Martin Glinz

Informatik für Ökonomen II: Modellierung von Informatiksystemen

Wintersemester 2005/06

4. Modellierung von Daten

Universität Zürich
Institut für Informatik

ifi

4.1 Grundlagen und Motivation

Wie kommt Sonja Müller in den Computer

und wie kommen die Fotobücher, die sie im Web bestellt hat, zu ihr?

Welche Daten muss der Buchversand über Sonja Müller und ihre Bestellungen kennen und speichern?

Grundlagen und Motivation – 2

- Geschäfts- und Informationsobjekte müssen als Daten in Informatiksystemen repräsentiert werden, damit diese ihre Aufgaben erfüllen können

- Solche Daten sind in der Regel
  - langlebig
  - stabil
  - wertvoll

Was ist zu tun?

- Analyse der Geschäfts- und Informationsobjekte eines Problembereichs
  - Welchen Ausschnitt aus dem Problembereich muss ein geplantes System kennen (damit es seine Aufgaben erfüllen kann)?
  - Wie soll dieser Ausschnitt auf Daten des Systems abgebildet werden?
  - Wo liegen die Grenzen (welche Daten gehören zum System und welche nicht)?

Mögliche Modellierungstechniken

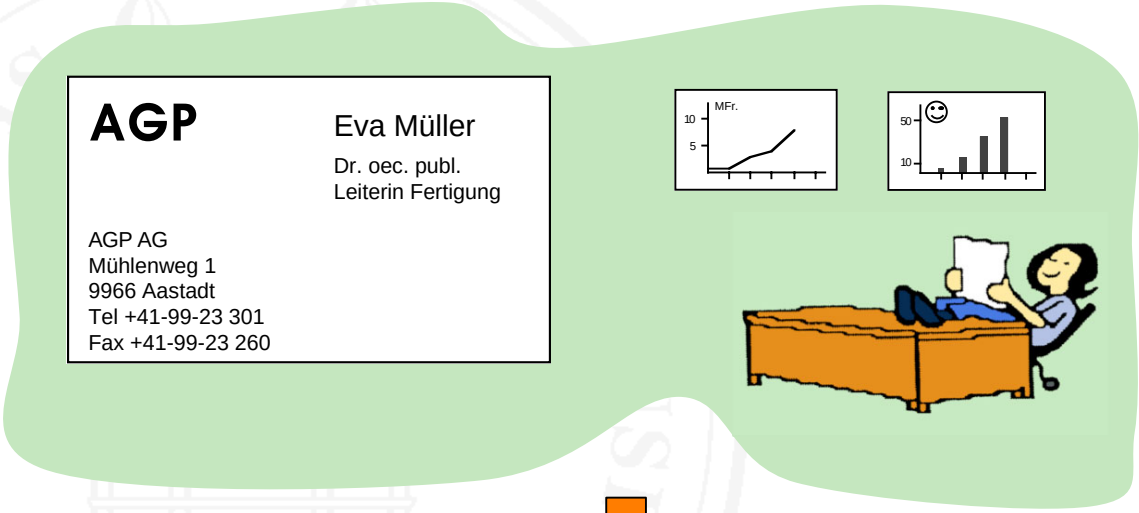
- Klassische Technik für die Modellierung von Daten: Entity-Relationship-Modell oder Gegenstands-Beziehungs-Modell (Chen 1976)
  - Vor allem als Basis für den Entwurf von Datenbanken
  - In den Vorlesungen von Prof. Dittrich behandelt

- Direkte Modellierung von Objekten: Klassen- und Objektmodelle
  - Bezieht auch Operationen auf den Daten sowie Verhalten ein
  - Universeller Ansatz
  - Basis der Modellierungssprache UML

Entity-Relationship-Modelle

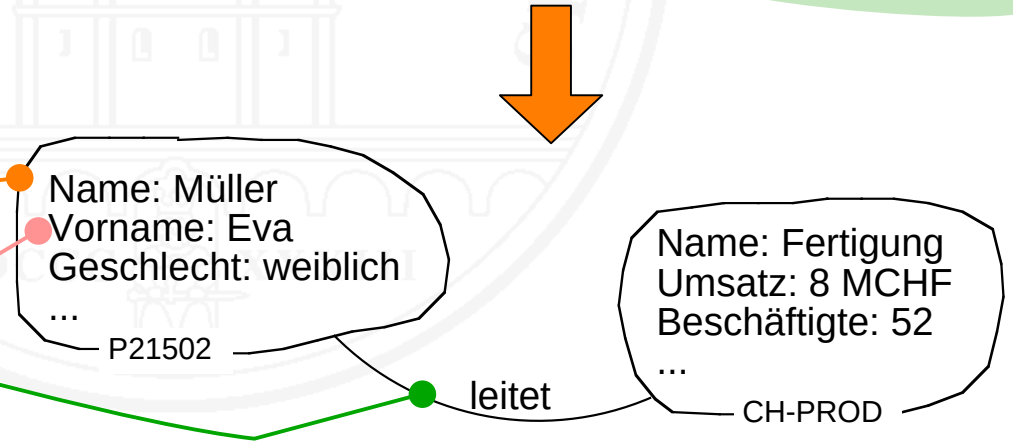
Das Prinzip

Die interessierenden Elemente eines Problembereichs ...



