

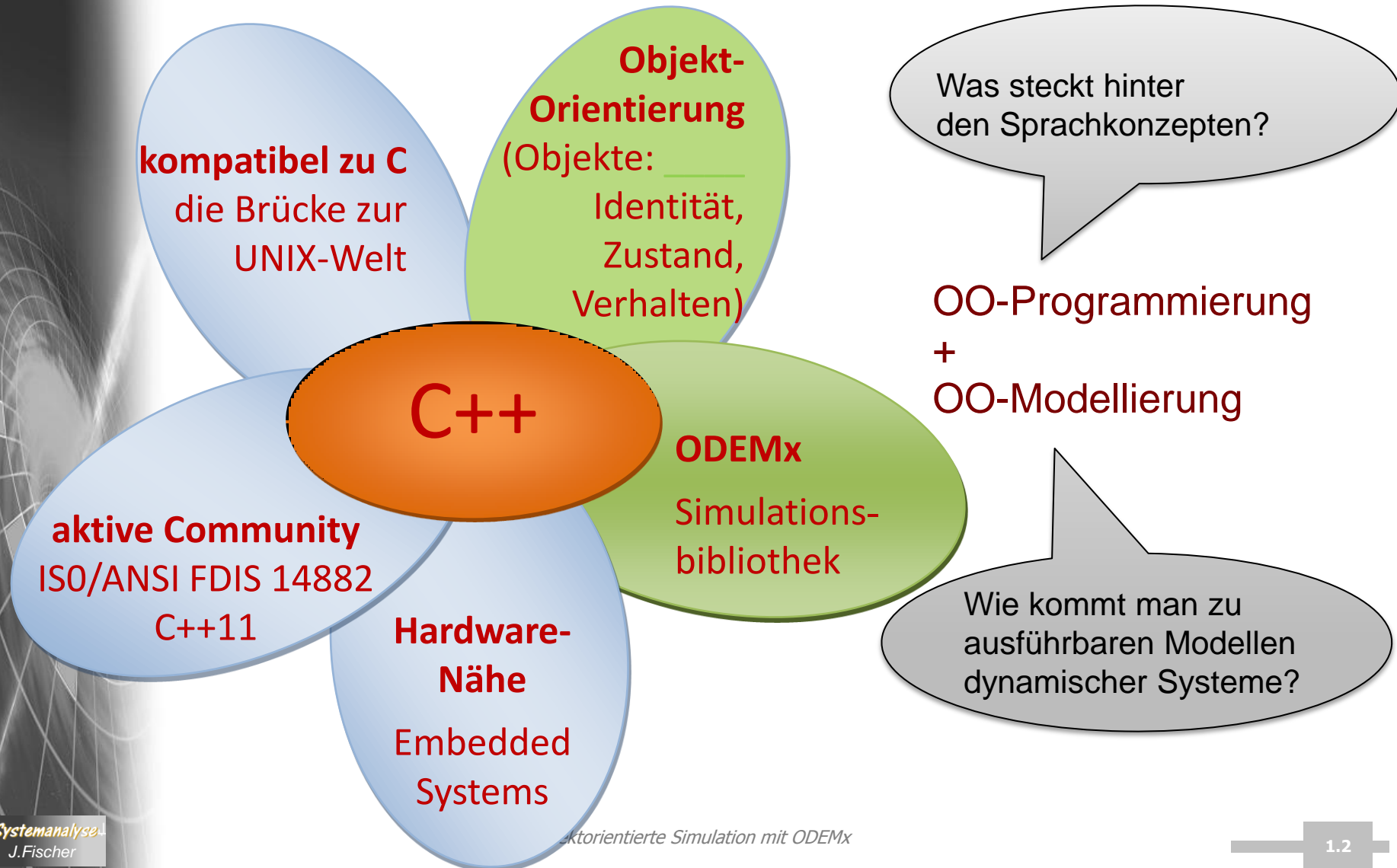
# ***Kurs OMSI im WiSe 2013/14***

## ***Objektorientierte Simulation mit ODEMx***

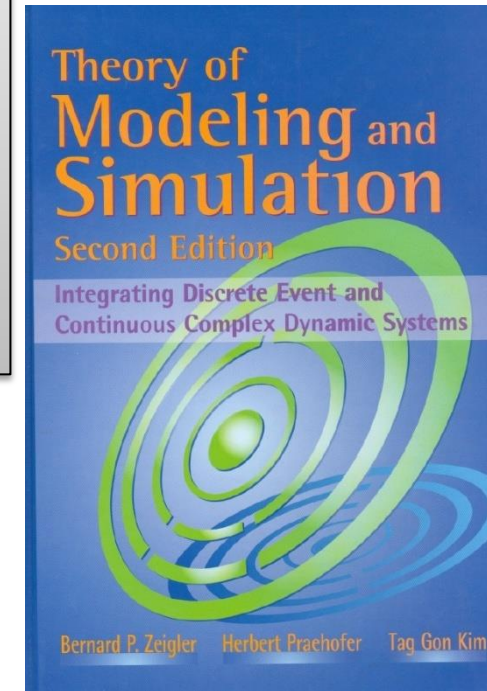
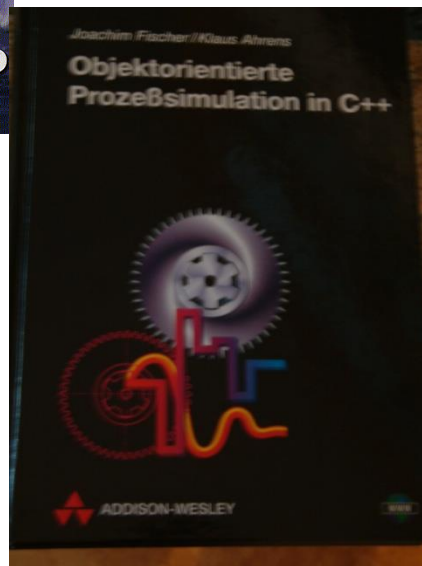
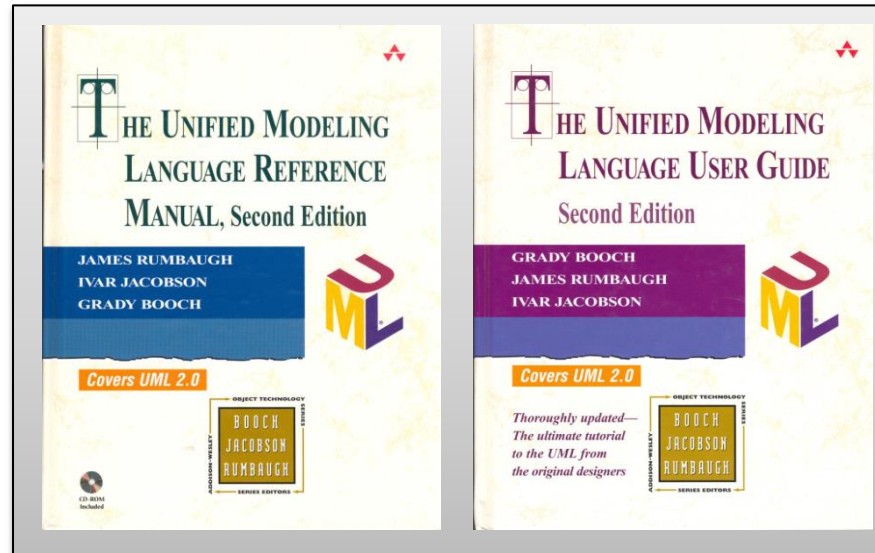
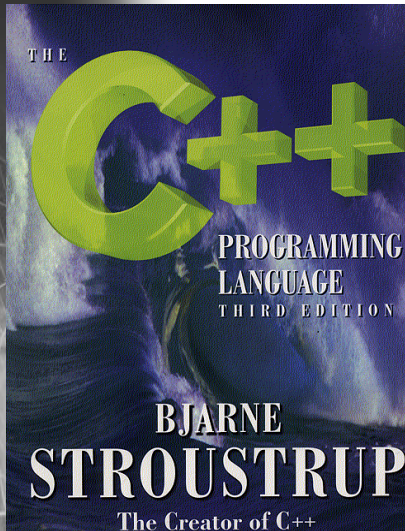
Prof. Dr. Joachim Fischer  
Dr. Klaus Ahrens  
Dipl.-Inf. Ingmar Eveslage

