



**Universität
Zürich^{UZH}**

Institut für Informatik

Informatik II: Modellierung

Prof. Dr. Martin Glinz

Kapitel 2

Einführung in die Modelltheorie

Inhalt

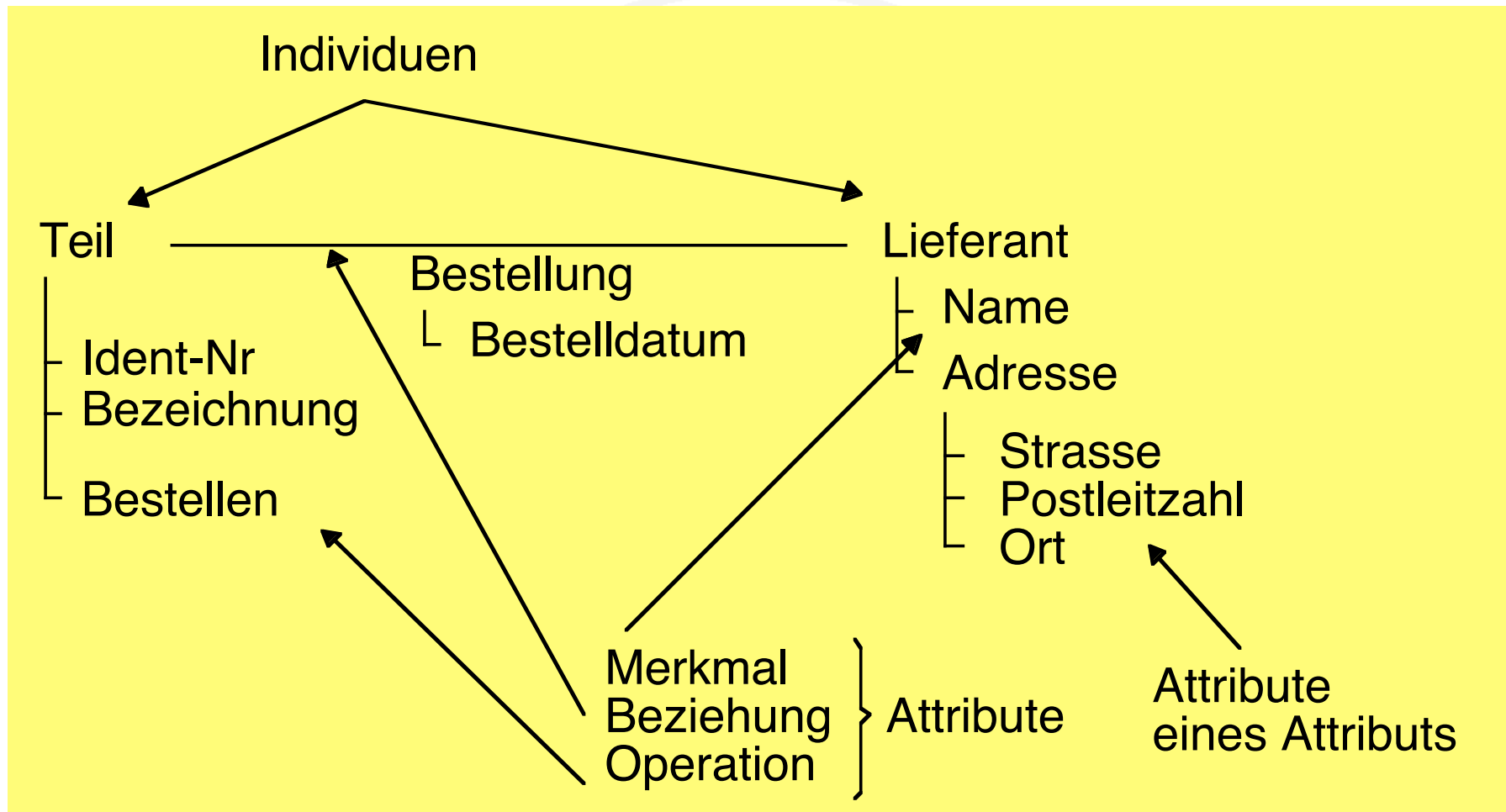
- 2.1 Grundannahmen
- 2.2 Hauptmerkmale eines Modells
- 2.3 Sprache und Modell
- 2.4 Operationen auf Modellen
- 2.5 Deskriptive und präskriptive Modellbildung
- 2.6 Philosophische und ethische Aspekte

2.1 Grundannahmen

Betrachtet werden nur Modelle als Abbilder oder Vorbilder (vgl. Kap. 1.1)

- Jedes Modell und jedes modellierte Original wird als Menge von **Individuen** und **Attributen** beschrieben.
 - Ein **Individuum** ist ein individuell erkennbarer, von anderen Individuen eindeutig abgrenzbarer, für sich stehender Gegenstand.
 - **Attribute** sind
 - **Eigenschaften** von Individuen oder von anderen Attributen
 - **Beziehungen** zwischen Individuen oder Attributen
 - **Operationen** auf Individuen oder Attributen.

