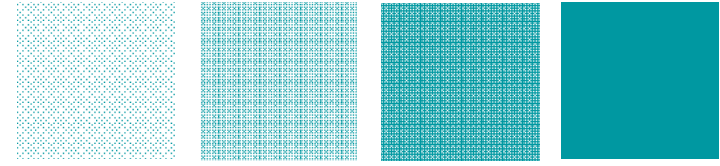




BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN  
University of Applied Sciences



# Explizite Finite Elemente Methode

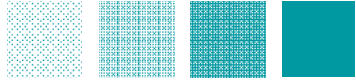
LV01: Masterkurs für MK-M, ME-M und PE-M

## Begriffe und Modellbildung

zur numerischen Simulation



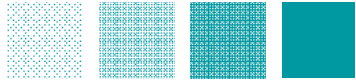
Prof. Dr.-Ing. Hans-Dieter Kleinschrodt  
FB VIII: Maschinenbau, Veranstaltungstechnik, Verfahrenstechnik



- *„Wer die Wahrheit sucht sollte sich auf Neuerungen einlassen und nie aufhören zu fragen.“*
- *„Man sollte alles so einfach wie möglich machen, aber nicht einfacher!“*
- *„Zur Lösung eines Problems sind 5% Inspiration und 95% Transpiration erforderlich!!“*

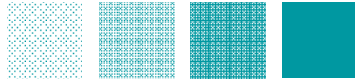
nach **Albert Einstein**





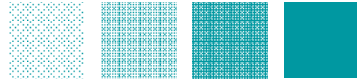
- das Experiment am Rechner (virtuelles Labor)
- die 3. Säule der Wissenschaft neben Theorie und Versuch





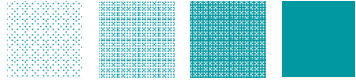
- **wirtschaftlich** (im Vergleich zum Versuch)
- **ungefährlich** (für Mensch und Umwelt)
- **schnell** (und hoffentlich auch zutreffend)
- **einfach beeinflussbar** (parametrisierbar)
- **wenig störanfällig** (sofern Lösung konvergent)
- **aussagefähig** (im Rahmen der Modellannahmen)



