

Objektorientierte Software-Entwicklung

Priv.-Doz Dr. Rolf Hennicker

01.12.2003

Kapitel 4

Objektorientierter Entwurf

Ziele

- Aus dem statischen und dynamischen Analysemodell einen Objektentwurf entwickeln können.
- Verschiedene Alternativen zur Realisierung von Zustandsdiagrammen kennen.
- Prinzipien der Systemarchitektur verstehen.
- Graphische Benutzerschnittstellen entwickeln können.
- Die Vorgehensweise bei der Anbindung an eine Datenbank verstehen.
- Entwurfsmuster kennenlernen.

Ausgangspunkt

Statisches und dynamisches Modell der objektorientierten Analyse

Ziel

Modell der Systemimplementierung (beschreibt *wie* die einzelnen Aufgaben gelöst werden)

Wesentliche Aufgaben

- Verfeinerung des Analysemodells durch Integration des statischen und dynamischen Modells. Führt zum *Objektentwurf*.
- Einbindung in die Systemumgebung durch den Entwurf von Benutzerschnittstellen, Datenbankschnittstellen, Netzwerk-Wrappern etc.
- Konstruktion der Systemarchitektur

4.1 Objektentwurf

Das statische Analysemodell (Objektmodell) wird erweitert und überarbeitet. Hierzu werden Informationen aus dem dynamischen Modell der Analyse verwendet.

Aufgaben des Objektentwurfs

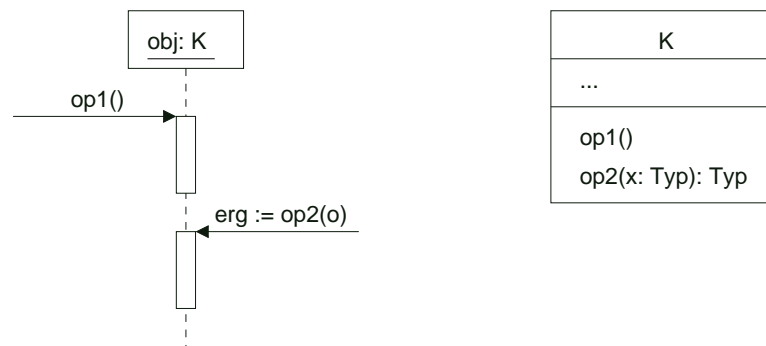
1. Operationen hinzufügen
2. Assoziationen ausrichten
3. Zugriffsrechte bestimmen
4. Mehrfachvererbung auflösen
5. Wiederverwendung von Klassen

4.1.1 Operationen hinzufügen

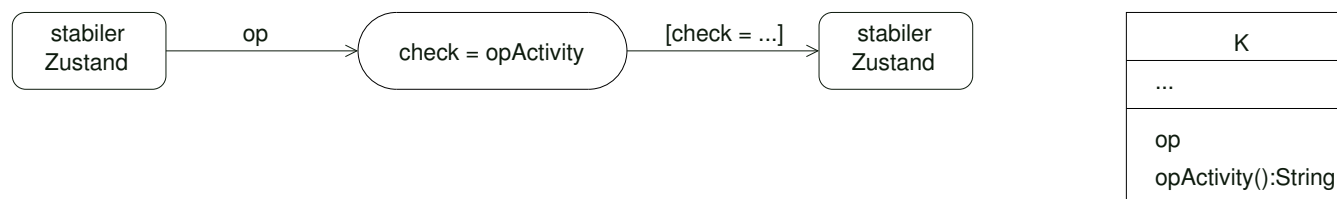
Vorgehensweise

Sei K eine Klasse des Objektmodells.

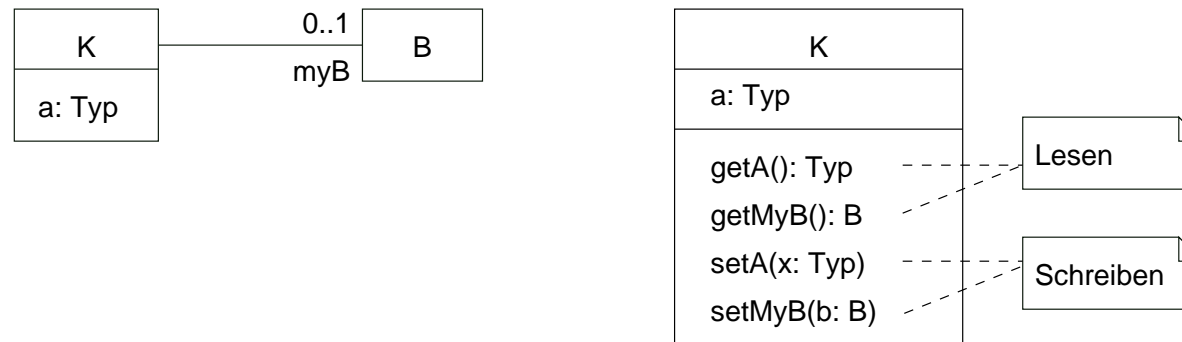
- Führe eine Operation für jede an ein Objekt von K gesendete Nachricht ein.



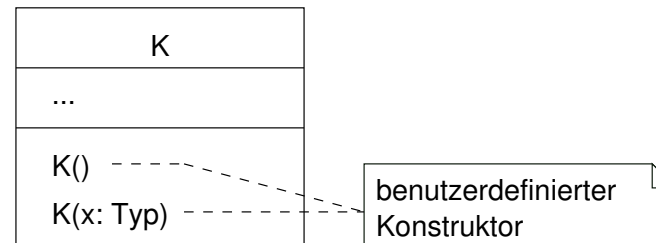
- Führe eine Operation für jedes Call-Event und für jeden Aktivitätszustand eines Zustandsdiagramms des Analysemodells ein (ggf. auch für Aktivitätszustände von Aktivitätsdiagrammen).



- Benötigte Zugriffsoperationen für Attribute und Rollen hinzufügen (zum Lesen und/oder Schreiben)

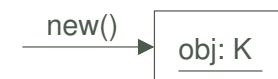


- Benutzerdefinierte Konstruktoren bei nicht abstrakten Klassen hinzufügen



Aufruf eines Konstruktors:

- im Sequenzdiagramm (ähnlich im Kollaborationsdiagramm):



- im Pseudocode: `k = new K();` //falls k ein Rollename ist
`K k = new K();` //falls k eine lokale Variable ist

Beispiel ATM:

| ATM |
|---|
| geldvorrat: Real grenzen: Real |
| ATM() karteEin abbruch geheimzahlEin formWaehlen betragEin geldEntnehmen abschliessen karteBelegEntnehmen karteneingabeAuffordern() karteEinActivity(): String geheimzahlEinActivity(): String betragErfragen() betragEinActivity(): String nachFortsetzungFragen() abschlussActivity() karteLesen(): String geheimzahlUeberpruefen(): String grenzenUeberpruefen(): String |

| Konsortium |
|--|
| name: String |
| karteUeberpruefen(): String transaktionVerarbeiten(): String blzUeberpruefen(): String |

| Bank |
|---|
| blz: Integer name: String |
| karteBankUeberpruefen(): String bankTransaktionVerarbeiten(): String kartennrUeberpruefen(): String kontoAktualisieren(): String |

- Algorithmen der Operationen beschreiben

Input: Interaktions- oder (falls vorhanden) Aktivitätsdiagramme der Analyse

Mögliche Darstellungen der Algorithmen:

- Detaillierte Aktivitätsdiagramme (ggf. auch vollständige Interaktionsdiagramme)
- Pseudo-Code (z.B. basierend auf Java oder Verwendung einer "Action Language")

Beachte:

Während der Formulierung der Algorithmen wird das Objektmodell überarbeitet.

4.1.2 Assoziationen ausrichten

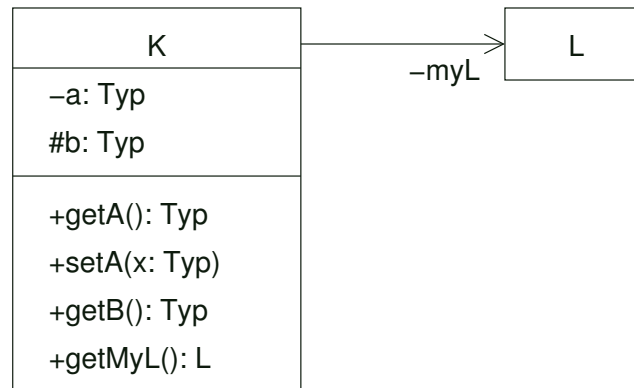
- Analysiere in welcher/welchen Richtung(en) eine Assoziation (beim Senden von Nachrichten bzw. Operationsaufrufen) durchlaufen wird.
- Falls eine Assoziation nur in einer Richtung durchlaufen wird, dann richte sie entsprechend aus.
- Füge ggf. noch fehlende Multiplizitäten und explizite Rollennamen hinzu.

Beispiel ATM:



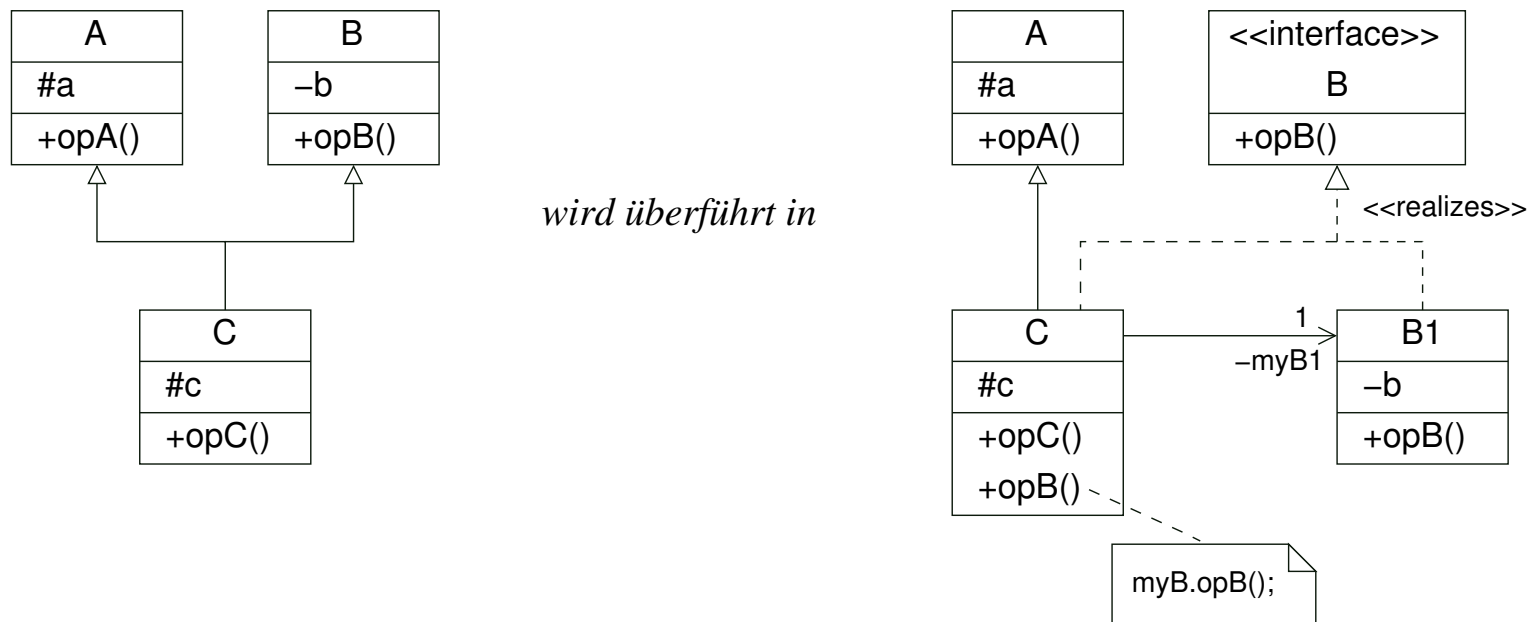
4.1.3 Zugriffsrechte bestimmen

Bestimme die Zugriffsrechte für Attribute, Rollennamen und Operationen (Attribute und Rollennamen sollten nicht öffentlich zugreifbar sein!)



4.1.4 Mehrfachvererbung auflösen

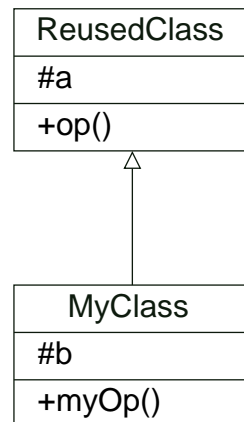
- Ist notwendig, wenn die Zielsprache keine Mehrfachvererbung für Klassen unterstützt (z.B. Java).
- Die Auflösung der Mehrfachvererbung ist möglich durch Einführung einer Schnittstelle.



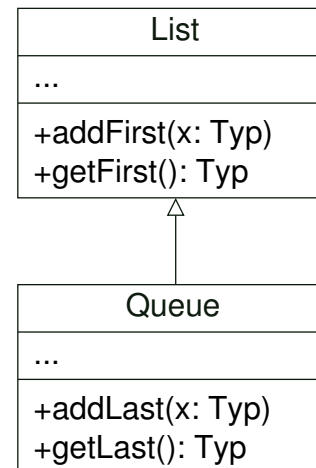
4.1.5 Wiederverwendung von Klassen

- Häufig ist es günstig, schon vorhandene (wohl erprobte und qualitativ hochwertige) Klassen im Entwurf wiederzuverwenden.
- Wenn eine wiederverwendete Klasse noch nicht alle gewünschten Merkmale besitzt, können diese durch *Spezialisierung* in einer Subklasse hinzugenommen werden.

Allgemein:



Beispiel:



4.1.6 Objektentwurf für ATM

- Es werden Algorithmen für die in Abschnitt 4.1.1 identifizierten Operationen angegeben (in Java-Pseudo-Code).
- Zusätzlich benötigte Konstruktoren und Zugriffsoperationen ("getter" und "setter") werden identifiziert.
- Das Klassendiagramm der Analyse wird entsprechend überarbeitet.

Algorithmen

1. Operationen der Klasse ATM

Operationen, die als Ereignisse im Zustandsdiagramm vorkommen (karteEin, ..., karteBelegEntnehmen) werden hier nicht betrachtet.

Eine geeignete Behandlung wird später bei der Realisierung des Zustandsdiagramms gegeben.

```
// Konstruktor ATM
ATM() {
    geldvorrat = 100000;
    grenzen    = 250;
    karteneingabeAufforden();
}

karteneingabeAufforden() {
    display("Karte eingeben?");
}
```

```
karteEinActivity(): String {
    String check = karteLesen();

    if (check.equals("lesbar")) {
        display("Geheimzahl?");
        return "Karte lesbar";
    }
    else if (check.equals("nicht lesbar")) {
        display("Karte nicht lesbar!");
        abschlussActivity();
        return "Karte nicht lesbar";
    }
    else return "Error";
}
```

```
geheimzahlEinActivity(): String {
    Integer typedGeheimzahl = getTypedGeheimzahl();
    String check = geheimzahlUeberpruefen(typedGeheimzahl);

    if (check.equals("Geheimzahl ok")) {
        // neues Attribut aktKontonr
        check = konsortium.karteUeberpruefen(aktKartennr, aktBLZ, aktKontonr);
        if (check.equals("Karte ok")) {
            display("Transaktionsform?");
            return "Karte ok";
        }
        else if (check.equals("falsche BLZ")) {
            display("falsche BLZ!");
            abschlussActivity();
            return "Karte nicht ok";
        }
    }
}
```

```
else if (check.equals("Karte gesperrt")) {
    display("Karte gesperrt!");
    abschlussActivity();
    return "Karte nicht ok";
}
else return "Error";
}

else if (check.equals("Geheimzahl falsch")) {
    display("falsche Geheimzahl!");
    display("Geheimzahl?");
    return "Geheimzahl falsch";
}
else return "Error";
}

betragErfragen() {
    display("Betrag?");
}
```

```
betragEinActivity(): String {
    Real betrag = getBetrag();
    String check = grenzenUeberpruefen(betrag);
    if (check.equals("Grenzen ok")) {
        check = konsortium.transaktionVerarbeiten(aktBLZ, aktKontonr, betrag);
        if (check.equals("Transaktion erfolgreich")) {
            Aussentransaktion atrans =
                new Aussentransaktion("Abhebung", aktKartennr, betrag, aktBLZ, aktKontonr);
            addTransaktion(atrans); // neue Operation von Terminal
            geldvorrat = geldvorrat-betrag;
            display("Geld ausgeben");
            display("Geld entnehmen?");
            return "Transaktion erfolgreich";
        }
        else if (check.equals("Transaktion gescheitert")) {
            display("Transaktion gescheitert!");
            display("Transaktionsform?");
            return "Transaktion gescheitert";
        }
        else return "Error";
    }
}
```

```
else if (check.equals("Grenzen überschritten")) {
    display("Grenzen überschritten!");
    display("Betrag?");
    return "Grenzen überschritten";
}
else return "Error";
}

nachFortsetzungFragen() {
    display("Fortsetzung?");
}

abschlussActivity() {
    display("Beleg drucken");
    display("Karte ausgeben");
    display("Karte und Beleg entnehmen?");
}
```

```
karteLesen(): String {
    aktKartennr    = getKartennr();    // neues Attribut von ATM
    aktBLZ        = getBLZ();        // neues Attribut von ATM
    aktGeheimzahl = getGeheimzahl(); // codierte Geheimzahl, neues Attribut von ATM
    return "lesbar";
}
```

```
geheimzahlUeberpruefen(tgz: Integer): String {
    if (tgz == aktGeheimzahl) return "Geheimzahl ok";
    else return "Geheimzahl falsch";
}
```

```
grenzenUeberpruefen(b: Real): String {
    if (b <= grenzen) return "Grenzen ok";
    else return "Grenzen überschritten";
}
```

2. Operationen der Klasse *Konsortium*

```
karteUeberpruefen(kartennr: Integer, blz: Integer, out kontonr: Integer): String {
    String check = blzUeberpruefen(blz);

    if (check.equals("BLZ richtig")) {
        check = banken[blz].karteBankUeberpruefen(kartennr, kontonr);
        if (check.equals("Karte ok")) return "Karte ok";
        else if (check.equals("Karte bei Bank gesperrt")) return "Karte gesperrt";
        else return "Error";
    }
    else if (check.equals("BLZ falsch")) return "falsche Bankleitzahl";
    else return "Error";
}
```

```
transaktionVerarbeiten(blz: Integer, kontonr: Integer, b: Real): String {  
    String check = banken[blz].bankTransaktionVerarbeiten(kontonr, b);  
  
    if (check.equals("Banktransaktion erfolgreich"))  
        return "Transaktion erfolgreich";  
    else if (check.equals("Banktransaktion gescheitert"))  
        return "Transaktion gescheitert";  
    else return "Error";  
}
```

```
blzUeberpruefen(blz: Integer): String {  
    if (banken[blz] != null) return "BLZ richtig";  
    else return "BLZ falsch";  
}
```

3. Operationen der Klasse Bank

```
karteBankUeberpruefen(kartennr: Integer, out kontonr: Integer): String {  
    String check = kartennrUeberpruefen(kartennr, kontonr);  
  
    if (check.equals("gueltig")) return "Karte ok";  
    else if (check.equals("gesperrt")) return "Karte bei Bank gesperrt";  
    else return "Error";  
}
```

```
bankTransaktionVerarbeiten(kontonr: Integer, b: Real): String {  
    String check = kontoAktualisieren(kontonr, b);  
  
    if (check.equals("erfolgreich")) return "Banktransaktion erfolgreich";  
    else if (check.equals("gescheitert")) return "Banktransaktion gescheitert";  
    else return "Error";  
}
```

```
kartennrUeberpruefen(kartennr: Integer, out kontonr: Integer) :String {  
    // kreditkarten ist Rollename einer neuen (abgeleiteten) qualifizierten  
    // Assoziation zwischen Bank und Kreditkarte  
    if (kreditkarten[kartennr] != null) {  
        // getKonto() und getKontonr() werden als Zugriffsoperationen bei  
        // Kreditkarte bzw. Konto gebraucht  
        kontonr = kreditkarten[kartennr].getKonto().getKontonr();  
        if (! kreditkarten[kartennr].getGesperrt()) return "gueltig";  
        else return "gesperrt";  
    }  
}
```

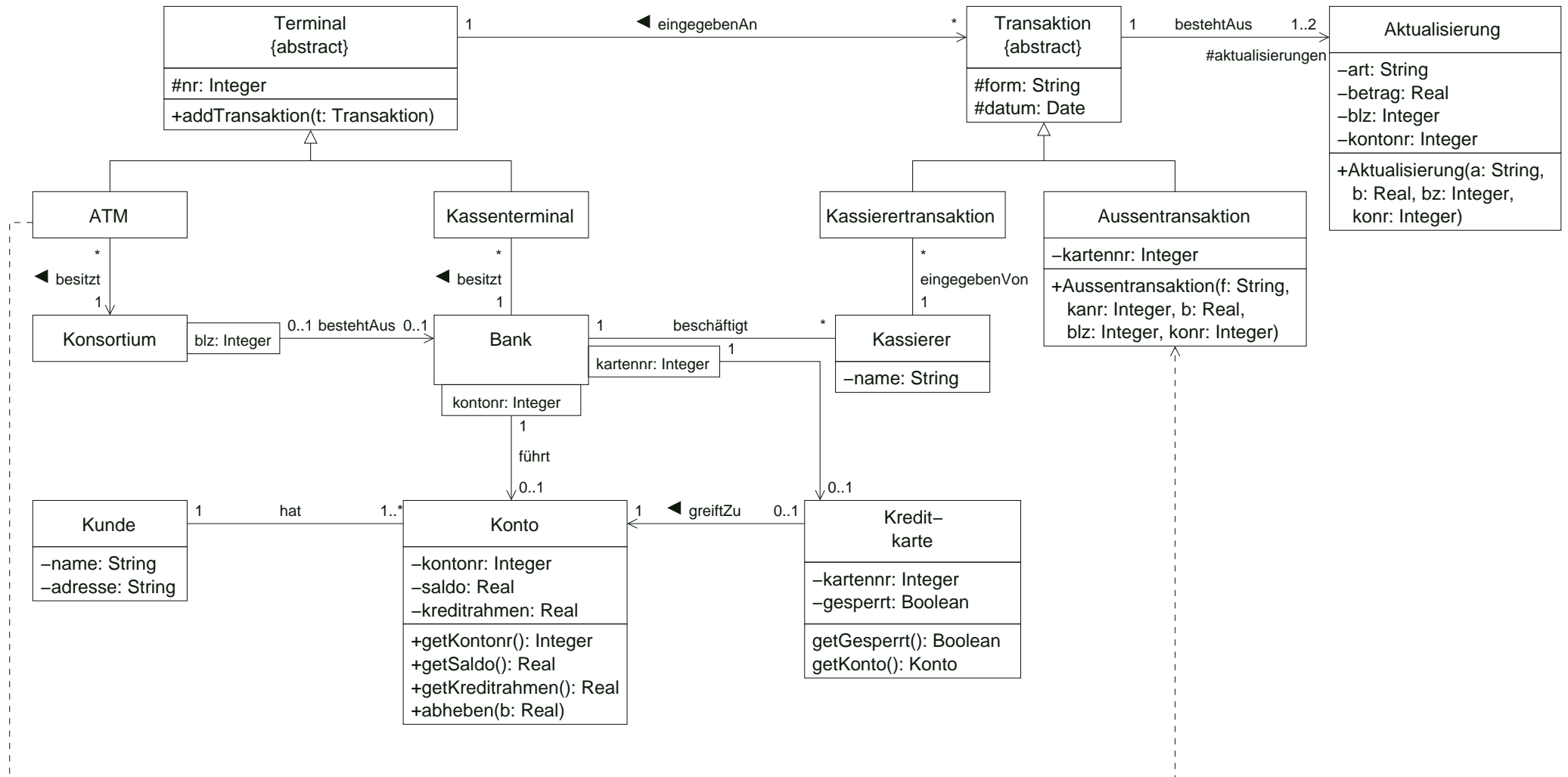
```
kontoAktualisieren(kontonr: Integer, b: Real): String {  
    Konto k = konten[kontonr];  
    if (k.getSaldo()-b >= k.getKreditrahmen()) {  
        k.abheben(b);  
        return "erfolgreich";  
    }  
    else return "gescheitert";  
}
```

4. *Konstruktoren für Aussentransaktion und Aktualisierung*

```
Aussentransaktion(f: String, kanr: Integer, b: Real, blz: Integer, konr: Integer) {  
    form = f;  
    datum = new date();  
    // Neues Attribut kartennr von Aussentransaktion.  
    // Dafür wird die Assoziation zu Kreditkarte gestrichen.  
    kartennr = kanr;  
  
    if (form.equals("Abhebung"))  
        aktualisierungen[0] = new Aktualisierung("Lastschrift", b, blz, konr);  
  
    else if (form.equals("Einzahlung"))  
        aktualisierungen[0] = new Aktualisierung("Gutschrift", b, blz, konr);  
}
```

```
Aktualisierung(a: String, b: Real, bz: Integer, konr: Integer) {  
  art = a;  
  betrag = b;  
  // blz und kontonr sind neue Attribute von Aktualisierung.  
  // Dafür wird die Assoziation zu Konto gestrichen.  
  blz = bz;  
  kontonr = konr;  
}
```

Klassendiagramm von ATM nach dem Objektentwurf



Überarbeitete Klassen

| ATM |
|---|
| -geldvorrat: Real -grenzen: Real -aktKartennr: Integer -aktBLZ: Integer -aktGeheimzahl: Integer -aktKontonr: Integer |
| +ATM() +karteEin +abbruch +geheimzahlEin +formWaehlen +betragEin +geldEntnehmen +abschliessen +karteBelegEntnehmen -karteneingabeAuffordern() -karteEinActivity(): String -geheimzahlEinActivity(): String -betragErfragen() -betragEinActivity(): String -nachFortsetzungFragen() -abschlussActivity() -karteLesen(): String -geheimzahlUeberpruefen(tgz: Integer): String -grenzenUeberpruefen(b: Real): String |

| Konsortium |
|---|
| -name: String |
| +karteUeberpruefen(kartennr: Integer, blz: Integer, out kontonr: Integer): String +transaktionVerarbeiten(blz: Integer, kontonr: Integer, b: Real): String +blzUeberpruefen(blz: Integer): String |

| Bank |
|---|
| -blz: Integer |
| -name: String |
| +karteBankUeberpruefen(kartennr: Integer, out kontonr: Integer): String +bankTransaktionVerarbeiten(kontonr: Integer, b: Real): String -kartennrUeberpruefen(kartennr: Integer, out kontonr: Integer): String -kontoAktualisieren(kontonr: Integer, b: Real): String |

Zusammenfassung von Abschnitt 4.1

- Der Objektentwurf ergibt sich aus der Integration des statischen und dynamischen Modells der Analyse (wobei die Behandlung von Zustandsdiagrammen gesondert im nächsten Abschnitt beschrieben wird).
- Im Objektentwurf werden Operationen zu den Klassen hinzugenommen.
- Während der Formulierung von Algorithmen für die Operationen wird das statische Modell laufend überarbeitet.
- Weitere typische Aufgaben des Objektentwurfs betreffen die Auflösung von Mehrfachvererbung und die Wiederverwendung von Klassen.

4.2 Realisierung von Zustandsdiagrammen

Gegeben

Zustandsdiagramm einer Klasse K.

Ziel

Objektentwurf mit Algorithmen zur Realisierung des durch das Zustandsdiagramm beschriebenen Verhaltens.

Wir unterscheiden vier Möglichkeiten:

- Prozedurgesteuerte Realisierung
- Realisierung durch Fallunterscheidung
- Realisierung durch Zustandsobjekte
- Realisierung durch eine Zustandsmaschine

4.2.1 Prozedurgesteuerte Realisierung

Idee

Ereignisse werden durch "modale Dialoge" (erzwungene Benutzereingaben) realisiert.

