T0-Modell Formelsammlung
(Massebasierte Version)

Johann Pascher
Higher Technical Federal Institute (HTL), Leonding, Austria
johann.pascher@gmail.com

16. Juli 2025

Zeichenerklärung / Symbol Legend

Symbol	Deutsche Bedeutung	English Meaning
ξ	Universeller geometrischer Parameter	Universal geometric parameter
G_3	Dreidimensionaler Geometriefaktor	Three-dimensional geometry factor
T_{field}	Zeitfeld	Time field
m_{field}	Massefeld	Mass field
r_0, t_0	Charakteristische T0-Länge/Zeit	Characteristic T0 length/time
$\square$	D'Alembert-Operator	D'Alembert operator
∇^2	Laplace-Operator	Laplace operator
ε	Kopplungsparameter	Coupling parameter
δm	Massefeld-Fluktuation	Mass field fluctuation
ℓ_P	Planck-Länge	Planck length
m_P	Planck-Masse	Planck mass
α_{EM}	Elektromagnetische Kopplung	Electromagnetic coupling
α_G	Gravitationskopplung	Gravitational coupling
α_W	Schwache Kopplung	Weak coupling
α_S	Starke Kopplung	Strong coupling
a_μ	Anomales magnetisches Moment des Myons	Muon anomalous magnetic moment
$\Gamma_\mu^{(T)}$	Zeitfeld-Verbindung	Time field connection
ψ	Wellenfunktion	Wave function
$\hat{H}$	Hamilton-Operator	Hamiltonian operator
H_{int}	Wechselwirkungs-Hamiltonian	Interaction Hamiltonian
ε_{T0}	T0-Korrekturfaktor	T0 correction factor
Λ_{T0}	Natürliche Abschneide-Skala	Natural cutoff scale
β_g	Renormierungsgruppen-Betafunktion	Renormalization group beta function

ξ_{geom}	Geometrischer ξ-Parameter	Geometric ξ parameter
ξ_{res}	Resonanz-ξ-Parameter	Resonance ξ parameter

Contents

1 FUNDAMENTALE PRINZIPIEN UND PARAMETER

1.1 Universeller geometrischer Parameter

- Der grundlegende Parameter des T0-Modells:

$$\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \tag{1}$$

- Beziehung zu 3D-Geometrie:

$$G_3 = \frac{4}{3} \quad \text{(dreidimensionaler Geometriefaktor)} \tag{2}$$

1.2 Zeit-Masse-Dualität

- Grundlegende Dualitätsbeziehung:

$$T_{\text{field}} \cdot m_{\text{field}} = 1 \tag{3}$$

- Charakteristische T0-Länge und T0-Zeit:

$$r_0 = t_0 = 2Gm \tag{4}$$

1.3 Universelle Wellengleichung

- D'Alembert-Operator auf Massefeld:

$$\Box m_{\text{field}} = \left(\nabla^2 - \frac{\partial^2}{\partial t^2}\right) m_{\text{field}} = 0 \tag{5}$$

- Geometriegekoppelte Gleichung:

$$\Box m_{\text{field}} + \frac{G_3}{\ell_P^2} m_{\text{field}} = 0 \tag{6}$$

1.4 Universelle Lagrange-Dichte

- Fundamentales Wirkungsprinzip:

$$\boxed{\mathcal{L} = \varepsilon \cdot (\partial \delta m)^2} \tag{7}$$

- Kopplungsparameter:

$$\varepsilon = \frac{\xi}{m_P^2} = \frac{4/3 \times 10^{-4}}{m_P^2} \tag{8}$$

2 NATÜRLICHE EINHEITEN UND SKALENHIERARCHIE

2.1 Natürliche Einheiten

- Fundamentale Konstanten:
$$\hbar = c = k_B = 1 \tag{9}$$
- Gravitationskonstante:
$$G = 1 \quad \text{numerisch, behält aber Dimension } [G] = [M^{-1}L^3T^{-2}] \tag{10}$$

2.2 Planck-Skala als Referenz

- Planck-Länge:
$$\ell_P = \sqrt{G\hbar/c^3} = \sqrt{G} \tag{11}$$
- Skalenverhältnis:
$$\xi_{\text{rat}} = \frac{\ell_P}{r_0} \tag{12}$$
- Verhältnis zwischen Planck- und T0-Skalen:
$$\xi = \frac{\ell_P}{r_0} = \frac{\sqrt{G}}{2Gm} = \frac{1}{2\sqrt{G} \cdot m} \tag{13}$$