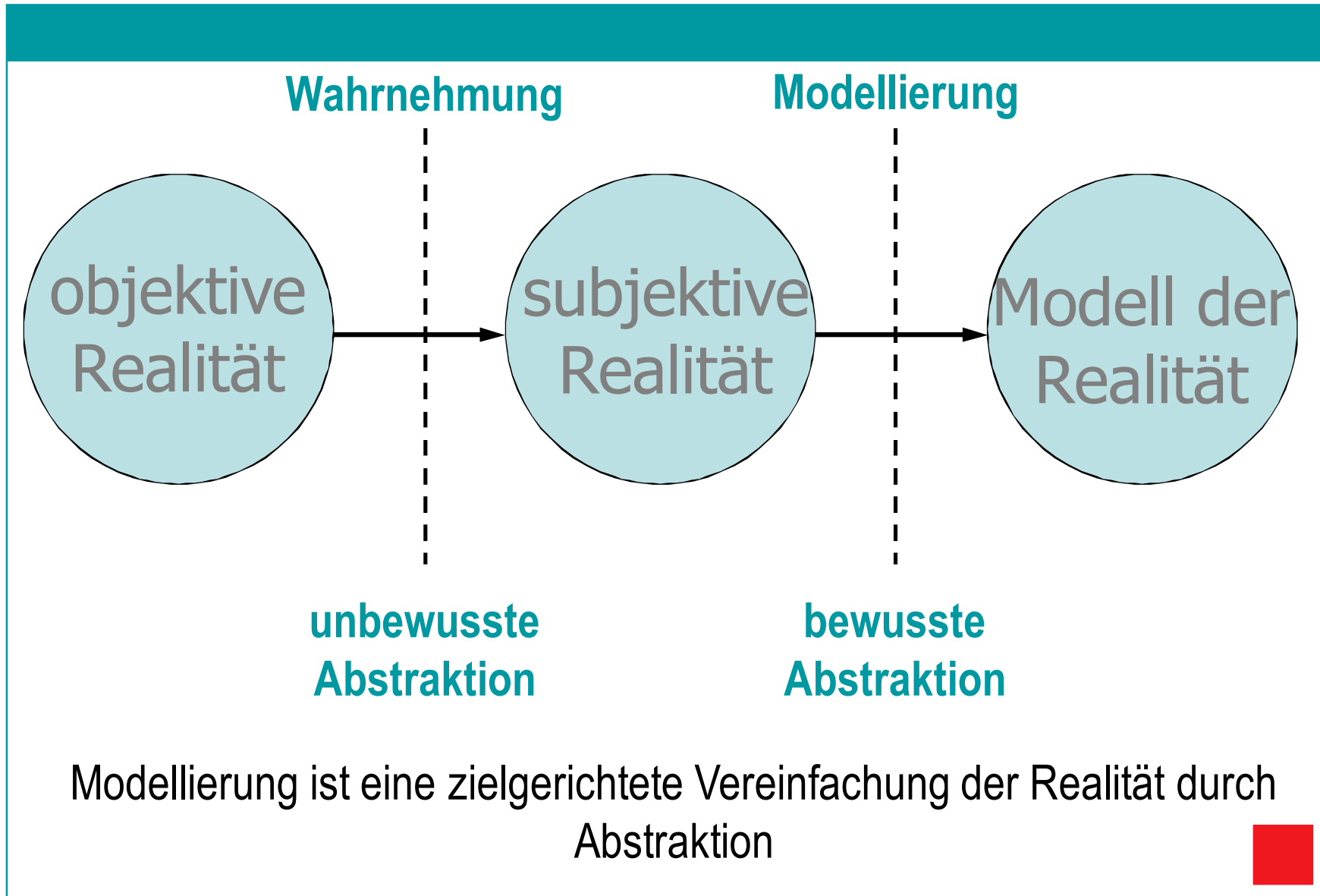


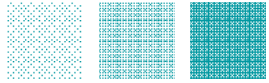
- **Verständnis des Vorgangs**  
(Nachbildung der Natur)
- **Optimierung des Vorgangs**
- **Vorhersage des Vorgangs**



