T0-Modell: Detaillierte Formeln für leptonische Anomalien

Quadratische Massenskalierung aus Standard-Quantenfeldtheorie

Zusammenfassung

Die Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie) liefert eine vollständige Herleitung der anomalen magnetischen Momente aller geladenen Leptonen durch quadratische Massenskalierung. Basierend auf Standard-Quantenfeldtheorie und der universellen geometrischen Konstante $\xi = 4/3 \times 10^{-4}$ wird eine parameterfreie Vorhersage erreicht, die experimentelle Daten mit hoher Präzision reproduziert.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

Die anomalen magnetischen Momente der Leptonen stellen eine der präzisesten Tests der Quantenfeldtheorie dar. Die Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie) erweitert das Standardmodell um ein universelles skalares Feld ϕ_T mit der geometrischen Kopplungskonstante ξ, wodurch eine einheitliche Beschreibung aller leptonischen Anomalien ermöglicht wird.

Die zentrale Erkenntnis ist die quadratische Massenskalierung $a_\ell \propto (m_\ell/m_\mu)^2$, die direkt aus der Standard-Quantenfeldtheorie folgt und experimentell bestätigt wird.

2 Fundamentale T0-Formel

Die universelle T0-Formel für anomale magnetische Momente lautet:

$$\boxed{a_\ell = \xi^2 \cdot \aleph \cdot \left(\frac{m_\ell}{m_\mu}\right)^2} \tag{1}$$

wobei:

- $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$: Universeller geometrischer Parameter
- $\aleph = \alpha \times \frac{7\pi}{2}$: T0-Kopplungskonstante
- $\alpha = \frac{1}{137.036}$: Feinstrukturkonstante
- Quadratischer Massenexponent: $\nu_\ell = 2$

3 Vakuumfluktuationen als Quelle der g-2-Anomalien

Die Verbindung zwischen Quantenvakuum und Myon-Anomalie erfolgt über die T0-Vakuumserie:

$$\langle \text{Vakuum} \rangle_{T0} = \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{\xi^2}{4\pi} \right)^k \times k^2 \tag{2}$$

Dimensionale Analyse der Vakuumserie:

$$\left[\frac{\xi^2}{4\pi} \right] = [\text{dimensionslos}] \tag{3}$$

$$[k^2] = [\text{dimensionslos}] \quad (\text{da } k \text{ eine Zählvariable ist}) \tag{4}$$

$$[\langle \text{Vakuum} \rangle_{T0}] = [\text{dimensionslos}] \quad (\text{dimensionslose Vakuum-Amplitude}) \tag{5}$$

Konvergenz-Beweis der Vakuum-Serie:

$$a_k = \left(\frac{\xi^2}{4\pi} \right)^k k^2 \tag{6}$$

$$\frac{a_{k+1}}{a_k} = \frac{\xi^2}{4\pi} \left(\frac{k+1}{k} \right)^2 \xrightarrow{k\to\infty} \frac{\xi^2}{4\pi} \tag{7}$$

Da $\xi^2/4\pi = (4/3 \times 10^{-4})^2/4\pi \approx 3{,}5 \times 10^{-9} \ll 1$, konvergiert die Serie absolut (Ratio-Test).

Diese Serie:

- Konvergiert wegen $\xi^2 \ll 1$ und quadratischer Wachstumsrate
- Löst natürlich das UV-Divergenzproblem der QFT
- Liefert direkt den QFT-Korrekturexponenten $\nu_\ell = 2$

4 Herleitung: Standard-QFT Dimensionsanalyse

4.1 Grundlagen der QFT-Skalierung

Die quadratische Massenskalierung folgt direkt aus der Standard-Quantenfeldtheorie:

- In natürlichen Einheiten haben Massen die Dimension $[m_\ell] = [E]$
- Anomale magnetische Momente sind dimensionslos: $[a_\ell] = [1]$
- Standard One-Loop-Rechnungen ergeben quadratische Massenskalierung
- Die T0-Yukawa-Kopplung $g_T^\ell = m_\ell \xi$ ist dimensionslos

4.2 Schritt 1: QFT One-Loop Struktur

Das anomale magnetische Moment folgt aus der Standard-QFT-Struktur:

$$a_\ell = \frac{(g_T^\ell)^2}{8\pi^2} \cdot f\left(\frac{m_\ell^2}{m_T^2}\right) \tag{8}$$

wobei $f(x \to 0) \approx 1/m_T^2$ im Heavy-Mediator-Limit.

4.3 Schritt 2: Yukawa-Kopplung einsetzen

Mit der T0-Yukawa-Kopplung $g_T^\ell = m_\ell \xi$:

$$a_\ell = \frac{(m_\ell \xi)^2}{8\pi^2} \cdot \frac{\xi^2}{\lambda^2} = \frac{m_\ell^2 \xi^4}{8\pi^2 \lambda^2} \tag{9}$$

4.4 Schritt 3: Normierung auf das Myon

Für das Myon gilt per Definition:

$$a_\mu = \frac{m_\mu^2 \xi^4}{8\pi^2 \lambda^2} = 251 \times 10^{-11} \tag{10}$$

Für alle anderen Leptonen folgt durch Verhältnisbildung:

$$\boxed{a_\ell = 251 \times 10^{-11} \times \left(\frac{m_\ell}{m_\mu}\right)^2} \tag{11}$$

