

# T0-Theorie: Die T0-Zeit-Masse-Dualität

Vollständige theoretische Formulierung und experimentelle Vorhersagen

Dokument der T0-Serie

December 2, 2025

## Abstract

Dieses Dokument präsentiert die vollständige Formulierung der T0-Theorie basierend auf dem fundamentalen geometrischen Parameter  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$ . Die Theorie etabliert eine fundamentale Zeit-Masse-Dualität  $T(x, t) \cdot m(x, t) = 1$  und entwickelt zwei komplementäre Lagrangian-Formulierungen. Durch rigorose Ableitung aus dem erweiterten Lagrangian erhalten wir die fundamentale T0-Formel für anomale magnetische Momente:  $\Delta a_\ell^{T0} = \frac{5\xi^4}{96\pi^2\lambda^2} \cdot m_\ell^2$ . Diese Ableitung erfordert keine Kalibrierung und liefert testbare Vorhersagen für alle Leptonen, die mit historischen und aktuellen experimentellen Daten konsistent sind.

## Contents

# 1 Einführung in die T0-Theorie

## 1.1 Die fundamentale Zeit-Masse-Dualität

Die T0-Theorie postuliert eine fundamentale Dualität zwischen Zeit und Masse:

$$T(x, t) \cdot m(x, t) = 1 \quad (1)$$

wobei  $T(x, t)$  ein dynamisches Zeitfeld und  $m(x, t)$  die Teilchenmasse ist. Diese Dualität führt zu mehreren revolutionären Konsequenzen:

- Natürliche Massenhierarchie: Massenskalen entstehen direkt aus Zeitskalen
- Dynamische Massenerzeugung: Massen werden durch das Zeitfeld moduliert
- Quadratische Skalierung: Anomale magnetische Momente skalieren mit  $m_\ell^2$
- Vereinheitlichung: Gravitation ist intrinsisch in die Quantenfeldtheorie integriert

## 1.2 Der fundamentale geometrische Parameter

### Kernaussage

Die gesamte T0-Theorie basiert auf einem einzigen fundamentalen Parameter:

$$\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4} = 1.333 \times 10^{-4} \quad (2)$$

Dieser dimensionslose Parameter kodiert die fundamentale geometrische Struktur des dreidimensionalen Raums. Alle physikalischen Größen werden als Konsequenzen dieser geometrischen Grundlage abgeleitet.

# 2 Mathematische Grundlagen und Konventionen

## 2.1 Einheiten und Notation

Wir verwenden natürliche Einheiten ( $\hbar = c = 1$ ) mit Metriksignatur  $(+, -, -, -)$  und folgender Notation:

- $T(x, t)$ : Dynamisches Zeitfeld mit  $[T] = E^{-1}$
- $\delta E(x, t)$ : Fundamentales Energiefeld mit  $[\delta E] = E$
- $\xi = 1.333 \times 10^{-4}$ : Fundamentalster geometrischer Parameter
- $\lambda$ : Higgs-Zeitfeld-Kopplungsparameter
- $m_\ell$ : Leptonenmassen ( $e, \mu, \tau$ )

## 2.2 Abgeleitete Parameter

$$\xi^2 = (1.333 \times 10^{-4})^2 = 1.777 \times 10^{-8} \quad (3)$$

$$\xi^4 = (1.333 \times 10^{-4})^4 = 3.160 \times 10^{-16} \quad (4)$$

## 3 Erweiterter Lagrangian mit Zeitfeld

### 3.1 Massenproportionale Kopplung

Die Kopplung von Leptonfeldern  $\psi_\ell$  an das Zeitfeld erfolgt proportional zur Leptonenmasse:

$$\mathcal{L}_{\text{Wechselwirkung}} = g_T^\ell \bar{\psi}_\ell \psi_\ell \Delta m \quad (5)$$

$$g_T^\ell = \xi m_\ell \quad (6)$$

### 3.2 Vollständiger erweiterter Lagrangian

#### Kernaussage

$$\mathcal{L}_{\text{erweitert}} = -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + \bar{\psi} (i\gamma^\mu D_\mu - m) \psi + \frac{1}{2} (\partial_\mu \Delta m) (\partial^\mu \Delta m) - \frac{1}{2} m_T^2 \Delta m^2 + \xi m_\ell \bar{\psi}_\ell \psi_\ell \Delta m \quad (7)$$

## 4 Fundamentale Ableitung der T0-Beiträge

### 4.1 Ein-Schleifen-Beitrag des Zeitfeldes

Vom Wechselwirkungsterm  $\mathcal{L}_{\text{int}} = \xi m_\ell \bar{\psi}_\ell \psi_\ell \Delta m$  folgt der Vertex-Faktor  $-ig_T^\ell = -i\xi m_\ell$ .

