Universität Zürich[UZH]

Institut für Informatik

Informatik II: Modellierung
Prof. Dr. Martin Glinz

Kapitel 8

Klassen- und Objektmodelle

© 2008-2016 Martin Glinz. Alle Rechte vorbehalten. Speicherung und Wiedergabe für den persönlichen, nicht kommerziellen Gebrauch gestattet; bei auszugsweiser Verwendung mit Quellenangabe. Verwendung für Unterrichtszwecke oder kommerziellen Gebrauch nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Autors.

Inhalt

8.1 Grundkonzepte

8.2 Klassenmodelle

8.3 Objektmodelle

8.1 Grundkonzepte

Idee:

- Beschreibung eines Systems durch eine Menge von Objekten
- Jedes Objekt beschreibt einen in sich geschlossenen Teil
  - der Daten
  - der Funktionalität
  - des Verhaltens

  eines Systems
- Zusammenfassung gleichartiger Objekte zu Klassen

- Ähnlichkeiten mit Datenmodellen
  Aber: In Datenmodellen wird nur der Datenaspekt modelliert

Beispiel: Ein Fahrausweis in einem öV-System

Operationen

Ausstellen

Validieren

Kontrollieren

Daten

Art: Einzelfahrt

Anzahl Zonen: 3

Validiert: ja

Gültigkeitsdauer: 2

Validierungsdatum: 03-05-27

Validierungszeit: 16:23

Validierungszone: 4

~~Fahrzeug Nr.~~
~~Linie~~
~~Entwerter Nr.~~
~~Farbband wechseln~~

Verhalten

Der *ausgestellte* Fahrausweis muss vor Fahrtantritt *validiert* werden.

Die Fahrtausweise können jederzeit während der Fahrt *kontrolliert* werden

Objekte und Klassen

Objekt (object) – Ein individuell erkennbares, von anderen Objekten eindeutig unterscheidbares Element der „Realität“, das heißt des betrachteten Problem- oder Lösungsbereichs.

Beispiel: Der konkrete Einzelfahrschein für drei Zonen, validiert am 27.5.03 um 16:23 Uhr,...

Klasse (class) – 1. Eine eindeutig benannte Einheit, welche eine Menge gleichartiger Objekte beschreibt. 2. Ein Typ, welcher den Aufbau, die Bearbeitungsmöglichkeiten und das mögliche Verhalten von Objekten dieses Typs beschreibt.

Beispiel: Die Klasse Fahrausweis mit den Attributen Art, Anzahl Zonen, Validierungsdatum, Validierungszeit,...

Zwei Sichten: Extension und Intension

- Extensionale Sicht: Eine Klasse ist eine Menge gleichartiger Objekte
- Intensionale Sicht: Eine Klasse ist ein Typ. Sie beschreibt, wie die Objekte der Klasse aufgebaut sind und wie diese Objekte bearbeitet werden können
- Beide Sichten werden häufig vermischt

- Kompromisssicht:

  Eine Klasse repräsentiert eine Menge von Objekten. Sie beschreibt den Aufbau, die Bearbeitungsmöglichkeiten und das mögliche Verhalten ihrer Objekte.

Eine Vielfalt von Modellen und Modellvarianten

- 1990 – 1998: Vielfalt von Modellen und Notationen, die in die Kategorie „Klassen- und Objektmodell“ fallen
- Zum Beispiel: Booch (1994), Coad und Yourdon (1991a, b), Jacobson et al. (1992), Rumbaugh et al. (1991), Wirfs-Brock et al. (1990)
- Seit ca. 1998 dominiert ein Industriestandard:
  Die Unified Modeling Language UML (Rumbaugh, Jacobson und Booch 1999), OMG (2015)

- In dieser Vorlesung:
  - Allgemeingültige, grundsätzliche Konzepte; kompatibel mit UML
  - Notation
    - für Klassenmodelle: UML
    - für Klassendefinitionen: angelehnt an UML

8.2 Klassenmodelle

Klassenmodell (class model) – eine Menge zusammengehöriger Klassendefinitionen

- Eine Klassendefinition definiert
  - Attribute der Objekte der Klasse (lokale Merkmale)
  - Beziehungen der Objekte der Klasse zu Objekten anderer Klassen oder der Klasse zu anderen Klassen
  - Operationen, die auf Objekten der Klasse oder auf der Klasse selbst möglich sind
- Zusätzlich kann jeder Klasse ein Verhaltensmodell zugeordnet sein

