4. Programmbausteine, Bibliotheken und Programmgerüste

Konzept **Programmbaustein**:

> Programme aus **vorgefertigten Teilen** zusammensetzen - statt ganz neu schreiben „Baukasten“, industrielle Produktion

Gute Bausteine, Programmgerüste: geplante Wiederverwendung, kostbar, aufwändig

Wichtige Fragen:

- Wie stellt man gute Bausteine her?
- Wie allgemein bzw. anpassbar sind die Bausteine?
- Sind die Bausteine direkt einsetzbar oder realisieren sie nur Teilaspekte und müssen vor der Anwendung komplettiert werden?
- Sind die Bausteine unabhängig voneinander oder wechselseitig aufeinander angewiesen?
- Wie werden Bausteine zusammengesetzt?

nach [Arnd Poetzsch-Heffter: Konzepte Objektorientierter Programmierung, Springer, 2000]

Beziehungen zwischen Programmbausteinen

Unabhängige Bausteine

Schnittstelle verwendet **nur vom Baustein deklarierte Typen** oder Standardtypen (Grundtypen und die aus java.lang).

Beispiele:
Datentypen

- Listen
- Mengen
- Hashtabellen

Typisch:
Elementanpassung durch generische Typparameter (z. B. in C++: Leda, STL)

lokal verstehen, einfach

isolierte Aufgaben

Eigenständige Bausteine

Bausteinfamilie ist hierarchisch strukturiert. Schnittstelle verwendet zusätzlich Supertypen (oft abstrakt)

Beispiele:

- die Typen zur Ausnahmebehandlung in Java
- die Stromklassen aus java.io

Typisch: Trotz der hierarchischen Beziehung sind die Bausteine eigenständig verwendbar.

keine Querbeziehungen, nur Abstraktion

Eng kooperierende Bausteine

Bausteinfamilie dient **komplexer**, spezieller softwaretechnischer **Aufgabenstellung**.

Enge Kooperation führt zu **komplexen Abhängigkeiten**, z. B. verschränkt rekursiver Beziehung von Typen und Methoden.

Beispiele:
Programmgerüste, wie

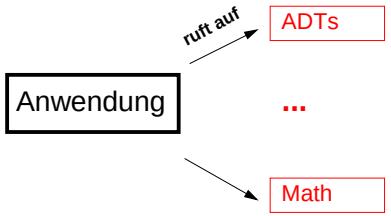
- Java AWT
- San Francisco (IBM): Abwicklung von Geschäfts-prozessen

Typisch: wg. Abhängigkeiten anspruchsvoller

Unterschied zwischen Progammgerüst und Bausteinbibliothek

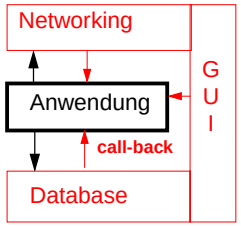
Bausteinbibliotheken

- mit unabhängigen oder eigenständigen Bausteinen
- anwendungsunabhängig
- Ablauf unter Kontrolle des Anwendungsprogramms

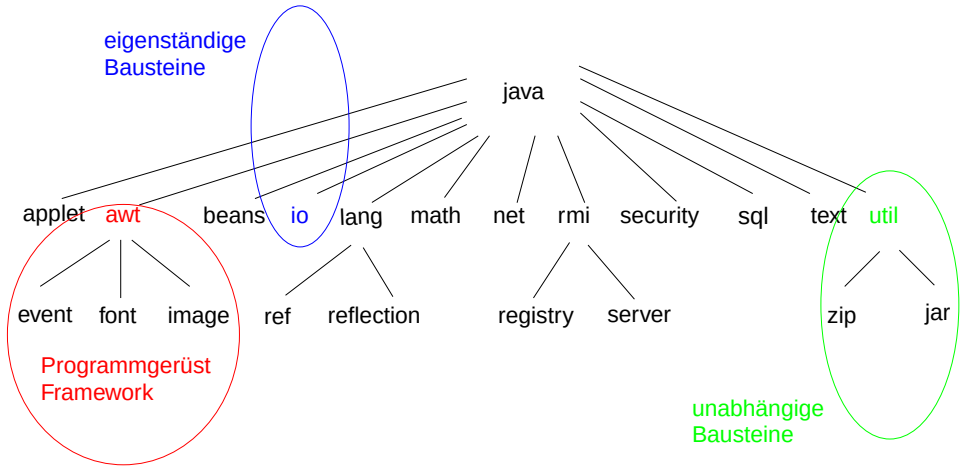


Programmgerüst (Framework)

