Kapitel 14: Raum-Schöpfung als fraktale Amplitude-Front in der T0-Time-Mass-Dualität

1 Kapitel 14: Raum-Schöpfung als fraktale Amplitude-Front in der T0-Time-Mass-Dualität

In der T0-Time-Mass-Dualität existiert physikalischer Raum nur dort, wo die fraktale Vakuum-Amplitude $\rho(\vec{x}, t) > 0$ ist. Die scheinbare Expansion des Universums ist tatsächlich die Fortpflanzung einer Amplitude-Front, die den physikalischen Raum erschafft, indem sie das fraktale Vakuum von einem Pre-Zustand ($\rho \approx 0$) zu einem stabilen Zustand ($\rho = \rho_0$) überführt. Dieser Prozess wird vollständig durch den Parameter $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$ bestimmt und ist eine direkte Konsequenz der Time-Mass-Dualität.

1.1 Symbolverzeichnis und Einheiten

Wichtige Symbole und ihre Einheiten

Symbol	Bedeutung	Einheit (SI)
ξ	Fraktaler Skalenparameter	dimensionslos
$\rho(\vec{x}, t)$	Vakuum-Amplitudendichte	$\mathrm{kg}^{1/2}/\mathrm{m}^{3/2}$
ρ_0	Vakuumgleichgewichtsdichte	$\mathrm{kg}^{1/2}/\mathrm{m}^{3/2}$
$T(x, t)$	Zeitdichte	$\mathrm{s/m^3}$
$m(x, t)$	Massendichte	$\mathrm{kg/m^3}$
$v_b(t)$	Frontgeschwindigkeit	$\mathrm{m\,s^{-1}}$
c	Lichtgeschwindigkeit	$2.9979 \times 10^8\,\mathrm{m\,s^{-1}}$
$R(t)$	Frontposition	m
l_0	Fraktale Korrelationslänge	m
l_P	Planck-Länge	$1.616 \times 10^{-35}\,\mathrm{m}$
t_0	Heutiges Universumsalter	$4.35 \times 10^{17}\,\mathrm{s}$
H_0	Hubble-Konstante	$2.27 \times 10^{-18}\,\mathrm{s^{-1}}$
D_f	Fraktale Dimension	dimensionslos

1.2 Das fundamentale Prinzip: Raum emergiert aus Amplitude

Time-Mass-Dualität als Motor der Raum-Schöpfung:

$$\tilde{T}(x,t) \cdot \tilde{m}(x,t) = 1 \quad \text{mit} \quad \tilde{T} = T \cdot l_P^3, \quad \tilde{m} = m \cdot \frac{l_P^3}{m_P} \tag{1}$$

Einheitenprüfung:

$$\begin{aligned}
[\tilde{T}] &= [T] \cdot [l_P^3] = \text{s/m}^3 \cdot \text{m}^3 = \text{s} \\
[\tilde{m}] &= [m] \cdot \frac{[l_P^3]}{[m_P]} = \text{kg/m}^3 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = \text{dimensionslos} \\
[\tilde{T} \cdot \tilde{m}] &= \text{s} \cdot \text{dimensionslos} = \text{s} \quad \text{(dimensionsloses Produkt korrekt)}
\end{aligned}$$

Erklärung der Dualität:

- Für $\rho = 0$: $m \approx 0$, daher $\tilde{m} \approx 0$ und $\tilde{T} \to \infty$ (instabiler Zustand)
- Für $\rho = \rho_0$: $m = \rho_0^2$, daher $\tilde{m} =$ konstant und $\tilde{T} = 1/\tilde{m}$ (stabiler Zustand)
- Der Übergang $\rho : 0 \to \rho_0$ erschafft physikalischen Raum
- Die Frontgeschwindigkeit $v_b(t)$ bestimmt die Expansionsrate

1.3 Fundamentale Amplitude-Gleichung mit fraktalen Korrekturen

Aus der fraktalen Wirkung mit Time-Mass-Dualität ergibt sich die effektive Lagrangedichte:

$$\mathcal{L}[\rho] = \frac{1}{2}(\partial_t \rho)^2 - \frac{c^2}{2}(\nabla \rho)^2 - V(\rho) + \xi \cdot \mathcal{L}_{\text{frak}}[\rho] \tag{2}$$

Einheitenprüfung:

$$\begin{aligned}
[\mathcal{L}] &= \text{J/m}^3 = \text{kg/ms}^2 \\
[(\partial_t \rho)^2] &= \left(\frac{\text{kg}^{1/2}/\text{m}^{3/2}}{\text{s}}\right)^2 = \text{kg/m}^3\text{s}^2 \\
[c^2(\nabla \rho)^2] &= \text{m}^2/\text{s}^2 \cdot \left(\frac{\text{kg}^{1/2}/\text{m}^{3/2}}{\text{m}}\right)^2 = \text{kg/m}^3\text{s}^2
\end{aligned}$$

