

# Was ist ein Modell?

1. Formen / Beispiele
2. Funktionen /Wozu?
3. Eigenschaften / Bestandteile
4. Ein Problem der Logik

# 1. Formen von Modellen

- (1) *Ikonische* Modelle: miniaturisierte Gebäude und Landschaften, idealisierte Anatomien (ohne Kausalität)(Architektur, Biologie, Medizin)
- (2) *Semantische* Modelle: Punkte als Modelle für Zahlenpaare (ohne Kausalität) (Mathematik)
- (3) *Mechanische* Modelle: Astrolabien (mit Kausalität?), Tunnel, Hänge und Dämme (Bauingenieurwesen, mit Kausalität)
- (4) *Komplexe* Modelle: Wellenmodell, Tiermodelle, Simulationen

## 2. Funktionen von Modellen

- (1) Masstabsänderung des Untersuchungsgebietes zum Zweck der Veranschaulichung und Manipulation (Architektur, Tiermodell).
- (2) Testen einer Prognose (Astroablium, Klima-Simulation, Landschaften und Bauten).
- (3) *Vermittlung* einer Theorie unabhängig von deren inferentieller Komplexität durch Anschauung zum Zweck des Lernens und der Hypothesenbildung (Heuristik).

# Galileische Idealisierung als Grundlage der Modellbildung

Moderne Wissenschaft wendet die Methode der Galileischen Idealisierung an. Die Wirklichkeit wird nicht einfach beobachtet und beschrieben, sondern im Experiment *idealisiert nachgestellt*, damit sie

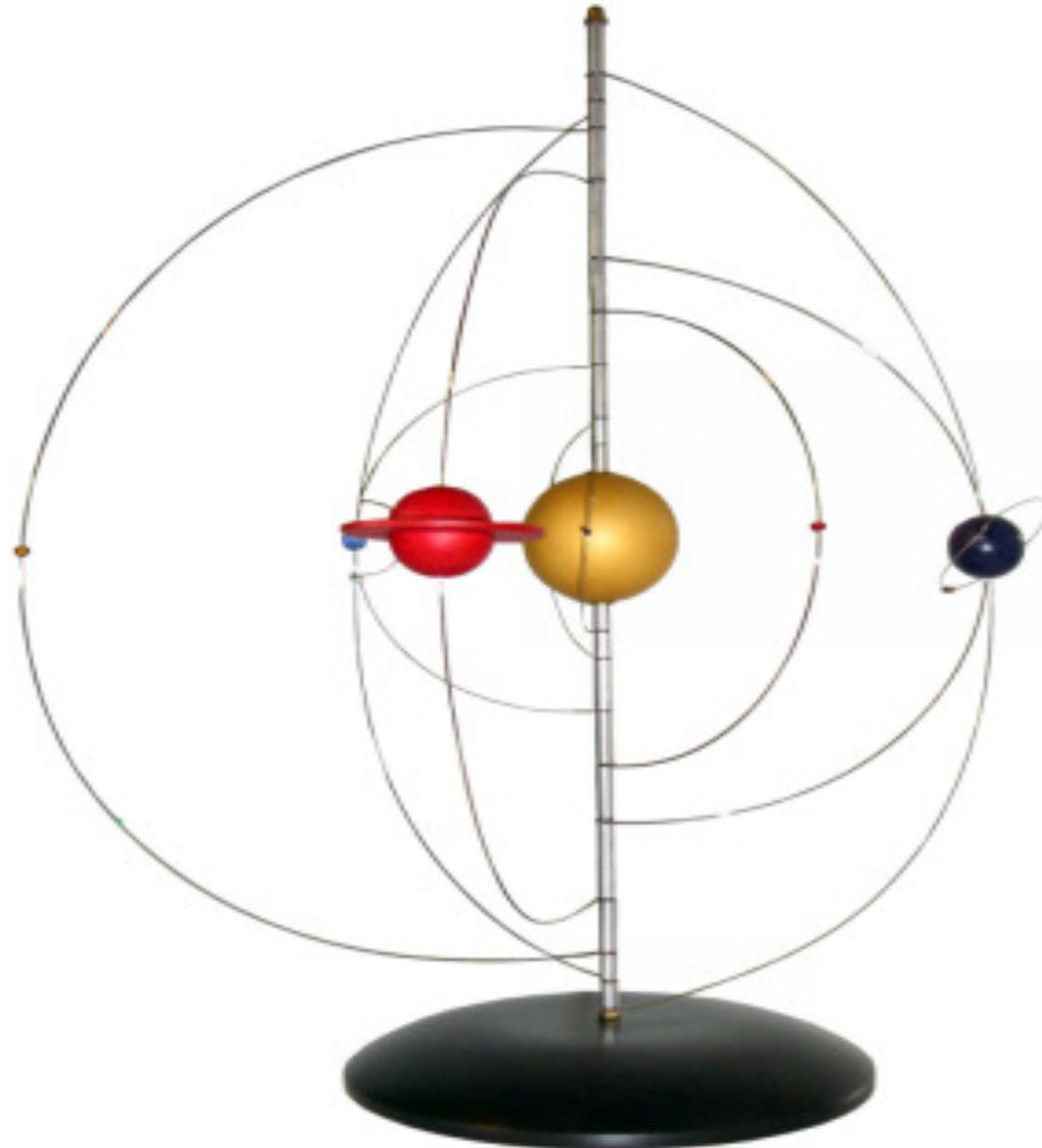
- (a) *mathematisch beschreibbar* wird und
- (b) das Experiment *wiederholbar* ist.

