

Informatik II: Modellierung

Prof. Dr. Martin Glinz

Kapitel 2

# Einführung in die Modelltheorie



Universität Zürich  
Institut für Informatik

---

# 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

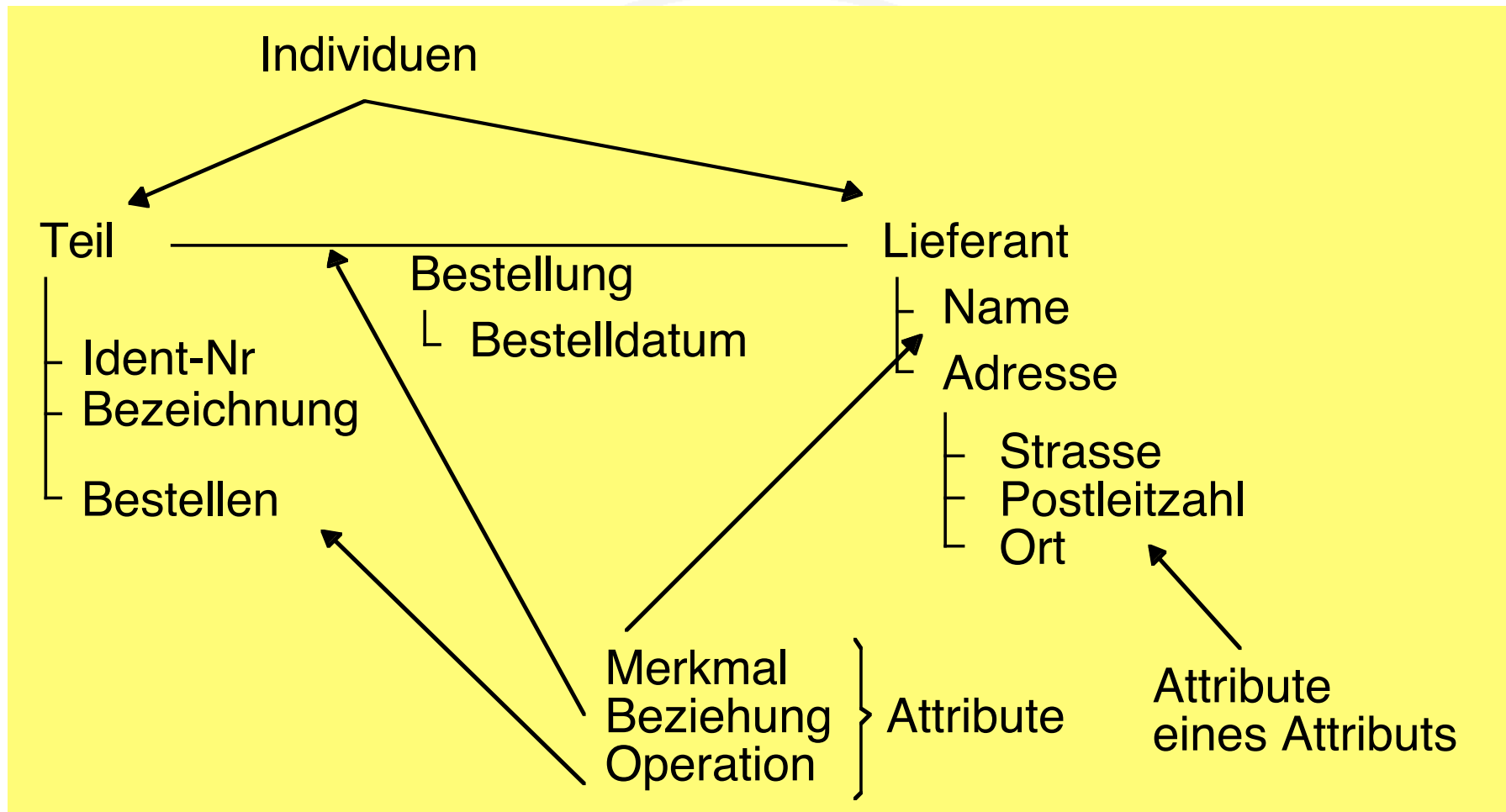
## 2.1 Grundannahmen

---

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

---

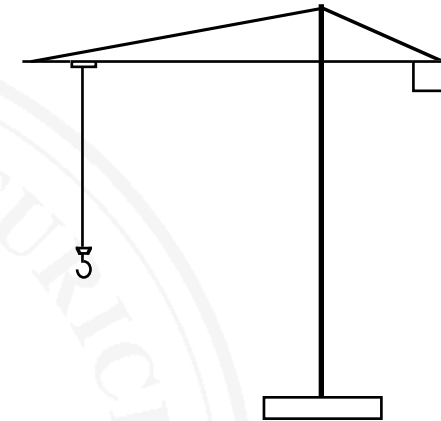
- **Abbildungsmerkmal**  
Jedes Modell ist **Abbild** oder **Vorbild**
- **Verkürzungsmerkmal**  
Jedes Modell **abstrahiert**
- **Pragmatisches Merkmal**  
Jedes Modell wird im Hinblick auf einen **Verwendungszweck** geschaffen

(Stachowiak 1973)

