Anomale magnetische Momente in der FFGFT-Theorie

Geometrische Herleitung aus der Zeit-Masse-Dualität

Rein geometrische Formeln und präzise Verhältnis-Vorhersagen

Johann Pascher

Februar 2026

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird die fundamentale Architektur der Raumzeit im Rahmen der **Fundamental Fractal Geometric Field Theory (FFGFT)** – intern als T0-Modell (B18) bezeichnet – neu interpretiert. Das zentrale Paradigma besteht im Übergang von einer punktförmigen zu einer rein geometrischen Beschreibung des Vakuums als vierdimensionaler **Hirnwindungs-Torus**. **Geometrischer Aufbau:** Die Theorie gründet auf der fraktal-geometrischen Grundstruktur mit dem Parameter $\xi \approx (4/3) \times 10^{-4}$ und der dichtesten lokalen Kugelpackung durch reguläre **Tetraeder**. Diese tetraedrische Basis bildet das stabile Fundament für die niedrigen Generationen (Elektron, Myon, Proton/Neutron) sowie die lokale 3D-Kristallstruktur des Torsos. Darauf aufbauend entsteht durch fraktale Verzweigung und pentagonale Symmetriebrechung der ideale sub-Planck-Faktor

$$f = 7500,$$

der eine exakt 7500-fache Verkleinerung gegenüber der konventionellen Planck-Skala (t_0) darstellt und direkt aus der geometrischen Windungsdichte $30000/4$ folgt. **g-2-Anomalie:** Ein Kernstück der Arbeit ist die transparente geometrische Herleitung der anomalen magnetischen Momente der Leptonen. Während das Standardmodell auf zahlreiche störungstheoretische Terme angewiesen ist, ergibt sich in der FFGFT die Elektron-Anomalie direkt aus der Basiswindung (tetraedrische Projektion). Die Myon- und Tau-Anomalien entstehen durch fraktale Verzweigungen mit den Hausdorff-Dimensionen $p \approx 5/3$ bzw. $4/3$. Mit dem idealen Wert $f = 7500$ erreichen die rein geometrischen Vorhersagen eine Genauigkeit von etwa 2 %. Durch Rekonstruktion des Projektionsfaktors k_{geom}

sinkt die Abweichung beim Myon auf unter 0,2 %. Die präziseste, k_{geom}-unabhängige Vorhersage für die Tau-Anomalie lautet

$$a_\tau \approx 1{,}282 \times 10^{-3},$$

die ausschließlich aus dem exakten Verhältnis $f^{1/3} - 1$ folgt. **Geometrische Verhältnismäßigkeit:** Alle physikalischen Basisgrößen (Konstanten, Massen, Kopplungen) stehen in festen geometrischen Verhältnissen, wodurch die Zahl freier Parameter gegenüber dem Standardmodell drastisch reduziert wird. Die T0-Theorie bietet somit eine ehrliche, transparente geometrische Beschreibung und liefert konkrete, experimentell überprüfbare Vorhersagen – insbesondere für die Tau-Anomalie als entscheidenden Test bei Belle II.

Hinweis zu älteren Dokumenten

Frühere Versionen der g-2 Analyse (018_T0_Anomale-g2-9_En.pdf) verwendeten semi-empirische Faktoren. Die vorliegende Formulierung verwendet **ausschließlich geometrische Faktoren** und ist ehrlich über die 2% Abweichung, die mit der Präzision aller T0-Vorhersagen konsistent ist. Python-Skripte verfügbar unter: github.com/jpascher/T0-Time-Mass-Duality

Schlüsselwörter: Anomales magnetisches Moment, g-2, T0-Theorie, Zeit-Masse-Dualität, Torsionsgitter, Verhältnis-Vorhersagen, Koide-Formel

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung: Geometrische vs. semi-empirische Ansätze

1.1 Die Philosophie der T0-Theorie

Die T0-Theorie basiert auf dem Prinzip, dass **alle** physikalischen Konstanten aus der geometrischen Struktur eines 4-dimensionalen Torsionsgitters folgen sollten. Für die anomalen magnetischen Momente bedeutet dies:

- **KEINE** versteckten Fit-Parameter
- **NUR** geometrische Faktoren: φ, ξ, f
- Ehrlichkeit über Präzisionsgrenzen
- Konsistenz mit anderen Vorhersagen

1.2 Konsistenz mit Massen-Vorhersagen

Die T0-Theorie sagt Leptonmassen mit 1–2% Abweichung vorher:

Lepton	T0 [MeV]	Exp [MeV]	Abweichung
Elektron	0,507	0,511	0,87%
Myon	103,5	105,7	2,09%
Tau	1815	1777	2,16%

Tabelle 1: Leptonmassen in T0

Erwartung: g-2 sollte ähnliche Präzision haben (2%).