Beispiel für die Elemente eines Modells



2.2 Hauptmerkmale eines Modells

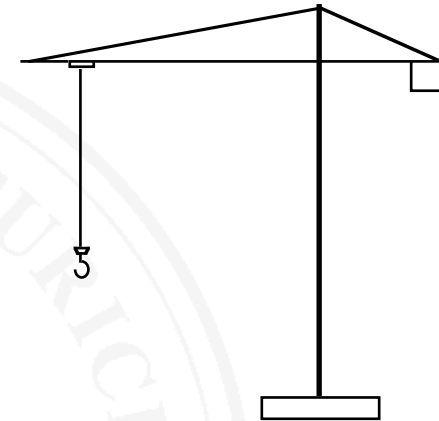
- **Abbildungsmerkmal**
Jedes Modell ist **Abbild** oder **Vorbild**
- **Verkürzungsmerkmal**
Jedes Modell **abstrahiert**
- **Pragmatisches Merkmal**
Jedes Modell wird im Hinblick auf einen **Verwendungszweck** geschaffen

(Stachowiak 1973)

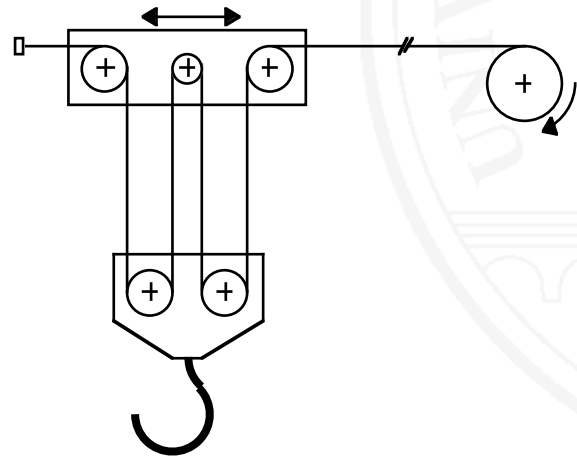
Das Abbildungsmerkmal – 1

„Ein Kran“

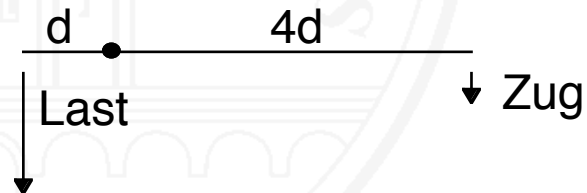
a. Original



b. Ein Modell eines Krans

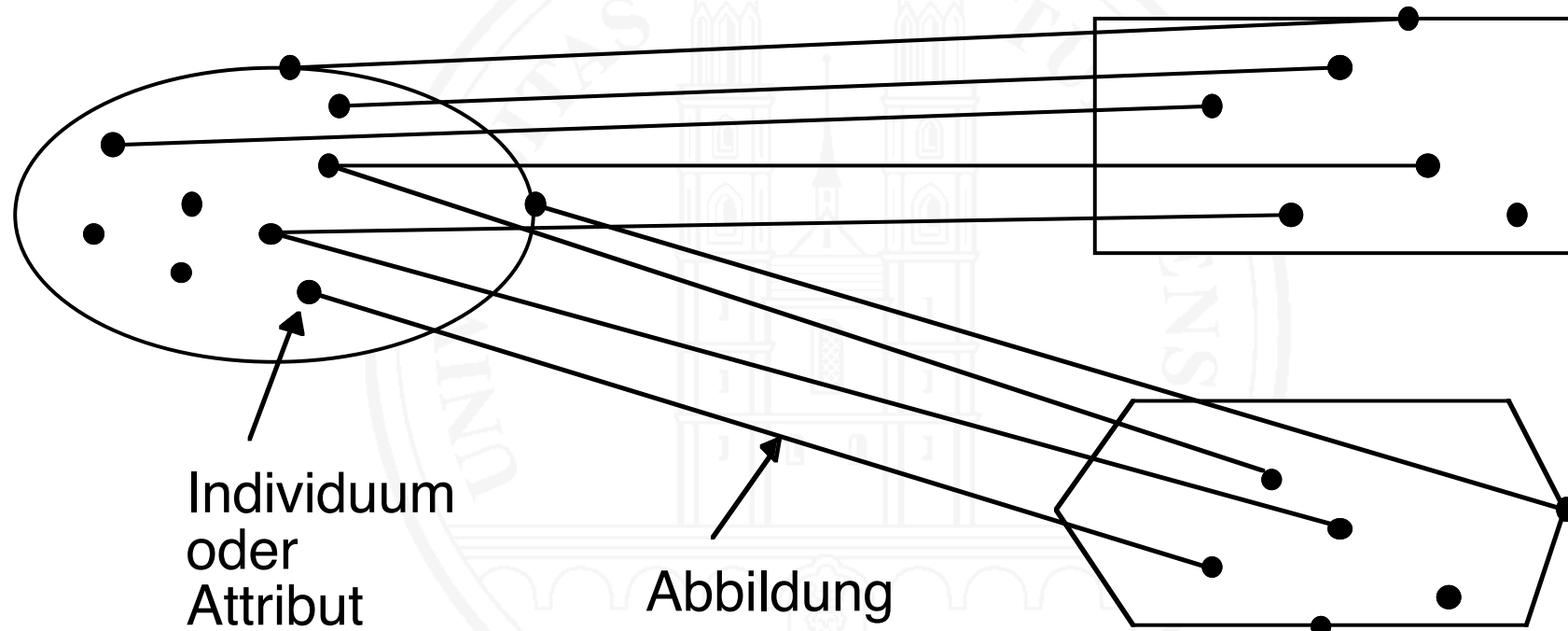


c. Ein anderes Modell eines Krans



d. Ein Modell des Modells c.