[fischer|ahrens|eveslage@informatik.hu-berlin.de](mailto:fischer|ahrens|eveslage@informatik.hu-berlin.de)

# Sprache, Bibliotheken



# OMSI- Literaturhinweise



sowie  
ODEMx Online-Dokumentation  
Skripte und Foliensätze zur Vorlesung

# Homepage

- <http://www.informatik.hu-berlin.de/sam/...>

# OMSI-1: Wann und Wo?

- Vorlesung -

*Prof. Dr. Joachim Fischer*

*Dr. Klaus Ahrens*

**Mo**

Raum 3.113 (RUD 25)  
13.15 – 14.45 Uhr

**Do**

Raum 3.101 (RUD 25)  
15.15 – 16.45 Uhr

- Eröffnung -

**Donnerstag, 17.10.2013**

- Praktikum -

*Ingmar Eveslage*

**Do**

Raum 3.101 (RUD 25)  
13.15 – 14.45 Uhr

?

# 1. *Einführung*

1. Systemsimulation – was ist das?
2. Ein Blick zurück in die Anfänge
3. Modelle und Originale
4. Modellierungssprachen, Simulationsumgebungen
5. Beispiele aus der aktuellen Forschung
6. Paradigma der objektorientierten Modellierung
7. Klassifikation dynamischer Systeme
8. M&S eines Niedertemperaturofens

# Simulationsbegriff

**Simulation** ist

- eine **experimentelle** Methode
- bei der mit Hilfe von Modellen von realen oder erdachten Systemen neue Erkenntnisse hinsichtlich bestimmter Fragestellungen erlangt werden können

**Computersimulation** ist

- eine **experimentelle** Untersuchungsmethode von realen oder gedachten **Systemen**,
- unter Verwendung von **formalen Modellen**,
- die als ausführbare Softwarekomponenten das Verhalten dieser Modelle **näherungsweise**
- im Hinblick auf ein bestimmtes **Untersuchungsziel** nachbilden.

**weitere Aspekte**

- ➔ überwiegend: Untersuchung dynamischer Systeme
- ➔ Modellierung ist prinzipielle Voraussetzung einer Simulation
- ➔ Einsatz von Rechnern  
(Simulator= programmierte Maschinenkonfiguration)



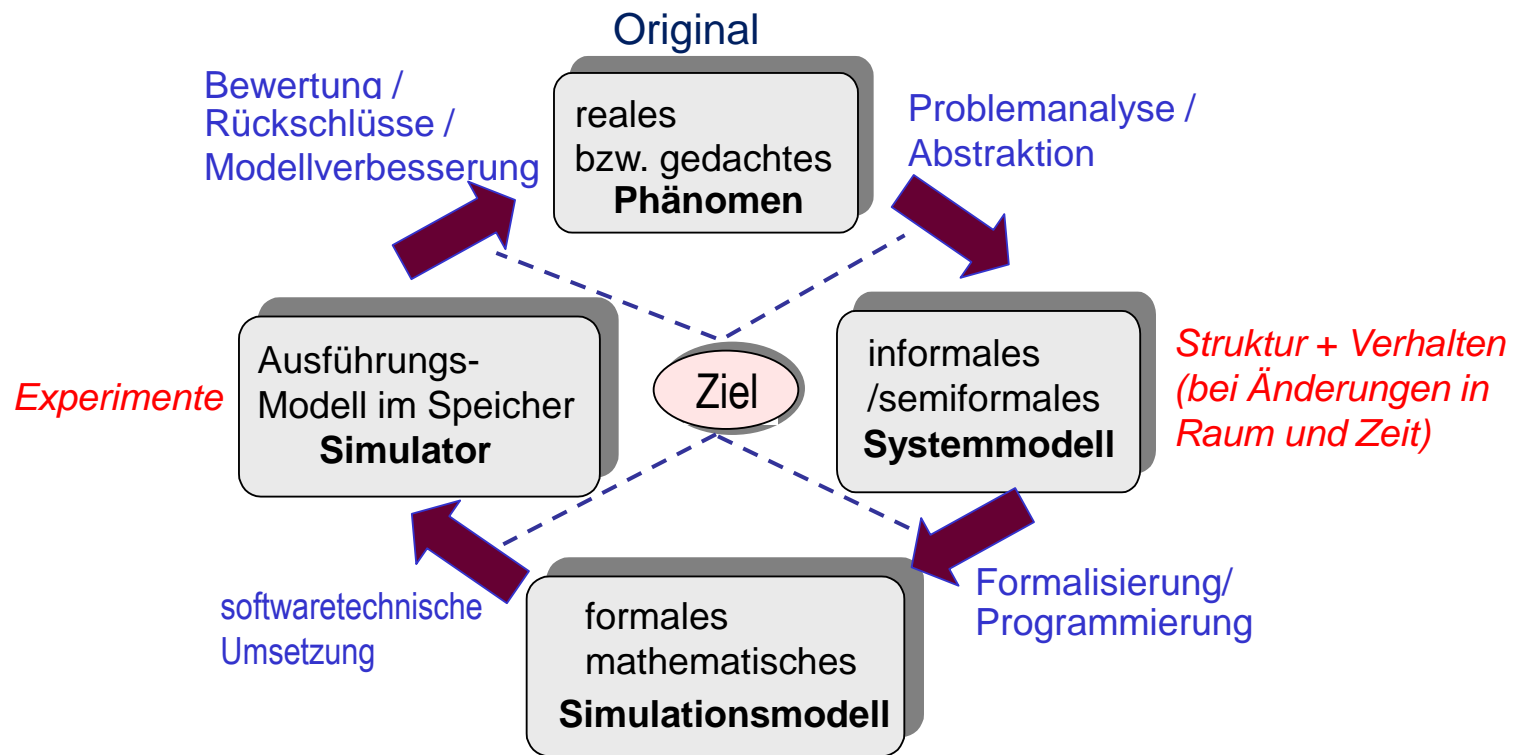
nicht zwingend Computermodelle  
(auch reale Miniaturmodelle  
hier: Welle, Schiffskörper)