Es wäre **unehrlich**, für g-2 perfekte Übereinstimmung zu behaupten, wenn Massen bereits 2% abweichen!

2 Physikalische Grundlagen

2.1 Was ist das anomale magnetische Moment?

Das magnetische Moment eines geladenen Spin-$1/2$ Teilchens ist:

$$\mu = g \cdot \frac{e}{2m} \cdot \frac{\hbar}{2} \tag{1}$$

wobei g der gyromagnetische Faktor (g-Faktor) ist.
Dirac-Vorhersage: Für ein punktförmiges Teilchen: $g = 2$
Quanteneffekte: Vakuumpolarisation, Vertex-Korrekturen $\Rightarrow g \neq 2$

Anomalie: $a = (g-2)/2$
QED-Erwartung: $a \approx \alpha/(2\pi) + \mathcal{O}(\alpha^2) \approx 0{,}00116$

2.2 T0-Interpretation: Windungen im Torsionsgitter

In der T0-Theorie sind Leptonen **Windungsstrukturen** im 4D-Torsionsgitter:

- **Elektron:** Einfache Windung (1. Generation)
- **Myon:** Windung mit fraktaler Verzweigung (2. Generation)
- **Tau:** Komplexere fraktale Struktur (3. Generation)

Das anomale Moment entsteht aus:

1. Der **Rotation** der Windung (Spin)
2. Der **Ladungsverteilung** auf der Windung
3. Der **Projektion** 4D $\to$ 3D

$\Rightarrow$ **Keine** punktförmige Ladung $\Rightarrow a \neq 0$

3 Geometrische Formeln

3.1 Fundamentale Parameter

Die T0-Theorie verwendet ausschließlich drei geometrische Grundkonstanten:

$$\varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1{,}618\ldots \quad \text{(Goldener Schnitt)} \tag{2}$$

$$\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4} = 1{,}333 \times 10^{-4} \quad \text{(Torsionskonstante)} \tag{3}$$

$$f = 7500 \quad \text{(Sub-Planck-Faktor)} \tag{4}$$

3.2 Der reale Sub-Planck-Faktor: $f = 7500$

Nun setzen wir alles zusammen: Der ideale Kristall bleibt erhalten, die Symmetriebrechung wirkt sich nur in den Projektionsfaktoren aus:

$$\boxed{f = 7500} \tag{5}$$

Dies ist die **fundamentalste Zahl der T0-Theorie**. Sie erscheint in fast allen Formeln und beschreibt:

- Die Anzahl der Sub-Planck-Zellen pro Planck-Länge
- Die Dichte des Torsionsgitters
- Die Grundfrequenz aller geometrischen Resonanzen

3.3 Die Symmetriebrechung: Die Rolle des goldenen Schnitts

Ein perfekter, idealer Kristall wäre vollkommen symmetrisch. Doch unsere Welt zeigt Symmetriebrechungen auf allen Ebenen:

- Materie dominiert über Antimaterie
- Die schwache Wechselwirkung verletzt die Paritätssymmetrie
- Das Neutron ist schwerer als das Proton
- Die drei Generationen der Leptonen haben unterschiedliche Massen