... werden abgebildet auf

- Gegenstände
- Beziehungen
- Attribute



Die „ganze Realität“ modellieren?

- Meist interessieren nicht die konkreten Gegenstände und Beziehungen,
- ... sondern die zu Grunde liegenden Konzepte
- ➪ Klassifizieren der Daten nach gemeinsamen Merkmalsarten,
- ➪ Abstrahieren von den individuellen Merkmalsausprägungen

Eva Müller, Hans Peter Maier, Anne Weber, ...	⇒	Mitarbeiter(in) mit Attributen Name, Vorname, Geschlecht, ...
Fertigung, Einkauf, Finanzen, ...	⇒	Abteilung mit Attributen Name, Umsatz, Beschäftigte, ...
Eva Müller leitet Fertigung Hans Peter Maier leitet Finanzen Anne Weber leitet Einkauf, ...	⇒	Mitarbeiter(in) leitet Abteilung

...

Bedeutung der Modellierungsabsicht (Pragmatik)

- Die Klassifizierung hängt vom Umfeld und der Modellierungsabsicht (Pragmatik) ab

Beispiele:

- Eva Müller wird klassifiziert als
  - Mitarbeiterin in einem Personalinformationssystem
  - Patientin in einem Spitalinformationssystem
- In einem Reisebüro werden Reisen gebucht. Die Buchung kann modelliert werden als
  - Beziehungstyp zwischen Reise und Kunde
  - als Gegenstandstyp mit Beziehungen zu Reise und Kunde

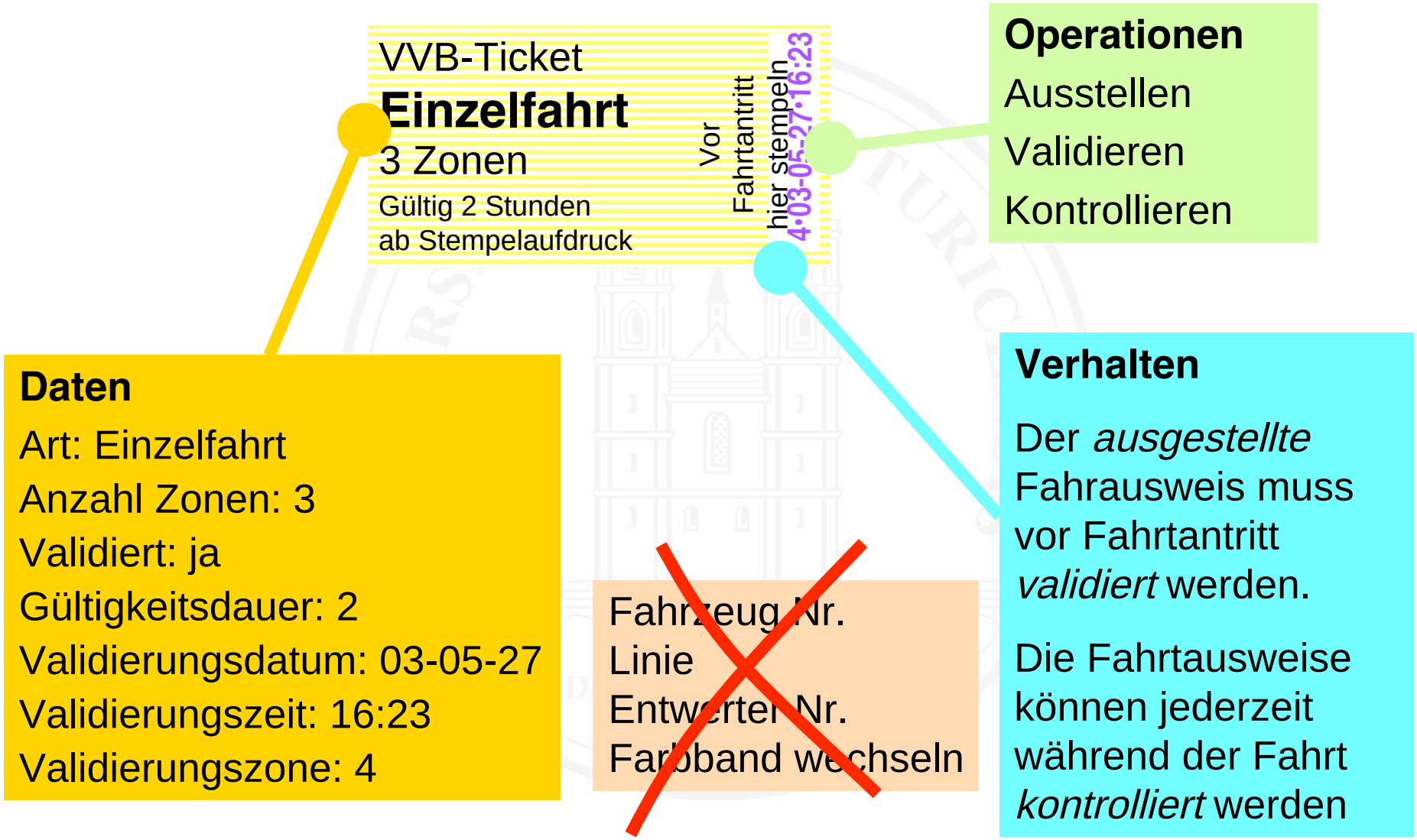
4.2 Klassen- und Objektmodelle: Grundlagen

