
II.4. Erweiterungen von Klassen und fortgeschrittene Konzepte

- 1. Unterklassen und Vererbung
- 2. Abstrakte Klassen und Interfaces
- 3. Modularität und Pakete
- 4. Ausnahmen (Exceptions)
- 5. Generische Datentypen
- 6. Collections

Ähnliche Programmteile

```
public class Bruchelement {  
    Bruch wert;  
    Bruchelement next; ... }  
}
```

```
public class Wortelement {  
    Wort wert;  
    Wortelement next; ... }  
}
```

```
public class Bruchliste {  
    Bruchelement kopf;  
  
    Liste () { kopf = null; }  
  
    void fuegeVorneEin (Bruch wert) {  
        ... }  
  
    Bruchelement suche (Bruch wert) {  
        ... }  
}
```

```
public class Wortliste {  
    Wortelement kopf;  
  
    Liste () { kopf = null; }  
  
    void fuegeVorneEin (Wort wert) {  
        ... }  
  
    Wortelement suche (Wort wert) {  
        ... }  
}
```

Allgemeine Liste

```
public class Bruchelement {  
    Bruch wert;  
    Bruchelement next; ... }  
}
```

```
public class Element {  
    Object wert;  
    Element next; ... }  
}
```

```
public class Bruchliste {  
    Bruchelement kopf;  
  
    Liste () { kopf = null; }  
  
    void fuegeVorneEin (Bruch wert) {  
        ... }  
  
    Bruchelement suche (Bruch wert) {  
        ... }  
}
```

```
public class Liste {  
    Element kopf;  
  
    Liste () { kopf = null; }  
  
    void fuegeVorneEin (Object wert) {  
        ... }  
  
    Element suche (Object wert) {  
        ... }  
}
```

Verwendung der allgemeinen Liste

```
Bruch b1 = new Bruch (1,2),  
      b2 = new Bruch (5,4);
```

```
Element e;
```

```
Liste l = new Liste ();
```

```
l.fuegeVorneEin (b1);
```

```
l.fuegeVorneEin (b2);
```

```
e = l.suche (b1);
```

```
l.fuegeVorneEin ("hallo");
```

```
e = l.suche ("hallo");
```

```
public class Element {  
    Object wert;  
    Element next; ... }
```

```
public class Liste {  
    Element kopf;  
  
    Liste () { kopf = null; }  
  
    void fuegeVorneEin (Object wert) {  
        ... }  
  
    Element suche (Object wert) {
```

Listen mit beliebigen
Objekten durcheinander

Generische Liste

```
public class Element <T> {  
    T wert;  
    Element <T> next; ... }  
}
```

```
public class Liste <T> {  
    Element <T> kopf;  
  
    Liste () { kopf = null; }  
  
    void fuegeVorneEin (T wert) {  
        ... }  
  
    Element <T> suche (T wert) {  
        ... }  
}
```

```
public class Element {  
    Object wert;  
    Element next; ... }  
}
```

```
public class Liste {  
    Element kopf;  
  
    Liste () { kopf = null; }  
  
    void fuegeVorneEin (Object wert) {  
        ... }  
  
    Element suche (Object wert) {  
        ... }  
}
```

Generische Liste

```
public class Element <T> {  
    T wert;  
    Element <T> next; ... }  
}
```

```
public class Liste <T> {  
    Element <T> kopf;  
  
    Liste () { kopf = null; }  
  
    void fuegeVorneEin (T wert) {  
        ... }  
  
    Element <T> suche (T wert) {  
        ... }  
}
```

```
Bruch b1 = new Bruch (1,2),  
        b2 = new Bruch (5,4);
```

```
Element <Bruch> e;
```

```
Liste <Bruch> l =  
    new Liste <> ();
```

```
l.fuegeVorneEin (b1);
```

```
l.fuegeVorneEin (b2);
```

```
e = l.suche (b1);
```

```
l.fuegeVorneEin ("hallo");
```

```
e = l.suche ("hallo");
```

Typfehler (compiliert nicht)

Generische Klasse

*Klasse darf
auch mehrere
Typparameter*

```
public class Element <T> {  
    T wert;  
    Element <T> next; ... }  
}
```

- Eine Klasse, viele Typen: *haben*
Liste <Bruch>, Liste <Wort>, ...

```
public class Liste <T> {  
    Element <T> kopf;  
}
```