Das Abbildungsmerkmal – 2



Das Abbildungsmerkmal – 3

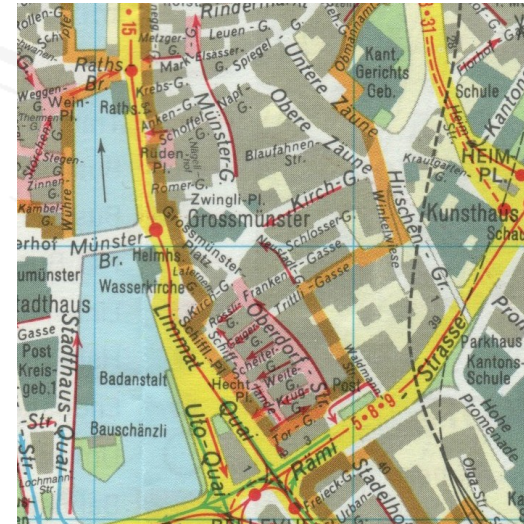
- Modelle sind Abbilder oder Vorbilder eines vorhandenen oder zu schaffenden Originals
- Zu jedem Modell gehört eine **Abbildung**, welche die Individuen und Attribute des Originals auf diejenigen des Modells abbildet
- Das **Original** kann selbst wieder ein **Modell** sein
- Es kann **verschiedene Modelle** des **selben Originals** geben

Das Verkürzungsmerkmal – 1

Original



Modell



- Modelle erfassen meistens nicht alle Individuen und Attribute des Originals
- Es wird nur das modelliert, was den Modellschaffenden wichtig/nützlich/notwendig erscheint
- Das Modell kann Individuen und Attribute enthalten, die keine Entsprechung im Original haben

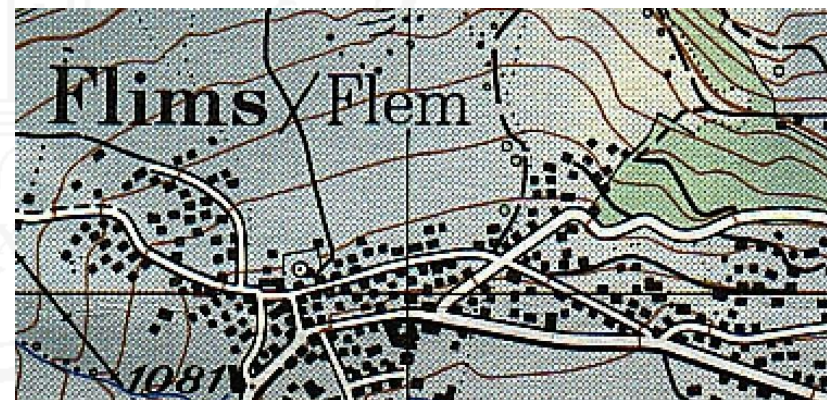
Das Verkürzungsmerkmal – 2

“A message to mapmakers: highways are not painted red, rivers don't have county lines running down the middle, and you can't see contour lines on a mountain.”

William Kent (1978)

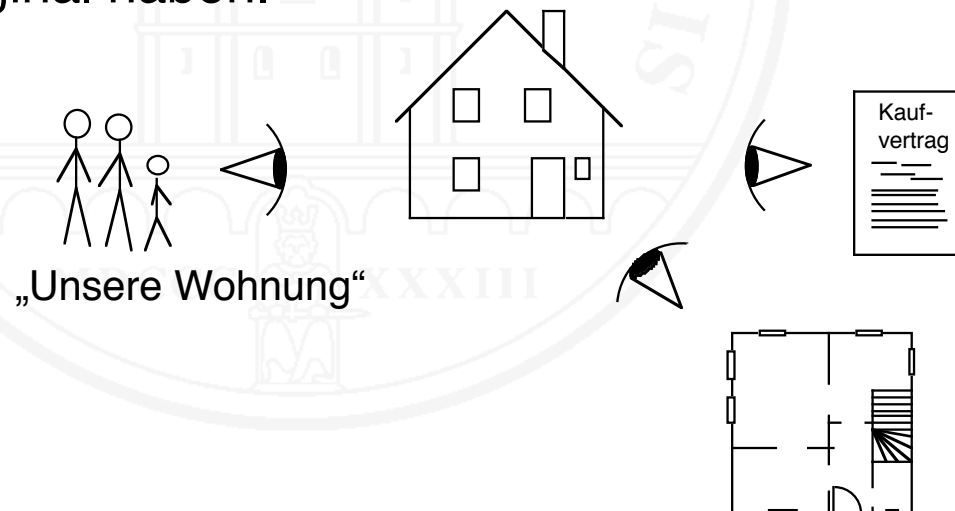
Aufgabe 2.1:

Warum hat es auf topographischen Karten Höhenlinien?



