

Vorwort

Die Statistische Physik ist ein altherwürdiges und faszinierendes Gebiet, vor allem aber ein sehr großes. Weil man grob gesprochen alles warm machen kann, vom Universum bis zum Atomkern, könnte die Statistik in jedem Anwendungsbereich der Physik ein Zuhause haben. So ist es aber nicht ganz. Damit nämlich das „Zuhause“ die Erwärmung verträgt, muß es ein quantenmechanisches sein. Es ist dem Siegeszug der Quantentheorie zuzurechnen, daß Quantenstatistik konsequent durchführbar ist. Die sogenannte klassische statistische Physik hingegen, die geht gar nicht. Meist bleibt sie nur unvollständig, aber bei manchen Systemen versagt sie völlig.

Unter dem Umfang der Thematik scheinen die einschlägigen und guten Lehrbücher allesamt ein wenig zu leiden. Notorisch gerät die Fülle der Beispiele und Anwendungen in Konflikt mit der zeitlichen Enge eines Semesters. Dagegen darf sich ein Studienbuch wohl etwas mehr Freiheiten einräumen. Es kann dem Motto „weniger ist mehr“ folgen und zum Beispiel den Anfangsgründen besonderen Wert beimessen. Möglicherweise sind es nämlich bereits die Grundlagen, bei denen sich die Schwierigkeiten häufen. Ein Studierender hat wenig Zeit für tiefsinniges Nacharbeiten, und mitunter bleibt ihm dadurch — wie schade — die gesamte Statistische Physik ein wenig fremd.

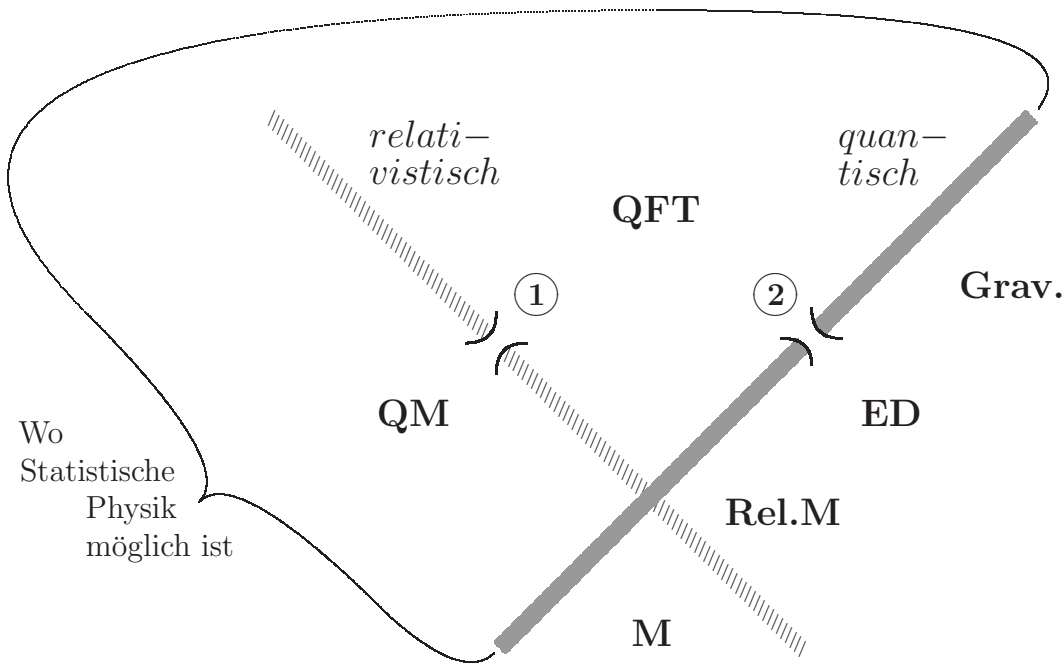
Der vorliegende Band geht auf Vorlesungen und zugehörige Übungen zurück. Seine Konzeption ist also getestet worden. So wird beispielsweise die Summenformel für die Entropie, $S = -\sum p \ln(p)$, als ordnendes Element benutzt. Sie trifft in *jedem* Ensemble zu. Auch *kleine* Systeme kann man an den Ofen halten, woraufhin insbesondere einfache Übungen möglich werden. Eine Boltzmann-Konstante gibt es nicht (sie ist Eins), und die Temperatur ist ein Parameter mit Dimension Energie, denn als solcher erleichtert er das Verstehen vieler Zusammenhänge. Übungsaufgaben sind direkt in den Text eingestreut und stets mit kurzen Lösungen versehen — à la Landau sozusagen. Sie sind eng mit dem Stoff verwoben. Manchmal wird im späteren Text auf deren Resultate verwiesen.

