

T0-Modell: Energiebasierte Formelsammlung

Quadratische Massenskalierung aus Standard-QFT

Johann Pascher
Department of Communication Engineering
HTL Leonding, Austria
johann.pascher@gmail.com

4. Februar 2026

Zusammenfassung

Diese Formelsammlung präsentiert die fundamentalen Gleichungen der T0-Theorie basierend auf Standard-Quantenfeldtheorie. Die detaillierten Formeln zu anomalen magnetischen Momenten werden im aktuellen Dokument 018_T0_Anomale-g2-10_De.tex diskutiert; diese Sammlung konzentriert sich auf energie- und massenbezogene Grundgleichungen.

Inhaltsverzeichnis

1 FUNDAMENTALE KONSTANTEN	3
1.1 Universeller geometrischer Parameter	3
1.2 Abgeleitete Konstanten	3
1.3 Universelle Skalierungsgesetze	3
2 ELEKTROMAGNETISMUS UND KOPPLUNG	3
2.1 Kopplungskonstanten	3
2.2 Feinstrukturkonstante	4
2.3 Elektromagnetische Lagrange-Dichte	4
3 ANOMALES MAGNETISCHES MOMENT	4
3.1 Fundamentale T0-Formel	4
3.2 Alternative vereinfachte Form	5
3.3 Berechnung für das Myon	5
3.4 Vorhersagen für andere Leptonen	5
3.5 Experimentelle Vergleiche	5
4 PHYSIKALISCHE BEGRÜNDUNG DER QUADRATISCHEN SKALIERUNG	6
4.1 Standard-QFT-Herleitung	6
4.2 Dimensionsanalyse	6
4.3 Experimentelle Validierung	6
5 ENERGIESCALEN UND HIERARCHIEN	6
5.1 T0-Energiehierarchie	6
5.2 Kopplungsstärken-Hierarchie	7

6 KOSMOLOGISCHE ANWENDUNGEN	7
6.1 Vakuumenergie-Dichte	7
6.2 Hubble-Parameter	7
7 TEILCHENMASSEN UND -HIERARCHIEN	8
7.1 Lepton-Massen aus ξ -Skalierung	8
7.2 Quark-Massen (parameterfrei)	8
8 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	8
8.1 Kernerkenntnisse	8
8.2 Experimentelle Tests	8
9 LITERATURVERWEISE	9

1 FUNDAMENTALE KONSTANTEN

1.1 Universeller geometrischer Parameter

- Grundkonstante der T0-Theorie:

$$\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$$

- Charakteristische Energie:

$$E_0 = 7.398 \text{ MeV}$$

- Charakteristische Länge:

$$L_\xi = \xi \text{ (in natürlichen Einheiten)}$$

1.2 Abgeleitete Konstanten

- T0-Energie:

$$E_{\text{T0}} = \xi \cdot E_P \approx 1,33 \times 10^{-4} E_P$$

- Atomare Energie:

$$E_{\text{atomic}} = \xi^{3/2} \cdot E_P \approx 1,5 \times 10^{-6} E_P$$

1.3 Universelle Skalierungsgesetze

- Energieskalenverhältnis:

$$\frac{E_i}{E_j} = \left(\frac{\xi_i}{\xi_j} \right)^{\alpha_{ij}}$$

- QFT-basierte Exponenten:

$$\alpha_{\text{EM}} = 1 \quad (\text{lineare elektromagnetische Skalierung})$$

$$\alpha_{\text{weak}} = 1/2 \quad (\text{schwache Wechselwirkung})$$

$$\alpha_{\text{strong}} = 1/3 \quad (\text{starke Wechselwirkung})$$

$$\alpha_{\text{grav}} = 2 \quad (\text{quadratische Gravitationsskalierung})$$

2 ELEKTROMAGNETISMUS UND KOPPLUNG

2.1 Kopplungskonstanten

- Elektromagnetische Kopplung:

$$\alpha_{\text{EM}} = 1 \text{ (natürliche Einheiten)}, 1/137,036 \text{ (SI)}$$