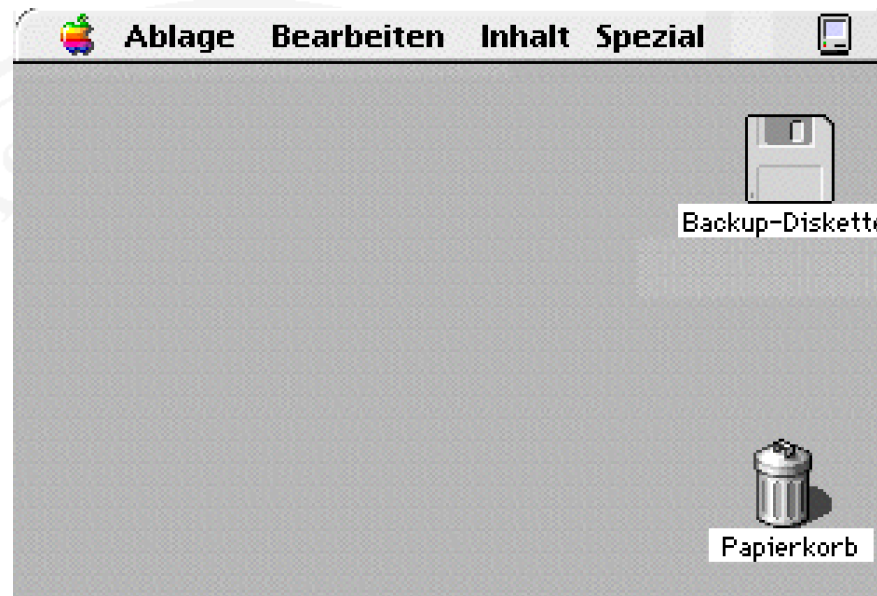
Das pragmatische Merkmal

- Original und Modell(e) sind einander nicht aus sich selbst heraus zugeordnet.
- Jedes Modell ist für einen spezifischen Zeitraum und Verwendungszweck geschaffen
- Es gibt keine a priori richtigen oder falschen Modelle
- Es dürfen keine Modellattribute ausgewertet werden, die keine Entsprechung im Original haben.



Aufgabe 2.2

Gegeben ist folgendes Modell einer Diskette:



Notieren Sie in Stichworten zu dieser Modellbildung:

- (1) Welche Attribute des Originals entsprechen welchen Modellattributen?
- (2) Welche Attribute des Originals sind nicht modelliert?
- (3) Welche Attribute des Modells gibt es im Original nicht?
- (4) Mit welcher Pragmatik wurde dieses Modell erstellt?

2.3 Sprache und Modell

- Modelle, welche nicht aus einem konkreten Material bestehen, benötigen eine **Sprache**, in der sie ausgedrückt werden können
- Sprache: strukturierte Menge von **Zeichen** und die damit bezeichnete **begriffliche Vorstellung**
- Zeichen: Laute, Schrift, Symbole, Gebärden,...
- Modelle: in der Regel mit Schrift und Symbolen ausgedrückt: **Notation**

Notation – System von **Schrift- und Symbolzeichen** zur Darstellung eines Modells

- **Explizite Zuordnung** von begrifflicher Vorstellung und Notation
- Meist **mehrere Notationen** zur gleichen begrifflichen Vorstellung

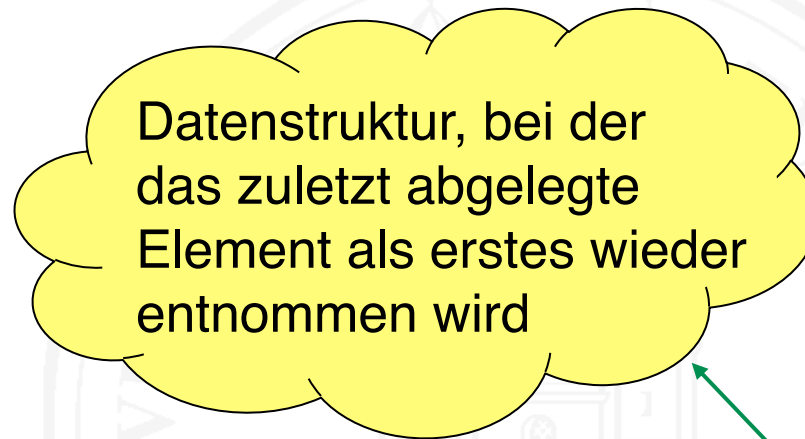
Beispiel

Sprachelement:

Beispiel:

In der Sprach- und Zeichentheorie:

Begriffliche Vorstellung



Bezeichnetes
Bezeichner
(de Saussure)

