

T0-Modell Formelsammlung

(Energiebasierte Version)

Johann Pascher

Höhere Technische Bundeslehranstalt (HTL), Leonding, Österreich

johann.pascher@gmail.com

26. Juli 2025

Inhaltsverzeichnis

1	FUNDAMENTALE PRINZIPIEN	3
1.1	Universeller geometrischer Parameter	3
1.2	Zeit-Energie-Dualität	3
1.3	Universelle Wellengleichung	3
1.4	Universelle Lagrange-Dichte	3
2	NATÜRLICHE EINHEITEN UND SKALEN	4
2.1	Natürliche Einheiten	4
2.2	Planck-Skala als Referenz	4
2.3	Energieskalen-Hierarchie	4
2.4	Universelle Skalierungsgesetze	4
3	ELEKTROMAGNETISMUS UND KOPPLUNG	5
3.1	Kopplungskonstanten	5
3.2	Feinstrukturkonstante	5
3.3	Elektromagnetische Lagrange-Dichte	5
4	ANOMALES MAGNETISCHES MOMENT	6
4.1	Fundamentale T0-Formel	6
4.2	Berechnung für das Myon	6
4.3	Vorhersagen für andere Leptonen	6
4.4	Experimentelle Vergleiche	7
5	YUKAWA-KOPPLUNGSSTRUKTUR	7
5.1	Universelles Yukawa-Muster	7
5.2	Generationen-Hierarchie	7
5.3	Experimentelle Validierung der Massen	8
6	QUANTENMECHANIK IM T0-MODELL	8
6.1	Vereinfachte Dirac-Gleichung	8
6.2	Erweiterte Schrödinger-Gleichung	9

6.3	Deterministische Quantenphysik	9
6.4	Verschränkung und Bell-Ungleichungen	10
6.5	Quantengatter und Operationen	10
6.6	Quantenalgorithmen	11
7	DIMENSIONSANALYSE UND EINHEITEN	11
7.1	Dimensionen fundamentaler Größen	11
7.2	Häufig verwendete Kombinationen	12
8	GRAVITATIONSEFFEKTE UND VEREINHEITLICHUNG	12
8.1	Energieverlust von Photonen	12
8.2	Wellenlängenabhängige Rotverschiebung	13
8.3	Energieabhängige Lichtablenkung	13
8.4	Universelle Geodätengleichung	14
8.5	Experimentelle Vorhersagen	14
8.6	Einstein-Varianten der Masse-Energie-Beziehung	14
9	ξ -HARMONISCHE THEORIE UND FAKTORISIERUNG	15
9.1	ξ -Parameter als Unschärfe-Parameter	15
9.2	Spektrale Dirac-Darstellung	15
9.3	Faktorisierung durch FFT-Spektraltheorie	16
9.4	Harmonische Hierarchie für Faktorisierungen	16
9.5	Resonanz-Score für Faktorisierungen	16
9.6	Verhältnisbasierte Berechnung zur Vermeidung von Rundungsfehlern	17
10	FORMELZEICHENERKLÄRUNGEN	17
10.1	Allgemeine Symbole	17
10.2	Feldtheorie-Symbole	17
10.3	Quantenmechanische Symbole	18
10.4	Teilchenphysik-Symbole	18
10.5	Kosmologische Symbole	18
10.6	Spektralanalyse und Faktorisierung	19

1 FUNDAMENTALE PRINZIPIEN

1.1 Universeller geometrischer Parameter

- Der grundlegende Parameter des T0-Modells:

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

- Beziehung zur 3D-Geometrie:

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

1.2 Zeit-Energie-Dualität

- Grundlegende Dualitätsbeziehung:

$$T_{\text{field}} \cdot E_{\text{field}} = 1$$

- Charakteristische T0-Länge:

$$r_0 = 2GE$$

- Charakteristische T0-Zeit:

$$t_0 = 2GE$$

1.3 Universelle Wellengleichung

- D'Alembert-Operator auf Energiefeld:

$$\square E_{\text{field}} = \left(\nabla^2 - \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) E_{\text{field}} = 0$$