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
- Weiterentwicklung des Konzepts der Entity-Relationshipmodelle
  - Viele Ähnlichkeiten, v.a. in der Modellbildung
  - Aber: Entity-Relationshipmodelle erfassen nur den Datenaspekt

Beispiel: Ein Fahrausweis in einem öV-System



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), Oestereich (2004), UML 2.0 (2004)]
- In dieser Vorlesung:
  - Allgemeingültige, grundsätzliche Konzepte; kompatibel mit UML
  - Notation
    - für Klassenmodelle: UML
    - für Klassendefinitionen: angelehnt an UML

4.3 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

Beziehungsarten

- 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
- Vererbung: Eine Klasse ist Unterklasse einer anderen Klasse. Sie «erbt» alle Attribute und Operationen dieser Klasse, d.h. alle Objekte der Klasse verfügen über diese, ohne dass sie in der Klasse lokal definiert worden wären
- Zu den Assoziationen werden Kardinalitäten modelliert: wieviele Objekte der assoziierten Klasse müssen mindestens / dürfen höchstens mit einem Objekt der eigenen Klasse assoziiert sein.

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.

Aufgabe 4.1

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.

Klassendiagramme

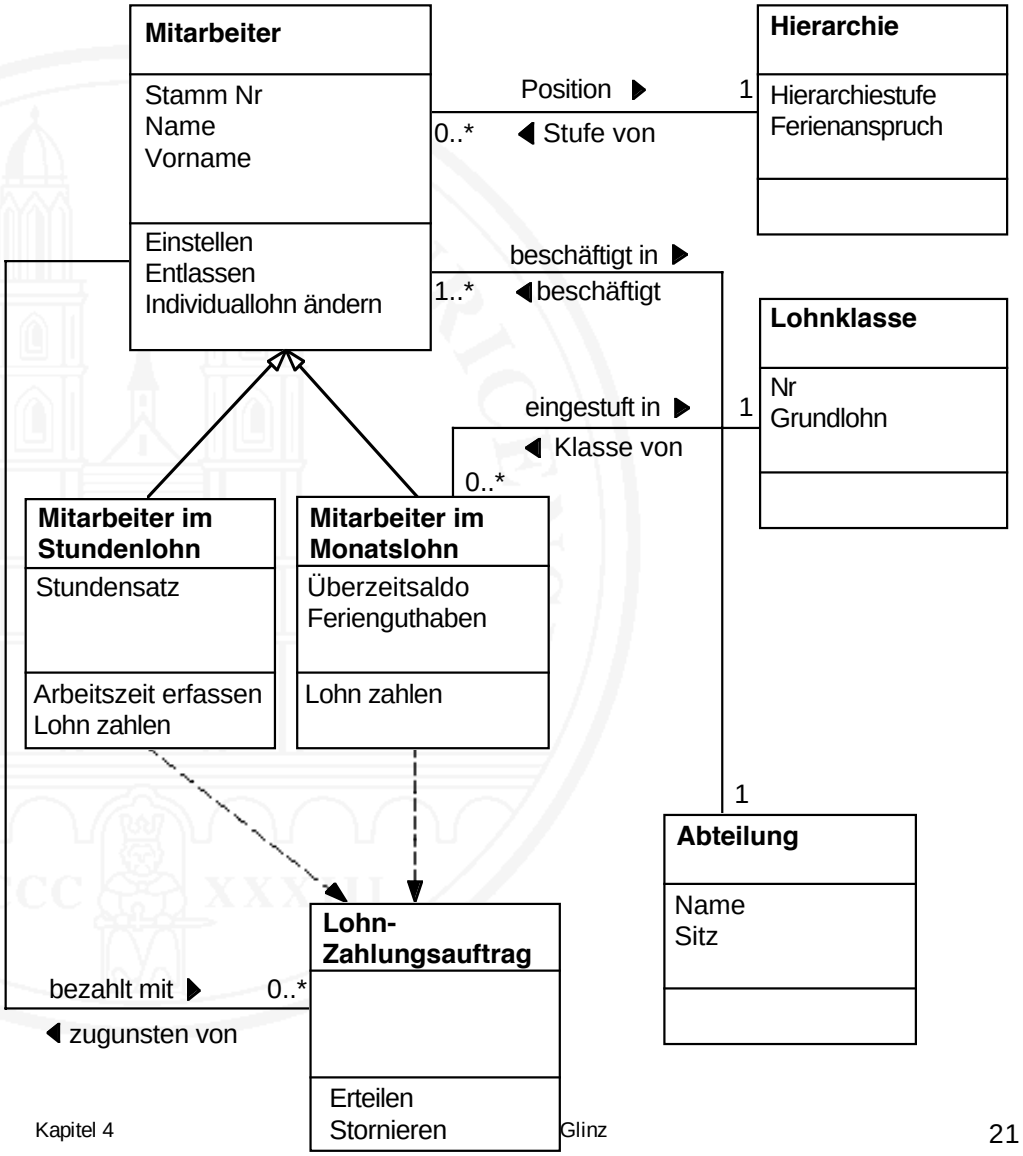
- Klassendiagramme beschreiben die Klassen und ihre Zusammenhänge (analog zu Entity-Relationship-Diagrammen).
- Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Notationen; wesentliche Gemeinsamkeit:
  - Rechtecke für Klassen
  - Linien für Assoziationen
- Heute dominiert UML (Unified Modeling Language) als Notation

