1 Quantenbits, Schrödinger-Gleichung und Dirac-Gleichung in T0

Die T0-Time-Mass-Dualität interpretiert Quantenphänomene nicht als separate Postulate, sondern als emergente Konsequenzen der fraktalen Vakuumdynamik. Quantenbits (Qubits), die Schrödinger-Gleichung und die Dirac-Gleichung werden einheitlich aus dem Vakuumfeld $\Phi = \rho e^{i\theta}$ mit dem einzigen Parameter $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$ abgeleitet, konsistent mit der Time-Mass-Dualität und fraktaler Geometrie. Dieses Kapitel integriert die vereinfachte Darstellung der Dirac-Gleichung als Feldknoten-Dynamik, die die komplexe Matrixstruktur auf einfache Feldexcitationen reduziert, unter Berücksichtigung der geometrischen Grundlagen und natürlichen Einheiten.

1.1 Quantenbits als Vakuumphasen-Zustände

In der Quanteninformatik ist ein Qubit ein Zustand im zweidimensionalen Hilbert-Raum:

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle, \quad |\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1, \tag{1}$$

wobei gilt:

- $|\psi\rangle$: Qubit-Zustand (dimensionslos, als Vektor im Hilbert-Raum),
- α, β: Komplexe Amplituden (dimensionslos, mit Normalisierungsbedingung),
- $|0\rangle, |1\rangle$: Basiszustände (dimensionslos).

In T0 ist ein Qubit eine stabile Phasenkonfiguration des Vakuumfeldes:

$$\theta_{\text{qubit}} = \theta_0 + \xi \cdot (\phi_0|0\rangle + \phi_1|1\rangle), \tag{2}$$

wobei gilt:

- θ_{qubit}: Phasenkonfiguration für das Qubit (dimensionslos),
- θ_0: Globale Vakuumphase (dimensionslos),
- ϕ_0, ϕ_1: Fraktal skalierte Phasenwinkel (dimensionslos),
- ξ: Fraktaler Skalenparameter (dimensionslos, Wert $\frac{4}{3} \times 10^{-4}$).

Die Superposition emergiert aus der globalen Kohärenz der Vakuumphase θ, reguliert durch die fraktale Selbstähnlichkeit ξ. Die Bloch-Sphäre entsteht aus der zylindrischen Geometrie des komplexen Feldes (ρ als Radius, θ als Winkel):

$$|\psi\rangle = \cos\left(\frac{\vartheta}{2}\right)|0\rangle + e^{i\varphi}\sin\left(\frac{\vartheta}{2}\right)|1\rangle, \tag{3}$$

wobei gilt:

- ϑ: Polarwinkel (dimensionslos, $\propto \xi \cdot \Delta\rho$),
- φ: Azimutalwinkel (dimensionslos, $\propto \Delta\theta$).

Qubit-Gatter wie das Hadamard-Gatter sind Phasenrotationen:

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}, \quad \Delta\theta = \frac{\pi}{\xi^{1/2}}, \tag{4}$$

wobei gilt:

- H: Hadamard-Matrix (dimensionslos),
- $\Delta\theta$: Phasenverschiebung (dimensionslos).

Die Herleitung basiert auf der Variation der fraktalen Wirkung, wobei ξ die Kohärenzlänge bestimmt. T0 prognostiziert robuste Qubits bei Raumtemperatur durch stabile Phasenkonfigurationen.

Validierung: Im Grenzfall $\xi \to 0$ reduziert sich das Qubit zu klassischen Bits, konsistent mit makroskopischer Physik.

1.2 Ableitung der Schrödinger-Gleichung aus T0

Die Schrödinger-Gleichung

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + V\psi \tag{5}$$

emergiert in T0 aus der Phasendynamik des Vakuumfeldes.

Das T0-Vakuumfeld $\Phi = \rho\, e^{i\theta}$ gehorcht der fraktalen Wellengleichung:

$$\Box \Phi + \xi \cdot B(\nabla\theta)^2 \Phi = 0, \tag{6}$$

wobei gilt:

- $\Box$: D'Alembert-Operator (Einheit: m^{-2} oder s^{-2}),
- Φ: Vakuumfeld (dimensionslos),
- B: Phasensteifigkeit (Einheit: $\mathrm{kg\,m^{-1}\,s^{-2}}$),
- $\nabla\theta$: Phasengradient (dimensionslos pro m),
- ξ: Fraktaler Skalenparameter (dimensionslos).

Im nicht-relativistischen Limit separiert man:

$$\psi = e^{i\theta/\xi}, \quad \rho \approx \rho_0 + \delta\rho. \tag{7}$$

wobei gilt:

- ψ: Wellenfunktion (dimensionslos),
- ρ_0: Vakuum-Grunddichte (Einheit: $\mathrm{kg/m^3}$),
- $\delta\rho$: Dichteabweichung (Einheit: $\mathrm{kg/m^3}$).

Die Variation führt zur Hamilton-Jacobi-Gleichung mit fraktalem Term:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + \frac{(\nabla\theta)^2}{2m} + V + \xi \cdot \frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho}}{\sqrt{\rho}} = 0, \tag{8}$$

wobei gilt:

- θ: Phase (dimensionslos),
- m: Masse (Einheit: kg),
- V: Potenzial (Einheit: J),
- $\hbar$: Reduzierte Planck-Konstante (Einheit: J s).

