

---

# Client-Server-Beziehungen

- Server bietet Dienste an, Client nutzt Dienste
- Objekt ist gleichzeitig Client und Server
- Vertrag zwischen Client und Server:
  - Client erfüllt *Vorbedingungen* eines Dienstes
  - Server erfüllt *Nachbedingungen* eines Dienstes
  - Server sichert *Invarianten* des Objekts zu
- Dienst entspricht der Ausführung einer Methode
- Vor-, Nachbedingungen, Invarianten sind *Zusicherungen*

---

# Vorbedingung (Precondition)

**Verantwortlich:** Client

**Wann:** vor Methodenaufruf

**Was:** hauptsächlich Eigenschaften von Argumenten

Beispiel: Argument ist Array aufsteigend sortierter Zahlen

manchmal auch (sichtbarer) Zustand des Servers

Beispiel: `abheben` nicht aufrufen, wenn Konto überzogen

---

# Nachbedingung (Postcondition)

**Verantwortlich:** Server

**Wann:** vor Rückkehr aus Methodenaufruf

**Was:** Eigenschaften von Methodenergebnissen sowie  
Änderungen und Eigenschaften des Objektzustands

Beispiel: falls nicht vorhanden, fügt Methode Element in Menge ein — Boolescher Ergebniswert besagt, ob Element bereits vorher in Menge war

Nachbedingung klingt oft wie Methodenbeschreibung

---

# Invariante

**Verantwortlich:** Server

**Wann:** vor und nach Ausführung von Methoden

**Was:** unveränderliche Eigenschaften von Objekten

Beispiel: Guthaben am Sparbuch ist immer positive Zahl

Gültigkeit der Invariante kann von Bedingungen abhängen

Beispiel: wenn Konto überzogen, Kunde „unzuverlässig“

Invarianten implizieren Nachbedingungen

**Ausnahme:** Schreiben externer Variablen

---

# Beispiel zu Zusicherungen

```
class Konto {
    public int guthaben;
    public int ueberziehungsrahmen;
    // guthaben >= -ueberziehungsrahmen
    // einzahlen addiert summe zu guthaben; summe >= 0
    public void einzahlen (int summe) {
        guthaben = guthaben + summe;
    }
    // abheben zieht summe von guthaben ab;
    // summe >= 0; guthaben+ueberziehungsrahmen >= summe
    public void abheben (int summe) {
        guthaben = guthaben - summe;
    }
}
```

---

# Typen und Zusicherungen

- Zusicherungen gehören zu Typen
- Objekttyp besteht aus
  - Name von Klasse / Interface
  - Schnittstelle (= Signatur)
  - Zusicherungen auf Methoden
- Zusicherungen informal als Kommentare (in Java)
- Überprüfung der Zusicherungen durch Programmierer
- Änderungen von Zusicherungen  $\Leftrightarrow$  Typänderungen  
(Auswirkungen auf andere Programmteile)

---

# Genauigkeit von Zusicherungen

- Clients dürfen sich nur auf das verlassen, was in Schnittstellen und Zusicherungen vom Server zugesagt wird.
- Server dürfen sich nur auf das verlassen, was in Schnittstellen und Zusicherungen vom Client zugesagt wird.
- durch ProgrammiererInnen bestimmbar:
  - genau: große Abhängigkeit zw. Client und Server
  - ungenau: kleine Abhängigkeit zw. Client und Server
- Tipp: nicht zu viele Zusicherungen (Abhängigkeiten)
- Tipp: keine versteckten Zusicherungen

---

# Ersetzbarkeit und Verhalten

S ist nur dann Untertyp von T wenn gilt:

- Vorbedingungen in T implizieren Vorbedingungen in S
  - Vorbedingungen in Untertypen sind schwächer
  - bei Vererbung: Verknüpfung mit ODER
- Nachbedingungen in S implizieren Nachbedingungen in T
  - Nachbedingungen in Untertypen sind stärker
  - bei Vererbung: Verknüpfung mit UND
- Invarianten in S implizieren Invarianten in T
  - Invarianten in Untertypen sind stärker
  - bei Vererbung: Verknüpfung mit UND
  - gilt nicht für externes Schreiben von Variablen