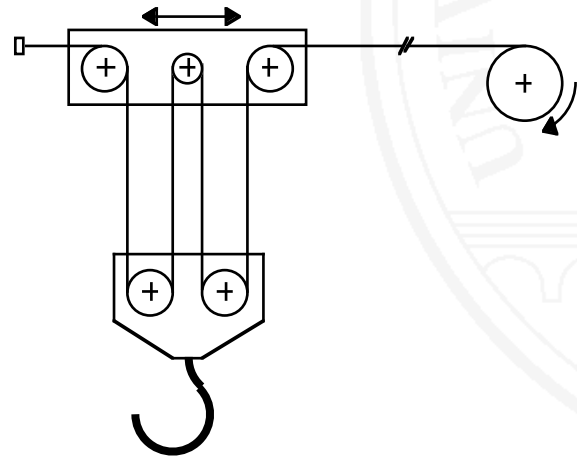
# Das Abbildungsmerkmal – 1

„Ein Kran“

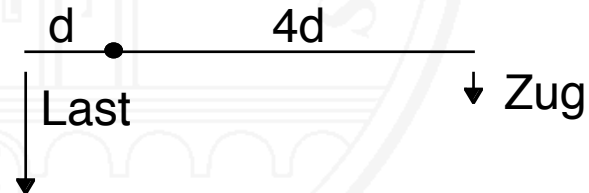
a. Original



b. Ein Modell eines Krans



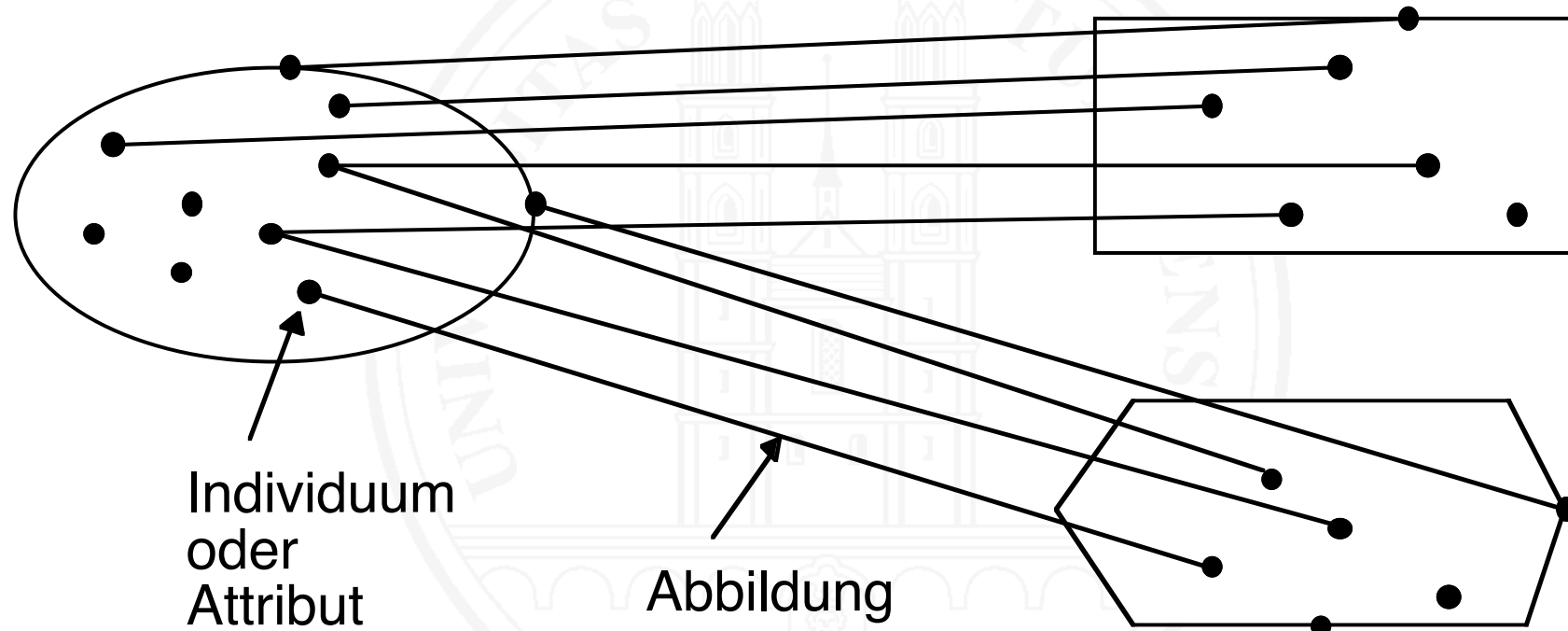
c. Ein anderes Modell eines Krans