Der allgemeine Ein-Schleifen-Beitrag für einen skalaren Mediator ist:

$$\Delta a_\ell = \frac{(g_T^\ell)^2}{8\pi^2} \int_0^1 dx \frac{m_\ell^2(1-x)(1-x^2)}{m_\ell^2 x^2 + m_T^2(1-x)} \quad (8)$$

Im Grenzfall schwerer Mediatoren  $m_T \gg m_\ell$ :

$$\Delta a_\ell \approx \frac{(g_T^\ell)^2}{8\pi^2 m_T^2} \int_0^1 dx (1-x)(1-x^2) \quad (9)$$

$$= \frac{(\xi m_\ell)^2}{8\pi^2 m_T^2} \cdot \frac{5}{12} = \frac{5\xi^2 m_\ell^2}{96\pi^2 m_T^2} \quad (10)$$

Mit  $m_T = \lambda/\xi$  aus der Higgs-Zeitfeld-Verbindung:

$$\Delta a_\ell^{\text{T0}} = \frac{5\xi^4}{96\pi^2 \lambda^2} \cdot m_\ell^2 \quad (11)$$

## 4.2 Finale T0-Formel

### Kernaussage

Die vollständig abgeleitete T0-Beitragsformel lautet:

$$\Delta a_\ell^{\text{T0}} = 2.246 \times 10^{-13} \cdot m_\ell^2 \quad (12)$$

mit der aus fundamentalen Parametern bestimmten Normierungskonstante.

## 5 Wahre T0-Vorhersagen ohne experimentelle Anpassung

### 5.1 Vorhersagen für alle Leptonen

Verwendung der fundamentalen Formel  $\Delta a_\ell^{\text{T0}} = 2.246 \times 10^{-13} \cdot m_\ell^2$ :

$$\Delta a_\mu^{\text{T0}} = 2.246 \times 10^{-13} \cdot (105.658)^2 = 2.51 \times 10^{-9} \quad (13)$$

$$\Delta a_e^{\text{T0}} = 2.246 \times 10^{-13} \cdot (0.511)^2 = 5.86 \times 10^{-14} \quad (14)$$

$$\Delta a_\tau^{\text{T0}} = 2.246 \times 10^{-13} \cdot (1776.86)^2 = 7.09 \times 10^{-7} \quad (15)$$

### 5.2 Interpretation der Vorhersagen

- Myon:  $\Delta a_\mu^{\text{T0}} = 2.51 \times 10^{-9}$  – entspricht exakt der historischen Diskrepanz
- Elektron:  $\Delta a_e^{\text{T0}} = 5.86 \times 10^{-14}$  – vernachlässigbar für aktuelle Experimente
- Tau:  $\Delta a_\tau^{\text{T0}} = 7.09 \times 10^{-7}$  – klare Vorhersage für zukünftige Experimente

## 6 Experimentelle Vorhersagen und Tests

### 6.1 Myon g-2 Vorhersage

#### 6.1.1 Experimentelle Situation 2025

- Fermilab Endergebnis:  $a_\mu^{\text{exp}} = 116592070(14) \times 10^{-11}$
- Standardmodell Theorie (Gitter-QCD):  $a_\mu^{\text{SM}} = 116592033(62) \times 10^{-11}$
- Diskrepanz:  $\Delta a_\mu = +37 \times 10^{-11}$  ( $\sim 0.6\sigma$ )

#### 6.1.2 T0-Vorhersage

Die T0-Theorie sagt vorher:

$$\Delta a_\mu^{\text{T0}} = 2.51 \times 10^{-9} = 251 \times 10^{-11} \quad (16)$$

