Quantenmechanische Bemerkungen zur Thermodynamik

Doctoral Thesis

Author(s):
Müller, Eberhard Eugen

Publication date:
1981

Permanent link:
https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-000272304

Diss. ETH Nr. 6902

QUANTENMECHANISCHE BEMERKUNGEN ZUR THERMODYNAMIK

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Naturwissenschaften
der
EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZUERICH

vorgelegt von
EBERHARD EUGEN MUELLER
Dipl. Physiker Universität Tübingen
geboren am 25. Februar 1949
Deutscher Staatsangehöriger

Angenommen auf Antrag von
Prof. H. Primas, Referent
Prof. Dr. K. Osterwalder, Korreferent

ADAG Administration & Druck AG. Zürich 1981

Zusammenfassung

Was ist an einem thermodynamischen Limes thermodynamisch? Warum sind in der algebraischen Quantenmechanik die Gleichgewichtsdarstellungen von Modellen mit unendlich vielen Freiheitsgraden vielfach vom Typ III_1?

Zum Versuch einer Antwort auf diese Fragen gewinnen wir aus einer operatorartigen Formulierung der KMS-Bedingung einen Operator $R(\varphi|\psi)$, der zwei Zustände φ und ψ einer von Neumann Algebra $\mathcal{M}$ miteinander vergleicht und eine Clausiusartige Formulierung des Zweiten Hauptsatzes gestattet. Für $s(\varphi) \geqslant s(\psi)$ fällt $\psi(R(\varphi|\psi))$ mit Arakis relativer Entropie zusammen. Genau im Typ III_1 ist für alle $\varphi, \psi \in \mathcal{M}_{*+}$ $\inf_{u^*=u^{-1}\in\mathcal{M}} \{\|R(\varphi_u|\psi)\|\} = 0$, was wir zur Definition eines thermodynamischen Gleichgewichtssystems benützen.

Anhand dieser Definition verifizieren wir die thermodynamischen Eigenschaften einer asymptotischen Beschreibung, die den üblichen thermodynamischen Limes verallgemeinert. Wir konstruieren sie für den Fall eines idealen Bose-Gases in einem Würfel. Diese Asymptotik schliesst die Oberfläche und die Kanten mit ein und lässt in diesen beiden Ordnungen neue Freiheitsgrade entstehen.

Summary

What does "thermodynamical" mean in the notion of a thermodynamical limit? In algebraic quantum mechanics, why do the equilibrium representations of models of infinitely many degrees of freedom give rise to type III_1 most time?

Trying to answer these questions we reformulate operator-like the KMS-condition to get an operator $R(\varphi|\psi)$ which compares two states φ and ψ of a von Neumann algebra $\mathfrak{M}$ allowing a version of the second principle of thermodynamics in the sense of Clausius. For $s(\varphi) \geq s(\psi)$, $\psi(R(\varphi|\psi))$ coincides with the relative entropy of Araki. We have type III_1 if and only if $\inf_{u^*=u^{-1}\in\mathfrak{M}} |R(\varphi_u|\psi)| = 0$ for all $\varphi, \psi \in \mathfrak{M}_{*+}$. We use this fact to define thermodynamical equilibrium systems.

With respect to this definition we verify thermodynamical properties of an asymptotical description which generalizes the usual thermodynamical limit. We execute the asymptotics for the case of an ideal Bose gas in a cube including surface and edge terms where new degrees of freedom arise.