

Theoretische Physik VI (Vertiefung)

Statistische Physik I

Markus A. Dahlem

Organisatorisches: s.a. Webseite!

VL + Ü = 11 ECTS-Punkte

als Wahlpflichtveranstaltung kombinierbar.
Vertiefungsfach

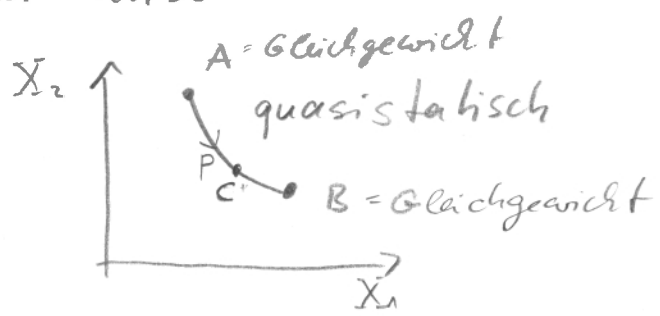
Inhalt der Vorlesung:

mikroskopisch-statistische Begründung
makroskopischer phänomenologischer Thermodynamik
und anderer "Systeme".

Wir erinnern uns:

Thermodynamik: hinreichend langsame Prozessführung im Gleichgewicht. Thermostatik

Bestimmungsgrößen sind thermodynamische Variablen X_i



P = Prozessführung
Gleichgewichtszustände

z.B. P hält in C an, wir führen beliebige Hemmungen ein, und C ändert sich nicht.

Beachte: Trotzdem treten Flüsse hin und weg von dem System während P auf!

[Prozessführung unter Bedingungen der Erhaltungsgrößen]

Intensive und extensive Zustandsgrößen X

gegeben sei System Σ

einmal kopieren

mehrfach vervielfältigen



kein Austausch aus Symmetriegründen!

Vorerst müssen wir uns über die Kontaktstelle keine Gedanken machen.

$\Sigma \rightarrow \lambda \Sigma$ dann $X \rightarrow \lambda^n X$

für $n = 0$ X intensive Größe
" $n = 1$ X extensive "

Erfahrungstatsache!

Σ könnte ein ideales Gas sein, oder ein Teilchen.

Andere Systeme außerhalb der Physik?

- Aktienhändler? Gottlob kein 10^{23} aber ...
- Gehirnzellen? Leider keine 10^{23} , ca 10^{11} Neurone

nichtlinear!

Ist die Moral der Aktienhändler eine intensive oder extensive Größe

Ist die Feuerrate der Neuronen eine intensive oder extensive Größe?

Abschließend zur Thermodynamik die Hauptsätze:

"Jedes thermodynamische System besitzt eine intensive / extensive Zustandsgröße und die ist ..." (Sommerfeld)

Angeblich "Öter" ^{intensive} "Zustandsgröße T und die ist transitiv"

$\forall x, y, z \in M:$
 $xRy \wedge yRz \Rightarrow xRz$
Relation R ist transitiv

Bem. 1) Welche intensive Zustandsgröße ist nicht transitiv? (!)

2) T lässt sich herleiten aus 1. und 2. HS.

1. Hauptsatz

"... extensive Zustandsgröße, die Energie U, und die bleibt Erhalten oder wird durch Wärmeaustausch und Arbeit an dem System verändert."

$$dU = \delta Q + \delta W$$

↑
kein totales Differential

(Q, W sind keine Zustandsgrößen)

Wären Q und W Zustandsgrößen hätten wir zwar zwei Hauptsätze mehr, aber die industrielle Revolution wäre ausgeblieben, denn Arbeit über Wärme zuzugewinnen ginge nicht.

(4)

U ist meist, weil schwierig zu messen, Zustandsfunktion und nicht unabhängige thermodyn. Variable.