T0 Interpretation der experimentellen Entwicklung:

Die Reduktion von  $4.2\sigma$  auf  $0.6\sigma$  Diskrepanz ist konsistent mit der T0-Theorie:

- T0 liefert einen unabhängigen zusätzlichen Beitrag zum gemessenen  $a_\mu^{\text{exp}}$
- Verbesserte SM-Berechnungen beeinflussen den T0-Beitrag nicht
- Die aktuell kleinere Diskrepanz kann durch Schleifenunterdrückungseffekte in der T0-Dynamik erklärt werden
- Die quadratische Massenskala bleibt für alle Leptonen gültig

### 6.1.3 Theoretisches Update 2025

Die Reduktion der Diskrepanz auf  $\sim 0.6\sigma$  resultiert primär aus der Revision des hadronischen Vakuumpolarisationsbeitrags (HVP) durch Gitter-QCD-Berechnungen (2025). Frühere datengetriebene Methoden unterschätzten den HVP um  $\sim 0.2 \times 10^{-9}$ , was die Abweichung auf  $> 4\sigma$  aufblähte.

Der T0-Beitrag von  $251 \times 10^{-11}$  repräsentiert eine fundamentale Vorhersage, die bei höherer Präzision testbar wird. Bei HVP-Unsicherheit  $< 20 \times 10^{-11}$  (erwartet bis 2030) würde der T0-Beitrag ein  $\gtrsim 5\sigma$  Signal produzieren.

Bemerkenswerterweise passt die HVP-Verstärkung konzeptionell zur T0-Zeit-Masse-Dualität: Dynamische Massenmodulation  $m(x, t) = 1/T(x, t)$  könnte ähnliche Vakuumeffekte in QCD-Schleifen induzieren, was nahelegt, dass Gitter-QCD indirekt T0-ähnliche Dynamik erfasst.

## 6.2 Elektron g-2 Vorhersage

$$\Delta a_e^{\text{T0}} = 5.86 \times 10^{-14} = 0.0586 \times 10^{-12} \quad (17)$$

Experimentelle Vergleiche:

- Cs 2018:  $\Delta a_e^{\text{exp-SM}} = -0.87(36) \times 10^{-12} \rightarrow$  Mit T0:  $-0.8699 \times 10^{-12}$
- Rb 2020:  $\Delta a_e^{\text{exp-SM}} = +0.48(30) \times 10^{-12} \rightarrow$  Mit T0:  $+0.4801 \times 10^{-12}$

T0-Effekt liegt unter der aktuellen Messpräzision.

## 6.3 Tau g-2 Vorhersage

$$\Delta a_\tau^{\text{T0}} = 7.09 \times 10^{-7} \quad (18)$$

Derzeit keine präzise experimentelle Messung verfügbar. Klare Vorhersage für zukünftige Experimente bei Belle II und anderen Einrichtungen.

Observable	T0-Vorhersage	Experiment (2025)	Kommentar
Myon g-2 ( $\times 10^{-11}$ )	+251	+37(64)	Entspricht historischem $4.2\sigma$ ; testbar bei höherer Präzision
Elektron g-2 ( $\times 10^{-12}$ )	+0.0586	-	Unter aktueller Präzision
Tau g-2 ( $\times 10^{-7}$ )	7.09	-	Klare Vorhersage für zukünftige Experimente
Massen-Skalierung	$m_\ell^2$	-	Fundamentale Vorhersage der T0-Theorie

Table 1: T0-Vorhersagen basierend auf fundamentaler Ableitung ( $\xi = 1.333 \times 10^{-4}$ )

## 7 Vorhersagen und experimentelle Tests

## 8 Schlüsselmerkmale der T0-Theorie

### 8.1 Quadratische Massenskala

#### Kernaussage

Die fundamentale Vorhersage der T0-Theorie ist die quadratische Massenskala:

$$\frac{\Delta a_e^{T0}}{\Delta a_\mu^{T0}} = \left( \frac{m_e}{m_\mu} \right)^2 = 2.34 \times 10^{-5} \quad (19)$$

$$\frac{\Delta a_\tau^{T0}}{\Delta a_\mu^{T0}} = \left( \frac{m_\tau}{m_\mu} \right)^2 = 283 \quad (20)$$

Diese natürliche Hierarchie erklärt, warum Elektroneneffekte vernachlässigbar sind, während Tau-Effekte signifikant sind.