Beziehungen

- **Assoziation**: Die Objekte einer Klasse sind Merkmale von Objekten einer anderen Klasse. Gilt in der Regel auch umgekehrt, d.h. Assoziationen sind meistens bidirektional
- **Benutzung**: Die Objekte einer Klasse benutzen Attribute oder Operationen einer anderen Klasse zur Bereitstellung ihrer eigenen Attribute und Operationen
- **Generalisierung**: Beziehung zwischen einer spezialisierten Unterklasse und einer allgemeineren Oberklasse. Die Unterklasse «erbt» alle Merkmale der Oberklasse, und kann weitere Merkmale hinzufügen
- Zu den Assoziationen werden Kardinalitäten modelliert: wie viele Objekte der assoziierten Klasse müssen mindestens / dürfen höchstens mit einem Objekt der eigenen Klasse assoziiert sein. In der UML-Terminologie spricht man von Multiplizitäten.

Beispiel einer Klassendefinition

Eine Klasse aus dem Klassenmodell eines (vereinfachten) Personal-informationssystems:

KLASSE Mitarbeiter im Monatslohn
UNTERKLASSE von Mitarbeiter
ATTRIBUTE (Name, Kardinalität, Wertebereich)
    Leistungslohnanteil [1,1]:CHF
    Überzeitsaldo[1,1]:Stunden
    Ferienguthaben [1,1]:Tage
    ...

BEZIEHUNGEN (Name, Kardinalität, mit Klasse)
    eingestuft in [1,1]:Lohnklasse

Beispiel einer Klassendefinition – 2

OPERATIONEN
Lohn zahlen
Voraussetzung: Mitarbeiter ist aktiv
Ergebniszusicherung: Zahlungsauftrag zugunsten des Mitarbeiters ist erteilt mit Grundlohn aus Lohnklasse und Leistungslohnanteil

BENUTZT (Klasse.Operation)
Zahlungsauftrag.Erteilen

Hinweis: Da Mitarbeiter im Monatslohn eine Unterklasse von Mitarbeiter ist, werden alle Attribute (zum Beispiel Name und Vorname), Beziehungen und Operationen der Klasse Mitarbeiter automatisch übernommen, ohne dass sie nochmals definiert werden müssten.

Klassenmodelle in UML

- UML definiert eine Fülle von Elementen zur Klassenmodellierung. In dieser Vorlesung werden nur die Kernelemente behandelt.
- Klassendefinitionen in UML

```
Class Kunde
  + kdNr: Integer
  + name: String
  + vorname: String  [1..5] {ordered}
  + anrede:  Anredeart
  + geburtsdatum: Date
  #/ alter: Integer {alter >= 0}
  – bewertung: Bonität
  (...)
  + BonitätPrüfen (kdNr: Integer): Bonität
  (...)
```

+	öffentlich
–	privat
#	geschützt
/	abgeleitet
{cc}	Restriktion

«enumeration» Anredeart
Frau Herr

Aufgabe 8.1

In einem Produktionsplanungssystem sind Lagerartikel charakterisiert durch: die Artikelnummer, den Namen, die vorrätige Anzahl, die insgesamt reservierte Anzahl und den Preis. Ferner gibt es Funktionen, welche die aktuell verfügbare Anzahl liefern bzw. eine bestimmte Menge für einen Produktionsschritt reservieren.

Stellen Sie diese Information in Form einer Klassendefinition dar.

Klassenattribute und Klassenoperationen

- Attribute und Operationen charakterisieren die Objekte einer Klasse

Buch
signatur: String titel: String
Bestellen()

Jedes Buchobjekt hat eine Signatur und einen Titel. Jemand kann das Buch bestellen

- Zusätzlich kann eine Klasse eigene Attribute und Operationen haben

Buch
signatur: String titel: String
Bestellen() <u>Bestand(): Integer</u>

Bestand ermittelt die Zahl der aktuell vorhandenen Buchobjekte: dies ist eine Klassenoperation