Klassendiagramme in UML

- Rechtecke für Klassen
- Unterteilung der Klassensymbole durch zwei Linien: Oben der Klassenname, in der Mitte die wichtigsten Attribute, unten die wichtigsten Operationen
- Linien für Assoziationen
- Gestrichelte Pfeile für Benutzung
- Linien mit leeren Pfeilspitzen für Vererbung
- Pfeilspitzen geben die Beziehungsrichtung an
- Kardinalitäten: Die erste Zahl (notiert bei der Klasse, auf welche die Pfeilspitze zeigt) ist die Mindestzahl, die zweite Zahl die Höchstzahl der verknüpften Objekte. Ist nur eine Zahl angegeben, so sind Mindest- und Höchstzahl gleich.

Beispiel eines Klassendiagramms

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



Aufgabe 4.2

Die folgenden Klassen aus dem Modell eines Produktionsplanungssystem seien gegeben: Lagerartikel (vgl. Aufgabe 4.1), 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.

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
  - Mittel: In der Regel Zustandsmodelle (in dieser Vorlesung nicht behandelt)

- Globales Verhalten (über Klassen hinweg)
  - In vielen Modellen (einschl. UML) nicht modelliert
  - Möglich über ein neben dem Klassenmodell stehendes globales Verhaltensmodel