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

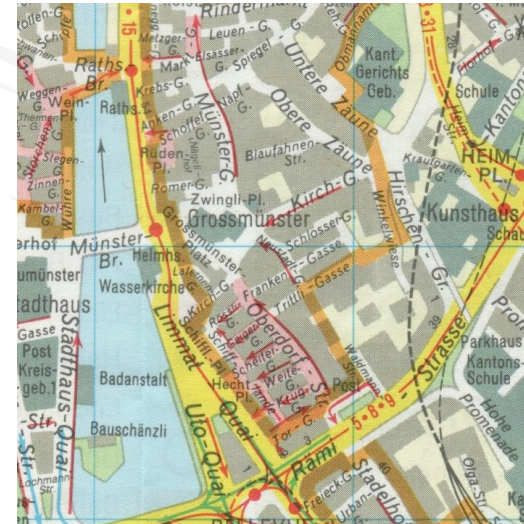


# Das Verkürzungsmerkmal – 1

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:

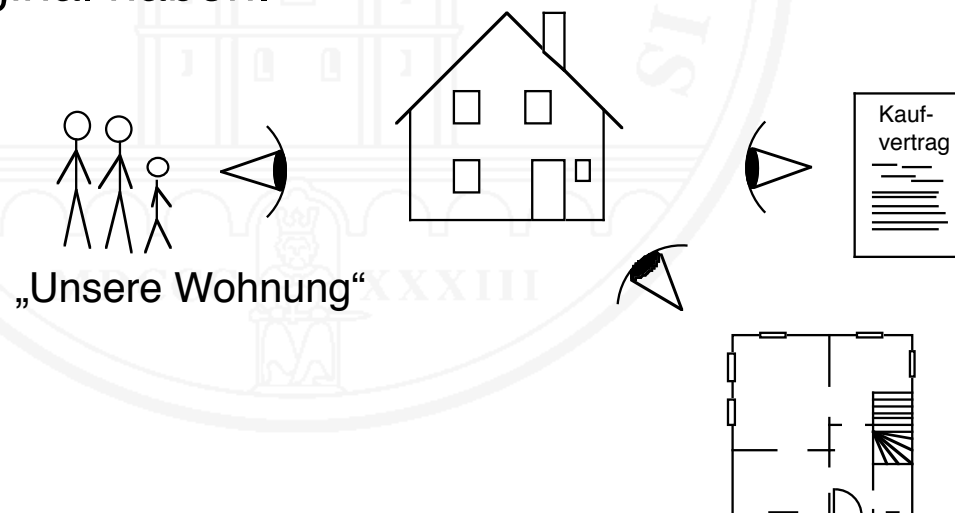
Warum hat es auf topographischen Karten Höhenlinien?