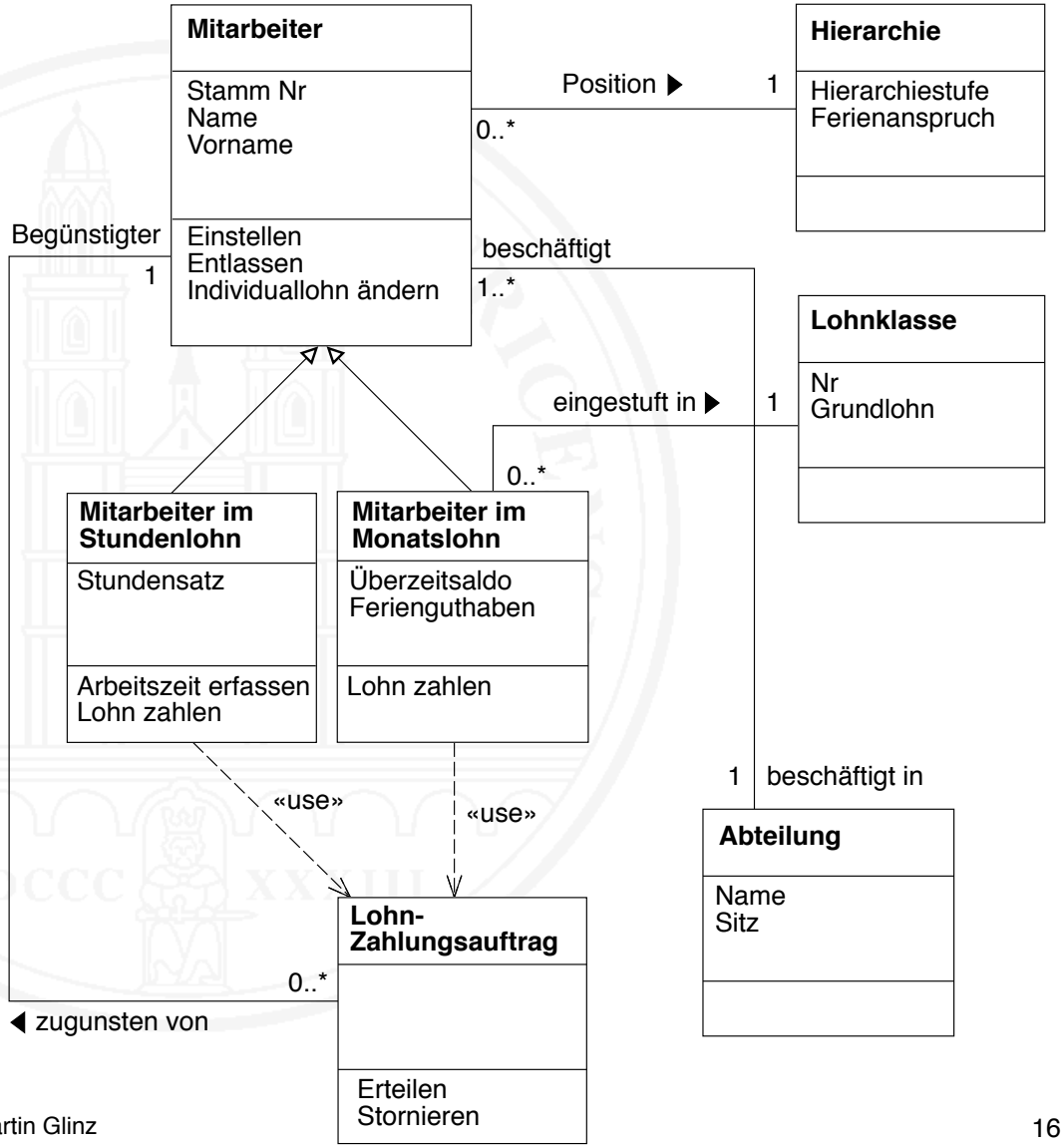
Klassenattribute und –operationen werden <u>unterstrichen</u>

Klassendiagramme

- Klassendiagramme beschreiben die Klassen und ihre Zusammenhänge (analog zu Entity-Relationship-Diagrammen).
- Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Notationen; wesentliche Gemeinsamkeit:
  - Rechtecke für Klassen
  - Linien für Assoziationen
- Heute dominiert UML (Unified Modeling Language) als Notation

Beispiel eines Klassendiagramms

Klassendiagramm eines Personalinformations-systems in UML-Notation (stark vereinfacht)



Aufgabe 8.2

Die folgenden Klassen aus dem Modell eines Produktionsplanungssystem seien gegeben: Lagerartikel (vgl. Aufgabe 8.1), Artikel, Sonderartikel, Lager, Lieferant. Lagerartikel und Sonderartikel sind Unterklassen von Artikel.

