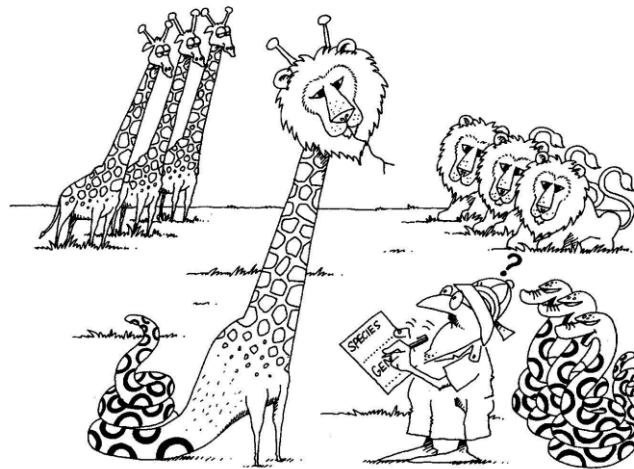




Media Engineering

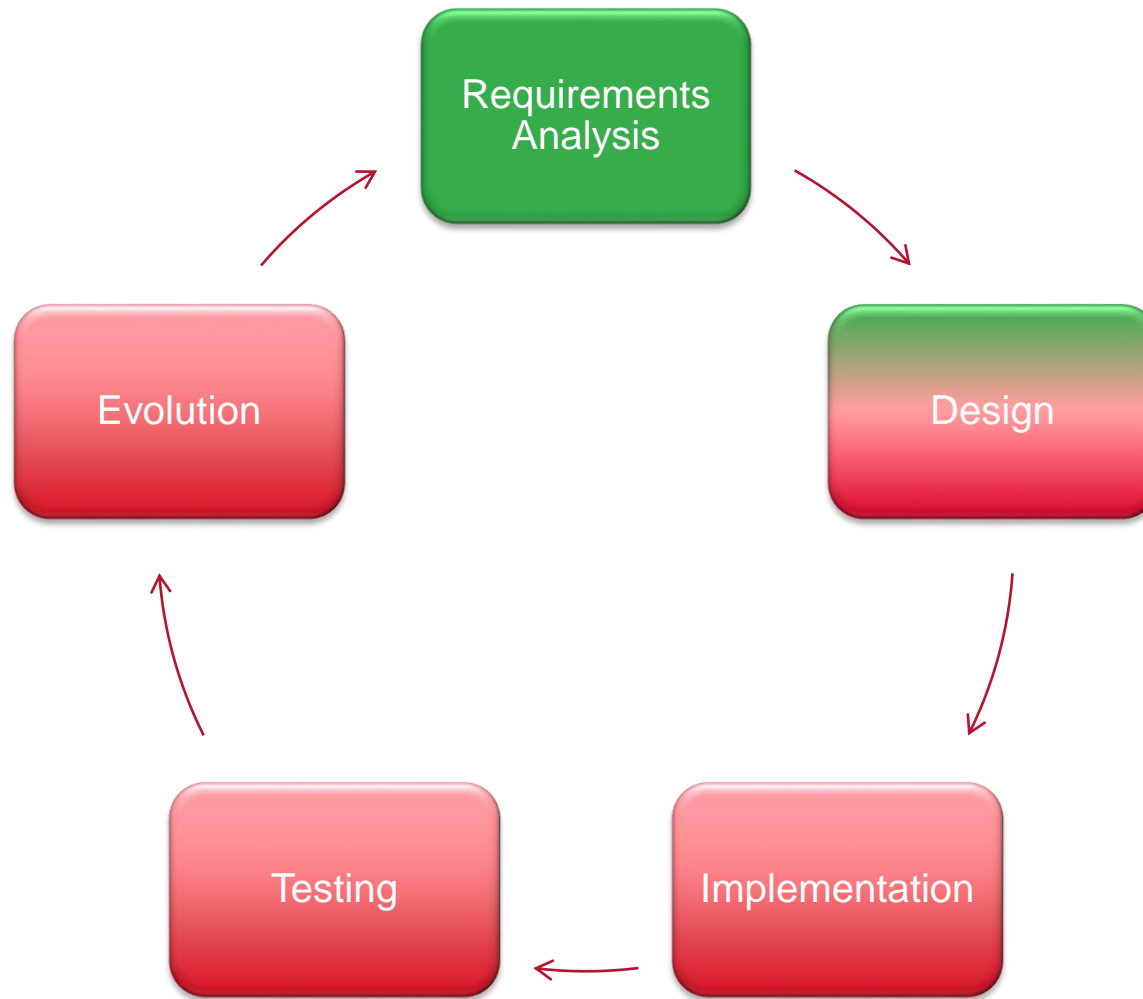
Objektorientierte Modellierung

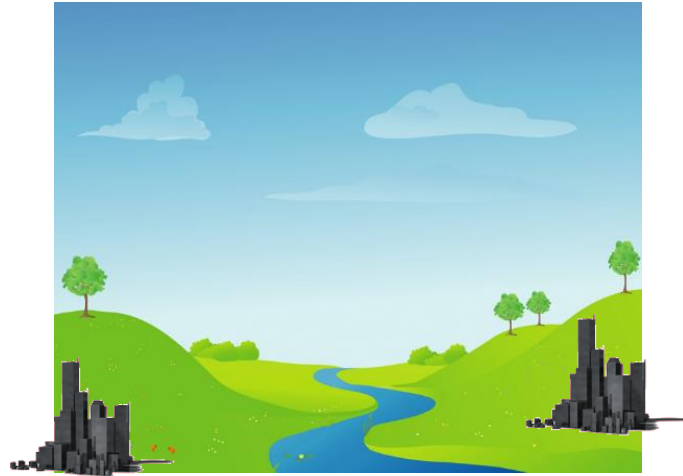


R. Weller

University of Bremen, Germany

cgvr.cs.uni-bremen.de







„Reale Welt“

„Computer Vorstellung“

Modellierung



Automat:
S-Bank1
1000,- €
800,- €

ort

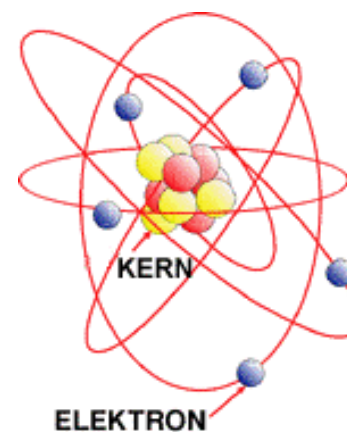
Auszahlung:
4.3.09
200,- €

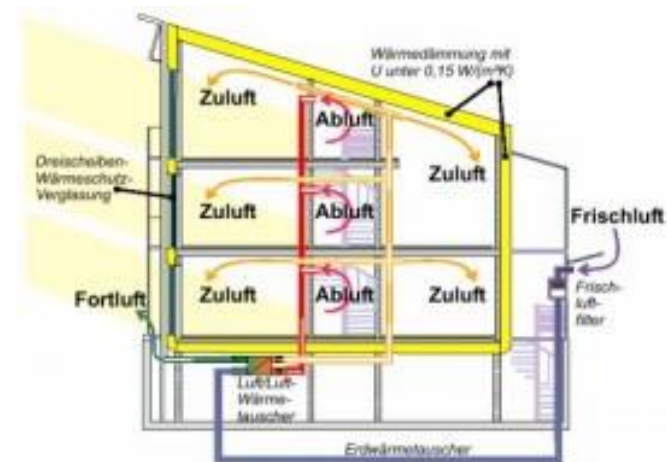
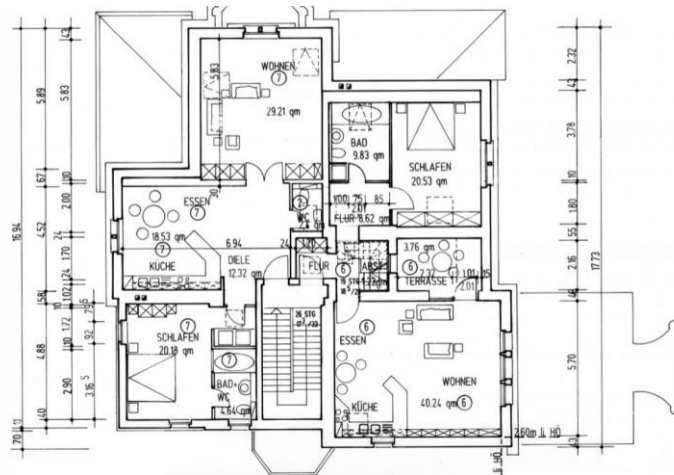
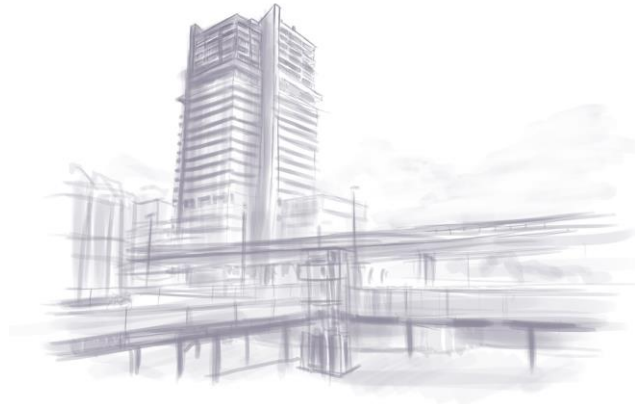
kunde

Konto:
A. Muster
400,- €
200,- €

Interpretation

- Was ist ein Modell?
 - Abbild eines Originals
 - Kann abstrakt sein
 - Kann kleiner (oder größer) sein
- Warum modellieren wir?
 - Um etwas zu verstehen
 - Um Vorhersagen zu machen
 - Um etwas zu dokumentieren
- Wann modellieren wir?
 - Immer
 - Projektplan
 - Pflichtenheft
 - Architektur
 - ...





Architektursicht (View)

- Repräsentation eines ganzen Systems aus der Perspektive einer kohärenten Menge von Anliegen (IEEE P1471 2002).

Architekturblickwinkel (Viewpoint)

- Spezifikation der Regeln und Konventionen, um eine Architektursicht zu konstruieren und zu benutzen (IEEE P1471 2002).
- Ein Blickwinkel ist ein Muster oder eine Vorlage, von der aus individuelle Sichten entwickelt werden können, durch Festlegung von
 - Zweck
 - adressierte Betrachter
 - und Techniken für Erstellung, Gebrauch und Analyse.

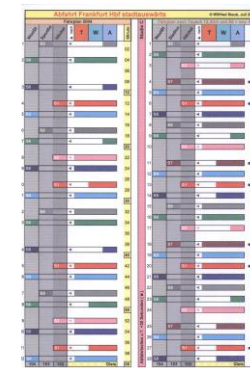


■ Externe Perspektive

- Modell von Kontext und Umgebung des Systems

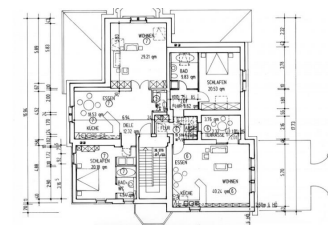
■ Interaktive Perspektive

- Modell der Interaktionen des Systems mit seiner Umgebung
- Oder zwischen verschiedenen Komponenten des Systems



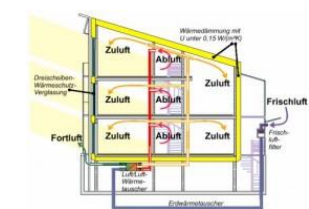
■ Strukturelle Perspektive

- Aufbau des Systems oder die Struktur der vom System verarbeiteten Daten



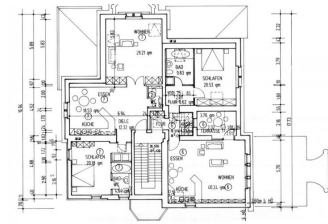
■ Verhaltensbasierte Perspektive

- Modell des dynamischen Verhaltens des Systems und sein Antwortverhalten aus Ereignisse



Wie findet man Modelle für die unterschiedlichen Blickwinkel?

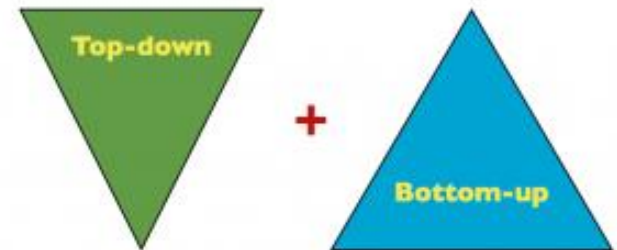
- Grundsätzlich zwei verschiedene Sichten
 - Statische
 - Strukturelle Perspektive
 - Externe Perspektive
 - Dynamische (berücksichtigen auch die Zeit)
 - Interaktive Perspektive
 - Verhaltensbasierte Perspektive



- Systematische Modellierung muss beide Arten berücksichtigen
 - Problem: Sie können kaum unabhängig voneinander betrachtet werden
 - Lösung: Top-Down-Analyse
 - Angelehnt an objektorientierter Programmierung

Objektorientierte Analyse und Design

- Identifiziere Akteure
- Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases)
- Bestimme statisches Modell
 - Identifiziere Objekte
 - Identifiziere Eigenschaften der Objekte
 - Bestimme Assoziationen der Objekte
 - Fasse Objekte zu Klassen zusammen
 - Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
 - Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein
- Erstelle Verhaltensmodell
 - Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
 - Identifiziere Verhalten der Objekte
 - Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

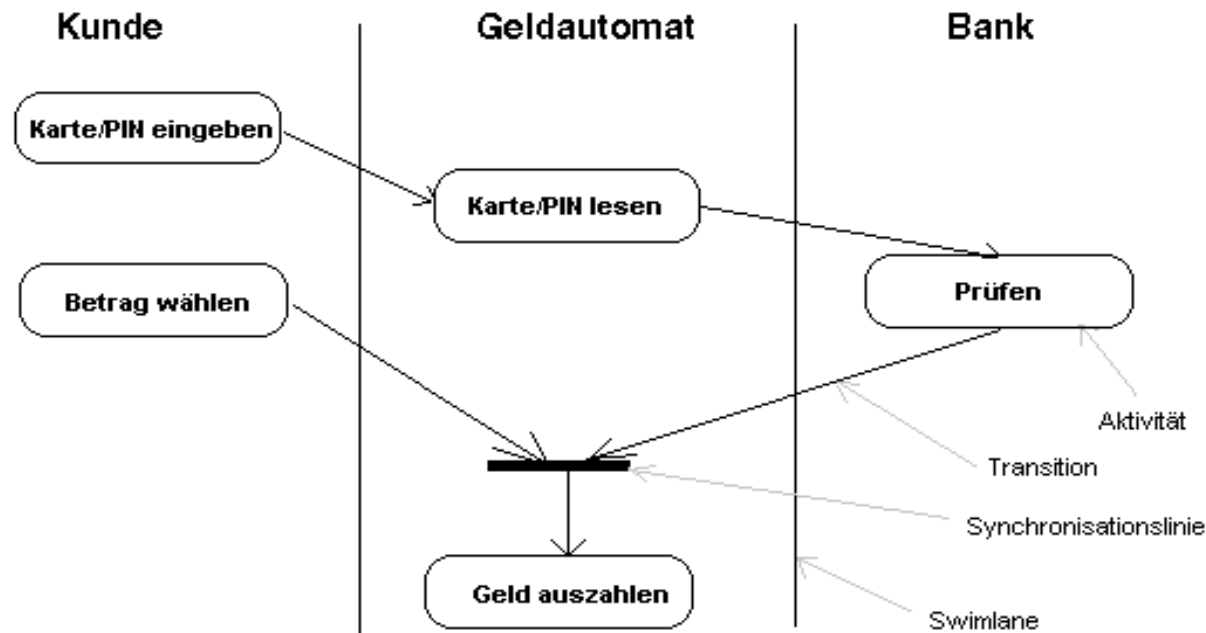


Wie notiert man Software-Modelle?

