

Proseminarprojekte WS2023/24

Allgemeines

- Der Abstract sowie die vorläufige Roadmap dienen nur zur Orientierung, der genaue Inhalt der Projekte wird dann nach Rücksprache konkretisiert.
- Die Ergebnisse der Ausarbeitung werden im Zuge einer ca. einstündigen Präsentation vorgestellt.
- Der Fokus der Projekte ist die mathematische Modellierung, in Rücksprache können jedoch auch noch weitere mathematische Eigenschaften untersucht werden.

PS I Darcy-Gleichung und abgeleitete Modelle

- **Student*in:**
- **Abstract:** Die Darcy-Gleichung beschreibt den Fluss eines Fluids durch ein poröses Medium, also einen Anwendungsfall der Strömungsdynamik. Erstmals formuliert wurde es auf Basis von Experimenten, jedoch kann die Gleichung auch direkt von den Navier-Stokes-Gleichungen abgeleitet werden. Konkrete Anwendungsbeispiele umfassen zB. die Modellierung von Grundwasser, sowie die Modellierung von Ölreservoirs.
- **Vorläufige Roadmap:**
- **Literatur:**

[1] A. Schafelner, Mathematische Modelle in der Technik, Vorlesungsskript (WS2023/24).

PS II Magnetohydrodynamik (MHD)

- **Student*in:**
- **Abstract:** Die Magnetohydrodynamik umfasst die Kopplung der Gleichungen der Strömungsdynamik mit den Maxwell'schen Gleichungen. Anwendungen sind zum Beispiel in der Plasmaphysik sowie in der Fusionsforschung zu finden, aber auch in der metallurgischen Industrie.

- **Vorläufige Roadmap:**

- **Literatur:**

[1] *A. Schafelner*, Mathematische Modelle in der Technik, Vorlesungsskript (WS2023/24).

[2] *A. Schafelner*, Introduction to Magneto-hydro-dynamics, Bachelor thesis (2016).

PS III Platten- und Stabmodelle

- **Student*in:**

- **Abstract:** In der Vorlesung haben wir den ebenen Spannungszustand (ESZ) betrachtet, wo wir aus den 3D Gleichungen der linearen Elastizitätstheorie durch Modellannahmen ein 2D Modell für Platten hergeleitet haben. Insbesondere haben wir dabei Belastungen in der Normalenrichtung ausgeschlossen. In diesem Projekt betrachten wir nun alternative Plattenmodelle, die auch Belastungen in Normalenrichtung zulassen: die sogenannte *Kirchhoff-Platte* sowie die *Reissner-Mindlin-Platte*. Durch weitere Dimensionsreduktion können wir aus den Plattenmodellen schließlich sogenannte Balkenmodelle herleiten, die nun durch gewöhnliche Differentialgleichungen beschrieben werden können.

- **Vorläufige Roadmap:**

- a) Plattenmodelle

- Mindlin-Reissner-Platte:

- * Unterschied Scheibe / Platte
 - * Herleitung, Hypothesen von Kirchhoff-Love und Reissner-Mindlin
 - * Reformulierung als gemischtes Problem
 - * Reformulierung mittels Helmholtz-Zerlegung
 - * Modellierung von “radial stiffness”, “axial stiffness”, und “tipping stiffness”

- b) Stab- bzw. Balkenmodelle

- **Literatur:**

[1] *D. Braess*, Finite Elemente: Theorie, Schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer (2012).

[2] *C. Eck, H. Garcke, P. Knabner*, Mathematische Modellierung, Springer (2017).

[3] *A. Schafelner*, Mathematische Modelle in der Technik, Vorlesungsskript (WS2023/24).

[4] *K. Rafetseder*, A New Approach to Mixed Methods for Kirchhoff-Love Plates and Shells, PhD Thesis (2018).

PS IV Nichtlineare Elastizitätstheorie




- **Student*in:**
- **Abstract:** In der Vorlesung haben wir zwar hyperelastische Materialien abstrakt betrachtet, jedoch ohne konkrete Materialgesetze. Im Zuge dieses Projektes werden wir nun einige hyperelastische Materialgesetze genauer behandeln, zum Beispiel das sogenannten *Saint Venant-Kirchhoff Modell*.
- **Vorläufige Roadmap:**
 1. Saint Venant-Kirchhoff Materialien
 2. Neo-Hooksche Materialien
- **Literatur:**
 - [1] *C. Eck, H. Garcke, P. Knabner*, Mathematische Modellierung, Springer (2017).
 - [2] *A. Schafelner*, Mathematische Modelle in der Technik, Vorlesungsskript (WS2023/24).
 - [3] *R.W. Ogden*, Nonlinear Elasticity, Anisotropy, Material Stability and Residual stresses in Soft Tissue, Springer (2003).