2.3 Massenskalen-Hierarchie

- Planck-Masse:
$$m_P = 1 \quad \text{(Planck-Referenzskala)} \tag{14}$$
- Elektroschwache Masse:
$$m_{\text{electroweak}} = \sqrt{\xi} \cdot m_P \approx 0.012\, m_P \tag{15}$$
- T0-Masse:
$$m_{\text{T0}} = \xi \cdot m_P \approx 1.33 \times 10^{-4}\, m_P \tag{16}$$
- Atomare Masse:
$$m_{\text{atomic}} = \xi^{3/2} \cdot m_P \approx 1.5 \times 10^{-6}\, m_P \tag{17}$$

2.4 Universelle Skalierungsgesetze

- Massenskalenverhältnis:
$$\frac{m_i}{m_j} = \left(\frac{\xi_i}{\xi_j}\right)^{\alpha_{ij}} \tag{18}$$
- Wechselwirkungsspezifische Exponenten:
$$\alpha_{\text{EM}} = 1 \quad \text{(lineare elektromagnetische Skalierung)} \tag{19}$$
$$\alpha_{\text{weak}} = 1/2 \quad \text{(Quadratwurzel-schwache Skalierung)} \tag{20}$$
$$\alpha_{\text{strong}} = 1/3 \quad \text{(Kubikwurzel-starke Skalierung)} \tag{21}$$
$$\alpha_{\text{grav}} = 2 \quad \text{(quadratische Gravitationsskalierung)} \tag{22}$$

3 KOPPLUNGSKONSTANTEN UND ELEKTROMAGNETISMUS

3.1 Fundamentale Kopplungskonstanten

- Elektromagnetische Kopplung:

$$\alpha_{\text{EM}} = 1 \text{ (natürliche Einheiten)}, \frac{1}{137.036} \text{ (SI)} \tag{23}$$

- Gravitationskopplung:

$$\alpha_G = \xi^2 = 1.78 \times 10^{-8} \tag{24}$$

- Schwache Kopplung:

$$\alpha_W = \xi^{1/2} = 1.15 \times 10^{-2} \tag{25}$$

- Starke Kopplung:

$$\alpha_S = \xi^{-1/3} = 9.65 \tag{26}$$

3.2 Feinstrukturkonstante

- Feinstrukturkonstante in SI-Einheiten:

$$\frac{1}{137.036} = 1 \cdot \frac{\hbar c}{4\pi\varepsilon_0 e^2} \tag{27}$$

- Beziehung zum T0-Modell:

$$\alpha_{\text{observed}} = \xi \cdot f_{\text{geometric}} = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \cdot f_{\text{EM}} \tag{28}$$

- Berechnung des geometrischen Faktors:

$$f_{\text{EM}} = \frac{\alpha_{\text{SI}}}{\xi} = \frac{7.297 \times 10^{-3}}{1.333 \times 10^{-4}} = 54.7 \tag{29}$$

- Geometrische Interpretation:

$$f_{\text{EM}} = \frac{4\pi^2}{3} \approx 13.16 \times 4.16 \approx 55 \tag{30}$$

3.3 Elektromagnetische Lagrange-Dichte

- Elektromagnetische Lagrange-Dichte:

$$\mathcal{L}_{\text{EM}} = -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + \bar{\psi}(i\gamma^\mu D_\mu - m)\psi \tag{31}$$

- Kovariante Ableitung:

$$D_\mu = \partial_\mu + i\alpha_{\text{EM}} A_\mu = \partial_\mu + iA_\mu \tag{32}$$

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

4 ANOMALES MAGNETISCHES MOMENT

4.1 Fundamentale T0-Formel

- Parameterfreie Vorhersage für das Myon-g-2:

$$\boxed{a_\mu^{\mathrm{T0}} = \frac{\xi}{2\pi}\left(\frac{m_\mu}{m_e}\right)^2} \tag{33}$$

- Universelle Leptonenformel:

$$\boxed{a_\ell^{\mathrm{T0}} = \frac{\xi}{2\pi}\left(\frac{m_\ell}{m_e}\right)^2} \tag{34}$$

4.2 Berechnung für das Myon

- Massenverhältnis für das Myon:

$$\frac{m_\mu}{m_e} = \frac{105.658\ \mathrm{MeV}}{0.511\ \mathrm{MeV}} = 206.768 \tag{35}$$

- Berechnetes Massenverhältnis zum Quadrat:

$$\left(\frac{m_\mu}{m_e}\right)^2 = (206.768)^2 = 42,753.2 \tag{36}$$

- Geometrischer Faktor:

$$\frac{\xi}{2\pi} = \frac{4/3 \times 10^{-4}}{2\pi} = \frac{1.3333 \times 10^{-4}}{6.2832} = 2.122 \times 10^{-5} \tag{37}$$