- Versuch 1: Natürliche Sprache
- Beispiel Bankautomat:
 - [...] Das Kartenlesegerät des Geldautomaten ist mit einer Autorisierungszentrale online verbunden. Diese prüft, ob zu der Karte überhaupt ein Konto gehört, und gleicht sie mit einer Sperrdatei ab. Ist ein entsprechendes Konto vorhanden und liegen keine Sperrungen vor, fordert die Autorisierungszentrale mit Hilfe der Online-Personalisierung von Terminals (OPT) den Kunden zur Eingabe der Geheimzahl auf. Deren Richtigkeit wird unmittelbar geprüft. Diese auch PIN genannte Zahl ist in der Regel vierstellig, aber bei internationalen Kreditkarten kann sie sechsstellig sein. Eine Fehleingabe der PIN kann dem Kunden erst nach der Abfolge weiterer Schritte (beispielsweise nach der gewünschten Geldstückelung) bis unmittelbar vor dem eigentlichen Auszahlungsvorgang mitgeteilt werden. So genannte Offline-Transaktionen, in der Anfangsphase der Geldautomaten einziges Verfahren, gelten als unsicher, wurden durch OPT überflüssig und werden auch international kaum noch praktiziert. Bei dreimaliger Fehleingabe wird die Karte in den meisten Ländern eingezogen. In Österreich erscheint ein Hinweis, dass die Karte beim vierten Mal zur Sicherheit des Kunden eingezogen wird, sie verbleibt dann im Automaten. Die eingezogene Karte gelangt zur First Data Austria (FDA, früher Europay Austria),...
- Probleme:
 - Sehr lang
 - unübersichtlich
 - Änderungen schwierig
 - Keine Granularität

Wie notiert man Software-Modelle? (cont)

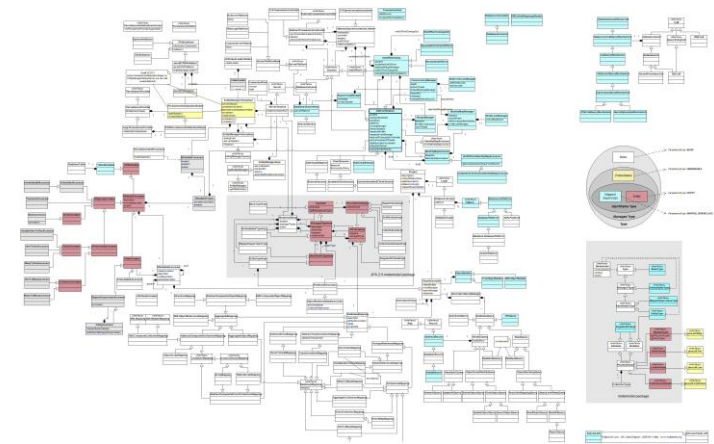
- Versuch 2: Diagramme
- Beispiel Bankautomat:

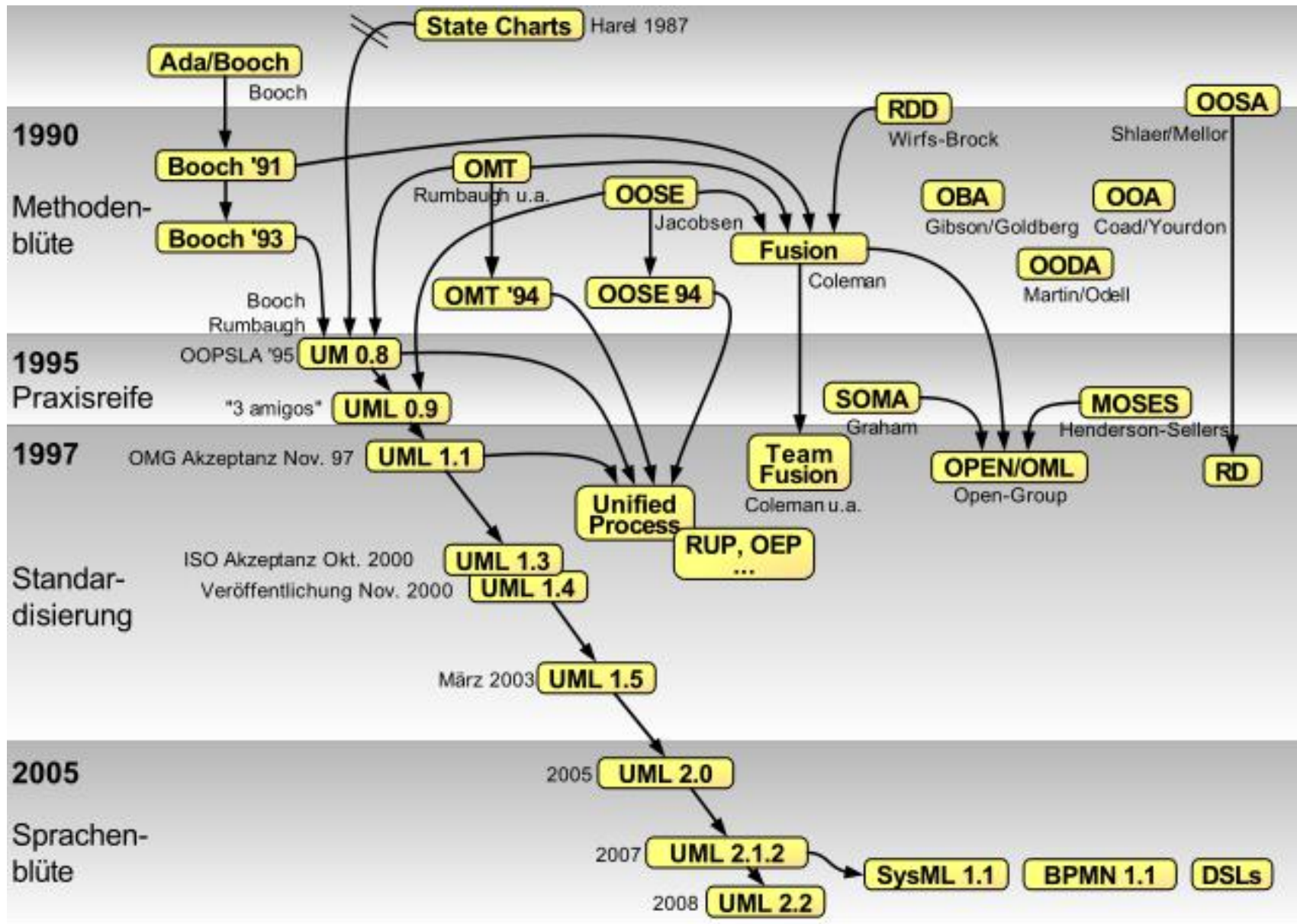


- Vorteile
 - Deutlich übersichtlicher
 - Änderungen einfach

Unified Modeling Language (UML)

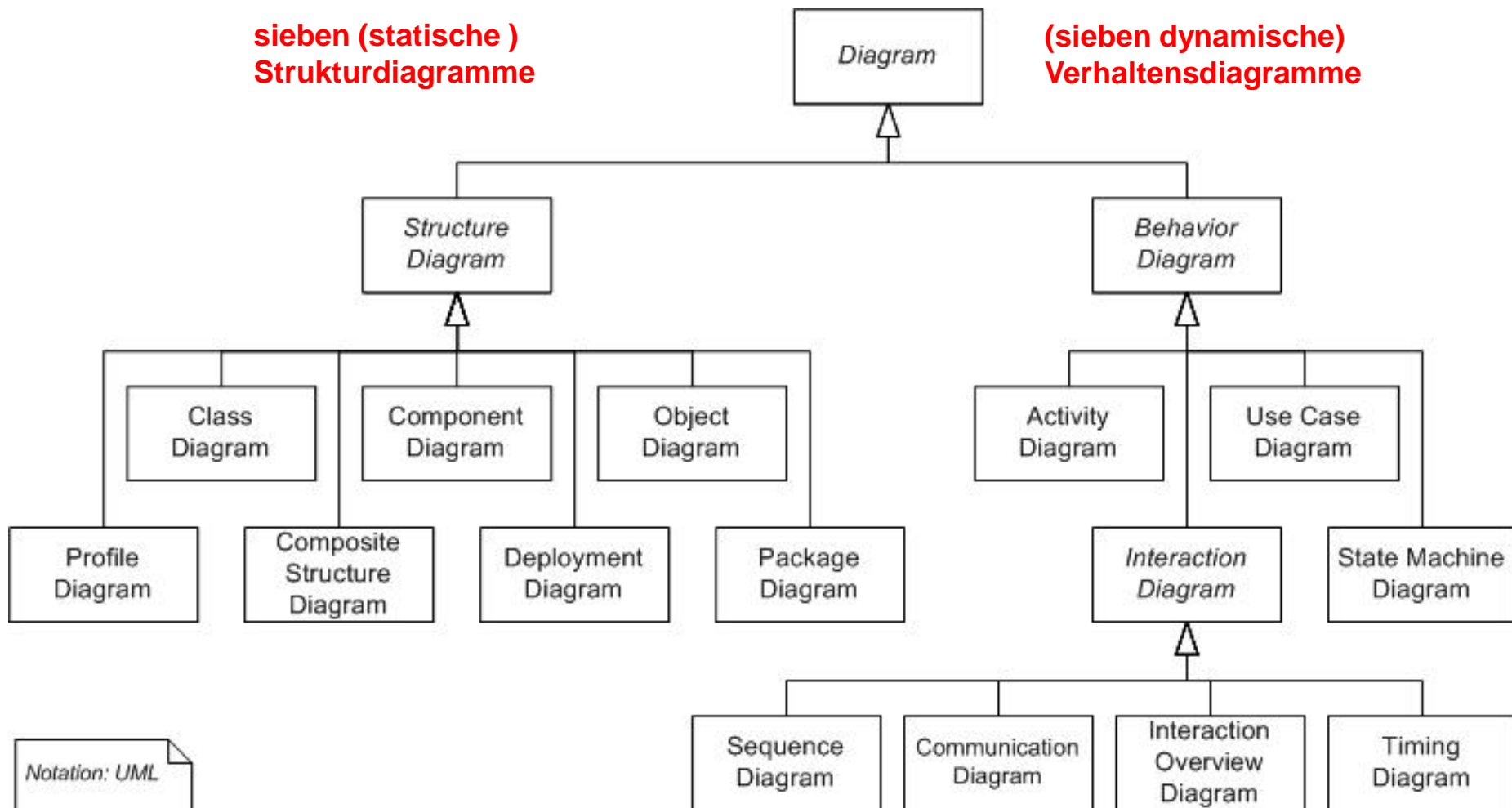
- **Grafische Modellierungssprache** für eine **einheitliche Modellierungsnotation** für alle Softwaresysteme
 - Konstruktion
 - Visualisierung
 - Dokumentation
- UML bietet verschiedene Diagrammtypen für unterschiedliche Blickwinkel
 - Diese ergänzen sich gegenseitig
- Warum UML?
 - Industriestandard
 - Viele Entwicklungstools unterstützen UML
 - Automatische Code-Generierung
- Aber: UML ist eine **Notation**, keine Methode zur **Modellierung**
 - Die Methode ist die **objektorientierte Analyse und Design**





sieben (statische)
Strukturdiagramme

(sieben dynamische)
Verhaltensdiagramme



- Keine Bange, wir brauchen nicht alle

- **Identifiziere Akteure**
- Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases)
- Bestimme statisches Modell
 - Identifiziere Objekte
 - Identifiziere Eigenschaften der Objekte
 - Bestimme Assoziationen der Objekte
 - Fasse Objekte zu Klassen zusammen
 - Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
 - Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein
- Erstelle Verhaltensmodell
 - Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
 - Identifiziere Verhalten der Objekte
 - Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

- Repräsentieren eine kohärente Menge von Rollen, die von Benutzern in der Interaktion mit dem System eingenommen werden können
- Können Menschen, aber auch andere Dinge (z.B. andere automatisierte Systeme sein)

- UML-Symbol:



- Sollten schon im Pflichtenheft stehen
- Beispiel: Spieler, Webseitenbesucher, Bankkunde, Systemadministrator, Ausleiher, Bibliothekar,...