Bedeutung, Referenz,
Gedanke

Ausdruck, Symbol,
Name, Wort

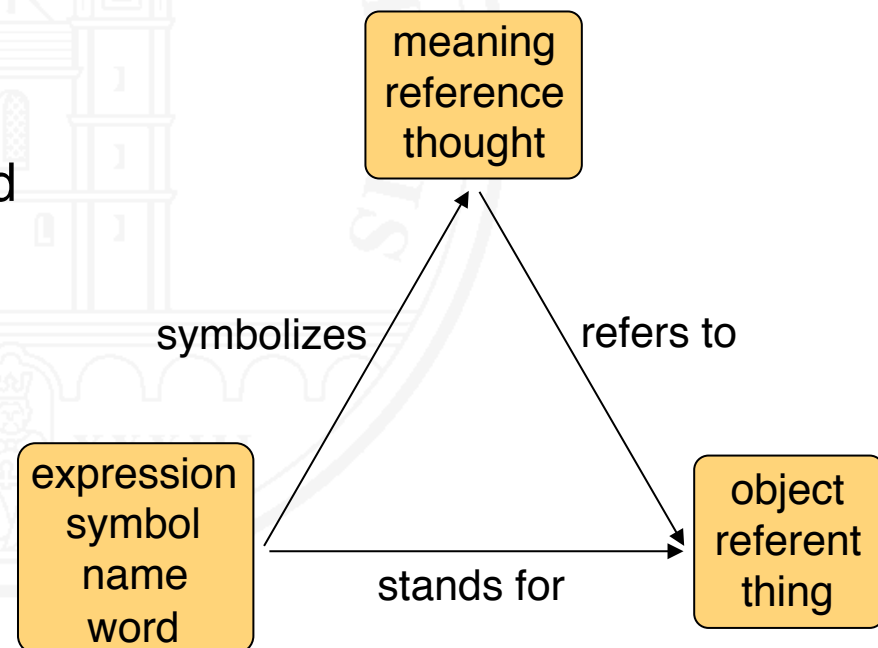
(Ogden und Richards)

Notation



Exkurs in die Sprach- und Zeichentheorie

- In jeder Sprache sind
 - **Bezeichner** (Schrift- bzw. Klangbild, Symbol) und
 - **Bezeichnetes** (begriffliche Vorstellung)einander explizit (im Prinzip willkürlich) zugeordnet (de Saussure 1916)
- Sprache kann (aber muss nicht!) Dinge der Realität bezeichnen
- **Semiotisches Dreieck** (Ogden und Richards 1923):



Notation und Bedeutungen

- Wenn zwei Partner (Menschen oder Maschinen) kommunizieren, so tauschen sie eine Menge von Zeichen aus
- Erfolgreiche Kommunikation erfordert die Festlegung von
 - Notation
 - gemeinsamer **Zeichenvorrats**
 - Regeln für die Bildung von Zeichenstrukturen (**Syntax**)
 - Bedeutung der Zeichen, d.h. der ihnen zugeordneten begrifflichen Vorstellung (**Semantik**)
- Erfordert v.a. in Fachsprachen explizite Bedeutungsdefinitionen
 - ⇒ **Ontologien**

Ontologie – explizite Bedeutungsdefinitions-Systeme

Ontologie –

In der Informatik: die **konzeptuelle Formalisierung** von Wissensbereichen
[Allgemein: die Lehre vom Sein]

- Ontologien sind **formale Modelle einer Anwendungsdomäne**, die dazu dienen, den Austausch und das Teilen von Wissen zu erleichtern
- Damit Menschen über ein **Modell kommunizieren** können, benötigen sie eine **gemeinsame Ontologie** des Anwendungs- und Wissensbereichs, der dem Modell zu Grunde liegt

Beispiel

Anwendungsbereich: **Linienflüge**

Bezeichnetes, begriffliche Vorstellung: **Der für einen Flugschein zu zahlende Betrag**