- Geometriegekoppelte Gleichung:

$$\square E_{\text{field}} + \frac{G_3}{\ell_P^2} E_{\text{field}} = 0$$

1.4 Universelle Lagrange-Dichte

- Fundamentales Wirkungsprinzip:

$$\boxed{\mathcal{L} = \varepsilon \cdot (\partial E_{\text{field}})^2}$$

- Kopplungsparameter:

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

2 NATÜRLICHE EINHEITEN UND SKALEN

2.1 Natürliche Einheiten

- Fundamentale Konstanten:

$$\hbar = c = k_B = 1$$

- Gravitationskonstante:

$$G = 1 \text{ numerisch, behält aber Dimension } [G] = [E^{-2}]$$

2.2 Planck-Skala als Referenz

- Planck-Länge:

$$\ell_P = \sqrt{G}$$

- Skalenverhältnis:

$$\xi_{\text{rat}} = \frac{\ell_P}{r_0}$$

- Verhältnis zwischen Planck- und T0-Skalen:

$$\xi = \frac{\ell_P}{r_0} = \frac{\sqrt{G}}{2GE} = \frac{1}{2\sqrt{G} \cdot E}$$

2.3 Energieskalen-Hierarchie

- Planck-Energie:

$$E_P = 1 \text{ (Planck-Referenzskala)}$$

- Elektroschwache Energie:

$$E_{\text{electroweak}} = \sqrt{\xi} \cdot E_P \approx 0,012 E_P$$

- T0-Energie:

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

- Atomare Energie:

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

2.4 Universelle Skalierungsgesetze

- Energieskalenverhältnis:

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

- Wechselwirkungsspezifische Exponenten:

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

$$\alpha_{\text{weak}} = 1/2 \quad (\text{Quadratwurzel-schwache Skalierung})$$

$$\alpha_{\text{strong}} = 1/3 \quad (\text{Kubikwurzel-starke Skalierung})$$

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

3 ELEKTROMAGNETISMUS UND KOPPLUNG

3.1 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:

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

3.2 Feinstrukturkonstante

- Feinstrukturkonstante in SI-Einheiten:

$$\frac{1}{137,036} = 1 \cdot \frac{\hbar c}{4\pi\epsilon_0 e^2}$$

- 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:

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

3.3 Elektromagnetische Lagrange-Dichte

- Elektromagnetische Lagrange-Dichte:

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

- Kovariante Ableitung:

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

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

4 ANOMALES MAGNETISCHES MOMENT

4.1 Fundamentale T0-Formel

- Parameterfreie Vorhersage für das Myon-g-2:

$$a_{\mu}^{\text{T0}} = \frac{\xi}{2\pi} \left(\frac{E_{\mu}}{E_e} \right)^2$$

- Universelle Leptonenformel:

$$a_{\ell}^{\text{T0}} = \frac{\xi}{2\pi} \left(\frac{E_{\ell}}{E_e} \right)^2$$

4.2 Berechnung für das Myon

- Energieverhältnis für das Myon:

$$\frac{E_{\mu}}{E_e} = \frac{105,658 \text{ MeV}}{0,511 \text{ MeV}} = 206,768$$

- Berechnetes Energieverhältnis zum Quadrat:

$$\left(\frac{E_{\mu}}{E_e} \right)^2 = (206,768)^2 = 42.753,2$$

- Geometrischer Faktor:

$$\frac{\xi}{2\pi} = \frac{4/3 \times 10^{-4}}{2\pi} = \frac{1,3333 \times 10^{-4}}{6,2832} = 2,122 \times 10^{-5}$$

- Vollständige Berechnung:

$$a_{\mu}^{\text{T0}} = 2,122 \times 10^{-5} \times 42.753,2 = 9,071 \times 10^{-1}$$

- Vorhersage in experimentellen Einheiten:

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

4.3 Vorhersagen für andere Leptonen

- Tau-g-2 Vorhersage:

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

- Elektron-g-2 Vorhersage:

$$a_e^{\text{T0}} = 1,15 \times 10^{-19}$$

4.4 Experimentelle Vergleiche

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

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

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

$$\text{Abweichung} = 0,10\sigma$$

- Standardmodell vs. Experiment:

$$a_{\mu}^{\text{SM}} = 181(43) \times 10^{-11}$$

$$\text{Abweichung} = 4,2\sigma$$

- Statistische Analyse:

$$\text{T0-Abweichung} = \frac{|a_{\mu}^{\text{exp}} - a_{\mu}^{\text{T0}}|}{\sigma_{\text{total}}} = \frac{|251 - 245| \times 10^{-11}}{\sqrt{59^2 + 12^2} \times 10^{-11}} = \frac{6 \times 10^{-11}}{60,2 \times 10^{-11}} = 0,10\sigma$$

5 YUKAWA-KOPPLUNGSSTRUKTUR

5.1 Universelles Yukawa-Muster

- Allgemeine Massenformel:

$$m_i = v \cdot y_i = 246 \text{ GeV} \cdot r_i \cdot \xi^{p_i}$$

- Vollständige Fermion-Struktur:

$$y_e = \frac{4}{3}\xi^{3/2} = 2,04 \times 10^{-6} \quad (\text{Elektron})$$

$$y_{\mu} = \frac{16}{5}\xi^1 = 4,25 \times 10^{-4} \quad (\text{Myon})$$

$$y_{\tau} = \frac{5}{4}\xi^{2/3} = 7,31 \times 10^{-3} \quad (\text{Tau})$$

$$y_u = 6\xi^{3/2} = 9,23 \times 10^{-6} \quad (\text{Up-Quark})$$

$$y_d = \frac{25}{2}\xi^{3/2} = 1,92 \times 10^{-5} \quad (\text{Down-Quark})$$

$$y_s = 3\xi^1 = 3,98 \times 10^{-4} \quad (\text{Strange-Quark})$$

$$y_c = \frac{8}{9}\xi^{2/3} = 5,20 \times 10^{-3} \quad (\text{Charm-Quark})$$

$$y_b = \frac{3}{2}\xi^{1/2} = 1,73 \times 10^{-2} \quad (\text{Bottom-Quark})$$

$$y_t = \frac{1}{28}\xi^{-1/3} = 0,694 \quad (\text{Top-Quark})$$

5.2 Generationen-Hierarchie

- Erste Generation: Exponent $p = 3/2$
- Zweite Generation: Exponent $p = 1 \rightarrow 2/3$

- Dritte Generation: Exponent $p = 2/3 \rightarrow -1/3$
- Geometrische Interpretation:

$$\begin{aligned} 3\text{D-Packung (Gen. 1)} &\rightarrow \xi^{3/2} \\ 2\text{D-Anordnungen (Gen. 2)} &\rightarrow \xi^1 \\ 1\text{D-Strukturen (Gen. 3)} &\rightarrow \xi^{2/3} \\ \text{Inverse Skalierung (Top)} &\rightarrow \xi^{-1/3} \end{aligned}$$

5.3 Experimentelle Validierung der Massen

- Durchschnittliche Abweichung: $< 0,5\%$
- Elektron: $0,0\%$ Abweichung
- Myon: $0,0\%$ Abweichung
- Top-Quark: $1,2\%$ Abweichung
- Bemerkenswerte Präzision ohne freie Parameter

6 QUANTENMECHANIK IM T0-MODELL

6.1 Vereinfachte Dirac-Gleichung

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

$$(i\gamma^\mu \partial_\mu - m) \psi = 0$$

- Modifizierte Dirac-Gleichung mit Zeitfeld-Kopplung:

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

- Zeitfeld-Verbindung:

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

- Radikale Vereinfachung zur universellen Feldgleichung:

$$\boxed{\partial^2 \delta E = 0}$$

- Spinor-zu-Feld-Abbildung:

$$\psi = \begin{pmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \\ \psi_3 \\ \psi_4 \end{pmatrix} \rightarrow E_{\text{field}} = \sum_{i=1}^4 c_i E_i(x, t)$$