hier:  
Schiffssteuersimulator

# Vorgehensweise bei der Systemsimulation

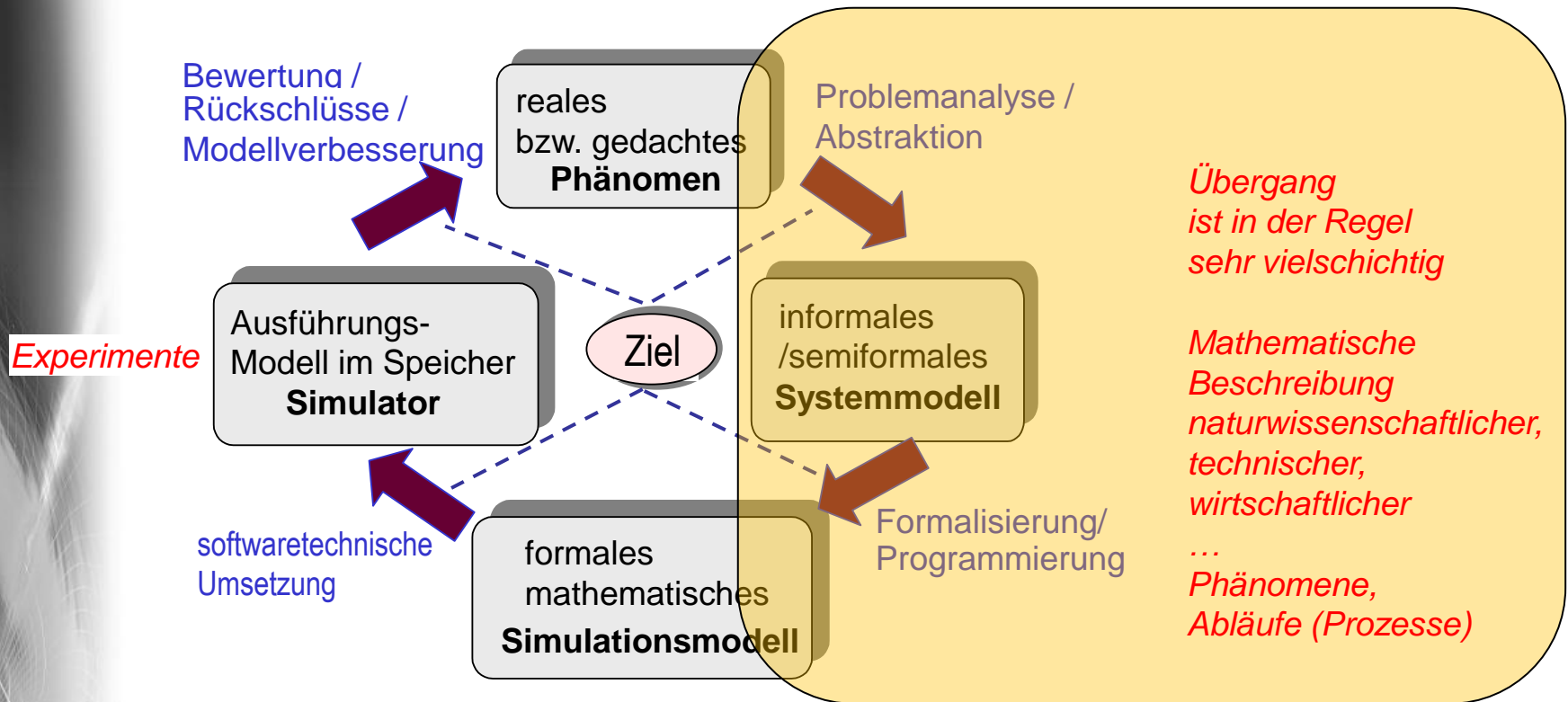
Zielgerichtetes Experimentieren mit (ausführbaren abstrakten) Modellen auf dem Computer - anstatt mit Originalen -



offene Frage: Systembegriff



# Vorgehensweise bei der Systemsimulation



## Besonderheit:

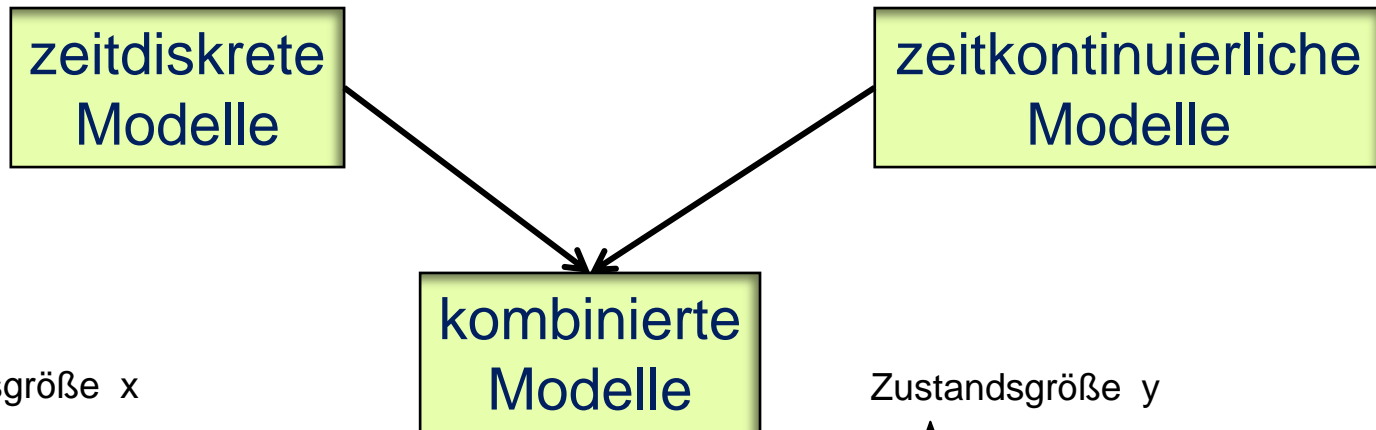
Modellgrößen ändern sich zeitabhängig (kontinuierlich, diskret / ereignishaft)



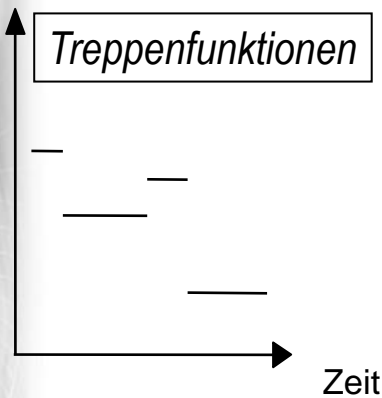
dynamische Systeme

Zustandsgrößen (als ausgezeichnete Modellgrößen)