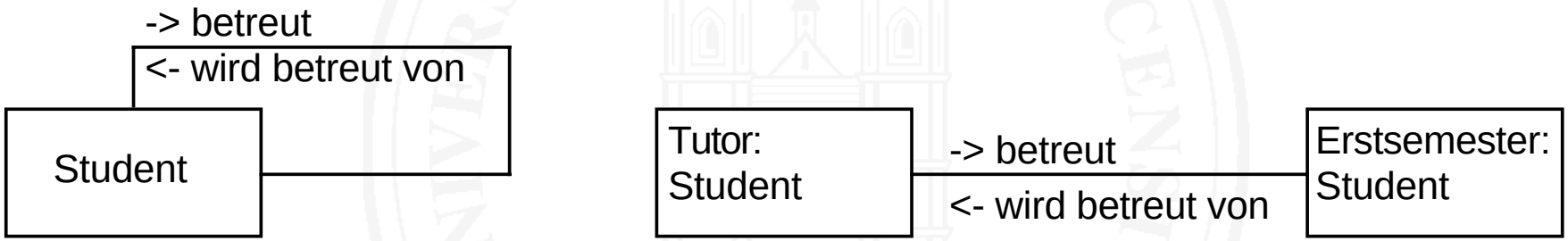
4.4 Objektmodelle

- 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

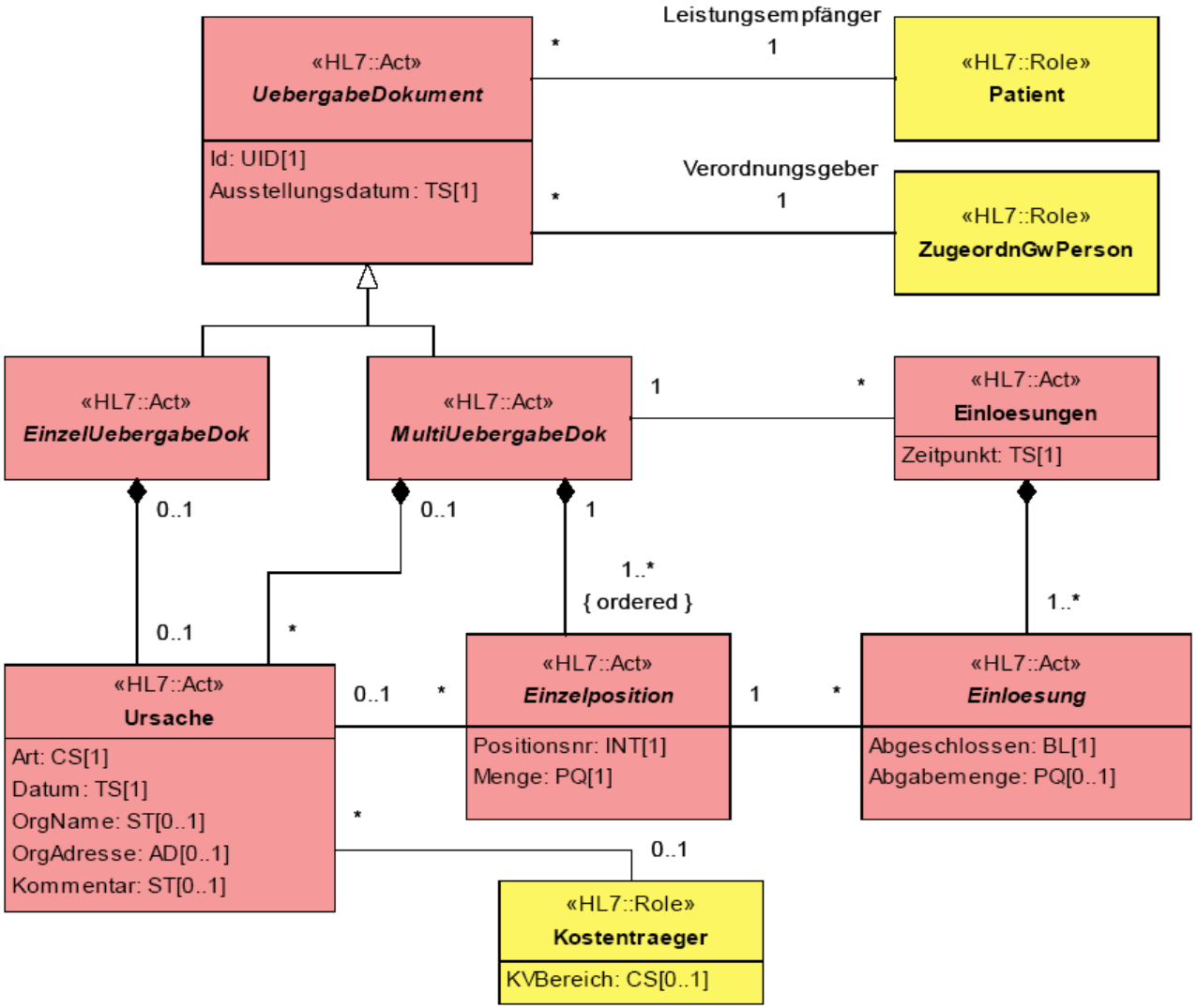


Klassenmodell

Objektmodell

- Ganz auf Klassenmodelle verzichten?
- ➪ Geht nicht, weil Vererbungszusammenhänge auf Klassen, nicht auf Objekten definiert sind

Fallstudie Gesundheitskarte: e-Rezept



Hinweise

Rezept ist eine Unterklasse von MultiUebergabeDok

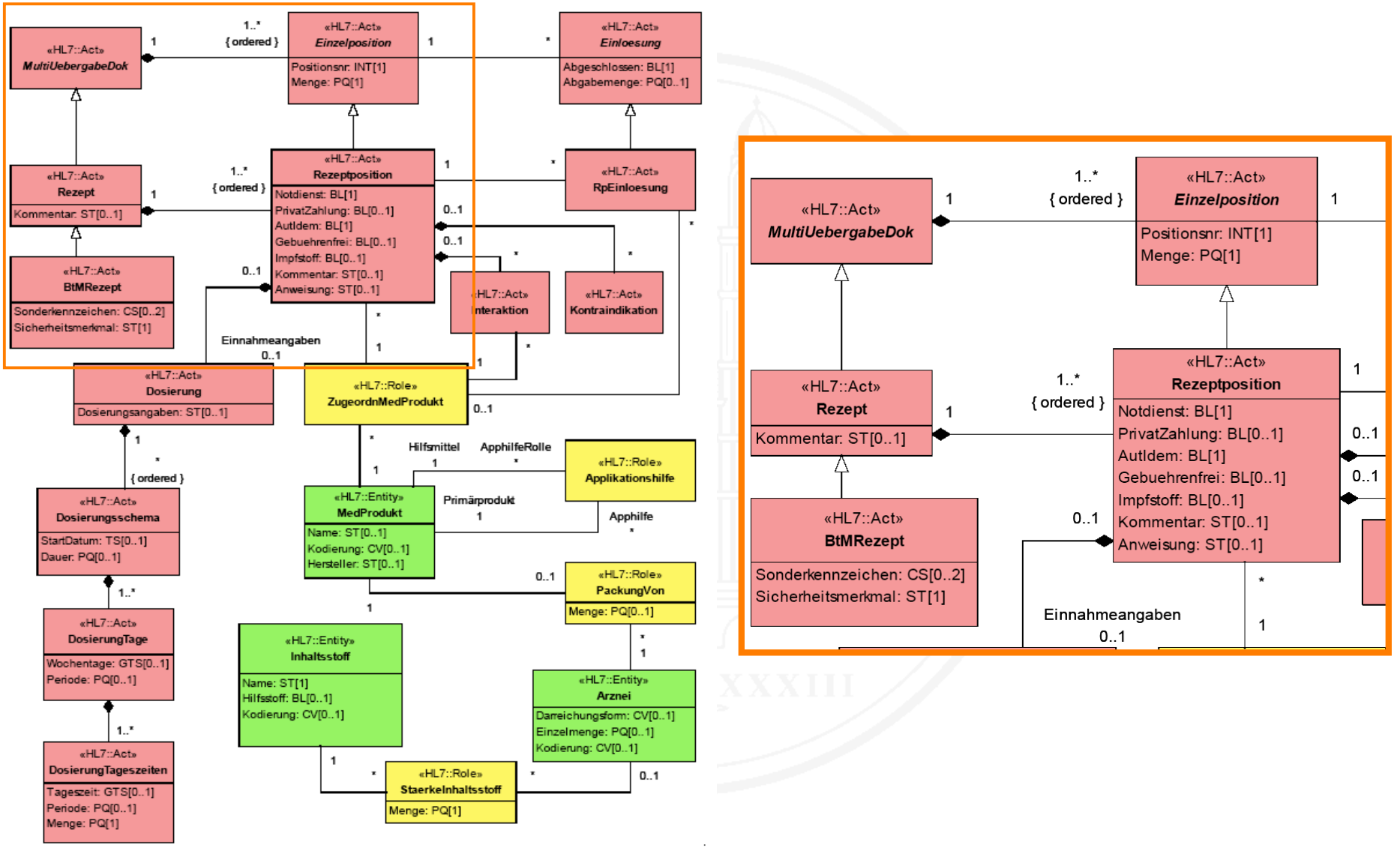
Rollen verweisen auf ein Referenzmodell im Gesundheitswesen [HL7 (2005)]

