

# Theoretisch-physikalisches **Seminar für mittlere Semester** über Probleme der **Statistischen Mechanik**

SS 2007 — PD Dr. Thomas Gasenzer

Donnerstag, 09:15 - 11:00, Philosophenweg 19, SR

Interesse an einem Vortrag? Bitte Email an:

[t.gasenzer@thphys.uni-heidelberg.de](mailto:t.gasenzer@thphys.uni-heidelberg.de)

---

## 19.04. **Vorbesprechung**

## 26.04. **Ising-Modell, kritische Exponenten**

1-dimensionales Ising-Modell: Lösung mittels Transfermatrizen; 2-dim. Ising-Modell; Diskussion der Onsager-Lösung (ohne Rechnung!); Dualitätsrelation; Phasenübergang, kritische Exponenten; Ginzburg-Landau-Theorie.

*Lit.:* **Hua** III, Kap. 16, 17 (**HuaE** Kap. 14, 15); **Bel**, Kap. 1 und 2; entspr. Kap. bei **Sta** und **Geb**; **Gro**, Kap. 1 und 2; **Sta**, Kap. 1, 2 und 8; **Mat**, Kap. 3.; **Ma**, Kap. II, III

## 03.05. **Phasenübergänge und kritische Phänomene**

Phänomenologie bei Phasenübergängen zweiter Ordnung; Universalität; Skalengesetze; Selbstähnlichkeit; Blockspin- und Skalentransformation; Fixpunkte.

*Lit.:* **Wil**; **Lip**; **HuaE**, Kap. 18; Anfangsabschnitte bei **Fis**, Kap. 4.2, 4.7 und Appendix A; **Bel**, Kap. 1-3; **Rei**, Kap. 8; **Ma**, Kap. IV, V; **Geb**, Kap. 3, 6; **TKS**, Kap. 4; **Kad**.

## 10.05. **Phasenübergänge erster Ordnung: Nukleation und spinodale Entmischung**

Phänomenologie bei Phasenübergängen erster Ordnung;

Phasendiagramme; mean-field-theory; spinodale Entmischung; Nukleation.

*Lit.:* **Rao**, Kap. 4-1, 4-4; **Geb**, Kap. 2; **Gun**, Kap. 1, 2, 4, 7; **Bin**; **Bec**, Kap. 60.

## 17.05. **Boltzmannsche Transportgleichung und das H-Theorem.**

Kinetische Theorie; stoßfreie Boltzmann-Gleichung;

Näherungsverfahren für den Stoßterm; H-Theorem.

*Lit.:* **Hua** I, Kap. III, IV; **Ref**, Kap. 13, 14.1-14.3.

## 24.05. **Hydrodynamik**

Erhaltungssätze; Zusammenhang mit Boltzmann-Gleichung; Viskosität;

Navier-Stokes-Gleichung.

*Lit.:* **Hua** I, Kap. V; **Rei**, Kap. 10, 11.F; Ergänzung: **LLH**

## 31.05. **Irreversible Prozesse und Fluktuationen**

Übergangswahrscheinlichkeiten, Brownsche Bewegung, Fluktuations-Dissipations-Theorem, irreversible Prozesse.

*Lit.:* **Ref**, Kap. 15.1-7, 15.18; **Rei**, Kap. 5, 10.E.

- 14.06. **Pfadintegral-Darstellung der Dichtematrix**  
 Pfadintegral für die Dichtematrix/freie Energie; perturbative Entwicklung;  
 Variationsprinzip.  
*Lit.:* **Fey**, Kap. 3; **Kle**; **Hat**, Kap. 12, evtl. Kap. 13.1.
- 21.06. **Monte-Carlo-Methoden**  
 Markov Prozesse; Metropolis Algorithmus; Langevin Algorithmus.  
*Lit.:* **Rei**, Kap. 5; **Rot**, Kap. 16.2-16.5; **BiH**, Kap. 2.1, 2.2, 3; **Hee**, Kap. 4; **Cre**, Kap. 18, 19.
- 28.06. **Die Cluster-Entwicklung für reale Gase**  
 Klassische/quantenmechanische Cluster-Entwicklung; Virialkoeffizienten.  
*Lit.:* **Hua II**, Kap. 14 (**HuaE**, Kap. 10; **LLS** Kap. VII, **Gre**, Kap. 16; **Fey**, Kap. 4.
- 05.07. **Bose-Einstein-Kondensation**  
 Grundlagen; ultrakalte Atomgase;  $\lambda$ -Übergang in  $^4\text{He}$ ; Suprafluidität, Mean-Field-Theorie  
 und Analogie zur Hydrodynamik; Zwei-Flüssigkeitsmodell.  
*Lit.:* **HuaE** Kap. 12.3-5, 13; **Fey**, Kap. 1.9; **Pet**, Kap. 1, 2, 6, 7, 10.
- 12.07. **BCS-Theorie der Supraleitung**  
 Grundlagen; Cooper-Paare; BCS-Theorie; verschiedene Typen von Supraleitern;  
 ultrakalte Atomgase; BCS-BEC-Crossover.  
*Lit.:* **Fey**, Kap. 10; **Pet**, Kap. 14; **Che**.
- 19.07. **Weißer Zwerge und Neutronensterne**  
 Materie bei extrem hoher Dichte; Chandrasekhar-Theorie; Sternmodelle; Zustandsgleichung.  
*Lit.:* **Hua II**, Kap. 11.2; **Diu**, Kap. VI.B; **LLS**, Kap. XI;

Alternativ schlage ich folgende zusätzliche Themen vor:

- **Chaos**  
 Reguläre und irreguläre Bewegung in Hamilton Systemen; dissipative Systeme.
- **Populationsdynamik in Ökosystemen**
- **Econophysics**  
 Modelle, wechselwirkende Agenten.  
*Lit.:* auf Anfrage.