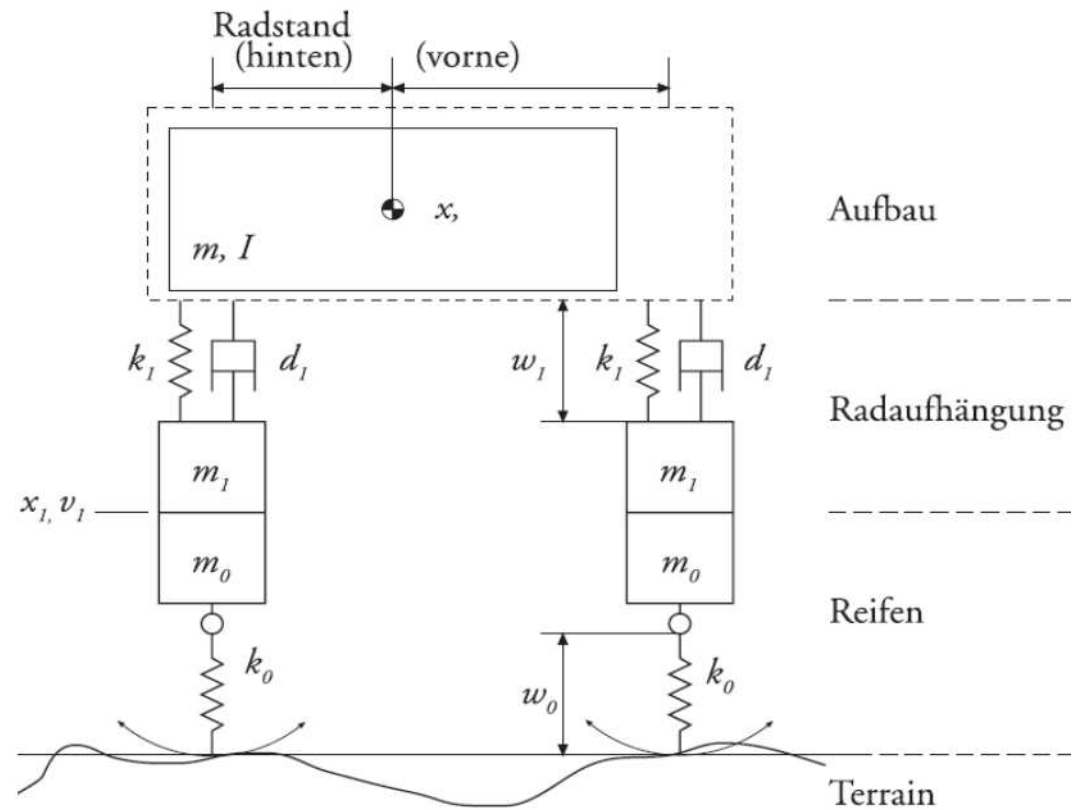


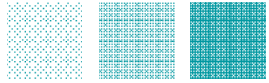
# Modellbildung als Abstraktion





# Beispiel: Vertikalbewegung eines PKW's





# The DON'T of Mathematical Modelling

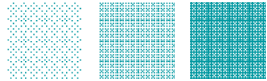


- DON'T believe that the model is the reality
- DON'T extrapolate beyond the region of fit
- DON'T distort reality to fit the model
- DON'T retain a discredited model
- DON'T fall in love with your model

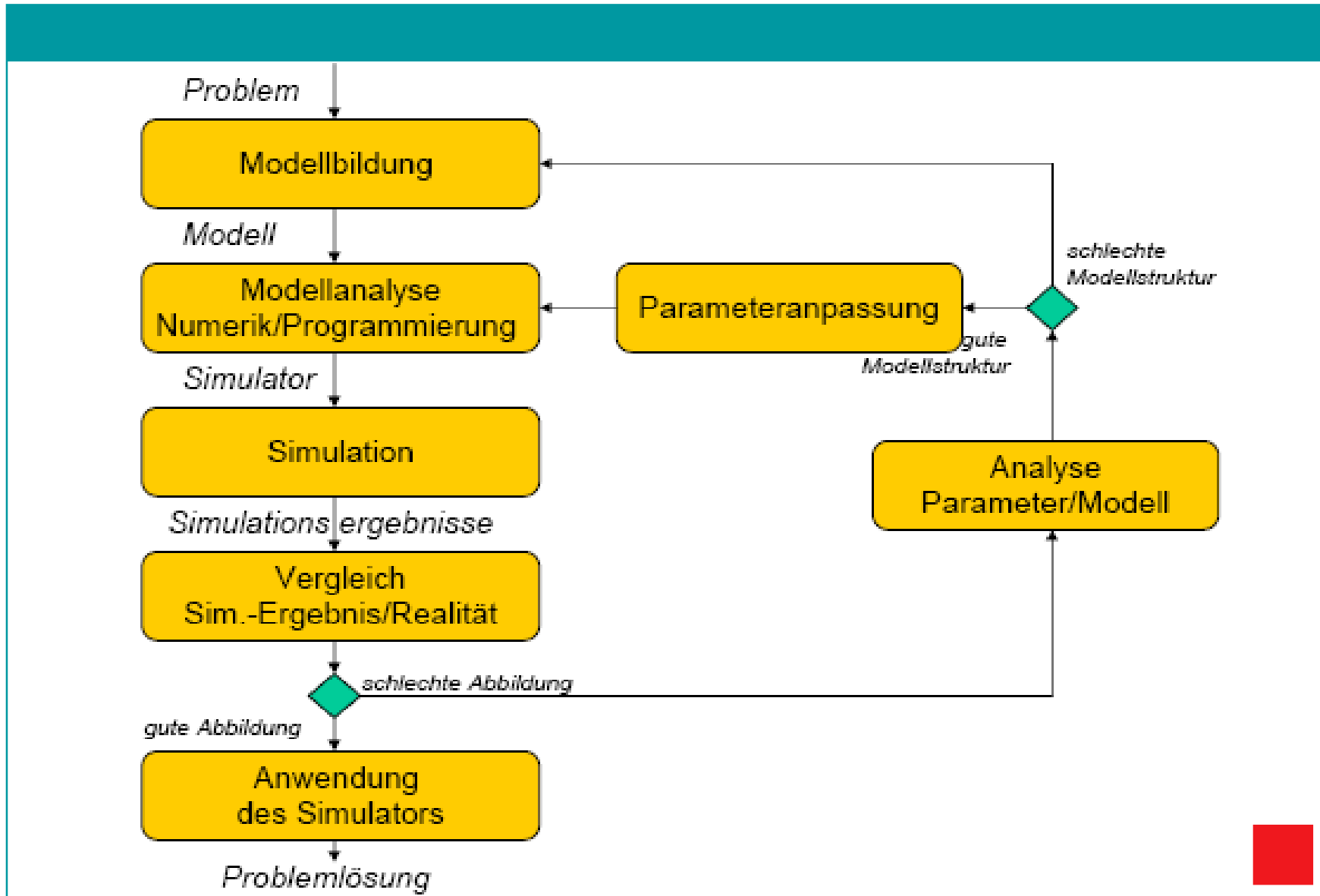
S. W. Golomb (1970)