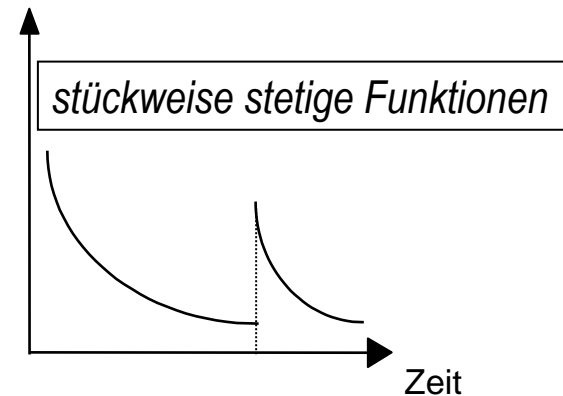
# Modellierung von Struktur und Verhalten



Zustandsgröße x



Zustandsgröße y



**unsere OO-Auffassung:**

System als Konfiguration nebenläufiger Prozesse  
mit zeit- und zustandsbedingten Abhängigkeiten

Prozess ~ Lebenslauf eines Objektes

# Modelle (in erste Näherung)

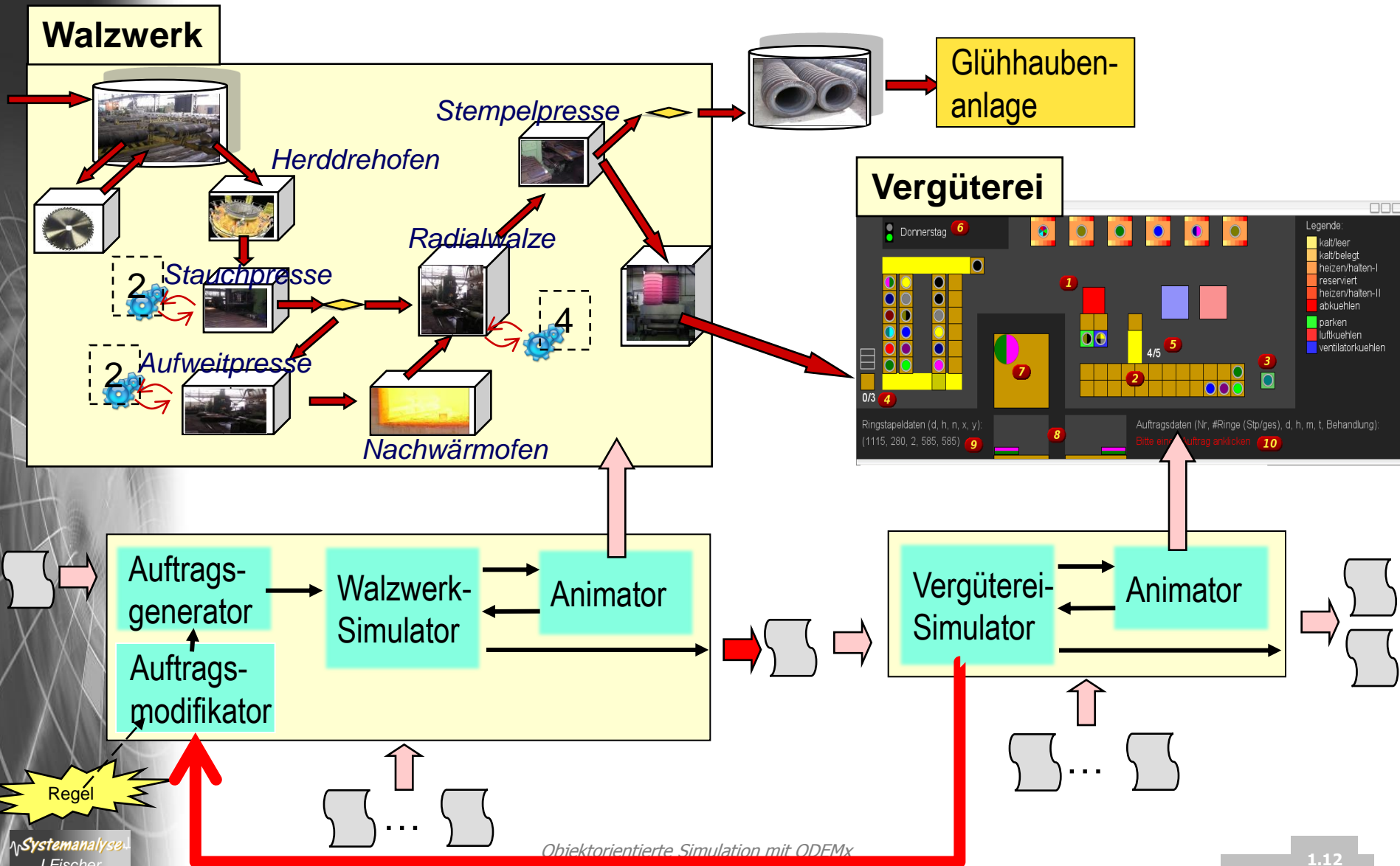
- ... sind vereinfachte Abbilder der Realität
- ... helfen, die zu entwickelnden Systeme besser zu verstehen
- ... ermöglichen (meist vereinfachte) Beschreibung/Darstellung von Struktur und Verhalten komplexer Systeme
- ... dienen als Vorlagen zum Bau realer Systeme
- ... dokumentieren getroffene Entwurfsentscheidungen

**abstrakt**  
mathematische/formale  
oder informale Modelle

**konkret**  
gegenständliche  
Modelle

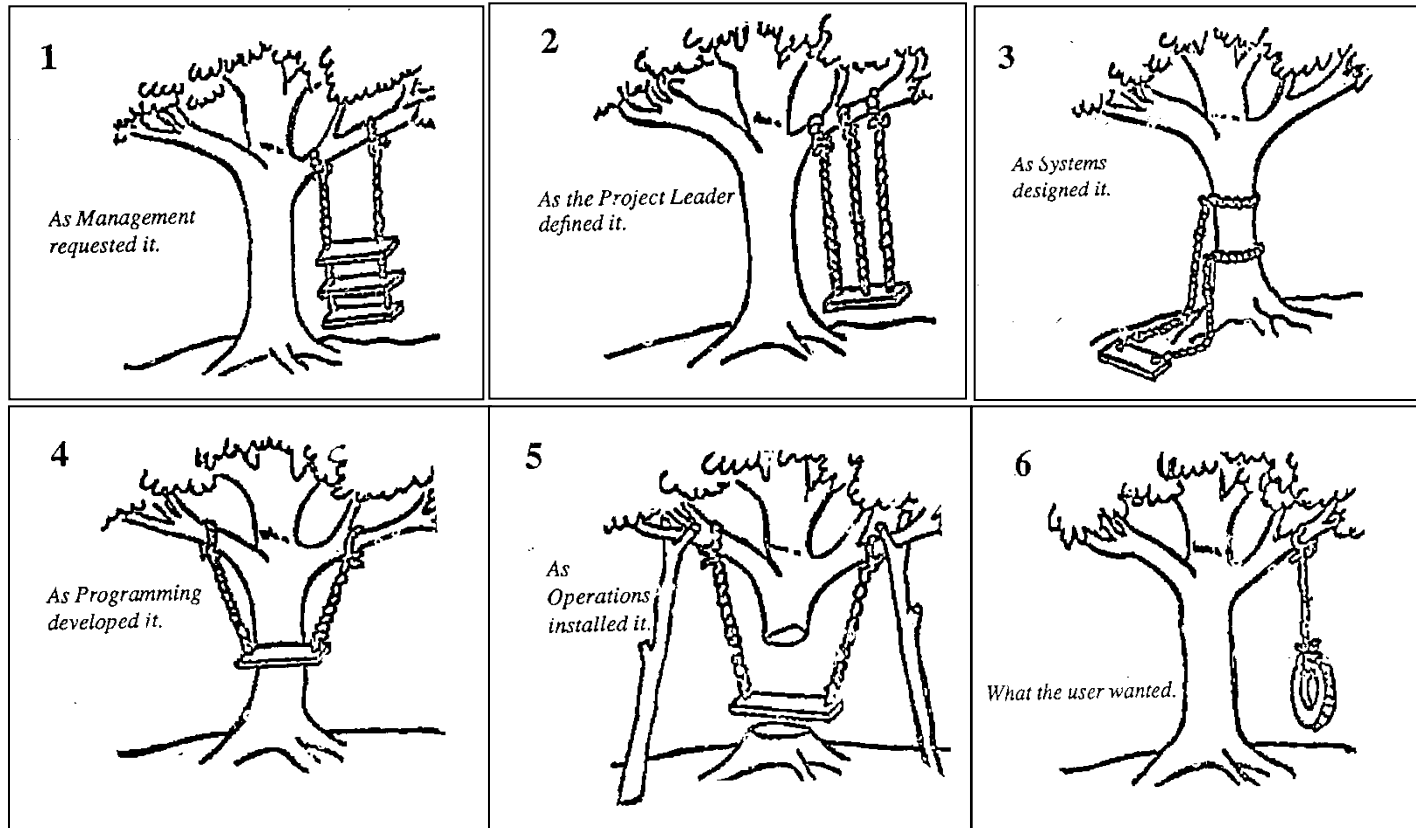
*Objektorientierte Simulation mit ODEMX*