- Informationskodierung im T0-Modell:

$$\begin{aligned} \text{Spin-Information} &\rightarrow \nabla \times E_{\text{field}} \\ \text{Ladungs-Information} &\rightarrow \phi(\vec{r}, t) \\ \text{Massen-Information} &\rightarrow E_0 \text{ und } r_0 = 2GE_0 \\ \text{Anteilchen-Information} &\rightarrow \pm E_{\text{field}} \end{aligned}$$

6.2 Erweiterte Schrödinger-Gleichung

- Standardform der Schrödinger-Gleichung:

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

- Erweiterte Schrödinger-Gleichung mit Zeitfeld-Kopplung:

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

- Alternative Formulierung mit explizitem Zeitfeld:

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

- Deterministische Lösungsstruktur:

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

- Modifizierte Dispersionsrelationen:

$$E^2 = p^2 + E_0^2 + \xi \cdot g(T_{\text{field}}(x, t))$$

- Wellenfunktion als Energiefeld-Darstellung:

$$\psi(x, t) = \sqrt{\frac{\delta E(x, t)}{E_0 V_0}} \cdot e^{i\phi(x, t)}$$

6.3 Deterministische Quantenphysik

- Standard-QM vs. T0-Darstellung:

Standard QM:

$$|\psi\rangle = \sum_i c_i |i\rangle \quad \text{mit} \quad P_i = |c_i|^2$$

T0 Deterministisch:

$$\text{Zustand} \equiv \{E_i(x, t)\} \quad \text{mit Verhältnissen} \quad R_i = \frac{E_i}{\sum_j E_j}$$

- Messungs-Wechselwirkungshamiltonian:

$$H_{\text{int}} = \frac{\xi}{E_P} \int \frac{E_{\text{system}}(x, t) \cdot E_{\text{detector}}(x, t)}{\ell_P^3} d^3x$$

- Messungsergebnis (deterministisch):

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

6.4 Verschränkung und Bell-Ungleichungen

- Verschränkung als Energiefeld-Korrelationen:

$$E_{12}(x_1, x_2, t) = E_1(x_1, t) + E_2(x_2, t) + E_{\text{corr}}(x_1, x_2, t)$$

- Singlett-Zustand-Darstellung:

$$|\psi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle - |10\rangle) \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}}[E_0(x_1)E_1(x_2) - E_1(x_1)E_0(x_2)]$$

- Feldkorrelationsfunktion:

$$C(x_1, x_2) = \langle E(x_1, t)E(x_2, t) \rangle - \langle E(x_1, t) \rangle \langle E(x_2, t) \rangle$$

- Modifizierte Bell-Ungleichungen:

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

- T0-Korrekturfaktor:

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

6.5 Quantengatter und Operationen

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

$$X : E_0(x, t) \leftrightarrow E_1(x, t)$$

- Pauli-Y-Gatter:

$$Y : E_0 \rightarrow iE_1, \quad E_1 \rightarrow -iE_0$$

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

$$Z : E_0 \rightarrow E_0, \quad E_1 \rightarrow -E_1$$

- Hadamard-Gatter:

$$H : E_0(x, t) \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}}[E_0(x, t) + E_1(x, t)]$$

- CNOT-Gatter:

$$\text{CNOT} : E_{12}(x_1, x_2, t) = E_1(x_1, t) \cdot f_{\text{control}}(E_2(x_2, t))$$

Mit der Kontrollfunktion:

$$f_{\text{control}}(E_2) = \begin{cases} E_2 & \text{wenn } E_1 = E_0 \\ -E_2 & \text{wenn } E_1 = E_1 \end{cases}$$

6.6 Quantenalgorithmen

- Quanten-Fourier-Transformation:

$$\text{QFT} : E_j \rightarrow \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} E_k e^{2\pi i j k / N}$$

- Resonanzperiode-Detektion:

$$E_{\text{resonance}}(t) = E_0 \cos\left(\frac{2\pi t}{r \cdot t_0}\right)$$

- Grover-Algorithmus Oracle-Operation:

$$O : E_{\text{target}} \rightarrow -E_{\text{target}}, \quad E_{\text{others}} \rightarrow E_{\text{others}}$$