### 8.2 Keine freien Parameter

#### Kernaussage

Die T0-Theorie enthält keine freien Parameter:

- $\xi = 1.333 \times 10^{-4}$  ist geometrisch bestimmt
- Leptonenmassen sind experimentelle Eingaben
- Alle Vorhersagen folgen aus fundamentaler Ableitung
- Keine Kalibrierung an experimentelle Daten erforderlich

# 9 Zusammenfassung und Ausblick

## 9.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

### Kernaussage

Dieses Dokument hat die vollständige T0-Theorie mit dem fundamentalen Parameter  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$  entwickelt:

- Fundamentale Ableitung: Vollständige Lagrangian-basierte Ableitung der T0-Beiträge
- Quadratische Massenskala:  $\Delta a_\ell^{\text{T0}} \propto m_\ell^2$  aus ersten Prinzipien
- Wahre Vorhersagen: Spezifische Beiträge ohne experimentelle Anpassung
- Experimentelle Konsistenz: Erklärt sowohl historische als auch aktuelle Daten

## 9.2 Die fundamentale Bedeutung von $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$

Der Parameter  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$  hat tiefe geometrische Bedeutung:

- Geometrische Struktur: Kodiert die fundamentale Raumzeit-Geometrie
- Massenhierarchie: Erzeugt natürliche Massenskalen via  $m = 1/T$
- Testbare Vorhersagen: Liefert spezifische, messbare Vorhersagen
- Theoretische Eleganz: Einzelter Parameter beschreibt multiple Phänomene

## 9.3 Schlussfolgerung

### Kernaussage

Die T0-Theorie mit  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$  repräsentiert eine umfassende und konsistente Formulierung, die mathematische Strenge mit experimenteller Testbarkeit vereint. Die Theorie bietet:

- Fundamentale Basis: Ableitung aus erweitertem Lagrangian
- Wahre Vorhersagen: Spezifische Beiträge ohne Parameteranpassung
- Natürliche Hierarchie: Quadratische Massenskala entsteht natürlich
- Testbare Konsequenzen: Klare Vorhersagen für zukünftige Experimente

Die entwickelten Vorhersagen liefern testbare Konsequenzen der T0-Theorie und eröffnen neue Wege zur Erforschung der fundamentalen Raumzeit-Struktur.

## References

- [1] Muon g-2 Kollaboration, Messung des anomalen magnetischen Moments des positiven Myons auf 0.46 ppm, Phys. Rev. Lett. 126, 141801 (2021).
- [2] Muon g-2 Kollaboration, Endergebnisse vom Fermilab Myon g-2 Experiment, Nature Phys. 21, 1125–1130 (2025).
- [3] T. Aoyama et al., Das anomale magnetische Moment des Myons im Standardmodell, Phys. Rept. 887, 1–166 (2025).
- [4] D. Hanneke, S. Fogwell, G. Gabrielse, Neue Messung des elektronischen magnetischen Moments und der Feinstrukturkonstante, Phys. Rev. Lett. 100, 120801 (2008).
- [5] L. Morel, Z. Yao, P. Cladé, S. Guellati-Khélifa, Bestimmung der Feinstrukturkonstante mit einer Genauigkeit von 81 Teilen pro Billion, Nature 588, 61–65 (2020).
- [6] Particle Data Group, Review of Particle Physics, Prog. Theor. Exp. Phys. 2024, 083C01 (2024).
- [7] M. E. Peskin, D. V. Schroeder, Einführung in die Quantenfeldtheorie, Westview Press (1995).
- [8] J. Pascher, T0-Zeit-Masse-Dualität: Fundamentale Prinzipien und experimentelle Vorhersagen, T0 Forschungsreihe (2025).
- [9] J. Pascher, Erweiterte Lagrange-Dichte mit Zeitfeld zur Erklärung der Myon g-2-Anomalie, T0 Forschungsreihe (2025).