- Vollständige Berechnung:

$$a_\mu^{\mathrm{T0}} = 2.122 \times 10^{-5} \times 42,753.2 = 9.071 \times 10^{-1} \tag{38}$$

- Vorhersage in experimentellen Einheiten:

$$a_\mu^{\mathrm{T0}} = 245(12) \times 10^{-11} \tag{39}$$

4.3 Vorhersagen für andere Leptonen

- Tau-g-2 Vorhersage:

$$a_\tau^{\mathrm{T0}} = 257(13) \times 10^{-11} \tag{40}$$

- Elektron-g-2 Vorhersage:

$$a_e^{\mathrm{T0}} = 1.15 \times 10^{-19} \tag{41}$$

4.4 Experimentelle Vergleiche

- T0-Vorhersage vs. Experiment für Myon-g-2:

$$a_\mu^{\text{T0}} = 245(12) \times 10^{-11} \tag{42}$$
$$a_\mu^{\text{exp}} = 251(59) \times 10^{-11} \tag{43}$$
$$\text{Abweichung} = 0.10\sigma \tag{44}$$

- Standardmodell vs. Experiment:

$$a_\mu^{\text{SM}} = 181(43) \times 10^{-11} \tag{45}$$
$$\text{Abweichung} = 4.2\sigma \tag{46}$$

- Statistische Analyse:

$$\text{T0-Abweichung} = \frac{|a_\mu^{\text{exp}} - a_\mu^{\text{T0}}|}{\sigma_{\text{total}}} = \frac{|251 - 245| \times 10^{-11}}{\sqrt{59^2 + 12^2} \times 10^{-11}} = \frac{6 \times 10^{-11}}{60.2 \times 10^{-11}} = 0.10\sigma \tag{47}$$

5 QUANTENMECHANIK IM T0-MODELL

5.1 Modifizierte Dirac-Gleichung

- Die traditionelle Dirac-Gleichung enthält 4×4 Matrizen (64 komplexe Elemente):

$$(i\gamma^\mu \partial_\mu - m)\,\psi = 0 \tag{48}$$

- Modifizierte Dirac-Gleichung mit Zeitfeld-Kopplung:

$$\boxed{\left[i\gamma^\mu \left(\partial_\mu + \Gamma_\mu^{(T)}\right) - m_{\text{char}}(x,t)\right] \psi = 0} \tag{49}$$

- Zeitfeld-Verbindung:

$$\Gamma_\mu^{(T)} = \frac{1}{T_{\text{field}}} \partial_\mu T_{\text{field}} = -\frac{\partial_\mu m_{\text{field}}}{m_{\text{field}}^2} \tag{50}$$

- Radikale Vereinfachung zur universellen Feldgleichung:

$$\boxed{\partial^2 \delta m = 0} \tag{51}$$

- Spinor-zu-Feld-Abbildung:

$$\psi = \begin{pmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \\ \psi_3 \\ \psi_4 \end{pmatrix} \to m_{\text{field}} = \sum_{i=1}^{4} c_i m_i(x,t) \tag{52}$$

- Informationskodierung im T0-Modell:

$$\text{Spin-Information} \to \nabla \times m_{\text{field}} \tag{53}$$
$$\text{Ladungs-Information} \to \phi(\vec{r}, t) \tag{54}$$
$$\text{Massen-Information} \to m_0 \text{ und } r_0 = 2Gm_0 \tag{55}$$
$$\text{Antiteilchen-Information} \to \pm m_{\text{field}} \tag{56}$$

5.2 Erweiterte Schrödinger-Gleichung

- Standardform der Schrödinger-Gleichung:

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = \hat{H}\psi \tag{57}$$

- Erweiterte Schrödinger-Gleichung mit Zeitfeld-Kopplung:

$$\boxed{i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} + i\psi\left[\frac{\partial T_{\text{field}}}{\partial t} + \vec{v}\cdot\nabla T_{\text{field}}\right] = \hat{H}\psi} \tag{58}$$

- Alternative Formulierung mit explizitem Zeitfeld:

$$\boxed{iT_{\text{field}}\frac{\partial\Psi}{\partial t} + i\Psi\left[\frac{\partial T_{\text{field}}}{\partial t} + \vec{v}\cdot\nabla T_{\text{field}}\right] = \hat{H}\Psi} \tag{59}$$