# Das pragmatische Merkmal

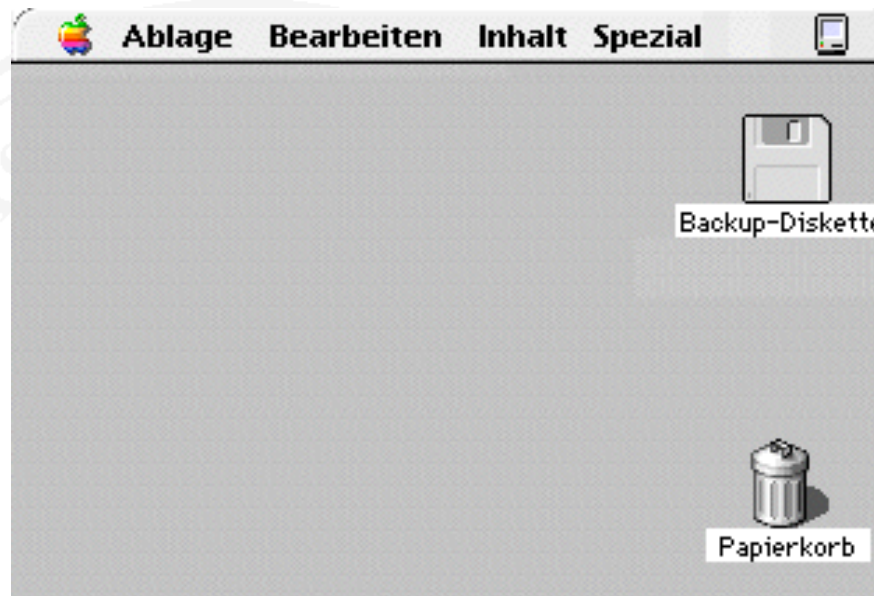
---

- 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

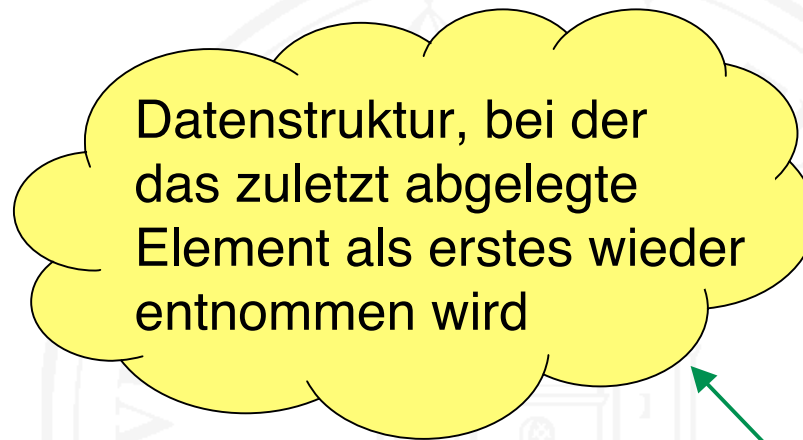
# Beispiel

Sprachelement:

Beispiel:

In der Sprach- und Zeichentheorie:

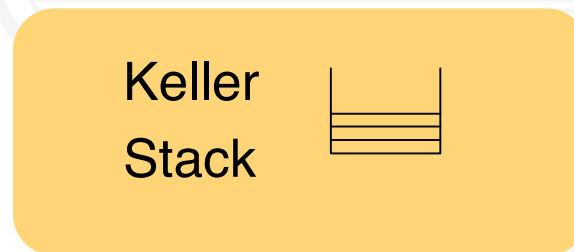
Begriffliche Vorstellung



Bezeichnetes  
Bezeichner  
(de Saussure)

