

# Seminar: Nichtlineare Systeme, Strukturbildung und Chaos

Andreas Mielke\*

Sommersemester 2019

Dienstag, 9-11

Philosophenweg 12, Seminarraum

## Vorbemerkungen

Dies ist der momentan vorgesehene Zeitplan für das Seminar. In jeder Doppelstunde wird ein Referat gehalten, Termin und Thema ist angegeben. Referate können von ein bis zwei Studenten gehalten werden, Die Referate sind thematisch zu Gruppen zusammengefasst.

Die Referate werden von einem Assistenten betreut. Kambis Veschgini <K.Veschgini@thphys.uni-heidelberg.de> betreut die ersten drei Vorträge, Sebastian Wetzel <wetzel\_s@thphys.uni-heidelberg.de> die letzten drei. Bitte setzen Sie sich mit ihm ausreichend vor Ihrem Vortrag in Verbindung.

Zu jedem Referatsthema ist Literatur angegeben. Sie soll Ihnen zur Orientierung dienen. Natürlich steht in jedem angegebenen Buch viel mehr, als Sie benötigen werden. Suchen Sie sich also das heraus, was Sie brauchen, was Sie interessiert. Die Themen sind größtenteils so breit angelegt, daß Sie eigene Schwerpunkte bilden können. Sie müssen also nicht jedes Stichwort, was genannt wird, in gleicher Breite behandeln, sondern so können nach eigenem Geschmack Schwerpunkte bilden. Es steht Ihnen auch frei, statt der angegebenen Literatur andere zu verwenden, oder zusätzlich dazu sich anderswo zu informieren. Sie können mich auch gerne kontaktieren und nach weiterer oder anderer Literatur fragen.

Sie können Ihre Referate als Tafelvorträge halten, Sie können Folien, Beamer, etc. verwenden. Sie sollten für Ihre Kommilitonen eine Zusammenfassung auf ca. ein bis drei Seiten vorbereiten, die die wichtigsten Punkte nennt, auf der auch Literatur angegeben ist, die Sie verwendet haben.

## Seminarthemen und Termine

16.4.2019 Vorbesprechung

### 1 Nichtlineare Dynamik

#### 1.1 Charakterisierung nicht-linearer Systeme

23.4.2019 Poisson Klammern. Invariante Tori und Wirkungs-Winkel Variable. Separable und integrierbare Systeme. [4, 5]

---

\*mielke@thphys.uni-heidelberg.de

## 1.2 Chaos

7.5.2019 Definitionen, nicht lineare Abbildungen, Beispiele, Poincare-Abbildung, Liapunov Exponenten. [8, 11]

14.5.2019 Modelle für Galaxien: Das Hénon Heiles Potential. Weiches Chaos. Das KAM Theorem. [5, 11]

21.5.2019 Das anisotrope Kepler-Problem: Hartes Chaos. [5]

## 2 Stochastische Dynamik

### 2.1 Mikroskopische Modelle der Stochastischen Dynamik

28.5.2019 Mikroskopisches Modell von einem Teilchen, das über eine harmonische Kopplung an viele harmonische Oszillatoren gekoppelt ist. Herleitung der Stokeschen Reibung, Brownsche Bewegung. [6]

### 2.2 Rauschen, Langevin-Gleichung, Fokker-Planck-Gleichung.

4.6.2019 Beschreibung von Rauschen. Langevin- und Fokker-Planck-Gleichung. Beispiel und Lösungsverfahren. [6, 10]

18.6.2019 Stochastische Resonanz. [3]

25.6.2019 Feynmans Ratsche, rauschinduzierter Transport. [2, 9]

## 3 Strukturbildung

2.7.2019 Beispiele aus der Populationsdynamik [6, 13]

9.7.2019 Fellfärbung, Aktivator-Inhibitor Modelle [6, 13]

16.7.2019 Brusselator, Belousov-Zhabotinsky-Reaktion [6, 13]

## Literatur

- [1] G.L. Baker, J.P. Gollub: Chaotic Dynamics, an Introduction. Cambridge University Press 1990.
- [2] R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, Addison Wesley, Reading 1966
- [3] L. Gammaitoni, P. Hänggi, P. Jung, F. Marchesoni: *Stochastic Resonance*. Rev. Mod. Phys. **70**, 223-287 (1998).
- [4] Herbert Goldstein: Klassische Mechanik. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden 1978.
- [5] Martin C. Gutzwiller: Chaos in Classical and Quantum Mechanics. Springer, New York 1991.
- [6] H. Haken: Synergetics. Springer, Berlin 1978.
- [7] Landau-Lifschitz Band VI: Hydrodynamik, Akademie Verlag 1990.
- [8] H.O. Peitgen, H. Jürgens, D. Saupe: Chaos and Fractals. Springer, Berlin 1992

- [9] Peter Reimann: Physics Reports **361**, 57-265 (2002) Archiv: cond-mat/0010237 <http://arXiv.org/abs/cond-mat/0010237>
- [10] H. Risken: The Fokker-Planck-Equation. Springer 1984.
- [11] H.G. Schuster, W. Just: Deterministic Chaos; an Introduction Physik Verlag, Weinheim 2005
- [12] Arnold Sommerfeld: Mechanik der deformierbaren Medien. Verlag Harri Deutsch, Frankfurt 1978.
- [13] D. Walgraef, Spatio-Temporal Pattern Formation, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1996.