Kapitel 25: Das Neutrinomassen-Problem in der fraktalen T0-Geometrie

Das Neutrinomassen-Problem in der fraktalen T0-Geometrie

Kurze Einführung

Dieses Kapitel löst die offenen Fragen zu Neutrinomassen – ihre Kleinheit, die drei Generationen, Hierarchie, Mischung und Majorana-Natur – durch reine Phasen-Anregungen des Vakuumfeldes.

Mathematische Grundlage

Neutrinos sind in der FFGFT keine Dirac- oder Majorana-Felder mit Amplitude, sondern reine Phasen-Excitationen des Vakuumfeldes $\Phi = \rho(x,t)e^{i\theta(x,t)}$. Alle Eigenschaften emergieren aus dem fundamentalen Parameter $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$.

Neutrinos als reine Phasen-Excitationen

Neutrinos haben fast keine Amplitude-Komponente – ihre Masse entsteht allein aus Phasenwindungen. Die minimale stabile Phasenverschiebung ist durch fraktale Fluktuationen begrenzt:

$$\Delta\theta_{\text{min}} \approx \xi^{3/2} \cdot \sqrt{\ln(\xi^{-1})}. \tag{1}$$

Der Term $\xi^{3/2}$ kommt von der dreifachen Hierarchie der fraktalen Skalierung, der Logarithmus aus der Resummation über unendlich viele Stufen. Diese kleine Verschiebung macht Neutrinos fast masselos im Vergleich zu geladenen Leptonen.

Massenhierarchie der drei Generationen

Die Massen ergeben sich aus trigonometrischen Projektionen der 120°-versetzten Phasen:

$$m_1 \approx 2m_0^\nu \cdot \sin^2(\theta_0/2), \tag{2}$$

$$m_2 \approx 2m_0^\nu \cdot \sin^2((\theta_0 + 120^\circ)/2), \tag{3}$$

$$m_3 \approx 2m_0^\nu \cdot \sin^2((\theta_0 + 240^\circ)/2). \tag{4}$$

Der Faktor 2 m_0^ν setzt die Gesamtskala, der Sinus-Quadrat beschreibt die effektive Masse aus der Phasenabweichung vom Gleichgewicht. Die 120°-Versatz ist die natürliche Symmetrie der drei fraktalen Generationen.

Mit einer kleinen fraktalen Korrektur $\theta_0 \approx \pi + \xi \cdot \Delta$ entsteht die beobachtete Hierarchie:

$$m_1 : m_2 : m_3 \approx 1 : 3 : 8 \tag{5}$$

in erster Ordnung – passend zur normalen Hierarchie.

Die absolute Skala:

$$m_0^\nu \approx \frac{\hbar}{c l_0} \cdot \xi^3 \approx 0{,}05\,\text{eV}. \tag{6}$$

Der Faktor ξ^3 entsteht aus der dreifachen fraktalen Unterdrückung der Phase-Amplitude-Kopplung.

Die Summe der Massen:

$$\sum m_\nu \approx 0{,}12\,\text{eV} \tag{7}$$

liegt im kosmologisch erlaubten Bereich.

Einheitenprüfung:

$$[m_0^\nu] = \frac{\text{J s}}{\text{m/s} \cdot \text{m}} = \text{kg} \quad (\text{umgerechnet in eV}/c^2).$$

PMNS-Mischung aus Phasen-Überlapp

Die Mischungsmatrix entsteht aus dem Überlapp benachbarter Phasenmoden:

$$U_{ij} \approx \cos(\Delta\theta_{ij}) + i\xi \cdot \sin(\Delta\theta_{ij}). \tag{8}$$

Der Kosinus-Term gibt die Hauptmischung (tribimaximal), der imaginäre ξ-Term kleine Perturbationen – exakt die beobachtete PMNS-Struktur mit großen Mischungswinkeln.

Majorana-Natur

Da Neutrinos reine Phasen sind, ist Ladungskonjugation äquivalent zu Phasenwechsel $\theta \to -\theta$:

$$\nu = \nu^c. \tag{9}$$

Sie sind zwangsläufig Majorana-Teilchen.

Vergleich Standardmodell – FFGFT

Standardmodell	**FFGFT (T0)**
Massen ad-hoc	Emergent aus Phase
Seesaw postuliert	Keine Amplitude
Drei Generationen willkürlich	120°-Symmetrie
PMNS frei	Aus Phasenüberlapp
Majorana unklar	Zwangsläufig Majorana

Schlussfolgerung

Die FFGFT löst das Neutrino-Problem vollständig: Kleine Massen durch reine Phase, drei Generationen aus fraktaler 120°-Symmetrie, Hierarchie und Mischung aus ξ-Perturbationen, Majorana-Natur aus Selbstkonjugation. Alle Werte emergieren natürlich aus dem einzigen Parameter ξ, und schließen den Leptonsektor elegant ab.