# Beispiel: Workflow-Simulation eines Ring-Walzwerkes



# Entwicklung komplexer Systeme

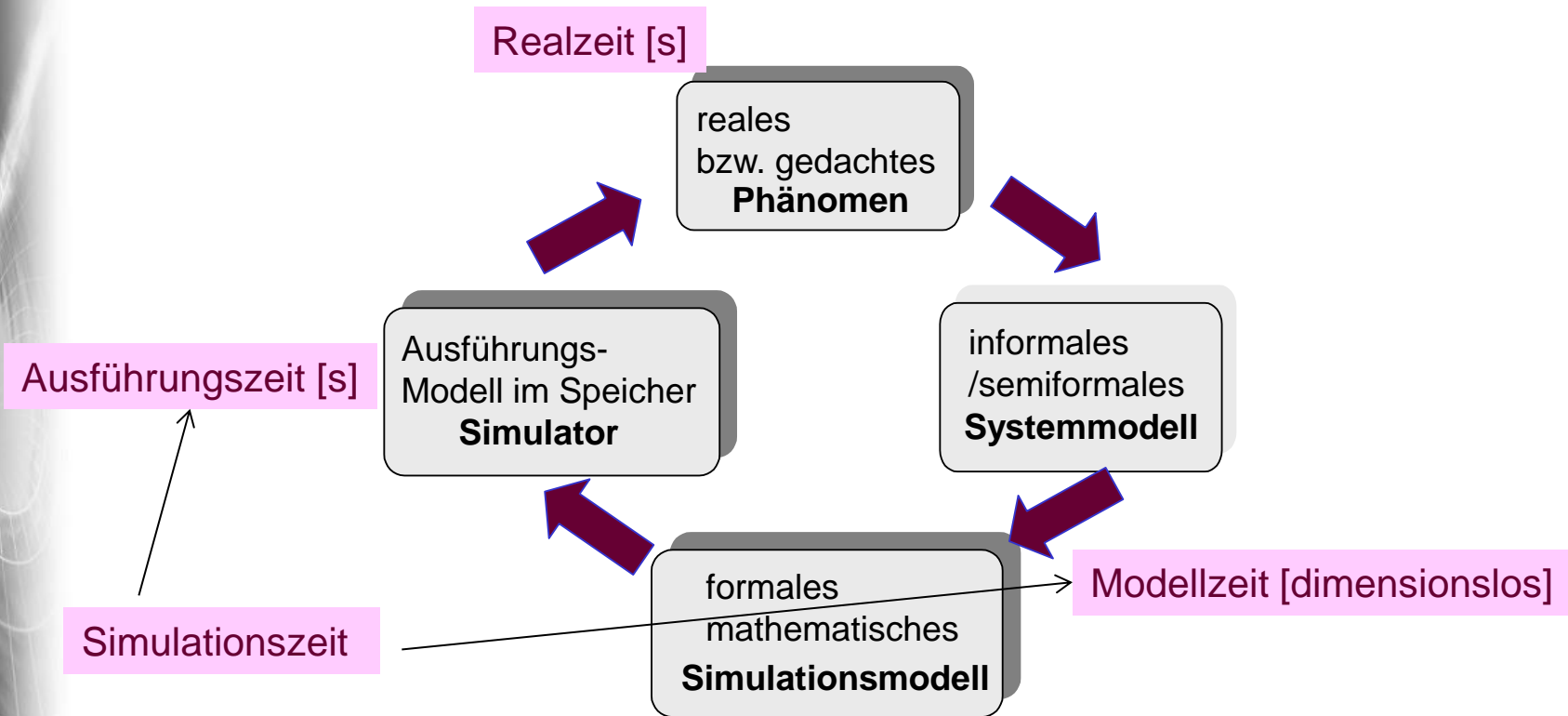
Wozu Modellierung ?