Voraussetzung

Objekte befinden sich an der Systemgrenze (Kontrollobjekte zur Dialogsteuerung)

Beispiel:



in Pseudo-Code: `betrag = get("Betrag?");`

in Java: `String betrag = JOptionPane.showInputDialog("Betrag?");`

Vorgehensweise

Das gesamte Zustandsdiagramm wird überführt in eine Prozedur mit

- modalen Dialogen für die (externen) Ereignisse
- Aufrufe von Subprozeduren für die Aktivitäten
- bedingten Anweisungen für Verzweigungen
- Wiederholungsanweisungen für Zyklen des Diagramms

Beispiel: Prozedurgesteuerte Implementierung des ATM

```
while(true) do {
  karteneingabeAuffordern();
  check = KarteEinActivity(); // ohne display("Geheimzahl?")

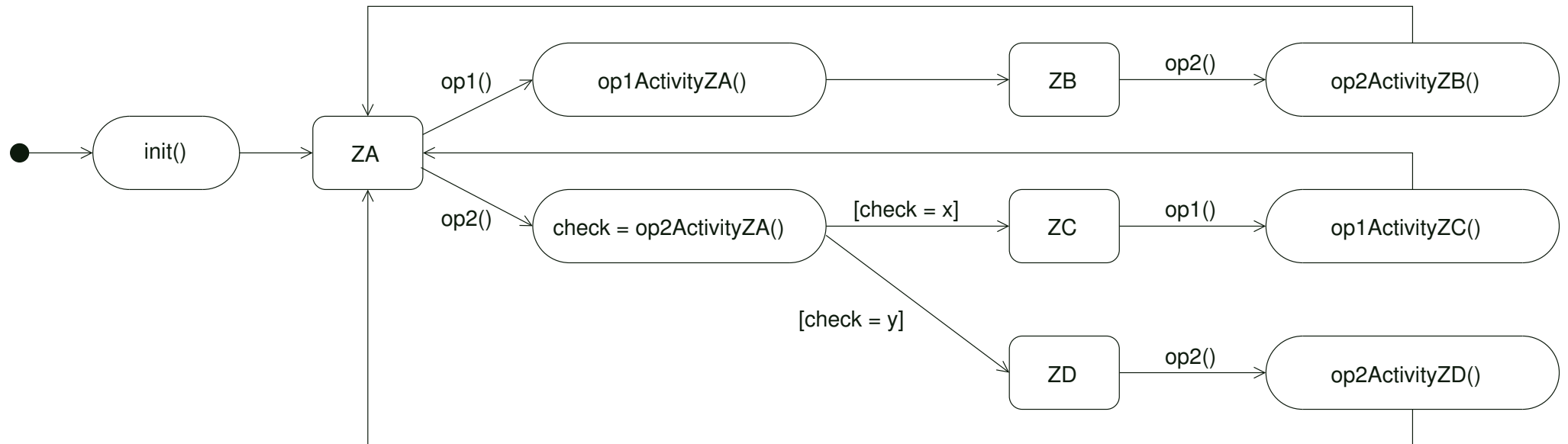
  if (check.equals("Karte lesbar")) {
    // mit modalem Dialog typedGeheimzahl = get("Geheimzahl?")
    do check = GeheimzahlEinActivity();
    while (check.equals("Geheimzahl falsch"));

    if (check.equals("Karte ok")) {
      do {
        // mit modalem Dialog betrag = get("Betrag?");
        do check = BetragEinActivity();
        while (check.equals("Grenzen überschritten"));
      }
      while (check.equals("Transaktion gescheitert"));
    }
  }
}
```

```
    if (check.equals("Transaktion erfolgreich")) {  
        get("Beenden?");  
        abschlussActivity();  
    }  
}  
}  
}
```

4.2.2 Realisierung durch Fallunterscheidung

Gegeben sei folgendes Zustandsdiagramm für die Objekte einer Klasse K:



Vorgehensweise

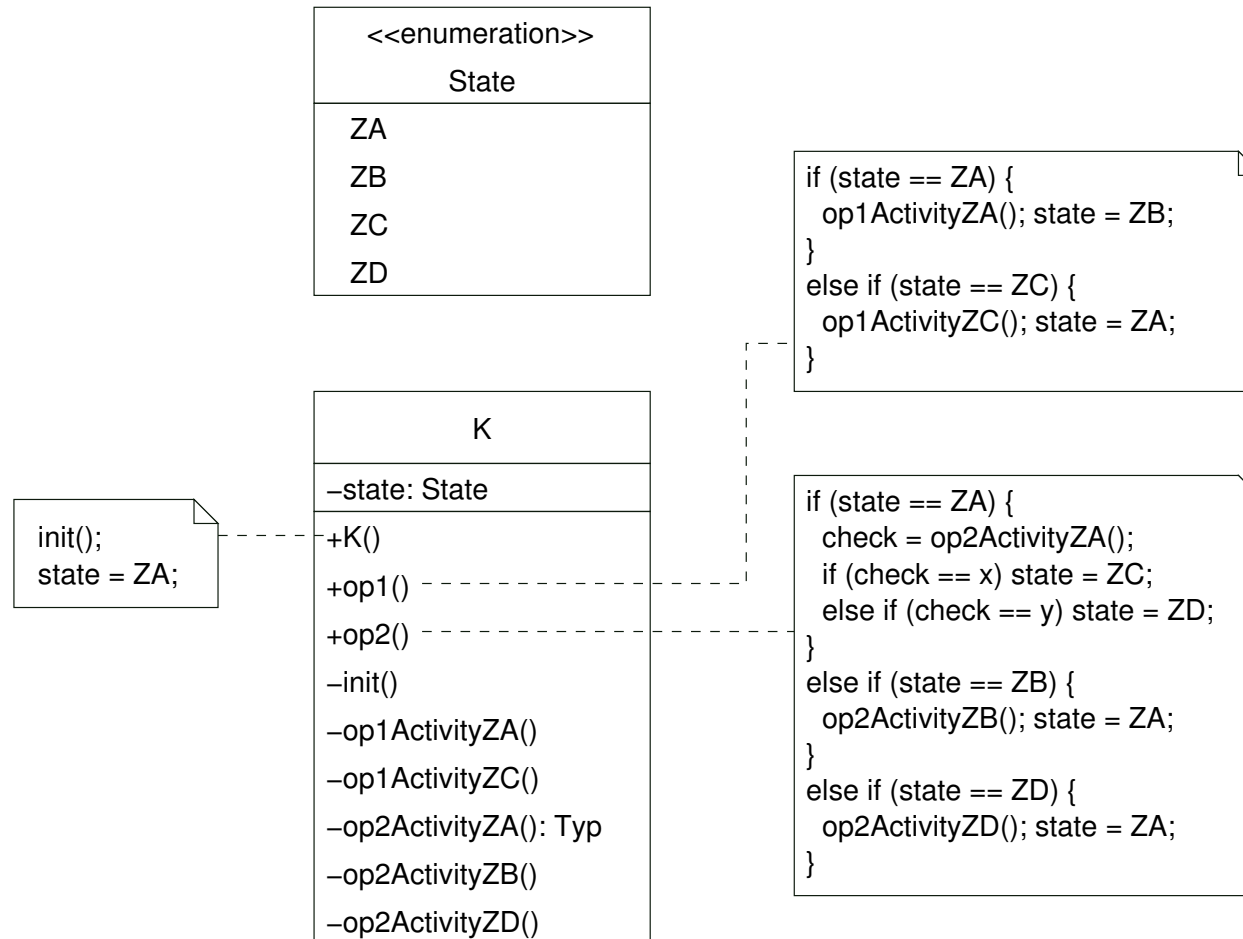
- Verwende einen Enumerationstyp zur Darstellung der (endlich vielen) stabilen Zustände.
- Führe ein explizites Zustandsattribut für die betrachtete Klasse ein.
- Realisiere die zustandsabhängigen Operationen durch Fallunterscheidung nach dem aktuellen (stabilen) Zustand.

Nachteil

Schlechte Erweiterbarkeit bzgl. neuer Zustände (neue Fälle bei *jeder* zustandsabhängigen Operation hinzunehmen).

Vorteil

Einfache Erweiterbarkeit bzgl. neuer Operationen.



Bemerkung

Falls Typ = String, ersetze `check == x` durch `check.equals("x")`!

4.2.3 Realisierung durch Zustandsobjekte

Idee

- Jedes Objekt der Klasse ist mit einem Zustandsobjekt verbunden, das den aktuellen (stabilen) Zustand des Objekts repräsentiert.
- Der Aufruf einer zustandsabhängigen Operation wird an das Zustandsobjekt delegiert.
- Das aktuelle Zustandsobjekt führt die gewünschte Aktivität aus.
- Bei Zustandsänderung wird ein neues Zustandsobjekt (der passenden Unterklasse) erzeugt und mit dem Basisobjekt verbunden.

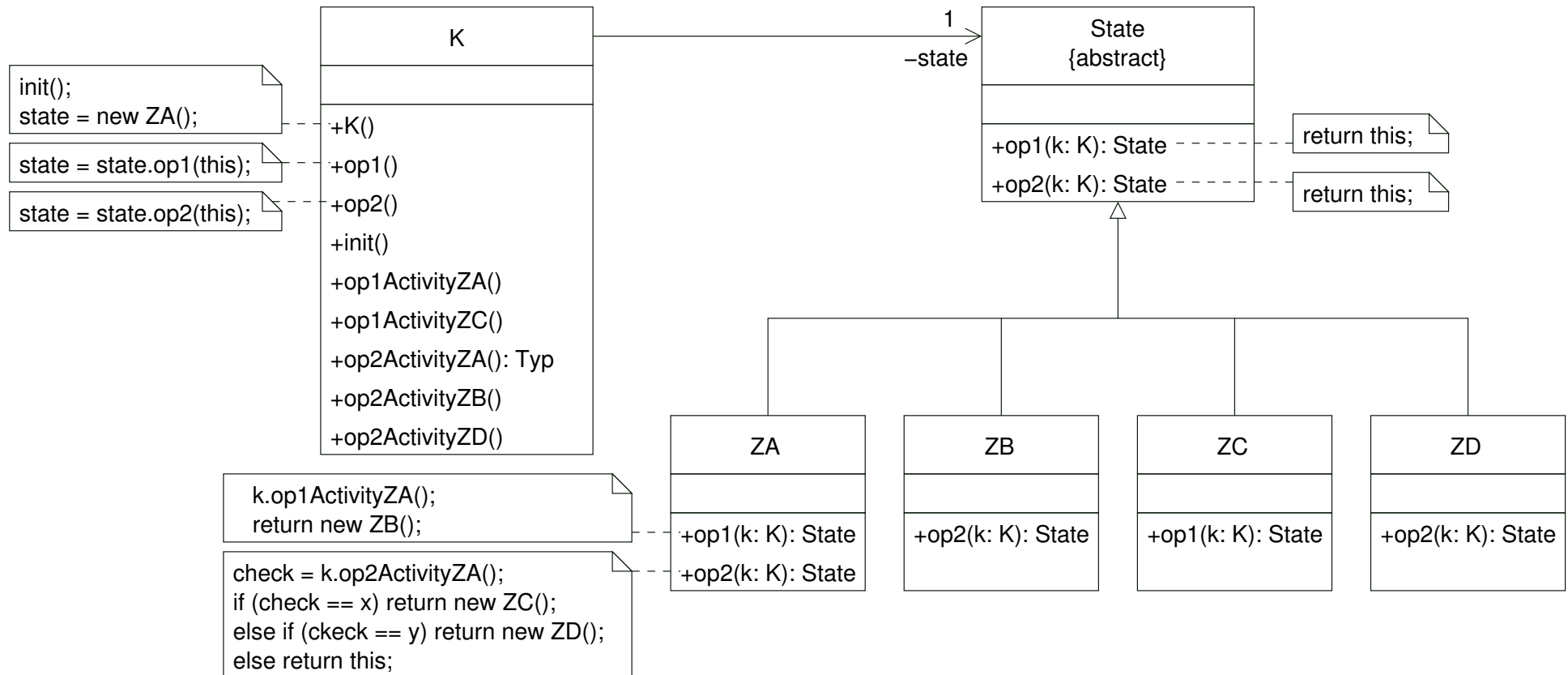
Vorteil

Einfache Erweiterbarkeit bzgl. neuer Zustände.

Nachteil

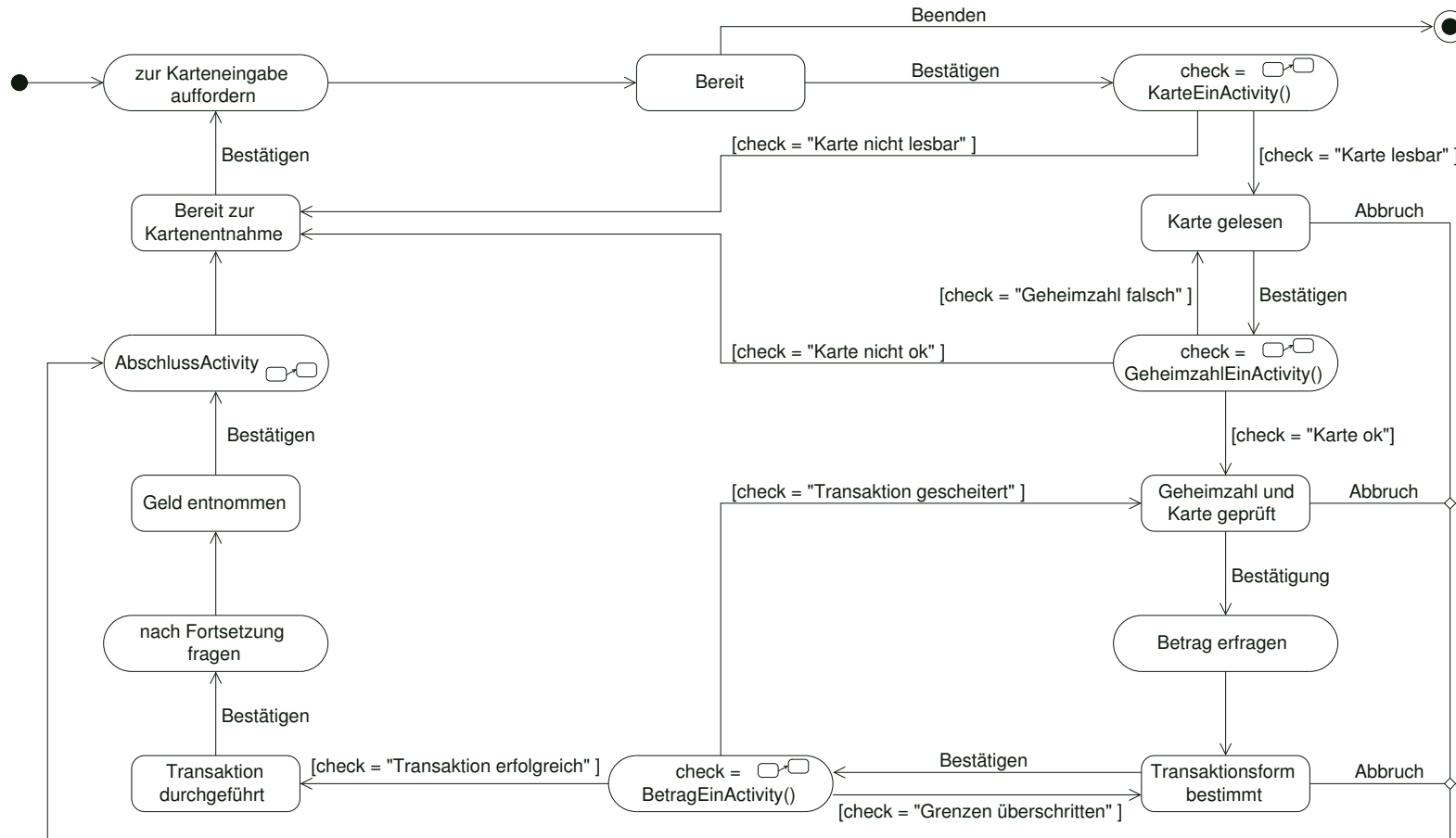
Schlechte Erweiterbarkeit bzgl. neuer Operationen.

Das Zustandsdiagramm von oben wird folgendermaßen realisiert:



Beispiel: Realisierung des ATM durch Zustandsobjekte

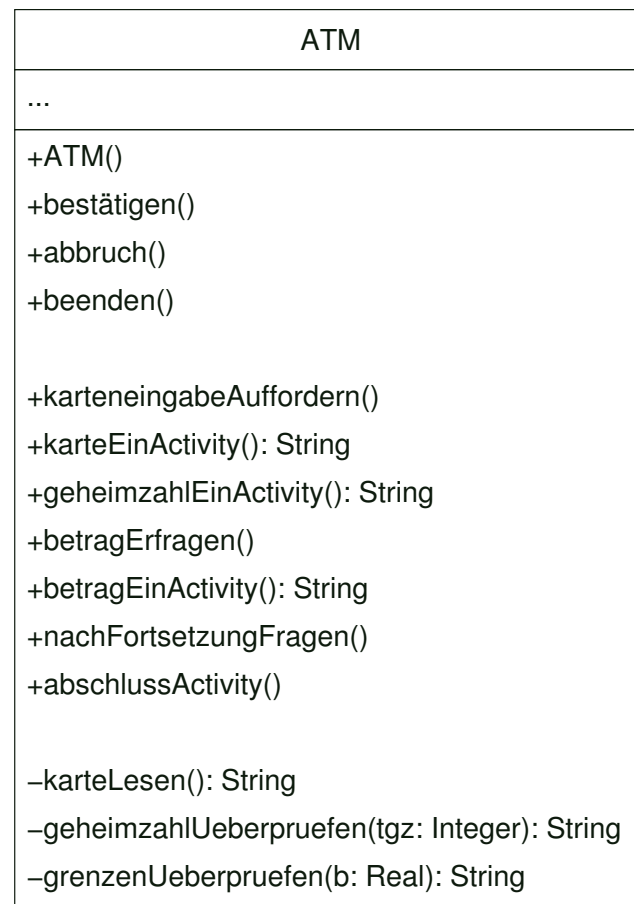
Zustandsdiagramm für ereignisgesteuerte ATM-Simulation



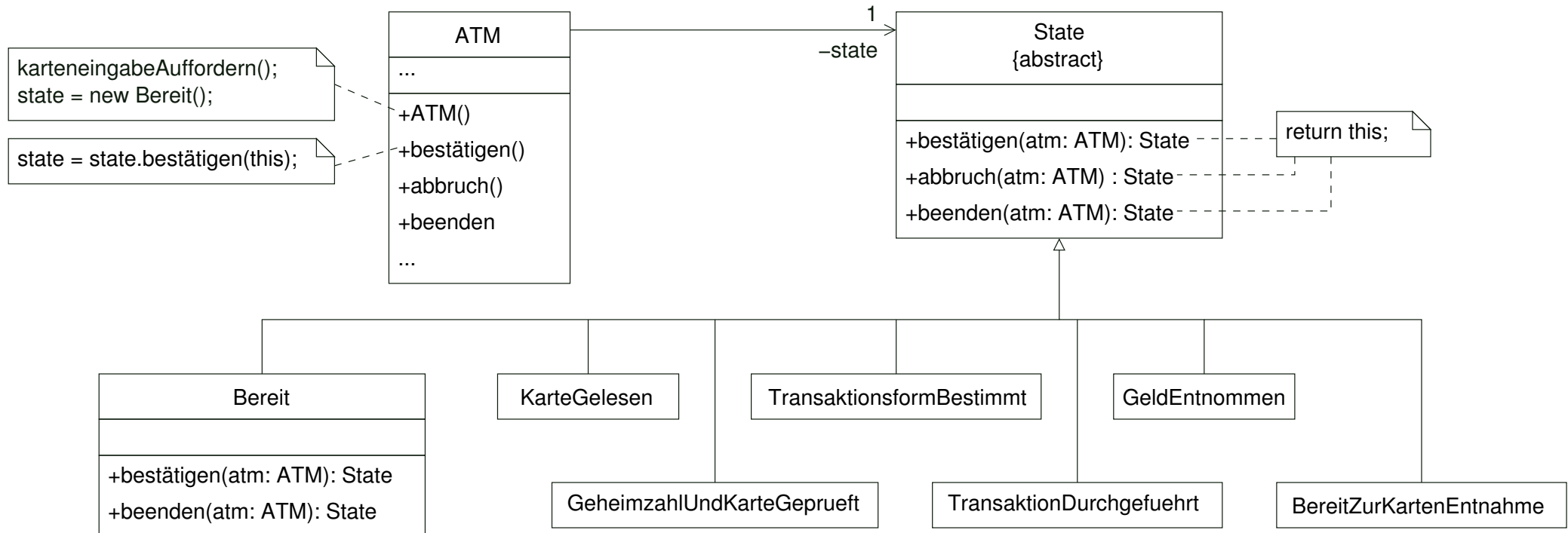
Die Ereignisse "Bestätigen", "Abbruch" und "Beenden" werden durch die Betätigung entsprechender Buttons der Benutzerschnittstelle hervorgerufen.

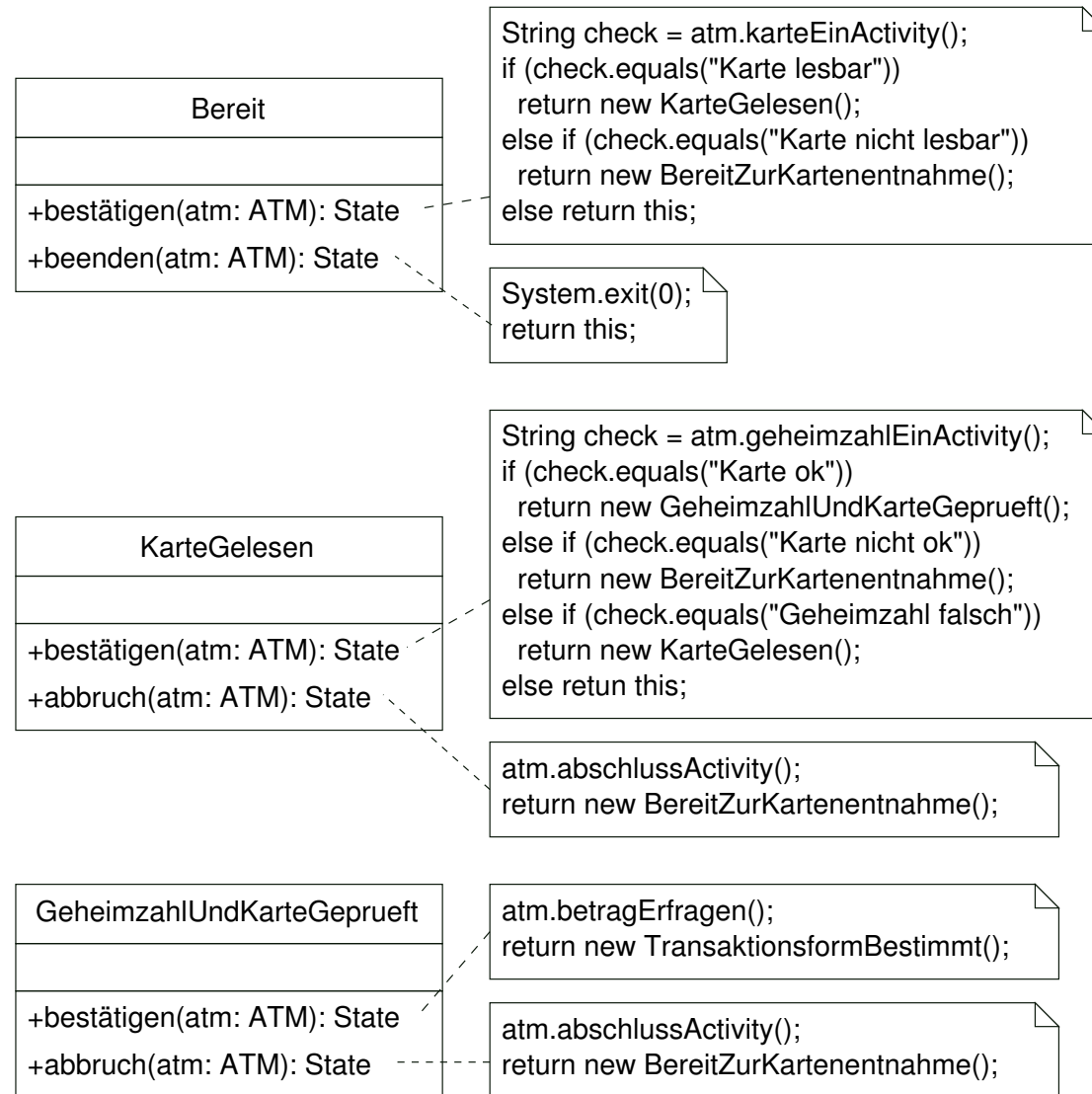
Überarbeitete Klasse ATM

Die Operationen "karteEin", "geheimzahlEin", ..., "karteBelegEntnehmen" von früher werden entfernt und durch die zustandsabhängige Operation "bestätigen" realisiert.



Realisierung des Zustandsdiagramms der ATM-Simulation





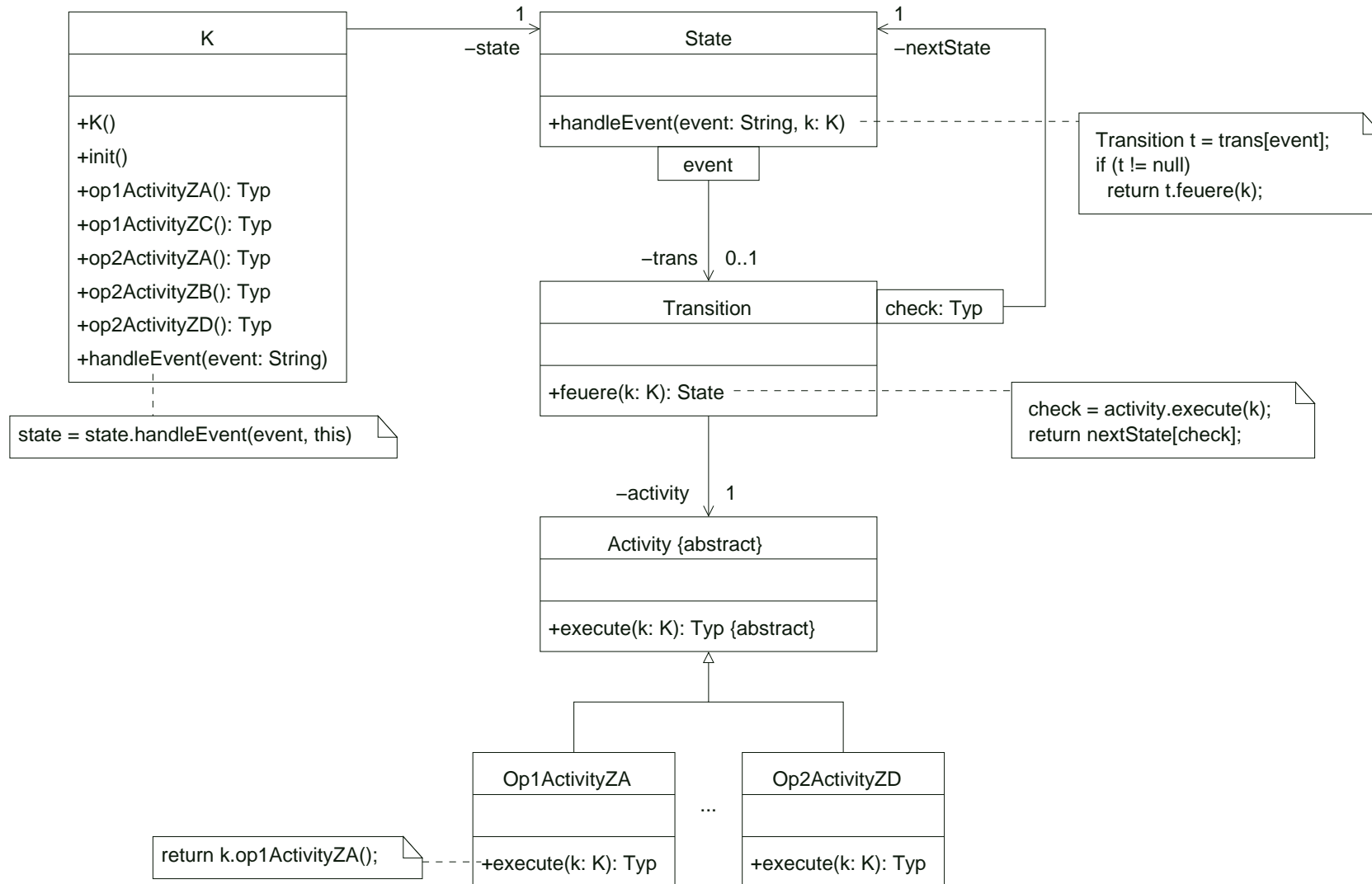
Analog werden die vier übrigen Zustandsklassen implementiert.