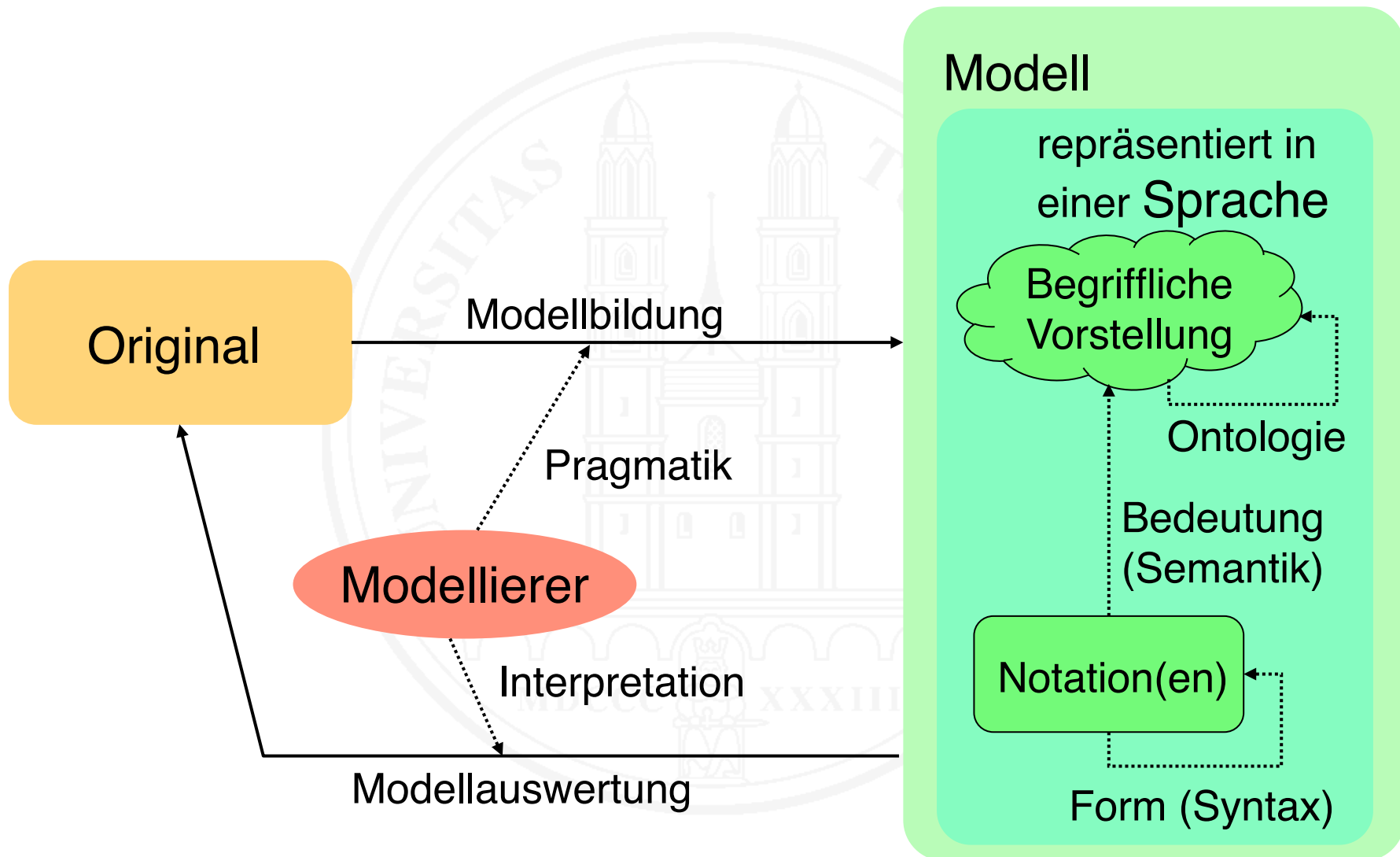
Bezeichner: **Preis**

- ⇒ Nur mit einer Ontologie, welche die Begrifflichkeit von «Preis» exakt bestimmt, werden Angebote verschiedener Fluggesellschaften vergleichbar

Aufgabe 2.3:

Nennen Sie Beispiele möglicher unterschiedlicher Auffassungen von «Preis»

Zusammenhang von Original, Modell und Sprache



Beispiel

Original

Die Beschäftigten im Verkauf der Firma AGP sind Peter Muster, Anna Maier, Fritz Mann und Eva Schütz

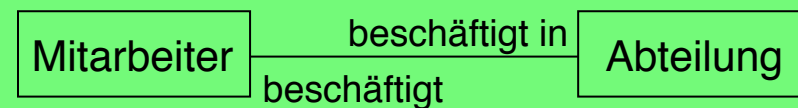
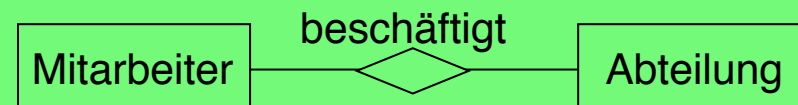
Begriffliche Vorstellung

«Mitarbeiter ist beschäftigt in Abteilung»

Modell

(repräsentiert in einer Sprache)