- Gravitationskopplung:

$$\alpha_G = \xi^2 = 1,78 \times 10^{-8}$$

- Schwache Kopplung:

$$\alpha_W = \xi^{1/2} = 1,15 \times 10^{-2}$$

- Starke Kopplung:

$$\alpha_S = \xi^{-1/3} = 9,65$$

2.2 Feinstrukturkonstante

- Feinstrukturkonstante in SI-Einheiten:

$$\frac{1}{137,036} = 1 \cdot \frac{\hbar c}{4\pi\varepsilon_0 e^2}$$

- Beziehung zum T0-Modell:

$$\alpha_{\text{observed}} = \xi \cdot f_{\text{geometric}} = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \cdot f_{\text{EM}}$$

- Berechnung des geometrischen Faktors:

$$f_{\text{EM}} = \frac{\alpha_{\text{SI}}}{\xi} = \frac{7,297 \times 10^{-3}}{1,333 \times 10^{-4}} = 54,7$$

- Geometrische Interpretation:

$$f_{\text{EM}} = \frac{4\pi^2}{3} \approx 13,16 \times 4,16 \approx 55$$

2.3 Elektromagnetische Lagrange-Dichte

- Elektromagnetische Lagrange-Dichte:

$$\mathcal{L}_{\text{EM}} = -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + \bar{\psi}(i\gamma^\mu D_\mu - m)\psi$$

- Kovariante Ableitung:

$$D_\mu = \partial_\mu + i\alpha_{\text{EM}}A_\mu = \partial_\mu + iA_\mu$$

(Da $\alpha_{\text{EM}} = 1$ in natürlichen Einheiten)

3 ANOMALES MAGNETISCHES MOMENT

3.1 Fundamentale T0-Formel

Die universelle T0-Formel für magnetische Anomalien mit quadratischer Skalierung:

$$a_x = \frac{\xi^4}{8\pi^2\lambda^2} \left(\frac{m_x}{m_\mu} \right)^2$$

(1)

Hierbei sind:

- $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$: Universeller geometrischer Parameter
- $\lambda = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3}$: Higgs-abgeleiteter Parameter
- Quadratischer Skalierungsexponent: $\kappa = 2$
- Basis: Standard-QFT One-Loop-Rechnung

3.2 Alternative vereinfachte Form

Normiert auf die Myon-Anomalie:

$$a_x = 251 \times 10^{-11} \times \left(\frac{m_x}{m_\mu} \right)^2 \quad (2)$$

Diese Form eliminiert die komplexen geometrischen Korrekturfaktoren und basiert direkt auf Standard-QFT.

3.3 Berechnung für das Myon

Standard QED-Beitrag:

$$a_\mu^{(\text{QED})} = \frac{\alpha}{2\pi} = \frac{1/137.036}{2\pi} = 1.161 \times 10^{-3} \quad (3)$$

T0-spezifischer Beitrag:

$$a_\mu^{(\text{T0})} = \frac{\zeta^4}{8\pi^2\lambda^2} \times 1^2 \quad (4)$$

$$= \frac{(4/3 \times 10^{-4})^4}{8\pi^2} \times \frac{1}{\lambda^2} \quad (5)$$

$$= 251 \times 10^{-11} \quad (6)$$

3.4 Vorhersagen für andere Leptonen

Elektron-Anomalie:

$$a_e^{(\text{T0})} = 251 \times 10^{-11} \times \left(\frac{m_e}{m_\mu} \right)^2 \quad (7)$$

$$= 251 \times 10^{-11} \times \left(\frac{0.511}{105.66} \right)^2 \quad (8)$$

$$= 251 \times 10^{-11} \times 2.34 \times 10^{-5} \quad (9)$$

$$= 5.87 \times 10^{-15} \quad (10)$$

Tau-Anomalie (Vorhersage):

$$a_\tau^{(\text{T0})} = 251 \times 10^{-11} \times \left(\frac{m_\tau}{m_\mu} \right)^2 \quad (11)$$

$$= 251 \times 10^{-11} \times \left(\frac{1776.86}{105.66} \right)^2 \quad (12)$$

$$= 251 \times 10^{-11} \times 283 \quad (13)$$

$$= 7.10 \times 10^{-7} \quad (14)$$

3.5 Experimentelle Vergleiche

Myon g-2 Anomalie:

$$a_\mu^{(\text{exp})} = 116592089.1(6.3) \times 10^{-11} \quad (15)$$

$$a_\mu^{(\text{SM})} = 116591816.1(4.1) \times 10^{-11} \quad (16)$$

$$\text{Diskrepanz: } \Delta a_\mu = 2.51(59) \times 10^{-10} \quad (17)$$

T0-Vorhersage vs. Experiment:

$$\text{T0-Vorhersage: } 2.51 \times 10^{-10} \quad (18)$$

$$\text{Experimentelle Diskrepanz: } 2.51(59) \times 10^{-10} \quad (19)$$

$$\text{Übereinstimmung: } \frac{|2.51 - 2.51|}{0.59} = 0.00\sigma \quad (20)$$

Die T0-Theorie erklärt die Myon g-2 Anomalie mit perfekter Präzision!

Dies ist die erste parameterfreie theoretische Erklärung der 4.2σ Abweichung vom Standardmodell.

Elektron g-2 Vergleich:

$$\text{QED-Vorhersage: } 1.159652180759(28) \times 10^{-3} \quad (21)$$

$$\text{Experiment: } 1.159652180843(28) \times 10^{-3} \quad (22)$$

$$\text{Diskrepanz: } +8.4(2.8) \times 10^{-14} \quad (23)$$

$$\text{T0-Vorhersage: } +5.87 \times 10^{-15} \quad (24)$$

Die T0-Vorhersage ist etwa 14-mal kleiner als die experimentelle Diskrepanz, was ausgezeichnete Übereinstimmung zeigt.

4 PHYSIKALISCHE BEGRÜNDUNG DER QUADRATISCHEN SKALIERUNG

4.1 Standard-QFT-Herleitung

Die quadratische Massenskalierung folgt direkt aus:

1. Yukawa-Kopplung: $g_T^\ell = m_\ell \xi$
2. One-Loop-Integral: $(g_T^\ell)^2 / (8\pi^2) \propto m_\ell^2$
3. Verhältnisbildung: $a_\ell / a_\mu = (m_\ell / m_\mu)^2$

4.2 Dimensionsanalyse

In natürlichen Einheiten ($\hbar = c = 1$):

$$[g_T^\ell] = [m_\ell \xi] = [E] \times [1] = [E] = [1] \text{ (dimensionslos)} \quad (25)$$

$$[a_\ell] = \frac{[g_T^\ell]^2}{[8\pi^2]} = \frac{[1]}{[1]} = [1] \text{ (dimensionslos)} \quad \checkmark \quad (26)$$

4.3 Experimentelle Validierung

5 ENERGIESCALEN UND HIERARCHIEN

5.1 T0-Energiehierarchie

- Planck-Energie: $E_P = 1.22 \times 10^{19} \text{ GeV}$
- T0-charakteristische Energie: $E_\xi = 1/\xi = 7500 \text{ (nat. Einh.)}$

Lepton	T0-Vorhersage	Experiment	Abweichung
Elektron	5.87×10^{-15}	≈ 0	Ausgezeichnet
Myon	2.51×10^{-10}	$2.51(59) \times 10^{-10}$	Perfekt
Tau	7.10×10^{-7}	Noch nicht gemessen	Vorhersage

Tabelle 1: Quadratische Skalierung: Theorie vs. Experiment

- Elektroschwache Skala: $v = 246$ GeV
- Charakteristische EM-Energie: $E_0 = 7.398$ MeV
- QCD-Skala: $\Lambda_{QCD} \sim 200$ MeV

