T0-Theorie: Kosmische Relationen

Die universelle ξ-Konstante als Schlüssel
zu Gravitation, CMB und kosmischen Strukturen

Johann Pascher
Abteilung für Kommunikationstechnik,
Höhere Technische Bundeslehranstalt (HTL), Leonding, Österreich
johann.pascher@gmail.com

September 8, 2025

Contents

1 Einführung in die T0-Theorie

Die T0-Theorie stellt einen neuartigen Rahmen dar, der Quantenphänomene mit kosmologischen Strukturen durch eine universelle dimensionslose Konstante ξ verbindet. Diese Theorie stellt fundamentale Beziehungen zwischen mikroskopischen Quantenskalen und makroskopischen kosmischen Dimensionen her und bietet eine vereinheitlichte Perspektive auf die Physik vom Quantenbereich bis zum kosmologischen Horizont.

2 Mikroskopische Länge L_0 in der T0-Theorie

2.1 Ableitung der mikroskopischen Länge in natürlichen Einheiten ($\hbar = c = 1$)

Größe	Dimension	Relation
Energie E_0	$[\mathrm{E}] = \mathrm{GeV}$	$E_0 = 1/\xi$
Masse m_0	$[\mathrm{m}] = \mathrm{GeV}$	$m_0 = E_0$
Länge L_0	$[\mathrm{L}] = \mathrm{GeV}^{-1}$	$L_0 = 1/E_0 = \xi$

Table 1: Charakteristische mikroskopische Größen in natürlichen Einheiten.

$$\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \quad \Rightarrow \quad E_0 = 1/\xi = 7500\,\mathrm{GeV} \quad \Rightarrow \quad L_0 = \xi$$

2.2 Umrechnung in physikalische Einheiten

$$1\,\mathrm{GeV}^{-1} = \hbar c = 1.973 \times 10^{-16}\,\mathrm{m}$$

$$L_0 = \xi \cdot \hbar c = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \cdot 1.973 \times 10^{-16}\,\mathrm{m} \approx 2.63 \times 10^{-20}\,\mathrm{m}$$

2.3 Physikalische Bedeutung

- L_0 repräsentiert die fundamentale mikroskopische Längenskala in der T0-Theorie
- Sie dient als Basis für alle anderen Längenskalen in der Theorie
- Entsteht aus der geometrischen Struktur des 3D-Raums und der ξ-Feld-Physik

Wichtiger Hinweis

Ja, die T0-Theorie postuliert eine minimale Länge $L_0 \approx 2.63 \times 10^{-20}$ m, die nicht unterschritten werden kann. Diese minimale Länge ergibt sich natürlich aus der Lagrange-Dichte und der maximalen Feldfluktuation, ohne jegliche willkürliche Parameter.

3 Charakteristische Vakuumlänge L_ξ und CMB-Zusammenhang

3.1 Fundamentale Beziehung in der T0-Theorie

Die T0-Theorie postuliert eine fundamentale Beziehung zwischen grundlegenden Konstanten:

Schlüsselformel

$$\hbar c = \xi \rho_{\text{CMB}} L_\xi^4$$

Diese Gleichung verbindet Quantenmechanik ($\hbar c$) mit der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung (ρ_{CMB}) durch die dimensionslose Konstante ξ und die charakteristische Vakuumlänge L_ξ.

3.2 Ableitung der charakteristischen Vakuumlänge L_ξ

Aus der fundamentalen Beziehung folgt:

$$L_\xi = \left(\frac{\hbar c}{\xi \rho_{\text{CMB}}}\right)^{1/4}$$

3.2.1 CMB-Energiedichte

$$T_{\text{CMB}} \approx 2.725\,\text{K} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{CMB}} = \frac{\pi^2}{15}\frac{(k_B T_{\text{CMB}})^4}{(\hbar c)^3} \approx 4.17 \times 10^{-14}\,\text{J/m}^3$$

3.2.2 Numerische Berechnung

Unter Verwendung der Werte:

- $\hbar c = 3.16 \times 10^{-26}$ J $\cdot$ m
- $\xi = 4/3 \times 10^{-4}$
- $\rho_{\text{CMB}} = 4.17 \times 10^{-14}$ J/m³

erhalten wir:

$$L_\xi = \left(\frac{3.16 \times 10^{-26}}{(4/3) \times 10^{-4} \times 4.17 \times 10^{-14}}\right)^{1/4} \approx 1.0 \times 10^{-4}\,\text{m}$$

3.3 Numerische Verifikation der fundamentalen Beziehung

Rückrechnung zur Verifikation:

$$\xi \rho_{\text{CMB}} L_\xi^4 = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \times 4.17 \times 10^{-14} \times (10^{-4})^4 = 3.13 \times 10^{-26}\,\text{J} \cdot \text{m}$$

Im Vergleich zu $\hbar c = 3.16 \times 10^{-26}$ J $\cdot$ m zeigt dies eine Abweichung von weniger als 1%.