In der T0-Theorie haben all diese Symmetriebrechungen einen einzigen, geometrischen Ursprung: die pentagonale Symmetrie des Kristalls, verkörpert durch den **goldenen Schnitt** φ. Der goldene Schnitt $\varphi = (1 + \sqrt{5})/2 = 1{,}618033989\ldots$ ist die irrationale Zahl, die die pentagonale Symmetrie beschreibt. In einem perfekten Fünfeck taucht φ überall auf: Das Verhältnis von Diagonale zu Seite ist genau φ. Warum ausgerechnet pentagonale Symmetrie? Aus tiefliegenden mathematischen Gründen ist die pentagonale Symmetrie die erste, die in der Ebene **nicht periodisch parkettieren** kann. Dies führt zu „Quasikristallen" – Strukturen, die geordnet, aber nicht periodisch sind. Genau eine solche quasikristalline Struktur postuliert die T0-Theorie für die Sub-Planck-Skala. Die Symmetriebrechung wird in der Theorie nicht durch eine direkte Subtraktion von 5φ von der idealen Ankerzahl 7500 quantifiziert. Stattdessen ist sie in den **ca. 2 % Abweichungen** verborgen, die in den Berechnungen der anomalen magnetischen Momente (g-2-Anomalien) auftreten. Diese Abweichung entsteht durch die pentagonale Projektion in den geometrischen Faktor k_{geom}:

$$k_{\text{geom}} = \frac{2}{\sqrt{\varphi}} \times \sqrt{2} \approx 2{,}22357, \tag{6}$$

der die 4D-Torsion auf die 3D-Welt projiziert. Die rekonstruierte Version aus experimentellen Daten weicht um etwa 2 % ab ($k_{\text{geom}}^{\text{rek}} \approx 2{,}26955$), was die eigentliche Symmetriebrechung widerspiegelt – eine leichte Verzerrung durch die pentagonale Geometrie, die die perfekte Symmetrie bricht, ohne den idealen Wert $f = 7500$ zu verändern.

> Aus dem idealen 7500 blieb das ideale 7500. Diese Zahl wurde zur neuen Grundkonstante des Universums. Sie bestimmte, wie dicht das Gitter gepackt war, wie schnell sich Torsion ausbreiten konnte, welche Resonanzen möglich waren. Alles, was wir heute beobachten – jede Teilchenmasse, jede Kraftstärke, jede kosmologische Konstante – ist eine Konsequenz dieser einen geometrischen Geschichte: Vom perfekten Kristall zur pentagonal gebrochenen Realität, wobei die Brechung sich in den 2 % verbirgt.

3.4 Elektron: Basis-Windung

Formel:

$$a_e = \frac{S_3/f}{k_{\text{geom}}} \tag{7}$$

wobei:

- $S_3 = 2\pi^2 = 19{,}739$: 3D-Oberfläche der 4D-Windung
- $f = 7500$: Sub-Planck-Skalierung
- k_{geom}: Geometrischer Projektionsfaktor

Geometrischer Projektionsfaktor:

$$k_{\text{geom}} = \frac{2}{\sqrt{\varphi}} \times \sqrt{2} \tag{8}$$

Erklärung der Faktoren:

- $2/\sqrt{\varphi} = 1{,}572$: Pentagonale Projektion (aus ξ-Struktur)
- $\sqrt{2} = 1{,}414$: Diagonalprojektion 4D $\rightarrow$ 3D
- $k_{\text{geom}} = 2{,}224$: Vollständig geometrisch!

Numerische Berechnung:

$$k_{\text{geom}} = \frac{2}{\sqrt{1{,}618}} \times \sqrt{2} = 2{,}224 \tag{9}$$

$$a_e = \frac{19{,}739/7500}{2{,}224} \tag{10}$$

$$a_e = 1{,}184 \times 10^{-3} \tag{11}$$

Vergleich:

- T0: $a_e = 1{,}184 \times 10^{-3}$
- Experiment: $a_e = 1{,}160 \times 10^{-3}$
- Abweichung: **2,03%**

3.5 Myon: Fraktale Zusatzwindung

Formel:

$$a_\mu = a_e + \Delta a_{\text{fraktal}} \tag{12}$$

mit

$$\Delta a_{\text{fraktal}} = \frac{4\pi}{f^{p_\mu}} \tag{13}$$

wobei:

- $p_\mu = 5/3$: Fraktale Hausdorff-Dimension

- 4π: Vollständiger Torsionsumlauf

  Bedeutung von $p_\mu = 5/3$:
  Dies ist die bekannte Hausdorff-Dimension von:
- Brownscher Bewegung in 2D
- Selbstvermeidendem Random Walk
- Koch-Kurve (Fraktal)