- Grover-Diffusionsoperation:

$$D : E_i \rightarrow 2\langle E \rangle - E_i$$

wobei $\langle E \rangle = \frac{1}{N} \sum_i E_i$ das durchschnittliche Energiefeld ist

- Amplitudenverstärkung nach k Iterationen:

$$E_{\text{target}}^{(k)} = E_0 \sin\left((2k+1) \arcsin \sqrt{\frac{1}{N}}\right)$$

7 DIMENSIONSANALYSE UND EINHEITEN

7.1 Dimensionen fundamentaler Größen

- Energie: $[E]$ (fundamental)
- Masse: $[M] = [E]$
- Länge: $[L] = [E^{-1}]$
- Zeit: $[T] = [E^{-1}]$
- Impuls: $[p] = [E]$
- Kraft: $[F] = [E^2]$
- Ladung: $[q] = [1]$
- Wirkung: $[S] = [1]$
- Querschnitt: $[\sigma] = [E^{-2}]$
- Lagrange-Dichte: $[\mathcal{L}] = [E^4]$
- Energiedichte: $[\rho] = [E^4]$

- Wellenfunktion: $[\psi] = [E^{3/2}]$
- Feldstärketensor: $[F_{\mu\nu}] = [E^2]$
- Beschleunigung: $[a] = [E^2]$
- Stromdichte: $[J^\mu] = [E^3]$
- D'Alembert-Operator: $[\square] = [E^2]$
- Ricci-Tensor: $[R_{\mu\nu}] = [E^2]$

7.2 Häufig verwendete Kombinationen

- g-2 Vorfaktor: $\frac{\xi}{2\pi} = 2,122 \times 10^{-5}$
- Myon-Elektron-Verhältnis: $\frac{E_\mu}{E_e} = 206,768$
- Tau-Elektron-Verhältnis: $\frac{E_\tau}{E_e} = 3477,7$
- Gravitationskopplung: $\xi^2 = 1,78 \times 10^{-8}$
- Schwache Kopplung: $\xi^{1/2} = 1,15 \times 10^{-2}$
- Starke Kopplung: $\xi^{-1/3} = 9,65$
- Universelle T0-Skala: $2GE$
- Zeit-Energie-Dualität: $T_{\text{field}} \cdot E_{\text{field}} = 1$

8 GRAVITATIONSEFFEKTE UND VEREINHEITLICHUNG

8.1 Energieabhängige Lichtablenkung

- Modifizierte Ablenkungsformel:

$$\theta = \frac{4GM}{bc^2} \left(1 + \xi \frac{E_\gamma}{E_0} \right)$$

- Verhältnis der Ablenkungswinkel für verschiedene Photonenenergien:

$$\frac{\theta(E_1)}{\theta(E_2)} = \frac{1 + \xi \frac{E_1}{E_0}}{1 + \xi \frac{E_2}{E_0}}$$

- Approximation für $\xi \frac{E}{E_0} \ll 1$:

$$\frac{\theta(E_1)}{\theta(E_2)} \approx 1 + \xi \frac{E_1 - E_2}{E_0}$$

- Modifizierter Einstein-Ring-Radius:

$$\theta_E(\lambda) = \theta_{E,0} \sqrt{1 + \xi \frac{hc}{\lambda E_0}}$$

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

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

8.2 Universelle Geodätengleichung

- Vereinheitlichte Geodätengleichung:

$$\boxed{\frac{d^2 x^\mu}{d\lambda^2} + \Gamma_{\alpha\beta}^\mu \frac{dx^\alpha}{d\lambda} \frac{dx^\beta}{d\lambda} = \xi \cdot \partial^\mu \ln(E_{\text{field}})}$$

- Modifizierte Christoffel-Symbole:

$$\Gamma_{\mu\nu}^\lambda = \Gamma_{\mu\nu|0}^\lambda + \frac{\xi}{2} (\delta_\mu^\lambda \partial_\nu T_{\text{field}} + \delta_\nu^\lambda \partial_\mu T_{\text{field}} - g_{\mu\nu} \partial^\lambda T_{\text{field}})$$