Zu diesen Klassen sind folgende Attribute bekannt:

- Artikel: Artikelnummer, Name
- Lager: Name, Ort
- Lieferant: Nummer, Name

Ferner seien folgende Operationen und Beziehungen bekannt:

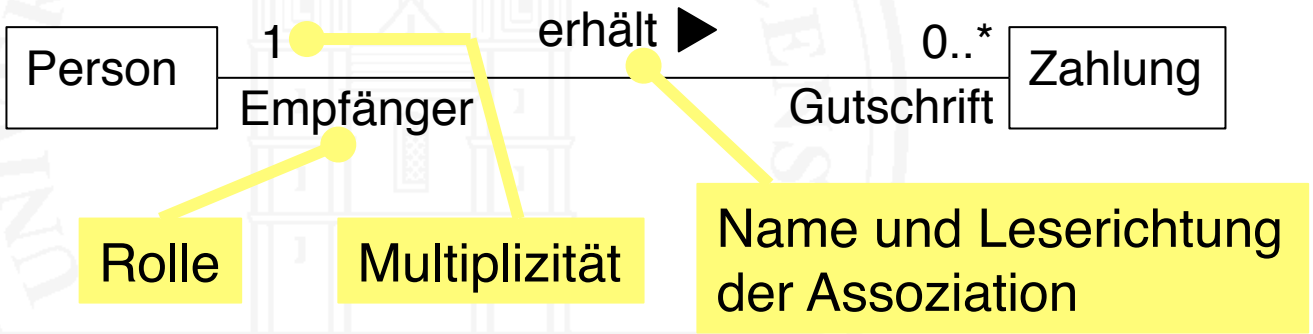
- Lagerartikel sind in genau einem Lager eingelagert
- Zu jedem Lagerartikel gibt es mindestens einen Lieferanten
- Für Sonderartikel gibt es eine Beschaffungsoperation.

Modellieren Sie diese Informationen als Klassendiagramm in UML-Notation.

Klassendiagramme in UML: Elemente der Notation

- Klasse

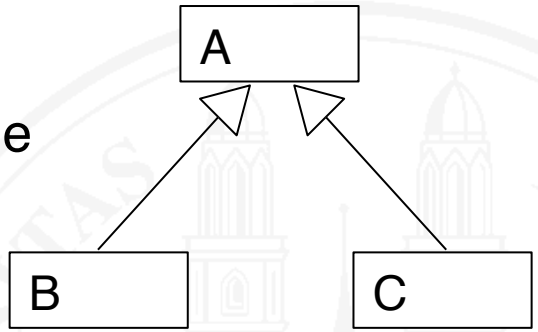
- Assoziation

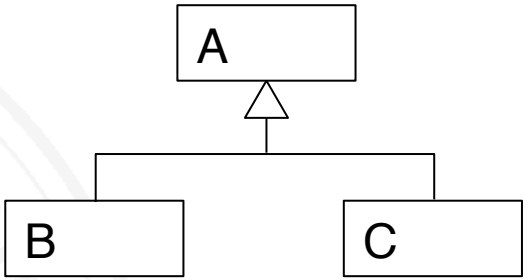


- Benutzung

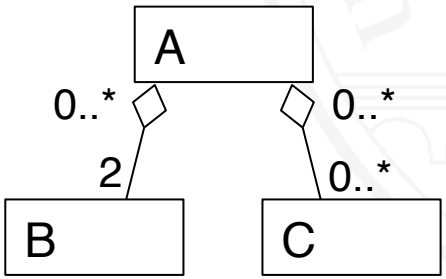
Klassendiagramme in UML – 2

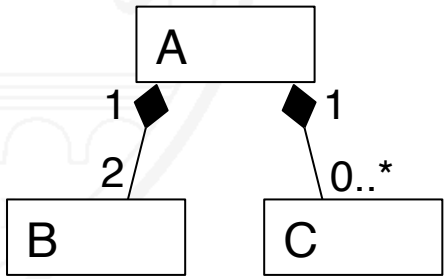
- Generalisierung:
  A ist eine allgemeine Oberklasse,
  B und C sind spezialisierte Unterklassen