  $\Rightarrow$ Physikalisch plausibel für "teilweise verzweigte Windung"!
  Numerische Berechnung:

$$\Delta a_{\text{fraktal}} = \frac{4\pi}{7500^{5/3}} = 4{,}373 \times 10^{-6} \tag{14}$$

$$a_\mu = 1{,}184 \times 10^{-3} + 4{,}373 \times 10^{-6} \tag{15}$$

$$a_\mu = 1{,}188 \times 10^{-3} \tag{16}$$

Vergleich:

- T0: $a_\mu = 1{,}188 \times 10^{-3}$
- Experiment: $a_\mu = 1{,}166 \times 10^{-3}$
- Abweichung: **1,89%**

3.6 Tau: Komplexere fraktale Struktur

Formel:

$$a_\tau = a_e + \frac{4\pi}{f^{p_\tau}} \tag{17}$$

wobei:

- $p_\tau = 4/3$: Stärkere fraktale Verzweigung

  Bedeutung von $p_\tau = 4/3$:
  Dies ist die Box-Counting-Dimension vieler Fraktale (z.B. Koch-Kurve, Mandelbrot-Menge).
  Numerische Berechnung:

$$\Delta a_{\text{fraktal}} = \frac{4\pi}{7500^{4/3}} = 8{,}560 \times 10^{-5} \tag{18}$$

$$a_\tau = 1{,}184 \times 10^{-3} + 8{,}560 \times 10^{-5} \tag{19}$$

$$a_\tau = 1{,}269 \times 10^{-3} \tag{20}$$

Status: Dies ist eine **Vorhersage** – Tau-g-2 ist noch nicht gemessen!

4 Zusammenfassung der Absolutwerte

Bewertung:

Lepton	T0	Experiment	Abw.	Status
Elektron	$1{,}184 \times 10^{-3}$	$1{,}160 \times 10^{-3}$	2,03%	✓
Myon	$1{,}188 \times 10^{-3}$	$1{,}166 \times 10^{-3}$	1,89%	✓
Tau	$1{,}269 \times 10^{-3}$	(nicht gemessen)	–	Vorhersage

Tabelle 2: g-2 Absolutwerte: T0 vs. Experiment

- ✓ Alle Faktoren geometrisch erklärt
- ✓ Keine versteckten Fit-Parameter
- ✓ 2% Abweichung konsistent mit Massen
- ✓ Ehrlich über Limitationen

5 Zwei Klassen von Vorhersagen: Absolute Werte vs. Verhältnisse

5.1 Warum 2% Abweichung bei Absolutwerten?

Die T0-Theorie verwendet ausschließlich geometrische Faktoren ohne Anpassungsparameter. Die 2% Abweichung bei absoluten g-2 Werten ist:

- **Konsistent** mit allen T0-Vorhersagen (Massen: 0,87–2,16%)
- **Erwartbar** für rein geometrische Beschreibung
- **Vergleichbar** mit α^2-Effekten in QED (1–2%)
- **KEINE Schwäche**, sondern Eigenschaft der Theorie

Ursachen der 2% Abweichung:

1. **Quanteneffekte höherer Ordnung:** T0 erfasst die führende geometrische Struktur, aber nicht alle Loop-Korrekturen
2. **Diskrete Gitterstruktur:** Das Torsionsgitter ist diskret, nicht kontinuierlich
3. **Pentagonale Symmetriebrechung:** $\Delta = 5\varphi$ führt zu 0,1% Korrekturen

5.2 Verhältnisse sind mathematisch exakt

Im Gegensatz zu Absolutwerten sind **Verhältnisse von Differenzen** strukturell exakt:

$$\frac{\Delta a(\tau - \mu)}{\Delta a(\mu - e)} = \frac{4\pi/f^{4/3} - 4\pi/f^{5/3}}{4\pi/f^{5/3}} = f^{1/3} - 1 \tag{21}$$

Warum ist dies exakt?

- Der gemeinsame Faktor 4π kürzt sich heraus
- Der Projektionsfaktor k_{geom} kürzt sich heraus
- Nur die fraktalen Exponenten ($5/3$ und $4/3$) bestimmen das Verhältnis
- Das Ergebnis hängt **nur** von f ab: $f^{1/3} - 1 = 18{,}57$

Wichtig

Fundamentale Unterscheidung **Absolutwerte:**

- Hängen von k_{geom}, f, und der SI-Umrechnung ab
- 2% Abweichung durch Quanteneffekte höherer Ordnung
- Konsistent mit allen T0-Vorhersagen

Verhältnisse:

- Hängen **nur** von f ab
- k_{geom} und SI-Faktoren kürzen sich heraus
- Mathematisch exakt aus fraktalen Exponenten
- Differenz $< 10^{-13}$ (numerische Präzision)

$\Rightarrow$ Die Verhältnis-Vorhersage ist **keine Approximation**, sondern eine **exakte geometrische Relation**!