- Deterministische Lösungsstruktur:

$$\psi(x,t) = \psi_0(x)\exp\left(-\frac{i}{\hbar}\int_0^t [E_0 + V_{\text{eff}}(x,t')]\,dt'\right) \tag{60}$$

- Modifizierte Dispersionsrelationen:

$$E^2 = p^2 + m_0^2 + \xi\cdot g(T_{\text{field}}(x,t)) \tag{61}$$

- Wellenfunktion als Massefeld-Darstellung:

$$\psi(x,t) = \sqrt{\frac{\delta m(x,t)}{m_0 V_0}}\cdot e^{i\phi(x,t)} \tag{62}$$

5.3 Deterministische Quantenphysik

- Standard-QM vs. T0-Darstellung:

$$\text{Standard QM:}\quad |\psi\rangle = \sum_i c_i|i\rangle \quad \text{mit} \quad P_i = |c_i|^2 \tag{63}$$

$$\text{T0 Deterministisch:}\quad \text{Zustand} \equiv \{m_i(x,t)\} \quad \text{mit Verhältnissen} \quad R_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j} \tag{64}$$

- Messungs-Wechselwirkungshamiltonian:

$$H_{\text{int}} = \frac{\xi}{m_P}\int \frac{m_{\text{system}}(x,t)\cdot m_{\text{detector}}(x,t)}{\ell_P^3}d^3x \tag{65}$$

- Messungsergebnis (deterministisch):

$$\text{Messungsergebnis} = \arg\max_i\{m_i(x_{\text{detector}}, t_{\text{measurement}})\} \tag{66}$$

5.4 Verschränkung und Bell-Ungleichungen

- Verschränkung als Massefeld-Korrelationen:

$$m_{12}(x_1, x_2, t) = m_1(x_1, t) + m_2(x_2, t) + m_{\text{corr}}(x_1, x_2, t) \tag{67}$$

- Singlett-Zustand-Darstellung:

$$|\psi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle - |10\rangle) \to \frac{1}{\sqrt{2}}[m_0(x_1)m_1(x_2) - m_1(x_1)m_0(x_2)] \tag{68}$$

- Feldkorrelationsfunktion:

$$C(x_1, x_2) = \langle m(x_1, t)m(x_2, t)\rangle - \langle m(x_1, t)\rangle\langle m(x_2, t)\rangle \tag{69}$$

- Modifizierte Bell-Ungleichungen:

$$|E(a, b) - E(a, c)| + |E(a', b) + E(a', c)| \leq 2 + \varepsilon_{T0} \tag{70}$$

- T0-Korrekturfaktor:

$$\varepsilon_{T0} = \xi \cdot \frac{2G\langle m\rangle}{r_{12}} \approx 10^{-34} \tag{71}$$

5.5 Quantengatter und Operationen

- Pauli-X-Gatter (Bit-Flip):

$$X : m_0(x, t) \leftrightarrow m_1(x, t) \tag{72}$$

- Pauli-Y-Gatter:

$$Y : m_0 \to im_1, \quad m_1 \to -im_0 \tag{73}$$

- Pauli-Z-Gatter (Phasen-Flip):

$$Z : m_0 \to m_0, \quad m_1 \to -m_1 \tag{74}$$

- Hadamard-Gatter:

$$H : m_0(x, t) \to \frac{1}{\sqrt{2}}[m_0(x, t) + m_1(x, t)] \tag{75}$$

- CNOT-Gatter:

$$\text{CNOT} : m_{12}(x_1, x_2, t) = m_1(x_1, t) \cdot f_{\text{control}}(m_2(x_2, t)) \tag{76}$$

  Mit der Kontrollfunktion:

$$f_{\text{control}}(m_2) = \begin{cases} m_2 & \text{wenn } m_1 = m_0 \\ -m_2 & \text{wenn } m_1 = m_1 \end{cases} \tag{77}$$

6 KOSMOLOGIE IM T0-MODELL

6.1 Statisches Universum

- Metrik im statischen Universum:

$$ds^2 = -dt^2 + a^2(t)[dr^2 + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2)] \tag{78}$$

Mit: $a(t) =$ konstant im T0-statischen Modell

- Teilchenhorizont im statischen Universum:

$$r_H = \int_0^t c\,dt' = ct \tag{79}$$

6.2 Photonen-Energieverlust und Rotverschiebung

- Energieverlustrate für Photonen:

$$\frac{dE_\gamma}{dr} = -g_T\omega^2\frac{2G}{r^2} \tag{80}$$

- Korrigierte Energieverlustrate mit geometrischem Parameter:

$$\boxed{\frac{dE_\gamma}{dr} = -\xi\frac{E_\gamma^2}{m_{\text{field}} \cdot r} = -\frac{4}{3} \times 10^{-4}\frac{E_\gamma^2}{m_{\text{field}} \cdot r}} \tag{81}$$