Notationen

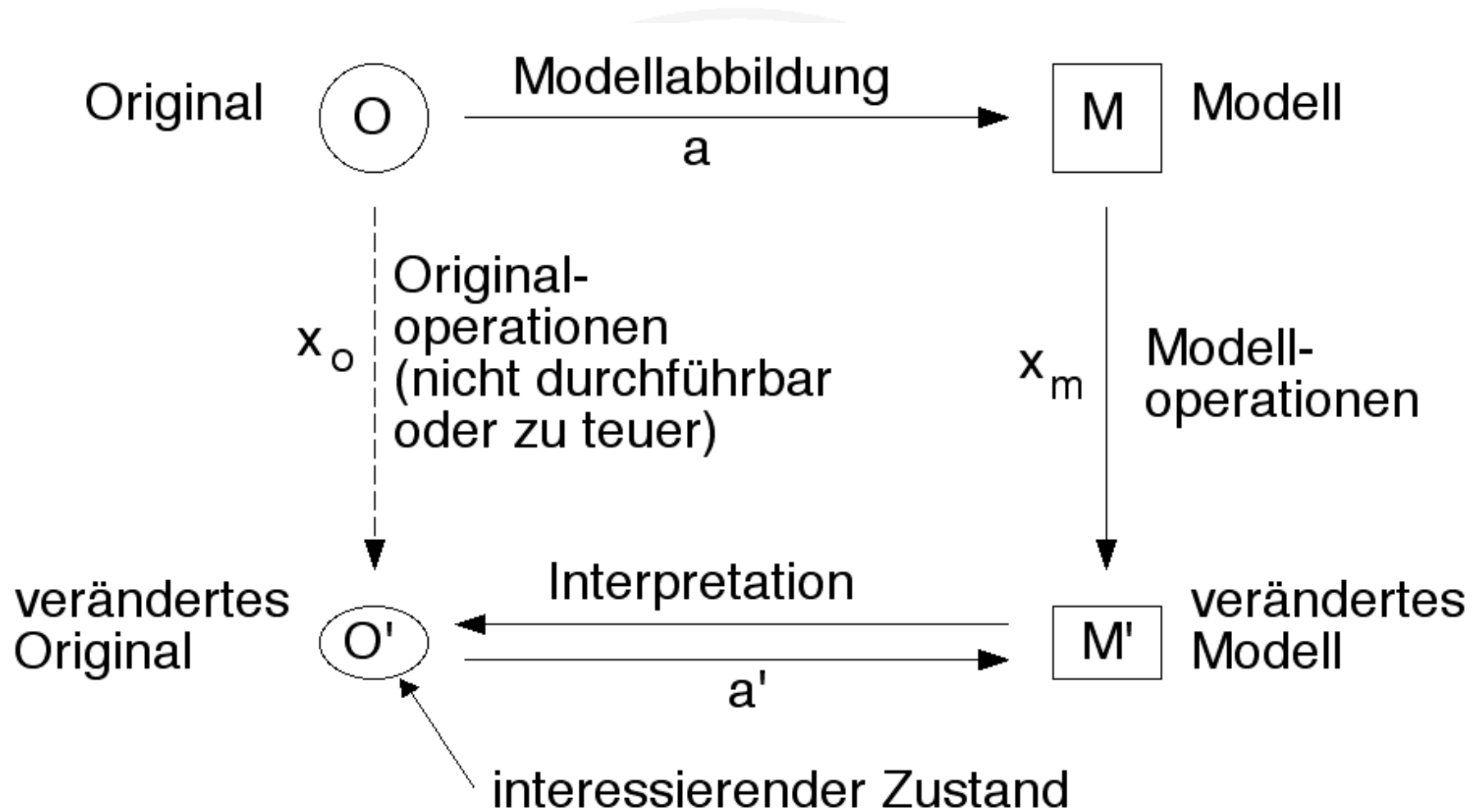


2.4 Operationen auf Modellen

- Problem: Operationen auf Originalen sind manchmal
 - nicht durchführbar oder
 - zu teuer
- ⇒ Operationen auf Modellen:
Aus dem resultierenden Modellzustand Rückschlüsse ziehen, wie sich das Original unter den gleichen Operationen verändert hätte

Beispiel: Wirkung des Zusammenstoßes zweier Fahrzeuge auf menschenähnliche Puppen in diesen Fahrzeugen
- Vorsicht: Nur solche Modelloperationen sind zulässig,
 - zu denen es eine entsprechende Operation auf dem Original gibt
 - deren resultierende Attribute auf entsprechende Attribute des Originals abbildbar sind

Operationen auf Modellen – 2



2.5 Deskriptive und präskriptive Modellbildung

- Modellierung eines **existierenden** Originals
oder
- Modellierung eines **zukünftigen**, aber **nicht gestaltbaren** Originals
- ⇒ **Deskriptive** Modellierung
Beispiele: Stadtplan, Wettervorhersage, Komponentenstruktur eines im Einsatz befindlichen Informatiksystems
- Modellierung eines zu **schaffenden**, **gestaltbaren** Originals
- ⇒ **Präskriptive** Modellierung
- ⇒ Beispiele: Konstruktionszeichnung, Anforderungsspezifikation für zu entwickelnde Software

Deskriptive und präskriptive Modellbildung – 2

- Deskriptive Modellbildung muss sich **streng an der Realität orientieren**
- Präskriptive Modellbildung darf **zukünftige Realität gestalten**
- Deskriptiv und präskriptiv sind Eigenschaften der **Modellbildung**, nicht der Modelle selbst:
dasselbe Modell kann deskriptiv bezüglich eines Originals und präskriptiv bezüglich eines anderen Originals sein

Aufgabe 2.4:

