

# Modellbildung und Simulation

## 2. Modellklassifizierung, Netzwerke



INSTITUT FÜR TECHNISCHE MECHANIK / BEREICH DYNAMIK UND MECHATRONIK

## ■ Die Studierenden

- kennen die Modellklassen zur Beschreibung technischer Systeme,
- kennen die Modelleigenschaften von Systemen mit konzentrierten und verteilten Parametern,
- können für technische Problemstellungen entscheiden, ob eine Modellierung mit konzentrierten oder mit verteilten Parametern sinnvoll ist.

1. Welche Modellklassen gibt es?
2. Wie unterscheiden sie sich?
3. Was sind Netzwerke?

# Welche Modellklassen gibt es?

## ■ Mathematisch-physikalische Modelle:

### ■ algebraische Modelle

Beschreibung von Zustandsänderungen durch algebraische Gleichungen, linear bzw. nichtlinear.

### ■ Modelle mit konzentrierten Parametern

Ortsunabhängige Darstellung der Zustandsgrößen führt auf Beschreibung von Zustandsänderungen durch gewöhnliche Differentialgleichungen, die evtl. durch algebraische Nebenbedingungen ergänzt werden.

### ■ Modelle mit verteilten Parametern

Zustandsgrößen sind Feldgrößen; Beschreibung von Zustandsänderungen durch partielle Differentialgleichungen.

# Wie unterscheiden sich die Modellklassen?

- Beispiel Stablängsschwingungen:
  - Modell mit verteilten Parametern

# Wie unterscheiden sich die Modellklassen?

- Beispiel Stablängsschwingungen:

# Wie unterscheiden sich die Modellklassen?

- Beispiel Stablängsschwingungen:
  - Modell mit konzentrierten Parametern

# Wie unterscheiden sich die Modellklassen?

- Beispiel Stablängsschwingungen:



# Wie unterscheiden sich die Modellklassen?

- Beispiel Stablängsschwingungen:

# Wie unterscheiden sich die Modellklassen?

- Modell mit verteilten Parametern:
  - Ausgangspunkt: Kontinuumsmechanik, Bilanzgleichungen
  - partielle Differentialgleichungen; Lösung aufwendiger
  - abzählbar unendlich viele Eigenfrequenzen und Eigenformen
  - Lösung besteht aus abzählbar unendlich vielen Harmonischen
  - Lösung ist für jeden materiellen Punkt des Kontinuums bestimmbar
  
- Modell mit konzentrierten Parametern:
  - zusätzliche Modellannahmen erforderlich, dadurch Beseitigung der Ortsabhängigkeit der Zustandsgrößen
  - gewöhnliche Differentialgleichungen; Lösung einfacher
  - endlich viele Eigenfrequenzen und Eigenformen
  - Lösung besteht aus endlich vielen Harmonischen
  - Lösung ist nur in einzelnen Punkten bestimmbar
  - Approximation der Lösung eines Modells mit verteilten Parametern (Fehlerabschätzung, Grenzübergang)

# Was sind Netzwerke?

- Darstellung von Modellen mit konzentrierten Parametern z.B. in der Elektrotechnik oder Hydraulik
- Systeme, deren zugrundeliegende Struktur sich durch eine Menge von **Knoten** darstellen lässt, die mit Zweigen (**Kanten**) verbunden sind
- ein geschlossener Zug aus Zweigen und Knoten heißt **Masche**
- häufig repräsentieren die Zweige Bauelemente