5.3 Analog zur Koide-Formel

Dieses Verhalten ist analog zur Koide-Formel für Leptonmassen:

- **Einzelne Massen:** 1–2% Abweichung
- **Koide-Verhältnis:** $\pm 0{,}0004\%$ Präzision!

Das Verhältnis ist **fundamentaler** als Absolutwerte, weil systematische Faktoren sich herauskürzen.

Für g-2 in T0:

- **Absolute Werte:** 2% Abweichung
- **Verhältnis** $\Delta a(\tau - \mu)/\Delta a(\mu - e)$**:** Exakt $= f^{1/3} - 1$

Dies ist **keine Schwäche**, sondern zeigt die **geometrische Struktur** der Theorie!

6 Präzise Verhältnis-Vorhersagen

6.1 Analog zur Koide-Formel

Die Koide-Formel für Leptonmassen:

$$\frac{m_e + m_\mu + m_\tau}{(\sqrt{m_e} + \sqrt{m_\mu} + \sqrt{m_\tau})^2} = \frac{2}{3} \pm 0{,}0004\% \tag{22}$$

zeigt: **Verhältnisse** sind präziser als Absolutwerte!
Frage: Gilt das auch für g-2?

6.2 Das Verhältnis der Differenzen

Definiere die Differenzen:

$$\Delta a(\mu - e) = a_\mu - a_e = \frac{4\pi}{f^{5/3}} \tag{23}$$

$$\Delta a(\tau - \mu) = a_\tau - a_\mu = \frac{4\pi}{f^{4/3}} - \frac{4\pi}{f^{5/3}} \tag{24}$$

Verhältnis:

$$\frac{\Delta a(\tau - \mu)}{\Delta a(\mu - e)} = \frac{4\pi/f^{4/3} - 4\pi/f^{5/3}}{4\pi/f^{5/3}} \tag{25}$$

$$= \frac{f^{5/3}}{f^{4/3}} - 1 \tag{26}$$

$$= f^{5/3-4/3} - 1 \tag{27}$$

$$= f^{1/3} - 1 \tag{28}$$

Wichtig

Kernvorhersage

$$\boxed{\frac{\Delta a(\tau - \mu)}{\Delta a(\mu - e)} = f^{1/3} - 1 = 18{,}57} \tag{29}$$

Diese Relation ist:

- **Parameterfrei** (nur f!)
- **Unabhängig** von k_{geom}
- **Exakt** (Differenz $< 10^{-13}$)
- **Testbar** bei Belle II

6.3 Numerische Verifikation

Mit $f = 7500$:

$$f^{1/3} = 7500^{1/3} = 19{,}57 \tag{30}$$
$$f^{1/3} - 1 = 18{,}57 \tag{31}$$

Aus T0-Werten:

$$\Delta a(\mu - e) = 4{,}373 \times 10^{-6} \tag{32}$$
$$\Delta a(\tau - \mu) = 8{,}123 \times 10^{-5} \tag{33}$$
$$\text{Verhältnis} = \frac{8{,}123 \times 10^{-5}}{4{,}373 \times 10^{-6}} = 18{,}57 \tag{34}$$

Übereinstimmung: Perfekt! ✓✓✓

6.4 Testbare Vorhersage für Tau

Mit experimentellen Werten für e und μ:

$$a_e^{\text{exp}} = 1{,}160 \times 10^{-3} \tag{35}$$
$$a_\mu^{\text{exp}} = 1{,}166 \times 10^{-3} \tag{36}$$
$$\Delta a(\mu - e)^{\text{exp}} = 6{,}000 \times 10^{-6} \tag{37}$$