- „fast-fertige“ Anwendung
- anwendungsspezifisch
- Umkehr der Ablaufsteuerung, call-back-Routinen, „don’t call us, we call you“



Die Java-Bibliothek



Anwendung von Bausteinen: Ausnahmebehandlung in Java

Ausnahmebehandlung als einfaches Beispiel für eine **erweiterbare Bausteinhierarchie**

Zeigt das enge Zusammenspiel zwischen **Sprache und Bibliothek**
Trend bei modernen OO-Sprachen: **Anzahl der Sprachkonstrukte klein** halten,
mit Mitteln der Sprache formulierbare Konzepte in die **Bibliothek**;
extrem: In Smalltalk sind **`ifTrue`**, **`IfFalse`** Methoden der Bibliotheksklasse **`Boolean`**

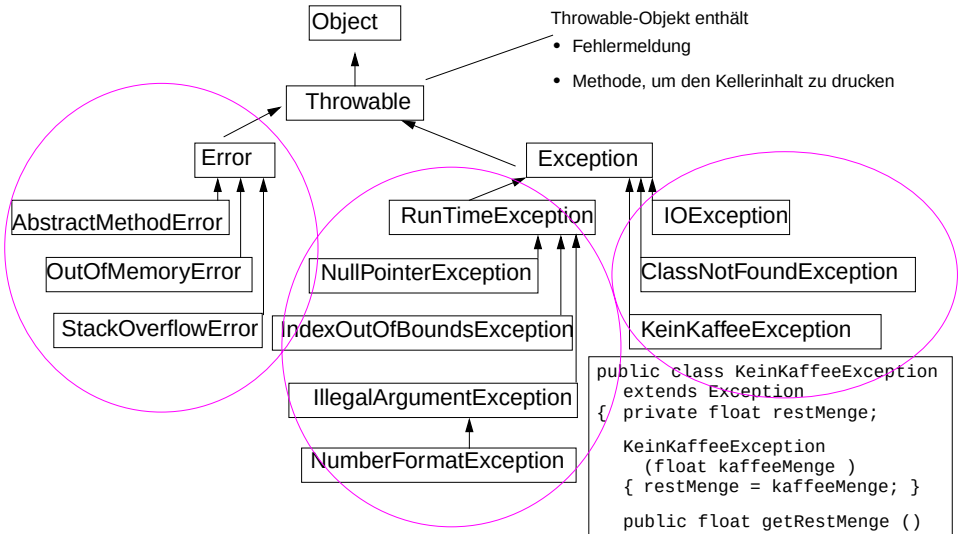
Ausnahmebehandlung in Java:
Bei „abrupter Terminierung" der Auswertung von Ausdrücken oder Ausführung von Anweisungen wird

- ein Ausnahmeobjekt e erzeugt und
- die in der **dynamischen Umgebung** (Laufzeitkeller) nächste, zur Klasse von e passende Ausnahmebehandlung mit e als Parameter aufgerufen.

3 Arten von Ausnahmen (siehe Klassifikation, OOP-4.7):

- Benutzer hat kaum Einfluss darauf, z. B. erschöpfte Maschinenressourcen (**`Error`**),
- vermeidbare Ausnahmen wegen Programmierfehlern, z. B. der Versuch, die null-Referenz zu dereferenzieren (**`RunTimeException`**),
- nicht vermeidbare Ausnahmen, die im Ablauf des Programms vorgesehen sein sollten, z. B. Zugriff auf nicht vorhandene Eingabe-Datei (weitere Unterklassen von **`Exception`**)

Ausnahmehierarchie




```
public class KeinKaffeeException
  extends Exception
{ private float restMenge;

  KeinKaffeeException
    (float kaffeeMenge )
  { restMenge = kaffeeMenge; }

  public float getRestMenge ()
  { return restMenge; }
}
```

Die **Ausnahmeklassen** definieren **eigenständige Bausteine** mit einer sehr einfachen Funktionalität.