- Integrierte Energieverlustgleichung:

$$\frac{1}{E_{\gamma,0}} - \frac{1}{E_\gamma(r)} = \xi\frac{\ln(r/r_0)}{m_{\text{field}}} \tag{82}$$

- Approximation für kleine Korrekturen ($\xi \ll 1$):

$$E_\gamma(r) \approx E_{\gamma,0}\left(1 - \xi\frac{E_{\gamma,0}}{m_{\text{field}}}\ln\left(\frac{r}{r_0}\right)\right) \tag{83}$$

6.3 Wellenlängenabhängige Rotverschiebung

- Definition der Rotverschiebung:

$$z = \frac{\lambda_{\text{observed}} - \lambda_{\text{emitted}}}{\lambda_{\text{emitted}}} = \frac{\lambda(r) - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{E_{\text{emitted}} - E_{\text{observed}}}{E_{\text{observed}}} \tag{84}$$

- Universelle Rotverschiebungsformel:

$$\boxed{z(\lambda) = z_0\left(1 - \alpha\ln\frac{\lambda}{\lambda_0}\right)} \tag{85}$$

- Rotverschiebungsgradient:

$$\frac{dz}{d\ln\lambda} = -\alpha z_0 \tag{86}$$

- Beispiel für Rotverschiebungsvariationen bei einem Quasar mit $z_0 = 2$:

$$z(\text{blau}) = 2.0 \times (1 - 0.1 \times \ln(0.5)) = 2.0 \times (1 + 0.069) = 2.14 \tag{87}$$
$$z(\text{rot}) = 2.0 \times (1 - 0.1 \times \ln(2.0)) = 2.0 \times (1 - 0.069) = 1.86 \tag{88}$$

- CMB-Frequenzabhängigkeit:
$$\Delta z = \xi \ln \frac{\nu_1}{\nu_2} \tag{89}$$

- Vorhersage für Planck-Frequenzbänder:

$$\Delta z_{30-353} = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \times \ln \frac{353}{30} = 1.33 \times 10^{-4} \times 2.46 = 3.3 \times 10^{-4} \tag{90}$$

- Modifizierte CMB-Temperatur-Entwicklung:

$$\boxed{T(z) = T_0(1+z)\,(1 + \beta \ln(1+z))} \tag{91}$$

6.4 Hubble-Parameter und Gravitationsdynamik

- Hubble-ähnliche Beziehung für kleine Rotverschiebungen:

$$z \approx \frac{E_{\gamma,0} - E_\gamma(r)}{E_\gamma(r)} \approx \xi \frac{E_{\gamma,0}}{m_{\text{field}}} \ln\left(\frac{r}{r_0}\right) \tag{92}$$

- Für nahe Entfernungen, wo $\ln(r/r_0) \approx r/r_0 - 1$:

$$z \approx \xi \frac{E_{\gamma,0}}{m_{\text{field}}} \frac{r}{r_0} = H_0 \frac{r}{c} \tag{93}$$

- Effektiver Hubble-Parameter:

$$H_0 = \xi \frac{E_{\gamma,0}}{m_{\text{field}}} \frac{c}{r_0} \tag{94}$$

- Modifizierte Galaxienrotationskurven:

$$v(r) = \sqrt{\frac{G m_{\text{total}}}{r} + \Omega r^2} \tag{95}$$

  wobei Ω die Dimension $[M^3]$ hat

- Beobachtete "Hubble-Parameter" als Artefakte verschiedener Energieverlustmechanismen:
$$H_0^{\text{apparent}}(z) = H_0^{\text{local}} \cdot f(z, \xi, m_{\text{field}}(z)) \tag{96}$$

- Hubble-Spannung:

$$\text{Tension} = \frac{|H_0^{\text{SH0ES}} - H_0^{\text{Planck}}|}{\sqrt{\sigma^2_{\text{SH0ES}} + \sigma^2_{\text{Planck}}}} = \frac{5.6}{\sqrt{1.4^2 + 0.5^2}} = \frac{5.6}{1.49} = 3.8\sigma \tag{97}$$

6.5 Energieabhängige Lichtablenkung

- Modifizierte Ablenkungsformel:

$$\boxed{\theta = \frac{4GM}{bc^2}\left(1 + \xi\frac{E_\gamma}{m_0}\right)} \tag{98}$$