Teil-Ganzes-Beziehung: A besteht aus B und C





Aggregation: B und C existieren unabhängig von A

Komposition: B und C sind abhängig von A und A exklusiv zugeordnet

Aufgabe 8.3

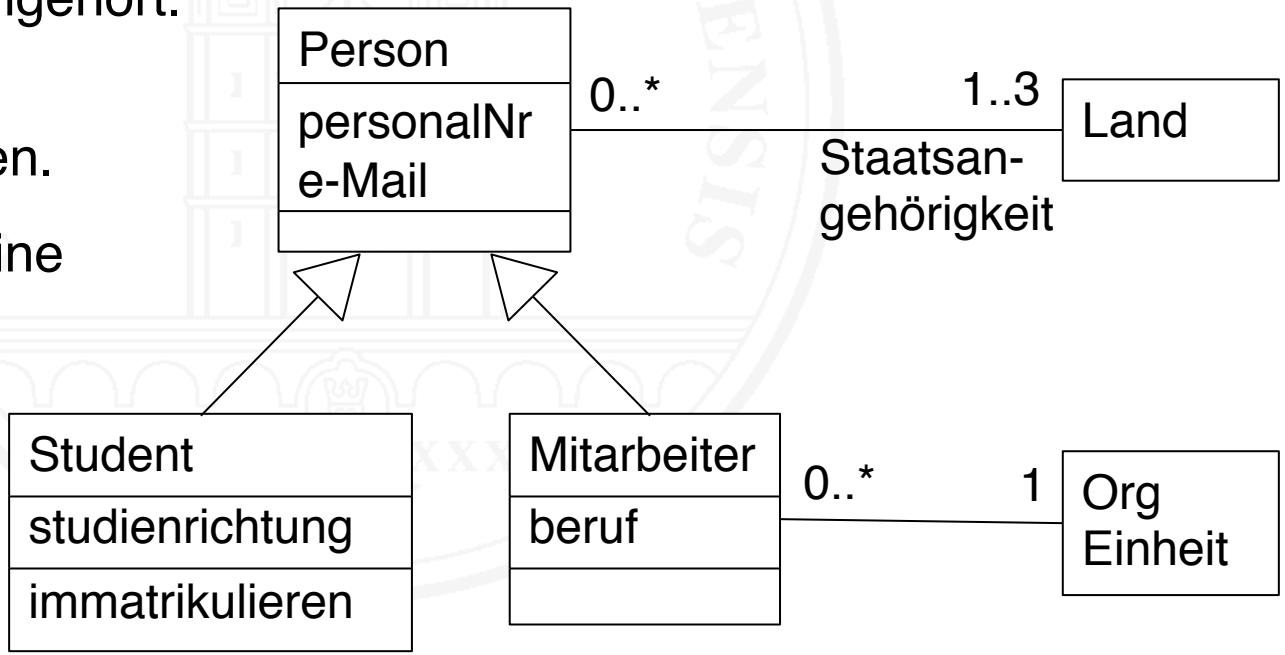
Welche Aussagen sind richtig?

a) Jeder Student ist eine Person. Er hat eine Personalnummer, eine e-Mail Adresse und bis zu drei Staatsangehörigkeiten.

b) Für jede Person ist bekannt, welchen Beruf sie hat und welcher Organisationseinheit sie angehört.

c) Studenten können immatrikuliert werden.

d) Mitarbeiter haben eine Personalnummer.



Werkzeug-, Material- und Automatenklassen

[Züllighoven 1998]

- Eine Klasse ist in der Regel passiv: sie bietet Operationen an, mit denen die Objekte der Klasse von Dritten bearbeitet werden können
  - Die Objekte der Klasse werden durch den Aufruf von Operationen bearbeitet, sie benutzen aber keine Operationen anderer Klassen: Die Objekte dieser Klassen verhalten sich wie Materialien, die von Dritten bearbeitet werden.
  - Die Objekte einer Klasse werden durch den Aufruf einer Operation bearbeitet; sie verwenden hierzu auch Operationen auf Objekten anderer Klassen: sie verhalten sich wie Werkzeuge.
- Eine aktive Klasse bietet in der Regel keine Operationen an, sondern ihre Objekte empfangen Signale, welche den Ablauf steuern: sie verhalten sich wie ein Automat.

