

Wellenmechanik und Boltzmannsche Statistik

Autor(en): **Hoyer, Ulrich**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Gesnerus : Swiss Journal of the history of medicine and sciences**

Band (Jahr): **38 (1981)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-521554>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Wellenmechanik und Boltzmannsche Statistik

Von Ulrich Hoyer

Die Wellenmechanik, die dem Verständnis bislang unüberwindliche Schwierigkeiten entgegensetzen scheint, ist überraschenderweise einer sehr einfachen Begründung fähig, wenn die Boltzmannsche Statistik als Ausgangspunkt genommen und einer konsequenten Behandlung unterworfen wird. Teilt man nämlich z. B. den Phasenraum des Wasserstoffatoms in äquidistante, *endliche* Intervalle und setzt man mit Boltzmann voraus, daß jede Verteilung einer vorgegebenen Energie U auf N Elektronen *gleichwahrscheinlich* ist, so erhält man nach Boltzmanns Verfahren von 1877¹ zunächst die *diskrete* Maxwell-Boltzmann-Verteilung. Unter Heranziehung des Energiesatzes für das Volumelement des Phasenraums ergibt sich so näherungsweise die Differentialgleichung (1) für die Besetzungszahldichte f im Phasenraum:

$$(1) \quad Vf + \frac{1}{\alpha^2 2m} \left(\frac{\partial^2 f}{\partial \dot{x}^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial \dot{y}^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial \dot{z}^2} \right) = Ef$$

m : Elektronenmasse, V : Potentialfunktion, E : Gesamtenergie und α : Konstante der Maxwell-Boltzmann-Verteilung

Berücksichtigt man ferner die Tatsache, daß innerhalb jedes Phasenraumintervalls die Verteilungsfunktion eine Konstante ist, so gilt in den Gitterpunkten des Phasenraums $\text{grad } f = 0$ sowie $\text{div grad } f = 0$. Damit folgt *durch Interpolation* die *zeitunabhängige* Schrödingergleichung für den Ortsraum. In dem Mangel an Konsequenz, den man bisher diesem wichtigen Punkt hat zuteil werden lassen, scheinen alle Schwierigkeiten der Quantenmechanik zu wurzeln. Die Quantenmechanik beruht auf dem *prinzipiell diskreten* Charakter jedweder Statistik. Jedenfalls läßt sich auf diese Weise auch die Schrödingergleichung für Mehrelektronensysteme und der Übergang zu den Quadraten der Ψ -Funktion begründen. Es ist nämlich auch

$$(2) \quad V\Psi^n - \frac{\kappa^2}{2m n^2} \left(\frac{\partial^2 \Psi^n}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi^n}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi^n}{\partial z^2} \right) = E\Psi^n$$

$\kappa = \text{const}$

eine Lösung des Problems. Der Vergleich mit dem Experiment verlangt, daß der Exponent zu $n = 2$ angenommen wird.

Zur Begründung der *zeitabhängigen* Schrödingergleichung ist auf diesem Wege nur eine *einzige* weitere Annahme nötig, die im übrigen statistischer Natur ist. Sie entspricht dem in der Theorie des gestörten thermodynamischen Gleichgewichts angewandten Prinzip des lokalen Gleichgewichts von Ilya Prigogine² und lautet hier:

Bei zeitlich veränderlichem Potential ist die Änderung der Verteilungsfunktion dem Zeitinkrement und der im stationären Fall zu erwartenden Änderung proportional.

In Formel:

$$(3) \quad df = c \Delta f_{st} dt$$

Die Maxwell-Boltzmann-Verteilung und der Anschluß an die zeitunabhängige Schrödingergleichung zwingen dann zu dem Schluß, daß der Proportionalitätsfaktor c der Gleichung (3) rein imaginär sein muß.

Das Merkwürdige und zugleich der Vorzug der hier skizzierten Begründung der nicht-relativistischen Wellenmechanik liegt in dem Umstand, daß im Sinne der Bestrebungen Alfred Landés³ auf die umstrittenen Annahmen der Kopenhagener Deutung, insbesondere auf Dualität und Komplementarität, zugunsten einer rein korpuskularen Auffassung der quantenmechanischen Phänomene verzichtet wird und daß die Heisenbergschen Unschärferelationen nicht als fundamentaler Satz der Quantenmechanik, sondern in Übereinstimmung mit der Kritik Karl Poppers⁴ an den Grundlagen der Quantenmechanik als statistische Streurelationen erscheinen⁵.

Literatur

- ¹ Ludwig Boltzmann, Über die Beziehungen zwischen dem zweiten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie und der Wahrscheinlichkeitsrechnung respektive den Sätzen über das Wärmegleichgewicht. In: *Wissenschaftliche Abhandlungen*, Bd. 2, Nachdruck der ersten Ausgabe Leipzig 1909, New York 1968, S. 164–223.
- ² Ilya Prigogine, Zeit, Struktur und Fluktuationen. In: *Angewandte Chemie* 90 (1978), S. 704–715.
- ³ Alfred Landé, *Quantum Mechanics in a New Key*, New York 1973.
- ⁴ Karl Popper, Quantum Mechanics Without “The Observer”. In: *Quantum Theory and Reality*. Ed. Mario Bunge. Berlin, Göttingen, Heidelberg, New York 1967. Studies in the Foundations, Methodology, and Philosophy of Science, Vol. 2, S. 7–44.
- ⁵ Ulrich Hoyer, Von Boltzmann zu Planck. In: *Archive for History of Exact Sciences* 23 (1980), S. 47–86. – Statistical Foundations of Wave-Mechanics (Unveröffentlichtes Manuskript). Über eine rationale statistische Grundlegung der Wellenmechanik. In: *Philosophia Naturalis* 18 (1981), S. 356–367.

Summary

Starting from Boltzmann, the author shows a way to found Schrödinger’s wave-mechanics.

Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Hoyer
Philosophisches Seminar der
Westfälischen Wilhelms-Universität
Domplatz 23
D-4400 Münster