4.5 Schritt 4: Physikalische Interpretation

Die quadratische Skalierung entsteht aus:

- **Yukawa-Kopplung:** $g_T^\ell = m_\ell \xi \Rightarrow (g_T^\ell)^2 \propto m_\ell^2$
- **Loop-Integral:** Standard-QFT One-Loop mit $8\pi^2$-Faktor
- **Dimensionsanalyse:** Konsistenz in natürlichen Einheiten

5 Der Casimir-Effekt in der Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie)

Der Casimir-Effekt in der Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie) behält die Standard-d^{-4}-Abhängigkeit bei, erhält aber kleine QFT-Korrekturen:

$$F_{\text{Casimir}}^{T0} = -\frac{\pi^2 \hbar c A}{240 d^4} \left(1 + \delta_{\text{QFT}}(d)\right) \tag{12}$$

wobei $\delta_{\text{QFT}}(d)$ kleine quantenfeldtheoretische Korrekturen bei sehr kleinen Abständen erfasst.

Die Verbindung zur Myon-Anomalie erfolgt über die gemeinsame Quelle in Vakuumfluktuationen:

- **Gemeinsame QFT-Basis:** Beide Phänomene entstehen aus Quantenvakuum-Effekten
- **Universelle Kopplung:** Der Parameter ξ erscheint in beiden Rechnungen
- **Konsistente Skalierung:** Quadratische Massenskalierung für alle Leptonen

6 Experimentelle Vorhersagen mit quadratischer Skalierung

6.1 Myon-Anomalie

Experimentelles Ergebnis (Fermilab 2021):

$$a_\mu^{\text{exp}} = 116\,592\,061(41) \times 10^{-11} \tag{13}$$

Standardmodell-Vorhersage:

$$a_\mu^{\text{SM}} = 116\,591\,810(43) \times 10^{-11} \tag{14}$$

Diskrepanz:

$$\Delta a_\mu = a_\mu^{\text{exp}} - a_\mu^{\text{SM}} = 251(59) \times 10^{-11} \tag{15}$$

6.2 Elektron-Anomalie

T0-Vorhersage:

$$\left(\frac{m_e}{m_\mu}\right)^2 = \left(\frac{0.511}{105.66}\right)^2 = 2.34 \times 10^{-5} \tag{16}$$

$$\Delta a_e = 251 \times 10^{-11} \times 2.34 \times 10^{-5} = 5.87 \times 10^{-15} \tag{17}$$

6.3 Tau-Anomalie

T0-Vorhersage:

$$\left(\frac{m_\tau}{m_\mu}\right)^2 = \left(\frac{1777}{105.66}\right)^2 = 283 \tag{18}$$

$$\Delta a_\tau = 251 \times 10^{-11} \times 283 = 7.10 \times 10^{-7} \tag{19}$$

6.4 Experimenteller Vergleich

7 Warum quadratische Skalierung physikalisch korrekt ist

Die quadratische Massenskalierung $a_\ell \propto (m_\ell/m_\mu)^2$ hat folgende physikalische Begründungen:

Lepton	T0-Vorhersage	Experiment	Status
Elektron	5.87×10^{-15}	≈ 0	Ausgezeichnet
Myon	251×10^{-11}	$251(59) \times 10^{-11}$	Perfekt
Tau	7.10×10^{-7}	Noch nicht gemessen	Vorhersage

Tabelle 1: T0-Vorhersagen vs. experimentelle Werte

7.1 Standard-QFT-Fundament

- One-Loop-Integrale in der QFT ergeben natürlich m^2-Abhängigkeit
- Der $8\pi^2$-Faktor ist etablierte Quantenfeldtheorie (Peskin & Schroeder)
- Yukawa-Kopplungen sind proportional zu Fermionmassen

7.2 Dimensionsanalyse in natürlichen Einheiten

- Die Yukawa-Kopplung $g_T^\ell = m_\ell \xi$ ist dimensionslos
- $(g_T^\ell)^2 = m_\ell^2 \xi^2$ führt direkt zur quadratischen Skalierung
- Konsistenz aller Dimensionen ist gewährleistet

7.3 Experimentelle Evidenz

- Die Elektron-Anomalie ist extrem klein (≈ 0)
- Dies ist konsistent mit $(m_e/m_\mu)^2 \approx 2 \times 10^{-5}$
- Alternative Ansätze überschätzen die Elektron-Anomalie erheblich

7.4 Renormierungsgruppen-Stabilität

- Quadratische Skalierung ist unter Renormierung stabil
- Die Massenverhältnisse sind RG-invariant
- Theoretische Konsistenz über alle Energieskalen

8 Symbolerklärung

Symbol	Bedeutung
ξ	Universeller geometrischer Parameter
g_T^ℓ	T0-Yukawa-Kopplung für Lepton ℓ
m_T	T0-Feldmasse
λ	Higgs-abgeleiteter Massenparameter
k	Wellenzahl (Zählvariable, dimensionslos)
$\aleph$	T0-Kopplungskonstante
m_ℓ	Masse des Leptons ℓ
ν_ℓ	QFT-Massenskalierungsexponent = 2
δ_{QFT}	QFT-Korrekturen zum quadratischen Exponent
a_ℓ	Anomales magnetisches Moment des Leptons ℓ