4.2.4 Realisierung durch eine Zustandsmaschine

Idee

- Alle in einem Zustandsdiagramm vorkommende Größen (Zustände, Transitionen, Aktivitäten) werden durch Objekte dargestellt.
- Ereignisse werden von einer speziellen "Event-Handle"-Operation interpretiert.

Das Zustandsdiagramm von oben wird durch folgende Zustandsmaschine realisiert:



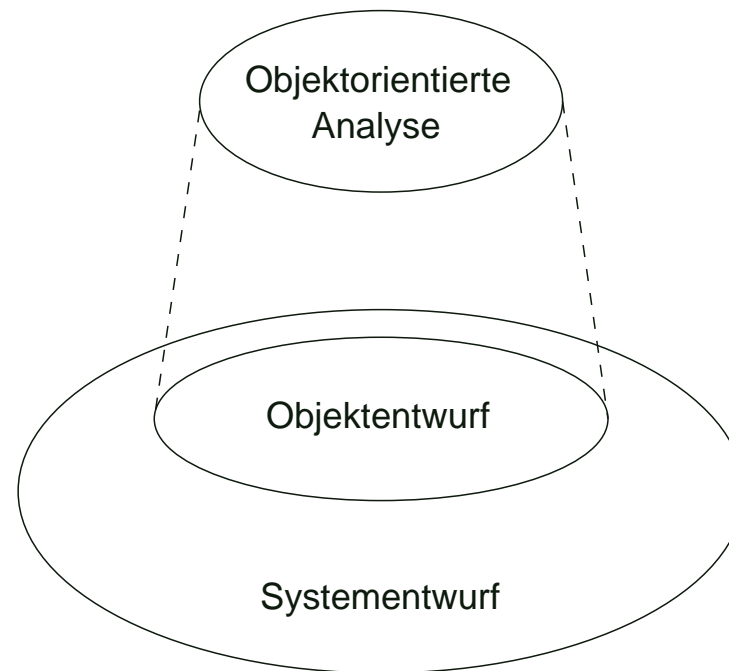
Zusammenfassung von Abschnitt 4.2

- Zustandsdiagramme können systematisch realisiert und in einen Objektentwurf integriert werden.
- Wir unterscheiden 4 Möglichkeiten der Realisierung:
 - Prozedurgesteuert
 - Fallunterscheidung
 - Zustände als Objekte
 - Zustandsmaschine
- Der gesamte Objektentwurf für das Beispiel der ATM-Simulation besteht nun aus
 - dem Klassendiagramm von Abschnitt 4.1 mit der in Abschnitt 4.2 überarbeiteten Klasse ATM.
 - den in Abschnitt 4.1 entwickelten Algorithmen.
 - der Realisierung des Zustandsdiagramms der ATM-Simulation.

4.3 Systementwurf

Ziele

- Einbettung des Objektentwurfs in die Systemumgebung
- Festlegung der Systemarchitektur



4.3.1 Pakete und Subsysteme

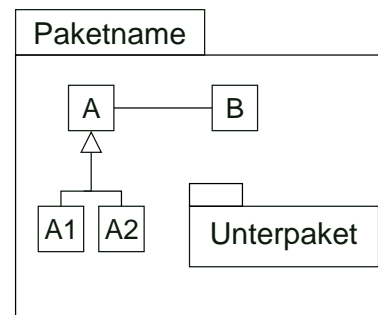
Pakete dienen zur Strukturierung von Modellen größerer Systeme. Sie fassen mehrere Modellelemente in einer Einheit zusammen.

Darstellung von Paketen in UML

Paket ohne Darstellung der Inhalte:



Paket mit Darstellung der Inhalte:



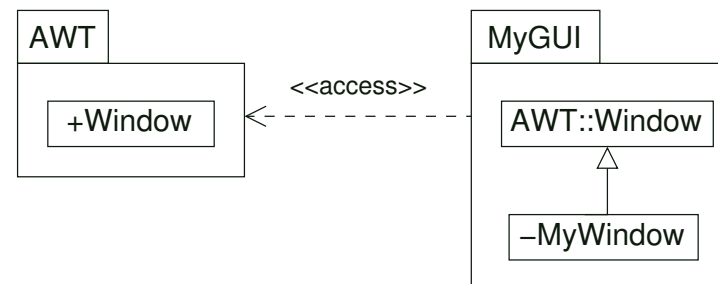
Abhängigkeiten zwischen Paketen

1. Zugriffsabhängigkeit:



Elemente von Paket 1 können (gemäß ihrer Sichtbarkeit) in Paket 2 referenziert werden. Bei der Referenzierung werden Pfadangaben verwendet.

Beispiel:

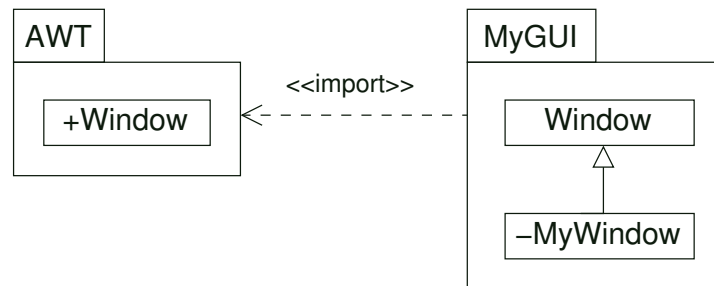


2. Importabhängigkeit:



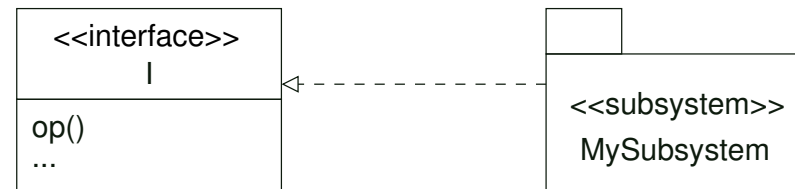
Elemente von Paket 1 können (gemäß ihrer Sichtbarkeit) direkt (d.h. ohne Pfadangaben) in Paket 2 referenziert werden. Etwaige Namenskonflikte sind vorher aufzulösen.

Beispiel:

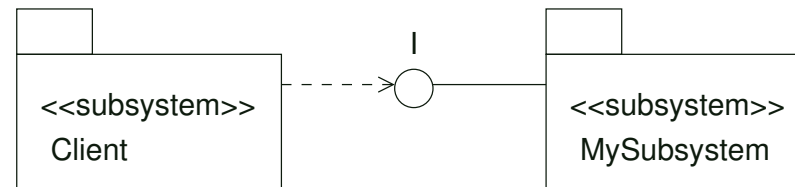


Subsysteme

Sind spezielle Formen von Paketen, die mit Schnittstellen versehen werden können.



Kurzform (mit Benutzung der Schnittstelle)



4.3.2 Grundlagen der Systemarchitektur

Beschreibt die Gesamtstruktur des SW-Systems durch Angabe von

- Systemkomponenten (Subsystemen)
- Beziehungen zwischen den Komponenten (ggf. mit Schnittstellen)

Bemerkung:

Eine grobe Systemarchitektur wird häufig schon zu Beginn der Systementwicklung angegeben.

Grundregeln

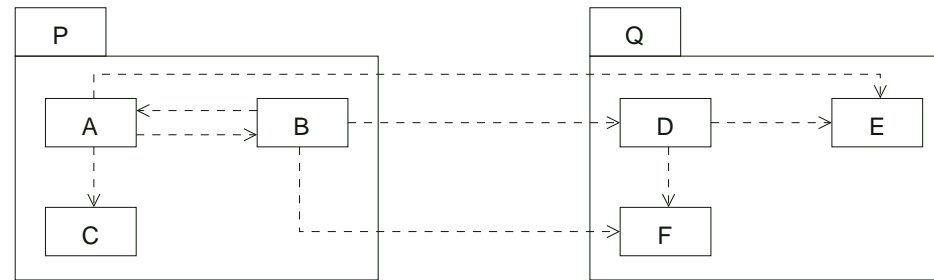
- *Hohe Kohärenz* (high cohesion)
Zusammenfassung (logisch) zusammengehörender Teile eines Systems in einer Komponente.
- *Geringe Kopplung* (low coupling)
Wenige Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Komponenten.

Vorteil:

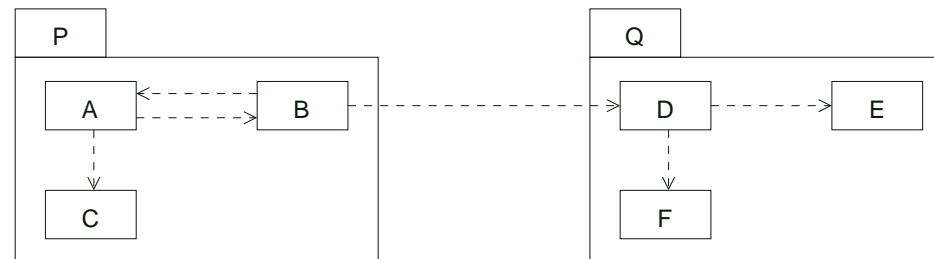
Leichte Änderbarkeit und Austauschbarkeit von einzelnen Teilen.

Beispiel:

Komponenten mit hoher Kopplung



Komponenten mit geringer Kopplung



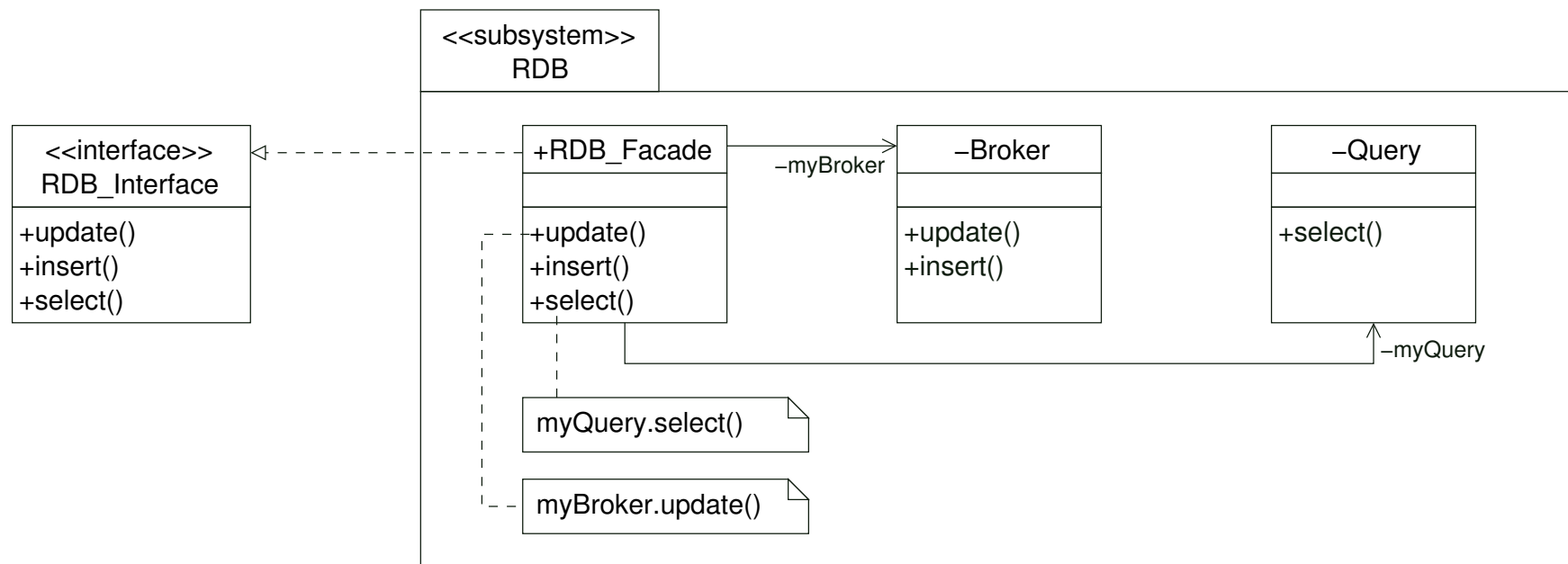
Beachte

Wird an einem Teil T etwas geändert, so müssen alle anderen Teile, die eine Abhängigkeitsbeziehung hin zu T haben, auf etwaige nötige Änderungen überprüft werden.

Fassadenklassen

- Hilfsmittel zur Erzielung geringer Kopplung.
- Fassen die Dienste verschiedener Klassen einer Komponente zusammen und delegieren Aufrufe an die “zuständigen” Objekte.
- Realisieren häufig ein Interface einer Komponente (eines Subsystems)

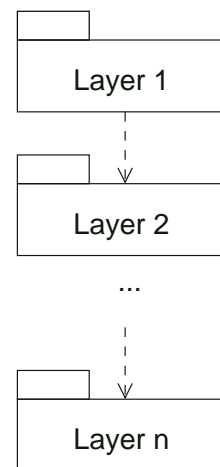
Beispiel:



Schichtenarchitekturen

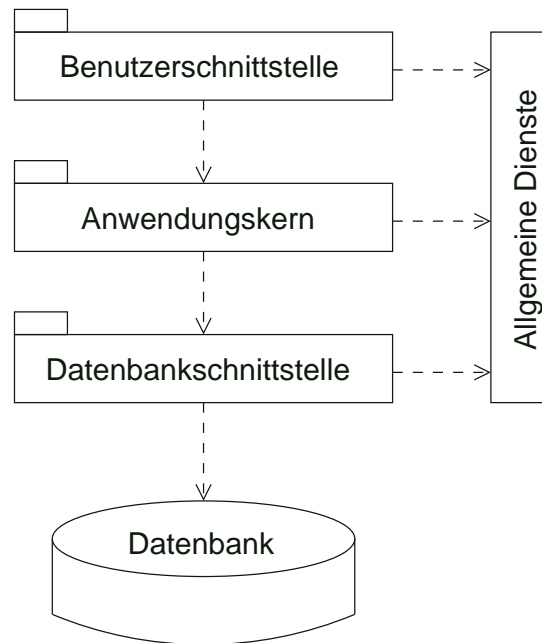
In vielen Systemen findet man *Schichtenarchitekturen*, wobei jede untere Schicht Dienste für die darüberliegende(n) Schicht(en) bereitstellt.

z.B. OSI-Schichtenmodell für Netzwerkprotokolle, Betriebssystemschichten, ...



- Bei "geschlossenen" Architekturen darf eine Schicht nur auf die direkt darunterliegende Schicht zugreifen; sonst spricht man von "offenen" Architekturen.
- Sind verschiedene Schichten auf verschiedene Rechner verteilt, dann spricht man von Client/Server-Systemen.
- Eine Schicht kann selbst wieder aus verschiedenen Komponenten bestehen.

4.3.3 Drei-Schichten-Architektur für betriebliche Informationssysteme



Bemerkung

Bei Client/Server-Architekturen spricht man

- von einem “Thick-Client”, wenn Benutzerschnittstelle und Anwendungskern auf demselben Rechner ausgeführt werden,
- von einem “Thin-Client”, wenn Benutzerschnittstelle und Anwendungskern auf verschiedene Rechner verteilt sind.

Benutzerschnittstelle

- Behandlung von Terminalereignissen (Maus-Klick, Key-Strike, ...)
- Ein-/Ausgabe von Daten
- Dialogkontrolle

Anwendungskern (Fachkonzept)

- Zuständig für die Anwendungslogik (die eigentlichen Aufgaben des Problembereichs)
- Ergibt sich aus dem Objektentwurf

DB-Schnittstelle

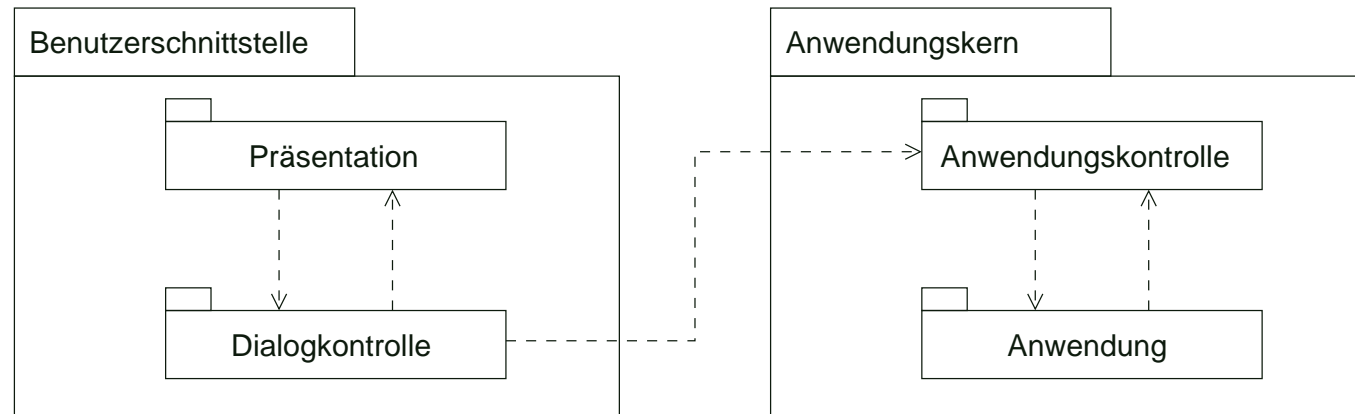
Sorgt für die Speicherung von und den Zugriff auf persistente Daten der Anwendung.

Allgemeine Dienste

z.B. Kommunikationsdienste, Dateiverwaltung, Bibliotheken (APIs, GUI, DB, math. Funktionen, ...)

Kontrollobjekte

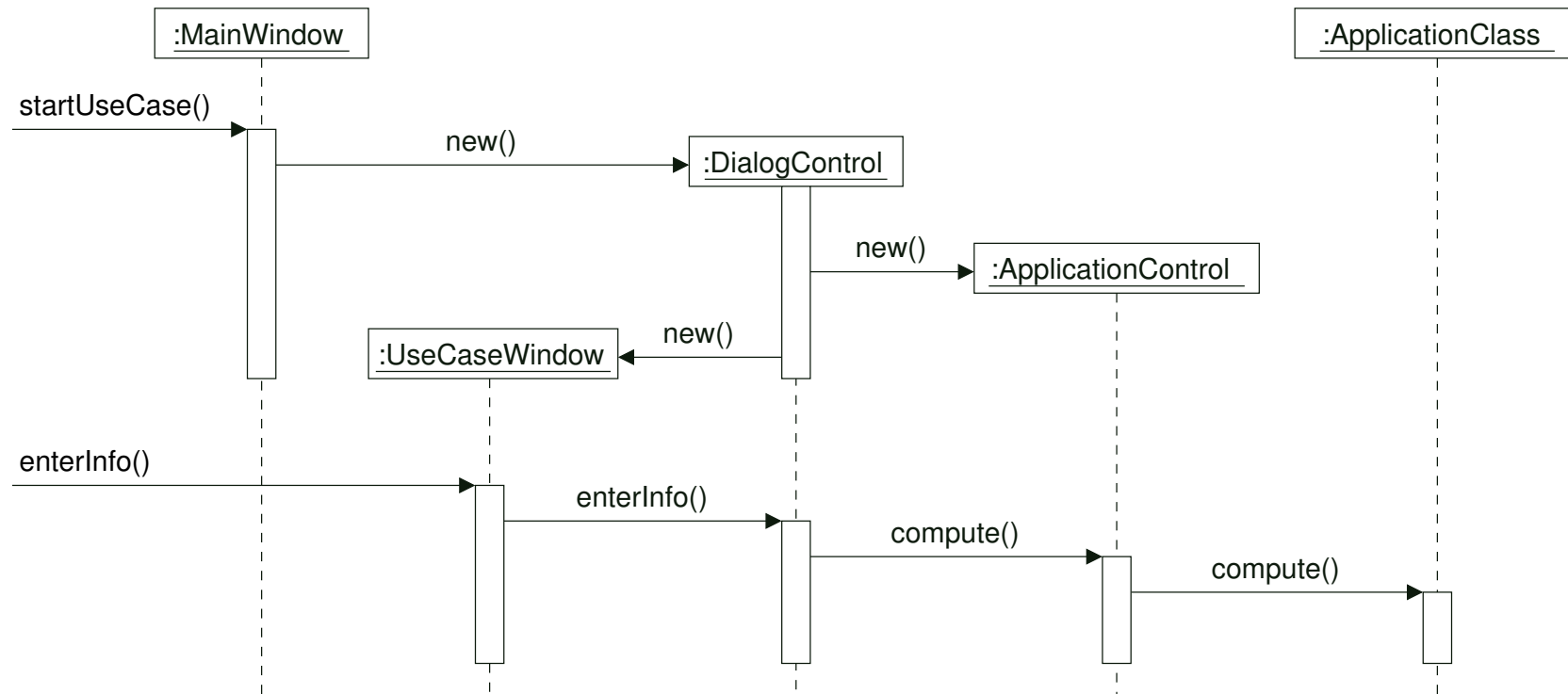
Häufig werden eigene Objekte zur Dialogsteuerung (z.B. Verwaltung mehrerer Fenster) oder zur Steuerung der Aufgaben des Anwendungskerns verwendet (z.B. ein Kontrollobjekt pro Use Case).



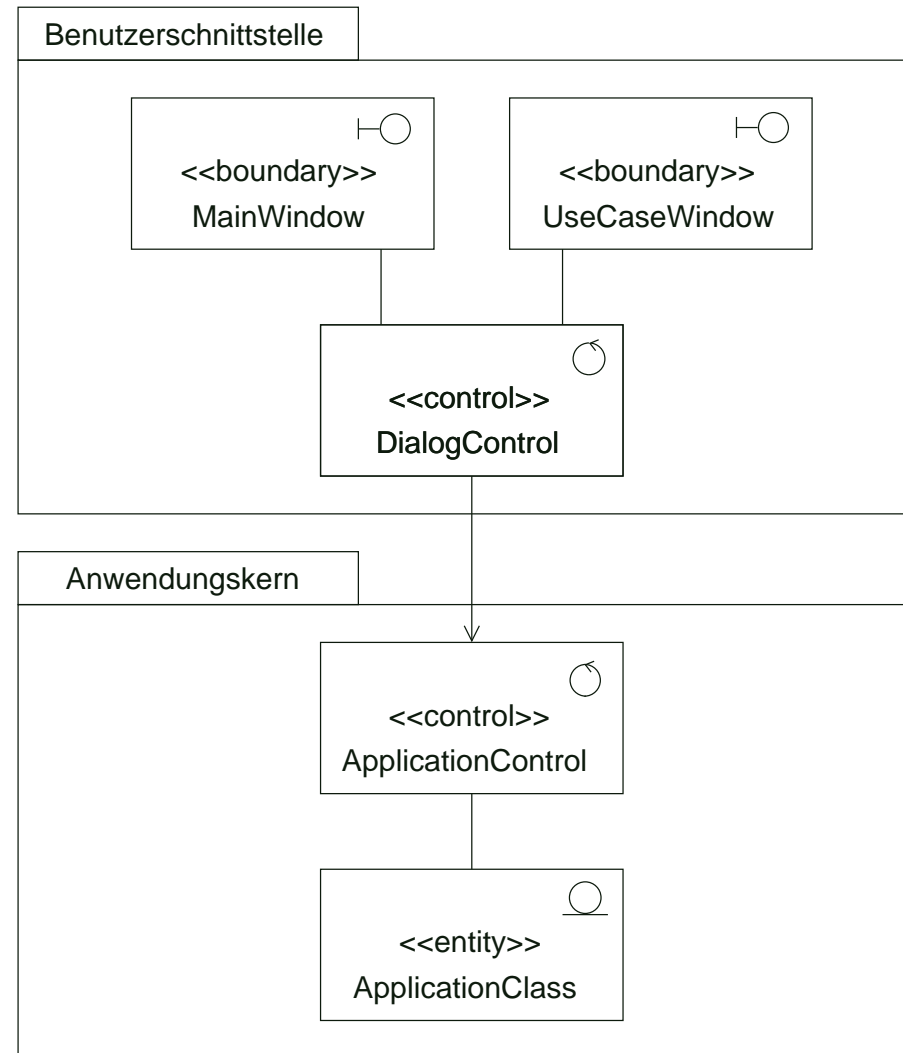
Bemerkung

Kontrollobjekte haben häufig ein interessantes Verhalten, das durch Zustandsdiagramme beschrieben werden kann (z.B. ATM).

Typisches Interaktionsmuster mit Kontrollobjekten



Schnittstellen-, Kontroll- und Entity-Klassen



4.3.4 Kommunikation zwischen Benutzerschnittstelle und Anwendungskern

Sichtbarkeitsregel

Der Anwendungskern kennt die Benutzerschnittstelle *NICHT* (“Model View Separation”)!

Vorteil

Änderung oder Austausch der Benutzeroberfläche hat keine Auswirkung auf den Code des Anwendungskerns.

Beachte: GUIs werden häufig verändert!

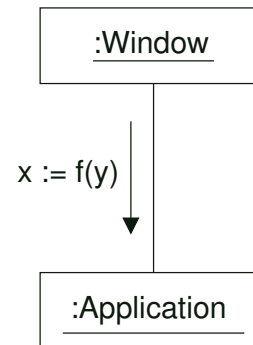
Problem

Wie sollen Daten, die der Anwendungskern berechnet an die Oberfläche gelangen?

Mögliche Lösungen

- Zu “zeigende” Daten können (manchmal) als Rückgabewert von Operationen übergeben werden.

Beispiel:



Beachte:

Dieser Ansatz funktioniert nicht, wenn das Anwendungsobjekt die Ausgabe von sich aus bewirken will (z.B. Wetterstation stellt eine Sturmwarnung fest).