- **Identifiziere Akteure**

- **Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases)**

- **Bestimme statisches Modell**

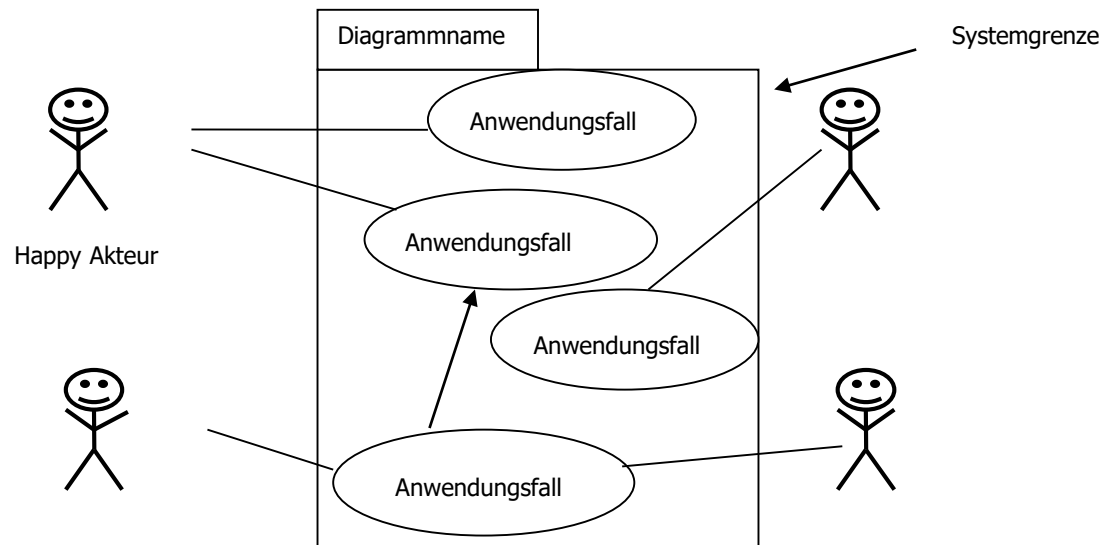
- Identifiziere Objekte
- Identifiziere Eigenschaften der Objekte
- Bestimme Assoziationen der Objekte
- Fasse Objekte zu Klassen zusammen
- Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
- Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein

- **Erstelle Verhaltensmodell**

- Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
- Identifiziere Verhalten der Objekte
- Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

Anwendungsfälle

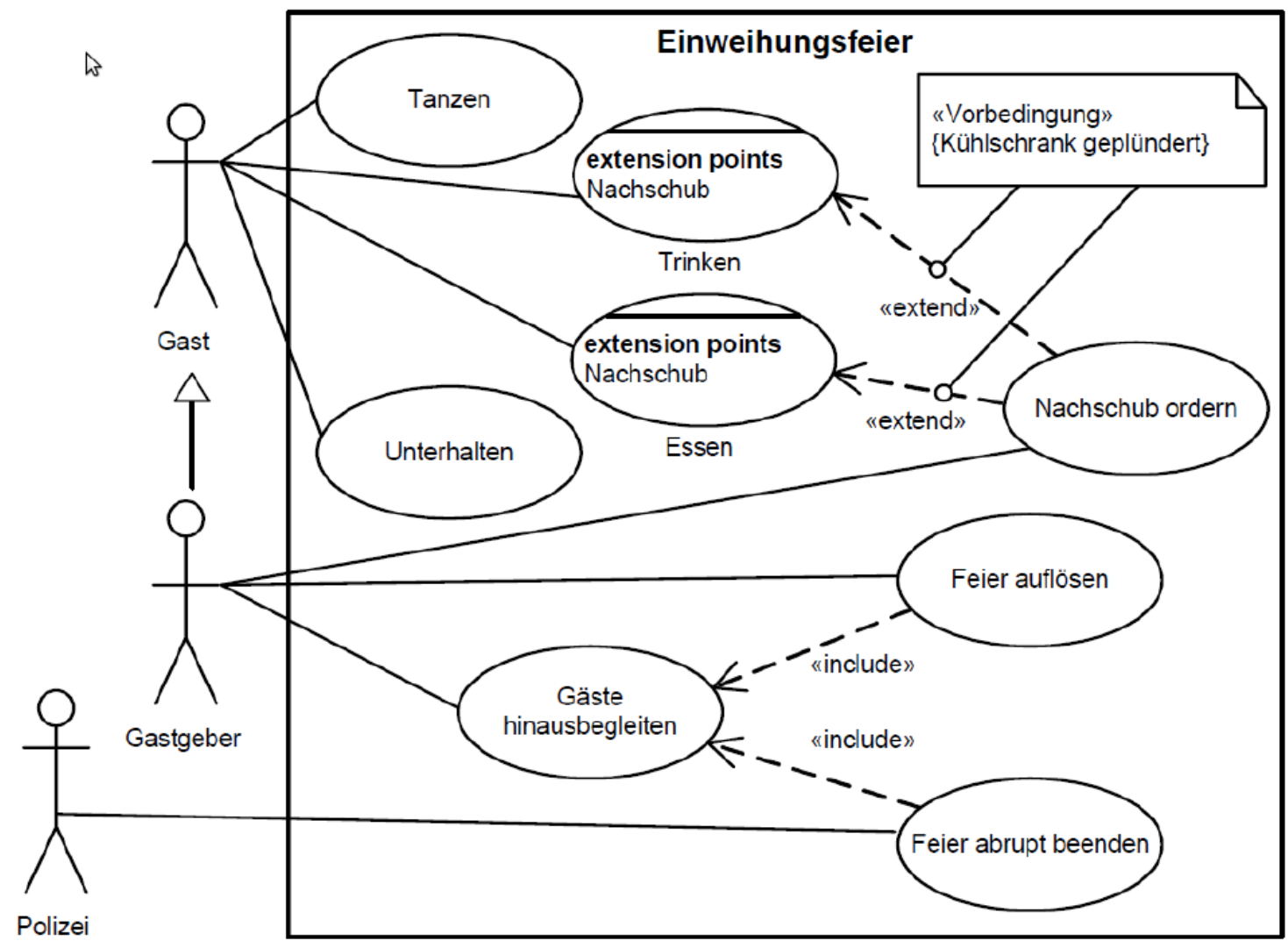
- Beschreibt eine Menge von Aktionssequenzen (Inkl. Varianten)
- Jede solche Sequenz repräsentiert die **Interaktion** zwischen **externen Akteuren** mit dem **System**
- Folge ist **beobachtbares** Resultat, relevant für **Akteur**
- Mehrere Anwendungsfälle bilden einen **Geschäftsprozess**
- Kennen wir schon aus dem Pflichtenheft



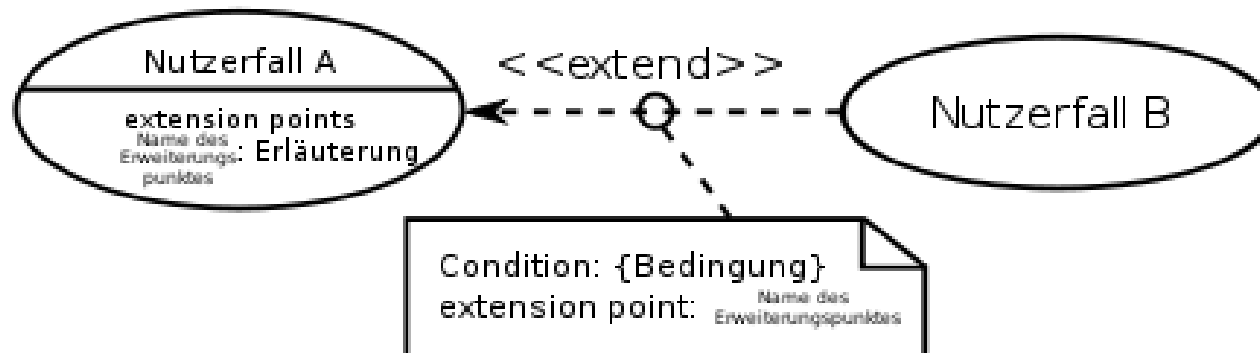
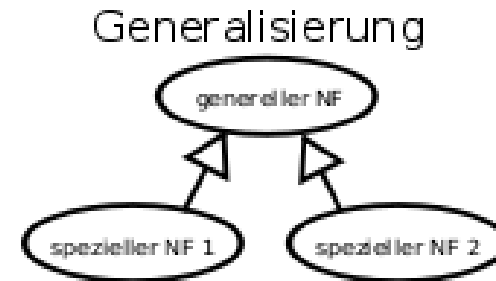
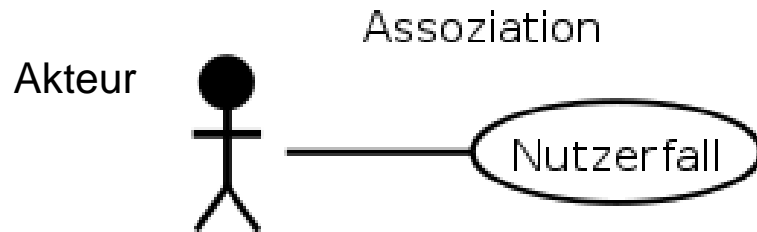
1. Identifiziere Akteure
2. Betrachte System aus Sicht der Akteure
3. Bestimme Anwendungsfälle für Akteure
 - Liefert möglicherweise neue Akteure
4. Goto 2., bis keine neuen Akteure und Anwendungsfälle mehr gefunden werden
5. Bestimme Zusammenhänge zwischen Anwendungsfällen und Akteuren
 - Bestimme hierarchische Zusammenhänge und fasse entsprechend zusammen



Beispiel: Einweihungsfeier

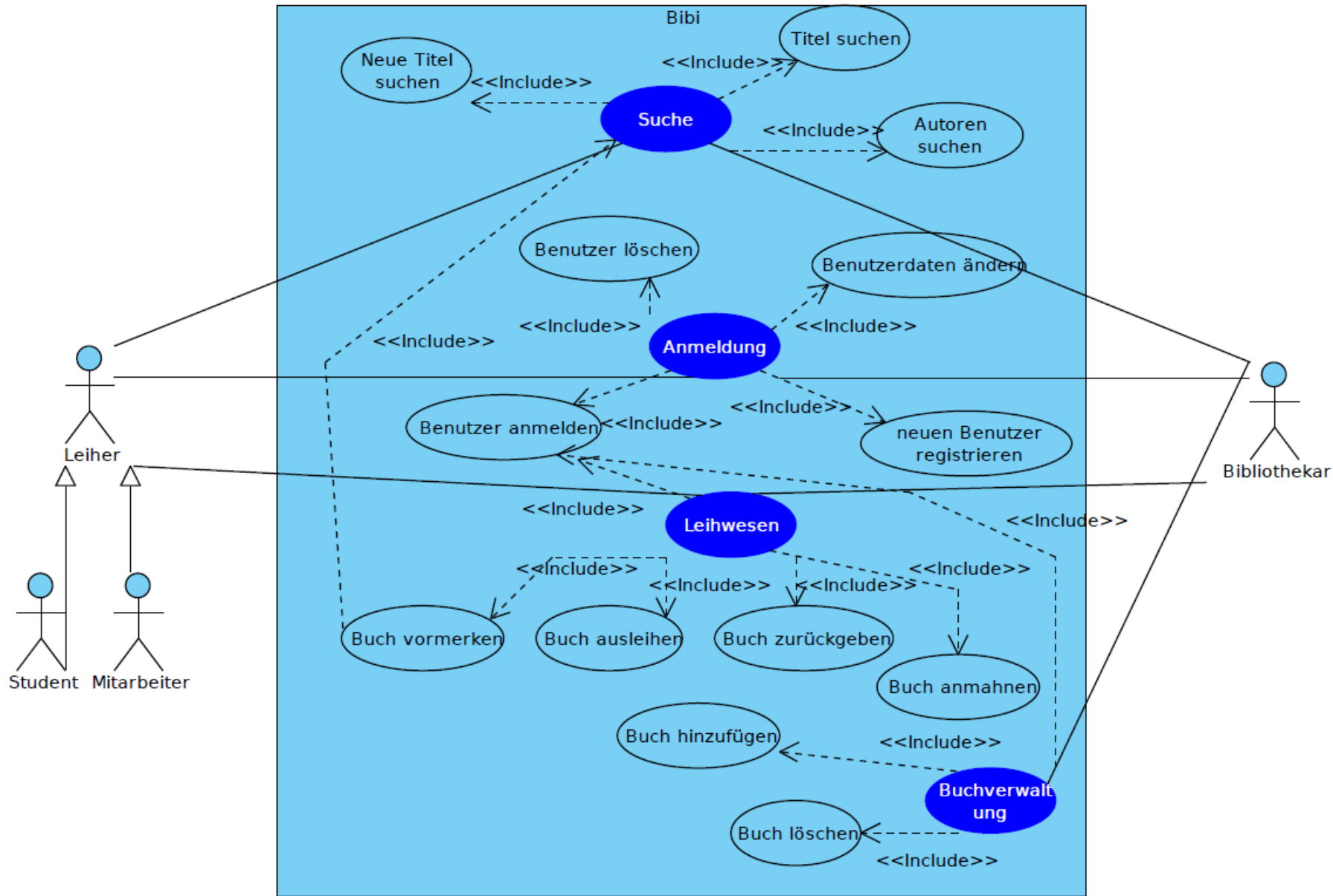


UML-Notation für Use-Case-Diagramme



- Hinweis: Zeitliche Reihenfolge fehlt


Noch ein Beispiel: Bibliothek



- **Identifiziere Akteure**
- **Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases) => Use-Case-Diagramm**
- **Bestimme statisches Modell**
 - Identifiziere Objekte
 - Identifiziere Eigenschaften der Objekte
 - Bestimme Assoziationen der Objekte
 - Fasse Objekte zu Klassen zusammen
 - Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
 - Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein
- **Erstelle Verhaltensmodell**
 - Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
 - Identifiziere Verhalten der Objekte
 - Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

- Identifiziere Akteure
- Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases) => Use-Case-Diagramm
- Bestimme statisches Modell
 - Identifiziere Objekte
 - Identifiziere Eigenschaften der Objekte
 - Bestimme Assoziationen der Objekte
 - Fasse Objekte zu Klassen zusammen
 - Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
 - Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein
 - Erstelle Verhaltensmodell
 - Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
 - Identifiziere Verhalten der Objekte
 - Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

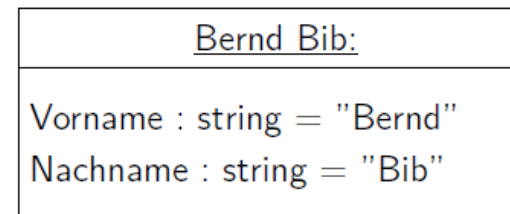
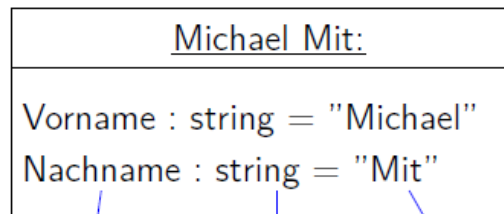
Identifikation von Objekten