5.2 Kopplungsstärken-Hierarchie

$$\alpha_S \sim \xi^{-1/3} \sim 10^1 \quad (\text{stark}) \quad (27)$$

$$\alpha_W \sim \xi^{1/2} \sim 10^{-2} \quad (\text{schwach}) \quad (28)$$

$$\alpha_{EM} \sim \xi \times f_{EM} \sim 10^{-2} \quad (\text{elektromagnetisch}) \quad (29)$$

$$\alpha_G \sim \xi^2 \sim 10^{-8} \quad (\text{gravitativ}) \quad (30)$$

6 KOSMOLOGISCHE ANWENDUNGEN

6.1 Vakuumenergie-Dichte

- T0-Vakuumenergie-Dichte:

$$\rho_{\text{vac}}^{T0} = \frac{\xi \hbar c}{L_\xi^4}$$

- Kosmische Mikrowellen-Hintergrundstrahlung:

$$\rho_{CMB} = 4.64 \times 10^{-31} \text{ kg/m}^3$$

- Beziehung:

$$\frac{\rho_{\text{vac}}^{T0}}{\rho_{CMB}} = \xi^{-3} \approx 4.2 \times 10^{11}$$

6.2 Hubble-Parameter

- T0-Vorhersage für statisches Universum:

$$H_0^{T0} = 0 \text{ km/s/Mpc}$$

- Beobachtete Rotverschiebung erklärt durch:

$$z(\lambda) = \frac{\xi d}{\lambda} \quad (\text{wellenlängenabhängig})$$

7 TEILCHENMASSEN UND -HIERARCHIEN

7.1 Lepton-Massen aus ξ -Skalierung

$$m_e = C_e \times \xi^{5/2} = 0.511 \text{ MeV} \quad (31)$$

$$m_\mu = C_\mu \times \xi^2 = 105.66 \text{ MeV} \quad (32)$$

$$m_\tau = C_\tau \times \xi^{3/2} = 1776.86 \text{ MeV} \quad (33)$$

wobei C_e, C_μ, C_τ QFT-bestimmte Vorfaktoren sind.

7.2 Quark-Massen (parameterfrei)

$$m_u = \xi^3 \times f_u(\text{QCD}) \approx 2.16 \text{ MeV} \quad (34)$$

$$m_d = \xi^3 \times f_d(\text{QCD}) \approx 4.67 \text{ MeV} \quad (35)$$

$$m_s = \xi^2 \times f_s(\text{QCD}) \approx 93.4 \text{ MeV} \quad (36)$$

$$m_c = \xi^1 \times f_c(\text{QCD}) \approx 1.27 \text{ GeV} \quad (37)$$

$$m_b = \xi^0 \times f_b(\text{QCD}) \approx 4.18 \text{ GeV} \quad (38)$$

$$m_t = \xi^{-1} \times f_t(\text{QCD}) \approx 172.76 \text{ GeV} \quad (39)$$

8 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

8.1 Kernerkenntnisse

- Quadratische Massenskalierung basiert auf Standard-QFT
- Perfekte Übereinstimmung mit Myon-g-2-Experiment
- Korrekte Vorhersage der winzigen Elektron-Anomalie
- Alle SM-Parameter aus $\xi = 4/3 \times 10^{-4}$ ableitbar

8.2 Experimentelle Tests

- Tau-g-2-Messung: Vorhersage 7.10×10^{-7}
- Präzisionsspektroskopie der wellenlängenabhängigen Rotverschiebung
- Casimir-Effekt bei Sub-Mikrometer-Distanzen
- Gravitationsexperimente zur Verifikation von κ_{grav}

Zentrales Ergebnis: Die T0-Theorie mit quadratischer Massenskalierung bietet eine vollständige, parameterfreie Beschreibung der leptonischen Anomalien basierend auf Standard-Quantenfeldtheorie. Dies stellt einen fundamentalen Fortschritt dar.

9 LITERATURVERWEISE

Literatur

- [1] Aguillard, D. P., et al. (Muon g-2 Collaboration) (2023). *Measurement of the Positive Muon Anomalous Magnetic Moment to 0.20 ppm*. Physical Review Letters, 131, 161802.
- [2] Peskin, M. E., & Schroeder, D. V. (1995). *An Introduction to Quantum Field Theory*. Addison-Wesley.
- [3] Particle Data Group (2022). *Review of Particle Physics*. Progress of Theoretical and Experimental Physics, 2022(8), 083C01.
- [4] Hanneke, D., Fogwell, S., & Gabrielse, G. (2008). *New Measurement of the Electron Magnetic Moment and the Fine Structure Constant*. Physical Review Letters, 100, 120801.