---

# Zusicherungen und Ersetzbarkeit (1)

```
class Set {
    public void insert (int x) {
        // inserts x into set iff not already there
        // x is in set immediately after invocation
        ...;
    }
    public boolean inSet (int x) {
        // returns true if x is in set, otherwise false
        ...;
    }
}
class SetWithoutDelete extends Set {
    // elements in the set always remain in the set
}
```

---

## Zusicherungen und Ersetzbarkeit (2)

```
Set s = new Set();  
s.insert(41);  
doSomething(s);  
if (s.inSet(41)) { doSomeOtherThing(s); }  
else { doSomethingElse(); }
```

```
SetWithoutDelete s = new SetWithoutDelete();  
s.insert(41);  
doSomething(s);  
doSomeOtherThing(s); // s.inSet(41) always returns true
```

---

## Zusicherungen und Ersetzbarkeit (3)

Tipp: nicht `SetWithoutDelete` verwenden, wo `Set` ausreicht  
(um andere künftige Erweiterungen zu ermöglichen)

```
class SetWithDelete extends Set {
    public void delete (int x) {
        // deletes x from the set if it is there
        ...;
    }
}
```

---

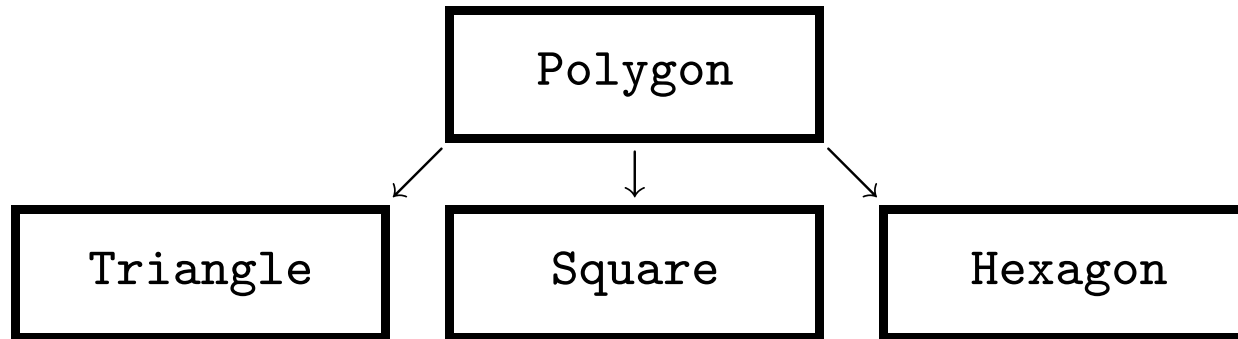
# Faustregeln zu Zusicherungen

Zusicherungen sollen

- stabil sein (vor allem an Wurzel der Typhierarchie)
- keine unnötigen Details festlegen
- explizit im Programm stehen
- unmissverständlich formuliert sein
- während Programmentwicklung ständig überprüft werden

---

# Abstrakte Klassen



```
abstract class Polygon {
    public abstract void draw(); // draw polygon on screen
}
```

```
class Triangle extends Polygon {
    public void draw() { // draw a triangle on the screen
        ...;
    }
}
```

---

# Verwendung abstrakter Klassen

- Implementierungen oft in Klassen ohne Unterklassen
- abstrakte Klassen (und Interfaces) eher stabil
- Parametertypen sollen stabil sein
  - ⇒ sie sollen nicht mehr ausdrücken, als nötig  
(keine unnötigen Abhängigkeiten)
- abstrakte Klassen leicht hinzuzufügen  
(z.B. verwendbar als Parametertypen für jeden Bedarf)