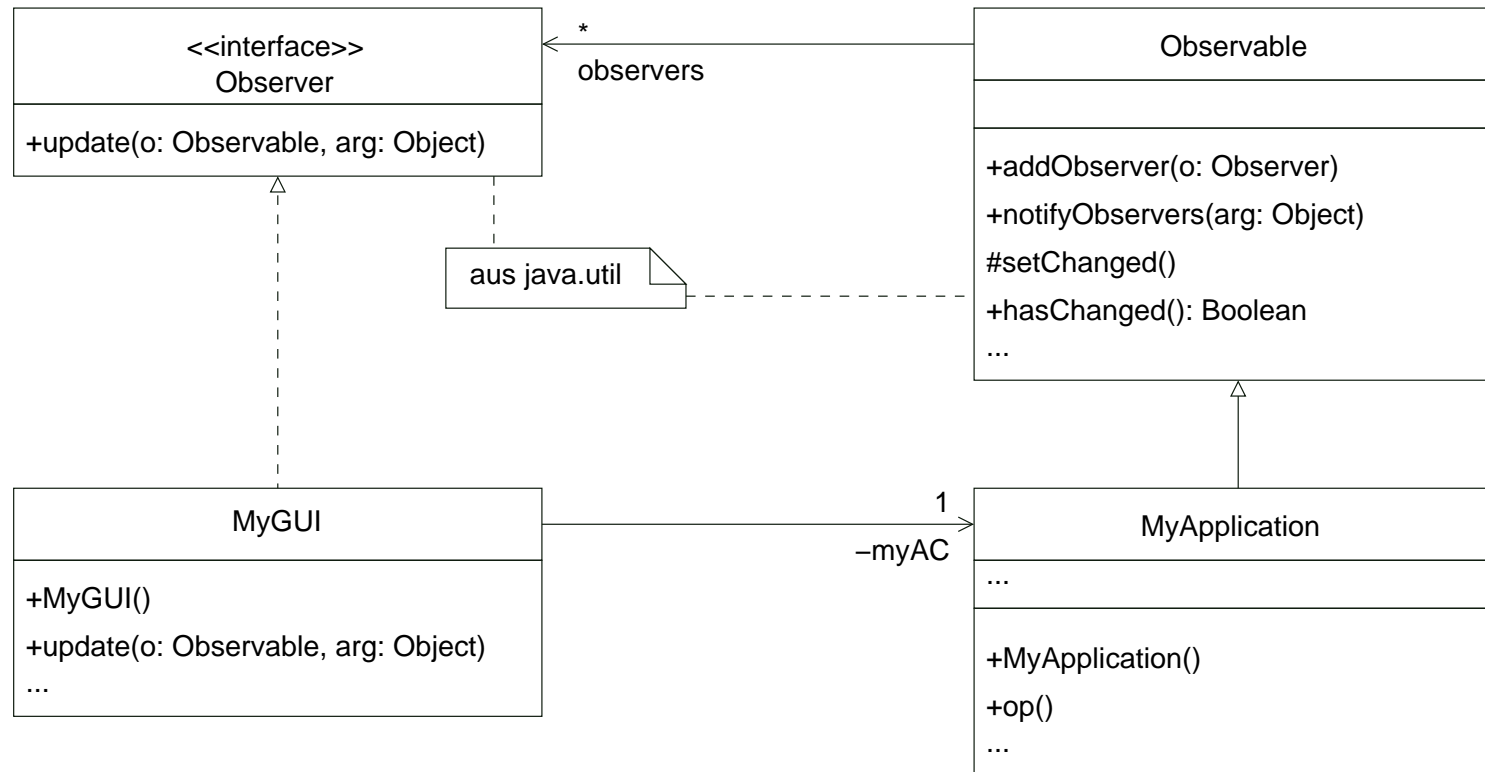
- Indirekte Kommunikation: Event-Manager oder Observer

Indirekte Kommunikation durch Verwendung von Beobachtern

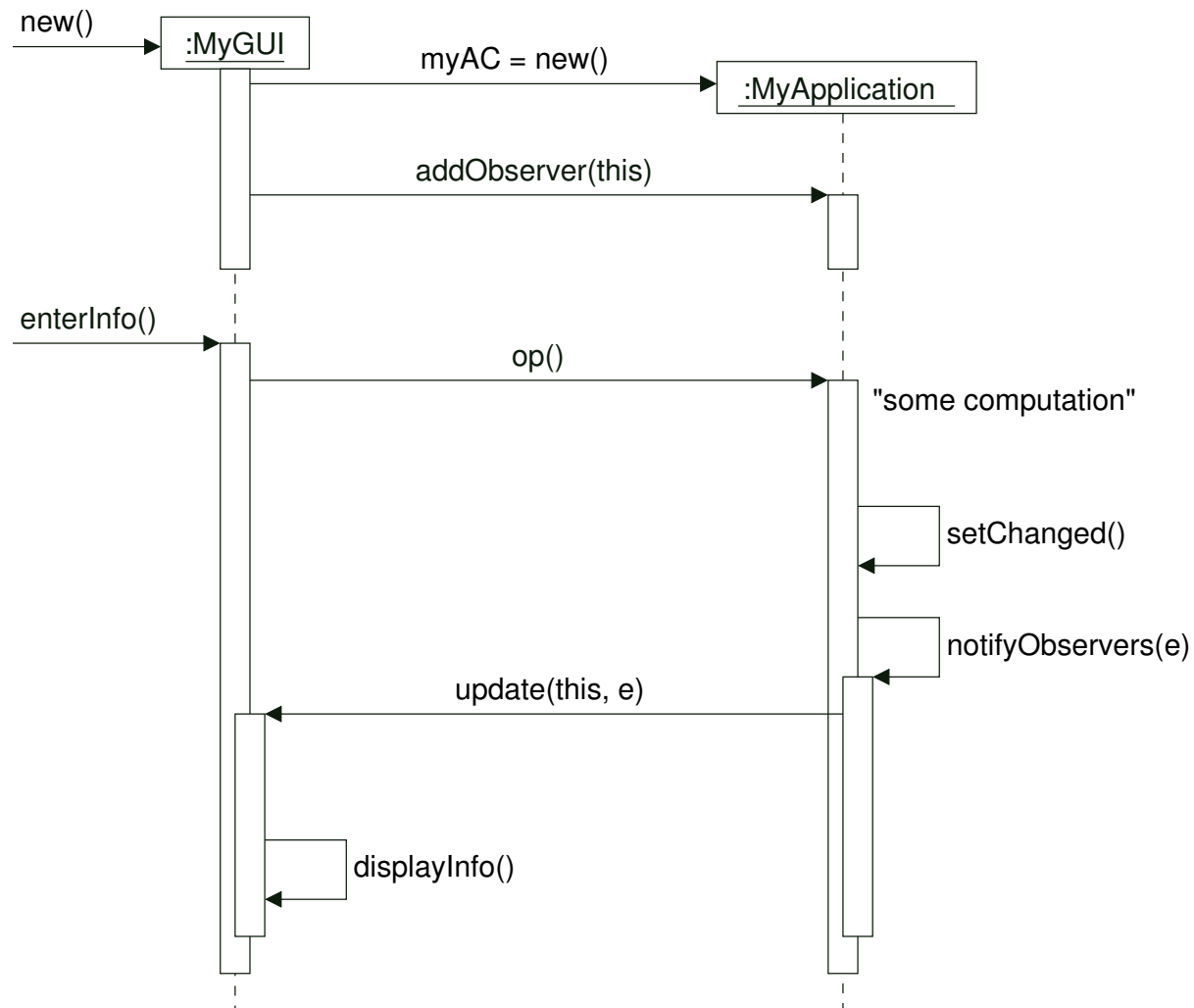
Idee

- GUI-Objekte melden sich als Beobachter (Observer) beim Anwendungskern an (*addObserver*).
- Falls der Anwendungskern ein Ereignis publizieren will, benachrichtigt er alle seine Beobachter (*notifyObservers*), die entsprechend reagieren (*update*).
- Jeder konkrete Beobachter implementiert das Interface *Observer*.
- Der Anwendungskern kennt (zur Programmierzeit) nur das Observer-Interface. Konkrete Observer werden zur Laufzeit dynamisch eingebunden.

Modell der Java-Realisierung von Beobachtern



Typische Interaktion zwischen einem Beobachter und einem Beobachteten



Zusammenfassung von Abschnitt 4.3

- Grundsätzliche Aufgabe des Systementwurfs ist die Festlegung der Systemarchitektur (Softwarearchitektur).
- Die Systemarchitektur beschreibt die Gesamtstruktur des Softwaresystems durch Angabe von Systemkomponenten (Subsystemen) und Beziehungen zwischen den Komponenten.
- Wichtige Grundregeln sind hohe Kohäsion und geringe Kopplung.
- Häufig werden Schichtenarchitekturen verwendet.
- Die 3-Schichten-Architektur für betriebliche Informationssysteme besteht aus den Schichten " Benutzerschnittstelle" , " Anwendungskern" und " Datenbankschnittstelle" .
- Die Sichtbarkeitsregel fordert, dass der Anwendungskern die Benutzerschnittstelle nicht kennt. (Wichtig für die leichte Austauschbarkeit der GUI!)

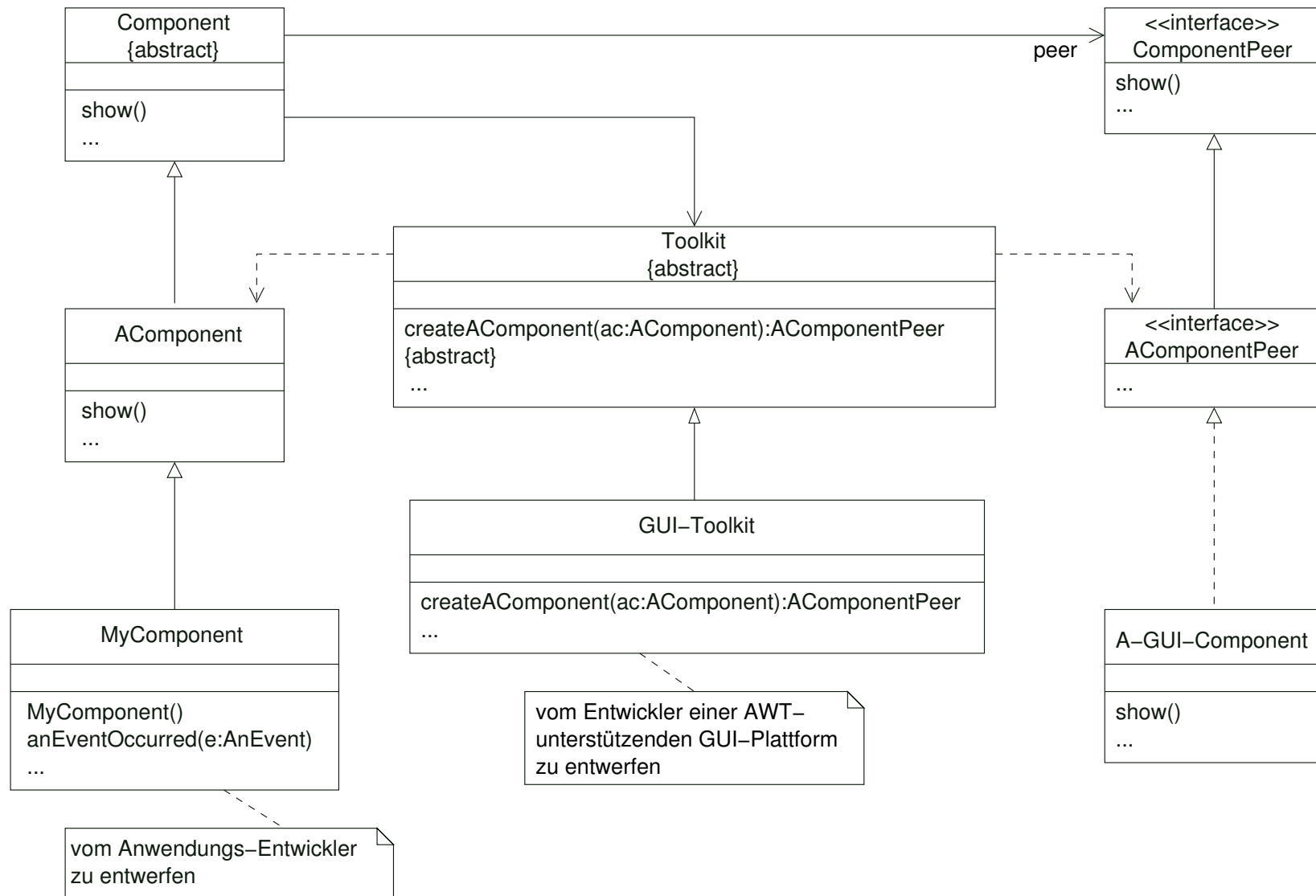
4.4 Entwurf von grafischen Benutzerschnittstellen

- GUI-Systeme ("graphical user interface") sind ereignisgesteuert: Der Benutzer löst Ereignisse aus (mit Maus, Tastatur, ...), die vom GUI-System empfangen und interpretiert werden.
- Zur Programmierung von Benutzerschnittstellen verwendet man i.a. *GUI-Toolkits*.
- Ein GUI-Toolkit stellt vorgefertigte Interaktionselemente ("widgets") zur Verfügung (z.B. Window, Button, Checkbox, ...).
- Individuelle GUI-Elemente können durch Spezialisierung gegebener Klassen definiert werden (Wiederverwendung).
- Abstrakte Toolkits erlauben die plattformunabhängige Konstruktion von GUIs. Wichtige Ausprägung: AWT ("abstract window toolkit") und Swing für Java-Programme.

AWT (Abstract Window Toolkit) und Swing

- AWT und Swing bieten eine Klassenbibliothek zur Programmierung grafischer Benutzerschnittstellen (GUIs) für Java Programme (Pakete `java.awt`, `javax.swing`)
- *Grundidee*: plattformunabhängige Konstruktion von GUIs
- *Entwicklung*:
 - AWT 1.0
 - AWT 1.1 (neues Event-Handling)
 - Swing (ergänzt AWT und ersetzt die meisten AWT-Komponenten durch "Lightweight"-Komponenten)

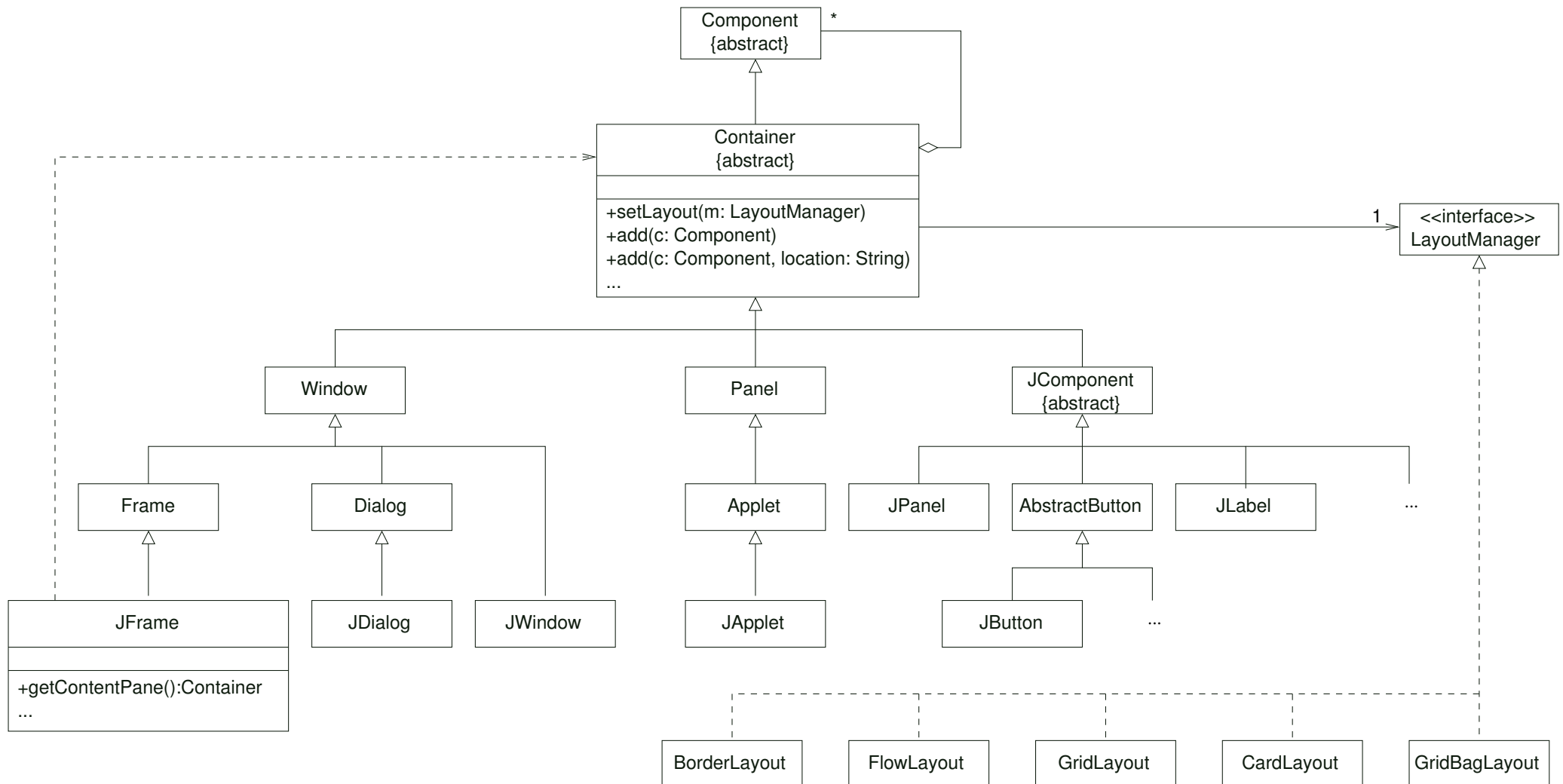
1. Grundkonzepte des AWT



Grundkonzepte des AWT (Zusammenfassung)

- AWT-Komponenten werden von einem Toolkit in entsprechende GUI-Komponenten einer speziellen Plattform (“native components”) übersetzt.
- Die plattformspezifischen GUI-Komponenten müssen ein entsprechendes Peer-Interface (des AWT) implementieren. Das Peer-Interface beschreibt die Anforderungen an die GUI-Komponente.
- Soll eine spezielle GUI-Plattform AWT unterstützen, dann muss ein entsprechendes GUI-Toolkit implementiert werden. Die abstrakte Klasse Toolkit (des AWT) beschreibt die Anforderungen an das GUI-Toolkit.
- Der Anwendungs-Entwickler muss die zur Anwendung gehörigen (plattformunabhängigen) GUI-Komponenten entwerfen.

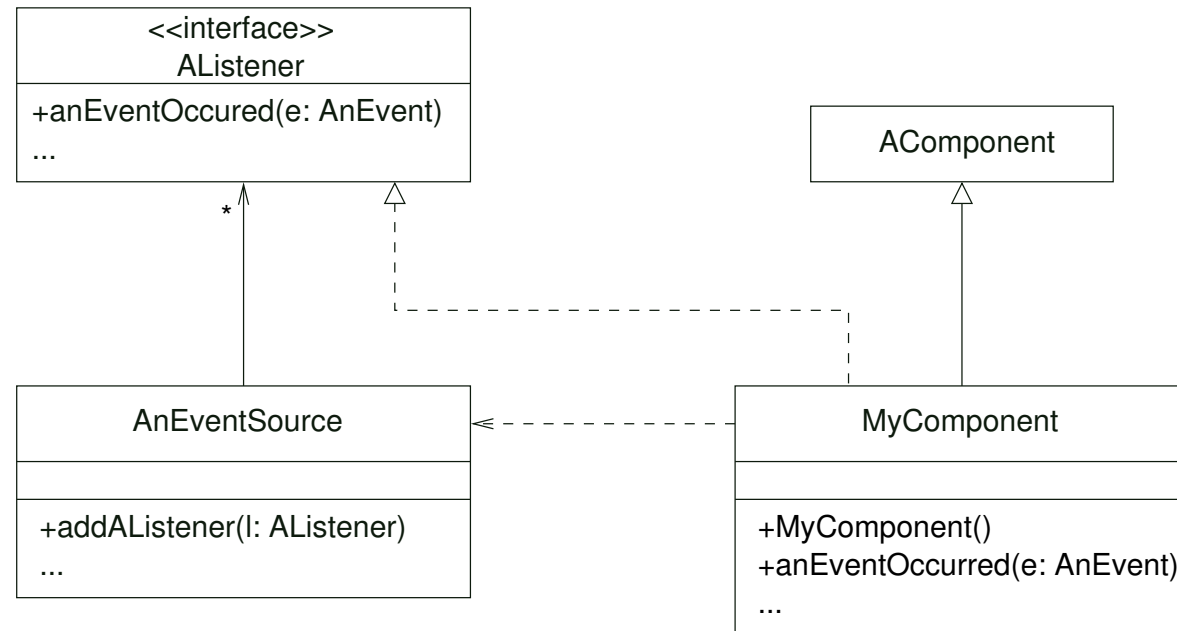
2. Komponenten-Hierarchie von AWT/Swing



Komponenten-Hierarchie (Zusammenfassung)

- Alle mit “J” beginnenden Klassen (und einige weitere) gehören zu Swing.
- In Swing werden unterschieden:
 - Heavyweight-Komponenten (JFrame, JDialog, JWindow, JApplet)
 - Lightweight-Komponenten (alle Spezialisierungen von JComponent)
- Heavyweight-Komponenten werden (wie AWT-Komponenten) in native Komponenten einer konkreten GUI-Plattform übersetzt.
- Heavyweight-Komponenten haben einen Container (Zugriff mit “getContentPane”), in dem die Lightweight-Komponenten gezeichnet werden.
- Jeder Container besitzt einen Layout-Manager.
- Mit “add” können neue Komponenten zu einem Container hinzugefügt werden (entsprechend des eingestellten Layout-Managers).

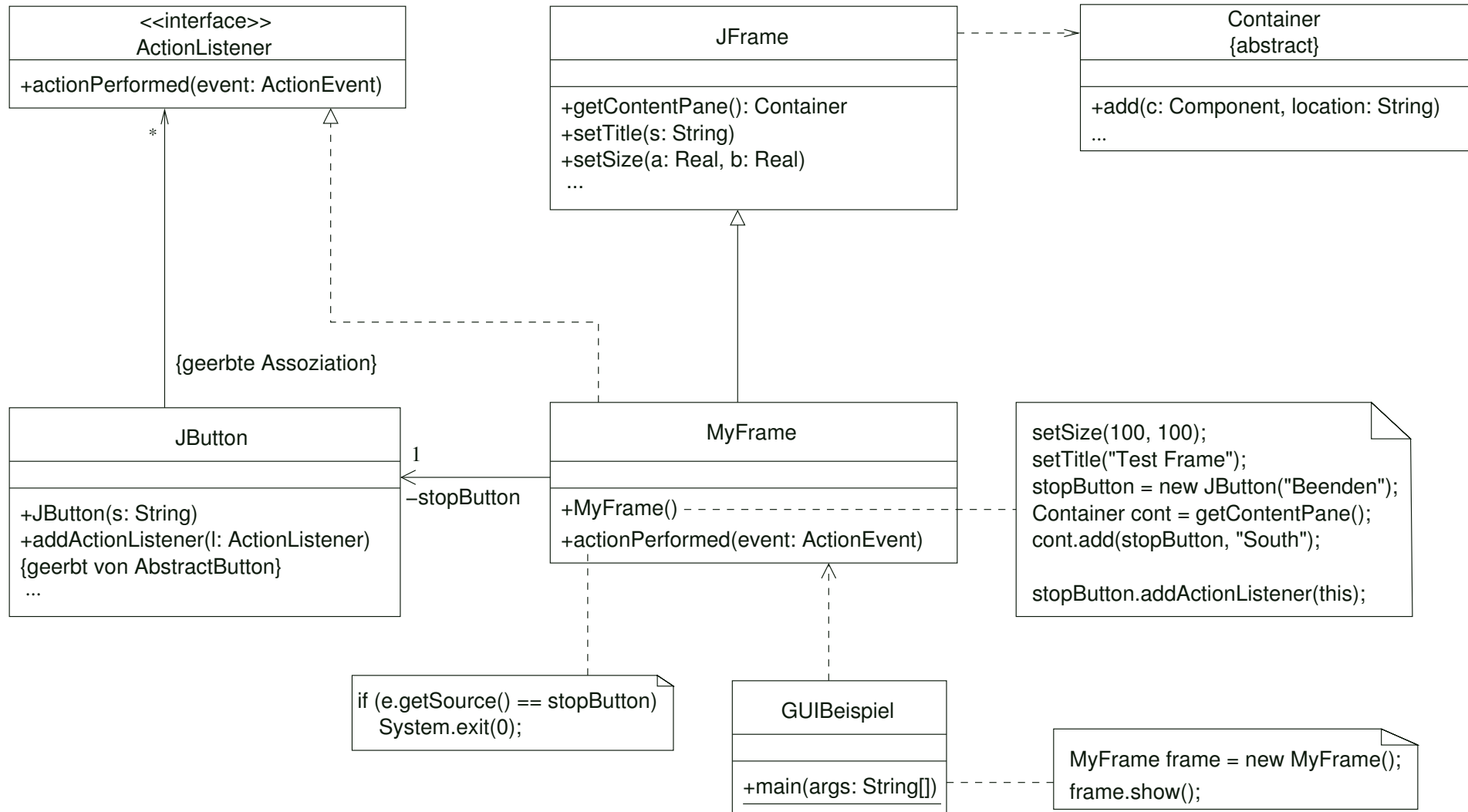
3. Ereignisbehandlung in AWT



Ereignisbehandlung (Zusammenfassung)

- In AWT werden 10 verschiedene Ereignisklassen unterschieden: KeyEvent, MouseEvent, ActionEvent, WindowEvent, ...
- Ist eine Komponente an Ereignissen eines bestimmten Typs interessiert, dann muss sie:
 1. sich bei der Komponente, in der ein solches Ereignis auftreten kann (AnEventSource) als "Listener" registrieren (addAListener).
 2. die beim Eintritt eines solchen Ereignisses aufgerufene Operation (anEventOccured) der passenden Listener-Schnittstelle (AListener) implementieren.
- Listener-Schnittstellen sind z.B. KeyListener, MouseListener, ActionListener, WindowListener.
- Operationen von Listener-Schnittstellen sind z.B. actionPerformed (von ActionListener), windowClosing (von WindowListener).

4. GUI-Modellierung: Ein einfaches Beispiel





```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class GUIBeispiel {

    public static void main (String[] args) {
        MyFrame frame = new MyFrame();
        frame.show();
    }
}
```

```
class MyFrame extends JFrame implements ActionListener {

    private JButton stopButton;

    public MyFrame() {
        setSize(200,200);
        setTitle("TestFrame");
        stopButton = new JButton("Beenden");

        Container cont = getContentPane();
        cont.add(stopButton, "South");

        stopButton.addActionListener(this);
    }

    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        if (e.getSource() == stopButton)
            System.exit(0);
    }
}
```

Bemerkung

Damit das Programm auch ordnungsgemäß durch Schließen des Fensters beendet werden kann, ist die Operation `windowClosing` des `WindowListener`-Interfaces entsprechend zu implementieren.