Vorhersage:

$$\Delta a(\tau - \mu) = \Delta a(\mu - e)^{\text{exp}} \times (f^{1/3} - 1) \tag{38}$$
$$= 6{,}000 \times 10^{-6} \times 18{,}57 \tag{39}$$
$$= 1{,}114 \times 10^{-4} \tag{40}$$
$$a_\tau^{\text{vorhergesagt}} = 1{,}166 \times 10^{-3} + 1{,}114 \times 10^{-4} \tag{41}$$
$$= 1{,}280 \times 10^{-3} \tag{42}$$

7 Warum 2% Abweichung?

7.1 Quanteneffekte höherer Ordnung

Die QED berechnet g-2 als Störungsreihe:

$$a = \frac{\alpha}{2\pi} + \mathcal{O}(\alpha^2) + \mathcal{O}(\alpha^3) + \ldots \tag{43}$$

T0 erfasst die **geometrische Grundstruktur**, aber nicht alle Quantenkorrekturen höherer Ordnung.

⇒ 2% entspricht ungefähr α^2-Effekten!

7.2 Diskrete Gitterstruktur

Das Torsionsgitter ist **diskret**, nicht kontinuierlich.

Dies führt zu kleinen Korrekturen gegenüber der kontinuierlichen QFT.

7.3 Pentagonale Symmetriebrechung

$$f = f_{\text{ideal}} - 5\varphi \tag{44}$$

Diese Symmetriebrechung (0,1%) erklärt:

- Materie-Antimaterie-Asymmetrie
- Generationenstruktur
- Kleine Korrekturen zu idealisierten Werten

8 Experimentelle Tests

8.1 Belle II (2027–2028)

Belle II erwartet Sensitivität von $\sim 10^{-7}$ für a_τ.

Test 1: Absolutwert

- T0-Vorhersage: $a_\tau = 1{,}269 \times 10^{-3}$
- Aus Verhältnis: $a_\tau = 1{,}280 \times 10^{-3}$
- Unterschied: 1%

Test 2: Verhältnis

- T0-Vorhersage: $\Delta a(\tau - \mu)/\Delta a(\mu - e) = 18{,}57$
- Dies ist die **präzisere** Vorhersage!
- Unabhängig von absoluter Kalibrierung

Mögliche Ergebnisse:

1. **Bestätigung**: Verhältnis $\approx 18{,}6$
   $\Rightarrow$ Starke Evidenz für fraktale Struktur-Hypothese
2. **Abweichung**: Verhältnis $\neq 18{,}6$
   $\Rightarrow$ Andere fraktale Dimensionen oder zusätzliche Physik
3. **Null-Ergebnis**: $a_\tau < 10^{-8}$
   $\Rightarrow$ T0-Beiträge unterdrückt oder Theorie benötigt Revision

8.2 Fermilab/J-PARC

Weitere Präzisionsverbesserungen für a_μ:

- Reduktion experimenteller Unsicherheiten

- Klarere Bestimmung der SM-Diskrepanz
- Verfeinerung der $\Delta a(\mu - e)$ Messung

9 Vergleich mit anderen Ansätzen

Ansatz	Präzision	Parameter	Erklärbar
QED (SM)	Perfekt	Viele	Ja
T0 (semi-empirisch)	0,1%	1 angepasst	Teilweise
T0 (geometrisch)	2%	0	**Vollständig**

Tabelle 3: Vergleich verschiedener Ansätze

T0-Philosophie: Wir wählen **Erklärbarkeit** über Präzision!

10 Rekonstruktion des Korrekturwerts aus experimentellen Daten

10.1 Die zentrale Beobachtung

Das Verhältnis $\Delta a(\tau - \mu)/\Delta a(\mu - e) = f^{1/3} - 1$ ist **mathematisch exakt**, weil sich dabei der Korrekturwert k_{geom} vollständig herauskürzt.

Da experimentelle Messungen von a_e und a_μ präziser sind (10^{-10}) als unsere geometrische Herleitung von k_{geom} (2%), können wir diesen Faktor **rückwärts aus den Experimenten bestimmen**.

10.2 Rekonstruktion von k_{geom}

Aus dem experimentellen Elektron-Wert:

$$k_{\text{geom}}^{\text{(rekonstruiert)}} = \frac{S_3/f}{a_e^{\text{(exp)}}} = \frac{2\pi^2/7500}{1{,}160 \times 10^{-3}} = 2{,}269 \tag{45}$$

Vergleich:

- Geometrisch hergeleitet: $k_{\text{geom}} = (2/\sqrt{\varphi}) \times \sqrt{2} = 2{,}224$
- Aus Experiment rekonstruiert: $k_{\text{geom}}^{\text{(rek)}} = 2{,}269$
- Differenz: 2,0% (genau im Bereich der erwarteten Unsicherheit!)

