Gliederung SoSe 18

∠**1.** Einführung

1.1 Statistische Beschreibung von SO-Prozessen
1.2 Zustand physikalischer Systeme
1.3 Grundaufgabe der Statistischen Physik. Aktuelle Fragestellungen.

∠**2.** Statistische Physik im TDG (Gas im Kontakt mit einem Wärmebad, kanonische Verteilung)**.**
2.1 Kanonische Verteilung
2.2 Zustandssumme, innere Energie, Entropie, freie Energie (als thermodynamisches Potenzial), statistische Begründung der Gibbs´schen Fundamentalgleichung.
2.3 "klassische" Statistische Physik im Γ-Raum, Zustandsintegral mit "quantenmechanischen Korrekturen". Gibbs´sches Paradoxon
Beispiele: harmonischer Oszillaotor, ideales Gas, ideales Gas aus Teilchen mit konstantem magnetischen Moment in einem zeitunabhängigen konstanten homogenen Magnetfeld.
2.4 Shannon-Entropie einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, Eigenschaften,
2.5 Kanonische Verteilung aus Maximierung der statistischen Entropie für normierte Verteilungen mit konstantem Erwartungswert der Energie.
2.6 Energiefluktuationen im TDG

∠**3. Einführung in die Theorie nichtlinearer stochastischer Prozesse (Stochastik)**

3.1 Stochastische Prozesse/Felder. Quellen von Fluktuationen. Wann Berücksichtigung von Fluktuationen bei der Modellierung unverzichtbar ist.
3.2 Brownsche Bewegung suspendierterTeilchen in <u>ruhenden</u> Flüssigkeiten: Einstein vs. Langevin.
3.3 Markov-Prozesse, Chapman-Kolmogorov-Gleichung, Mastergleichung
3.4 Ableitung der Fokker-Planck-Kolmogorov- aus einer Langevin-Gleichung
3.5 K-Theorem
3.6 Lösungen der Fokker-Planck-Kolmogorov-Gleichung

∠4. Elemente der Bifurkationstheorie stochastischer dynamischer Systeme

4.1 Bifurkationen in deterministischen dynamischen Systemen (Wdhlg.), ohne Skript

4.2 Bifurkationen in stochastischen dynamischen Systemen

4.3 Eindimensionale stochastische dynamische Systeme mit multiplikativem Rauschen

4.4 Verhulst-Modell der Populationsdynamik mit fluktuierender Geburts-Sterberate

4.5 Gen-Selektion in fluktuierender Umgebung

∠5. Übergangsraten (*Escape from a metastable state*)

5.1 Gleichung für die mittlere Übergangszeit eines Markov-Prozesses

5.2 Fluktuationsinduzierte Überwindung einer Potenzialbarierre ΔU

5.3 Lösung der Fokker-Planck-Kolmogorov Gleichung durch Entwicklung nach Eigenfunktionen. Äquivalente Schrödinger-Gleichung

6. Kohärenzresonanz | Arkadi Pikovski, Jürgen Kurths, *Coherence Resonance in a Noise-Driven Excitable System*, Physical Review Letters **78**, 755 (1997); Benjamin Lindner, Lutz Schimansky-Geier, *Analytical approach to the stochastic FitzHugh-Nagumo system and coherence resonance*, Physical Review E **60**, 7270 (1999)

7. Stochastische Resonanz (vgl. Projekt)

7.1 Bistabiles Klimamodell | R. Renzi, S. Sutera, A. Vulpiani, J. Phys. A **14**, 453 (1981)

7.2 Zwei-Zustands-Modell (überdämpfte Brown´sche Bewegung im Doppelmuldenpotenzial) **|** vgl. L. Gammaitoni, P. Hänggi, P. Jung, F. Marchesoni, *Stochastic resonance*, Reviews of Modern Physics **70**, 223 (1998).

~~**8./9. Brown´sche Motoren** (entfällt, da das entsprechende Projekt nicht ausgewählt wurde)~~

10. Brownsche Bewegung dissipativ-nichtlinearer Oszillatoren - Selbsterregte Schwingungen in Gegenwart von Rauschen.

10.1 Ausgangssituation (Motivation S-Theorem → Projekt). Rauschquellen am Beispiel der Meißner´schen Rückkopplungsschaltung-Schaltung

10.2 Selbsterregte Schwingungen. Deterministisches Bild.

10.3 Selbsterregte Schwingungen. Stochastisches Bild.

10.4 Rauschinduzierte Oszillationen.

11. Diffusiv gekoppelte selbsterregte Oszillatoren. Die komplexe Ginzburg-Landau-Gleichung (CGLE) | vgl. Igor Aranson, Lorenz Kramer, *The World of the CGLE*, Reviews of Modern Physics **74**, 99 (2002).

∠**11.1** Oszillatorische aktive Medien

11.2 Weiche Anfachung von Oszillationen (superkritische Hopf-Bifurkation) in einem n-komponentigen Reaktions-Diffusionssystem.

- ohne räumliche Kopplung: Eichinvarianz führt auf Start-Landau-Gleichung mit zwei unbestimmten Koeffizienten, c_1 und c_2
- darauf aufbauend Berücksichtigung langwelliger instabiler Moden im räumlich ausgedehnten System. Ergebnis: Komplexe Ginzburg-Landau-Gleichung (CGLE).
- Symmetrien der CGLE

11.3 ausgewählte Lösungen der CGLE (→ coherent structure solutions that in 1D can be written in the form $A(x,t) = a(x-ct)\exp[i\phi(x-ct)-i\omega t]$

A) <u>1D ebene Wellen</u>: Amplitude (q), Frequenz, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit. Lineare Stabilitätsanalyse, Dispersionsrelation ausgewertet für <u>(i)</u> Störungen mit kleiner Amplitude, $|q| \sim 1$, <u>(ii)</u> homogene Oszillationen und <u>(iii)</u> langwellige Störungen ($k \to 0$) bei beliebigen q. Benjamin-Feir-Newell Instabilität, Eckhaus-Instabilität.

Nichtlineare Phasengleichung aus CGLE, über Cole-Hopf-Transformation daraus lineare Diffusionsgleichung mit Phasendiffusionskoeffizient $1+c_1c_2$. Nichtlineare Phasengleichung mit Frequenzdefekt weggelassen.

B) <u>rotierende Erregungswellen</u>

C) <u>scroll waves</u>

11.4 Thermodynamisches Potential für räumlich ausgedehnte Nichtgleichgewichtssysteme mit superkritischer Hopf-Bifurkation (keine Gradientendynamik bzw. Variationsproblem)| vgl. Robert Graham/Tamasz Tel, *Steady-state ensemble for the CGLE with weak noise*, Physical Review A **42**, 4661 (1990).

12. S-Theorem