# Was sind Netzwerke?

## ■ Beispiel I: Elektrotechnik

# Was sind Netzwerke?

## ■ Beispiel II: Hydraulik

# Was sind Netzwerke?

## ■ Vergleich: Elektrotechnik - Hydraulik

## ■ Nächste Vorlesung:

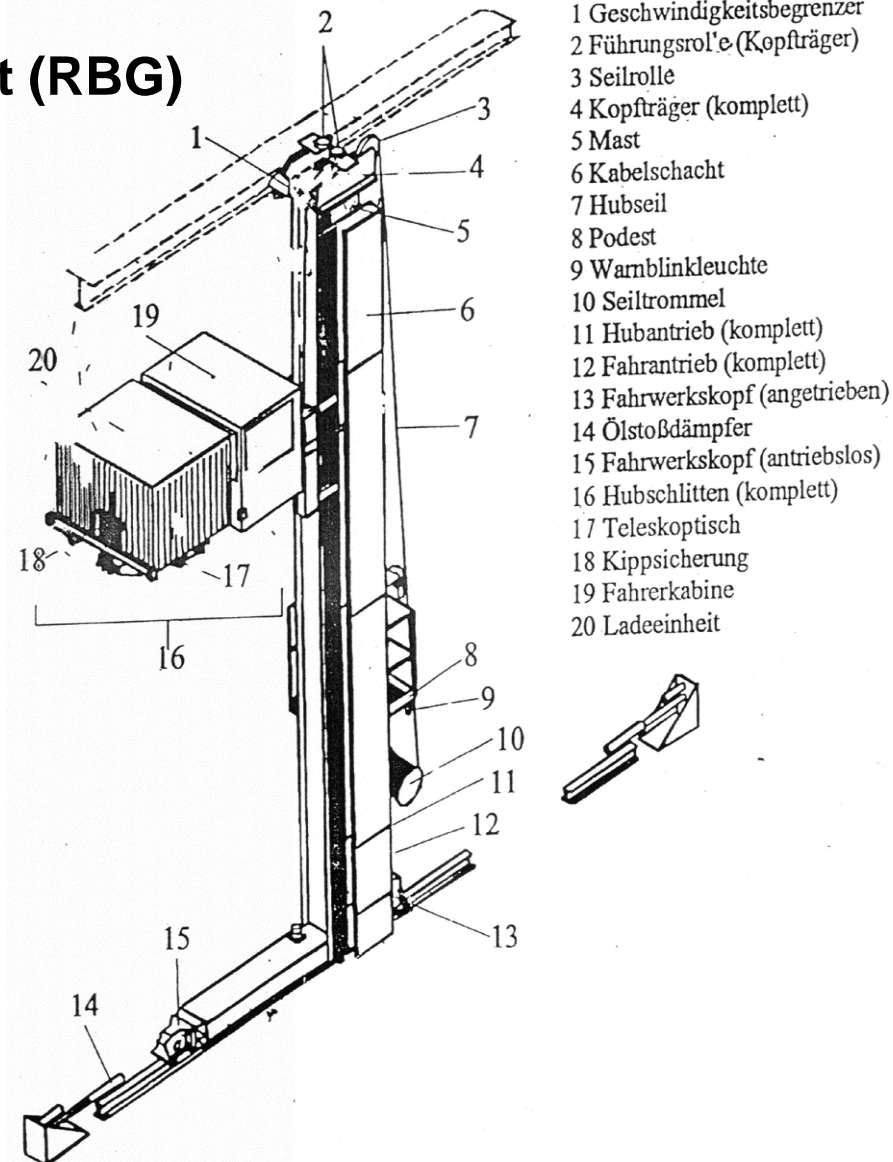
- Modellierung von mechanisch-hydraulisch-elektrischen Systemen als Modelle mit konzentrierten Parametern
- Herleitung der Zustandsgleichungen für das Gesamtsystem ausgehend von Arbeit und Energie
- Berücksichtigung von Nebenbedingungen (Kopplungen zwischen den Subsystemen)

## ■ Nächste Übung:

- Netzwerke in Software implementieren: Einführung in Simulink (Pool)