- Generische Typen nur vom Compiler überprüft, nicht zur Laufzeit
*Zu jeder generischen Klasse existiert
auch ein "raw type" ohne Typparameter
(Liste)*
nicht möglich (statische Methode existiert nur einmal pro Klasse)
nicht für jeden Typ Liste <Bruch>, ...

```
static Element <T> suche (T wert, Element <T> kopf) {  
    if (kopf == null) return null;  
    else if (wert.gleich(kopf.wert)) return kopf;  
    else return suche (wert, kopf.next);  
}
```

*Kein
instanceof*

Liste <Bruch>

Generische Klasse

```
public class Element <T> {  
    T wert;  
    Element <T> next; ... }  
}
```

```
public class Liste <T> {  
    Element <T> kopf;  
}
```

```
static <T> Element <T> suche (T wert, Element <T> kopf) {  
    if (kopf == null) return null;  
    else if (wert.gleich(kopf.wert)) return kopf;  
    else return suche (wert, kopf.next);  
}
```

- **Eine Klasse, viele Typen:**
Liste <Bruch>, Liste <Wort>, ...

- **Generische Typen nur vom Compiler überprüft, nicht zur Laufzeit**

Soll es für jeden Typ T geben

erlaubt (generische Methode)

Generische Klasse

```
public class Element <T> {  
    T wert;  
    Element <T> next; ... }  
}
```

```
public class Liste <T> {  
    Element <T> kopf;  
}
```

- **Eine Klasse, viele Typen:**
Liste <Bruch>, Liste <Wort>, ...
- **Generische Typen nur vom Compiler überprüft, nicht zur Laufzeit**

erlaubt (generische Methode)

```
static <S> Element <S> suche (S wert, Element <S> kopf) {  
    if (kopf == null) return null;  
    else if (wert.gleich(kopf.wert)) return kopf;  
    else return suche (wert, kopf.next);  
}
```

Generische Klasse

```
public class Element <T> {  
    T wert;  
    Element <T> next; ... }  
}
```

```
public class Liste <T> {  
    Element <T> kopf;  
}
```

```
static <S> Element <S> suche (S wert, Element <S> kopf) {  
    if (kopf == null) return null;  
    else if (wert.gleich(kopf.wert)) return kopf;  
    else return suche (wert, kopf.next);  
}
```

- **Eine Klasse, viele Typen:**
Liste <Bruch>, Liste <Wort>, ...
- **Generische Typen nur vom Compiler überprüft, nicht zur Laufzeit**

nicht möglich

Methode `gleich` nur in Klassen, die Interface `Vergleichbar` implementieren

Typebounds

Hier dürfte auch ein generischer Typ stehen

```
public class Element <T extends Vergleichbar> {
```

```
    T wert;
```

```
    Element <T> next; ... }
```

T muss der Typ Vergleichbar sein oder ein Untertyp davon

```
public class Liste <T extends Vergleichbar> {
```

```
    Element <T> kopf;
```

```
static <S> Element <S> suche (S wert, Element <S> kopf) {  
    if (kopf == null) return null;  
    else if (wert.gleich(kopf.wert)) return kopf;  
    else return suche (wert, kopf.next);  
}
```

Typebounds

```
public class Element <T extends Vergleichbar> {  
    T wert;  
    Element <T> next; ... }  
}
```

```
public class Liste <T extends Vergleichbar> {  
    Element <T> kopf;  
}
```

```
static <S extends Vergleichbar> Element <S> suche (...) {  
    if (kopf == null) return null;  
    else if (wert.gleich(kopf.wert)) return kopf;  
    else return suche (wert, kopf.next);  
}
```

Ober- und Unterklassen

```
class A implements Vergleichbar { ... }  
  
class B extends A { ... }  
class C extends A { ... }
```

B ist Unterklasse von A

C ist Unterklasse von A

```
A [] aArray = new A [5];  
B [] bArray = new B [17];  
aArray = bArray;  
aArray[0] = new C ();
```

B[] ist Unterklasse von A[]

C[] ist Unterklasse von A[]

compiliert, aber Typfehler zur Laufzeit

```
Liste <A> aList = new Liste <> ();  
Liste <B> bList = new Liste <> ();  
aList = bList;  
aList.fuegeVorneEin(new C ());
```

Liste ist keine Unterklasse von Liste <A>

Liste <C> ist keine Unterklasse von Liste <A>