# Vorbild Astronomie

Das wiederholbare Experiment macht das möglich, was zuvor nur der Astronomie gelang: mathematische Beschreibungen immer genauer zu machen, weil die Beobachtungen beliebig oft wiederholbar sind.

In der Astronomie wurden in Formen von Astrolabien auch die ersten mechanischen Modelle der Himmelsbewegungen geschaffen.

# Astrolabium heute: Deutsches Museum



# Prognosegenauigkeit

Ein Kriterium der Qualität wissenschaftlicher Theorien ist ihr Prognoseerfolg. Da, wo der prognostizierte Bereich mathematisch beschrieben wird, können Prognosen hinsichtlich ihrer Genauigkeit miteinander verglichen werden: Mit welcher Genauigkeit werden die Sonnenfinsternis, Ebbe und Flut, die Stromstärke im Leiter etc. vorausgesagt? Modelle können Prognosen antizipieren: Staudamm-Modell, Klimamodell.

# Interpretation

Eine mathematische genaue Beschreibung der Wirklichkeit erzeugt von sich aus keine Erklärung oder Prognose. (Nancy Cartwright (1980): „The truth does not explain much“)

Um eine solche zu erhalten, muss diese Beschreibung interpretiert werden. Nur aus uninterpretierten Kalkülen können keine Erklärungen und Prognosen abgeleitet werden.

# Experiment und Modell

Eine Theorie (ein Kalkül) wird entweder durch ein Experiment (eine Beobachtungssprache) oder durch ein Modell oder eine Zwischenform aus beidem (Simulation) interpretiert.

Bsp. Galileis Fallrinne; lernende Mäuse in Shuttlebox; Klimamodell

### 3. Eigenschaften: Modelle als Analogien

- „When we take a collection of billiard balls in random motion as a model for a gas we are not asserting that billiard balls are in all respects like gas particles, for billiard balls are red or white..., we are not intending that gas molecules have these properties. We are in fact saying that gas molecules are analogous to billiard balls.“ (Mary Hesse, Models and Analogies in Science 1966, p. 8)

# Negative, positive Analogien

PA: (1) Moleküle und Billardbälle haben beide Masse, Geschwindigkeit und übertragen Impulse aufeinander. (2) Wasser- Schall- und Lichtwellen breiten sich von einer zentralen Quelle aus, weisen Wellenlänge, Amplitude und Phase auf und erzeugen Interferenzen, wenn sie sich treffen.

NA: Moleküle sind farblos, Billardbälle haben Farben. (2) Wasser und Schallwellen breiten sich in einem materiellen Medium aus, Licht benötigt ein solches nicht.

# Äthertheorie

Weil sich Wellen in einem materiellen Medium ausbreiten, wurde nach der Entwicklung der Theorie elektromagnetischer Wellen auch von einem Medium für dessen Ausbreitung gesucht: dem Äther. Der konnte jedoch nicht gefunden werden (vgl. das Experiment von Michelson und Morely mit dem Interferometer zur Messung des Ätherwindes von 1881/1887).

## 4. Problem der Logik: Analogieschlüsse sind logisch nicht gültig

- (1) Licht und Schall breiten sich wellenförmig aus. (wahr)
- (2) Schallwellen breiten sich in Medien wie Luft und Wasser aus.(wahr)
- (3) Also breitet sich auch Licht in einem Medium aus: dem Äther. (falsch)

.

(1) Menschen und Computer können sprechen. (wahr)

(2) Wenn Menschen sprechen, sind sie bei Bewusstsein. (wahr)

(3) Also sind auch sprechende Computer bei Bewusstsein.  
(unbestimmt)