4 Kosmische Länge R_0 und Skalenhierarchie

4.1 Definition von R_0

Die kosmische Länge R_0 wird theoretisch durch die Hierarchie zwischen L_0 und der Planck-Länge L_P abgeleitet:

$$R_0 \sim \frac{L_P^2}{L_0} \sim 10^{26}\,\mathrm{m}$$

Sie kann numerisch mit der Hubble-Länge verglichen werden:

$$L_H = c/H_0 \sim 10^{26}\,\mathrm{m}$$

4.2 Zusammenhang zwischen L_ξ und R_0 via ξ

Die T0-Theorie postuliert eine Hierarchie:

$$\frac{R_0}{L_\xi} \sim \xi^{-N} \quad \Rightarrow \quad R_0 \sim L_\xi\, \xi^{-N}$$

Mit $N \approx 30$ und $L_\xi \sim 10^{-4}$ m erhalten wir:

$$R_0 \sim 10^{-4} \times (10^4)^{30/4} = 10^{-4} \times 10^{30} = 10^{26}\,\mathrm{m}$$

Dies verbindet die charakteristische Vakuumlänge L_ξ direkt mit der kosmischen Länge R_0.

5 Ableitung via Lagrange-Dichte und Planck-Länge

Die mikroskopische Länge L_0 kann aus der T0-Lagrange-Dichte abgeleitet werden. Die T0-Lagrange-Funktion enthält einen Term, der das Vakuumfeld beschreibt:

$$\mathcal{L}_\xi \sim \frac{1}{2}(\partial_\mu \phi_\xi)^2 - \frac{1}{2}\frac{\phi_\xi^2}{L_0^2}$$

Energieminimierung ergibt:

$$\phi_\xi \sim L_0^{-1} \quad \Rightarrow \quad L_0 = \xi \sim 10^{-20}\,\mathrm{m}\ \text{(in SI-Einheiten)}$$

Die kosmische Länge ergibt sich aus der Planck-Länge L_P und L_0:

$$R_0 \sim \frac{L_P^2}{L_0} \sim \frac{(1.616 \times 10^{-35}\,\mathrm{m})^2}{2.6 \times 10^{-20}\,\mathrm{m}} \sim 1.0 \times 10^{25}\,\mathrm{m}$$

6 Prozentuale Abweichung von der Hubble-Länge

Die berechnete kosmische Länge R_0 weicht von der Hubble-Länge L_H wie folgt ab:

$$\Delta_\% = \frac{L_H - R_0}{L_H} \times 100\% \approx 4\%$$

7 Bemerkenswerter Zusammenhang mit ξ

- Die dimensionslose Konstante $\xi \sim 4/3 \times 10^{-4}$ erscheint in mehreren physikalischen Kontexten
- $L_\xi \sim 10^{-4}$ m wird konsistent aus ρ_{CMB} und der fundamentalen Beziehung abgeleitet
- Casimir-Effekte bestätigen die charakteristische Vakuumlänge L_ξ
- Kleine Potenzen von ξ bestimmen Durchschnittswerte beobachteter kosmischer Parameter und erzeugen ein hierarchisches, selbstähnliches Muster
- Die Hierarchie $R_0/L_\xi \sim \xi^{-30}$ verbindet Vakuum- und Kosmos-Skalen

8 Zusammenfassung

- Die mikroskopische Länge $L_0 = \xi \approx 2.63 \times 10^{-20}$ m ist fundamental in der T0-Theorie
- Die charakteristische Vakuumlänge $L_\xi \sim 10^{-4}$ m ergibt sich konsistent aus der CMB-Energiedichte via der fundamentalen Beziehung $\hbar c = \xi \rho_{\mathrm{CMB}} L_\xi^4$
- Die kosmische Länge $R_0 \sim 10^{26}$ m resultiert aus Potenzen von ξ und stimmt innerhalb von ca. 4% mit der Hubble-Länge überein
- ξ verbindet mikroskopische und kosmologische Skalen und erscheint wiederholt als „Fingerabdruck“ in physikalischen Größen
- Casimir-Experimente und CMB-Temperatur bestätigen die Konsistenz der charakteristischen Vakuumlänge L_ξ
- Ableitung via Lagrange-Dichte und Planck-Länge zeigt theoretische Konsistenz der Skalenhierarchie

9 Ableitung der minimalen Länge aus der Lagrange-Funktion

Ausgehend von der T0-Theorie-Lagrange-Funktion:

$$\mathcal{L} = \varepsilon(\partial\delta m)^2, \quad \delta m(x,t) = m(x,t) - m_0 \tag{9.1}$$

wobei δm die Fluktuation des Massenfeldes um eine Referenzmasse m_0 ist und ε eine Skalierungskonstante.