Bedeutung, Referenz,  
Gedanke

Notation



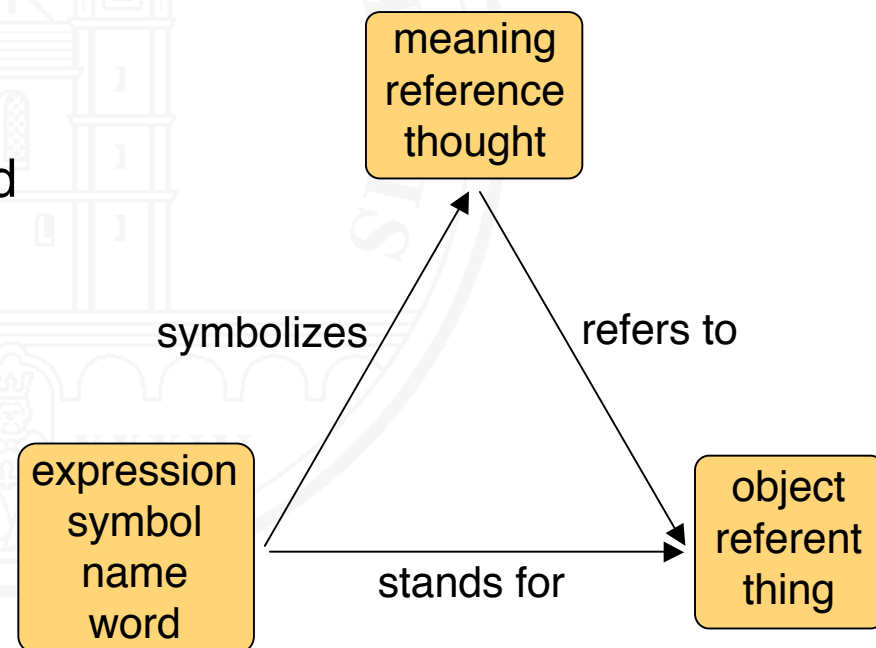
Ausdruck, Symbol,  
Name, Wort

(Ogden und Richards)