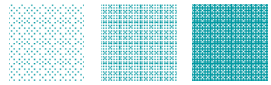






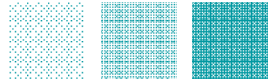
# Problemlösungsschritte





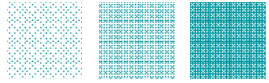
- **Modellanalyse** (Eigenschaften des Modells verstehen)
  - lineare bzw. nichtlineare Systemgleichungen aufschreiben,
  - richtiges Lösungsverfahren, z.B. Zeitintegrationsverfahren auszuwählen (implizit oder explizit)
  
- **Numerik** (Lösung der mathematischen Modellgleichungen)
  - analytische Lösungen nur in einfachen Sonderfällen möglich,
  - Stattdessen stets numerische Näherungslösungen (FEM, PFC, ... )
  
- **Programmierung**
  - Codierung des mathematischen Modells in Software
  - Nutzung von angepassten Sprachen und Werkzeugen





- **FEM** **F**inite-**E**lemente-**M**ethode  
(Ansys, LSDyna, Nastran, Abaqus, Z88Aurora)
- **MKS** **M**ehr-**K**örper-**S**ysteme  
(ADAMS, Dymola, **P**artical **F**low **C**ode **P**FC)
- **CFD** **C**omputational **F**luid **D**ynamics  
(Ansys/CFX/Fluent, Star-CD, OpenFOAM)
- **CAS** **C**omputer **A**lgebra **S**ysteme  
(Maple für Analytik, Matlab/Simulink für Numerik)
- **Co-Simulation** FEM/CFD mit zeitabhängiger Systemsimulation  
(Ansys – Simplorer, OpenFOAM – OpenModelica)





## Wünsche eines Simulanten:

- er will ein Ergebnis
- er will ein exaktes Ergebnis
- er will schnell ein exaktes Ergebnis

## Simulanten sollten nicht:

- ungeprüften Ergebnissen vertrauen
- auf die Befragung der Natur verzichten
- das Rad neu erfinden (Tools verwenden)