- Definitionsversuch **Objekt**:
 - „Ding“ (Gegenstand, Entität) mit eigener Identität
- π^*  -Regel zum Finden von Objekten:
 - Suche nach Substantiven in Anwendungsfällen
- Beispiel Bibliothek: Vormerkung und Ausleihe
 - **Mitarbeiter Michel Mit** möchte **Buch** ausleihen
 - *Michel Mit* sucht online nach einem Buch mit **Titel Softwaretechnik**
 - *Michel Mit* reserviert das gefundene Buch
 - *Michel Mit* geht zum **Bibliothekar Bernd Bib** der **Universität Bremen**
 - *Bernd Bib* sucht nach **Reservierung**
 - *Bernd Bib* hält **Ausleihe** fest
 - *Michel Mit* geht mit Buch von dannen

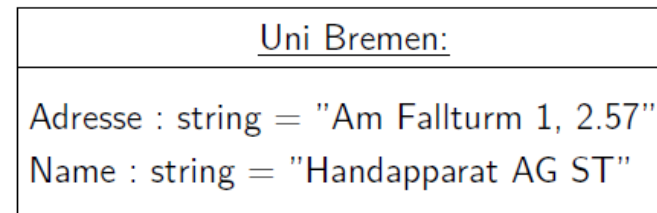
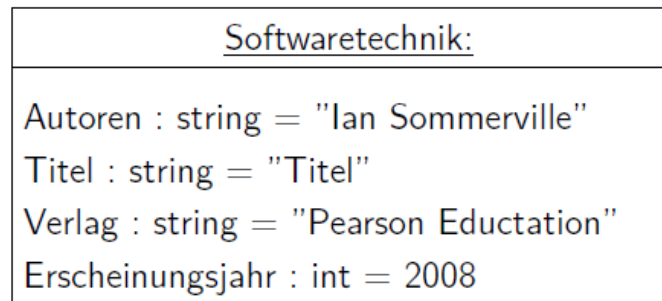
- Identifiziere Akteure
- Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases) => Use-Case-Diagramm
- Bestimme statisches Modell
 - Identifiziere Objekte
 - Identifiziere Eigenschaften der Objekte
 - Bestimme Assoziationen der Objekte
 - Fasse Objekte zu Klassen zusammen
 - Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
 - Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein
- Erstelle Verhaltensmodell
 - Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
 - Identifiziere Verhalten der Objekte
 - Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

Eigenschaften von Objekten

- Eigenschaften (auch Attribute genannt) haben
 - Typ (z.B. Datentypen der Programmiersprache wie int, float, string,...)
 - Und einen Wert




Eigenschaft/Attribut
Typ
Wert
Objekt (unterstrichen)



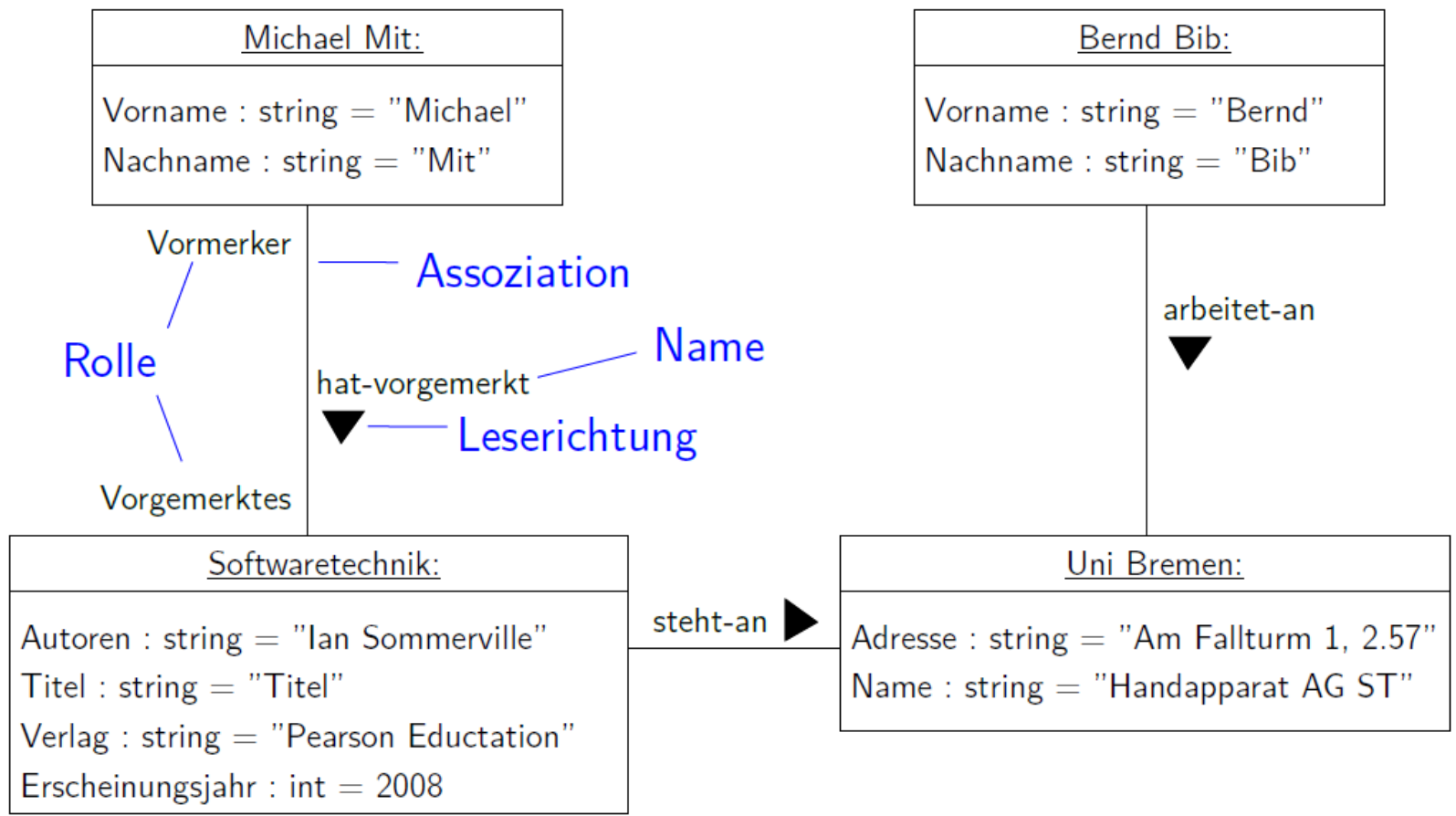
- Identifiziere Akteure
- Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases) => Use-Case-Diagramm
- Bestimme statisches Modell
 - Identifiziere Objekte
 - Identifiziere Eigenschaften der Objekte
 - Bestimme Assoziationen der Objekte
 - Fasse Objekte zu Klassen zusammen
 - Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
 - Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein
- Erstelle Verhaltensmodell
 - Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
 - Identifiziere Verhalten der Objekte
 - Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

Assoziationen zwischen Objekten

- Definitionsversuch **Assoziationen**
 - Logische Beziehungen zwischen Objekten
- π^*  -Regel zum Finden von Assoziationen:
 - Suche nach Verben in Anwendungsfällen
- Beispiel Bibliothek: Vormerkung und Ausleihe
 - Mitarbeiter *Michel Mit* möchte Buch **ausleihen**
 - *Michel Mit* **sucht** online nach einem Buch mit Titel *Softwaretechnik*
 - *Michel Mit* **reserviert** das gefundene Buch
 - *Michel Mit* geht zum Bibliothekar *Bernd Bib* der Universität Bremen
 - *Bernd Bib* **sucht** nach Reservierung
 - *Bernd Bib* **hält** Ausleihe **fest**
 - *Michel Mit* geht mit Buch von dannen

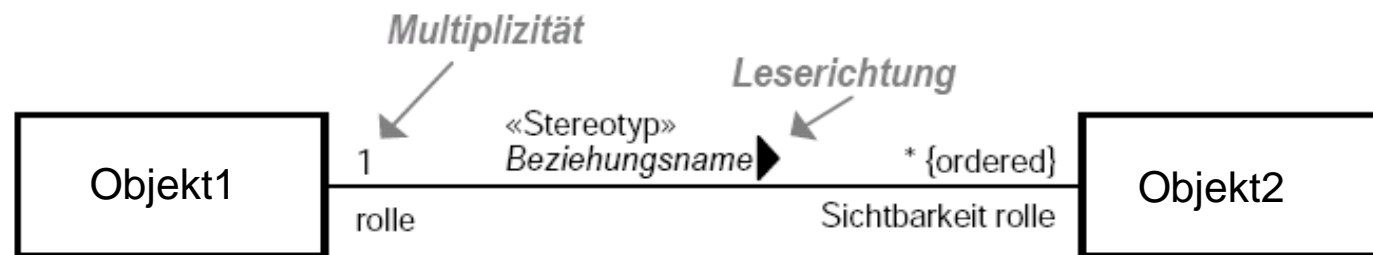
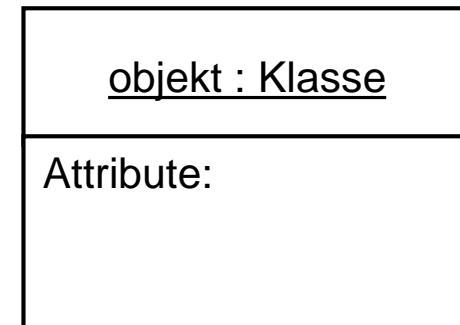
Assoziationen zwischen Objekten

- Jedes Objekt nimmt eine Rolle in der Beziehung ein
- Beziehungen haben einen **Namen** und eine **Richtung**



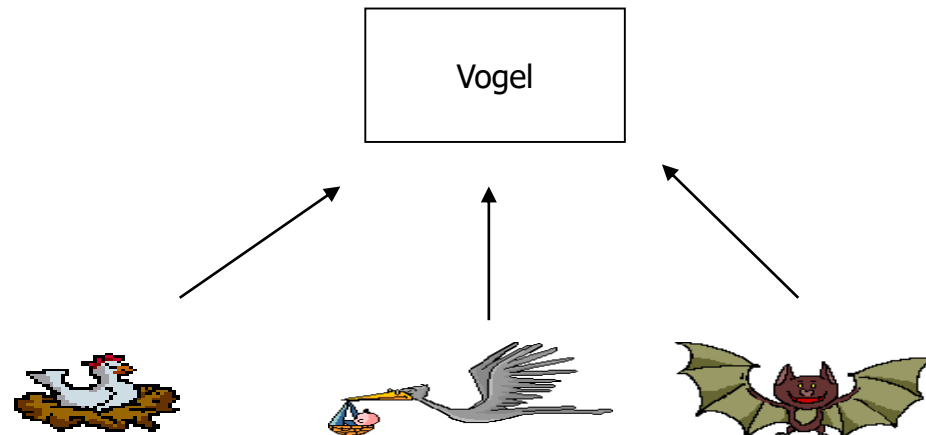
UML-Notation für Objektdiagramme

- UML-Objektdiagramm = Objekte + Assoziationen
- Objekte werden durch Rechtecke visualisiert
- Die Rechtecke sind zweigeteilt
 - Oben: Objektname (eventuell Klassenname)
 - Unten: Attribute
- Der Name wird unterstrichen
- Assoziationen zwischen Objekten:
 - Pfeil gibt Leserichtung vor
 - Optional: Multiplizität (dazu später mehr)



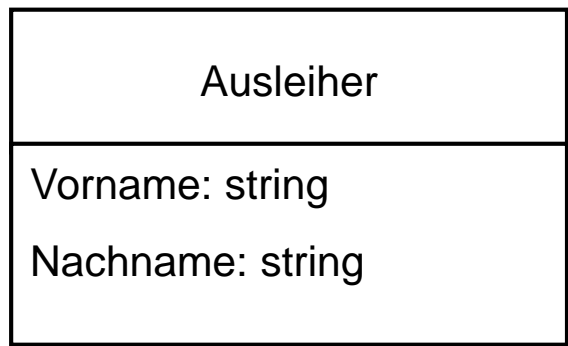
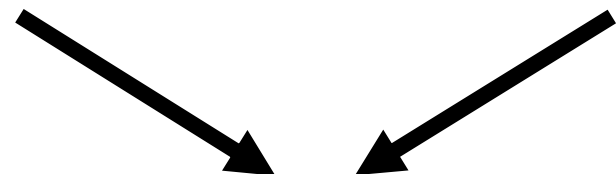
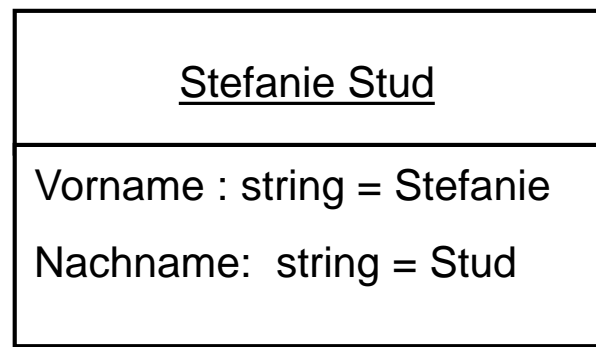
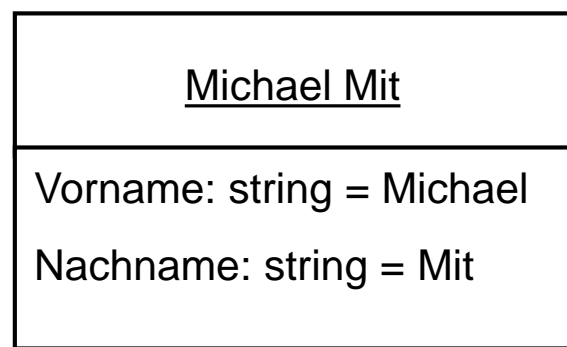
- Identifiziere Akteure
- Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases) => Use-Case-Diagramm
- Bestimme statisches Modell
 - Identifiziere Objekte
 - Identifiziere Eigenschaften der Objekte
 - Bestimme Assoziationen der Objekte) => Objektdiagramm
 - Fasse Objekte zu Klassen zusammen
 - Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
 - Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein
- Erstelle Verhaltensmodell
 - Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
 - Identifiziere Verhalten der Objekte
 - Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