# Problem der Woche

## Regalbediengerät (RBG)

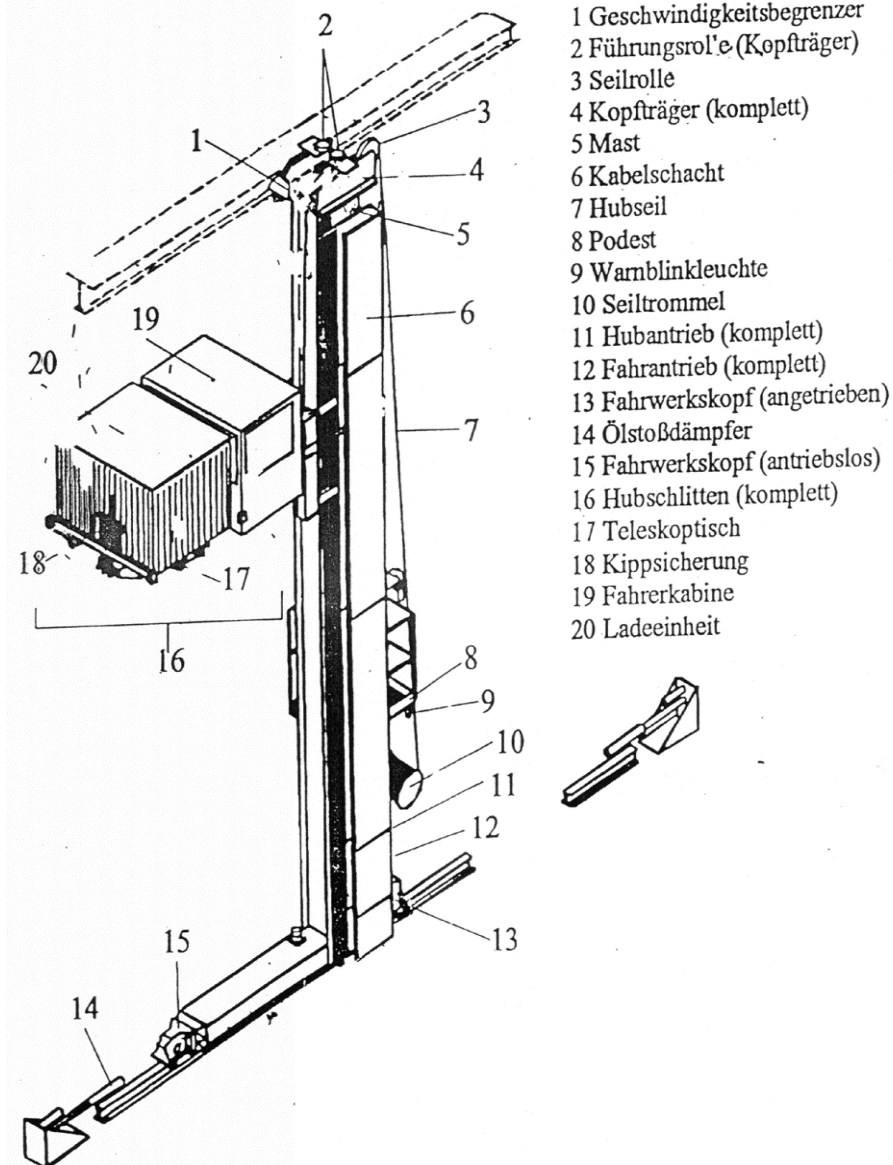




# Problem

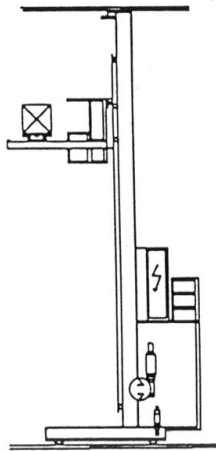


# Modell für die Biegeschwingungen des Masts?

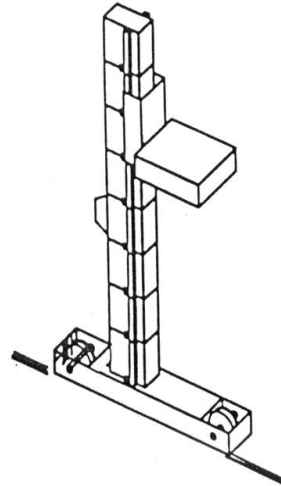


# Modellierungsmöglichkeiten für ein RBG

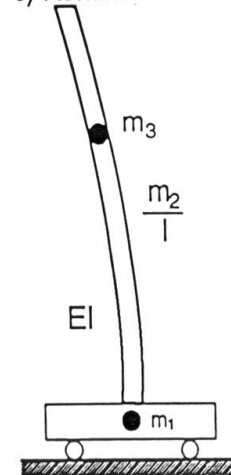
a) Original RBG



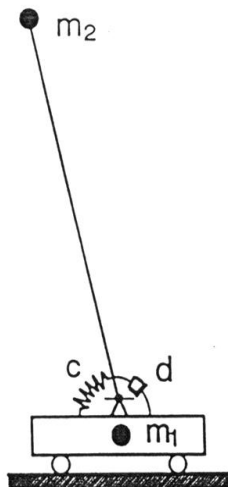
b) Mehrkörpermodell



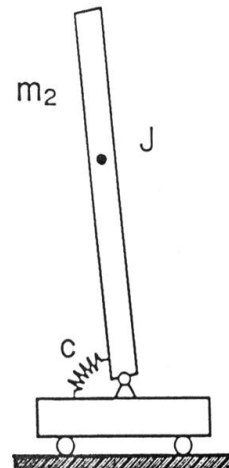
c) Kontinuumsmodell



d) Zweimassenmodell



e) Einmassenmodell



f) Einmassenmodell