2. Hauptsatz

"... extensive Zustandsgröße, ^{die Entropie S,} die in einem abgeschlossenen System niemals abnimmt"

$$dS \geq 0$$

3. Hauptsatz

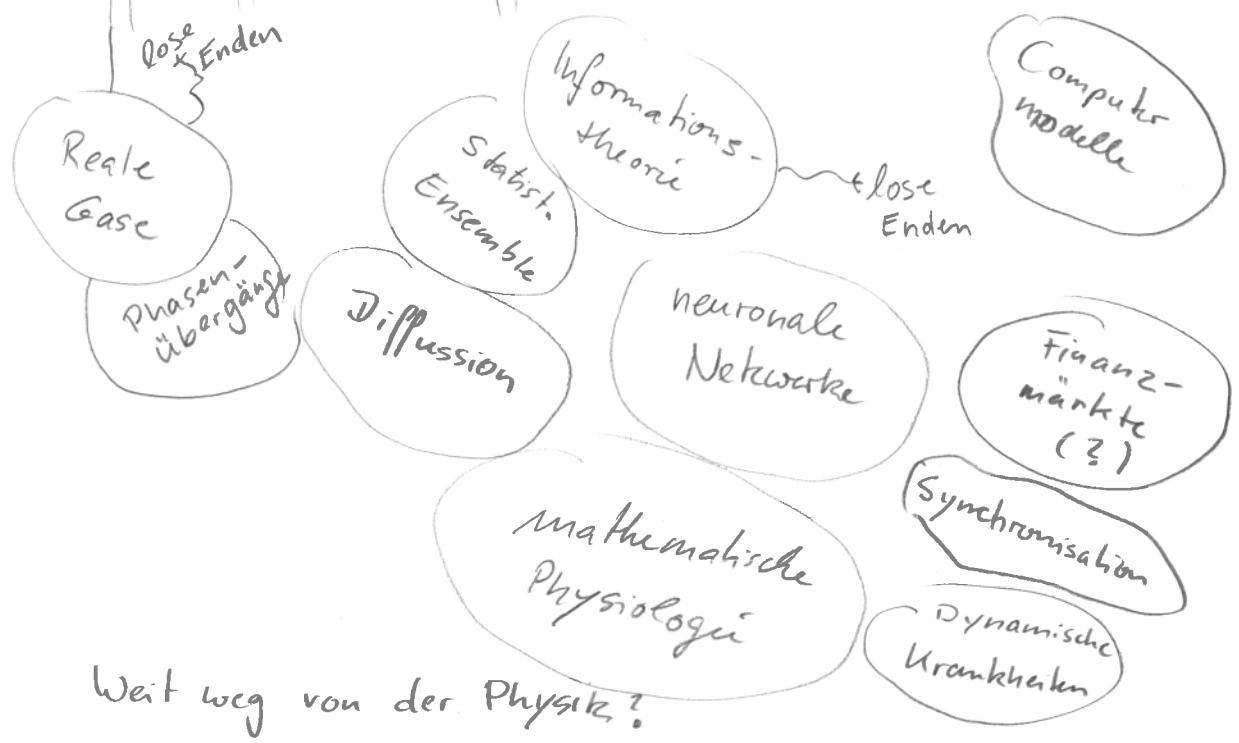
Es ist nicht möglich, ein System bis zum absoluten Nullpunkt abzukühlen

Der Inhalt der Vorlesung ist das statistische Fundament dieser Sätze.

Auch Anwendungen aufserhalb der Physik.

Grenzen der Anwendbarkeit, z. B. Dissipative Systeme

Theoretische Physik
 I Mechanik QM (II+V) E-Dyn. Op. T+S



Weit weg von der Physik?

Historisch:

Einteilung der Physik macht
 Sinneswahrnehmung:
 Optik, Akustik, Wärmelehre

Helmholtz (1821-1894) (erster Hauptsatz!)

Emil du Bois Reymond (1818-1896)

Ernst Wilhelm Brücke (1819-1892)

Carl Ludwig (1816-1895)

Begründer des Organischen Physik

Statistische Physik

Stochastik ("Kunst des Vermutens") $\left\{ \begin{array}{l} \text{Wahrscheinlichkeitstheorie} \\ \text{Statistik ("den Staat betreffend")} \end{array} \right.$

- deskriptive Statistik (Erstellung von Statistik, Daten Aufarbeitung)
- induktive Statistik auch schließende Statistik
Eigenschaften einer Grundgesamtheit (Zielpopulation)
- explorative Statistik Data-Mining, was ist Wertvolles?



Statistische Physik mit - ^{bestimmten} Ensemble (Gesamtheit)
- Ergodizität

[nicht Physik der Gase, Flüssigkeiten und Festkörper (... Plasma)
so wie Analysis nicht die Theorie der Planetenbahnen ist.
Es ist "more and less than that" (Suskind)]

mathematische Theorie mit Anwendungen

- Gase, Flüssigkeiten und Festkörper (... Plasma)
- neuronalen Netzwerken
- Computerwissenschaften
- Sozioökonomische Systeme
- ...