- Abstraktes Modell von strukturell gleichartigen Objekten mit gemeinsamen Eigenschaften
 - „Gleichartig“ bedeutet oft (aber nicht immer): Gleiche Attribute



- Außerdem haben alle Elemente einer Klasse die gleichen Beziehungen

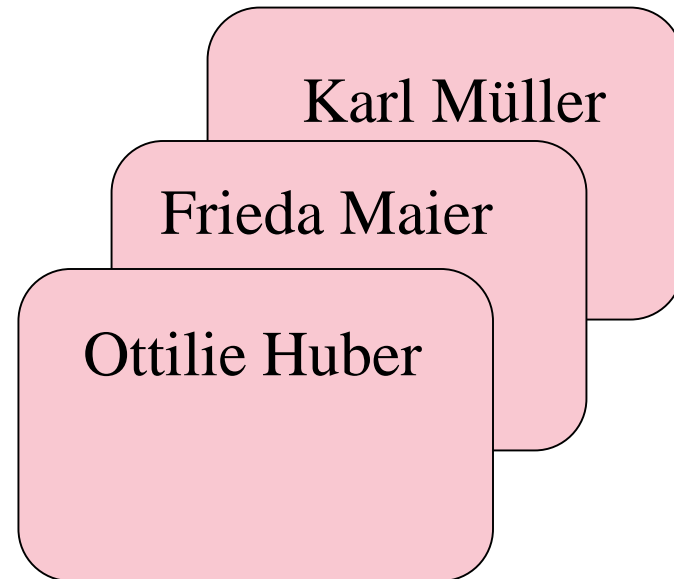
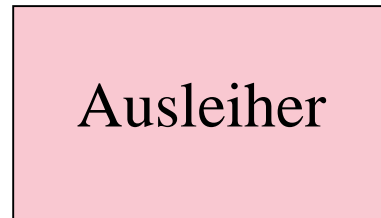
Beispiel: Vom Objekt zur Klasse



← gemeinsame Attribute

Terminologie: Objekt vs. Klasse

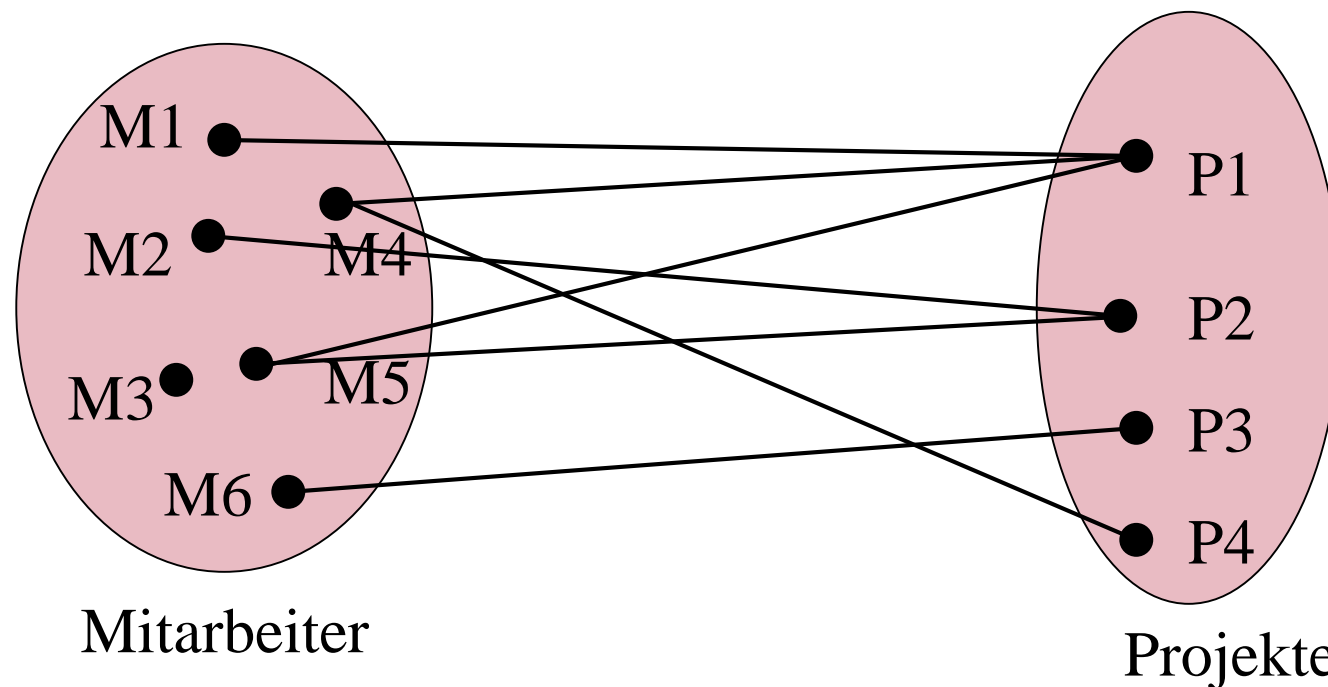
- Klasse
 - Abstrakt
 - Bestimmt Typ eines Objekts
- Objekt (auch Instanz genannt)
 - Konkrete Ausprägung einer Klasse



- Identifiziere Akteure
- Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases) => Use-Case-Diagramm
- Bestimme statisches Modell
 - Identifiziere Objekte
 - Identifiziere Eigenschaften der Objekte
 - Bestimme Assoziationen der Objekte) => Objektdiagramm
 - Fasse Objekte zu Klassen zusammen
 - Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
 - Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein
- Erstelle Verhaltensmodell
 - Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
 - Identifiziere Verhalten der Objekte
 - Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

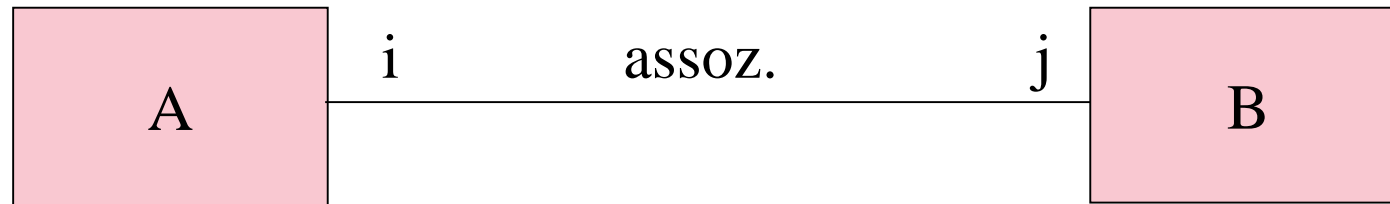
Multiplizität

- Die **Multiplizität** einer Assoziation drückt aus, wie viele Objekte des jeweiligen Typs in Beziehung stehen können
 - Verwandt mit dem Entity-Relationship-Modell der Datenbanken
 - Dort ist aber eher der Begriff **Kardinalität** gebräuchlich
 - Dient dazu, dass Modell auf Konsistenz und Integrität zu prüfen



Multiplizität von Assoziationen

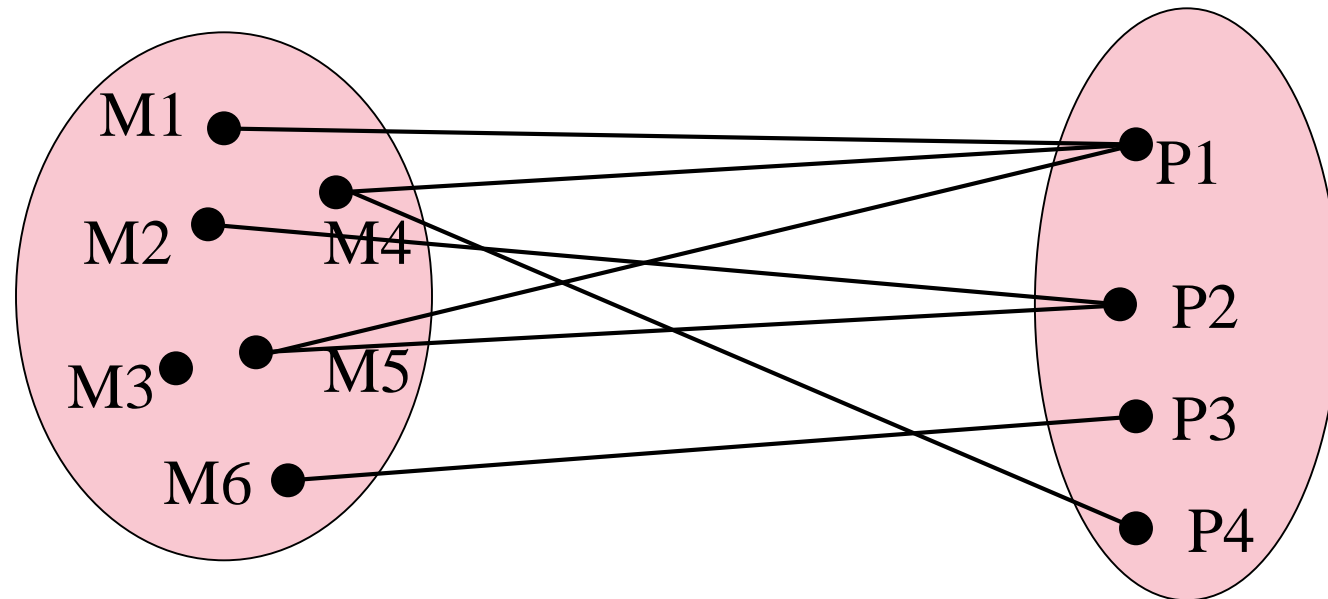
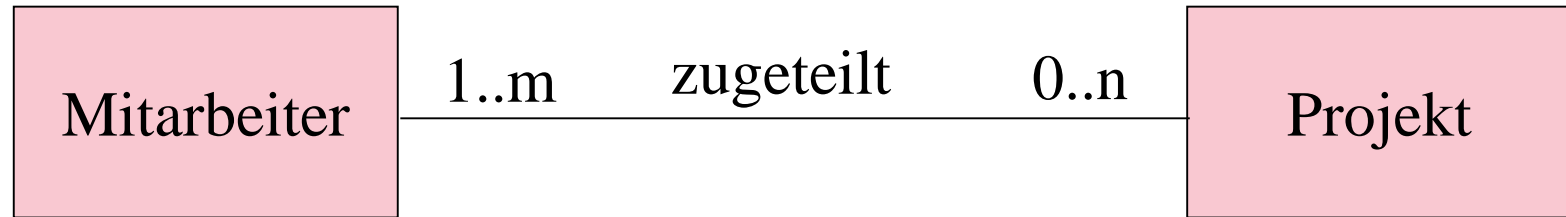
- Spezifikation der Zuordnungswertigkeit einer Beziehung

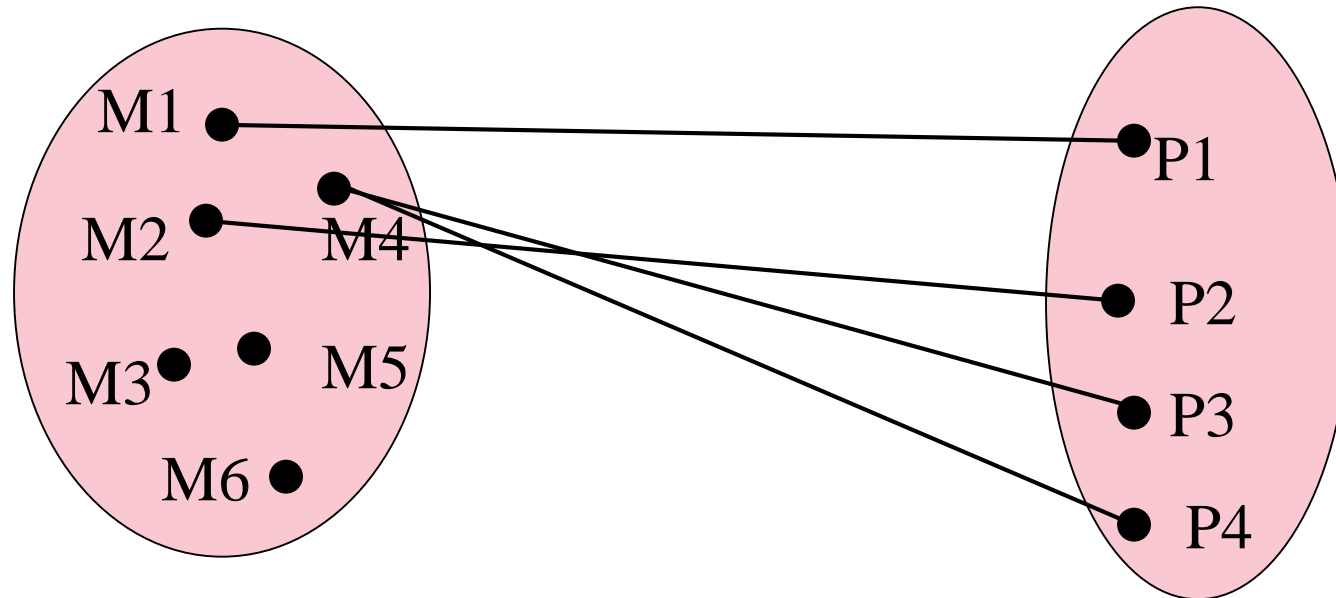
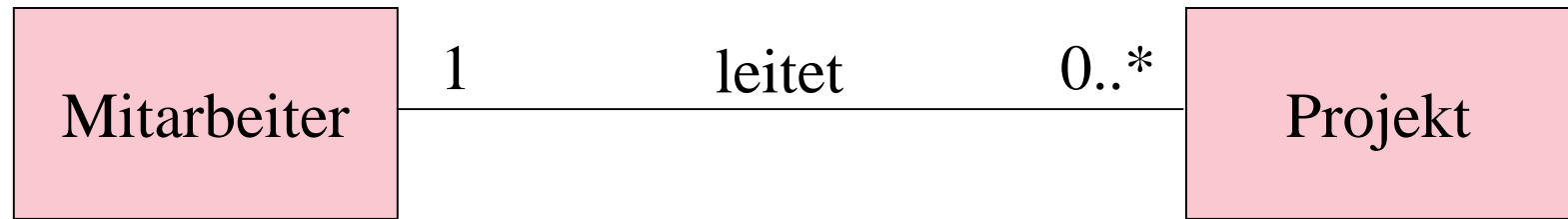