# Zeitkonzepte

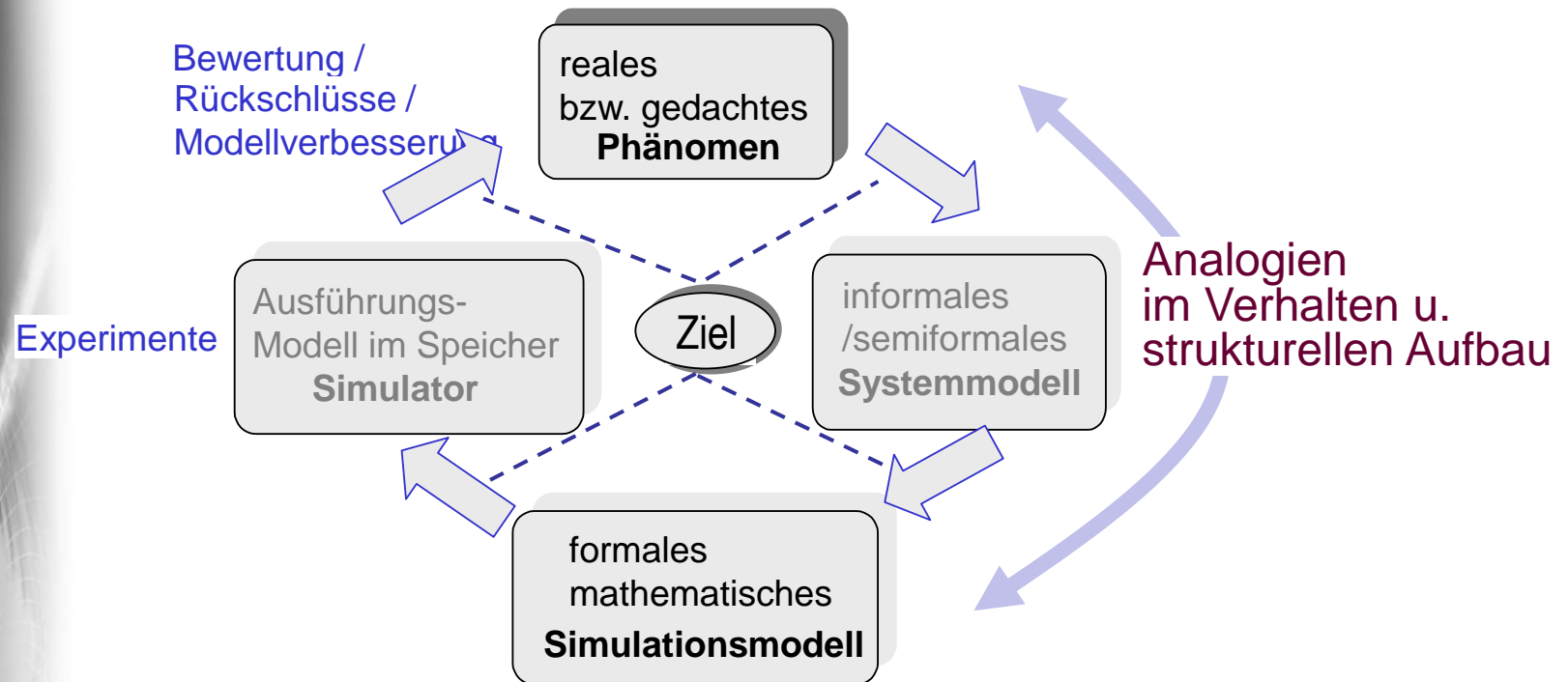
Unterscheidung unterschiedlicher Zeitkonzepte  
für die Dauer einer Aktivität oder  
die Distanz zweier Ereignisse

**Spezialfall:** Echtzeitsimulation  
Ausführungszeit  $\leq$  Realzeit  
i.allg aber: Zeitlupen oder Zeitraffer



# Bedeutung von Analogien

für die Gültigkeit von Modellen



Beachtung: Zustandsgrößen ändern sich zeitabhängig  
(kontinuierlich, diskret / ereignishaft)

# 1. *Einführung*

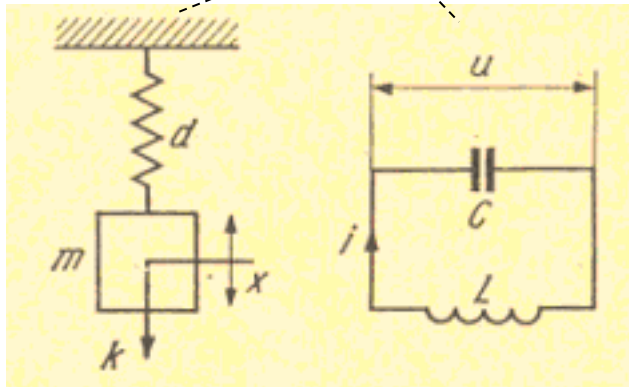
1. Systemsimulation – was ist das?
2. Ein Blick zurück in die Anfänge
3. Modelle und Originale
4. Modellierungssprachen, Simulationsumgebungen
5. Beispiele aus der aktuellen Forschung
6. Paradigma der objektorientierten Modellierung
7. Klassifikation dynamischer Systeme
8. M&S eines Niedertemperaturofens



# Analogie im Systemverhalten

Basis für jede Verhaltensmodellierung

betrachten zwei Schwingungssysteme



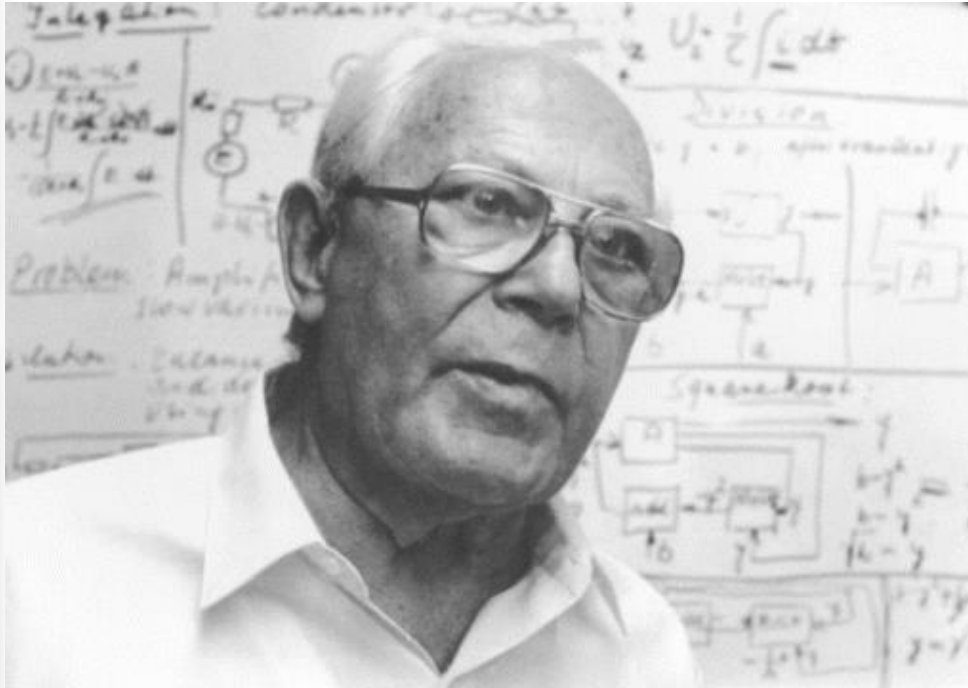
$$\begin{aligned}x &\hat{=} i \\k &\hat{=} \frac{du}{dt} \\m &\hat{=} L \\d &\hat{=} \frac{1}{C}\end{aligned}$$