Kriterium für Entwurfsqualität: Kohärenz

Kohärenz (Bindung): Stärke des **funktionalen Zusammenhangs** zwischen den Bestandteilen eines Bausteins

Ziel: So **stark** wie möglich

Kohärenz einer Klasse:

- Klasse realisiert **nur ein semantisch bedeutungsvolles Konzept**
- ihre **Methoden kooperieren** für diese Aufgabe
- Menge der Methoden ist **vollständig**
- **keine Methode ist überflüssig** für das Konzept

starke Kohärenz weil Komponenten

funktional zusammenhängen

schwache oder keine Kohärenz weil Komponenten

zur gleichen Zeit gebraucht werden (z.B. Initialisierung)

in der Ablaufstruktur zusammenhängen

zufällig zusammengekommen sind

Kriterien Entwurfsqualität: Kopplung

Kopplung: Stärke der Beziehung, Interaktion zwischen Bausteinen

- Kopplung **zwischen Methoden**, zwischen **Klassen**, zwischen **Paketen**
- Kopplung entsteht durch **Benutzen von Daten** oder durch **Aufrufe** (siehe OOP-4.11)

Ziel: Kopplung so **schwach** wie möglich

- schwache Kopplung entspricht schmaler Schnittstelle

dadurch bessere

- Zerlegbarkeit
- Komponierbarkeit
- Verständlichkeit
- Sicherheit

Maßnahmen zur Entkopplung

Unnötige Kopplung von Klassen **vermindert** grundlos die **Wiederverwendbarkeit**

Anwendung von Vererbungsparadigmen:

- **Rollen und Eigenschaften**:
  Material entkoppelt von Werkzeugen, Verhalten entkoppelt vom Subjekt
- **Spezifikation**:
  Implementierung entkoppelt von Anwendungen

Entwurfsmuster:

- **Bridge**: verfeinerte Spezifikation entkoppelt von Implementierungen
- **Strategy**: Implementierung entkoppelt von Anwendungen
- **Abstract Factory:** konkrete Erzeuger der Objekte entkoppelt von Anwendungen
- **Observer**: veränderliches Subjekt entkoppelt von Präsentatoren des Zustandes

Beispiel zur Entkopplung: Sortieren von Personen-Listen

```
class Person
{  Name n;
   long PersNr;
   ...
}
```

```
SortedPersonList oop =
      new SortedPersonList();
Person neu;
...
oop.add (neu);
```

Was ist hieran schlecht?

```
class SortedPersonList
{  Object[] elems;
   ...
   public void add (Person x)
   {  ...
      Name a = x.getName();
      Name b =
         (Name)elems [k].getName();
      if (a.lessThan(b))
         ...
      ...
   }
}
```

Diese Klasse ist für nichts anderes zu gebrauchen!

nicht wiederverwendbar!

Entkoppeln durch Interfaces

```
interface Comparable
{  public boolean lessThan (Object compareMe);
}


class Person implements Comparable
{  Name n;
   long PersNr;

   public boolean lessThan(Object compareMe)
   {  return n.lessThan(((Person)compareMe).n); }
}


class SortedList
{  Object[] elems;
   ...
   public void add (Comparable x)
   {  if (x.lessThan(elems[k]))
         ...
      ...
   }
}
```

Schnittstelle entkoppelt Bausteine

wiederverwendbare Klasse!

unabhängig von den sortierten Elementen

Entkoppeln durch Funktoren

Die V**ergleichsfunktion wird erst bei Objekterzeugung** bestimmt.
Variable **Funktionen werden in Objekte verpackt** [Functor Pattern von Coplien]

```
import java.util.Comparator; // seit Java 1.2

class Person {Name n; long PersNr; ...}

class PersonComparator implements Comparator
{  public int compare (Object links, Object rechts)
   {  return
      ((Person)links).n.lessThan (((Person)rechts).n)?
      -1:((Person)links).n.equal (((Person)rechts).n)?
         0 : 1;
}  }

class SortedList
{  private Comparator cmp; ...
   public SortedList (Comparator c) { cmp = c; }
   ...
   public void add (Object o)
   {  ... leq = cmp.compare (o, elements[k]); ...
}  }
```

Funktor: Verpackung von **Vergleichsfunktion** für Person-Objekte

wiederverwendbar

wird mit Vergleichsfunktion initialisiert

Vorsicht: Passt nicht zum Grundsatz „Klasse beschreibt Zustand und Verhalten“.

