

Tagesprogramm

Generizität

Universeller Polymorphismus

enthaltender Polymorphismus durch **Untertypbeziehungen**:

Ersetzbarkeit: unvorhersehbare Wiederverwendung,
kann Clients von lokalen Codeänderungen abschotten,
nicht immer verwendbar (kovariante Probleme)

parametrischer Polymorphismus = **Generizität**:

kaum Einschränkungen (auch für kovariante Probleme),
keine Ersetzbarkeit,
Parameteränderung wirkt sich auf Clients aus

Generizität und Untertypbeziehungen ergänzen einander

Generische Interfaces

```
public interface Collection<A> {  
    void add(A elem);  
    Iterator<A> iterator();  
}  
  
public interface Iterator<A> {  
    A next();  
    boolean hasNext();  
}
```

Verwendungsbeispiele:

```
Collection<String>  
Collection<Integer>
```

Typ eingesetzt für Typparameter

```
(enthält void add(String elem))  
(enthält void add(Integer elem))
```

Generische Klasse

```
public class List<A> implements Collection<A> {
    private class Node {
        private A elem; private Node next = null;
        private Node(A elem) { this.elem = elem; }
    }
    private Node head = null, tail = null;
    private class ListIter implements Iterator<A> {
        private Node p = head;
        public boolean hasNext() { return p != null; }
        public A next()
        { if (p == null) return null;
          A elem = p.elem; p = p.next; return elem; }
    }
    public void add(A x)
    { if (head == null) tail = head = new Node(x);
      else tail = tail.next = new Node(x); }
    public Iterator<A> iterator() { return new ListIter(); }
}
```

Verwendung generischer Klasse

```
class ListTest {  
    public static void main(String[] args) {  
        List<Integer> xs = new List<Integer>();  
        xs.add(new Integer(0));  
        Integer x = xs.iterator().next();  
  
        List<String> ys = new List<String>();  
        ys.add("zerro");  
        String y = ys.iterator().next();  
  
        List<List<Integer>> zs = new List<List<Integer>>();  
        zs.add(xs);  
        // zs.add(ys); ! Compiler meldet Fehler !  
        List<Integer> z = zs.iterator().next();  
    }  
}
```

Generische Methode

```
public interface Comparator<A> {  
    int compare(A x, A y);  
}
```

```
public class CollectionOps {  
    public static <A> A max(Collection<A> xs, Comparator<A> c) {  
        Iterator<A> xi = xs.iterator();  
        A w = xi.next();  
        while (xi.hasNext()) {  
            A x = xi.next();  
            if (c.compare(w, x) < 0)  
                w = x;  
        }  
        return w;  
    }  
}
```

Verwendung generischer Methode

```
List<Integer> xs = ...;
```

```
List<String> ys = ...;
```

```
Comparator<Integer> cx = ...;
```

```
Comparator<String> cy = ...;
```

```
Integer rx = CollectionOps.max(xs, cx);
```

```
String ry = CollectionOps.max(ys, cy);
```

```
// ... rz = CollectionOps.max(xs, cy); ! Fehler !
```

Aufgabe: Generische Methoden

Such Sie in Gruppen zu zwei bis drei Personen Antworten auf folgende Frage:

**Warum verwendet man generische Methoden
obwohl Klassen ohnehin generisch sein können?**

Zeit: 2 Minuten

Gebundene Typparameter

```
public interface Scalable {  
    void scale(double factor);  
}
```

```
public class Scene<T extends Scalable> implements Iterable<T> {  
    public void addSceneElement(T e) { ... }  
    public Iterator<T> iterator() { ... }  
    public void scaleAll(double factor) {  
        for (T e : this)  
            e.scale(factor);  
    }  
    ...  
}
```

Rekursive Typparameter

```
public interface Comparable<A> {  
    int compareTo(A that); // res. < 0 if this < that  
                           // res. == 0 if this == that  
                           // res. > 0 if this > that  
}
```

```
class MyInteger implements Comparable<MyInteger> {  
    private int value;  
    public MyInteger(int v) { value = v; }  
    public int intValue() { return value; }  
    public int compareTo(MyInteger that) {  
        return this.value - that.value;  
    }  
}
```

Rekursive gebundene Typparameter

```
class CollectionOps2 {  
    public static <A extends Comparable<A>>  
        A max(Collection<A> xs) {  
        Iterator<A> xi = xs.iterator();  
        A w = xi.next();  
        while (xi.hasNext()) {  
            A x = xi.next();  
            if (w.compareTo(x) < 0)  
                w = x;  
        }  
        return w;  
    }  
}
```

Generizität \nrightarrow Ersetzbarkeit

$X\langle A \rangle$ kein Untertyp von $X\langle B \rangle$ (wenn A und B ungleich)

daher `List<Student>` kein Untertyp von `List<Person>`
aber `MyInteger` Untertyp von `Comparable<MyInteger>`

Wildcards als Typen

```
void drawAll(List<Polygon> p) { ... }
```

Lesen und Schreiben des Inhalts von p

aber kein Argument vom Typ List<Square> oder List<Object>

```
void drawAll(List<? extends Polygon> p) { ... }
```

Aufruf mit Argument vom Typ List<Square> erlaubt

aber nur Lesen des Inhalts von p (kein Schreiben)

nur wo Typen kovariant

```
void addPolygon(List<? super Polygon> to) { ... }
```

Aufruf mit Argument vom Typ List<Object> erlaubt

aber nur Schreiben des Inhalts von to (kein Lesen)

nur wo Typen kontravariant

Wildcards und rekursive Typparameter

```
class ComparableList<A extends Comparable<? super A>>
    extends List<A> {
    public A max() {
        Iterator<A> xi = this.iterator();
        A w = xi.next();
        while (xi.hasNext()) {
            A x = xi.next();
            if (w.compareTo(x) < 0)
                w = x;
        }
        return w;
    }
}
```

Z.B.: `ComparableList<U>` möglich für Untertyp `U` von `MyInteger`