GUI-Beispiel mit WindowCloser:

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class GUIBeispielMitWindowCloser {

    public static void main (String[] args) {
        MyFrame frame = new MyFrame();
        frame.show();
    }
}
```

```
class MyFrame extends JFrame implements ActionListener {

    private JButton stopButton;

    public MyFrame() {
        setSize(200,200);
        setTitle("TestFrame");
        stopButton = new JButton("Beenden");

        Container cont = getContentPane();
        cont.add(stopButton, "South");

        stopButton.addActionListener(this);

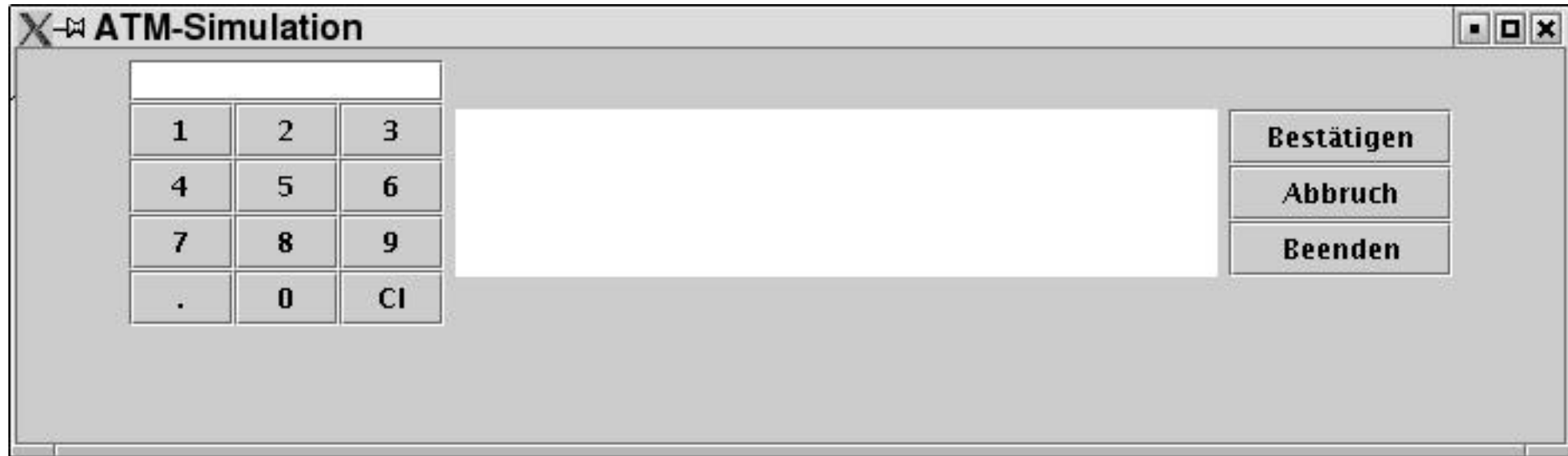
        this.addWindowListener(new WindowCloser());
    }

    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        if (e.getSource() == stopButton)
            System.exit(0);
    }
}
```

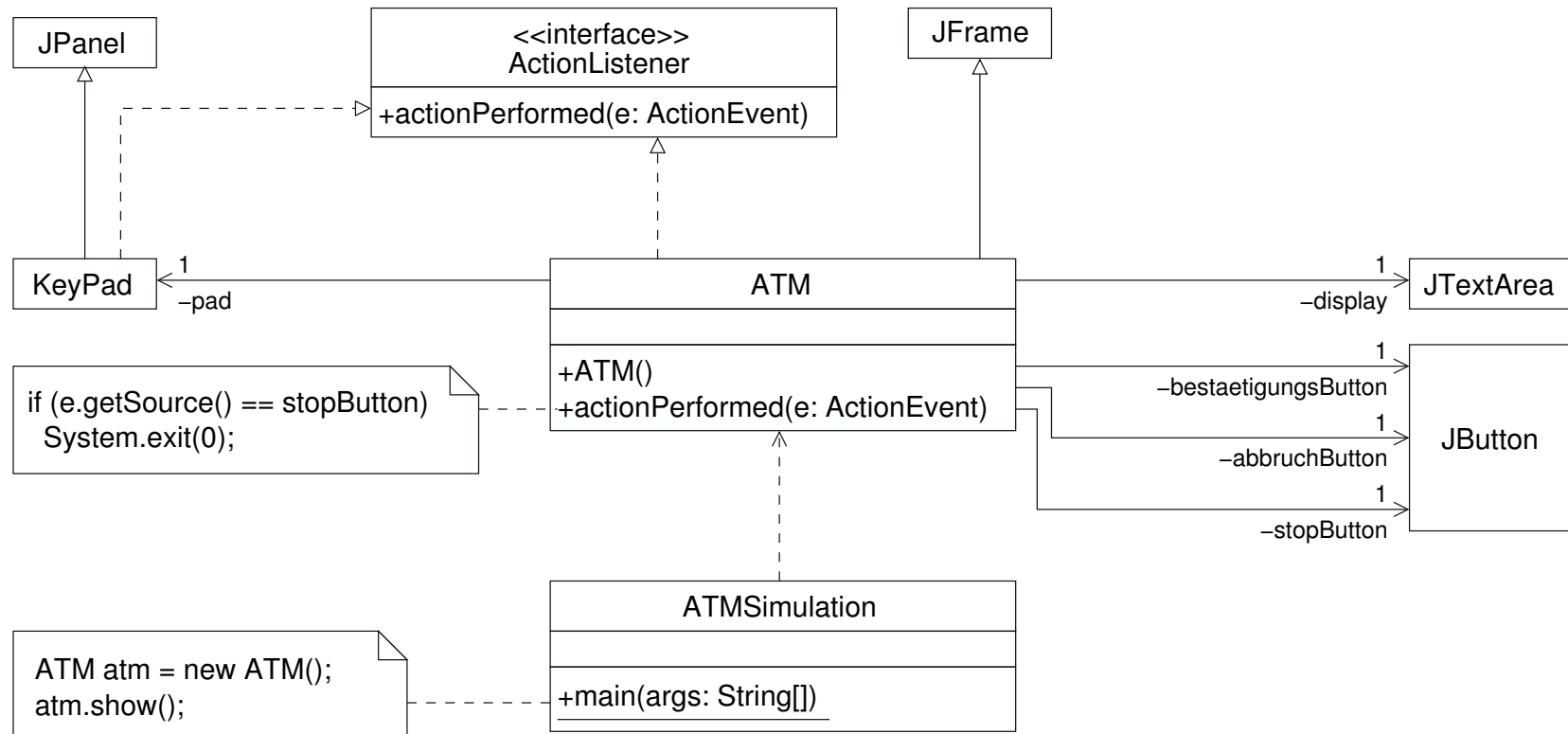
```
/* WindowCloser ist hier eine innere Klasse, die die AWT-Klasse WindowAdapter
   erweitert. WindowAdapter implementiert alle Operationen des WindowListener-
   Interface durch Dummy-Implementierungen. */

private class WindowCloser extends WindowAdapter {
    public void windowClosing(WindowEvent event) {
        System.exit(0);
    }
}
}
```

5. Benutzerschnittstelle der ATM-Simulation



Modell der GUI für die ATM-Simulation



```
// Vorläufige Version der ATM-Simulation zur Erstellung des GUI-Prototypen
```

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class ATMSimulation {
    public static void main(String[] args) {
        ATM atm = new ATM();
        atm.show();
    }
}

class ATM extends JFrame implements ActionListener {

    //Referenzattribute für GUI
    private Keypad pad;
    private JTextArea display;
    private JButton bestaetigungsButton;
    private JButton abbruchButton;
    private JButton stopButton;
```

```
public ATM() {  
  
    //Konstruktion der GUI  
    setSize(700, 200);  
    setTitle("ATM-Simulation");  
  
    pad = new KeyPad();  
    display = new JTextArea(5, 31);  
    bestaetigungsButton = new JButton("Bestätigung");  
    abbruchButton = new JButton("Abbruch");  
    stopButton = new JButton("Beenden");  
  
    JPanel buttonPanel = new JPanel();  
    buttonPanel.setLayout(new GridLayout(3, 1));  
    buttonPanel.add(bestaetigungsButton);  
    buttonPanel.add(abbruchButton);  
    buttonPanel.add(stopButton);  
  
    Container cont = getContentPane();  
    cont.setLayout(new FlowLayout());  
    cont.add(pad);  
}
```

```
cont.add(display);
cont.add(buttonPanel);

//ATM als ActionListener zu allen Buttons hinzufügen
bestaetigungsButton.addActionListener(this);
abbruchButton.addActionListener(this);
stopButton.addActionListener(this);
}

public void actionPerformed(ActionEvent e) {
    if (e.getSource() == stopButton)
        System.exit(0);
}
}
```

//angelehnt an "C. Horstmann: Computing Concepts with Java2 Essentials" (S. 601)

```
class KeyPad extends JPanel implements ActionListener {

    private JTextField display;

    public KeyPad() {
        setLayout(new BorderLayout());

        display = new JTextField();
        add(display, "North");

        JPanel buttonPanel = new JPanel();
        buttonPanel.setLayout(new GridLayout(4, 3));
        addButton(buttonPanel, "1");
        addButton(buttonPanel, "2");
        addButton(buttonPanel, "3");
        addButton(buttonPanel, "4");
        addButton(buttonPanel, "5");
        addButton(buttonPanel, "6");
        addButton(buttonPanel, "7");
```

```
    addButton(buttonPanel, "8");
    addButton(buttonPanel, "9");
    addButton(buttonPanel, ".");
    addButton(buttonPanel, "0");
    addButton(buttonPanel, "C1");
    add(buttonPanel, "Center");
}

private void addButton(JPanel buttonPanel, String label) {
    JButton button = new JButton(label);
    buttonPanel.add(button);
    button.addActionListener(this);
}

public void actionPerformed (ActionEvent e) {
    JButton source = (JButton)e.getSource();
    String label = source.getText();
    if (label.equals("C1"))
        clear();
    else
```

```
        display.setText(display.getText()+label);
    }

    public double getValue() {
        return Double.parseDouble(display.getText());
    }

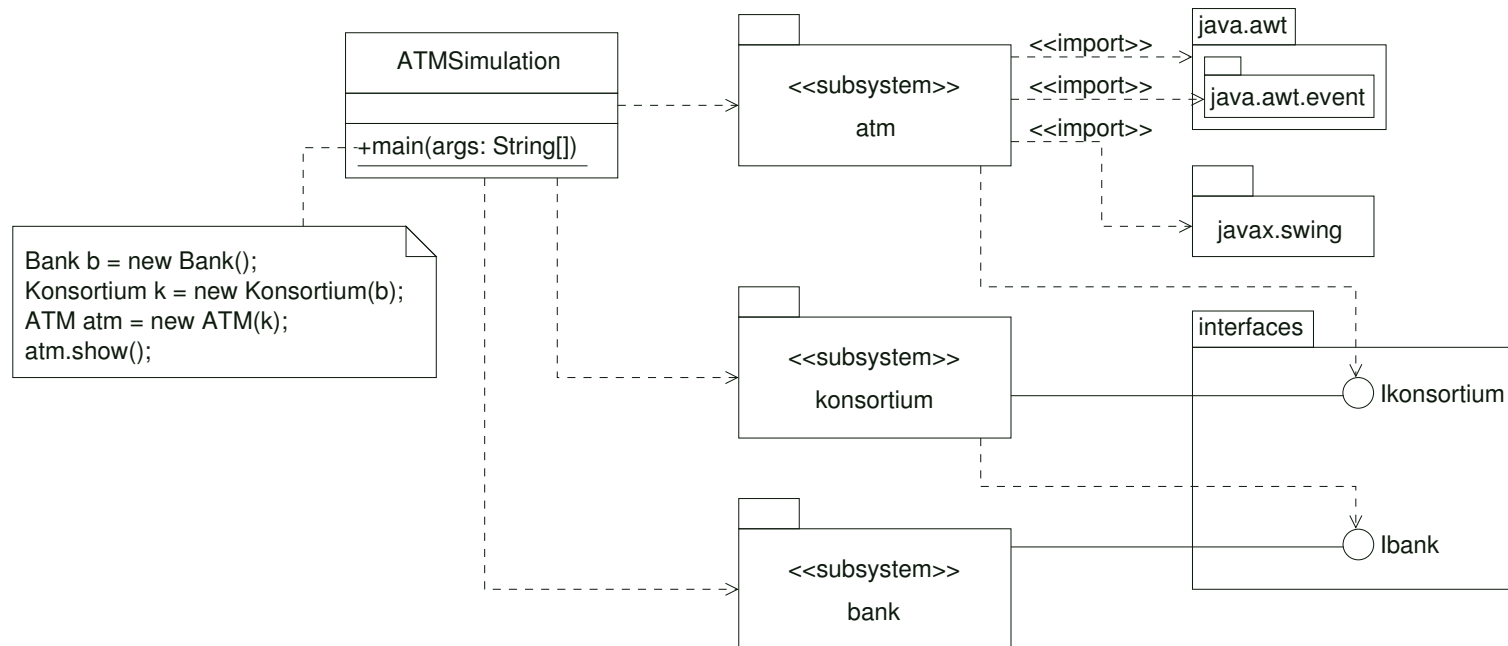
    public void clear() {
        display.setText("");
    }
}
```

Zusammenfassung von Abschnitt 4.4

- Zur Programmierung von Benutzerschnittstellen verwendet man GUI-Toolkits.
- Anwendungsspezifische GUI-Elemente können durch Spezialisierung gegebener GUI-Klassen definiert werden.
- AWT und Swing bieten eine Klassenbibliothek zur plattformunabhängigen Programmierung von GUIs für Java Programme.
- Wesentliche Aufgaben bei der Realisierung einer GUI sind
 - die (statische) Konstruktion der GUI-Komponenten
 - die Programmierung der Ereignisbehandlung durch Implementierung entsprechender "Listener-Interfaces".

4.5 Realisierung der ATM-Simulation

1. Systemarchitektur



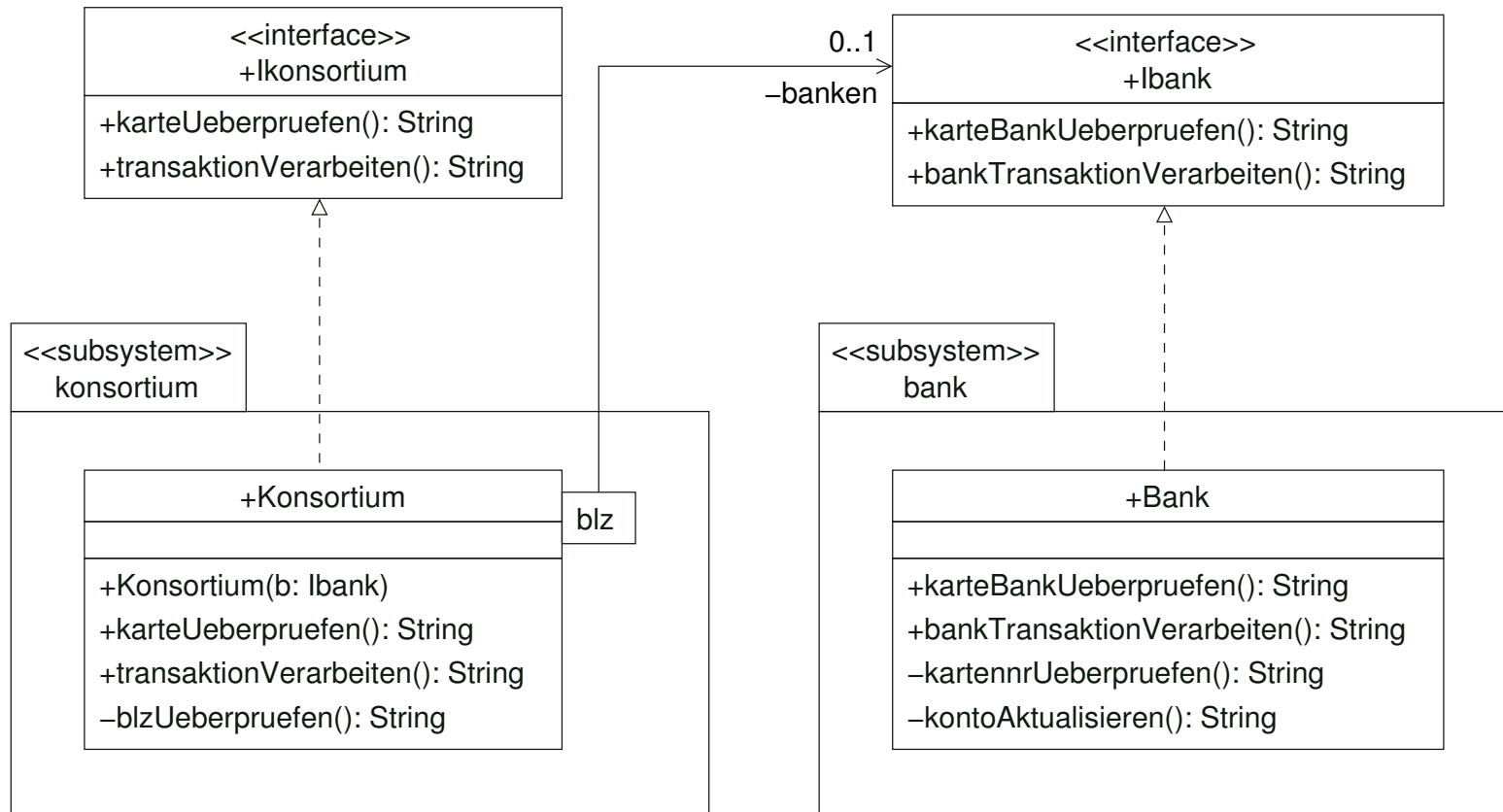
Bemerkung:

"atm" bildet die Benutzerschnittstelle, "konsortium" und "bank" bilden den Anwendungskern.

Vereinfachungen (im folgenden):

- Beim Lesen der Kreditkarte wird keine Kartenummer und keine BLZ eingegeben, sondern nur die auf der Karte gespeicherte Geheimzahl gelesen.
- Konsortium und Bank werden durch vereinfachte Implementierungen realisiert. Die formalen Parameter ihrer Operationen werden weggelassen.
- Das ATM speichert keine Transaktionen (im Gegensatz zum Entwurf).

2. Die Subsysteme "konsortium" und "bank"



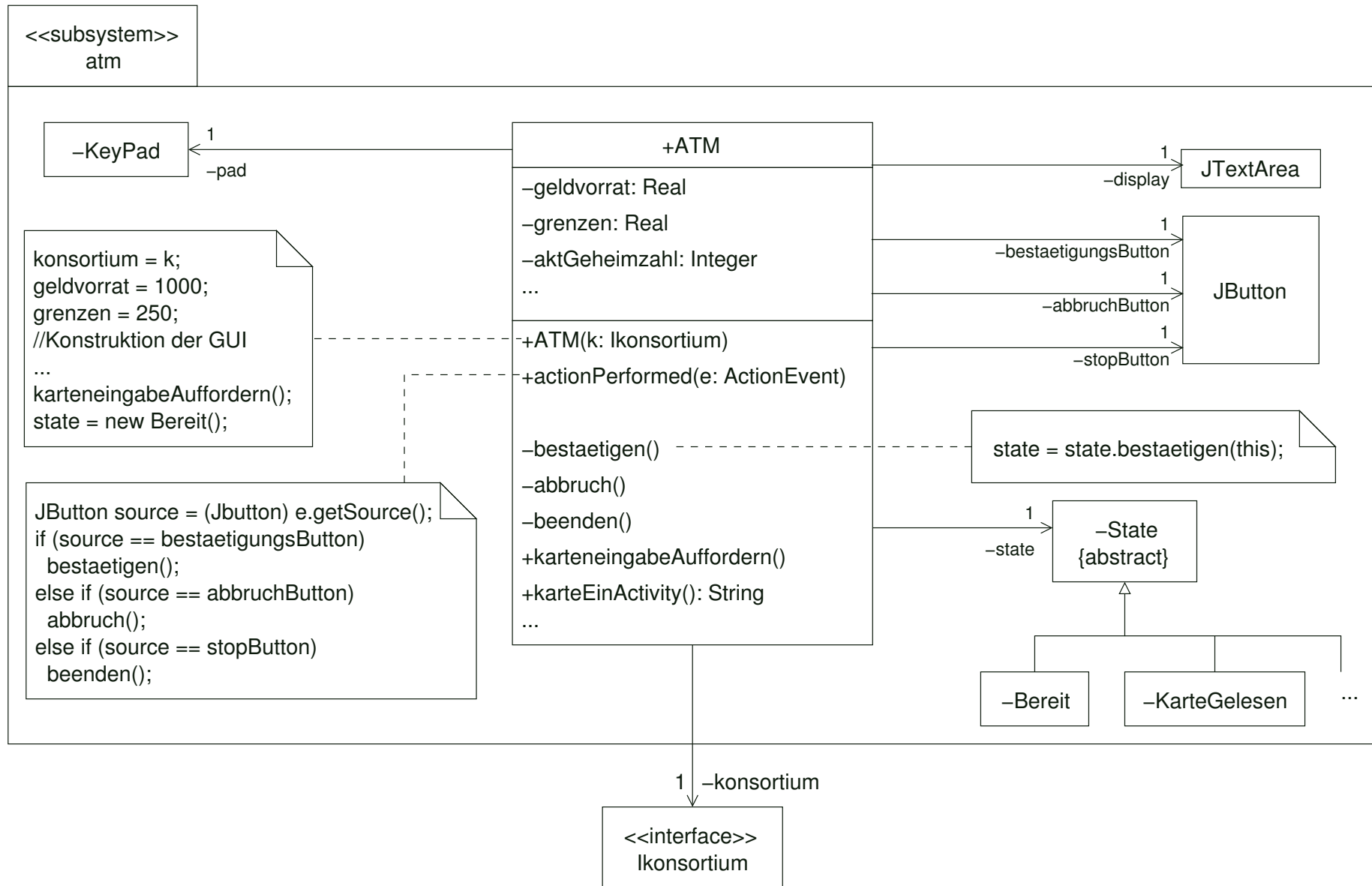
3. *Das Subsystem "atm"*

Basiert auf

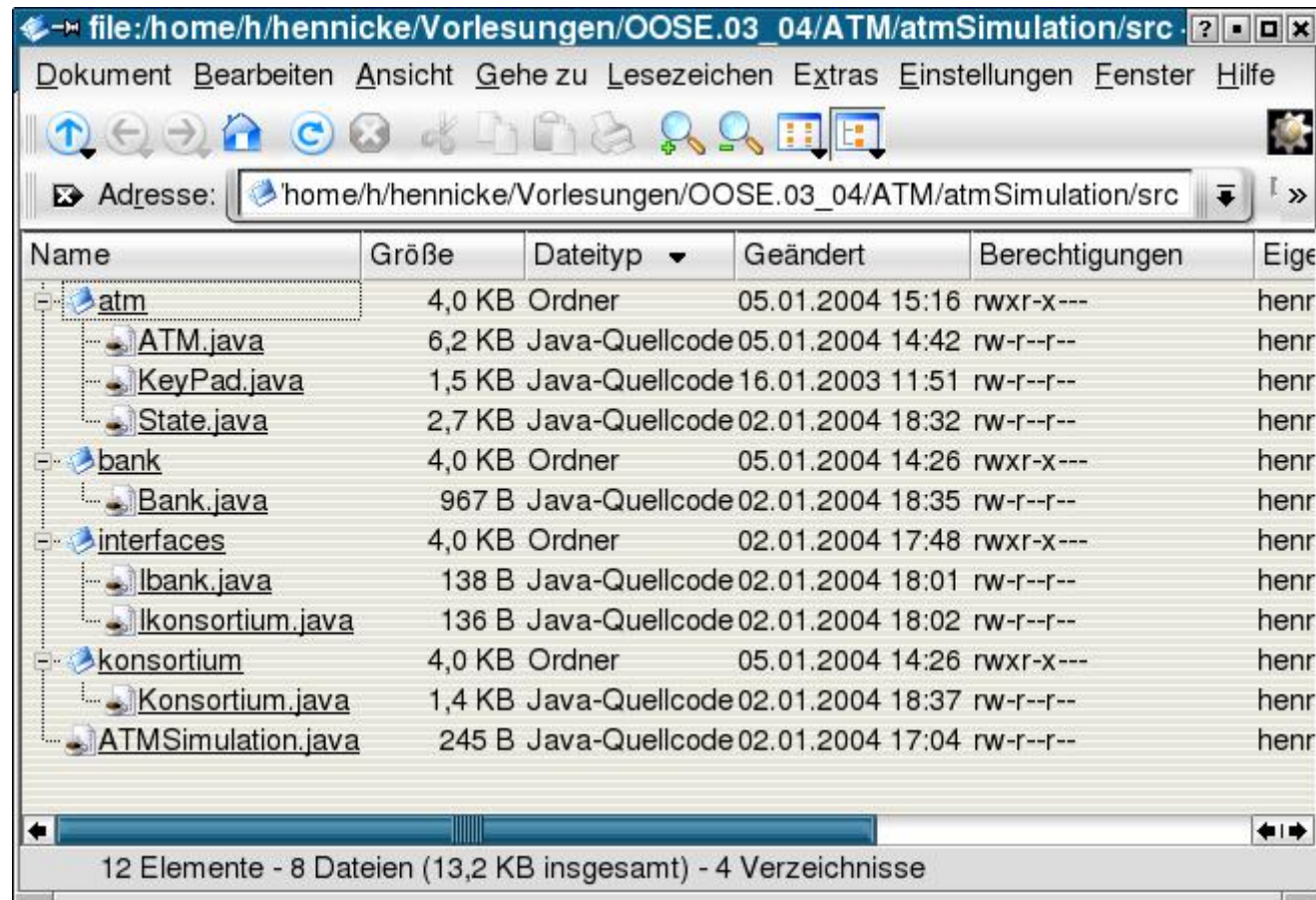
- a) Benutzeroberfläche der ATM-Simulation (vgl. Abschnitt 4.4)
- b) Pseudo-Code der nicht zustandsabhängigen Operationen des ATM (vgl. Abschnitt 4.1.6)
- c) Realisierung des Zustandsdiagramms der ereignisbasierten ATM-Simulation (vgl. Abschnitt 4.2.3).

Beachte:

Bei der Integration von a) und c) muss der Eventhandling-Mechanismus von AWT berücksichtigt werden, indem eine geeignete Implementierung von "actionPerformed" angegeben wird.



4. Java-Implementierung der ATM-Simulation



Beachte:

Die Verzeichnisstruktur ist konform zur Systemarchitektur.

Klasse ATM Simulation

```
import atm.*;
import konsortium.*;
import bank.*;

class ATMSimulation {
    public static void main(String[] args) {
        Bank b = new Bank();
        Konsortium k = new Konsortium(b);
        ATM atm = new ATM(k);
        atm.show();
    }
}
```

Interface Ikonsortium

```
package interfaces;

public interface Ikonsortium {
    public String karteUeberpruefen();
    public String transaktionVerarbeiten();
}
```

Interface Ibank

```
package interfaces;
```

```
public interface Ibank {  
    public String karteBankUeberpruefen();  
    public String bankTransaktionVerarbeiten();  
}
```

Klasse ATM

```
package atm;

import interfaces.Ikonsortium;
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

/* Implementierung der Klasse ATM mit integrierter GUI */

public class ATM extends JFrame implements ActionListener {

    //ATM-Attribute
    private double geldvorrat;
    private double grenzen;
    private int aktGeheimzahl;
    private int aktKartennr; //wird in der Simulation nicht verwendet
    private int aktBLZ;     //wird in der Simulation nicht verwendet
    private int aktKontonr; //wird in der Simulation nicht verwendet
```

```
//Referenzattribut fuer Konsortium
private Ikonsortium konsortium;

//Referenzattribute für GUI
private KeyPad pad;
private JTextArea display;
private JButton bestaetigungsButton;
private JButton abbruchButton;
private JButton stopButton;

//Referenzattribut für Zustandsobjekt
private State state;

public ATM(Ikonsortium k) {

    //Konsortium initialisieren
    konsortium = k;

    //ATM-Attribute initialisieren
    geldvorrat = 1000;
    grenzen = 250;
```

```
//Konstruktion der GUI
setSize(700, 200);
setTitle("ATM-Simulation");

pad = new KeyPad();
display = new JTextArea(5, 31);
bestaetigungsButton = new JButton("Bestätigung");
abbruchButton = new JButton("Abbruch");
stopButton = new JButton("Beenden");

JPanel buttonPanel = new JPanel();
buttonPanel.setLayout(new GridLayout(3, 1));
buttonPanel.add(bestaetigungsButton);
buttonPanel.add(abbruchButton);
buttonPanel.add(stopButton);

Container cont = getContentPane();
cont.setLayout(new FlowLayout());
cont.add(pad);
cont.add(display);
cont.add(buttonPanel);
```

```
//ATM als ActionListener zu allen Buttons hinzufügen
bestaetigungsButton.addActionListener(this);
abbruchButton.addActionListener(this);
stopButton.addActionListener(this);

//zur Karteneingabe auffordern
karteneingabeAuffordern();

//Zustandsobjekt initialisieren
state = new Bereit();
}

public void actionPerformed(ActionEvent e) {
    JButton source = (JButton) e.getSource();
    if (source == bestaetigungsButton)
        bestaetigen();
    else if (source == abbruchButton)
        abbruch();
    else if (source == stopButton)
        beenden();
}
```

```
private void bestaetigen() {
    //Delegation an das Zustandsobjekt
    state = state.bestaetigen(this);
}
private void abbruch() {
    //Delegation an das Zustandsobjekt
    state = state.abbruch(this);
}
private void beenden() {
    //Delegation an das Zustandsobjekt
    state = state.beenden(this);
}
```

```
//Operationen für die Aktivitätszustände des Zustandsdiagramms
```

```
public void karteneingabeAuffordern() {  
    display.setText("<<Hauptbildschirm: Aufforderung zur Karteneingabe>>");  
    display.append("\nAuf Karte gespeicherte Geheimzahl? (Eingabe bestätigen)");  
}  
  
public String karteEinActivity() {  
    String check = karteLesen();  
    if (check.equals("lesbar")) {  
        display.setText("Karte lesbar!");  
        display.append("\nGeheimzahl? (Eingabe bestätigen)");  
        return "Karte lesbar";  
    }  
    else if (check.equals("nicht lesbar")) {  
        display.setText("Karte nicht lesbar!");  
        abschlussActivity();  
        return "Karte nicht lesbar";  
    }  
    else return "Error";  
}
```

```
public String geheimzahlEinActivity() {
    int typedGeheimzahl = (int)pad.getValue();
    pad.clear();
    String check = geheimzahlUeberpruefen(typedGeheimzahl);
    if (check.equals("Geheimzahl ok")) {
        check = konsortium.karteUeberpruefen();
        if (check.equals("Karte ok")) {
            display.setText("Karte ok!");
            display.append("\nTransaktionsform? (Bestätigung = Abhebung)");
            return "Karte ok";
        }
        else if (check.equals("falsche BLZ")) {
            display.setText("Karte nicht ok: falsche BLZ!");
            abschlussActivity();
            return "Karte nicht ok";
        }
        else if (check.equals("Karte gesperrt")) {
            display.setText("Karte nicht ok: Karte gesperrt!");
            abschlussActivity();
            return "Karte nicht ok";
        }
    }
}
```

```
        else return "Error";
    }
    else if (check.equals("Geheimzahl falsch")) {
        display.setText("falsche Geheimzahl!");
        display.append("\nGeheimzahl? (Eingabe bestätigen)");
        return "Geheimzahl falsch";
    }
    else return "Error";
}

public void betragErfragen() {
    display.setText("Betrag? (Eingabe bestätigen)");
}

public String betragEinActivity() {
    double betrag = pad.getValue();
    pad.clear();
    String check = grenzenUeberpruefen(betrag);
    if (check.equals("Grenzen ok")) {
        check = konsortium.transaktionVerarbeiten();
    }
}
```

```
if (check.equals("Transaktion erfolgreich")) {
    geldvorrat = geldvorrat - betrag;
    display.setText("Transaktion erfolgreich!");
    display.append("\nGeld wird ausgegeben");
    display.append("\nGeld entnehmen? (Bestätigung)");
    return "Transaktion erfolgreich";
}
else if (check.equals("Transaktion gescheitert")) {
    display.setText("Transaktion gescheitert!");
    display.append("\nTransaktionsform? (Bestätigung = Abhebung)");
    return "Transaktion gescheitert";
}
else return "Error";
}
else if (check.equals("Grenzen überschritten")) {
    display.setText("Grenzen überschritten!");
    display.append("\nBetrag? (Eingabe bestätigen)");
    return "Grenzen überschritten";
}
else return "Error";
}
```

```
public void nachFortsetzungFragen() {
    display.setText("Fortsetzung? (Bestätigung = Nein)");
}

public void abschlussActivity() {
    pad.clear();
    display.append("\nBeleg wird gedruckt");
    display.append("\nKarte wird ausgegeben");
    display.append("\nKarte und Beleg entnehmen? (Bestätigung)");
}
```

```
//private Operationen für Subaktivitäten

private String karteLesen() {
    aktGeheimzahl = (int)pad.getValue();
    pad.clear();
    return "lesbar";
}

private String geheimzahlUeberpruefen(int tgz) {
    if (tgz == aktGeheimzahl) return "Geheimzahl ok";
    else return "Geheimzahl falsch";
}

private String grenzenUeberpruefen(double b) {
    if (b <= grenzen) return "Grenzen ok";
    else return "Grenzen überschritten";
}

}
```