Notation für aktive Klassen in UML:

Verhaltensbeschreibung

- Verhalten kann in den heutigen Klassenmodellen nicht integriert beschrieben werden
  - Aktueller Forschungsgegenstand, u.a. in Zürich
- Stattdessen:
  - Lokale Verhaltensmodellierung durch separates Verhaltensmodell für jede Klasse, in der Regel mit Statecharts
  - Werkzeug- und Materialklassen: spezifiziert, wann welche Operation erlaubt ist
  - Automatenklassen: spezifiziert das Verhalten der Objekte
- Globales Verhalten (über Klassen hinweg)
  - Möglich über ein neben dem Klassenmodell stehendes globales Verhaltensmodell
  - aber: Bruch des Prinzips der Objektorientierung

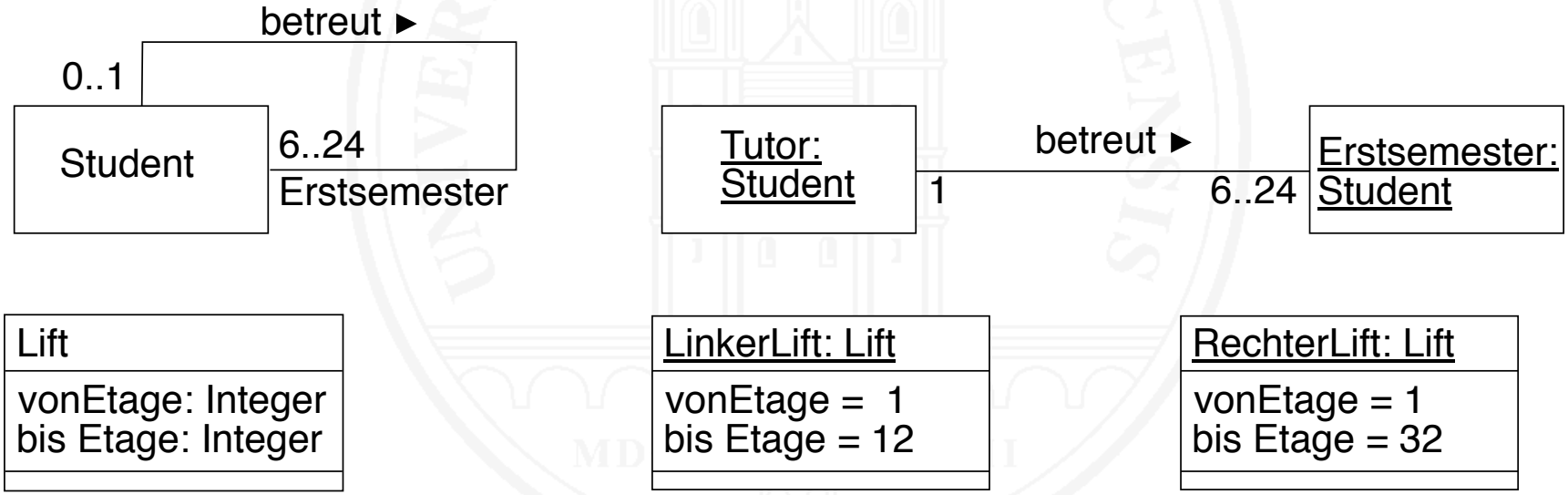
8.3 Objektmodelle

- Objektmodelle können als Alternative oder als Ergänzung zu Klassenmodellen verwendet werden.
- Keine konkreten Objekte („der Tutor Peter Meier“) sondern abstrakte Objekte, die als Repräsentant für konkrete Objekte stehen („ein Tutor“).
- Hintergrund: Klassenmodelle versagen, wenn
  - der konkrete Verwendungskontext eines Objekts modelliert werden soll
  - verschiedene Objekte der gleichen Klasse zu modellieren sind
  - ein Modell hierarchisch in Komponenten zerlegt werden soll

[Joos et al. 1997, Glinz, Berner, Joos 2002]

Klassenmodelle vs. Objektmodelle

- Klassenmodelle können verschiedene Objekte der gleichen Klasse nicht modellieren
- ➪ Objektmodelle sind in solchen Situationen überlegen



Klassenmodell

Objektmodell

Objektmodelle in UML

- UML verwendet Objektmodelle hauptsächlich zur Ergänzung eines Klassenmodells
  - Mehrere Objekte der gleichen Klasse
  - auszugsweisen Modellierung des Arbeitskontextes der Objekte einer Klasse

- Ganz auf Klassenmodelle verzichten?

