

# Kapitel 34: Lösung des Strong-CP-Problems in der fraktalen T0-Geometrie

## Lösung des Strong-CP-Problems in der fraktalen T0- Geometrie

### Kurze Einführung

Dieses Kapitel löst das Strong-CP-Problem durch intrinsische Regularisierung des Vakuumphasenfeldes – ohne Axion oder Feinabstimmung.

### Mathematische Grundlage

Das Strong-CP-Problem fragt, warum der CP-verletzende Parameter  $\theta_{\text{QCD}}$  in QCD kleiner als  $10^{-10}$  ist, obwohl er natürlich  $O(1)$  sein sollte. In der FFGFT wird  $\theta_{\text{QCD}}$  durch fraktale Nichtlokalität auf Null relaxiert, reguliert durch  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$ .

### Das Strong-CP-Problem

Der topologische Term in QCD:

$$\mathcal{L}_\theta = \theta_{\text{QCD}} \frac{g^2}{32\pi^2} G_{\mu\nu}^a \tilde{G}^{a\mu\nu}. \quad (1)$$

Dieser Term verletzt CP, wenn  $\theta_{\text{QCD}} \neq 0$ . Natürlich erwartet man  $\theta_{\text{QCD}} \sim O(1)$ , doch das Neutronen-EDM begrenzt:

$$|\theta_{\text{QCD}}| < 10^{-10}. \quad (2)$$

Ohne Mechanismus ist dies extreme Feinabstimmung.

#### Einheitenprüfung:

$$[\mathcal{L}_\theta] = \text{dimensionslos} \cdot 1/m^4 = 1/m^4.$$

## Fraktale Regularisierung der Phase

Das Vakuumphasenfeld  $\theta(x, t)$  ist fraktal korreliert:

$$\langle \theta(x)\theta(y) \rangle = \xi \ln(|x - y|/l_0) + \frac{\xi^2}{2} [\ln(|x - y|/l_0)]^2. \quad (3)$$

Der logarithmische Term summiert über Hierarchiestufen und relaxiert globale  $\theta$  auf Null – lokale Fluktuationen bleiben klein.

### Einheitenprüfung:

$$[\langle \theta\theta \rangle] = \text{dimensionslos}.$$

## Relaxation des $\theta$ -Terms

Der effektive  $\theta_{\text{QCD}}$ :

$$\theta_{\text{QCD}}^{\text{eff}} \approx \xi^2 \cdot \langle \delta\theta \rangle \approx 10^{-8}. \quad (4)$$

Der doppelte  $\xi^2$ -Faktor unterdrückt den Parameter natürlich unter die EDM-Grenze.

## Neutronen-EDM

Das induzierte Dipolmoment:

$$d_n \approx \theta_{\text{QCD}} \cdot 10^{-16} e \cdot \text{cm}. \quad (5)$$

Mit  $\theta_{\text{QCD}}^{\text{eff}} < 10^{-8}$  liegt  $d_n < 10^{-24} e \cdot \text{cm}$  – weit unter aktuellen Grenzen, aber testbar in Zukunft.

## Vergleich mit Axion-Lösung

Axion	FFGFT (T0)
Neues Teilchen	Kein neues Feld
Feinabstimmung vermieden	Geometrisch relaxiert
Kalte Dunkle Materie	Vakuum-Effekt
Testbar durch Suche	EDM-Vorhersage

## Schlussfolgerung

Die FFGFT löst das Strong-CP-Problem durch fraktale Relaxation der Vakuumphase –  $\theta_{\text{QCD}}$  wird geometrisch auf nahe Null gesetzt, ohne Axion oder Feinabstimmung. Die Vorhersage  $|\theta_{\text{QCD}}| \approx \xi^2$  ist testbar durch präzisere Neutronen-EDM-Messungen und unterstreicht die universelle Rolle von  $\xi$ .