FS 08: Spektralmethoden zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen

Prof. Dr. David Cohen, David.Cohen@unibas.ch

Vorlesung.
Zeit: Mo. 14.15 – 16.00, Di. 09.15 – 10.00.
(Terminänderung möglich).
Ort: Mathematisches Institut.
Beginn: zweite Semesterwoche.

Übungen.
Zeit: 2-stdg n.V.

Ort: Mathematisches Institut.
Beginn: dritte Semesterwoche.

Voraussetzungen.
Infinitesimalrechnung und Lineare Algebra I und II, oder Math. Methoden $I-III$, idealerweise Einf. in die Numerik und Numerik II (nicht absolut notwendig). Die Vorlesung *Numerik der partiellen Differentialgleichungen* ist **KEINE** Voraussetzung.

Inhalt.
Spektralmethoden gehören neben finiten Elementen und finiten Differenzen zu den wichtigsten Verfahren zur numerischen Lösung von partiellen Differentialgleichungen. Eine wichtige Eigenschaft der Spektralmethoden ist, dass man für genügend glatte Lösungen hohe Genauigkeit mit wenigem Aufwand bekommt. Diese Methoden werden oft in der Strömungsmechanik (Turbulenzmodellierung, Abb.1), in der Quantenmechanik (Schrödinger-Gleichung) oder in der Wettervorhersage angewendet.

Ziel: Einführung in die Theorie und Analysis von Spektralmethoden zur approximativen Lösung von partiellen Differentialgleichungen. Anwendung dieser Methoden für die folgenden Probleme: Korteweg-de-Vries-Gleichung, Schrödinger-Gleichung, Burgers-Gleichung, Stokes-Gleichung, Navier-Stokes-Gleichungen.

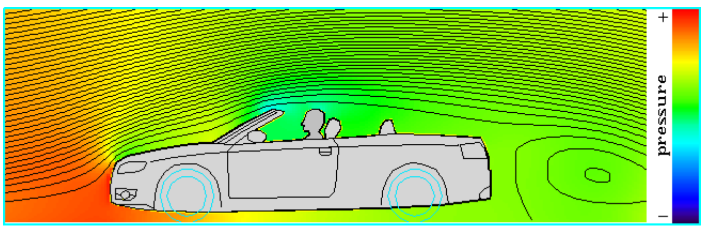

Abbildung 1: Turbulente Umströmung eines Kabriolett bei 100 km/h (@ Klaus Bauerfeind).

Vorlesung:

- Grundtechniken: Fourier-Reihen, FFT, DCT und JPEG.
- Interpolation und polynomiale Approximation.

- Spektralmethoden für verschiedene Modellprobleme (Poisson-Gleichung, Wellengleichung, Burgers-Gleichung, Stokes-Gleichung)
- Spektralelemente Methoden.

Projekt: Wird zu Semesteranfang definiert.

Kreditpunkte: 6 *KP (Vorlesung+Übungen),* 2 *KP (Projekt).*

Zielgruppe.
Studierende im Masterstudium Mathematik, Physik, Informatik und Nanowissenschaften. Die Vorlesung zählt zum Mastermodul *Angewandte Mathematik*.

Literatur.
C. Canuto, M.Y. Hussaini, A. Quarteroni, T.A. Zang: *Spectral methods: Fundamentals in single domains.*
B. Fornberg: *A practical guide to pseudospectral methods.*
D. Gottlieb, S. Orszag: *Numerical analysis of spectral methods.*
J. Hesthaven, S. Gottlieb, D. Gottlieb: *Spectral methods for time-dependent problems.*
B. Mercier: *An introduction to the numerical analysis of spectral methods.*
N. Trefethen: *Spectral methods in Matlab.*
M.O. Deville, P.F. Fischer, E.H. Mund: *High-order methods for incompressible fluid flow.*

J. Shen: *Introduction to spectral methods for scientific computing*, Skript:
http://www.math.purdue.edu/~shen/ma598s/

John P. Boyd: *Chebyshev and Fourier Spectral Methods*, Buch:
http://laplace.physics.ubc.ca/People/jason/references/Boyd_2ed.pdf

Daniele Funaro: *Polynomial approximation of differential equations*, Buch:
http://cdm.unimo.it/home/matematica/funaro.daniele/bube.htm