- Korrelation zwischen Rotverschiebung und Lichtablenkung:

$$\frac{\Delta z}{\Delta \theta} = \frac{\xi E_{\gamma,0}}{E_{\text{field}}} \cdot \frac{bc^2}{4GM} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{r}{r_0}\right)} \cdot \frac{1}{\xi \frac{E_\gamma}{E_0}}$$

8.3 Experimentelle Vorhersagen

- Wellenlängenabhängige Rotverschiebung für Quasare:

$$z(450 \text{ nm}) - z(700 \text{ nm}) \approx 0,138 \times z_0$$

- Energieabhängige Lichtablenkung am Sonnenrand:

$$\frac{\theta_{10 \text{ keV}}}{\theta_{2 \text{ eV}}} \approx 1 + 2,6 \times 10^{-6}$$

- CMB-Temperaturvariation mit Rotverschiebung:

$$T(z) = T_0(1+z)(1+\beta \ln(1+z))$$

- CMB-Frequenzabhängigkeit:

$$\Delta z = \xi \ln \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

- Vorhersage für Planck-Frequenzbänder:

$$\Delta z_{30-353} = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \times \ln \frac{353}{30} = 1,33 \times 10^{-4} \times 2,46 = 3,3 \times 10^{-4}$$

8.4 Einstein-Varianten der Masse-Energie-Beziehung

- Die vier Einstein-Formen der Masse-Energie-Beziehung illustrieren die fundamentale Äquivalenz:

Form 1 (Standard): $E = mc^2$

Form 2 (Variable Masse): $E = m(x, t) \cdot c^2$

Form 3 (Variable Lichtgeschwindigkeit): $E = m \cdot c^2(x, t)$

Form 4 (T0-Modell): $E = m(x, t) \cdot c^2(x, t)$

- Das T0-Modell verwendet die allgemeinste Darstellung mit der zeitfeldabhängigen Lichtgeschwindigkeit:

$$c(x, t) = c_0 \cdot \frac{T_0}{T(x, t)}$$

- Experimentelle Ununterscheidbarkeit:
 - Alle vier Formulierungen sind mathematisch konsistent und führen zu identischen experimentellen Vorhersagen
 - Messgeräte erfassen immer nur das Produkt aus effektiver Masse und effektiver Lichtgeschwindigkeit
 - Nur die allgemeinste Form (Form 4) ist mit dem T0-Modell vollständig kompatibel und beschreibt korrekt die Energiefeld-Wechselwirkungen
- Zeit-Energie-Dualität im Kontext der Masse-Energie-Äquivalenz:

$$E = m(x, t) \cdot c^2(x, t) = m_0 \cdot c_0^2 \cdot \frac{T_0}{T(x, t)}$$

9 ξ -HARMONISCHE THEORIE UND FAKTORISIERUNG

9.1 ξ -Parameter als Unschärfe-Parameter

- Heisenbergsche Unschärferelation:

$$\Delta\omega \times \Delta t \geq \xi/2$$

- ξ als Resonanz-Fenster:

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

- Optimaler Parameter:

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

- Akzeptanz-Radius:

$$r_{\text{accept}} = \sqrt{4\xi} \approx 0,63 \text{ (für } \xi = 1/10\text{)}$$

9.2 Spektrale Dirac-Darstellung

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

$$\delta_n(f) = A_1 \delta(f - f_1) + A_2 \delta(f - f_2)$$

- ξ -verbreiterte Dirac-Funktion:

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

- Vollständige Dirac-Zahlen-Funktion:

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

9.3 Faktorisierung durch FFT-Spektraltheorie

- Grundfrequenzen im Spektrum entsprechen Primfaktoren:

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

- Spektrales Verhältnis (muss immer als Verhältnis betrachtet werden):

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

- Oktaven-Reduktion zur Vermeidung von Rundungsfehlern:

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

- Beatfrequenz (Differenzfrequenz):