# 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**

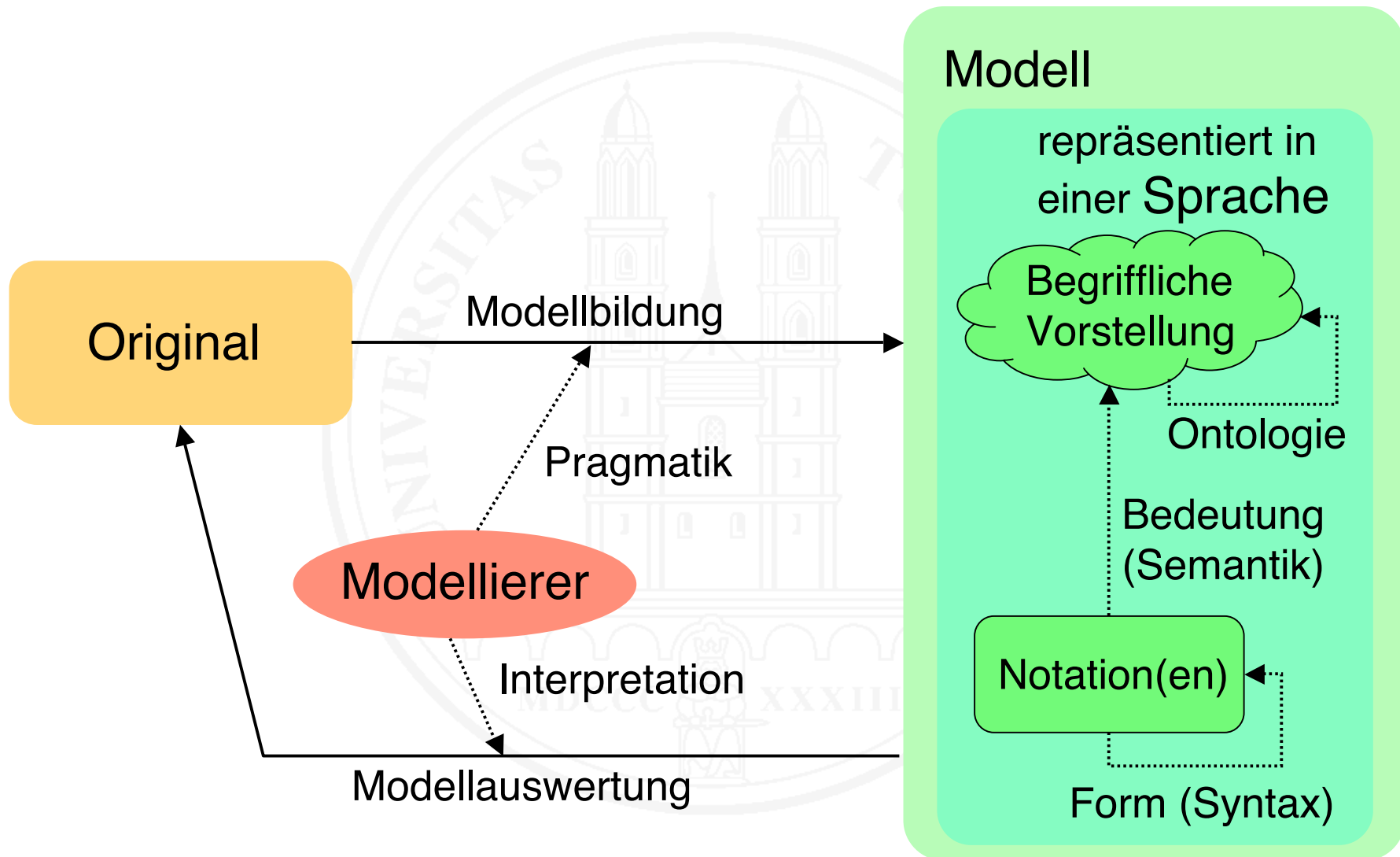
Bezeichner: **Preis**

⇒ 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

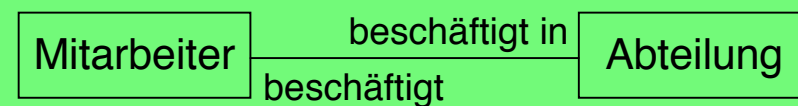
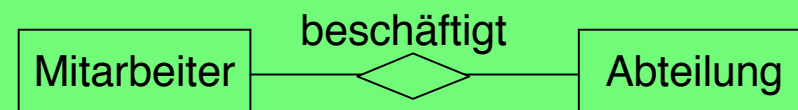
## Begriffliche Vorstellung

«Mitarbeiter ist beschäftigt in Abteilung»

## Modell

(repräsentiert in einer Sprache)