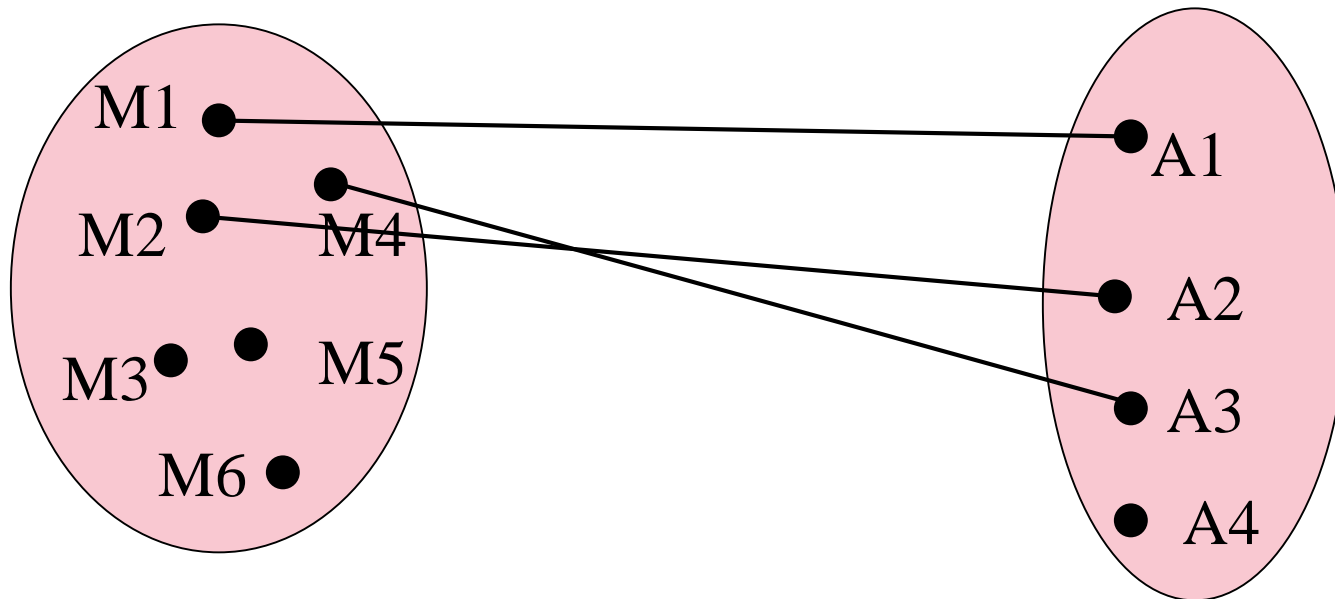
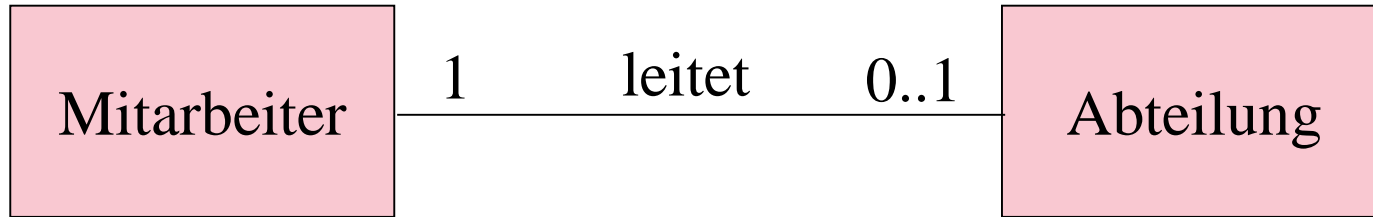
i: Anzahl der Instanzen der Klasse A, die mit einer Instanz der Klasse B in Beziehung stehen können.

Angabe: Zahl, Intervall, *, Kombination

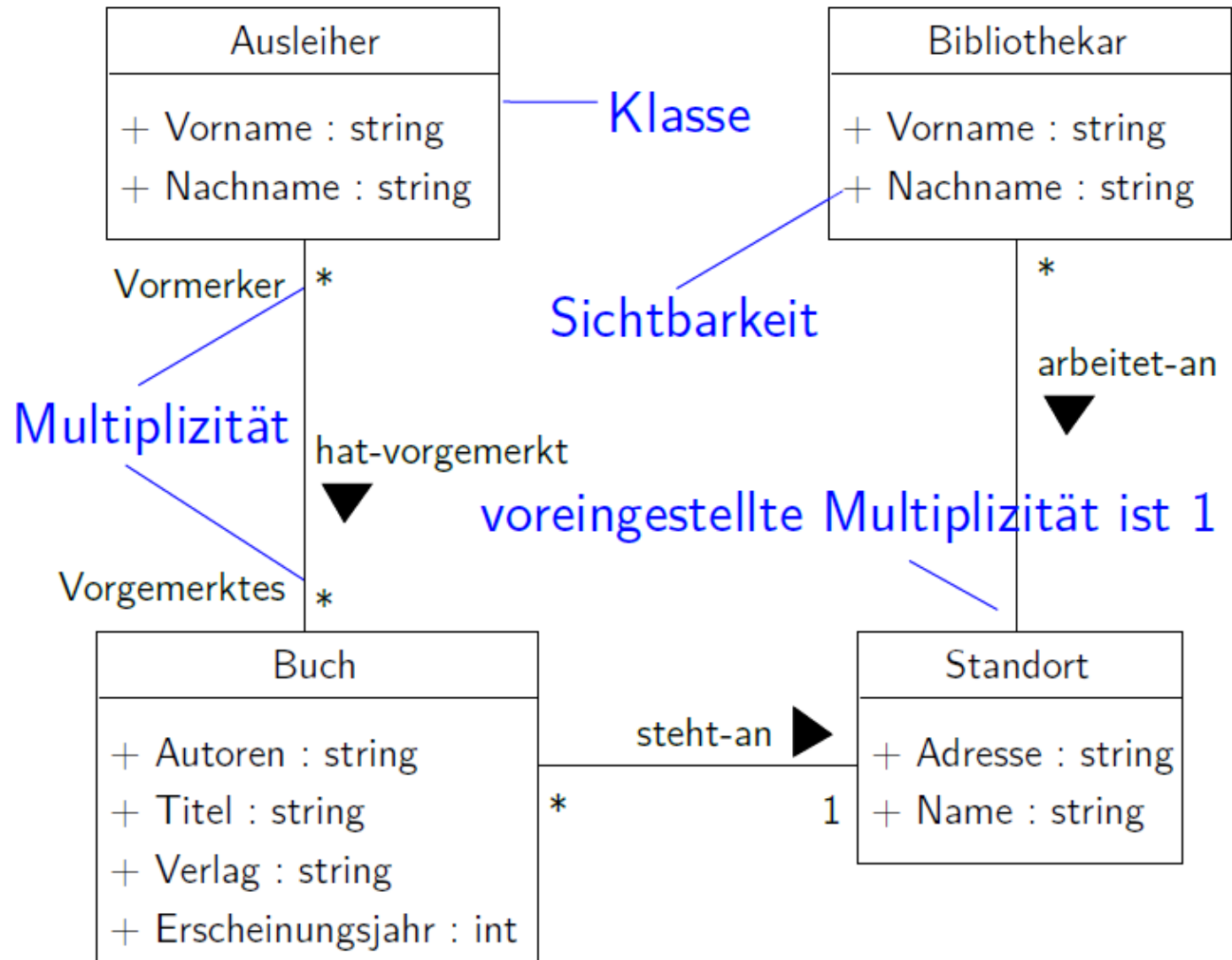
Bsp: 1; 0..5; *; 0..3, 7..9, *21, 5..*







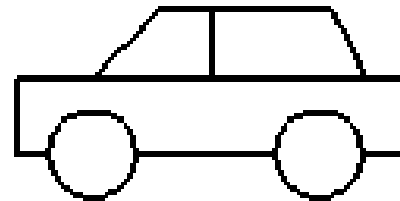
- Für Attribute kann man die **Sichtbarkeit** festlegen
- Diese dienen der besseren Datenkapselung
- Mögliche Werte für die Sichtbarkeit sind public, private, protected (und package)
 - **public** (UML-Zeichen +): Das Attribut ist für jeden sichtbar
 - **private** (UML-Zeichen -): Das Attribut ist nur innerhalb der Klasse sichtbar
 - **protected** (UML-Zeichen #): Das Attribut ist innerhalb der Klasse und in Spezialisierungen der Klasse (auch abgeleiteten Klassen) sichtbar, dazu später mehr
 - **package** (UML-Zeichen ~): Das Attribut ist innerhalb eines Packages (im Prinzip eine Zusammenfassung mehrerer Klassen) sichtbar
- Die Werte korrespondieren zu Sichtbarkeiten, wie man sie aus Programmiersprachen wie C++ oder Java kennt
 - Package nur von einigen Sprachen wie Java oder C# unterstützt



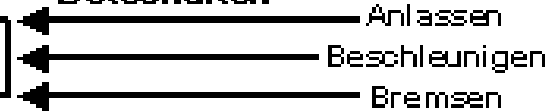
- Wichtigstes Grundprinzip der **Objektorientierung**:
 - Fasse Software als Sammlung diskreter **Objekte** auf, die sowohl zur
 - Speicherung der **Daten** (und Datenstrukturen) dienen
 - als auch **Methoden** (oder Funktionen) zur Manipulation oder zum Zugriff auf die Daten zur Verfügung stellen

Eigenschaften:

Marke
Farbe
Leistung
Baujahr
...



Botschaften



Methoden:

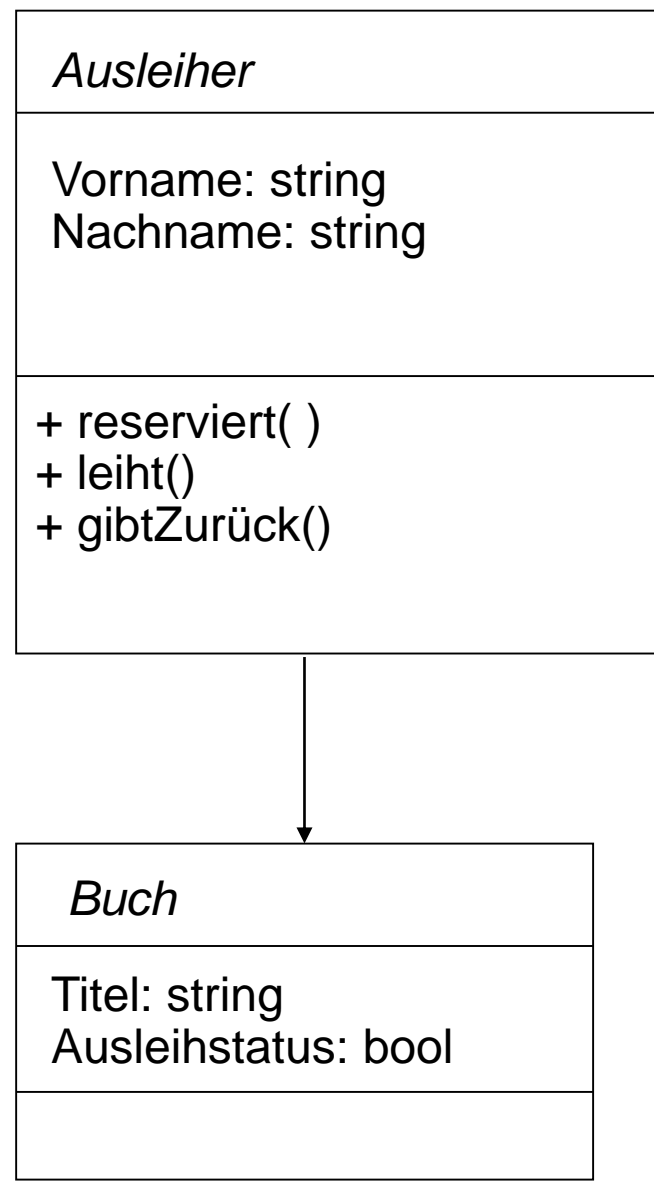
Anlassen
Beschleunigen
Bremsen

- Kurz: Objektorientiert = Daten + Methoden

Warum Objektorientierung?