TS, CS, etc. sind spezielle Wertebereiche, zum Beispiel:

TS: Point in time

CS: Coded simple value

Fallstudie Gesundheitskarte: e-Rezept – 2



4.5 Methodik der Modellierung von Daten

- Informationsquellen: Aufgabenbeschreibungen, Gespräche oder Gesprächsnotizen, Formulare, Beschreibungen vorhandener oder verlangter Datenbestände, Glossare (Begriffslexika), Szenarien, Anwendungsfälle
- Modellbildung (vgl. Kapitel 1)
  - Gewinnung: Informationsquellen erschließen und auswerten
  - Beschreibung:
    - Gewonnene Information klassifizieren, ordnen und als Daten-modell-Fragmente darstellen
    - Fragmente abgleichen / zusammenbauen / vervollständigen
  - Rückkopplung durch ständiges Validieren/Reflektieren von Modellfragmenten
- Mögliche Verfahren: Objektanalyse, Ereignis-Reaktions-Analyse

Objektanalyse

Prinzip: Textanalyse des vorhandenen Materials

- Grammatisches Subjekt, grammatische Objekte → Kandidaten für Gegenstände, Gegenstandstypen, Attributwerte, Attribute oder Wertebereiche
- Verben beschreiben Zusammenhänge oder Handlungen:
  - Zusammenhänge → Beziehungen, Attribute
  - Handlungen → Funktionalität, Verhalten (wird in Entity-Relationship-Modellen nicht modelliert)
- Adjektive präzisieren Aussagen, schränken sie ein oder sind Kandidaten für Attributwerte
- Fragmente klassifizieren, ordnen, vervollständigen

Objektanalyse – 2

- Liefert nur bei brauchbarem Ausgangsmaterial brauchbare Ergebnisse
- Das Klassifizieren, Ordnen und Vervollständigen ist die Hauptarbeit

- Abgrenzung von Gegenständen/Gegenstandstypen gegen Attribute/Werte:
  - Gegenstände haben eine Identität
  - Attributwerte sind Daten ohne eigene Identität
  - Attribute von Attributen werden in der Regel vermieden: In solchen Situationen Gegenstandstypen und Beziehungstypen modellieren

Beispiel zur Objektanalyse: Ausgangslage

Zu erstellen sei ein **Informationssystem für Reisebüros**

Der Kunde verfügt über ein Glossar (Begriffslexikon) für seinen Anwendungsbereich. Hier findet sich folgende Information:

...

Buchung – Kauf eines ↑Arrangements (provisorisch oder fest) durch einen ↑Kunden. Gibt an, welches Arrangement von welchem Kunden gebucht wurde. Enthält ferner Buchungsdatum, Preis, ↑Buchungsstatus und Kurzzeichen des ↑Sachbearbeiters.

...

