

Kapitel 33: Ableitung des Pauli'schen Ausschlussprinzips in der fraktalen T0-Geometrie

Ableitung des Pauli'schen Ausschlussprinzips in der fraktalen T0-Geometrie

Kurze Einführung

Dieses Kapitel leitet das Pauli-Prinzip aus der topologischen Struktur des Vakuumphasenfeldes ab – ohne zusätzliches Spin-Postulat.

Mathematische Grundlage

Das Pauli-Prinzip besagt, dass zwei identische Fermionen nicht denselben Quantenzustand besetzen können. In der FFGFT entsteht diese Regel zwangsläufig aus der Unmöglichkeit doppelter Windungen in der Vakuumphase $\theta(x, t)$, reguliert durch $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$.

Fermionen als halbzahlige Phasenwindungen

Fermionen entsprechen topologischen Windungen mit halbzahligem Index:

$$\theta_f = 2\pi \left(n + \frac{1}{2} \right) + \delta\theta. \quad (1)$$

Die halbzahlige Windung $n + 1/2$ (für $n = 0, \pm 1, \dots$) ergibt Spin-1/2-Verhalten. Die kleine fraktale Fluktuation $\delta\theta \approx \xi \cdot \ln(2)$ bricht die exakte Ganzzahligkeit leicht, bleibt aber topologisch stabil.

Einheitenprüfung:

$$[\theta_f] = \text{dimensionslos.}$$

Energiebarriere für doppelte Besetzung

Die Energie eines Windungszustands ist quadratisch:

$$E_n = \frac{1}{2} B (2\pi n)^2. \quad (2)$$

Die Steifigkeit $B = \rho_0^2 \xi^{-2}$ macht doppelte Windungen ($n = 1$ statt $n = 1/2 + 1/2$) um den Faktor $\xi^{-2} \approx 5.6 \times 10^6$ energiereicher – praktisch unmöglich bei normalen Temperaturen.

Einheitenprüfung:

$$[E_n] = \text{J} \cdot (\text{dimensionslos})^2 = \text{J}.$$

Antisymmetrie aus Phasenparität

Der Austausch zweier Fermionen entspricht Phasenwechsel $\theta \rightarrow -\theta$:

$$\psi_f(1, 2) = -\psi_f(2, 1). \quad (3)$$

Die Antisymmetrie folgt direkt aus der topologischen Parität der Phase – kein zusätzliches Postulat nötig.

Bosonen als ganzzahlige Windungen

Bosonen erlauben Mehrfachbesetzung:

$$\theta_b = 2\pi n, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

Ganzzahlige Windungen sind energetisch günstig und symmetrisch.

Fraktale Regularisierung der Windungen

Auf der Korrelationsskala:

$$E_n \approx B(2\pi n)^2 \cdot (l_0/\xi)^3. \quad (5)$$

Die erweiterte Volumenskalierung $(l_0/\xi)^3$ verstärkt die Barriere für Pauli-Verletzung weiter.

Vergleich mit Standardmodell

Standardmodell	FFGFT (T0)
Pauli als Postulat	Topologische Konsequenz
Spin als intrinsische Eigenschaft	Aus halbzahliger Windung
Statistik willkürlich	Geometrisch determiniert
Keine Erklärung	Parameterfrei aus ξ

Schlussfolgerung

Die FFGFT leitet das Pauli-Prinzip aus der topologischen Unmöglichkeit doppelter halbzahliger Windungen in der Vakuumphase ab. Fermionen sind zwangsläufig antisymmetrisch, Bosonen symmetrisch – alles emergiert deterministisch aus der fraktalen Geometrie der Time-Mass-Dualität mit ξ .