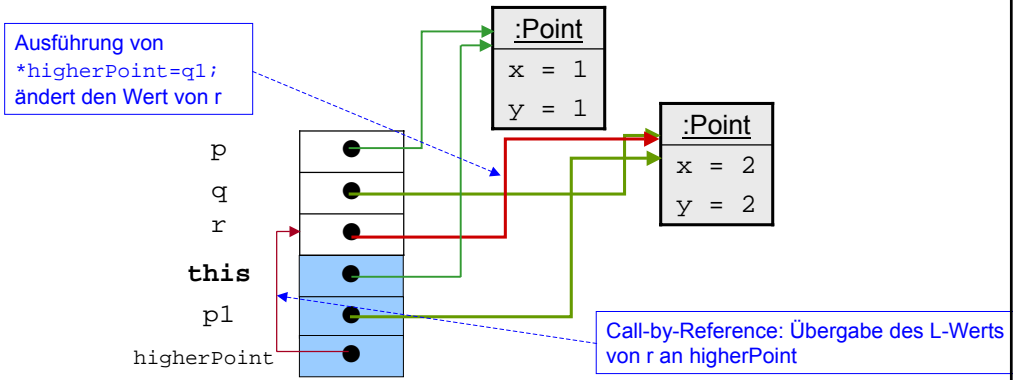
Call-by-Reference

Bei der Parameterübergabe wird für den Call-by-Reference-Parameter higherPoint der L-Wert (die Adresse) des aktuellen Parameters r übergeben:



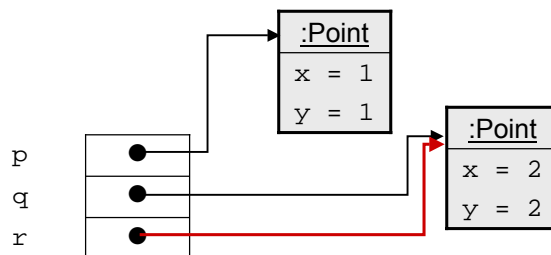
Call-by-Reference

Während der Ausführung des Rumpfs (Zeitpunkt 2) wird bei der Zuweisung an `higherPoint` die Änderung an der Adresse des aktuellen Parameters `r` durchgeführt:



Call-by-Reference

Im Zeitpunkt (3) werden die lokalen Variablen gelöscht und man erhält man wegen Call-by-Reference eine Änderung des aktuellen Parameters: `r` ist nicht mehr `null`, sondern zeigt auf ein anderes Objekt.



- `r` zeigt auf den Punkt mit der größeren `y`-Koordinate!

Call-by-Value (Java)

Beispiel: Das (fast) gleiche Programm in Java mit Call-by-Value für higherPoint

```

public void choose(Point p, Point higherPoint)
{
    if (this.getY() >= p1.getY())
        higherPoint = this;
    else
        higherPoint = p1;    //(2)
}

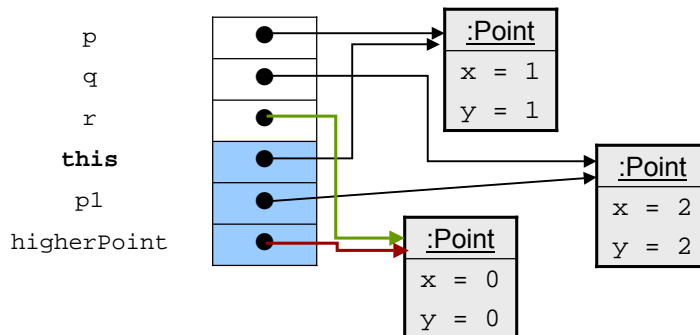
public static void main(String[] args)
{
    Point p = new Point(1,1);
    Point q = new Point(2,2);
    Point r = new Point();    //(1)
    p.choose(q, r);          //(3)
    ...
}
    
```

Call-by-Value

Initialisierung von r mit Standardkonstruktor

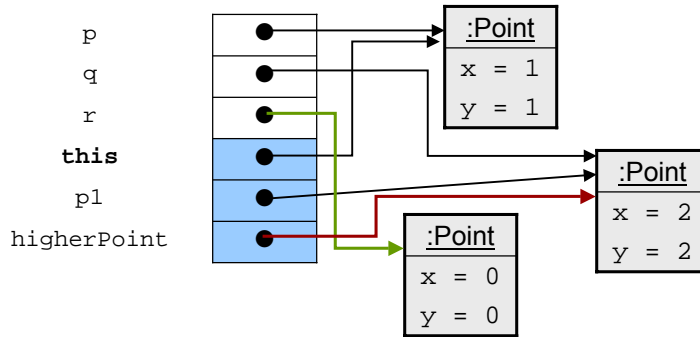
Call-by-Value (Java)

Zu Beginn der Ausführung des Rumpfs von p.choose(q, r):



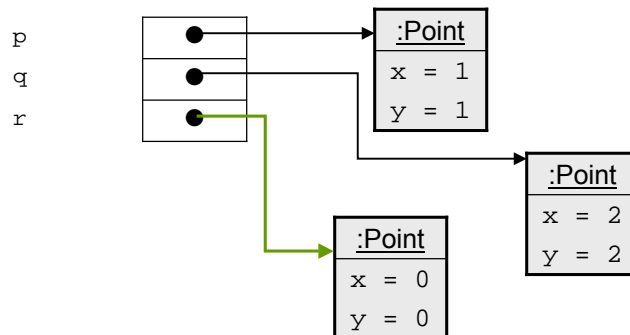
Call-by-Value (Java)

Zeitpunkt (2): Fallunterscheidung bewirkt eine Änderung der lokalen Variablen `higherPoint`.



Call-by-Value (Java)

Zum Zeitpunkt (3) haben sich also bei Call-by-Value die aktuellen Parameter **nicht** geändert:



Call-by-Value (Java)

Um den gleichen Effekt wie bei Call-by-Reference zu erzielen, führt man in Java ein Ergebnis ein:

```
public Point chooseJava(Point q1)
{
    if (this.getY() >= q1.getY())
        return this;
    else
        return q1;
}

public static void main(String[] args)
{
    Point p = new Point(1,1);
    Point q = new Point(2,2);
    Point r = p.chooseJava(q);           // (3)
}
```

Zum Zeitpunkt (2) ergibt sich jetzt der gewünschte Speicherzustand, bei dem `r` auf das gleiche Objekt zeigt, wie `q`.

Zusammenfassung

- Eine Methode berechnet ihr Resultat abhängig vom Zustand des aktuellen Objekts und der aktuellen expliziten Parameter.
- Der Parameterübergabemechanismus von Java ist Call-by-Value. Dabei werden die Werte der aktuellen Parameter an die formalen Parameter übergeben. Die Werte der aktuellen Parameter werden durch Call-by-Value nicht verändert.
- Bei Call-by-Reference (wie in C, C++, Modula möglich) können die Werte der aktuellen Parameter verändert werden, da ihre Adressen (die L-Werte) übergeben werden. Java hat kein Call-by-Reference; es lassen sich aber durch Call-by-Value bei Objekten ähnliche Effekte und Speicherplatzersparnis erzielen.