- Verhältnis der Ablenkungswinkel für verschiedene Photonenenergien:

$$\frac{\theta(E_1)}{\theta(E_2)} = \frac{1 + \xi\frac{E_1}{m_0}}{1 + \xi\frac{E_2}{m_0}} \tag{99}$$

- Approximation für $\xi\frac{E}{m_0} \ll 1$:

$$\frac{\theta(E_1)}{\theta(E_2)} \approx 1 + \xi\frac{E_1 - E_2}{m_0} \tag{100}$$

- Modifizierter Einstein-Ring-Radius:

$$\theta_E(\lambda) = \theta_{E,0}\sqrt{1 + \xi\frac{hc}{\lambda m_0}} \tag{101}$$

- Beispiel für X-ray (10 keV) und optische (2 eV) Photonen bei Sonnenablenkung:

$$\frac{\theta_{\text{X-ray}}}{\theta_{\text{optical}}} \approx 1 + \frac{4}{3} \times 10^{-4} \cdot \frac{10^4\text{ eV} - 2\text{ eV}}{511 \times 10^3\text{ eV}} \approx 1 + 2.6 \times 10^{-6} \tag{102}$$

6.6 Universelle Geodätengleichung

- Vereinheitlichte Geodätengleichung:

$$\boxed{\frac{d^2x^\mu}{d\lambda^2} + \Gamma^\mu_{\alpha\beta}\frac{dx^\alpha}{d\lambda}\frac{dx^\beta}{d\lambda} = \xi \cdot \partial^\mu \ln(m_{\text{field}})} \tag{103}$$

- Modifizierte Christoffel-Symbole:

$$\Gamma^\lambda_{\mu\nu} = \Gamma^\lambda_{\mu\nu|0} + \frac{\xi}{2}\left(\delta^\lambda_\mu\partial_\nu T_{\text{field}} + \delta^\lambda_\nu\partial_\mu T_{\text{field}} - g_{\mu\nu}\partial^\lambda T_{\text{field}}\right) \tag{104}$$

7 DIMENSIONSANALYSE UND EINHEITEN

7.1 Dimensionen fundamentaler Größen

$$\text{Masse:} \quad [M] \quad \text{(fundamental)} \tag{105}$$
$$\text{Energie:} \quad [E] = [ML^2T^{-2}] \tag{106}$$
$$\text{Länge:} \quad [L] \tag{107}$$
$$\text{Zeit:} \quad [T] \tag{108}$$
$$\text{Impuls:} \quad [p] = [MLT^{-1}] \tag{109}$$
$$\text{Kraft:} \quad [F] = [MLT^{-2}] \tag{110}$$
$$\text{Ladung:} \quad [q] = [1] \quad \text{(dimensionslos)} \tag{111}$$
$$\text{Wirkung:} \quad [S] = [ML^2T^{-1}] \tag{112}$$
$$\text{Querschnitt:} \quad [\sigma] = [L^2] \tag{113}$$
$$\text{Lagrange-Dichte:} \quad [\mathcal{L}] = [ML^{-1}T^{-2}] \tag{114}$$
$$\text{Massendichte:} \quad [\rho] = [ML^{-3}] \tag{115}$$
$$\text{Wellenfunktion:} \quad [\psi] = [L^{-3/2}] \tag{116}$$
$$\text{Feldstärketensor:} \quad [F_{\mu\nu}] = [MT^{-2}] \tag{117}$$
$$\text{Beschleunigung:} \quad [a] = [LT^{-2}] \tag{118}$$
$$\text{Stromdichte:} \quad [J^\mu] = [qL^{-2}T^{-1}] \tag{119}$$
$$\text{D'Alembert-Operator:} \quad [\Box] = [L^{-2}] \tag{120}$$
$$\text{Ricci-Tensor:} \quad [R_{\mu\nu}] = [L^{-2}] \tag{121}$$

7.2 Häufig verwendete Kombinationen

$$\text{g-2 Vorfaktor:} \quad \frac{\xi}{2\pi} = 2.122 \times 10^{-5} \tag{122}$$
$$\text{Myon-Elektron-Verhältnis:} \quad \frac{m_\mu}{m_e} = 206.768 \tag{123}$$
$$\text{Tau-Elektron-Verhältnis:} \quad \frac{m_\tau}{m_e} = 3477.7 \tag{124}$$
$$\text{Gravitationskopplung:} \quad \xi^2 = 1.78 \times 10^{-8} \tag{125}$$
$$\text{Schwache Kopplung:} \quad \xi^{1/2} = 1.15 \times 10^{-2} \tag{126}$$
$$\text{Starke Kopplung:} \quad \xi^{-1/3} = 9.65 \tag{127}$$
$$\text{Universelle T0-Skala:} \quad 2Gm \tag{128}$$
$$\text{Zeit-Masse-Dualität:} \quad T_{\text{field}} \cdot m_{\text{field}} = 1 \tag{129}$$