- Datenkapselung
 - Abschottung der internen Implementierung vor direktem externen Zugriff.
 - Zugriff nur über fest definierte Schnittstellen
- Wiederverwendbarkeit
 - Klassen können in verschiedenen Systemen verwendet werden
- Denken in Terminologien der realen Welt
 - Weniger Abstraktion notwendig
- Reduktion von Komplexität
 - Klassen kapseln Details
 - Bieten Struktur

Beispiel: Klassen und Funktionen

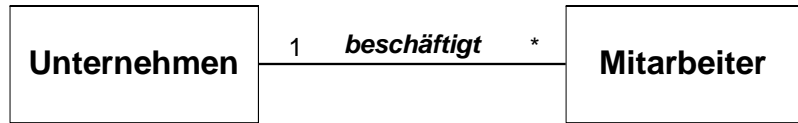


- Identifiziere Akteure
- Beschreibe Anwendungsfälle (Use Cases) => Use-Case-Diagramm
- Bestimme statisches Modell
 - Identifiziere Objekte
 - Identifiziere Eigenschaften der Objekte
 - Bestimme Assoziationen der Objekte) => Objektdiagramm
 - Fasse Objekte zu Klassen zusammen
 - Bestimme Funktionen und Multiplizitäten der Assoziationen
 - Ordne Klassen in Vererbungshierarchien ein
- Erstelle Verhaltensmodell
 - Identifiziere Ereignisse und modelliere Interaktionen in Anwendungsfällen
 - Identifiziere Verhalten der Objekte
 - Beschreibe das Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

Verschiedene Assoziationen zwischen Klassen

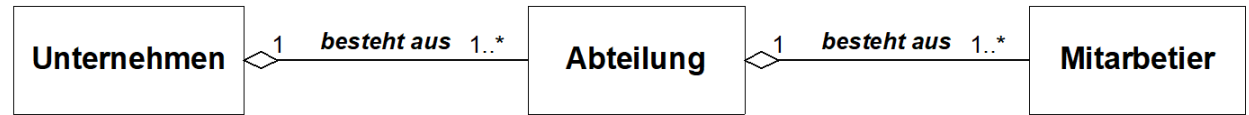
- Assoziation

- Benutzt-Beziehungen zwischen gleichrangigen Klassen



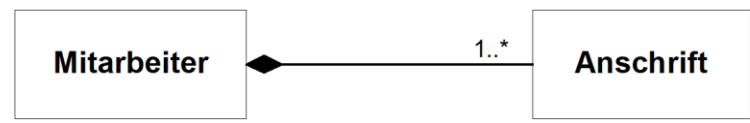
- Aggregation

- Teile/Ganzes-Beziehung
- Zusammensetzung eines Objekts aus Einzelteilen

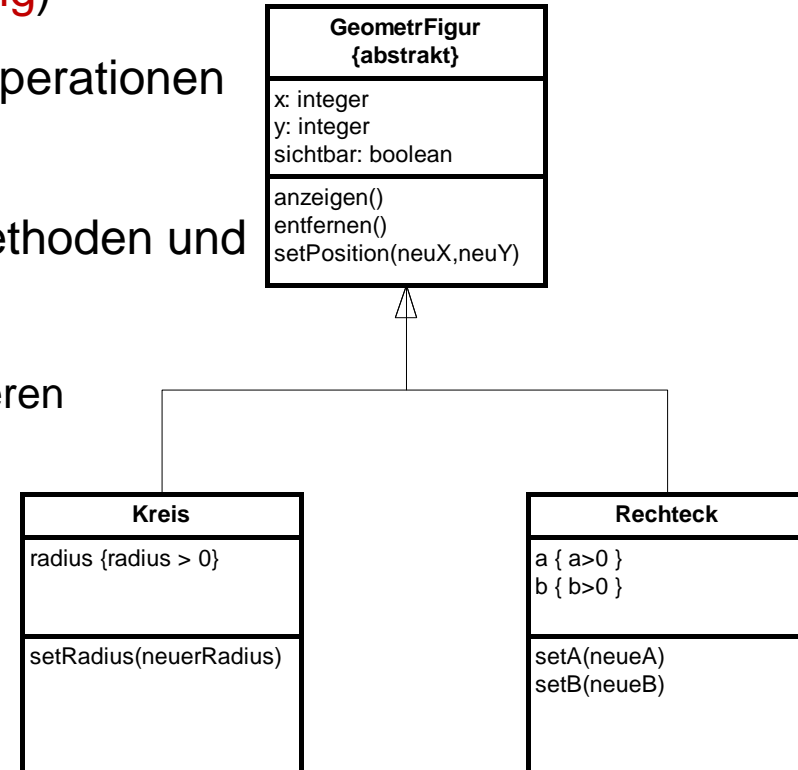


- Komposition

- Strenge Form der Aggregation
- Teile vom Ganzen sind existenzabhängig

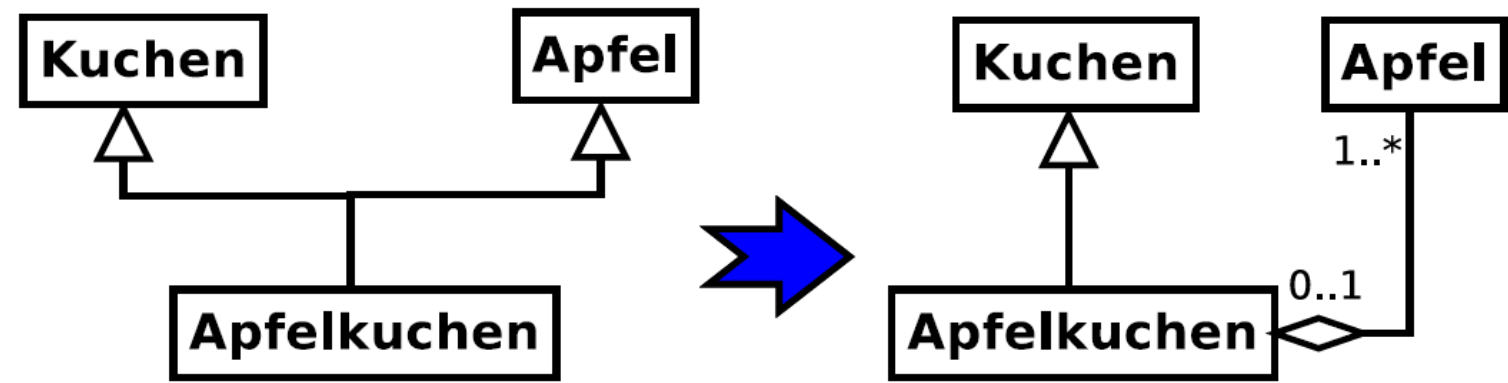


- Vererbung
 - Oberbegriff-Beziehung (**Ist-ein-Beziehung**)
 - Die Unterklasse erbt die Attribute und Operationen der Oberklasse
 - Unterklassen können neue Attribute, Methoden und Assoziationen definieren
 - Aber auch vererbte Elemente neu redefinieren
 - Generalisierung – Spezialisierung
 - Vererbung über mehrere Oberklassen möglich (Mehrfachvererbung)

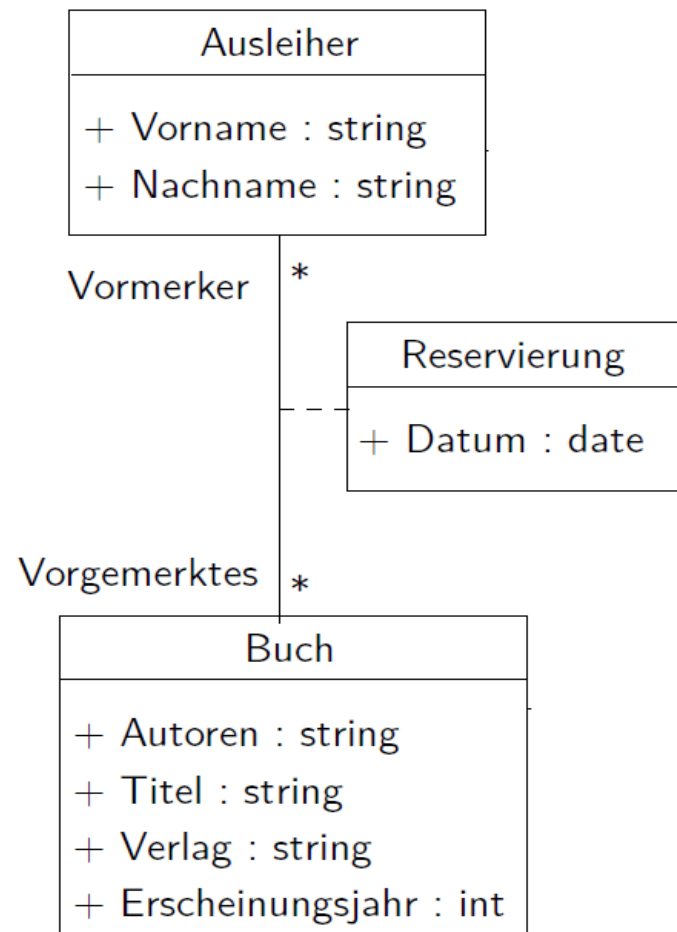


Liskovs Substitutionsprinzip (1988)

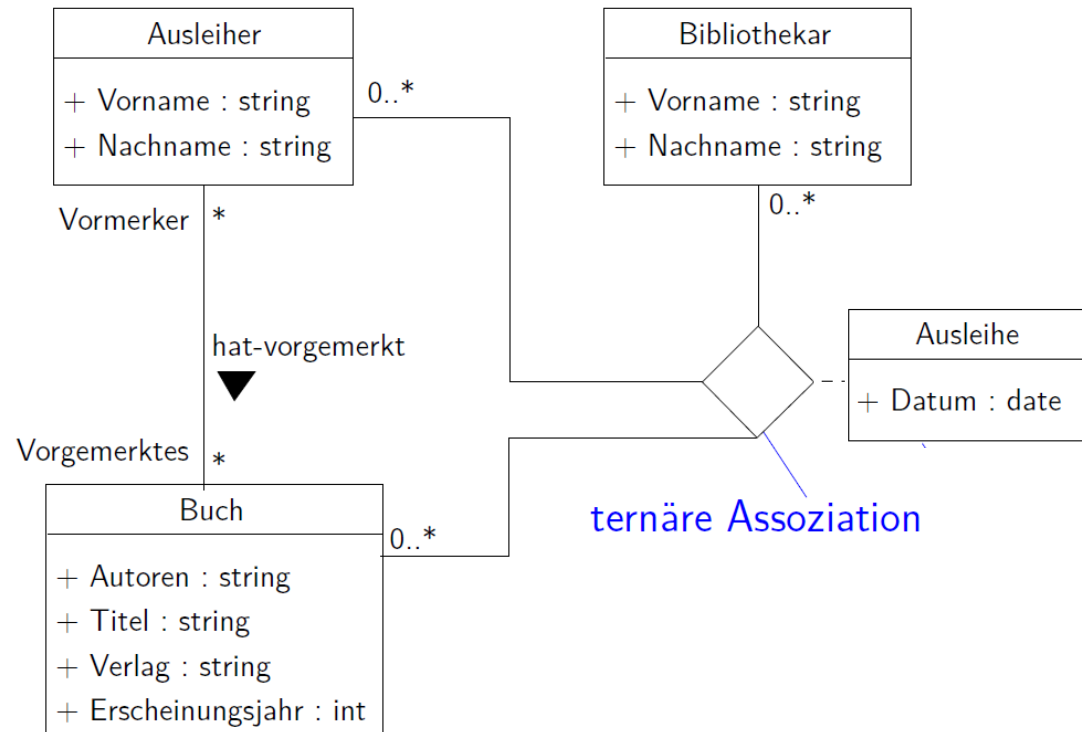
- Wie entscheidet man, ob eine Klasse eine Spezialisierung einer anderen Klasse ist?
- Liskovs Substitutionsprinzip: Jede Instanz einer Unterklasse kann immer überall dort eingesetzt werden, wo Instanzen der Oberklasse auftreten



- Assoziationsklassen
 - Wenn Assoziationen eigene Attribute haben, kann man eine Assoziationsklasse erstellen
 - Eigenes Klassensymbol mit Attribut

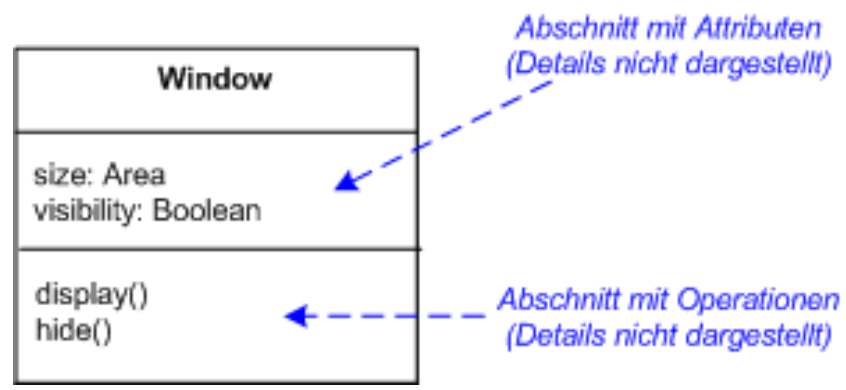


- n-äre Assoziationen
 - Assoziation zwischen mehreren Klassen
 - Eventuell mit zugeordneter Assoziationsklasse



ternäre Assoziation

Notation von Klassendiagrammen in UML



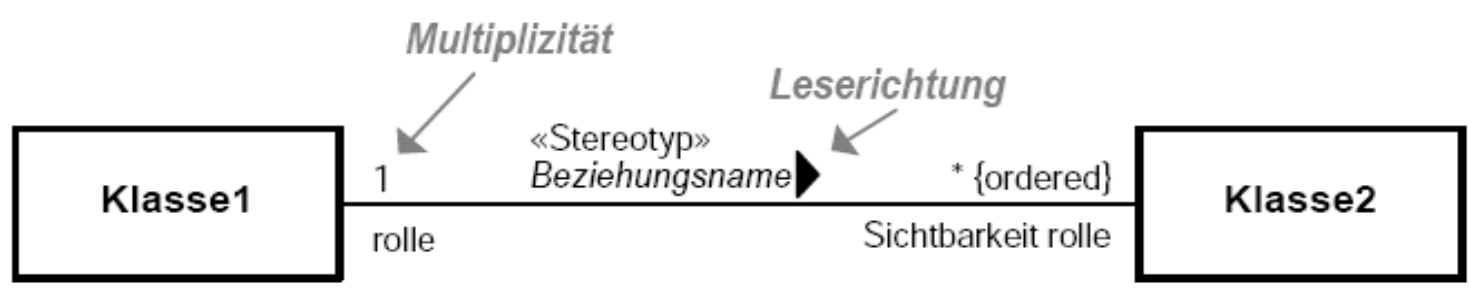
Sichtbarkeit

- + für public
- # für protected
- ~ für package
- für private

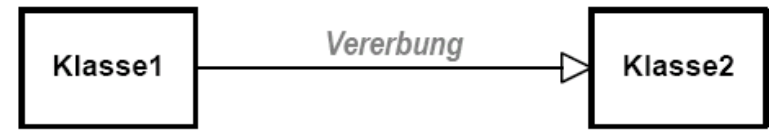


Abstrakt: kursiv geschriebener Klassennamen. Oder „{abstract} Klassename“.