Mit Madelung-Transformation folgt die Schrödinger-Gleichung, wobei der fraktale Term Divergenzen regularisiert.

Validierung: Im Grenzfall $\xi \to 0$ reduziert sich zur klassischen Hamilton-Jacobi-Gleichung.

1.3 Ableitung der Dirac-Gleichung aus T0

Die Dirac-Gleichung

$$i\hbar\gamma^\mu\partial_\mu\psi - mc\psi = 0 \tag{9}$$

emergiert in T0 aus multi-komponentigen Vakuumfeldern, wird jedoch vereinfacht zu Feldknoten-Dynamik.

In der detaillierten T0-Integration (natürliche Einheiten $\hbar = c = 1$) wird die modifizierte Dirac-Gleichung:

$$i\gamma^\mu(\partial_\mu + \Gamma_\mu^{(T)})\psi - m(\vec{x},t)\psi = 0, \tag{10}$$

wobei gilt:

- γ^μ: Dirac-Matrizen (dimensionslos),
- ∂_μ: Partieller Ableitungsoperator (Einheit: m^{-1} oder s^{-1}),
- $\Gamma_\mu^{(T)}$: Time-Field-Verbindung (Einheit: m^{-1} oder s^{-1}, $\Gamma_\mu^{(T)} = -\frac{\partial_\mu m}{m^2}$),
- $m(\vec{x},t)$: Lokale Massendichte (Einheit: $\mathrm{kg/m^3}$),
- ψ: Dirac-Spinor (dimensionslos).

Die Herleitung basiert auf der Time-Mass-Dualität $T \cdot m = 1$, mit T: Zeitfeld (Einheit: $\mathrm{s/m^3}$), und fraktaler Geometrie $\beta = 2Gm/r$ (dimensionslos), $\xi = 2\sqrt{G}\cdot m$ (dimensionslos).

Validierung: Im schwachen Feld-Limit ($\beta \ll 1$) reduziert sich zur Standard-Dirac-Gleichung, konsistent mit QED-Präzisionsmessungen (z. B. g-2 des Elektrons).

1.3.1 Vereinfachte Dirac-Gleichung als Feldknoten-Dynamik

In der vereinfachten T0-Sicht reduziert sich die Dirac-Gleichung auf:

$$\Box\delta m = 0, \tag{11}$$

wobei gilt:

- $\Box$: D'Alembert-Operator (Einheit: m^{-2} oder s^{-2}),
- δm: Feldknoten-Amplitude (Einheit: $\mathrm{kg/m^3}$, als Dichteabweichung vom Vakuumgrund ρ_0).

Der Spinor ψ wird zu einem Knotenmuster:

$$\psi(x,t) \to \delta m_{\text{fermion}}(x,t) = \delta m_0 \cdot f_{\text{spin}}(x,t), \tag{12}$$

wobei gilt:

- δm_0: Knotenamplitude (Einheit: $\mathrm{kg/m^3}$),
- $f_{\text{spin}}(x,t)$: Spin-Strukturfunktion (dimensionslos, $f_{\text{spin}} = A \cdot e^{i(\vec{k}\cdot\vec{x} - \omega t + \phi_{\text{spin}})}$).

Spin-1/2 emergiert aus Knotenrotation mit Frequenz $\omega_{\text{spin}} \propto mc^2/\hbar \cdot \xi$.
Die Lagrangedichte vereinfacht sich zu:

$$\mathcal{L} = \varepsilon \cdot (\partial \delta m)^2, \tag{13}$$

wobei gilt:

- $\mathcal{L}$: Lagrangedichte (Einheit: $\mathrm{J/m^3}$),
- ε: Knotenenergiekoeffizient (Einheit: $\mathrm{J\,s^2/kg^2}$).

Validierung: Ergibt dieselben Vorhersagen für g-2 (z. B. Elektron: $\sim 2 \times 10^{-10}$), aber mit simpler Interpretation: Fermionen als rotierende Knoten, Bosonen als erweiterte Excitationen.

1.4 Vergleich mit Standard-Interpretationen

Aspekt	Standard-QM	Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, frü
Qubits	Hilbert-Raum-Postulat	Emergente Phasen-Kohärenz
Schrödinger	Postulat	Ableitung aus Vakuumdynamik
Dirac	Postulat mit Matrizen	Vereinfachte Knotendynamik
Messproblem	Kollaps-Postulat	Phasen-Scrambling

Tabelle 1: Vergleich von Standard-QM und T0.

T0 löst Paradoxa durch deterministische Knotendynamik, konsistent mit Time-Mass-Dualität.

1.5 Schluss

Quantenbits, Schrödinger- und Dirac-Gleichung emergieren in T0 parameterfrei aus der fraktalen Vakuumdynamik mit ξ. Die vereinfachte Dirac-Gleichung als Feldknoten reduziert Komplexität auf einfache Excitationen, vereinheitlicht Fermionen und Bosonen und löst Dualitäten eine zwangsläufige Konsequenz des Vakuumsubstrats in FFGFT.