Klasse State mit Unterklassen

```
package atm;

/* Das folgende Programm realisiert das Zustandsdiagramm der ATM-Simulation
   durch Zustandsobjekte (vgl. auch das State-Pattern) */

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

abstract class State {
    public State bestaetigen(ATM atm) {
        return this;
    }
    public State abbruch(ATM atm) {
        return this;
    }
    public State beenden(ATM atm) {
        return this;
    }
}
```

```
class Bereit extends State {  
  
    public State bestaetigen(ATM atm) {  
        String check = atm.karteEinActivity();  
        if (check.equals("Karte lesbar"))  
            return new KarteGelesen();  
        else if (check.equals("Karte nicht lesbar"))  
            return new BereitZurKartenentnahme();  
        else return this;  
    }  
  
    public State beenden(ATM atm) {  
        System.exit(0);  
        return this;  
    }  
}
```

```
class KarteGelesen extends State {  
  
    public State bestaetigen(ATM atm) {  
        String check = atm.geheimzahlEinActivity();  
        if (check.equals("Karte ok"))  
            return new GeheimzahlUndKarteGeprueft();  
        else if (check.equals("Karte nicht ok"))  
            return new BereitZurKartenentnahme();  
        else if (check.equals("Geheimzahl falsch"))  
            return new KarteGelesen(); //oder einfacher: return this;  
        else return this;  
    }  
  
    public State abbruch(ATM atm) {  
        atm.abschlussActivity();  
        return new BereitZurKartenentnahme();  
    }  
}
```

```
class GeheimzahlUndKarteGeprueft extends State {  
  
    public State bestaetigen(ATM atm) {  
        atm.betragErfragen();  
        return new TransaktionsformBestimmt();  
    }  
  
    public State abbruch(ATM atm) {  
        atm.abschlussActivity();  
        return new BereitZurKartenentnahme();  
    }  
}
```

```
class TransaktionsformBestimmt extends State {  
  
    public State bestaetigen(ATM atm) {  
        String check = atm.betragEinActivity();  
        if (check.equals("Transaktion erfolgreich"))  
            return new TransaktionDurchgefuehrt();  
        else if (check.equals("Transaktion gescheitert"))  
            return new GeheimzahlUndKarteGeprueft();  
        else if (check.equals("Grenzen überschritten"))  
            return new TransaktionsformBestimmt(); //oder einfacher: return this;  
        else return this;  
    }  
  
    public State abbruch(ATM atm) {  
        atm.abschlussActivity();  
        return new BereitZurKartenentnahme();  
    }  
}
```

```
class TransaktionDurchgefuehrt extends State {
    public State bestaetigen(ATM atm) {
        atm.nachFortsetzungFragen();
        return new GeldEntnommen();
    }
}
```

```
class GeldEntnommen extends State {
    public State bestaetigen(ATM atm) {
        atm.abschlussActivity();
        return new BereitZurKartenentnahme();
    }
}
```

```
class BereitZurKartenentnahme extends State {
    public State bestaetigen(ATM atm) {
        atm.karteneingabeAuffordern();
        return new Bereit();
    }
}
```

Klasse Konsortium

```
package konsortium;

import interfaces.*;
// zur Darstellung der qualifizierten Assoziation zu Bank
import java.util.Hashtable;

public class Konsortium implements Ikonsortium {

    private String name;
    private Hashtable banken = new Hashtable();

    //Bei der Konstruktion des Konsortiums wird genau eine Bank eingefügt
    public Konsortium(Ibank b) {
        banken.put(new Integer(101), b);
    }
}
```

```
public String karteUeberpruefen() {
    String check = blzUeberpruefen();
    if (check.equals("BLZ richtig")) {
        Ibank b = (Ibank)banken.get(new Integer(101));
        check = b.karteBankUeberpruefen();
        if (check.equals("Karte ok"))
            return "Karte ok";
        else if (check.equals("Karte bei Bank gesperrt"))
            return "Karte gesperrt";
        else return "Error";
    }
    else if (check.equals("BLZ falsch"))
        return "falsche Bankleitzahl";
    else return "Error";
}
```

```
public String transaktionVerarbeiten() {
    Ibank b = (Ibank)banken.get(new Integer(101));
    String check = b.bankTransaktionVerarbeiten();
    if (check.equals("Banktransaktion erfolgreich"))
        return "Transaktion erfolgreich";
    else if (check.equals("Banktransaktion gescheitert"))
        return "Transaktion gescheitert";
    else return "Error";
}

//Dummy-Implementierung
private String blzUeberpruefen() {
    return "BLZ richtig";
//    return "BLZ falsch";
}
}
```

Klasse Bank

```
package bank;

import interfaces.Ibank;

public class Bank implements Ibank {
    private int blz;
    private String name;

    public String karteBankUeberpruefen() {
        String check = kartennrUeberpruefen();
        if (check.equals("gültig")) return "Karte ok";
        else if (check.equals("gesperrt")) return "Karte bei Bank gesperrt";
        else return "Error";
    }
}
```

```
public String bankTransaktionVerarbeiten() {
    String check = kontoAktualisieren();
    if (check.equals("erfolgreich")) return "Banktransaktion erfolgreich";
    else if (check.equals("gescheitert")) return "Banktransaktion gescheitert";
    else return "Error";
}

/* Die folgenden Operationen haben lediglich Dummy-Implementierungen
zum Testen der ATM Simulation */
private String kartennrUeberpruefen() {
    return "gültig";
//    return "gesperrt";
}
private String kontoAktualisieren() {
    return "erfolgreich";
//    return "gescheitert";
}
}
```

Zusammenfassung von Abschnitt 4.5

- Die Systemarchitektur der ATM-Simulation basiert auf 3 Subsystemen (atm, konsortium und bank), die über Schnittstellen miteinander verbunden sind.
- Für die Klassen Konsortium und Bank werden z.T. vereinfachte Implementierungen verwendet.
- Das Subsystem "atm" beinhaltet die GUI und die Realisierung des Zustandsdiagramms der ATM-Simulation.

4.6 Anbindung an eine Datenbank

Ziel

Speicherung von *persistenten* Objekten, d.h. von Objekten des Anwendungskerns, die dauerhaft benötigt werden (z.B. Kunden, Konten, Flüge, Bücher, ...).

Möglichkeiten

- *Objektorientierte Datenbanken:*
Unterstützen Assoziationen, Vererbung und Operationen. Der ODMG-Standard umfasst: ODL (object definition language) für Schemadeklarationen, OQL (object query language) und Sprachanbindungen an C++, Java und Smalltalk.
- *Relationale Datenbanken:*
Unterstützen Assoziationen und Vererbung *nicht*. Deshalb wird eine explizite Schnittstelle zwischen dem Anwendungskern und dem relationalen Datenbanksystem benötigt.
- *Objektrelationale Datenbanken:*
Verkapseln eine relationale Datenbank mit einer objektorientierten Hülle.

4.6.1 Abbildung eines Objektmodells auf Tabellen

Voraussetzung

Für jede Entity-Klasse A ist ein Primärschlüsselattribut aKey eingeführt.

Abbildung von Klassen

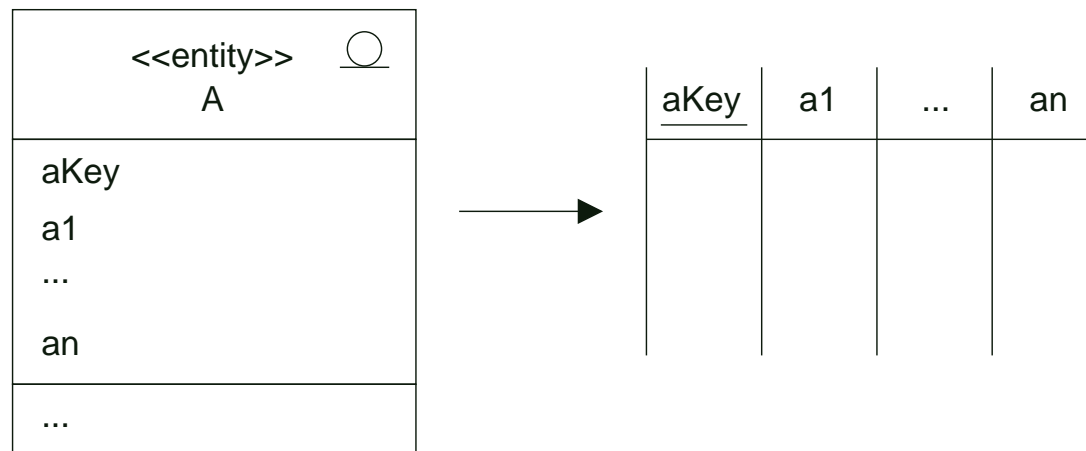
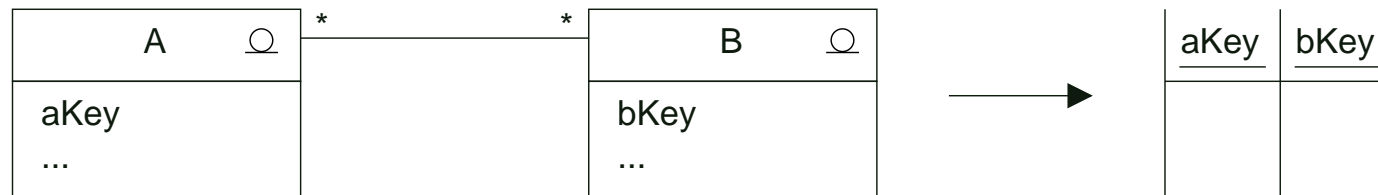


Abbildung von Assoziationen

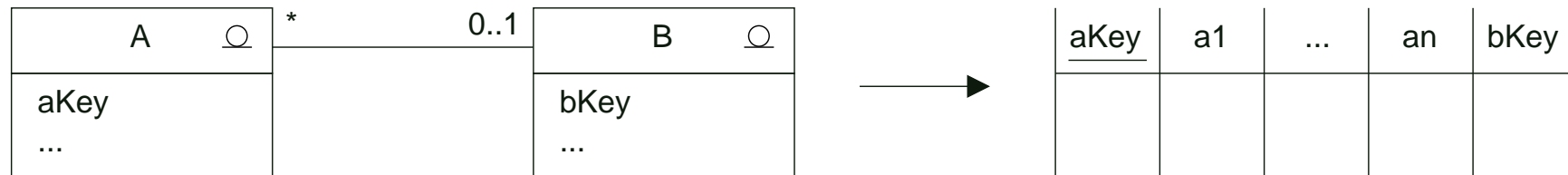
Multiplizität * - *

Verwendung einer eigenen Tabelle mit den Primärschlüsseln von A und B.



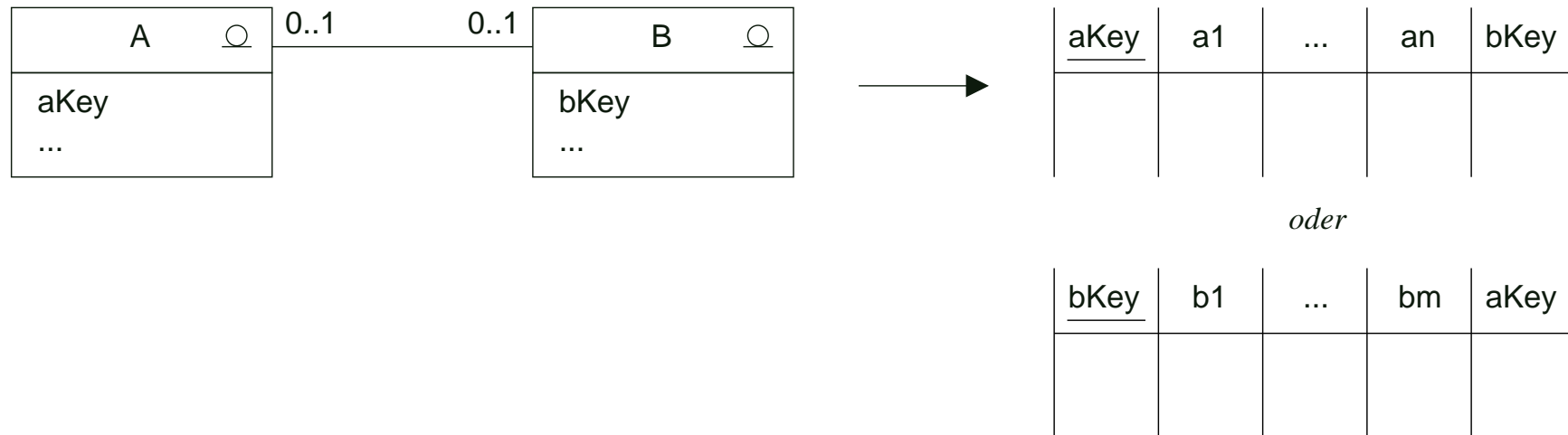
Multiplizität * - 0..1

Primärschlüssel von B als Fremdschlüssel in die Tabelle von A aufnehmen.



Multiplizität 0..1 - 0..1

Primärschlüssel von B in die Tabelle von A oder
Primärschlüssel von A in die Tabelle von B aufnehmen.



Bemerkung


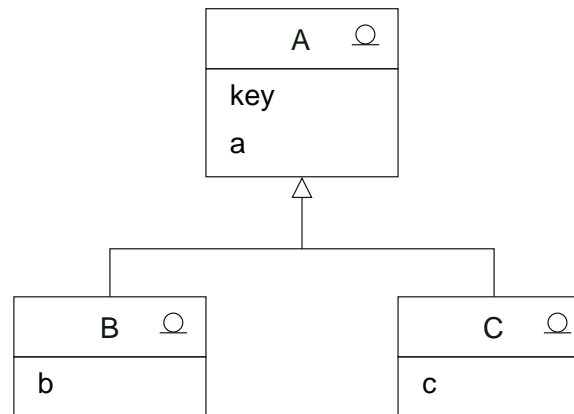
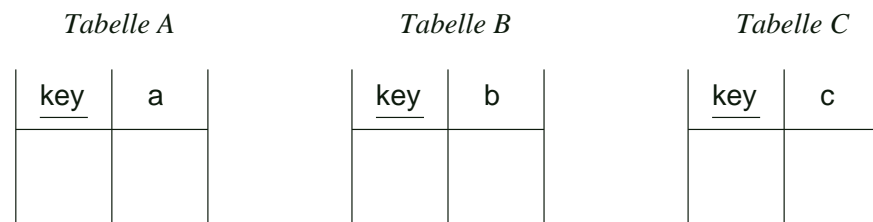
Bei  ist der Primärschlüssel von B als Fremdschlüssel zur Tabelle von A hinzuzunehmen.

Abbildung von Vererbung



Variante I: Je eine Tabelle pro Klasse



Nachteil:

Bei Anfragen und Manipulationen, die Objekte einer Unterklasse betreffen, müssen ggf. Einträge in mehreren Tabellen berücksichtigt werden (z.B. bei Auswahl aller Attributwerte aller B-Objekte).

Variante II: Tabellen von Unterklassen enthalten geerbte Attribute

| <i>Tabelle A</i> | | <i>Tabelle B</i> | | | <i>Tabelle C</i> | | |
|------------------|---|------------------|---|---|------------------|---|---|
| <u>key</u> | a | <u>key</u> | a | b | <u>key</u> | a | c |
| | | | | | | | |

Falls A abstrakt ist, genügt eine Tabelle pro Unterklasse (Tabelle A entfällt).

Nachteil:

Bei Änderungen an der Form der Oberklasse, müssen auch die Tabellen der Unterklassen verändert werden.

Variante III: Eine Tabelle für alle Ober- und Unterklassen

| <i>Tabelle ABC</i> | | | | |
|--------------------|---|---|---|-----|
| <u>key</u> | a | b | c | Typ |
| | | | | |

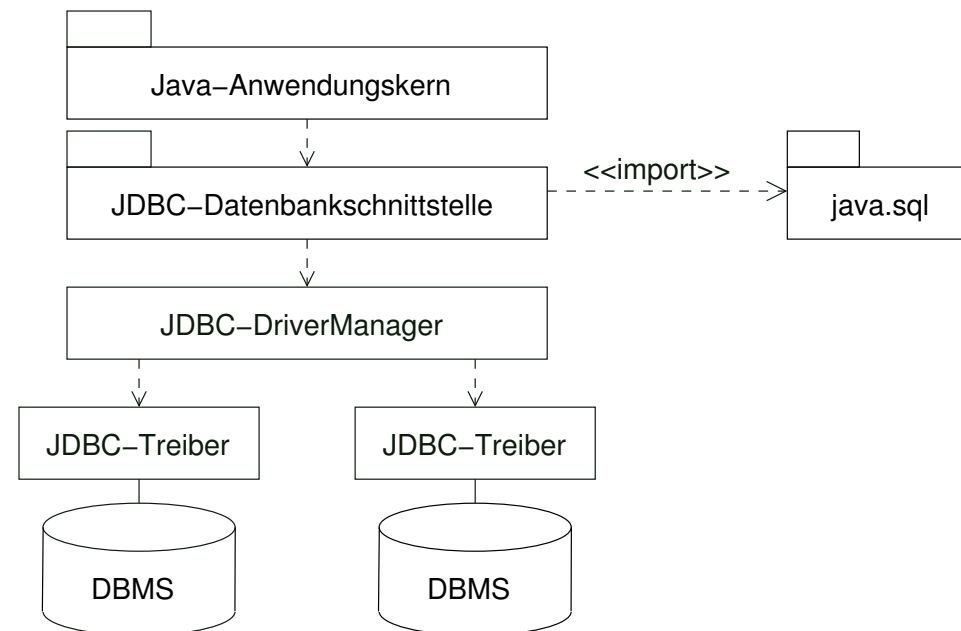
Nachteil:

In Spalten, die für Objekte einer Unterklasse nicht relevant sind, müssen Nullwerte eingetragen werden.

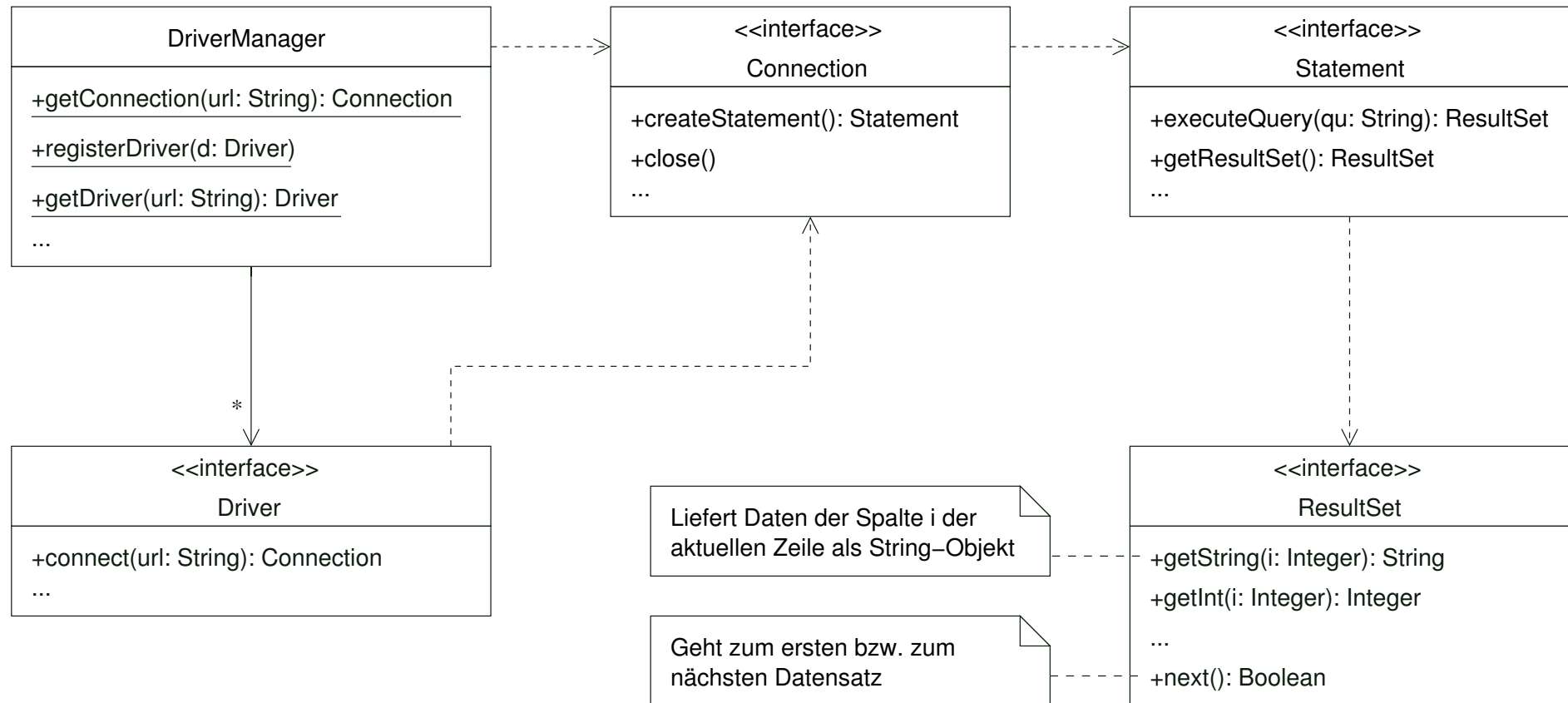
4.6.2 Datenbankanbindung mit der JDBC

- JDBC (Java Database Connectivity) bietet eine SQL-Schnittstelle für Java-Programme.
- Die JDBC ist unabhängig von einem konkreten Datenbanksystem. Zum Zugriff auf ein konkretes Datenbanksystem muss ein entsprechender Treiber geladen werden.

Schichten einer JDBC-Anwendung



JDBC-Kurzüberblick



- "Driver", "Connection", "Statement" und "ResultSet" sind Schnittstellen, die von den Klassen eines geladenen Treiberpakets implementiert werden.
- Der DriverManager registriert Treiber für bestimmte DB-Systeme. Der Aufruf der Operation "getConnection" stellt (mittels eines für die gegebene URL passenden Treibers) eine Verbindung zu einem DB-System her.
- Mittels eines Connection-Objekts kann ein Statement-Objekt erzeugt werden (Operation "createStatement").
- Mittels eines Statement-Objekts kann z.B. eine Anfrage an die DB gestellt werden (Operation "executeQuery").
- Die Ergebnistabelle der Anfrage wird in einem ResultSet-Objekt gespeichert.
- Die Tabelle eines ResultSet-Objekts kann mit der Operation "next" zeilenweise durchlaufen werden.
- Auf die Felder innerhalb einer Zeile kann mit einer passenden get-Operation zugegriffen werden.

Beispiel:

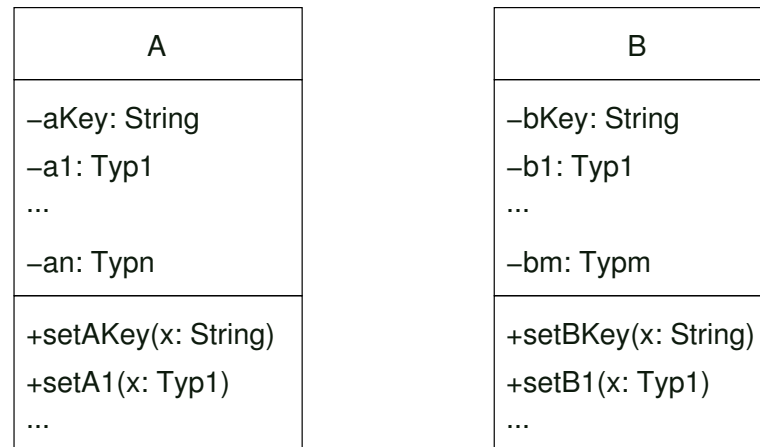
```
try {
    Class.forName("imaginary.sql.iMysqlDriver");// Treiber auch von außen setzbar
    String url = "jdbc:mysql://localhost/myDB";
    Connection con = DriverManager.getConnection(url);
    Statement stmt = con.createStatement();
    ResultSet rs    = stmt.executeQuery("SELECT * FROM test");

    while (rs.next()) {
        // Zugriff auf die Spalte mit der Nummer y und dem Typ XXX
        // in der aktuellen Zeile
        rs.getXXX(y)
    }
    con.close();
}
catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
```

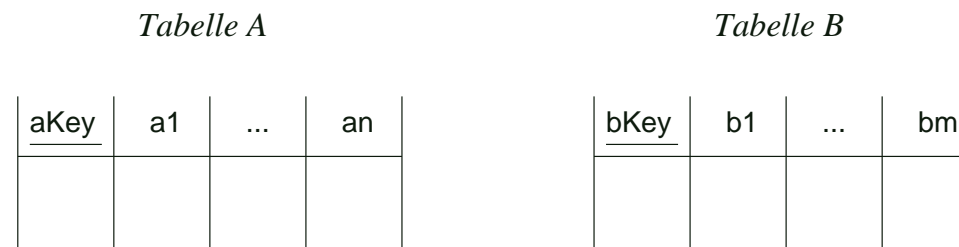
4.6.3 Materialisierung von Objekten

Gegeben

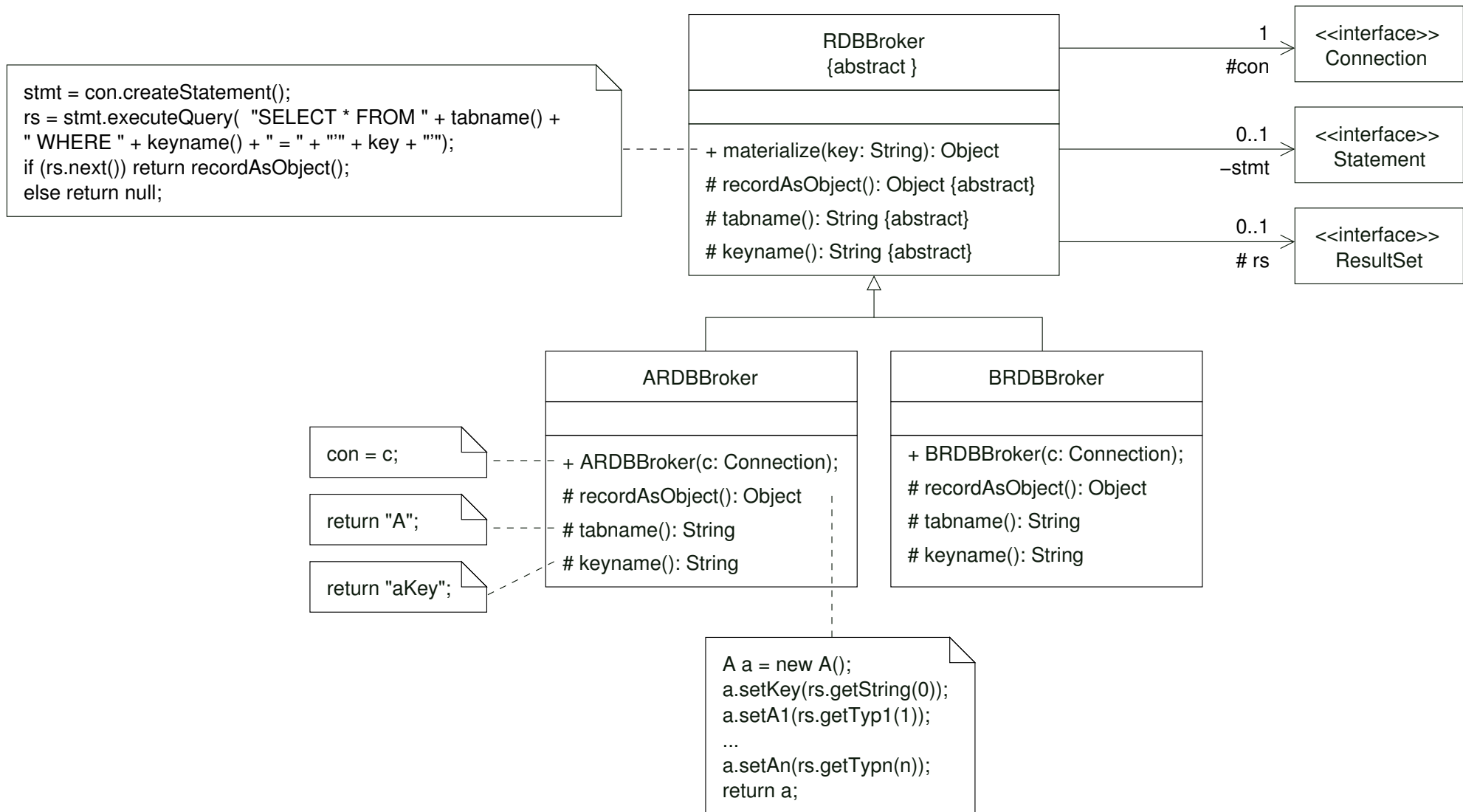
Klassen im Anwendungskern:



Tabellen in der relationalen Datenbank:



Materialisierung mit der JDBC



Beispiel:

```
try {
    String url = "jdbc:RDB-Typ//Rechner:Port/Datenbank";
    Connection con = DriverManager.getConnection(url);
    ARDBBroker ardb = new ARDBBroker(con);
    BRDBBroker brdb = new BRDBBroker(con);
    A a = (A) ardb.materialize("xyz");
    B b = (B) brdb.materialize("uvw");
}
catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
```

Bemerkungen

- Zur Verbesserung der Effizienz werden häufig Zwischenspeicher (*Cache*) verwendet.
- Bei der Materialisierung von Objektstrukturen werden häufig nur die gerade benötigten Objekte geladen (*on-demand materialization*).
- Persistenz-Frameworks enthalten noch weitere Mechanismen z.B. zur Dematerialisierung und zur Transaktionskontrolle.