Assoziationen:



Notation von Klassendiagrammen in UML (cont)



Klasse1 erbt von Klasse2
(Klasse1 spezialisiert Klasse2)



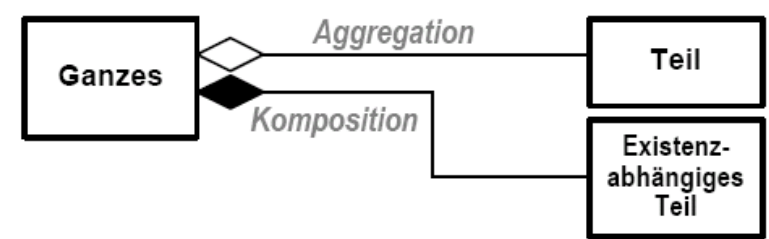
Beziehung zwischen Klasse 1 und Klasse 2



Gerichtete Assoziation
Navigierbar: von Klasse 1 nach 2
nicht navigierbar: von Klasse 2 nach 1



Beziehung zwischen Klasse 1 und Klasse 2

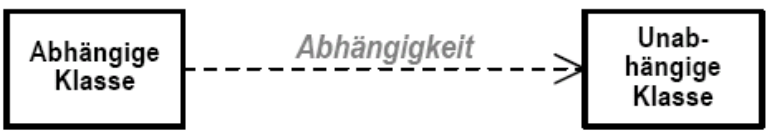


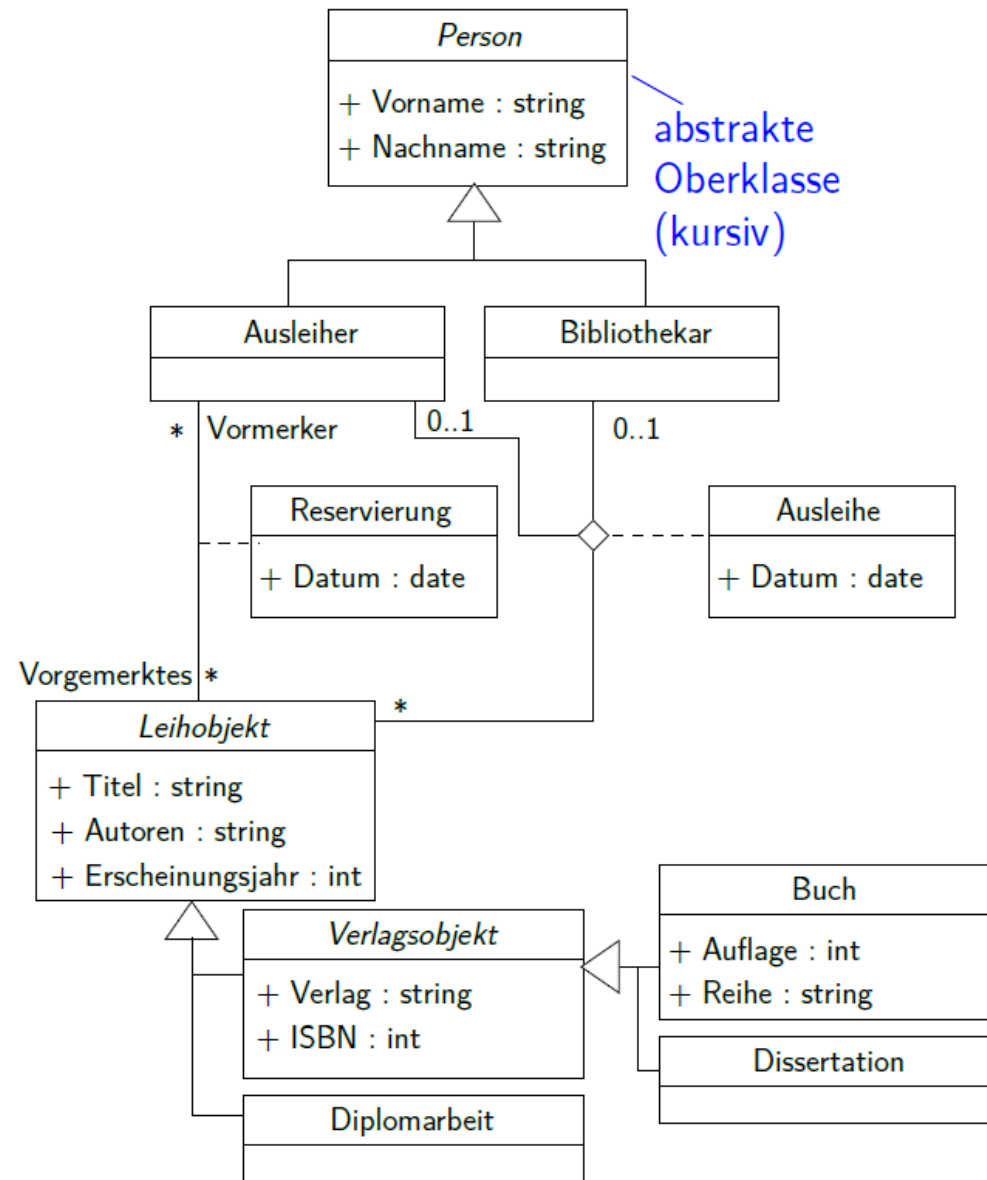
Aggregation:
Teil des Ganzen.
Der Teil kann aber auch alleine bestehen.

Komposition:
„Existenzabhängiges Teil“ kann nur in Verbindung mit dem Ganzen existieren.



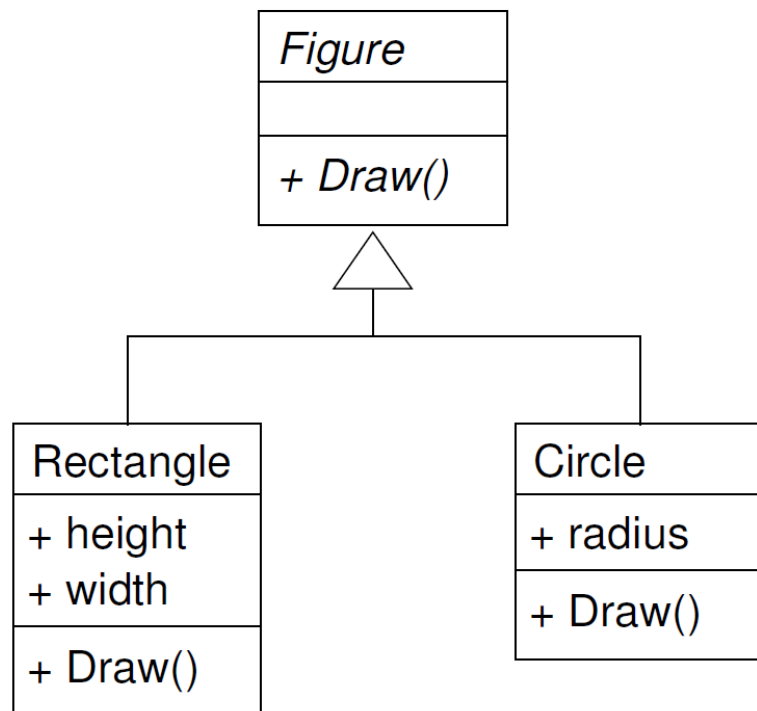
Klasse1 realisiert Klasse2





Warum das Ganze?

- Graphische Darstellung des späteren Codes
 - Automatische Übersetzung UML -> Programmiersprache



```

class Figure
{
    public virtual void draw();
}

class Rectangle : Figure
{
    public void draw();
    public int height;
    public int width;
}

class Circle : Figure
{
    public void draw();
    public int radius;
}
    
```


Noch ein Beispiel aus der Praxis

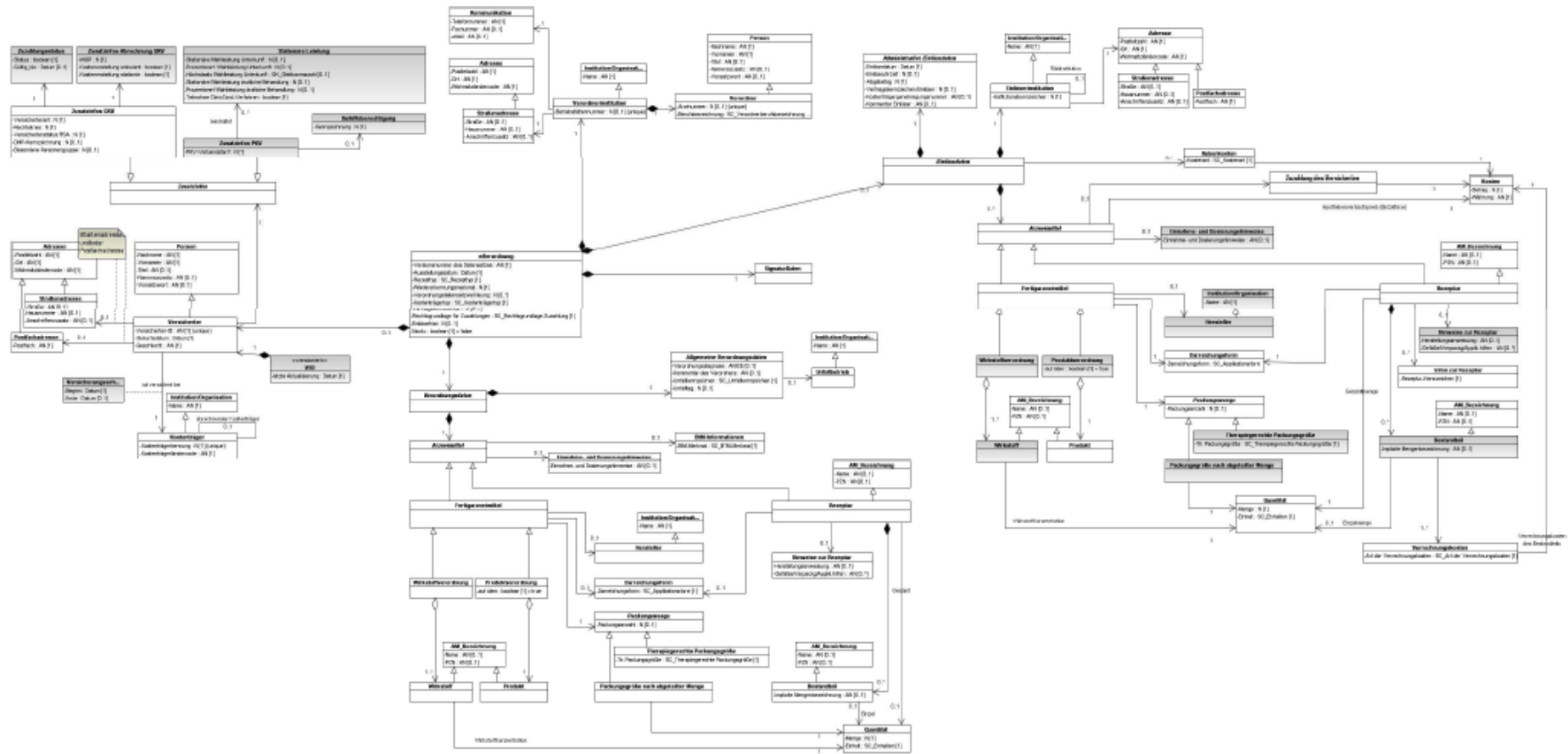
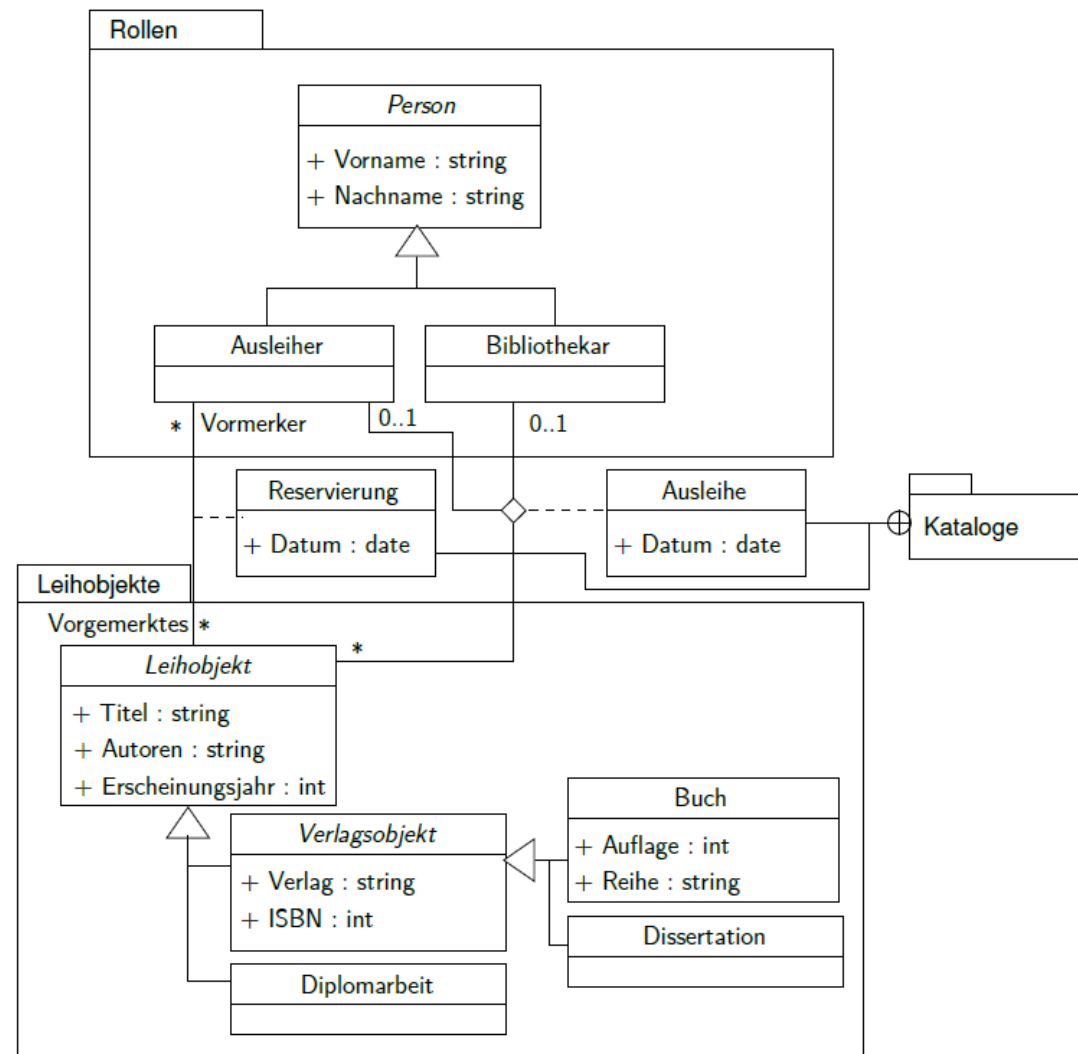


Abbildung 8 – Infomodel VODM zu Release 2

■ Paketdiagramme

- Zusammenfassung von Modellelementen zu Gruppen
- Modellelemente sind meist Klassen, kann aber auch für Anwendungsfälle verwendet werden
- Programmiersprachen-äquivalent: Namespaces oder Packages



- UML-Diagramme
 - Objektdiagramme
 - Klassendiagramme
- Zusammen beschreiben diese das **statische Datenmodell**, also statische Konzepte und ihre Beziehungen zueinander