Objektorientierte Programmgerüste

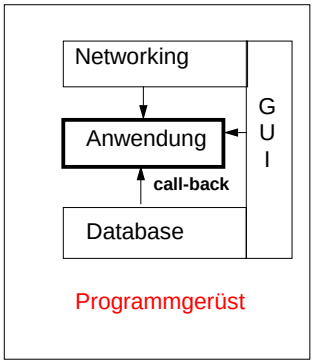
Programmgerüst (Framework):

Integrierte Sammlung von **Bausteinen, die zusammenarbeiten**, um eine **wiederverwendbare, erweiterbare Architektur** für eine **Familie verwandter Aufgaben** zur Verfügung zu stellen.

[siehe Folie 4.3]

Charakteristika:

- „fast-fertige“ Anwendung mit **geplanten Erweiterungsstellen**
- **anwendungsspezifisch**
- Umkehr der Ablaufsteuerung, **call-back-Routinen**, „don’t call us, we call you“
- **komplexe Beziehungen** zwischen den Bausteinen werden **ohne Zutun des Benutzers** wiederverwendet



Entwicklung mit Programmgerüsten

Die **Anwendung**

- **spezialisiert Klassen** des Programmgerüstes,
- füllt **Erweiterungsstellen** des Programmgerüstes aus:
- implementiert **call-back-Routinen**, die vom Programmgerüst aufgerufen werden
- implementiert **Reaktionen auf Ereignisse**, die über das Programmgerüst ausgelöst werden
- setzt **Algorithmen, Klassen**, die das Programmgerüst anbietet, zu **Schnittstellen** ein, die das Programmgerüst vorgibt.

Programmgerüst am Beispiel des Java AWT

Was macht **Java AWT zum typischen Beispiel für ein Programmgerüst**?

1. Der **Anwendungsbereich** Benutzungsoberflächen ist **komplex und vielfältig variierbar**.
2. Java AWT **deckt den Anwendungsbereich vollständig ab**;
   man kann damit vollständige Benutzungsoberflächen entwickeln
   - nicht nur einzelne Teilaufgaben erledigen
3. Einzelne **Komponenten** des Java AWT sind **spezialisierbar**:
   bieten umfangreiche wiederverwendbare Funktionalität;
   Benutzer ergänzt sie durch vergleichsweise kleine spezifische Ausprägung;
   siehe Frame als Beispiel für das Konzept **Spezialisierung** (OOP-2.9)
4. **komplexes Zusammenwirken** der Komponenten liegt fast vollständig in der **wiederverwendbaren Funktionalität**.
   Voraussetzung: **wohl-definierte Software-Architektur** des Java AWT;
   siehe OOP-4.23

Komplexes Zusammenwirken im Programmgerüst

Beispiele für komplexes Zusammenwirken der AWT-Komponenten:

- **Ereignissteuerung**:
  Durch Maus, Tastatur ausgelöste Ereignisse verursachen Aufrufe von Call-back-Routinen.
  siehe: Konzept eingebettete Agenten OOP-2.27, Entwurfsmuster Observer OOP-3.7a
- **Anordnung von Komponenten** (LayoutManager):
  Bedienelemente werden auf bestimmten Behälterflächen nach wählbaren Strategien angeordnet;
  siehe: Entwurfsmuster Strategy OOP-3.8

Die **Mechanismen für das Zusammenwirken** liegen (fast) **vollständig** in der **wiederverwendbaren Funktionalität** der Komponenten.

Benutzer brauchen sie **nicht (tiefgehend) zu kennen oder zu verstehen**.

Software-Architektur des Programmgerüstes ist Voraussetzung dafür:

- **Architekturgerüst** ist festgelegt, so dass es für alle Anwendungsvarianten passt;
- Komponenten haben **unterschiedliche Aufgaben**,
  z. B. Container, Event, Listener, LayoutManager (OOP-4.24)
- **Regeln zum Zusammensetzen** einer Anwendungsvariante

Architekturkonzept: hierarchisch strukturierte Fensterinhalte

- Zusammengehörige Komponenten in einem Objekt einer **`Container`**-Unterklasse unterbringen (**`Panel`**, **`Window`**, **`Frame`** oder selbstdefinierte Unterklasse).
- Eigenschaften der Objekte im **`Container`** können dann gemeinsam bestimmt werden, z. B. Farbe, **`LayoutManager`**, usw. zuordnen.
- Mit **`Container`**-Objekten werden beliebig tiefe Baumstrukturen von AWT-Komponenten erzeugt. In der visuellen Darstellung sind sie ineinander geschachtelt.