➪ Geht nicht, weil Vererbungszusammenhänge auf Klassen, nicht auf Objekten definiert sind

Methodik der Klassen- und Objektmodellierung

- Erweiterung der von der Datenmodellierung bekannten Verfahren:
- Objektanalyse
  - Liefert Klassen, Attribute, Assoziationen
  - Zusätzlich: Auswertung der Handlungen
    ➔ Operationen, Verhalten
  - Zusätzlich: Untersuchung von Gemeinsamkeiten und Spezialfällen
    ➔ Vererbungszusammenhänge
- Ereignis-Reaktions-Analyse
  - Zusätzlich: Auswertung der geforderten Reaktionen
    ➔ Operationen, Verhalten
  - Zusätzlich: Untersuchung von Gemeinsamkeiten und Spezialfällen
    ➔ Vererbungszusammenhänge
- Verhaltensmodelle: Analog zum im Kapitel 7 beschriebenen Vorgehen

Aufgabe 8.4

Zu entwickeln sei ein Informationssystem für Pauschalreisen. Folgender Auszug aus der Problemstellung ist gegeben:

Das System kennt das Angebot an Pauschalreisen und die zugehörigen Anbieter. Zu jeder Reise im Angebot sind Hotelname, Kategorie, Ort, Reisedaten und Preis bekannt.

Ein Kunde kann das Angebot durchsehen und bei Interesse eine Reise provisorisch oder fest buchen. Zu jeder Buchung müssen Datum, Preis der Reise sowie Name, Vorname, Geburtsdatum und Adresse des Kunden vermerkt werden. Der Kunde kann eine Buchung stornieren.

Jede Buchung/Stornierung wird der Buchhaltung mitgeteilt, welche sich um Inkasso/Rückerstattungen kümmert.

Modellieren Sie die genannten Anforderungen in einem Klassenmodell. Lassen Sie Details der Buchhaltung beim Modellieren weg.

Aufgabe 8.4 (Fortsetzung)

a) Ermitteln Sie zunächst die Kandidaten für Klassen, Attribute, Beziehungen und Operationen

b) Klassifizieren und ordnen Sie die in a) gefundenen Modellelemente und zeichnen Sie ein Klassenmodell.

Literatur

Booch, G. (1994). *Object Oriented Analysis and Design with Applications*. Second Edition. Redwood City, Ca.: Benjamin/Cummings.

Coad, P., E. Yourdon (1991a). *Object-Oriented Analysis*. 2nd edition. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall. [auf Deutsch: Objektorientierte Analyse, 1994 im gleichen Verlag]

Coad, P., E. Yourdon (1991b). *Object-Oriented Design*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall. [auf Deutsch: Objektorientiertes Design, 1994 im gleichen Verlag]

Glinz, M., S. Berner, S. Joos (2002). Object-Oriented Modeling With ADORA. *Information Systems* **27**, 6. 425-444.

Jacobson, I., M. Christerson, P. Jonsson, G. Övergaard (1992). *Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach*. Amsterdam; Reading, Mass. [u.a.]: Addison-Wesley.

Joos, S., S. Berner, M. Arnold, M. Glinz (1997). Hierarchische Zerlegung in objektorientierten Spezifikationsmodellen. *Softwaretechnik-Trends*, **17**, 1 (Feb. 1997). 29-37.

Meyer, B. (1998). *Object Oriented Software Construction*. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Oestereich, B. (2004). *Objektorientierte Softwareentwicklung: Analyse und Design mit der UML 2.0*. 6. Auflage. München: Oldenbourg Verlag.

Object Management Group (2015). *OMG Unified Modeling Language (OMG UML)*, version 2.5. OMG document formal/2015-03-01. http://www.omg.org/spec/UML/2.5

Rumbaugh, J., M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy, W. Lorensen (1991). *Object-Oriented Modeling and Design.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
[auf Deutsch: *Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen*, München: Hanser, 1993

Literatur – 2

Rumbaugh, J., I. Jacobson, G. Booch (1999). *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Reading, Mass., etc.: Addison-Wesley.

Wirfs-Brock, R., B. Wilkerson, L. Wiener (1990). *Designing Object-Oriented Software.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
[auf Deutsch: *Objektorientiertes Software Design*, München: Hanser, 1993]

Züllighoven, H. (1998). *Das objektorientierte Konstruktionshandbuch.* Heidelberg: dpunkt Verlag.