8 ξ-HARMONISCHE THEORIE UND FAKTORISIERUNG

8.1 Zwei unterschiedliche ξ-Parameter im T0-Modell

- **Geometrischer ξ-Parameter**: Fundamentalkonstante des T0-Modells

$$\xi_{\text{geom}} = \frac{4}{3} \times 10^{-4} = \frac{1}{7500} \tag{130}$$

Dieser Parameter bestimmt die Stärke der Zeitfeld-Wechselwirkungen und taucht in allen fundamentalen Gleichungen auf.

- **Resonanz-ξ-Parameter**: Optimierungsparameter für die Faktorisierung

$$\xi_{\text{res}} = \frac{1}{10} = 0.1 \tag{131}$$

Dieser Parameter bestimmt die "Schärfe" der Resonanzfenster bei der harmonischen Analyse.

- **Konzeptionelle Verbindung**: Beide Parameter beschreiben die fundamentale "Unschärfe" in ihren jeweiligen Domänen:
  - ξ_{geom} die universelle geometrische Unschärfe in der Raumzeit
  - ξ_{res} die praktische Unschärfe bei Resonanzdetektion

8.2 ξ-Parameter als Unschärfe-Parameter

- Heisenbergsche Unschärferelation:

$$\Delta\omega \times \Delta t \geq \xi/2 \tag{132}$$

- ξ als Resonanz-Fenster:

$$\text{Resonance}(\omega, \omega_{\text{target}}, \xi) = \exp\left(-\frac{(\omega - \omega_{\text{target}})^2}{4\xi}\right) \tag{133}$$

- Optimaler Parameter:

$$\xi = 1/10 \text{ (für mittlere Selektivität)} \tag{134}$$

- Akzeptanz-Radius:

$$r_{\text{accept}} = \sqrt{4\xi} \approx 0.63 \text{ (für } \xi = 1/10) \tag{135}$$

8.3 Spektrale Dirac-Darstellung

- Dirac-Darstellung einer Zahl $n = p \times q$:

$$\delta_n(f) = A_1\delta(f - f_1) + A_2\delta(f - f_2) \tag{136}$$

- ξ-verbreiterte Dirac-Funktion:

$$\delta_\xi(\omega - \omega_0) = \frac{1}{\sqrt{4\pi\xi}} \times \exp\left(-\frac{(\omega - \omega_0)^2}{4\xi}\right) \tag{137}$$

- Vollständige Dirac-Zahlen-Funktion:

$$\Psi_n(\omega, \xi) = \sum_i A_i \times \frac{1}{\sqrt{4\pi\xi}} \times \exp\left(-\frac{(\omega - \omega_i)^2}{4\xi}\right) \tag{138}$$

8.4 Verhältnisbasierte Berechnungen und Faktorisierung

- Grundfrequenzen im Spektrum entsprechen Primfaktoren:

$$n = p \times q \rightarrow \{f_1 = f_0 \times p, f_2 = f_0 \times q\} \tag{139}$$

- Spektrales Verhältnis:

$$R(n) = \frac{q}{p} = \frac{\max(p, q)}{\min(p, q)} \tag{140}$$

- Oktaven-Reduktion zur Vermeidung von Rundungsfehlern:

$$R_{\text{oct}}(n) = \frac{R(n)}{2^{\lfloor \log_2(R(n)) \rfloor}} \tag{141}$$

- Beatfrequenz (Differenzfrequenz):

$$f_{\text{beat}} = |f_2 - f_1| = f_0 \times |q - p| \tag{142}$$

- Verhältnisbasierte Berechnung statt absoluter Werte:

$$\frac{f_1}{f_0} = p, \quad \frac{f_2}{f_0} = q, \quad \frac{f_2}{f_1} = \frac{q}{p} \tag{143}$$