Eine weitere Buch-Eigenart braucht etwas Erklärung. Heutzutage wird viel gearbeitet. Die Teilgebiete der Physik wachsen, werden anstrengender und intelligenter. Kaum versteht man noch, was „die da drüben im Nebentrakt“ eigentlich treiben. Die Einheit der Physik ist von babylonischer Zersplitte-

rung bedroht — wo es doch nur eine Natur gibt, also auch nur eine Physik. Sobald sich beim Entstehen dieses Buches solche Gedanken einstellten, wurde ihnen recht hemmungslos Rechnung getragen. So ist den meisten Themen eine quantenmechanische „Fadenaufnahme“ vorangestellt, sei es nun Rekapitulieren für die einen oder Neuigkeit für die anderen, dienlich hoffentlich allemal.

Quantentheorie lebt von ihren Anwendungen. Statistische Physik ist eines ihrer Anwendungsgebiete. Sich vom Gewinn an Erklärungen der Realität faszinieren zu lassen, ist die normale Haltung. Anwendungen zu studieren kann aber auch „rückwärts“ als Vertiefung angesehen werden, nämlich des Verstehens der Quantennatur der Welt. Es ist ein etwas verwegener Gedanke, aber verboten ist er nicht.

Die übliche Unterteilung der Theoretischen Physik in M (Mechanik), ED (Elektrodynamik), QM (Quantenmechanik) usw. wird vermutlich meist vertikal gesehen: immer höher hinauf. Es hat jedoch einiges für sich, die Gebiete wie in nachstehendem Diagramm anzuordnen.



Wird der schraffierte Graben überquert, so wird die zuvor betriebene Physik relativistisch richtig. Jenseits der dunklen Diagonalen — einer tiefen Schlucht, schwieriger zu bewältigen — liegen die grünen Gefilde quantentheoretisch richtiger Physik. Hier haben die Statistiken ihren Lebensraum. Auf die zwei numerierten Übergänge wird im Text verwiesen werden. Die Brücke ① liegt ganz im Inneren des statistischen Weidelandes. Sie wird im

§ 7.4 explizit überschritten (Dirac–Gleichung). Der Zugang ② wird im § 8.1 geschaffen (Strahlungsfeld–Quantisierung). Er führt von einer statistisch absurden Situation (divergierende Energie des Strahlungs–Hohlraumes) in eine heile Welt.

Zugegeben, in der Figur liegt auch etwas Bosheit verborgen. Sind im Studium M, ED und QM bewältigt worden, vielleicht sogar je mit Anwendungsbereichen, dann kommt das Diagramm daher wie eine Hiobs–Botschaft: „Oh, mir fehlt ja noch völlig der vierte Quadrant!“ Es ist ein heilsamer Schrecken. Will das Studium der Physik modern bleiben, so wird es sich wohl hin und wieder straffen und auf grundsätzlich zu Leistendes besinnen müssen.

Für die kritische Durchsicht von Teilen des Manuskriptes möchte ich F. Göhmann, J. Reinbach, M. Reuter und A. Ziegler herzlich danken, ebenso Frau B. Cirksena für Korrekturen querbeet. Wie schon bei anderer Gelegenheit ließ es sich mit dem Verlagshaus Harri Deutsch trefflich kooperieren. Von dort sorgte insbesondere K. Horn für gute Laune und für Sicherheit bei allen Allgemeinheiten und Feinheiten, wie sie beim Entstehen eines Buches zu beunruhigen pflegen. Dem Verlag Oldenbourg danke ich für die freundliche Erlaubnis, den nachstehenden Auszug hier wiederzugeben.

Hannover, im Januar 2005

H. Schulz

Ch. Kittel und H. Krömer, *Physik der Wärme*
Oldenbourg München 1993, 4. Aufl., aus dem Vorwort:

„Eine *korrekte* statistische Darstellung *muß* aber von Anfang an auf den Begriffen der Quantenzustände eines jeden physikalischen Systems aufgebaut werden, statt den traditionellen Versuch zu unternehmen, eine „klassische“ statistische Thermodynamik zu konstruieren, die auf der klassischen Mechanik beruht. Letzten Endes geht das einfach nicht: Selbst das „klassische ideale Gas“ hat eine Entropie, die die Planck’sche Konstante enthält und die sich damit *per definitionem* klassisch nicht erklären läßt: Ohne Quanten–Begriffe gibt es keine diskreten und damit abzählbaren Zustände und ohne abzählbare Zustände bleibt die Entropie unverständlich.

... alle Bewunderung für Boltzmann ist kein Grund, 90 Jahre nach Planck’s Einführung des Quantenbegriffes noch weiter so zu tun, als gäbe es eine „klassische“ statistische Thermodynamik – besonders, wenn man erkennt, daß die ganze Theorie *viel* einfacher wird, wenn man es von Anfang an richtig macht ...“