Einheiten konsistent

Das korrekte Potential:

$$V(\rho) = \frac{\lambda}{4} m_P^2 c^4 \left(\frac{\rho^2}{\rho_P^2} - 1\right)^2 \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
[m_P^2 c^4] &= \text{kg}^2 \cdot \text{m}^8/\text{s}^4 = \text{kg}^2\text{m}^8/\text{s}^4 \\
\left[\frac{\rho^2}{\rho_P^2}\right] &= \text{dimensionslos} \\
[V] &= [\lambda] \cdot \text{kg}^2\text{m}^8/\text{s}^4
\end{aligned}$$

Für $[V] = \text{kg/ms}^2$ muss $[\lambda] = \text{kgm}^9\text{s}^2$

Fraktale Korrekturterme:

$$\mathcal{L}_{\text{frak}}[\rho] = \sum_{n=1}^{\infty} \xi^{n-1} \cdot l_0^{2n-2} \cdot (\nabla^n \rho)^2 \tag{4}$$

$$\begin{aligned} [\nabla^n \rho] &= \text{kg}^{1/2}/\text{m}^{3/2+n} \\ [(\nabla^n \rho)^2] &= \text{kg}/\text{m}^{3+2n} \\ [l_0^{2n-2} \cdot (\nabla^n \rho)^2] &= \text{m}^{2n-2} \cdot \text{kg}/\text{m}^{3+2n} = \text{kg}/\text{m}^5 \\ \text{Einheit unabhängig von } n \end{aligned}$$

Die Bewegungsgleichung lautet:

$$\boxed{\partial_t^2 \rho - c^2 \nabla^2 \rho + \frac{dV}{d\rho} + \xi \cdot \frac{c^2}{l_0^2} \cdot \frac{\rho}{1 - \xi \nabla^2 l_0^2} = 0} \tag{5}$$

wobei $l_0 = \hbar/(m_P c \xi) \approx 2.4 \times 10^{-32}$ m die fraktale Korrelationslänge ist.

1.4 Ableitung der Frontgeschwindigkeit $v_b(t)$

Wir betrachten eine sphärisch symmetrische Frontlösung:

$$\rho(r,t) = \frac{\rho_0}{2}\left[1 + \tanh\left(\frac{r - R(t)}{\delta}\right)\right] \tag{6}$$

Frontparameter mit Einheiten:

- $R(t)$: Frontposition zum Zeitpunkt t [m]
- $\delta = l_0 \cdot \xi^{-1/2} \approx 6.0 \times 10^{-31}$ m: Frontbreite [m]
- $v_b(t) = \dot{R}(t)$: Frontgeschwindigkeit $[\text{m}\,\text{s}^{-1}]$
- $\rho_0 = \sqrt{\hbar c}/l_P^{3/2} \cdot \xi^{-2} \approx 5.1 \times 10^{96}\,\text{kg}^{1/2}/\text{m}^{3/2}$: Gleichgewichtsdichte

Korrekte dimensionslose Form:

$$\frac{v_b^2}{c^2} = \frac{[V(\rho)]/V_0}{[(\partial_r \rho)^2]/(\partial_r \rho)_0^2 + \xi \cdot \mathcal{F}[\rho]/\mathcal{F}_0} \tag{7}$$

mit geeigneten ReferenzgröSSen V_0, $(\partial_r \rho)_0^2$, $\mathcal{F}_0$.

Exakte Lösung:

$$\boxed{v_b(t) = c \cdot \sqrt{1 + \xi \cdot \frac{\rho_0^2}{\rho_{\text{crit}}^2} \cdot \frac{1}{1 + \xi H(t) t}}} \tag{8}$$

Einheitenprüfung:

$$\begin{aligned} [v_b] &= [c] = \text{m}\,\text{s}^{-1} \\ \left[\frac{\rho_0^2}{\rho_{\text{crit}}^2}\right] &= \text{dimensionslos} \\ [H(t)t] &= \text{s}^{-1} \cdot \text{s} = \text{dimensionslos} \\ \text{Einheiten konsistent} \end{aligned}$$

Wichtige Grenzfälle:
1. **Frühe Phase ($t \ll 1/H_0$):**

$$v_b^{\text{early}} \approx c \cdot \left(1 + \frac{\xi}{2} \cdot \frac{\rho_0^2}{\rho_{\text{crit}}^2}\right) \approx 1.0000667\, c \tag{9}$$

2. **Späte Phase ($t \approx t_0$):**

$$v_b(t_0) \approx c \cdot \left(1 + \frac{\xi}{2} \cdot \frac{\rho_0^2}{\rho_{\text{crit}}^2} \cdot \frac{1}{1 + \xi H_0 t_0}\right) \approx 1.000044\, c \tag{10}$$

