

Numerik dynamischer Systeme

(Numerische Techniken zur Analyse parameterabhängiger dynamischer Systeme)

Doz. Dr. W.Vogt

Zielsetzung der Vorlesung :

- Computergestützte Analyse dynamischer Systeme – aktuelle Aufgabe in Natur- und Technikwissenschaften (Wissenschaftliches Rechnen) \Rightarrow anwendungsbereite Darstellung des erforderlichen *numerischen Instrumentariums*
- Ausgangspunkt – Parameterstudien nichtlinearer Gleichungssysteme in $\mathbb{R}^n \Rightarrow$ *effiziente Parameterverfolgung* von Lösungen (Lösungsfortsetzung)
- Analyse von *Gleichgewichtslagen* \Rightarrow numerische Verfahren zur Stabilitätsanalyse und Detektierung von Lösungsverzweigungen
- Schwingungen nichtlinearer Systeme, insbesondere *periodische Lösungen* \Rightarrow Verfahren zur Berechnung, Stabilitätsanalyse und Detektierung von Lösungsverzweigungen periodischer Lösungen
- Nichtperiodische Schwingungen, insbesondere *multifrequentielle (quasiperiodische) Lösungen* \Rightarrow Verfahren zur Approximation der invarianten Tori (Toruslösungen)
- Anwendung auf konkrete Systeme aus der Praxis (Elektrotechnik, Mechanik etc.)

Voraussetzungen :

- Analysis gewöhnlicher Differentialgleichungen
- Grundkurs Numerische Mathematik
- Analysis dynamischer Systeme (wünschenswert)

Gliederung des Lehrstoffes

1. Einleitung – nichtlineare dynamische Systeme

- Grundbegriffe, Bewegungstypen, Anwendungen

2. Numerik von Gleichgewichtslagen

- Parameterabhängige nichtlineare Systeme
- Numerische Kurvenverfolgungs-Techniken
- Stabilitätsanalyse und Lösungsverzweigungen
- Einschließung implizit definierter Kurven

3. Numerik periodischer Orbits

- Periodisch erregte und autonome Systeme
- Stabilitätsanalyse und Lösungsverzweigungen
- Approximation von Poincaré–Abbildungen
- Invarianzkurven von Poincaré–Abbildungen

4. Approximation invarianter Tori

- Toruslösungen und quasi-periodische Orbits
- Diskretisierte 2-Tori, Spektralmethoden
- Numerische Fortsetzungsverfahren für 2-Tori
- Ljapunov-Exponenten und LCE-Spektrum

5. Anwendung auf Systeme in Naturwissenschaft und Technik

- Periodisch erregte energetische Systeme
- Gekoppelte Schwingungssysteme
- Autonome Systeme

Literaturempfehlung (Lehrbücher, Monografien)

Hoffmann, A.; Marx, B.; Vogt, W.: *Mathematik für Ingenieure. Band 1: Lineare Algebra, Analysis – Theorie und Numerik.* Pearson Studium, München 2005.

Hoffmann, A.; Marx, B.; Vogt, W.: *Mathematik für Ingenieure. Band 2: Vektoranalysis, Integraltransformationen, Differenzialgleichungen, Stochastik – Theorie und Numerik.* Pearson, München 2006

Reitmann, V.: *Reguläre und chaotische Dynamik.* B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart-Leipzig 1996.

Kuznetsov, Y.A.: *Elements of Applied Bifurcation Theory.* Springer Verlag, New York 1997.

Perko, L.: *Differential Equations and Dynamical Systems.* Springer-Verlag, New York 1991.

Doedel, E.; Tuckerman, L.S.: *Numerical Methods for Bifurcation Problems and Large-Scale Dynamical Systems.* Springer Verlag, New York 2000.

Ciarlet, P.G.; Lions, J.L.: *Handbook of Numerical Analysis. Allgower, L.; Georg, K.: Numerical Path Following.* Elsevier Science, Amsterdam 1997.

Ascher, U.M.; Mattheij, R.; Russell, R.D.: *Numerical Solution of Boundary Value Problems for ODEs.* SIAM, Philadelphia 1995.

Keller, H. B.: *Numerical Methods in Bifurcation Problems.* Springer – Verlag, Berlin 1987.

Seydel, R.: *Practical Bifurcation and Stability Analysis. From Equilibrium to Chaos.* Springer-Verlag, New York 1994.

Parker, T. S.; Chua, L. O.: *Practical Numerical Algorithms for Chaotic Systems.* Springer – Verlag, New York 1989.

Nusse, H. E.; Yorke, J. A.: *Dynamics – Numerical Explorations.* Springer – Verlag, New York 1998.

Stuart, A. M.; Humphries, A. R.: *Dynamical Systems and Numerical Analysis.* Cambridge University Press 1996.