Begründen Sie diese Aussagen an Hand von Beispielen

Deskriptive und präskriptive Modellbildung – 3

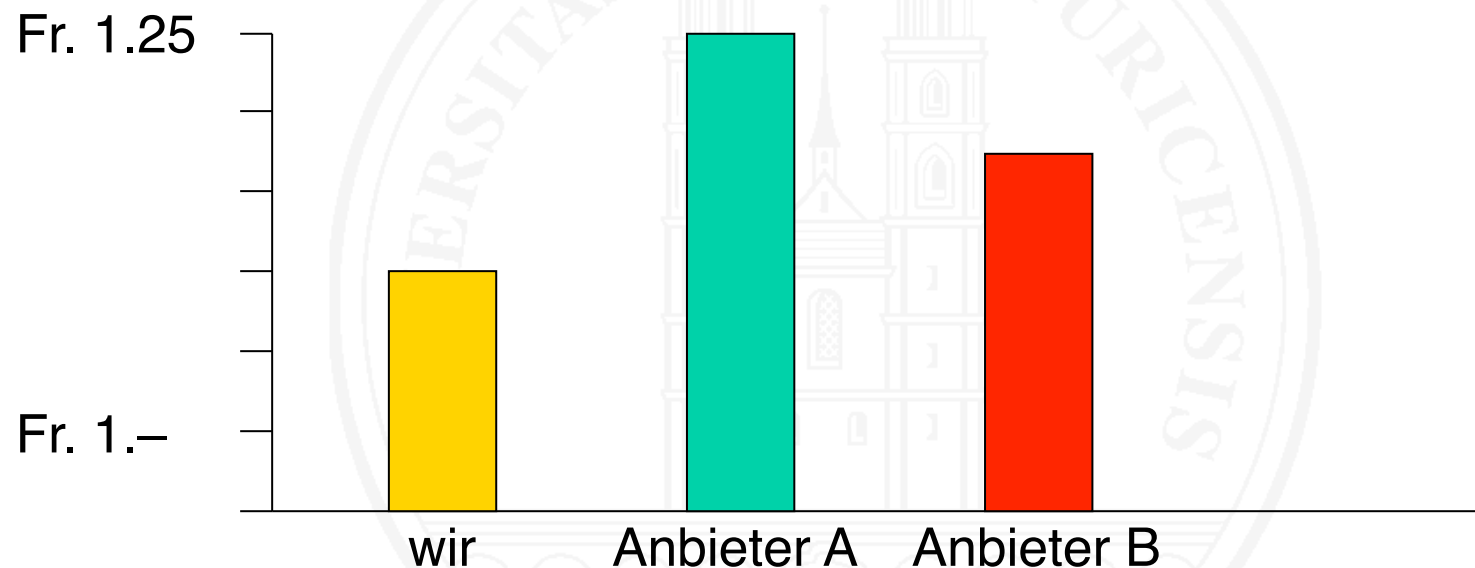
- Vorsicht: auch deskriptive Modellbildung ist nicht wertfrei:
 - zu Grunde liegende Pragmatik
 - gezielte Verkürzung
 - gezielte Wahl der Notation
 - In Werbung und Propaganda häufig anzutreffen

Beispiel: Politische Propaganda

- Eine politische Partei erstellt folgendes deskriptive Modell der Erwerbsquote in der Schweiz:
 - 1972: 58,9% der Ausländer sind erwerbstätig
 - 2000: 59,2% der Ausländer sind erwerbstätig
- Die Erwerbsquote der Schweizer ist dabei dem Verkürzungsmerkmal zum Opfer gefallen:
 - 1972: 46,2% der Schweizer sind erwerbstätig
 - 2000: 54,7% der Schweizer sind erwerbstätig
- ⇒ Der erwünschte Propagandaeffekt entsteht durch geeignetes Auswählen bzw. Weglassen von Attributen des Originals bei der Modellbildung

Beispiel: Werbung

Eine Telefongesellschaft erstellt folgendes deskriptive Modell der eigenen Preise und derer der Konkurrenz:



Aufgabe 2.5:

Was schließen Sie intuitiv aus diesem Modell?

Deskriptiv oder konstruktiv?



Modell



«Original»

2.6 Philosophische und ethische Aspekte

Was sind Originale?

- Existieren Dinge a priori und objektiv?
- Existiert nur, was erkennbar ist?
- Gibt es objektive Erkenntnis?

- ⇒ Erkenntnis ist intersubjektiv
- ⇒ Erkenntnis ist Modellbildung

Verantwortung, Modelle und Realität

- Modelle in der Informatik beschreiben Gegenstände und/oder Prozesse eines in der Regel realen Problembereichs
- Jedes Modell stellt das Original aus einer bestimmten Sicht heraus dar und **verändert** damit die Wahrnehmung des Originals
- Das gemäß einem Modell konstruierte System wird durch seinen Einsatz selbst ein **Teil der Realität** und **beeinflusst/verändert** den modellierten Problembereich
- ⇒ Modellierung ist ein Stück weit **Realitätskonstruktion**
- ⇒ Die Erstellung von Modellen ist **keine wertfreie Tätigkeit**
- ⇒ Alle Beteiligten tragen die **Verantwortung** für die durch das Modell bewirkten Interpretationen und Veränderungen des Originals

Literatur

De Saussure, F. (1916). *Cours de linguistique générale* (Herausgegeben von C. Bally und A. Sechehaye unter Mitarbeit von A. Riedlinger). Lausanne-Paris: Payot.

Glinz, M. (2008). Modellierung in der Lehre an Hochschulen: Thesen und Erfahrungen. *Informatik Spektrum* **31**, 5. 425-434.

Ludewig, J. (2003). Models in Software Engineering – an Introduction. *Software and Systems Modeling* **2**, 1. 5-14.

Kent, W. (1978). *Data and Reality*. Amsterdam etc.: North-Holland.

Mädche, A., Staab, S., Studer, R. (2001). Ontologien. *Wirtschaftsinformatik* **43**, 4. 393-396.

Ogden, C. K. & Richards, I.A. (1923). *The Meaning of Meaning. A Study of the Influence of Language upon Thought and of the Science of Symbolism*. London: Routledge & Kegan Paul.

Stachowiak, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Wien: Springer.

Wedekind, H., G. Görz, R. Kötter, R. Inhetveen (1998). Modellierung, Simulation, Visualisierung: Zu aktuellen Aufgaben der Informatik. *Informatik-Spektrum* **21**, 5. 265-272.