10.3 Verwendung des rekonstruierten Korrekturwerts

Wenn wir den rekonstruierten Wert $k_{\text{geom}}^{\text{(rek)}} = 2{,}269$ verwenden:

Lepton	Mit $k = 2{,}224$	Mit $k = 2{,}269$	Experiment	Abw.
Elektron	$1{,}184 \times 10^{-3}$	$1{,}160 \times 10^{-3}$	$1{,}160 \times 10^{-3}$	**0%** ✓
Myon	$1{,}188 \times 10^{-3}$	$1{,}164 \times 10^{-3}$	$1{,}166 \times 10^{-3}$	**0,2%** ✓
Tau	$1{,}269 \times 10^{-3}$	$1{,}246 \times 10^{-3}$	(nicht gemessen)	Vorhersage

Tabelle 4: Absolutwerte mit geometrischem vs. rekonstruiertem k_{geom}

Wichtig

Entscheidender Punkt Mit dem rekonstruierten Korrekturwert $k_{\text{geom}}^{\text{(rek)}} = 2{,}269$ verschwinden die Abweichungen:

- Elektron: 0% Abweichung (per Definition, da aus a_e rekonstruiert)
- Myon: 0,2% Abweichung (von 2% auf 0,2% reduziert!)
- Tau: Neue Vorhersage $a_\tau = 1{,}246 \times 10^{-3}$

Dies zeigt: Die 2% Abweichung stammt **ausschließlich** aus der Unsicherheit in k_{geom}, nicht aus der fundamentalen T0-Struktur!

10.4 Alternative: Direkt aus Verhältnis-Relation

Noch präziser ist die Berechnung direkt aus dem exakten Verhältnis:

$$\Delta a(\mu - e)^{\text{(exp)}} = a_\mu^{\text{(exp)}} - a_e^{\text{(exp)}} = 6{,}000 \times 10^{-6} \tag{46}$$

$$\Delta a(\tau - \mu) = \Delta a(\mu - e)^{\text{(exp)}} \times (f^{1/3} - 1) \tag{47}$$

$$= 6{,}000 \times 10^{-6} \times 18{,}57 = 1{,}114 \times 10^{-4} \tag{48}$$

$$a_\tau^{\text{(Verhältnis)}} = a_\mu^{\text{(exp)}} + \Delta a(\tau - \mu) \tag{49}$$

$$= 1{,}166 \times 10^{-3} + 1{,}114 \times 10^{-4} \tag{50}$$

$$= \boxed{1{,}280 \times 10^{-3}} \tag{51}$$

Beachte: Diese Vorhersage ist **unabhängig** von k_{geom} und verwendet nur die exakte geometrische Verhältnis-Struktur!

Methode	a_τ-Vorhersage	Abhängig von
Rein geometrisch	$1{,}269 \times 10^{-3}$	$k_{\text{geom}} = 2{,}224$ (geometrisch)
Mit rek. k_{geom}	$1{,}246 \times 10^{-3}$	$k_{\text{geom}} = 2{,}269$ (aus a_e)
Aus Verhältnis	$1{,}280 \times 10^{-3}$	Nur f (exakt)
Spannweite	$1{,}25–1{,}28 \times 10^{-3}$	$\pm 1{,}5\%$

Tabelle 5: Drei T0-Vorhersagen für a_τ

10.5 Zwei komplementäre Tau-Vorhersagen

10.6 Was bedeutet das für Belle II?

Wenn Belle II misst:

1. $a_\tau \approx 1{,}28 \times 10^{-3}$:
   - ✓ Bestätigt die exakte Verhältnis-Relation $f^{1/3} - 1$
   - ✓ Zeigt, dass experimentelle a_μ und Verhältnis-Struktur korrekt sind
   - → **Stärkste Bestätigung der T0-Geometrie**
2. $a_\tau \approx 1{,}25 \times 10^{-3}$:
   - ✓ Bestätigt rekonstruierten $k_{\text{geom}} = 2{,}269$
   - ✓ Zeigt, dass a_e, a_μ beide leicht verschoben sind
   - → Konsistent mit T0, aber andere Verhältnis-Interpretation
3. $a_\tau \approx 1{,}27 \times 10^{-3}$:
   - ✓ Bestätigt rein geometrischen $k_{\text{geom}} = 2{,}224$
   - ? Verhältnis weicht ab → fraktaler Exponent $p_\tau \neq 4/3$?
4. a_τ **außerhalb** $1{,}25–1{,}28$:
   - × T0-Struktur benötigt Revision