## Notationen

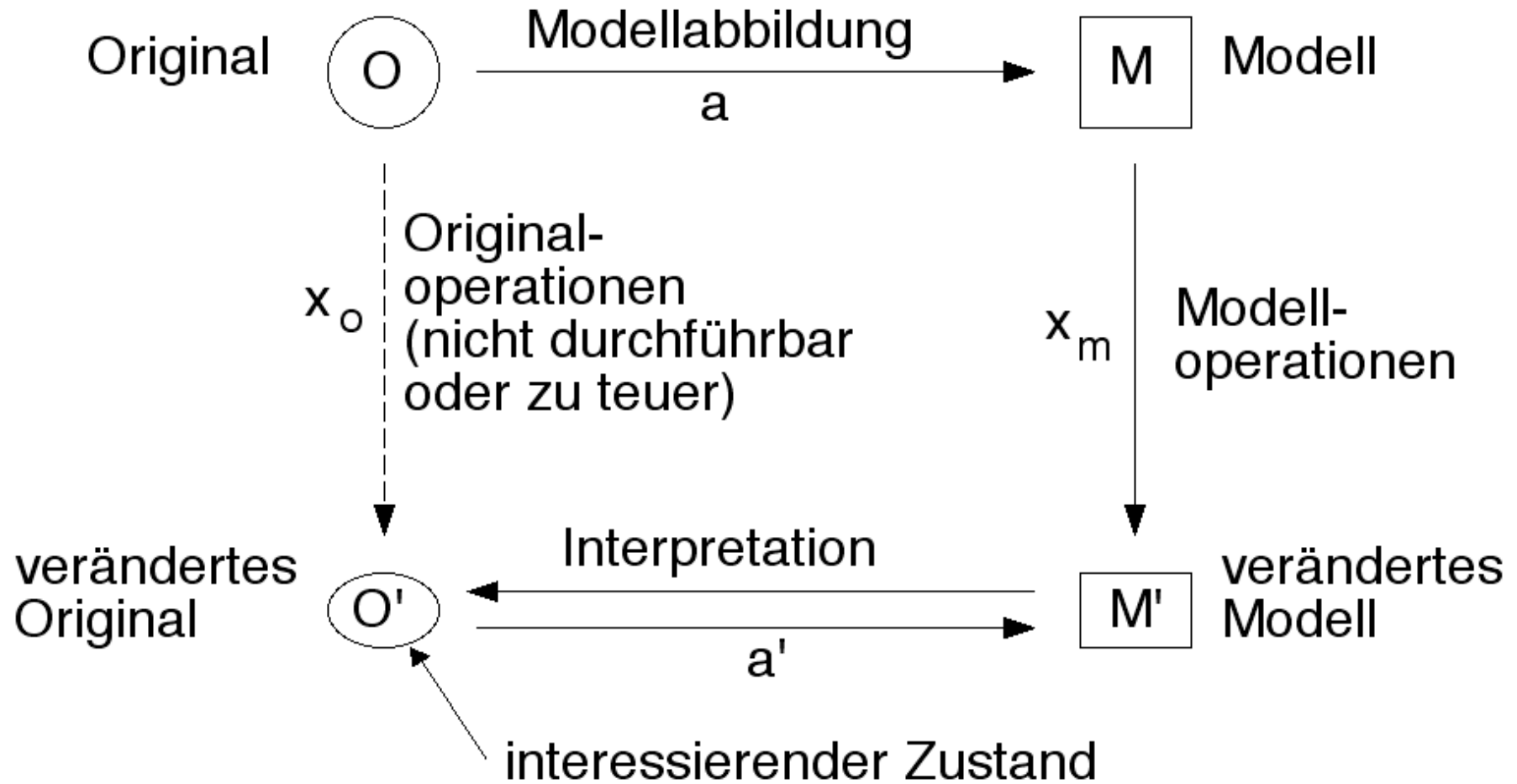


## 2.4 Operationen auf Modellen

---

- 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

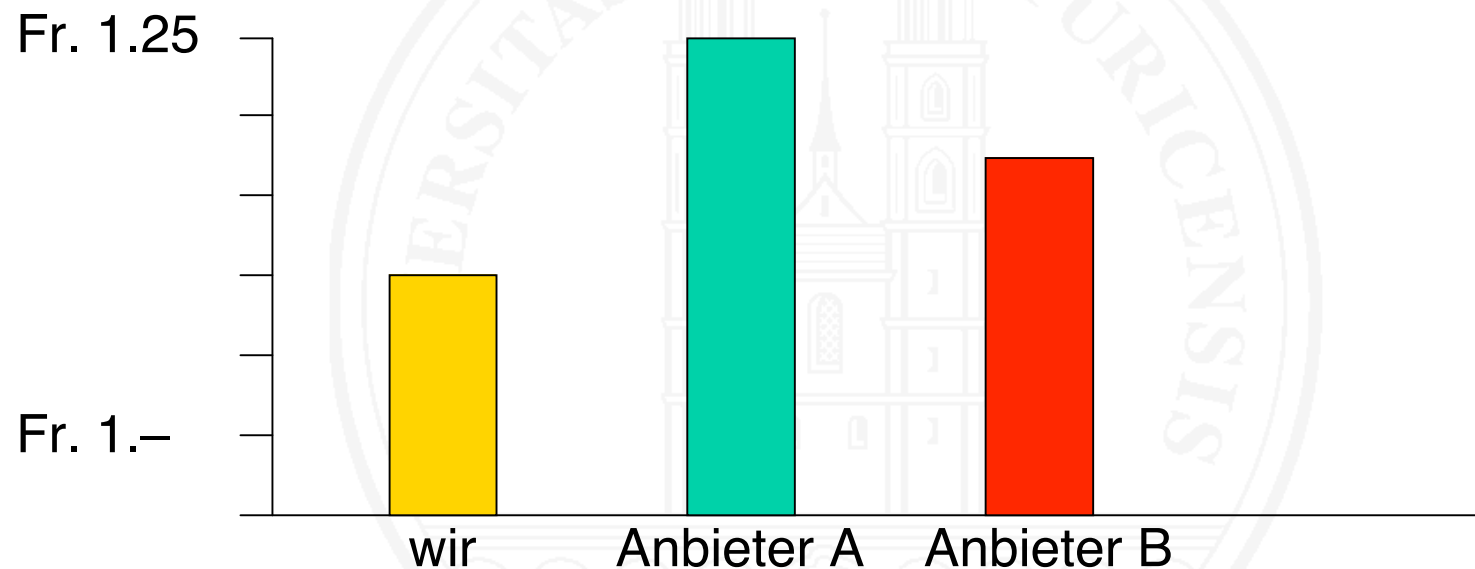
---

- 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?

## 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.

Ludewig, J. (2003). Models in Software Engineering – An Introduction. *Software and Systems Modeling* **2**, 1.

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

Mädche, A., Staab, S., Studer, R. (2001). Ontologien. *Wirtschaftsinformatik* **43**, 4 (August 2001). 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 (Okt. 1998). 265-272.