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

9.4 Harmonische Hierarchie für Faktorisierungen

- Basis (1,0 - 1,4): Klassische Harmonien

$$\text{z.B. } \frac{3}{2} = 1,5 \text{ (Quinte)}, \frac{5}{4} = 1,25 \text{ (Große Terz)}$$

- Erweitert (1,4 - 1,6): Jazz/moderne Harmonien

$$\text{z.B. } \frac{11}{8} = 1,375, \frac{13}{8} = 1,625$$

- Komplex (1,6 - 1,85): Mikrotonale Spektren

$$\text{z.B. } \frac{29}{16} = 1,8125, \frac{31}{16} = 1,9375$$

- Ultra (1,85+): Xenharmonische Spektren

$$\text{z.B. } \frac{61}{32} = 1,90625, \frac{37}{32} = 1,15625$$

9.5 Resonanz-Score für Faktorisierungen

- Optimaler Resonanzparameter:

$$\xi = \frac{1}{10}$$

- Kreisfrequenz für Periode r :

$$\omega = \frac{2\pi}{r}$$

- Resonanz-Score:

$$\text{Res}(r, \xi) = \frac{1}{1 + \frac{|(\omega - \pi)^2|}{4\xi}}$$

9.6 Verhältnisbasierte Berechnung zur Vermeidung von Rundungsfehlern

- Statt absoluter Werte sollten Verhältnisse verwendet werden:

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

- Harmonische Distanz (in Cent):

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

- Übereinstimmungskriterium:

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

10 FORMELZEICHENERKLÄRUNGEN

10.1 Allgemeine Symbole

- ξ = Universeller geometrischer Parameter ($4/3 \times 10^{-4}$)
- G = Gravitationskonstante
- c = Lichtgeschwindigkeit
- \hbar = Reduziertes Plancksches Wirkungsquantum
- k_B = Boltzmann-Konstante
- E_P = Planck-Energie
- ℓ_P = Planck-Länge
- T_0 = Referenz-Zeitfeldwert
- E_0 = Referenz-Energiefeldwert

10.2 Feldtheorie-Symbole

- E_{field} = Energiefeld
- T_{field} = Zeitfeld
- δE = Energiefeldfluktuation
- \mathcal{L} = Lagrange-Dichte
- \square = D'Alembert-Operator
- $\Gamma_{\mu}^{(T)}$ = Zeitfeld-Verbindung
- ∇ = Nabla-Operator
- ∂_{μ} = Partielle Ableitung nach Koordinate μ

10.3 Quantenmechanische Symbole

- ψ = Wellenfunktion
- γ^{μ} = Dirac-Matrizen
- \hat{H} = Hamilton-Operator
- $|\psi\rangle$ = Zustandsvektor
- $\langle A \rangle$ = Erwartungswert der Observable A
- a_{μ} = Anomales magnetisches Moment des Myons
- a_{ℓ} = Anomales magnetisches Moment eines Leptons

10.4 Teilchenphysik-Symbole

- α_{EM} = Elektromagnetische Kopplungskonstante
- α_G = Gravitationskopplung
- α_W = Schwache Kopplung
- α_S = Starke Kopplung
- E_{μ} = Myon-Energie/Masse
- E_e = Elektron-Energie/Masse
- E_{τ} = Tau-Energie/Masse

10.5 Kosmologische Symbole

- z = Rotverschiebung
- λ = Wellenlänge
- ν = Frequenz
- H_0 = Hubble-Parameter
- θ = Ablenkungswinkel
- ds^2 = Linienelement
- $a(t)$ = Skalenfaktor

10.6 Spektralanalyse und Faktorisierung

- $R(n)$ = Spektrales Verhältnis einer Zahl n
- $R_{\text{oct}}(n)$ = Oktavenreduziertes spektrales Verhältnis
- f_{beat} = Beatfrequenz
- δ_ξ = ξ -verbreiterte Dirac-Funktion
- Ψ_n = Spektrale Wellenfunktion einer Zahl
- ω = Kreisfrequenz
- d_{harm} = Harmonische Distanz