Beispiel zur Objektanalyse: Vorgehen

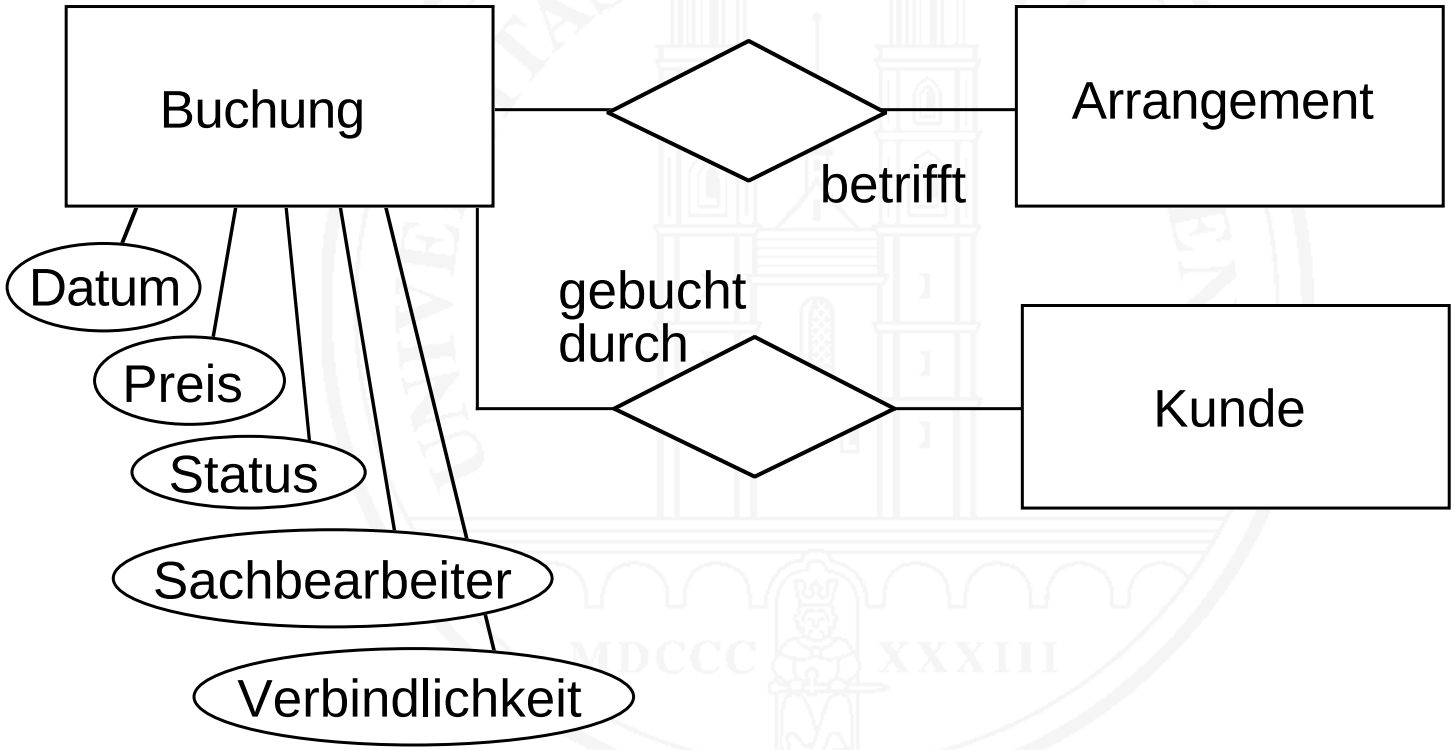
Buchung - Kauf eines ↑Arrangements (provisorisch oder fest) durch einen ↑Kunden. Gibt an, welches Arrangement von welchem Kunden gebucht wurde. Enthält ferner Buchungsdatum, Preis, ↑Buchungsstatus und Kurzzeichen des ↑Sachbearbeiters.

Gegenstandstypen:	Attribute:	Attributwerte:
Buchung, ~~Kauf~~	~~Buchungs~~Datum	provisorisch
Arrangement	Preis	fest
Kunde	~~Buchungs~~Status	
	~~Kurzzeichen des~~ Sachbearbeiter~~s~~	
	Verbindlichkeit	

gebucht wurde: Beziehungen Buchung – Arrangement, Buchung – Kunde
Enthält: Zuordnung von Buchungsdatum, etc. als Attribute von Buchung

Beispiel zur Objektanalyse: Modellfragment

Resultierendes Modellfragment:



Ereignis-Reaktions-Analyse

- Informatiksysteme werden durch Ereignisse angestoßen und müssen darauf reagieren
- Beispiel elektronischer Einkauf:
  - Ereignis: Benutzer will seine Bestellung bezahlen
  - Reaktion: Bezahlung abwickeln
- Prinzip:
  - Für jedes auf das Informatiksystem einwirkende Ereignis ...
  - ... die erwartete Reaktion des Informatiksystems bestimmen
- Informationsquellen:
  - Prozessbeschreibungen
  - Interaktion der Benutzer mit dem System (Szenarien)
  - Beschreibungen von zu unterstützenden Funktionen und Abläufen

Ereignis-Reaktions-Analyse – Analysefragen

- Auf welchen Objekten müssen welche Operationen ausgeführt werden, um die erwartete Reaktion zu erzeugen?
  - ➪ Objekte
  - ➪ Operationen auf Objekten
- Welche nicht mit dem Ereignis eintreffenden Daten werden für die Reaktion benötigt?
  - ➪ Das Informatiksystem muss diese Daten kennen ➪ Bestandteil des Entity-Relationship- / Klassen- / Objektmodells
- Welche erzeugten Ergebnisse werden nicht sofort, sondern in späteren Schritten benötigt?
  - ➪ Das Informatiksystem muss diese Daten speichern ➪ Bestandteil des Entity-Relationship- / Klassen- / Objektmodells

Beispiel zur Ereignis-Reaktions-Analyse

Zu erstellen sei ein Informationssystem für Reisebüros

In einem Szenario zu diesem System findet sich folgende Information:

Eine Person will ein Arrangement buchen. Zunächst wird geprüft, ob das gewünschte Arrangement existiert und ob es noch ausreichend freie Plätze hat. Falls ja, so wird das Arrangement gebucht. Hierzu erfasst der Berater die persönlichen Daten des Kunden (Name, Vorname, Adresse, ...). In der Buchung werden das Tagesdatum und das Zeichen des Sachbearbeiters vermerkt.