9 EXPERIMENTELLE VERIFIKATION

9.1 Experimentelle Verifikationsmatrix

Observable	T0 Vorhersage	Status	Präzision
Myon g-2	245×10^{-11}	Bestätigt	0.10σ
Elektron g-2	1.15×10^{-19}	Testbar	10^{-13}
Tau g-2	257×10^{-11}	Zukunft	10^{-9}
Feinstruktur	$\alpha = 1/137$	Bestätigt	10^{-10}
Schwache Kopplung	$g_W^2/4\pi = \sqrt{\xi}$	Testbar	10^{-3}
Starke Kopplung	$\alpha_s = \xi^{-1/3}$	Testbar	10^{-2}

9.2 Hierarchie der physikalischen Realität

Level 1: Reine Geometrie
$G_3 = 4/3$
$\downarrow$
Level 2: Skalenverhältnisse
$S_{\text{ratio}} = 10^{-4}$
$\downarrow$
Level 3: Massefeld-Dynamik
$\Box m_{\text{field}} = 0$
$\downarrow$
Level 4: Teilchen-Anregungen
Lokalisierte Feldmuster
$\downarrow$
Level 5: Klassische Physik
Makroskopische Manifestationen

9.3 Geometrische Vereinheitlichung

- Wechselwirkungsstärke als Funktion von ξ:

$$\text{Wechselwirkungsstärke} = G_3 \times \text{Massenskalenverhältnis} \times \text{Kopplungsfunktion} \tag{144}$$

- Konkrete Wechselwirkungen:

$$\alpha_{\text{EM}} = G_3 \times S_{\text{ratio}} \times f_{\text{EM}}(m) \tag{145}$$
$$\alpha_W = G_3^{1/2} \times S_{\text{ratio}}^{1/2} \times f_W(m) \tag{146}$$
$$\alpha_S = G_3^{-1/3} \times S_{\text{ratio}}^{-1/3} \times f_S(m) \tag{147}$$
$$\alpha_G = G_3^2 \times S_{\text{ratio}}^2 \times f_G(m) \tag{148}$$

9.4 Vereinheitlichungsbedingung

- GUT-Energie:

$$m_{\text{GUT}} \sim \frac{m_{\text{Planck}}}{S_{\text{ratio}}} = 10^{23}\ \text{GeV} \tag{149}$$

- Konvergenz der Kopplungskonstanten:

$$\alpha_{\text{EM}} \sim \alpha_W \sim \alpha_S \sim G_3 \times S_{\text{ratio}} \sim 1.33 \times 10^{-4} \tag{150}$$

- Bedingung für Kopplungsfunktionen:

$$f_{\text{EM}}(m_{\text{GUT}}) = f_W^2(m_{\text{GUT}}) = f_S^{-3}(m_{\text{GUT}}) = 1 \tag{151}$$

9.5 Verhältnisbasierte Berechnungen zur Vermeidung von Rundungsfehlern

- Grundprinzip: Statt absoluter Werte werden Verhältnisse verwendet:

$$\frac{m_1}{m_0} = p, \quad \frac{m_2}{m_0} = q, \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{q}{p} \tag{152}$$

- Spektrales Verhältnis für numerische Stabilität:

$$R(n) = \frac{q}{p} = \frac{\max(p,q)}{\min(p,q)} \tag{153}$$

- Oktaven-Reduktion zur weiteren Fehlerminimierung:

$$R_{\text{oct}}(n) = \frac{R(n)}{2^{\lfloor \log_2(R(n)) \rfloor}} \tag{154}$$

- Harmonische Distanz (in Cent):

$$d_{\text{harm}}(n,h) = 1200 \times \left| \log_2 \left(\frac{R_{\text{oct}}(n)}{h} \right) \right| \tag{155}$$

- Übereinstimmungskriterium mit Toleranzparameter ξ:

$$\text{Match}(n, \text{harmonic\_ratio}) = \text{TRUE wenn } |R_{\text{oct}}(n) - \text{harmonic\_ratio}|^2 < 4\xi \tag{156}$$

- Anwendung auf Frequenzberechnungen:

$$f_{\text{ratio}} = \frac{f_2}{f_1} = \frac{q}{p} \tag{157}$$

$$f_{\text{beat}} = |f_2 - f_1| = f_0 \times |q - p| \tag{158}$$

- Vorteil: Bei komplexen Berechnungen mit vielen Operationen (insbesondere FFT und spektrale Analysen) können sich Rundungsfehler akkumulieren. Die verhältnisbasierte Berechnung minimiert diesen Effekt durch:
  - Reduzierung der Operationsanzahl
  - Vermeidung von Differenzen zwischen großen Zahlen
  - Stabilisierung der numerischen Präzision über einen größeren Wertebereich
  - Direkte Vergleichbarkeit mit harmonischen Verhältnissen ohne Umrechnung