**Phänomen:** strukturell ähnlich Verhaltensbeschreibungen

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + dx = k$$

$$L \frac{d^2i}{dt^2} + \frac{1}{C}i = \frac{du}{dt}$$

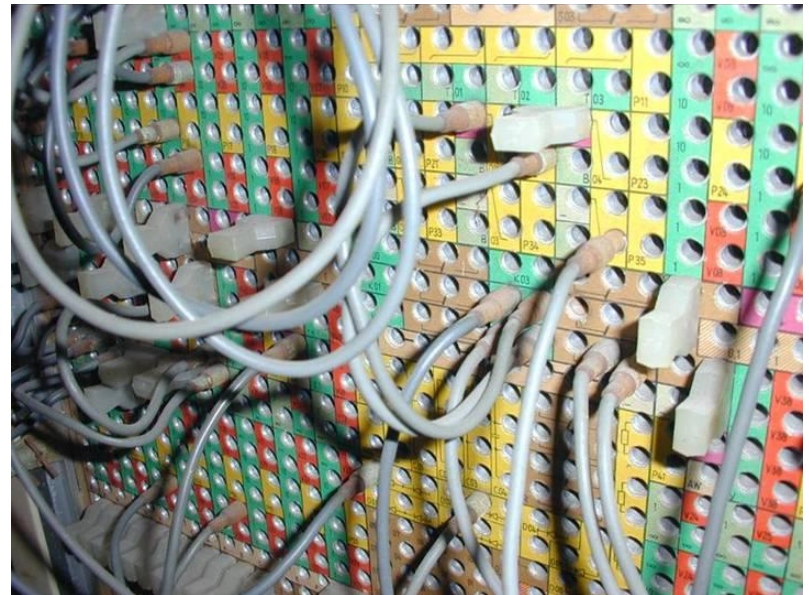
# Helmut Hoelzer (1912 – 1996)



## Erfinder des ersten frei programmierbaren Analogrechners (1941)

- TH Darmstadt (Diplom)
- Heeresversuchsanstalt Peenemünde (ab 1939)
- Marshal Space Flight Centre Huntsville (ab 1946)
- ... Appollo-Programm der Nasa

# Analogrechner MEDA-4

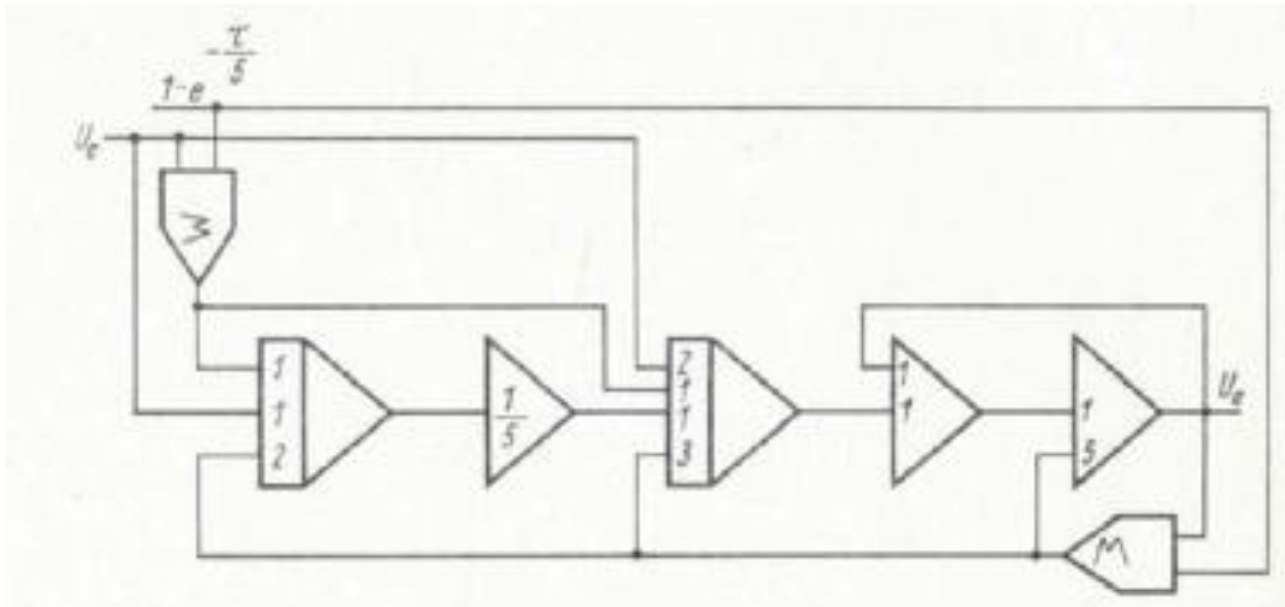


# Rechenelemente eines Analogrechners

Rechenelement	Symbol	Operation
Koeffizientenpotentiometer		$X_a = cX_e$ $0 \leq c \leq 1$
Inverter		$X_a = -X_e$
Summator		$X_a = -\sum_{i=1}^n c_i X_{ei}$
Integrator <sup>a)</sup>		$X_a = -k_0 \int_0^{t_n} \sum_{i=1}^n c_i X_{ei} dt + X_a(0)$
Multiplikator		$X_a = X_{e1} X_{e2}$
Funktionsgenerator <sup>a)</sup> (Funktionsgeber)		$X_a = f(X_e)$
Komparator		$X_a = X_{e1}$ , falls $V_1 < V_2$ $X_a = X_{e2}$ , falls $V_1 > V_2$
Offener Verstärker <sup>a)</sup>		$X_a = -\nu X_e (\nu \gg 1)$

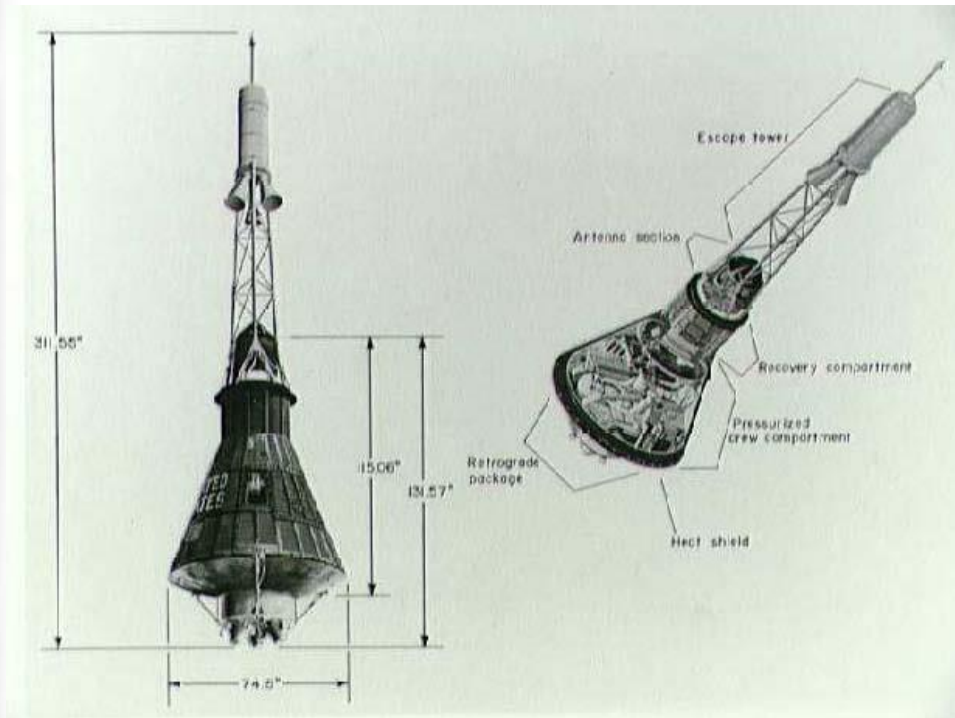
  

	$T \dot{X}_a + X_a = -X_e$
	$T \dot{X}_a + X_a = -T \ddot{X}_e$
	$X_a = -X_e (t - T)$



$$5(1 - e^{-\frac{\tau}{5}}) \frac{d^2 x_a}{d\tau^2} + (3 - e^{-\frac{\tau}{5}}) \frac{dx_a}{d\tau} + \frac{2}{5} x_a = (3 - e^{-\frac{\tau}{5}}) \frac{dx_e}{d\tau} + \frac{2}{5} x_e$$