Zusammenfassung von Abschnitt 4.6

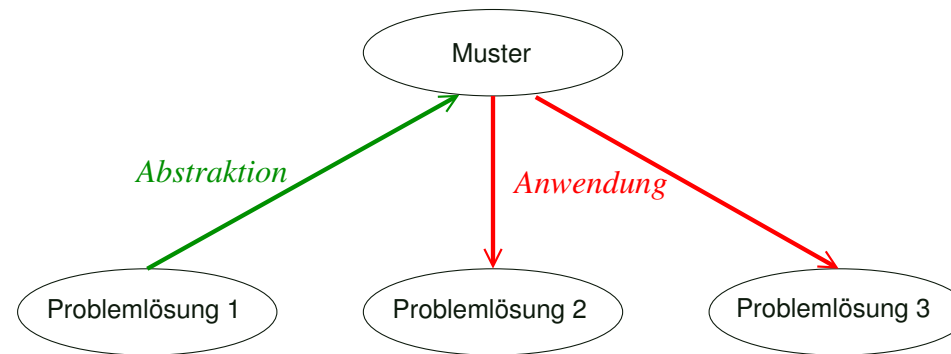
- Zur Speicherung persistenter Objekte muss der Anwendungskern an eine Datenbank angeschlossen werden.
- Dazu können objektorientierte, relationale oder objektrelationale Datenbanken verwendet werden.
- Bei der Verwendung einer relationalen Datenbank muss zunächst das Objektmodell auf Tabellen abgebildet werden. (Insbesondere müssen Vererbungshierarchien geeignet abgebildet werden!)
- Die JDBC bietet eine plattformunabhängige Schnittstelle zur Anbindung von Java-Programmen an relationale Datenbanken.

4.7 Entwurfsmuster

4.7.1 Grundlagen

Grundidee

Dasselbe (bewährte) Lösungsmuster kann für Probleme, die einander ähnlich sind, wiederverwendet werden.



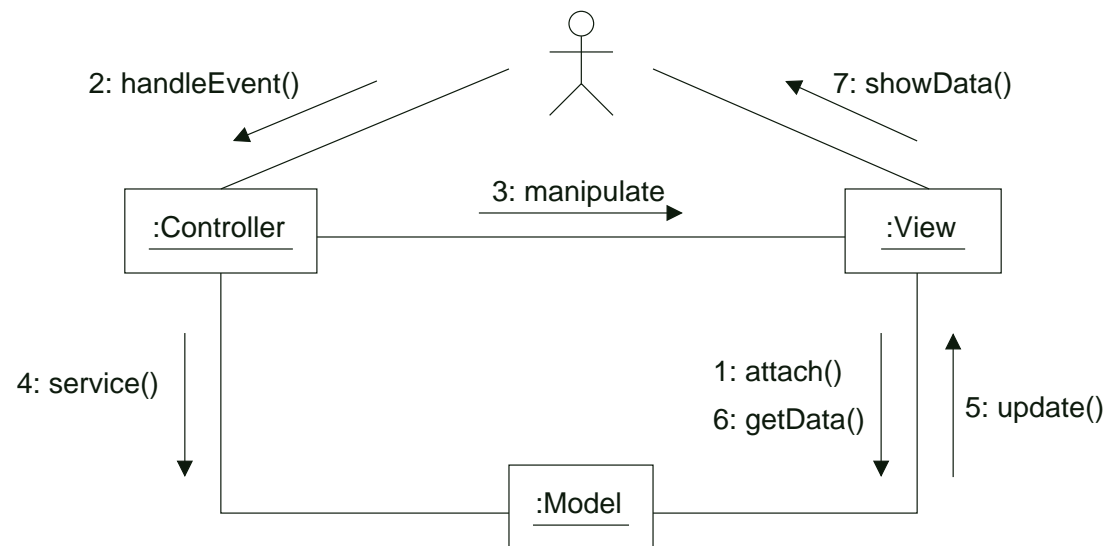
Vorteile

- Wiederverwendung von Lösungsprinzipien
- abstrakte Dokumentation von Entwürfen
- gemeinsames Vokabular zur (schnellen) Verständigung unter Entwicklern

Geschichte

- 1977 Alexander: Architekturmuster für Gebäude und Städtebau
- 1980 Smalltalk's MVC-Prinzip (Model View Controller)
- Seit 1990 Objektorientierte Muster
- 1995 Design Pattern Katalog von Gamma, Helm, Johnson, Vlissides (GoF "Gang of Four")

MVC-Architektur (vereinfacht)



Wesentliche Elemente eines Entwurfsmusters

- Name des Musters
- Beschreibung der Problemklasse, bei der das Muster anwendbar ist
- Beschreibung eines Anwendungsbeispiels
- Beschreibung der Lösung (Struktur, Verantwortlichkeiten, ...)
- Beschreibung der Konsequenzen (Nutzen/Kosten-Analyse)

4.7.2 Design-Pattern Katalog (GoF)

Beschreibungsform für Design Pattern

- **Pattern Name and Classification**

The pattern's name conveys the essence of the pattern succinctly. A good name is vital, because it will become part of your design vocabulary.

- **Intent**

A short statement that answers the following question: What does the design pattern do? What is its rationale and intent? What particular design issue or problem does it address?

- **Also Known As**

Other well-known names for the pattern, if any.

- **Motivation**

A scenario that illustrates a design problem and how the class and object structures in the pattern solve the problem. The scenario will help you understand the more abstract descriptions of the pattern that follows.

- **Applicability**

What are the situations in which the design pattern can be applied? What are examples of poor designs that the pattern can address? How can you recognize these situations?

- **Structure**

A graphical representation of the classes in the pattern using a notation based on the Object Modelling Technique (OMT). We also use interaction diagrams to illustrate sequences of requests and collaborations between objects.

- **Participants**

The classes and/or objects participating in the design pattern and their responsibilities.

- **Collaborations**

How the participants collaborate to carry out their responsibilities.

- **Consequences**

How does the pattern support its objectives? What are the trade-offs and results of using the pattern? What aspects of system structure does it let you vary independently?

- **Implementation**

What pitfalls, hints, or techniques should you be aware of when implementing the pattern? Are there language-specific issues?

- **Sample Code**

Code fragments that illustrate how you might implement the pattern in C++ or Smalltalk.

- **Known Uses**

Examples of the pattern found in real systems. We include at least two examples from different domains.

- **Related Patterns**

What design patterns are closely related to this one? What are the important differences? With which other patterns should this one be used?

Klassifikation von Design Pattern

- **Creational Patterns** (befassen sich mit der Erzeugung von Objekten)
 - **Abstract Factory** Provide an interface for creating families of related or dependent objects without specifying their concrete classes.
 - **Builder** Separate the construction of a complex object from its representation so that the same construction process can create different representations.
 - **Factory Method** Define an interface for creating an object, but let subclasses decide which class to instantiate. Factory Method lets a class defer instantiation to subclasses.
 - **Prototype** Specify the kinds of objects to create using a prototypical instance, and create new objects by copying this prototype.
 - **Singleton** Ensure a class only has one instance, and provide a global point of access to it.
- **Structural Patterns** (befassen sich mit der strukturellen Komposition von Klassen oder Objekten)
 - **Adapter** Convert the interface of a class into another interface clients expect. Adapter lets classes work together that couldn't otherwise because of incompatible interfaces.
 - **Bridge** Decouple an abstraction from its implementation so that the two can vary independently.
 - **Composite** Compose objects into tree structures to represent part-whole hierarchies. Composite lets clients treat individual objects and compositions of objects uniformly.

- **Decorator** Attach additional responsibilities to an object dynamically. Decorators provide a flexible alternative to subclassing for extending functionality.
- **Facade** Provide a unified interface to a set of interfaces in a subsystem. Facade defines a higher-level interface that makes the subsystem easier to use.
- **Flyweight** Use sharing to support large numbers of fine-grained objects efficiently.
- **Proxy** Provide a surrogate or placeholder for another object to control access to it.
- **Behavioral Patterns** (befassen sich mit der Interaktion von Objekten und der Verteilung von Verantwortlichkeiten)
 - **Chain of Responsibility** Avoid coupling the sender of a request to its receiver by giving more than one object a chance to handle the request. Chain the receiving objects and pass the request along the chain until an object handles it.
 - **Command** Encapsulate a request as an object, thereby letting you parameterize clients with different requests, queue or log requests, and support undoable operations.
 - **Interpreter** Given a language, define a representation for its grammar along with an interpreter that uses the representation to interpret sentences in the language.
 - **Iterator** Provide a way to access the elements of an aggregate object sequentially without exposing its underlying representation.

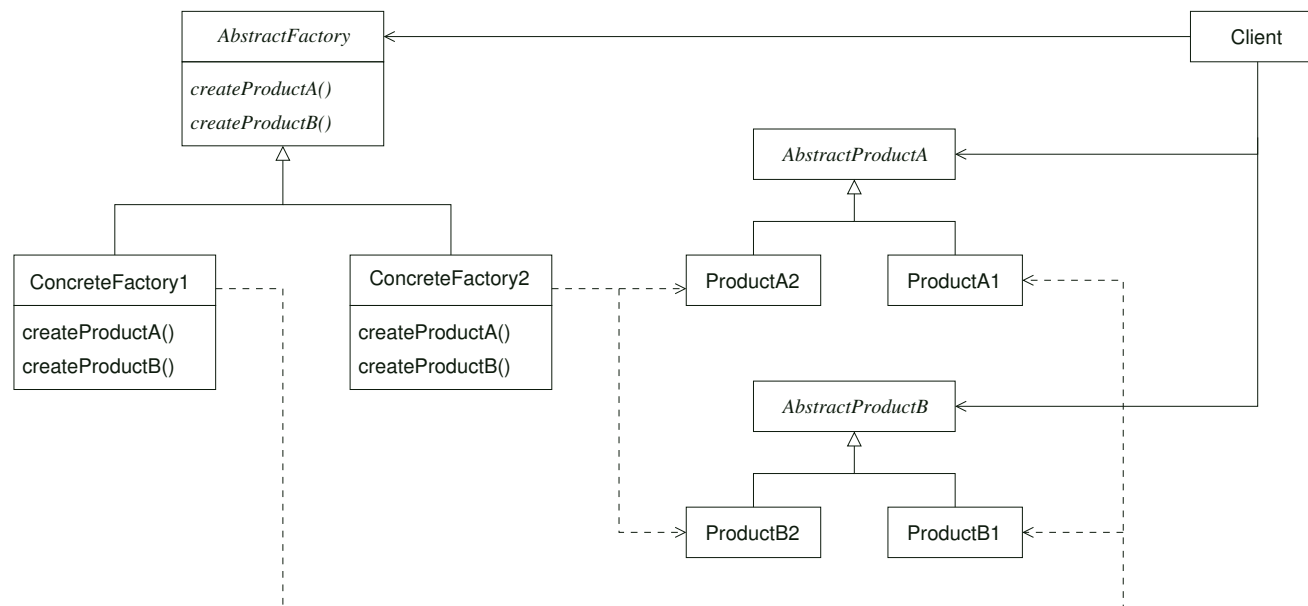
- **Mediator** Define an object that encapsulates how a set of objects interact. Mediator promotes loose coupling by keeping objects from referring to each other explicitly, and it lets you vary their interaction independently.
- **Memento** Without violating encapsulation, capture and externalize an object's internal state so that the object can be restored to this state later.
- **Observer** Define a one-to-many dependency between objects so that when one object changes state, all its dependents are notified and updated automatically.
- **State** Allow an object to alter its behaviour when its internal state changes. The object will appear to change its class.
- **Strategy** Define a family of algorithms, encapsulate each one, and make them interchangeable. Strategy lets the algorithm vary independently from clients that use it.
- **Template Method** Define the skeleton of an algorithm in an operation, deferring some steps to subclasses. Template Method lets subclasses redefine certain steps of an algorithm without changing the algorithm's structure.
- **Visitor** Represent an operation to be performed on the elements of an object structure. Visitor lets you define a new operation without changing the classes of the element on which it operates.

Beispiel 1: Abstract Factory (Creational Pattern)

Zweck

Stellt eine Schnittstelle zum Erzeugen mehrerer zusammengehöriger oder verwandter Objekte zur Verfügung, ohne dass dazu die konkreten Objektklassen benötigt werden.

Struktur



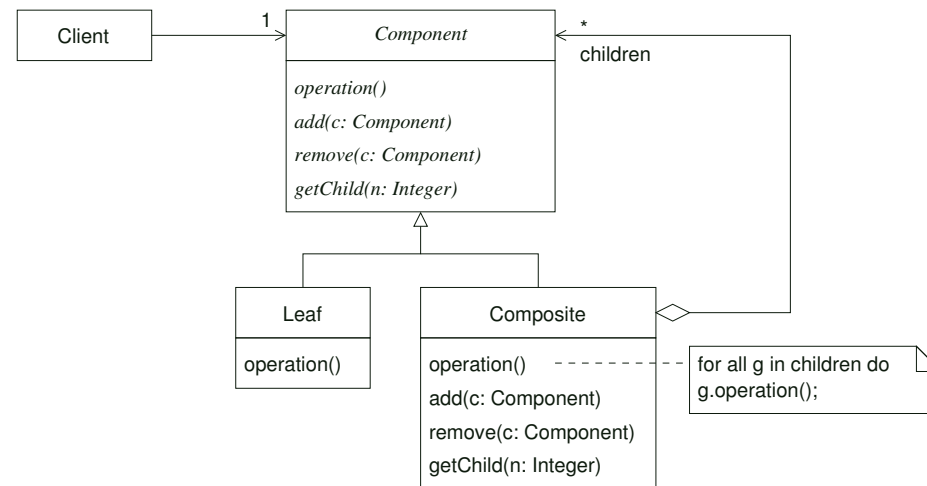
Anwendungsbeispiel: Toolkit in AWT

Beispiel 2: Composite (Structural Pattern)

Zweck

Anordnung von einzelnen Objekten in Baumstrukturen um "Teil-Ganzes"-Hierarchien darzustellen. Das Composite-Pattern ermöglicht es dem Klienten, sowohl einzelne als auch zusammengesetzte Objekte einheitlich zu behandeln.

Struktur



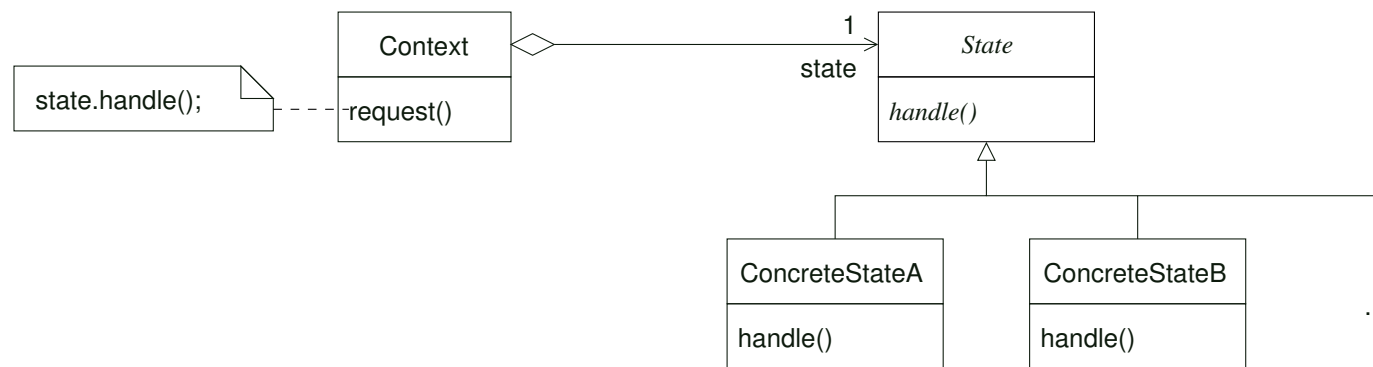
Anwendungsbeispiel: Komponenten in AWT/Swing; geometrische Figuren

Beispiel 3: State (Behavioral Pattern)

Zweck

Ein Objekt soll sein Verhalten in Abhängigkeit von seinem internen Zustand ändern können.

Struktur



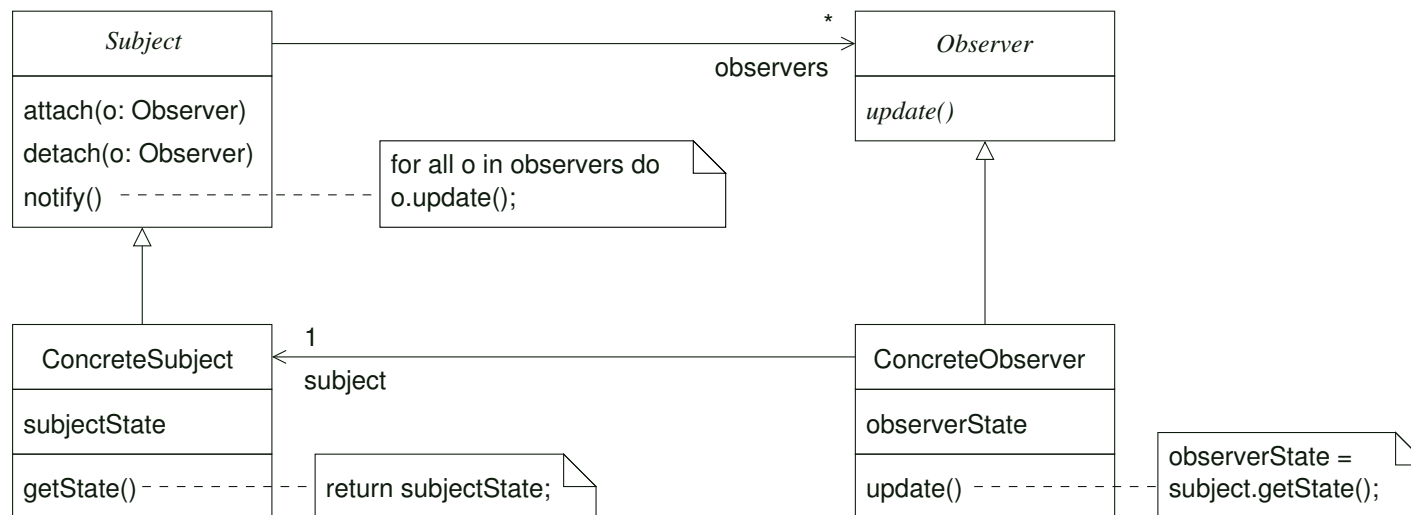
Anwendungsbeispiel: Realisierung von Zustandsdiagrammen durch Zustandsobjekte

Beispiel 4: Observer (Behavioral Pattern)

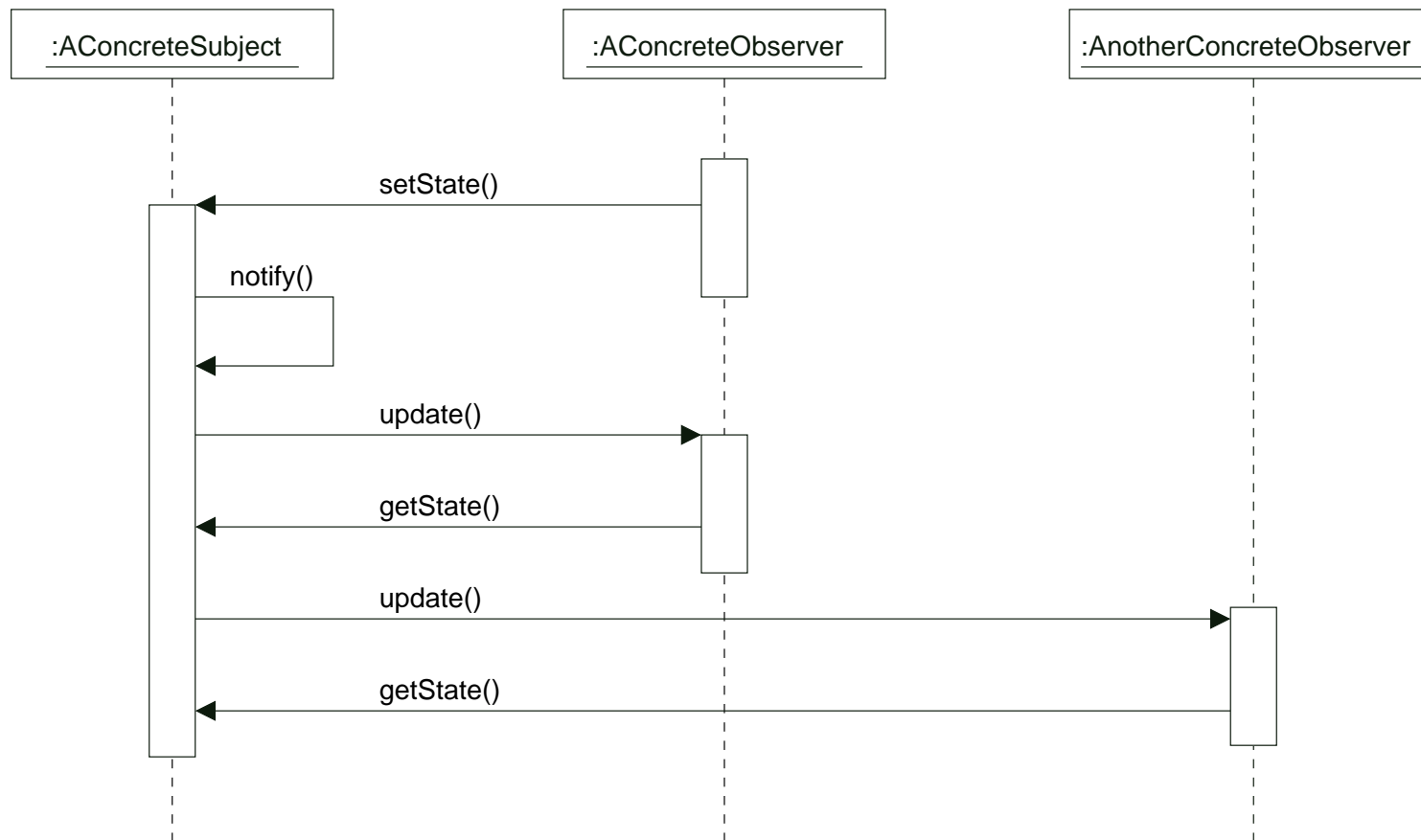
Zweck

Definiert eine 1:*-Beziehung zwischen Objekten, so dass, wenn ein Objekt seinen Zustand ändert, alle davon abhängigen Objekte über diese Zustandsänderung informiert werden.

Struktur



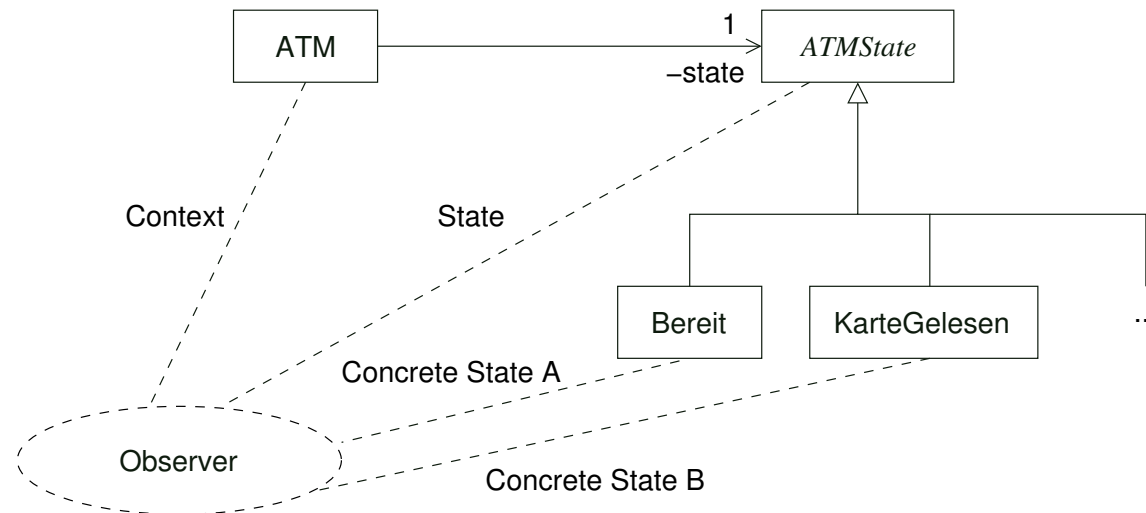
Interaktionen



Anwendungsbeispiel: Indirekte Kommunikation zwischen Anwendungskern und GUI

Anwendung von Mustern in UML

Beispiel: Anwendung des State-Pattern auf die ATM-Simulation



Zusammenfassung von Abschnitt 4.7

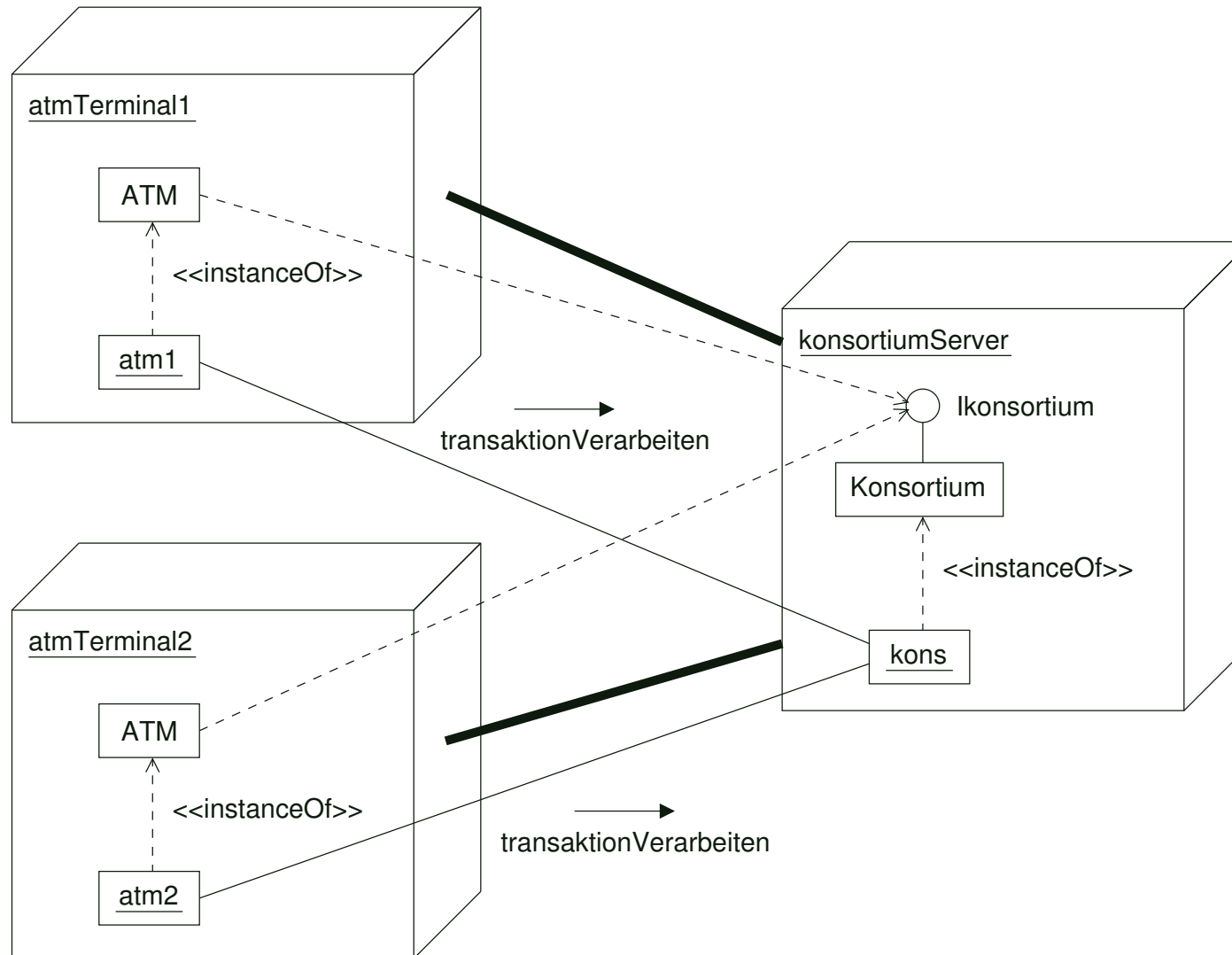
- Ein Entwurfsmuster liefert eine generische Beschreibung einer bewährten Lösung für eine wiederkehrende Problemklasse.
- Die Beschreibung eines Entwurfsmuster erfolgt in einer strukturierten Form, die aus verschiedenen Elementen besteht (Name des Musters, Zweck, Anwendbarkeit, Lösungsstruktur, ...)
- Im Design-Pattern Katalog von Gamma et al. werden 23 objektorientierte Pattern beschrieben.
- Diese Pattern sind nach den Gesichtspunkten "Creational" (z.B. Abstract Factory), "Structural" (z.B. Composite) und "Behavioral" (z.B. State, Observer) klassifiziert.