## Literatur:

- Bec** Becker, R.: Theorie der Wärme, Springer, Berlin 1978
- Bel** Le Bellac, M.: Quantum and Statistical Field Theory, Clarendon Press, Oxford 1994
- Bin** Binder, K.: Spinodal Decomposition in: Garrido, L. (Hrsg.): Systems far from Equilibrium, Proceedings, Sitges 1980, Springer Lecture Notes in Physics 132, Berlin 1980;  
Binder, K.: Dynamics of First Order Transitions in: Riste, T. (Hrsg.): Fluctuations, Instabilities, and Phase Transitions, Proceedings of the NATO Advanced Study Institute, Geilo 1975, Plenum Press, New York 1975
- BiH** Binder, K., Heermann, D.W.: Monte Carlo Simulation in Statistical Physics, Springer, Berlin, 1997.
- Che** Chen, Q., et al.: BCS-BEC Crossover: From High Temperature Superconductors to Ultra-cold Superfluids, Physics Reports **412**, 1-88 (2005) (cond-mat/0404274).
- Cox** Cox, J.B./Giuli, R.T.: Principles of Stellar Structure, Vol. 2, Application to Stars, Gordon and Breach, 1968
- Cre** Creutz, M.: Quarks, Gluons and Lattices, Cambridge University Press, 1983
- Diu** Diu et al., Grundlagen der Statistischen Physik, deGruyter, Berlin, 1994.
- Fey** Feynman, R.P.: Statistical Mechanics, Westview Press, 1998
- Fis** Fischer, M.E.: Scaling, Universality and Renormalization Group Theory in: Critical Phenomena, Proceedings, Stellenbosch 1982, Springer Lecture Notes in Physics 186, 1982
- Geb** Gebhardt, W./Krey, U.: Phasenübergänge und kritische Phänomene, Vieweg, Braunschweig 1980
- Gre** Greiner, W. et al.: Statistische Physik, Verlag Harri Deutsch, 1987
- Gro** Grosse, H.: Models in Statistical Physics and Quantum Field Theory, Springer, Berlin 1988
- Gun** Gunton, J.D./Droz, M.: Introduction to the Theory of Metastable and Unstable States; Springer Lecture Notes in Physics 183, Berlin 1983
- Ham** Hammersley, J.M./Handscorn, D.C.: Monte Carlo Methods, London, 1967
- Hee** Heermann, D.W.: Computer simulation methods in theoretical Physics, Springer, Heidelberg, 1986.
- Hat** Hatfield, B.: Quantum Field Theory of Point Particles and Strings, Addison Wesley, 1992
- Hua** Huang, K.: Statistische Mechanik I–III, B-I-Hochschultaschenbücher, 1964
- HuaE** Huang, K.: Statistical Mechanics, Wiley, 1987.
- Kad** Kadanoff, L.P. et al.: Rev. Mod. Phys. **39**, 395, (1967)
- Kle** Kleinert, H.: Pfadintegrale in Quantenmechanik, Statistik und Polymerphysik, B-I-Wissenschaftsverlag, Mannheim, 1993
- Lip** Lipowsky, R.: Die Renormierung in der Statistischen Physik, Physikalische Blätter **39**, S. 387, (1983)

- LLH** Landau, L.D./Lifschitz, E.M.: Bd. VI, Hydrodynamik, Akademie-Verlag, 1991
- LLS** Landau, L.D./Lifschitz, E.M.: Bd. V, Statistische Physik, Akademie-Verlag, 1991
- Ma** Ma, S.: Modern Theory of Critical Phenomena, Benjamin/Cummings Reading 1976; Kurzversion: Introduction to the Renormalization Group, Rev. Mod. Phys. **45**, S. 589, (1973)
- Mat** Mattis, D.C.: The Theory of Magnetism, Band II, Springer Series in Solid-State Sciences, Berlin 1985
- Pet** Pethick, C.J., Smith, H.: Bose-Einstein Condensation in Dilute Gases, Cambridge, 2002.
- Rao** Rao, C.N.R./Rao, K.J.: Phase Transitions in Solids, McGraw-Hill, New York 1976
- Rei** Reichl, L.E.: A Modern Course in Statistical Physics, John Wiley, New York, 1998.
- Ref** Reif, F.: Statistical and Thermal Physics, McGraw Hill, 1965.
- Rot** Rothe, H.: An Introduction to Lattice Gauge Theory, World Scientific, 1997
- Sta** Stanley, E.H.: Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena, Clarendon Press, Oxford 1971
- TKS** Toda, M./ Kubo, R./ Saito, N.: Statistical Physics I, Springer Series in Solid States Sciences 30, Berlin 1983
- Wil** Wilson, K.G.: Die Renormierungsgruppe, Spektrum der Wissenschaft **10**, S. 67, (1979)