# Mercuri-Kapsel



Granino Arthur Korn  
(Prof. für Elektrotechnik  
University of Arizona)

# 1. *Einführung*

1. Systemsimulation – was ist das?
2. Ein Blick zurück in die Anfänge
3. Modelle und Originale
4. Modellierungssprachen, Simulationsumgebungen
5. Beispiele aus der aktuellen Forschung
6. Paradigma der objektorientierten Modellierung
7. Klassifikation dynamischer Systeme
8. M&S eines Niedertemperaturofens

# Präzisere Begriffsbestimmung

## Original

- Ausschnitt einer gedachten oder real existierenden Welt **als System**, charakterisiert durch
  - (1) Systemzweck,
  - (2) Abgrenzung zur Systemumgebung,
  - (3) Systemstruktur und Systemverhalten
- Originale als statische oder dynamische **Systeme**

## Modelle

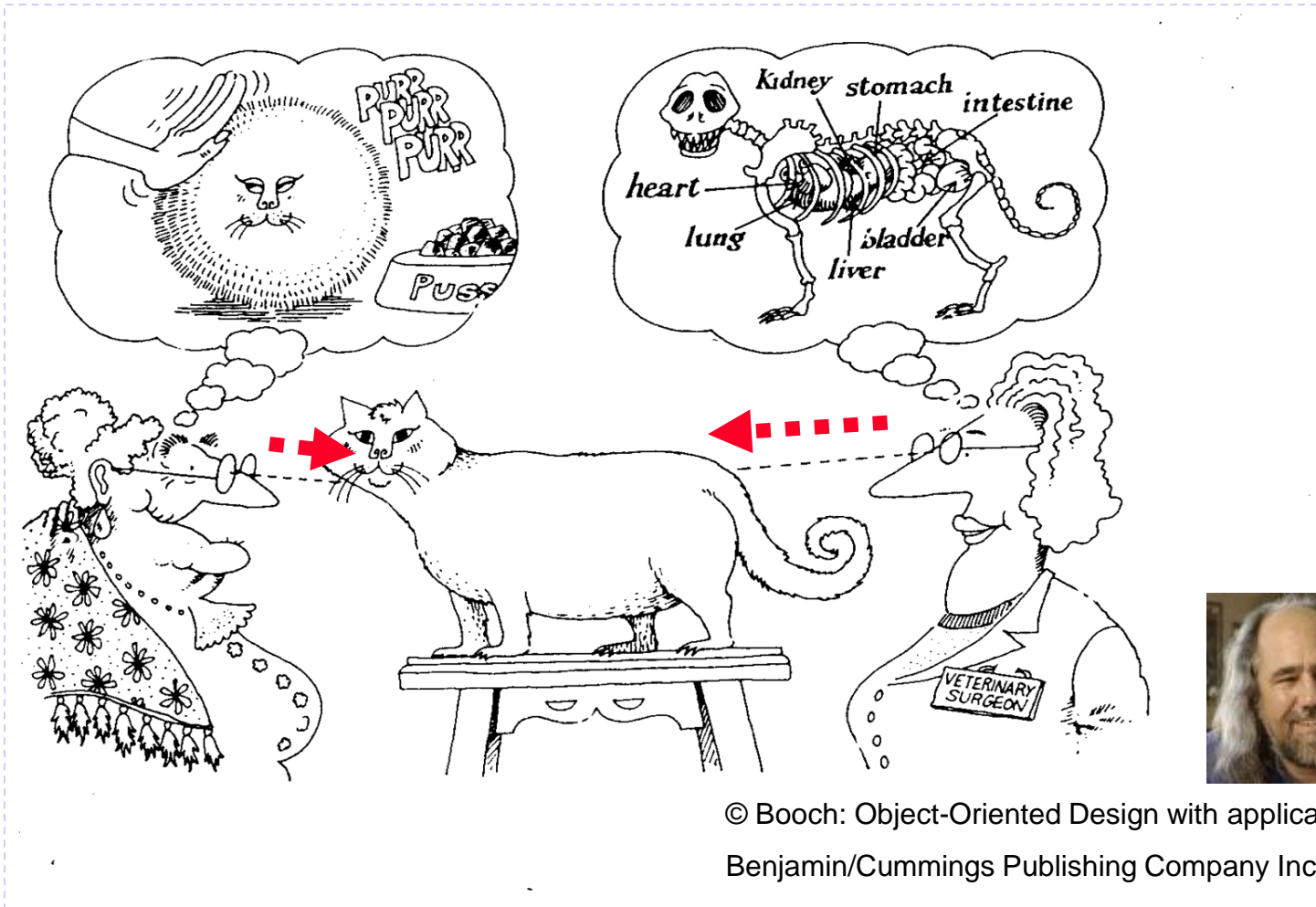
- sind als Abstraktionen von Originalen  
Abstraktionen= Vereinfachungen aus einer bestimmten Sicht  
mit einer bestimmten Zielstellung
- Modelle sind Abstraktionen kompletter Systeme  
oder einzelner Systemelemente
- Systemmodelle= Struktur- und Verhaltensmodelle des Systems



# Gibt es perfekte Modelle?

- Modelle werden aus einer bestimmten Sicht bei Verfolgung eines bestimmten Untersuchungsziels abgeleitet
- kein einziges Modell, keine einzige Sicht ist ausreichend um ein komplexes System zu erfassen  
→ es gibt kein Modell an sich
- Entscheidung, welche Modelle erzeugt werden, hat großen Einfluss auf die Modelluntersuchung
- jedes Modell kann in unterschiedlichen Abstraktionsniveaus und aus unterschiedlichen Blickwinkeln dargestellt werden
- die besten Modelle sind realitätsnah
- **Gefahr:** bereits bewährte Modelle werden für Untersuchungen mit anderem Untersuchungsziel eingesetzt

# Modelle in unterschiedlichen Sichten auf einen Realitätsausschnitt

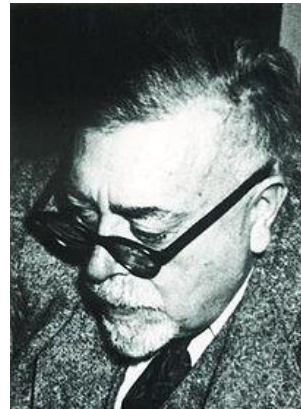


Das jeweilige Untersuchungsziel bestimmt Sicht und Abstraktionsgrad

# Begrenztheit von Modellen

**Norbert Wiener (1894-1964)**

Begründer der Kybernetik, Kommunikation, Steuerung  
und Regelung



Was ist das beste Modell einer Katze ?

**scherzhaft:** „Das beste Modell einer Katze ist ...

eine Katze.

Am besten dieselbe Katze.“



Modelle ersetzen ihre Originale nur bedingt