Kernaussage

Die 2% Abweichung der rein geometrischen T0-Vorhersagen stammt **ausschließlich** aus der Unsicherheit in der Herleitung von k_{geom}. Wenn wir k_{geom} aus experimentellen Daten rekonstruieren, verschwinden die Abweichungen:

- Elektron: 0% (per Definition)
- Myon: 0,2% (statt 2%)

Dies zeigt: Die **fundamentale T0-Struktur ist korrekt**, nur die Herleitung des Projektionsfaktors $k_{\text{geom}} = (2/\sqrt{\varphi}) \times \sqrt{2}$ hat eine 2% Unsicherheit.

Die präziseste T0-Vorhersage für Tau nutzt die exakte Verhältnis-Relation:

$$\boxed{a_\tau = 1{,}280 \times 10^{-3}} \tag{52}$$

11 Wichtiger Hinweis: Kein α in den T0 g-2 Formeln

WICHTIG: Die T0-Formeln für g-2 enthalten **kein** α!

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

$$a_\ell = f(\varphi, \xi, f, \text{Generationsquantenzahlen})$$

Das anomale Moment ist eine **rein geometrische Größe**, die aus der Windungsstruktur im Torsionsgitter folgt.

Verhältnisse wie $\Delta a(\tau - \mu)/\Delta a(\mu - e) = f^{1/3} - 1$ sind **unabhängig** von: • α (Feinstrukturkonstante) • SI-Umrechnungsfaktoren • k_{geom} (Projektionsfaktor)

Sie hängen NUR von der fraktalen Struktur ab!

12 Zusammenfassung

12.1 Was wir zeigen

1. g-2 folgt aus **rein geometrischen Prinzipien**:
   - φ (goldener Schnitt)
   - ξ (Torsionskonstante)
   - f (Sub-Planck-Faktor)
2. Absolute Werte: 2% Abweichung
   - Konsistent mit Massenvorhersagen
   - Durch Quanteneffekte höherer Ordnung erklärbar
3. **Verhältnisse sind präzise**:

$$\frac{\Delta a(\tau - \mu)}{\Delta a(\mu - e)} = f^{1/3} - 1 = 18{,}57 \tag{53}$$

4. Testbare Tau-Vorhersage: $a_\tau = 1{,}28 \times 10^{-3}$

12.2 Kernbotschaft

Ehrlichkeit und Konsistenz

Die T0-Theorie erklärt g-2 aus denselben geometrischen Prinzipien wie Massen, fundamentale Konstanten (G, α, v) und Generationenstruktur. Die 2% Abweichung bei Absolutwerten ist konsistent mit der Präzision aller T0-Vorhersagen und ehrlich dargestellt. Verhältnis-Vorhersagen wie $\Delta a(\tau - \mu)/\Delta a(\mu - e) = 18{,}57$ sind parameterfrei und präzise – analog zur Koide-Formel für Massen. Dies ermöglicht klare experimentelle Tests bei Belle II.

Weiterführende Literatur und Ressourcen

T0-Theorie und Python-Skripte:

- Repository: github.com/jpascher/T0-Time-Mass-Duality
- Python-Skripte: github.com/jpascher/T0-Time-Mass-Duality/blob/main/2/python/
- Dokumentation Zeit-Masse-Dualität
- Fundamental Fraktale Geometrische Feldtheorie (FFGFT)

Experimentelle Ergebnisse:

- Fermilab Muon g-2 (2025): muon-g-2.fnal.gov
- Theory Initiative White Paper
- Belle II: www.belle2.org

Verwandte T0-Dokumente:

- Leptonmassen: Systematische Herleitung aus Quantenzahlen
- Koide-Formel in T0: Geometrische Interpretation
- Fraktale Raumzeit: $D_f = 3 - \xi$