4.8 Verteilte Objektsysteme

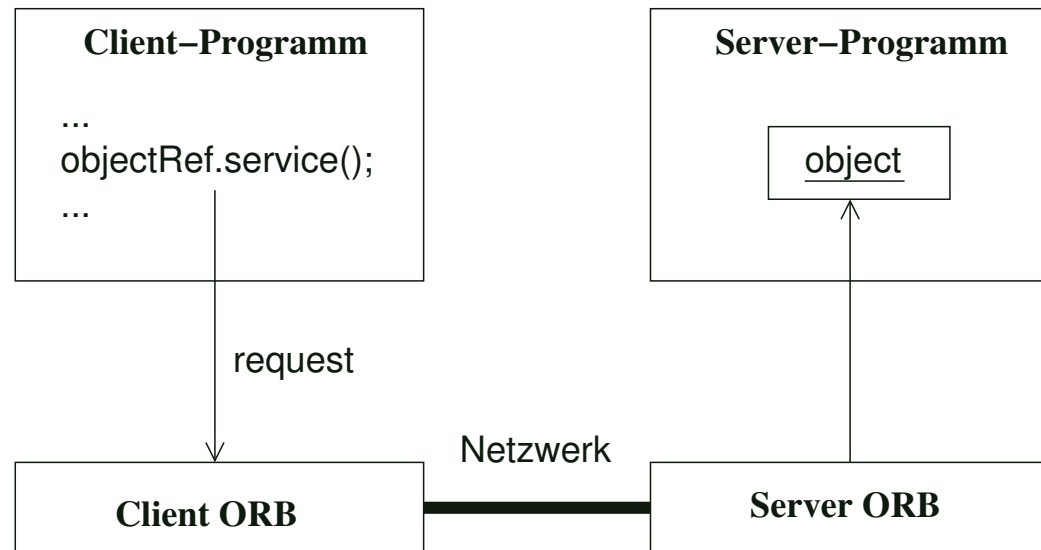
4.8.1 Grundprinzipien

- Klassen und Instanzen sind auf verschiedene Rechner und Prozesse (innerhalb eines Netzwerks) verteilt.
- Die Klassen für verteilte Objekte stellen über Schnittstellen Dienste bereit.
- Die Dienste können von einem Client durch entfernte Operationsaufrufe genutzt werden.
- Neben dem Aufruf von Schnittstellenfunktionen können verteilte Objekte auch über das Versenden und Empfangen von Ereignissen miteinander kommunizieren.

Beispiel: Verteiltes System von Geldautomaten



4.8.2 Verarbeitungsmodell verteilter Objektsysteme

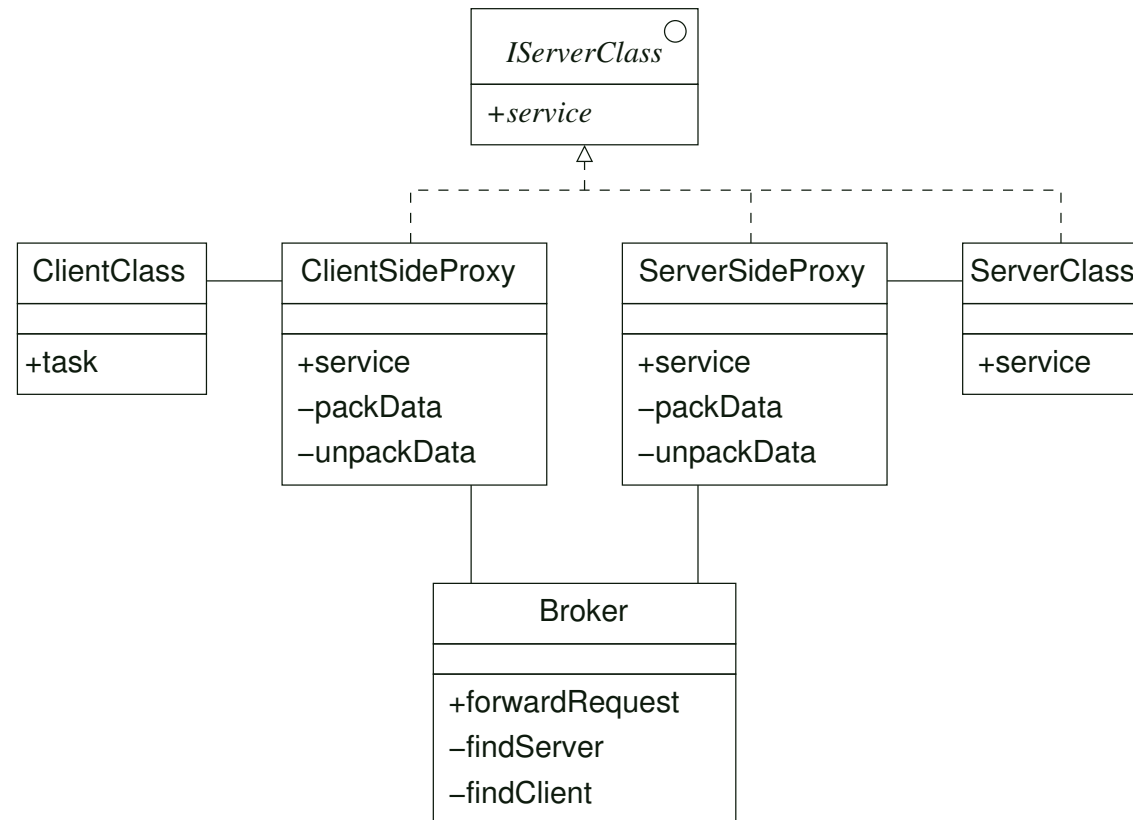


- Die Kommunikation zwischen Client- und Serverprogramm erfolgt über einen ORB (*Object Request Broker*).
- Die technischen Einzelheiten der Netzwerkkommunikation sowie Grenzen von Rechnern und Prozessen bleiben dem Benutzer verborgen.

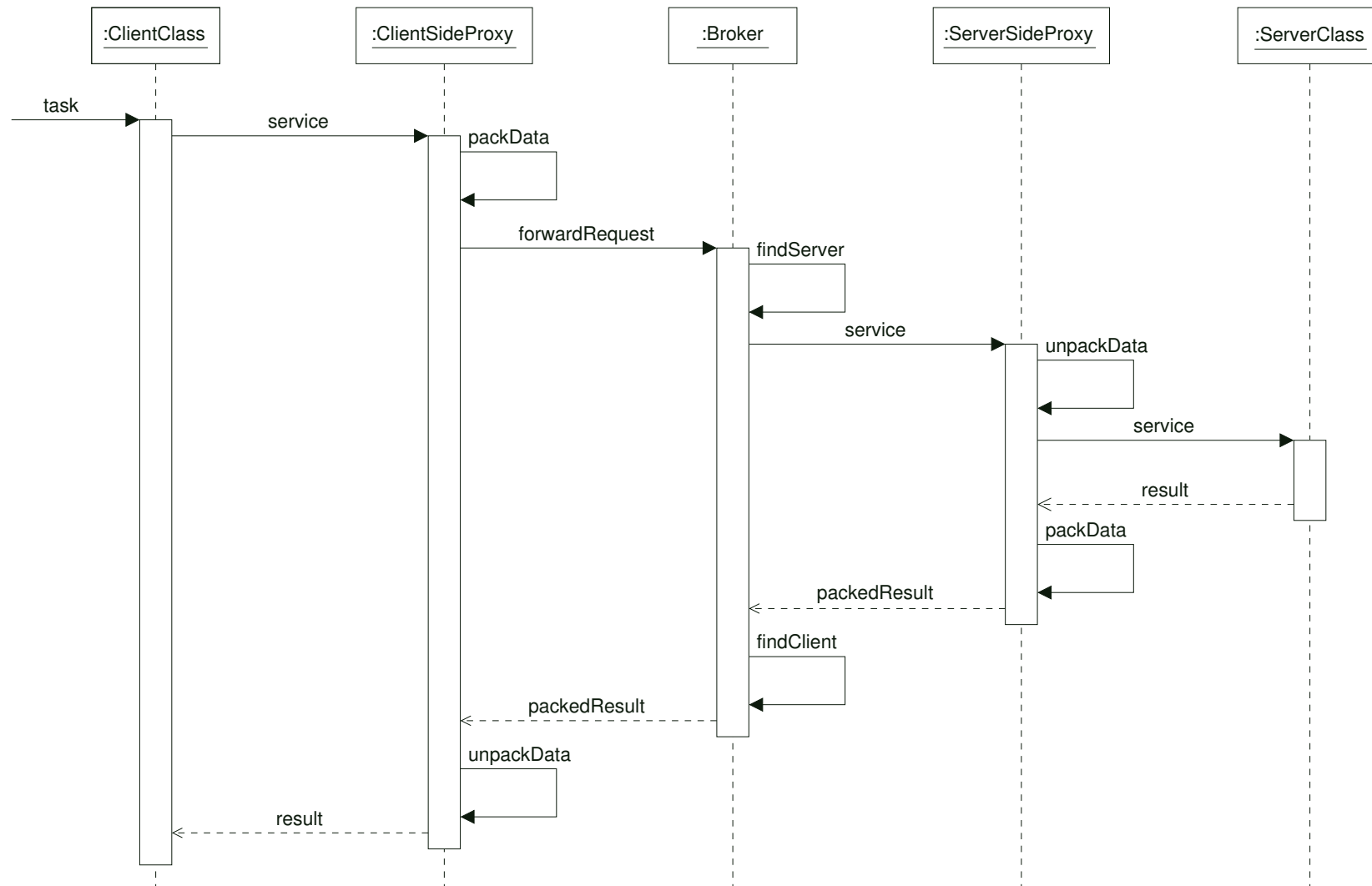
- Jedes verteilte Objekt verfügt über eine weltweit eindeutige Identität (Objektreferenz).
- Die Referenz auf ein entferntes Objekt erhält der Client z.B. als Ergebnis eines vorherigen Requests oder durch Benutzung eines *Naming Services*.
- Die Transparenz der Netzwerkkommunikation wird durch die Verwendung lokaler Stellvertreter für entfernte Objekte (*Proxies*) gewährleistet.

Broker-System mit Proxy-Objekten

1. Statische Struktur



2. Interaktionen



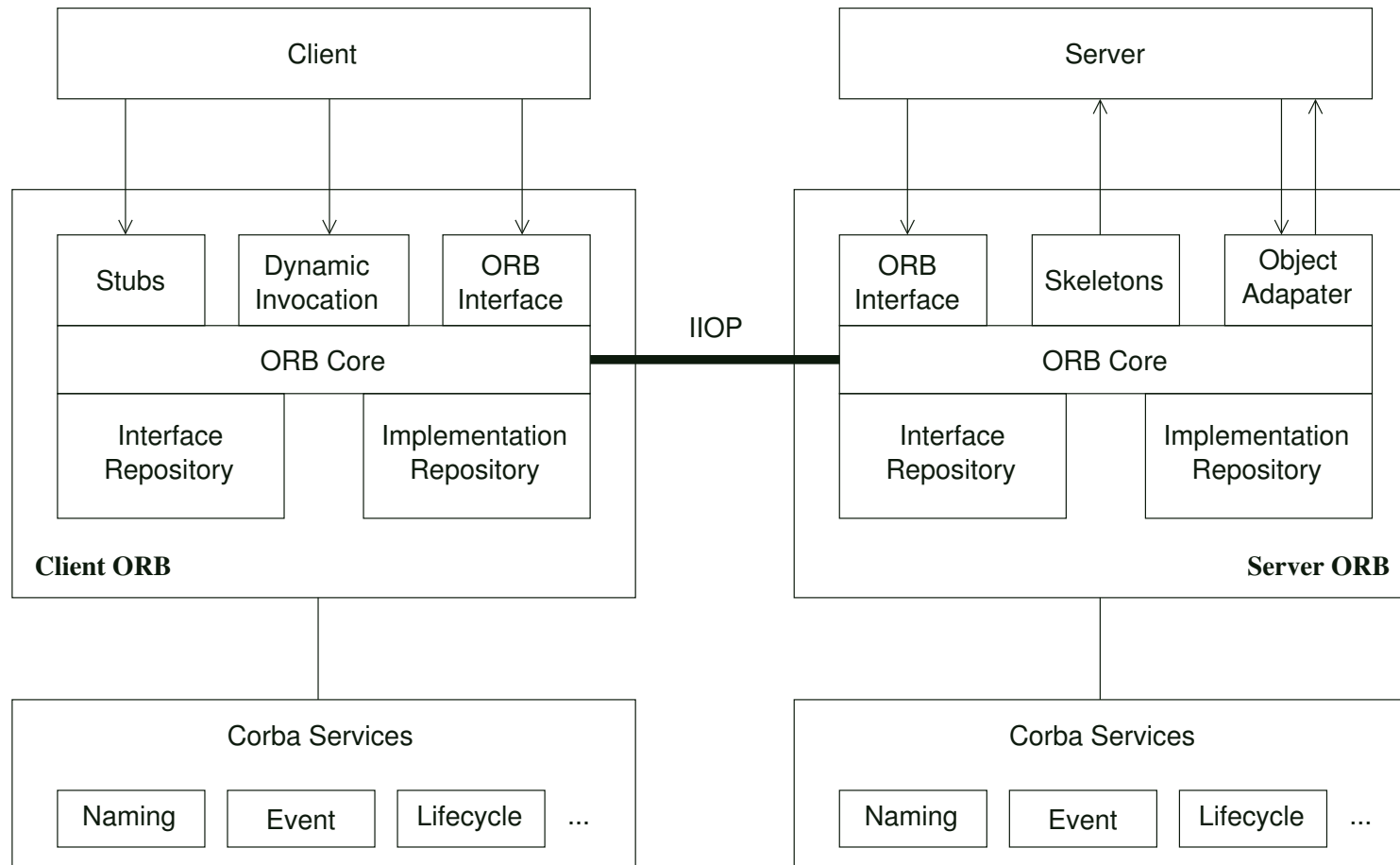
Bemerkungen

- Das obige Sequenzdiagramm modelliert einen synchronen Aufruf. Verteilungsplattformen wie CORBA unterstützen auch asynchrone Aufrufe.
- Das obige Modell abstrahiert von der Verwendung mehrerer (Client-seitiger und Server-seitiger) Broker, die bei verteilten Systemen notwendig sind und über das Netzwerk miteinander kommunizieren.
- Das größte verfügbare Broker-System ist das World Wide Web, wobei die Browser als Broker fungieren.

4.8.3 CORBA (Common Object Request Broker Architecture)

- CORBA ist ein von der OMG entwickelter Standard für verteilte Objektsysteme um Client- und Serverkomponenten
 - unabhängig von der verwendeten Programmiersprache und
 - unabhängig von der Systemplattform (Hardware, Betriebssystem)zusammenarbeiten lassen zu können.
- Bestandteile der CORBA-Spezifikation sind u.a.
 - die Beschreibung des ORB (Struktur, Funktionalität, Verarbeitungsmodell, ...)
 - die Sprache IDL (*Interface Definition Language*) zur Deklaration öffentlicher Schnittstellen verteilter Klassen
 - Abbildungen der IDL auf verschiedene Programmiersprachen (Ada, C, C++, Java, Lisp, ...)
 - die Beschreibung der öffentlichen Schnittstellen des ORB
 - die Definition eines Protokolls zur Kommunikation zwischen ORBs verschiedener Hersteller (IIOP, *Internet Inter-ORB Protocol*)

Die CORBA-Struktur



Aufgaben des Client-seitigen ORBs:

- Annahme von Operationsaufrufen für entfernte Objekte durch lokale Stellvertreter (*Stubs*)
- Auffinden des physischen Aufenthaltsortes der zugehörigen Objekt-Implementierung (unter Verwendung des *Implementation Repositories*)
- Verpacken und Weiterleiten von Nachrichten bzw. Empfangen und Entpacken von Ergebnissen
- Dynamische Generierung von Operationsaufrufen falls die Schnittstelle des entfernten Objekts zur Übersetzungszeit nicht bekannt ist (*Dynamic Invocation*)

Aufgaben des Sever-seitigen ORBs:

- Registrierung von Server-Objekten
- Empfang von Client-Aufrufen
- Aufruf der entsprechenden Implementierung über *Skeletons*

Die Schnittstellensprache IDL

- IDL dient zur Spezifikation von Schnittstellen Server-seitiger Klassen, deren Objekte von Clients verwendet werden.
- IDL ist rein deklarativ und programmiersprachen-unabhängig.
- IDL unterstützt die Definition von Modulen, Typen und Schnittstellen (einschließlich Attributen und Operationssignaturen).
- Eine IDL-Operationssignatur hat die Form

```
[oneway] <Ergebnistyp> <Operationsname>  
    (in <Typ> <Parameter>, out <Typ> <Parameter>,  
     inout <Typ> <Parameter>, ...)  
    [raises (<Ausnahme>, ..., <Ausnahme>)],  
    [context (<Kontext>, ..., <Kontext>)]
```

Beispiel: (IDL-Schnittstelle von Konsortium)

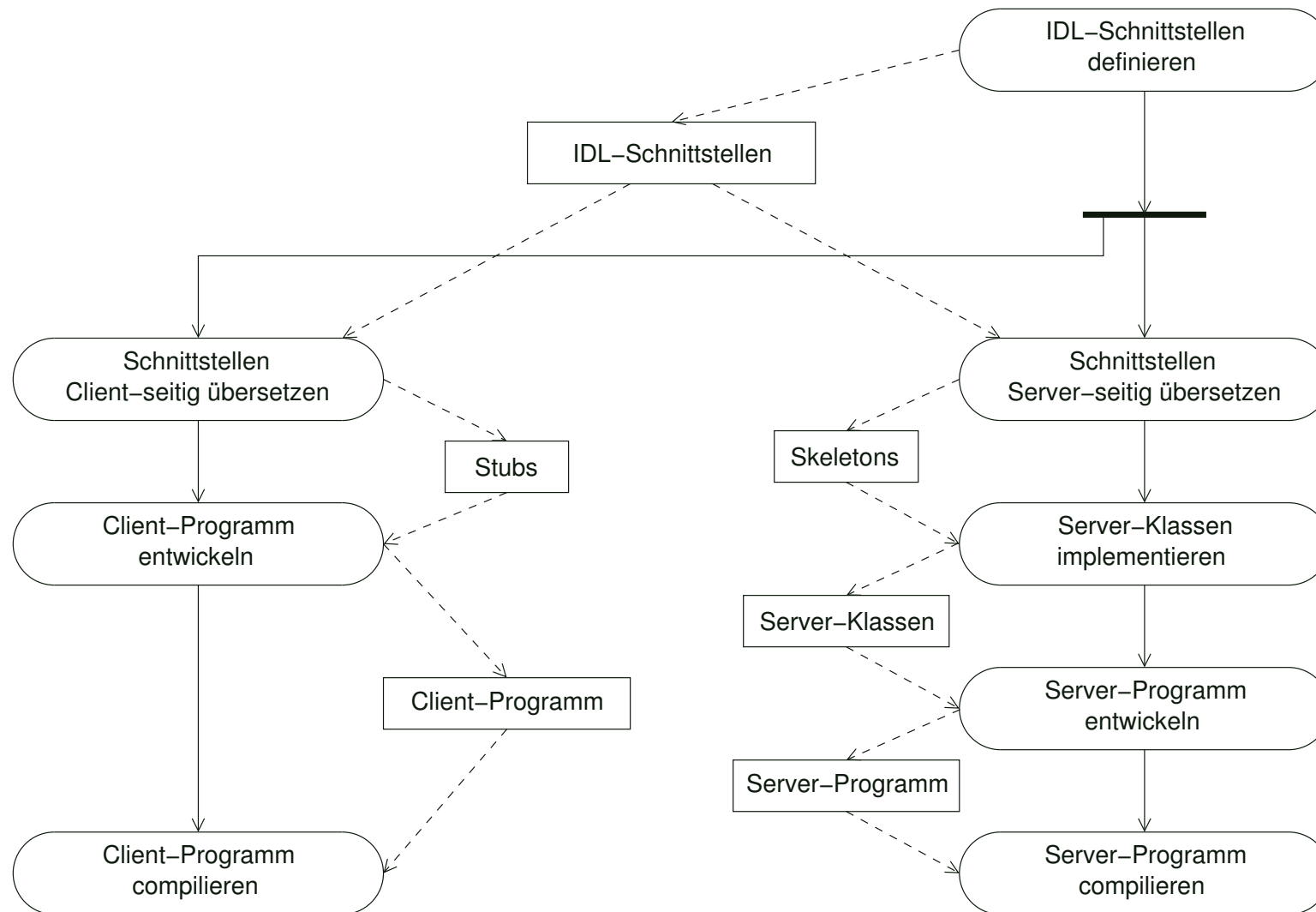
```
interface Konsortium {
    readonly attribute String name;
    String karteUeberpruefen(in long kartennr,
                            in long blz,
                            out long kontonr);

    String transaktionVerarbeiten(in long blz,
                                  in long kontonr,
                                  in double betrag);
}
```

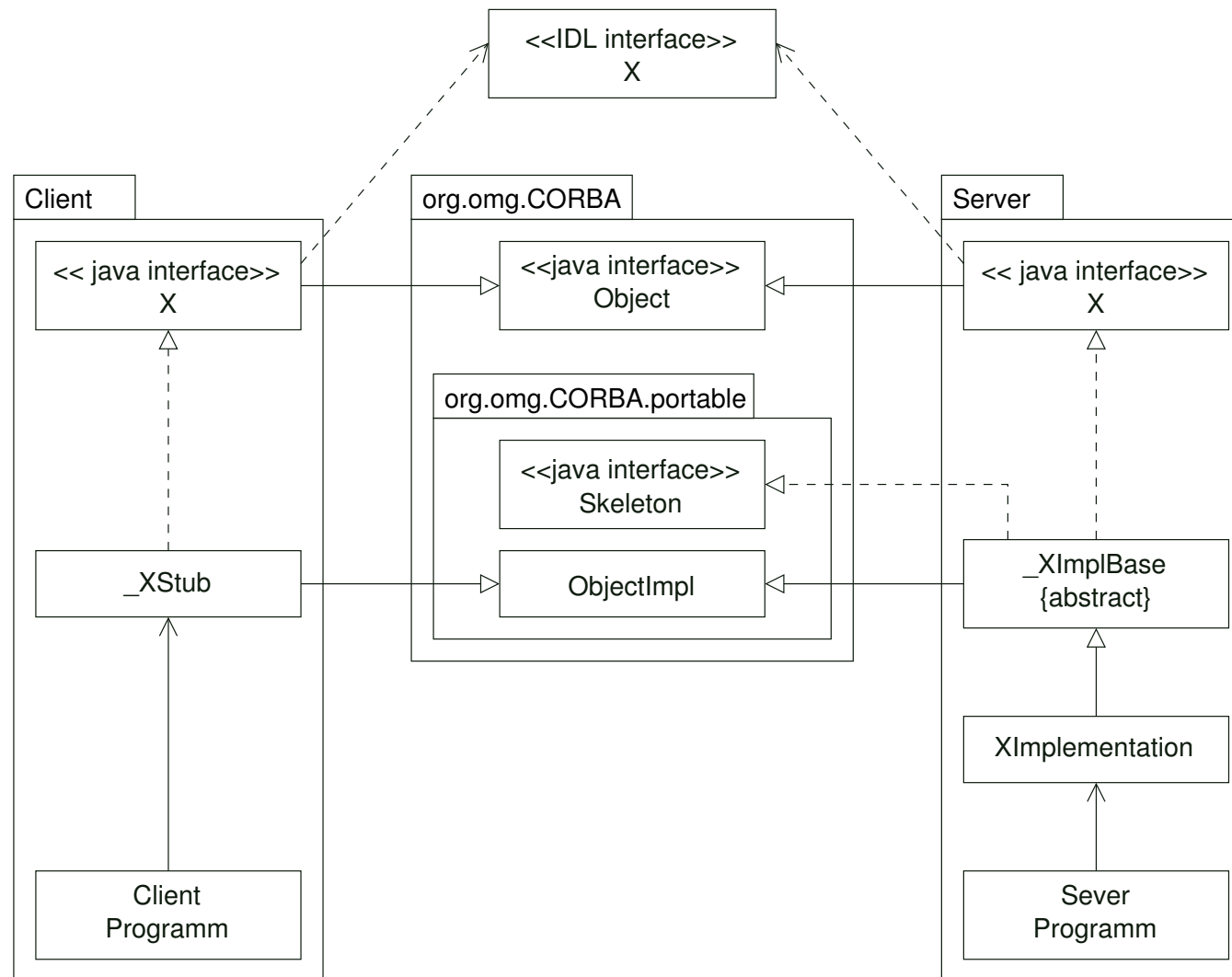
Übersetzung in ein Java-Interface ergibt:

```
public interface Konsortium extends org.omg.CORBA.Object {
    String getName();
    String karteUeberpruefen(int kontonr, int blz, IntHolder kontonr);
    String transaktionVerarbeiten(int blz, int kontonr, double betrag);
}
```

Entwicklung eines CORBA-basierten Systems



Struktur eines CORBA-basierten Systems verteilter Java-Programme



Zusammenfassung von Abschnitt 4.8

- In einem verteilten Objektsystem sind Klassen und Instanzen auf verschiedene Rechner verteilt.
- Entfernte Operationsaufrufe werden von *Object Request Brokern* (ORBs) von Klienten an Server übermittelt.
- Die Transparenz der Netzwerkkommunikation wird durch die Verwendung lokaler Stellvertreter (*Proxies, Stubs, Skeletons*) gewährleistet.
- Der Standard CORBA definiert einen programmiersprachen- und plattformunabhängigen Rahmen für verteilte Objektsysteme.