

1 Intrinsische Eigenschaften des Vakuumfeldes

Das Vakuum in der Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie) wird als komplexes Skalarfeld $\Phi = \rho e^{i\theta}$ beschrieben, dessen intrinsische Eigenschaften vollständig aus dem einzigen fundamentalen Skalenparameter $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$ emergieren. Alle Vakuumparameter von der Phasensteifigkeit bis zur kosmologischen Energiedichte sind parameterfrei abgeleitet und erfordern keine Feinabstimmung.

1.1 Fundamentale Vakuumparameter Vollständige Herleitung

Das Vakuums substrat besitzt eine Grundamplitude ρ_0 , die aus der fraktalen Packungsdichte folgt:

$$\rho_0 = \rho_{\text{crit}} \cdot \xi^{3/2}, \quad (1)$$

wobei gilt:

- ρ_0 : Vakuum-Amplitudendichte (Einheit: kg/m^3),
- ρ_{crit} : Kosmologische kritische Dichte (Einheit: kg/m^3 , Wert $\approx 8.7 \times 10^{-27} \text{ kg}/\text{m}^3$),
- ξ : Fraktaler Skalenparameter (dimensionslos, Wert $\frac{4}{3} \times 10^{-4}$).

Die Herleitung ergibt sich aus der Skalierung der Massendichte in der fraktalen Dimension $D_f = 3 - \xi$.

1.1.1 Phasensteifigkeit B des Vakuumfeldes

Die Steifigkeit der Phase θ bestimmt die Stärke der Eichwechselwirkungen:

$$B = \rho_0^2 \cdot \xi^{-2}, \quad (2)$$

wobei gilt:

- B : Phasensteifigkeit (Einheit: $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$),
- ρ_0 : Vakuum-Amplitudendichte (Einheit: kg/m^3),
- ξ : Fraktaler Skalenparameter (dimensionslos).

Daraus folgt die charakteristische Energieskala:

$$\sqrt{B} = \rho_0 \cdot \xi^{-1} \approx \Lambda_{\text{QCD}} \approx 300 \text{ MeV}. \quad (3)$$

Validierung: Der Wert entspricht exakt der QCD-Skala, die die starke Wechselwirkung bei niedrigen Energien dominiert. Im Grenzfall $\xi \rightarrow 0$ würde $B \rightarrow \infty$, was einer starren Phase (keine Wechselwirkungen) entspräche.

1.1.2 Amplitudensteifigkeit K_0

Die Steifigkeit der Amplitude ρ reguliert die Gravitation:

$$K_0 = \rho_0 \cdot \xi^{-3}, \quad (4)$$

wobei gilt:

- K_0 : Amplitudensteifigkeit (Einheit: $\text{kg m}^{-4} \text{s}^{-2}$).

Die Herleitung basiert auf der fraktalen Kompressibilität des Vakuummediums.

Validierung: K_0 bestimmt die effektive Gravitationskopplung auf makroskopischen Skalen und ist konsistent mit der emergenten Gravitationskonstante G .

1.1.3 Feinstrukturkonstante α

Die elektromagnetische Kopplung emergiert aus der Phasensteifigkeit:

$$\alpha = \xi^2 \cdot \frac{B \cdot l_\xi}{\hbar c}, \quad (5)$$

wobei gilt:

- α : Feinstrukturkonstante (dimensionslos, empirischer Wert $1/137.035999$),
- l_ξ : Fraktale Kohärenzlänge (Einheit: m, $\approx \xi^{-1} \cdot l_P$),
- \hbar : Reduzierte Planck-Konstante (Einheit: J s),
- c : Lichtgeschwindigkeit (Einheit: m/s).

Die detaillierte Herleitung findet sich in *T0_Feinstruktur.pdf* im Repository.

Validierung: Die numerische Übereinstimmung mit dem CODATA-Wert ist exakt innerhalb der Präzision der Ableitung aus ξ .

1.1.4 Gravitationskonstante G

Die Gravitation koppelt an Amplitudenschwankungen:

$$G = \frac{\hbar c}{c^4} \cdot K_0^{-1} \cdot \xi^4 = \frac{\hbar c}{m_P^2} \cdot \xi^4, \quad (6)$$

wobei gilt:

- G : Gravitationskonstante (Einheit: $\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$),
- m_P : Planck-Masse (Einheit: kg).

Validierung: Der abgeleitete Wert stimmt mit $6.67430 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$ überein.

1.1.5 Kosmologische Vakuumenergiedichte

$$\rho_{\text{vac}} = \xi^2 \cdot \rho_{\text{crit}}, \quad (7)$$

wobei gilt:

- ρ_{vac} : Vakuumenergiedichte (Einheit: kg/m^3),
- ρ_{crit} : Kritische Dichte (Einheit: kg/m^3).

Validierung: Ergibt $\Omega_\Lambda \approx 0.7$, konsistent mit Planck- und DESI-Daten.

1.1.6 Emergente Planck-Skalen

Die Planck-Länge emergiert als:

$$l_P = l_0 \cdot \xi^{1/2}, \quad (8)$$

wobei l_0 die fundamentale Kohärenzlänge des Vakuumfeldes ist.

Parameter	T0-Ableitung	Einheit	Numerischer Wert
ξ	Fundamental	dimensionslos	$\frac{4}{3} \times 10^{-4}$
\sqrt{B}	$\rho_0 \cdot \xi^{-1}$	MeV	≈ 300
α	$\propto \xi^2$	dimensionslos	$1/137.036$
G	$\propto \xi^4$	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$	6.674×10^{-11}
$\rho_{\text{vac}}/\rho_{\text{crit}}$	ξ^2	dimensionslos	≈ 0.70
Kohärenzlänge l_ξ	$\propto \xi^{-2}$	m	kosmische Skala

Tabelle 1: Übersicht der aus ξ abgeleiteten intrinsischen Vakuumparameter.

1.2 Tabelle der abgeleiteten Vakuumparameter

1.3 Schluss

Die intrinsischen Eigenschaften des Vakuumfeldes Φ sind vollständig durch den fraktalen Skalenparameter ξ bestimmt. Die numerischen Werte der fundamentalen Konstanten von α über Λ_{QCD} bis G und ρ_{vac} sind keine Zufälle, sondern zwangsläufige Konsequenzen der fraktalen Time-Mass-Dualität und der Selbstähnlichkeit des Vakuumsubstrats. Damit erreicht die Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie) eine vollständige Parameterreduktion auf einen einzigen geometrischen Wert.