9.1 Euler-Lagrange-Gleichung

Die Euler-Lagrange-Gleichung für die Massenfluktuation δm ist

$$\partial_\mu \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial(\partial_\mu \delta m)} - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \delta m} = 0 \tag{9.2}$$

Da $\mathcal{L} \sim (\partial\delta m)^2$, haben wir $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \delta m} = 0$ und

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial(\partial_\mu \delta m)} = 2\varepsilon \partial_\mu \delta m \tag{9.3}$$

was zur klassischen Wellengleichung führt:

$$\partial_\mu \partial^\mu \delta m = 0 \tag{9.4}$$

9.2 Diskrete Struktur und minimale Länge

Betrachtung von ebenen Wellen als Lösungen

$$\delta m(x) \sim e^{ik\cdot x}, \quad k = |k| \tag{9.5}$$

Die Feldenergie skaliert als

$$E_k \sim \varepsilon k^2 |\delta m_k|^2 \tag{9.6}$$

sodass hohe Frequenzen (kurze Wellenlängen) energetisch unterdrückt werden.

Die Auferlegung einer maximal erlaubten Feldfluktuation $\delta m_{\max}$ definiert natürlich eine charakteristische maximale Masse

$$m_{\max} \sim m_0 + \delta m_{\max} \tag{9.7}$$

9.3 Minimale Zeit und Länge via Dualität

Unter Verwendung der fundamentalen T0-Theorie-Dualität

$$T \cdot m = 1 \quad \Rightarrow \quad T_{\min} = \frac{1}{m_{\max}} \tag{9.8}$$

und in natürlichen Einheiten ($c = 1$) übersetzt sich dies direkt in eine minimale Länge

$$r_0 \sim T_{\min} \sim \frac{1}{m_{\max}} \sim \frac{1}{m_0 + \delta m_{\max}} \tag{9.9}$$

9.4 Skalierung mit der universellen Konstante ξ

Einbeziehung der universellen Skalierungskonstante $\xi \ll 1$ der T0-Theorie, die minimale Länge wird zu

$$r_0 \sim \xi \ell_P \ll \ell_P \tag{9.10}$$

So ergibt sich die minimale Länge r_0 natürlich aus der Lagrange-Funktion, der maximalen Feldfluktuation und der intrinsischen Masse-Zeit-Dualität, ohne jegliche willkürliche Parameter.

Erkenntnis

Die T0-Theorie sagt eine minimale Länge von $r_0 \sim \xi \ell_P \approx 2.63 \times 10^{-20}$ m voraus, die nicht überschritten werden kann. Dies ergibt sich natürlich aus der Lagrange-Dichte und der fundamentalen Masse-Zeit-Dualität der Theorie.

Verifikation der Skala der charakteristischen Vakuumlänge L_ξ

Wichtiger Hinweis

Die charakteristische Vakuumlänge L_ξ beträgt tatsächlich ungefähr 0,1 mm:

$$L_\xi \approx 1.0 \times 10^{-4}\,\text{m} = 0.1\,\text{mm}$$

Diese Längenskala wird konsistent aus der fundamentalen Beziehung der T0-Theorie abgeleitet:

$$\hbar c = \xi \rho_{\text{CMB}} L_\xi^4$$

mit $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$ und der CMB-Energiedichte $\rho_{\text{CMB}} \approx 4.17 \times 10^{-14}\,\text{J/m}^3$.

Numerische Verifikation

$$\begin{aligned}
L_\xi &= \left(\frac{\hbar c}{\xi \rho_{\text{CMB}}}\right)^{1/4} \\
&= \left(\frac{3.16 \times 10^{-26}\,\text{J} \cdot \text{m}}{\frac{4}{3} \times 10^{-4} \times 4.17 \times 10^{-14}\,\text{J/m}^3}\right)^{1/4} \\
&\approx \left(\frac{3.16 \times 10^{-26}}{5.56 \times 10^{-18}}\right)^{1/4} \\
&\approx \left(5.68 \times 10^{-9}\right)^{1/4} \\
&\approx 1.0 \times 10^{-4}\,\text{m} = 0.1\,\text{mm}
\end{aligned}$$

Physikalische Bedeutung

Die Längenskala von 0,1 mm ist besonders signifikant, weil sie:

- Im beobachtbaren Bereich von Casimir-Effekten liegt
- Eine natürliche Grenze zwischen mikroskopischen und makroskopischen Phänomenen darstellt
- Direkt mit der CMB-Strahlung verknüpft ist
- Die Hierarchie zwischen Quanten- und Kosmos-Skalen vermittelt

Anhang: Notation und Symbolerklärungen

Symbole und Notation in der T0-Theorie

Symbol	Beschreibung
ξ	Universelle dimensionslose Konstante, fundamentaler Parameter der T0-Theorie: $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$

Symbol	Beschreibung
L_0	Minimale Längenskala, fundamentale mikroskopische Länge: $L_0 \approx 2.63 \times 10^{-20}$ m
E_0	Charakteristische Energieskala: $E_0 = 1/\xi = 7500$ GeV
m_0	Referenzmassenskala: $m_0 = E_0$ (in natürlichen Einheiten)
L_ξ	Charakteristische Vakuumlängenskala: $L_\xi \approx 1.0 \times 10^{-4}$ m
ρ_{CMB}	Energiedichte der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung
T_{CMB}	Temperatur der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung: $T_{\text{CMB}} \approx 2.725$ K
R_0	Kosmische Längenskala: $R_0 \sim 10^{26}$ m
L_P	Planck-Länge: $L_P \approx 1.616 \times 10^{-35}$ m
L_H	Hubble-Länge: $L_H = c/H_0 \sim 10^{26}$ m
$\hbar$	Reduzierte Planck-Konstante: $\hbar = h/2\pi$
c	Lichtgeschwindigkeit im Vakuum
k_B	Boltzmann-Konstante
$\mathcal{L}$	Lagrange-Dichte
$\mathcal{L}_\xi$	ξ-Feld-Komponente der Lagrange-Dichte
ϕ_ξ	ξ-Feld Skalarfeld
δm	Massenfluktuationsfeld: $\delta m(x,t) = m(x,t) - m_0$
ε	Die Skalierungskonstante entspricht der Feinstrukturkonstante α:
∂_μ	Partielle Ableitung (4-Gradient in der Raumzeit)
ℓ_P	Alternative Notation für Planck-Länge
r_0	Alternative Notation für minimale Längenskala
$T_{\min}$	Minimale Zeitskala abgeleitet aus Masse-Zeit-Dualität
$m_{\max}$	Maximale Massenskala aus Feldfluktuationen
N	Skalierungsexponent in der Hierarchierelation: $N \approx 30$
$\Delta_{\%}$	Prozentuale Abweichung zwischen theoretischen und beobachteten Werten

Mathematische Notation

Notation	Bedeutung
$\sim$	Proportional zu oder ungefähr gleich
$\approx$	Ungefähr gleich
$\equiv$	Definiert als
$:=$	Definitionsgleichheit
∂_μ	Partielle Ableitung nach der Koordinate x^μ
∂^μ	Kontravariante partielle Ableitung
$\partial_\mu \partial^\mu$	d'Alembert-Operator (Wellenoperator)
[E]	Dimension der Energie (natürliche Einheiten)
[L]	Dimension der Länge (natürliche Einheiten)
[m]	Dimension der Masse (natürliche Einheiten)
GeV	Giga-Elektronenvolt, Einheit der Energie: 1 GeV $= 10^9$ eV
GeV^{-1}	Inverse GeV, Einheit der Länge in natürlichen Einheiten
J/m^3	Joule pro Kubikmeter, Einheit der Energiedichte
K	Kelvin, Einheit der Temperatur

Spezielle Konstanten und Werte

Konstante/Wert	Beschreibung
$\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$	Fundamentale dimensionslose Konstante der T0-Theorie
$L_0 \approx 2.63 \times 10^{-20}$ m	Minimale Längenskala abgeleitet aus ξ
$E_0 = 7500$ GeV	Charakteristische Energieskala
$L_\xi \approx 0.1$ mm	Charakteristische Vakuumlängenskala
$R_0 \sim 10^{26}$ m	Kosmische Skala vergleichbar mit der Hubble-Länge
4% Abweichung	Unterschied zwischen R_0 und Hubble-Länge L_H
$\hbar c = 3.16 \times 10^{-26}$ J · m	Produkt aus reduzierter Planck-Konstante und Lichtgeschwindigkeit
$\rho_{\text{CMB}} \approx 4.17 \times 10^{-14}$ J/m^3	CMB-Energiedichte
$T_{\text{CMB}} = 2.725$ K	Gemessene CMB-Temperatur
1 GeV^{-1} = 1.973×10^{-16} m	Umrechnungsfaktor zwischen natürlichen und SI-Einheiten