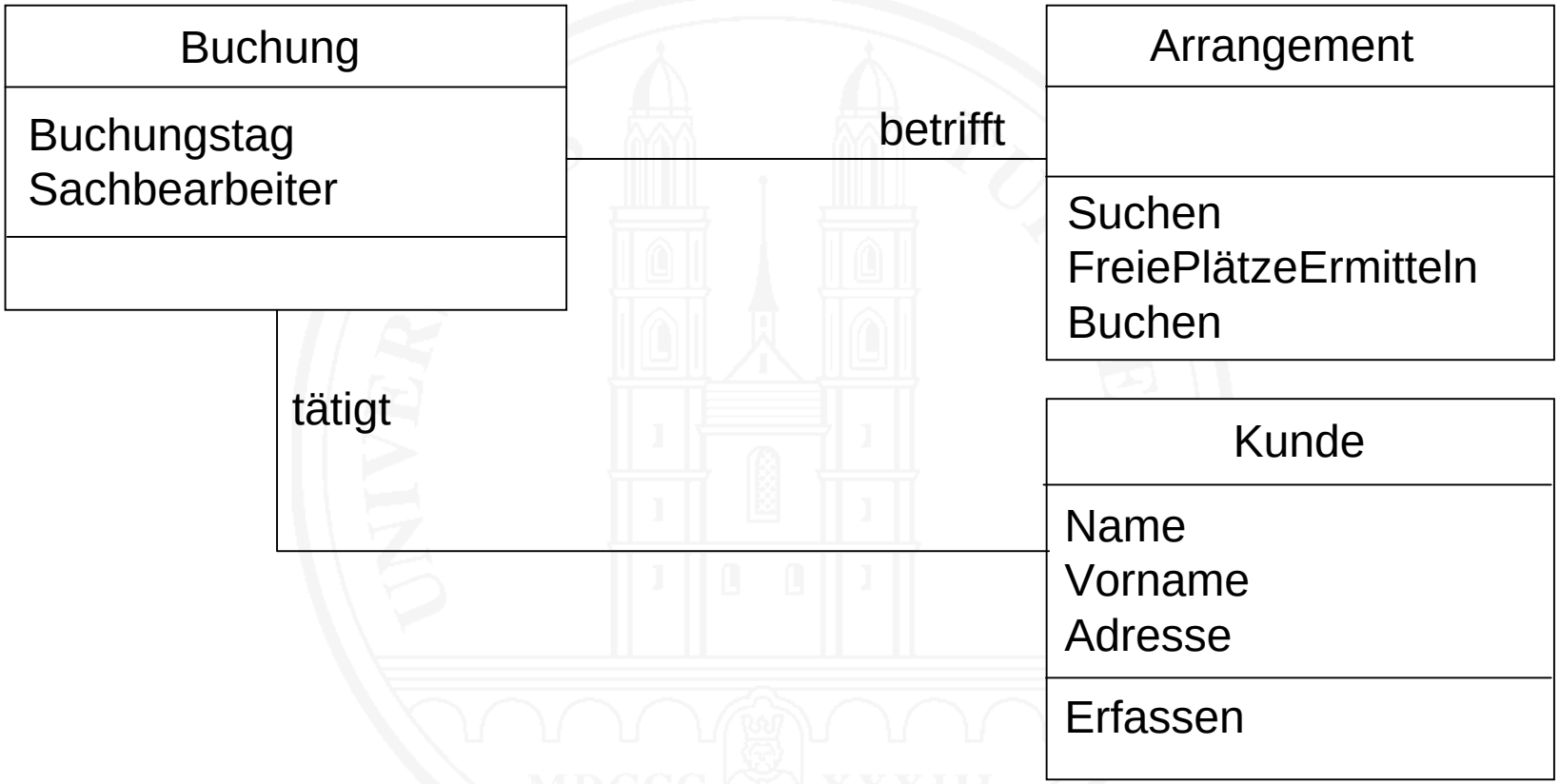
Ereignis

Objekt bzw. Objekt mit Operation

für Reaktion benötigte Daten

später benötigte Daten

Beispiel: resultierendes Modellfragment



Aufgabe 4.3: Vergleichen Sie die Modellfragmente dieses und des vorausgegangenen Beispiels. Was fällt Ihnen auf?

Aufgabe 4.4

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 4.4 (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

bIT4health (Hrsg.) (2004b). *Erarbeitung einer Strategie zur Einführung der Gesundheits-karte: Informationsmodell*, Version 1.1
http://www.dimdi.de/de/ehealth/karte/download/b4h_informationsmodell_v1-1.pdf

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

Chen, P.P. (1976). The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems* **1**. 9-36.

Coad, P., E. Yourdon (1991a). *Object-Oriented Analysis*. 2nd edition. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Coad, P., E. Yourdon (1991b). *Object-Oriented Design*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

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

HL7 (2005). *Health Level 7 Reference Information Model*, Version 2.11.
http://www.hl7.org/Library/data-model/RIM/modelpage_mem.htm

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

Literatur – 2

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.

Rumbaugh, J., M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy, W. Lorensen (1991). *Object-Oriented Modeling and Design.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

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

UML 2.0 Superstructure Specification (2004). OMG document ptc/04-10-02.

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]