PS V Thermoelastische Kopplung

- **Student*in:** Paul-Gabriel Turcuman
- **Abstract:** Wie der Name schon vermuten lässt, befassen wir uns in diesem Projekt mit der Kopplung der Wärmeleitgleichung an die Gleichungen der (linearen) Elastizitätstheorie.
- **Vorläufige Roadmap:**
- **Literatur:**
 - [1] *A. Schafelner*, Mathematische Modelle in der Technik, Vorlesungsskript (WS2023/24).
 - [2] *K. Willner*, Kontinuums- und Kontaktmechanik, Springer (2003).
 - [3] *H. Ziegler*, An Introduction to Thermomechanics, North-Holland (1983).

PS VI Schaltkreismodellierung (Bachelorarbeit)

- **Student:** Felix Dreßler

- **Abstract:** Die mathematische Modellierung von elektrischen Schaltkreisen führt in der Regel auf ein System von Differential-Algebraischen Gleichungen (DAEs). Im Proseminar werden wir uns mit der Methodik der Schaltkreismodellierung befassen, und diese anhand anschaulicher Beispiele näherbringen. Unter gewissen Modellannahmen und mit einem speziellen Ansatz kann so das System von DAEs in ein rein algebraisches, aber komplexwertiges, Gleichungssystem übergeführt werden.
- **Vorläufige Roadmap (PS):**
 - Komponenten eines Schaltkreises
 - Gleichstrom- vs Wechselstromschaltkreise
 - Zeitharmonischer Ansatz anhand eines Beispiels
 - DAE's (Analyse etc.)
- **Literatur:**
 - [1]  *C. Eck, H. Garcke, P. Knabner*, Mathematische Modellierung, Springer (2017).
 - [2] *M. Günther, U. Feldmann, J. ter Maten*, Modelling and discretization of circuit problems, Elsevier/North Holland (2005).
 - [3] *V. Shashkov*, Energy-based modeling and discretization in nonlinear electromagnetics, Dissertation (2023).
 - [4]  *K.E. Brenan, S.L. Campbell, L.R. Petzold*, Numerical Solution of Initial-Value Problems in Differential-Algebraic Equations, SIAM (1996).
 - [5]  *K. Strehmel, R. Weiner, H. Podhaisky*, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen. Nichtsteife, steife und differential-algebraische Gleichungen, Springer Spektrum (2012).
 - [6] *E. Hairer, C. Lubich, M. Roche*, The numerical solution of differential-algebraic systems by Runge-Kutta methods, Springer, Cham (1989).

PS VII Modellierung von Halbleitern

- **Student*in:** Enes Sovtic
- **Abstract:**
- **Vorläufige Roadmap:**
- **Literatur:**
 - [1] *A. Juengel*, Mathematical Modeling of Semiconductor Devices, Manuskript.

PS VIII Fluid-Struktur-Kopplung

- **Student*in:**
- **Abstract:**
- **Vorläufige Roadmap:**
- **Literatur:**

- [1] *A. Schafelner*, Mathematische Modelle in der Technik, Vorlesungsskript (WS2023/24).
- [2] *L. Mitter*, Interaktionen zwischen Fluiden und Körpern in der Kontinuumsmechanik, Bachelorarbeit (2015).

PS IX LCM Kooperation (Bachelorarbeit)

- **Studentin:** Sabine Wimmer
- **Abstract:**
- **Vorläufige Roadmap (PS):**

- (i) 2D magnetostatic simulation in ngSolve (Numerik Seminar: Elektrische Maschinensimulation)
 - Modellierung des Magnetfeldes im Elektromotor
 - Modellierungsteil:
 - a) Komponenten eines Elektromotors
 - b) Maxwellsche Gleichungen \rightarrow Magnetoquasistatische Approximation \rightarrow Magnetostatik
 - c) Vektorpotenzialformulierung & Dimensionsreduktion (3D \rightarrow 2D)
 - d) Nichtlineare Materialgesetze (b - h -Kurve)
 - Simulationsteil:
 - a) Rotation
 - b) Symmetriereduktionen (ganzer Motor $\rightarrow 1/n$)
 - c) Finite Elemente in 2D (VL Numerische Methoden für Elliptische Probleme)
 - d) Numerische Simulationen

- **Literatur:**

- [1] *A. Schafelner*, Mathematische Modelle in der Technik, Vorlesungsskript (WS2023/24).
- [2] *D. Fleisch*, A Student's Guide to Maxwell's Equations, Cambridge University (2008).

- [3] *D.J. Griffiths*, Introduction to Electrodynamics, Cambridge University Press (2017).
- [4] *P. Gangl*, Sensitivity-Based Topology and Shape Optimization with Application to Electrical Machines, Dissertation (2017).