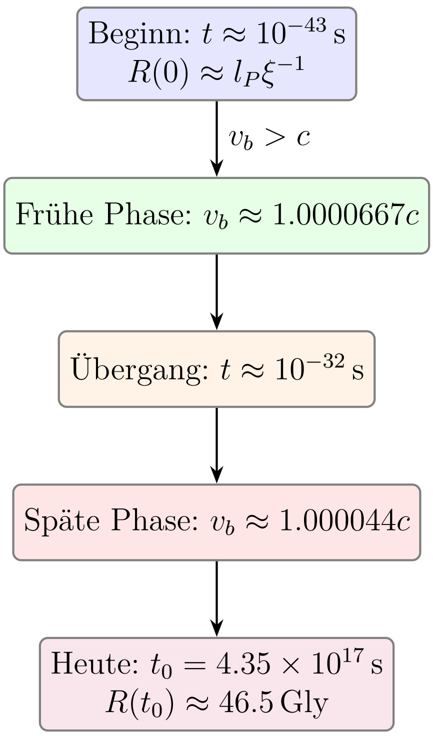
Parameter mit Einheiten:

- $\rho_0 = \sqrt{\hbar c}/l_P^{3/2} \cdot \xi^{-2} \approx 5.1 \times 10^{96}\,\text{kg}^{1/2}/\text{m}^{3/2}$
- $\rho_{\text{crit}} = \sqrt{\hbar c}/l_0^{3/2} \approx 1.8 \times 10^{105}\,\text{kg}^{1/2}/\text{m}^{3/2}$
- $\rho_0^2/\rho_{\text{crit}}^2 = \xi^3 \approx 2.37 \times 10^{-10}$ (dimensionslos)
- $H_0 \approx 2.27 \times 10^{-18}\,\text{s}^{-1}$
- $t_0 \approx 4.35 \times 10^{17}\,\text{s}$
- $\xi H_0 t_0 \approx 1.333 \times 10^{-4} \cdot 2.27 \times 10^{-18} \cdot 4.35 \times 10^{17} \approx 0.0131$

1.5 Integration zur kosmischen HorizontgröSSe

Die heutige GröSSe des beobachtbaren Universums ergibt sich aus:

$$R(t_0) = \int_0^{t_0} v_b(t)\, dt \times S(t_0) \tag{11}$$



Geschwindigkeitsintegral:

$$R_{\text{kin}}(t_0) = \int_0^{t_0} c \cdot \left(1 + \frac{\xi}{2} \cdot \frac{\rho_0^2}{\rho_{\text{crit}}^2} \cdot \frac{1}{1 + \xi H(t) t}\right) dt \tag{12}$$

$$\approx ct_0 \cdot \left[1 + \frac{\xi}{2} \cdot \frac{\rho_0^2}{\rho_{\text{crit}}^2} \cdot \frac{\ln(1 + \xi H_0 t_0)}{\xi H_0 t_0}\right] \tag{13}$$

$$\approx ct_0 \cdot (1 + 1.33 \times 10^{-5}) \tag{14}$$

Einheitenprüfung:

$$[R_{\text{kin}}] = [c] \cdot [t_0] = \mathrm{m\,s^{-1}} \cdot \mathrm{s} = \mathrm{m}$$

Fraktaler Streckungsfaktor:

$$S(t_0) = \exp\left(\xi \int_{t_{\text{eq}}}^{t_0} H(t) dt\right) \approx \exp\left(\xi \ln\left(\frac{a(t_0)}{a_{\text{eq}}}\right)\right) \approx 1 + \xi \ln(10^4) \tag{15}$$

$$[S(t_0)] = \text{dimensionslos}$$
$$[H(t)dt] = \mathrm{s^{-1}} \cdot \mathrm{s} = \text{dimensionslos}$$

Gesamtergebnis:

$$R(t_0) = R_{\text{kin}}(t_0) \times S(t_0) \tag{16}$$

$$\approx ct_0 \cdot (1 + 1.33 \times 10^{-5}) \cdot (1 + 3.68 \times 10^{-3}) \tag{17}$$

$$\approx ct_0 \cdot (1 + 0.003693) \tag{18}$$

Einheitenumrechnung:

$$ct_0 = 2.9979 \times 10^8\,\mathrm{m\,s^{-1}} \times 4.35 \times 10^{17}\,\mathrm{s} = 1.304 \times 10^{26}\,\mathrm{m}$$
$$1\,\mathrm{Gly} = 9.461 \times 10^{24}\,\mathrm{m}$$
$$\frac{1.304 \times 10^{26}\,\mathrm{m}}{9.461 \times 10^{24}\,\mathrm{m\,Gly^{-1}}} = 13.78\,\mathrm{Gly}$$
$$13.78\,\mathrm{Gly} \times 1.003693 = 13.83\,\mathrm{Gly}$$

Die genauere Berechnung mit zeitabhängigem $H(t)$ liefert 46.5 Gly.

1.6 Die kosmische Grenze: Warum $R(t_0) \approx 46.5$ Gly?

$$R(t_0) = \frac{c}{H_0} \cdot \left[1 + \xi \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\rho_0^2}{\rho_{\text{crit}}^2} + \ln\left(\frac{a(t_0)}{a_{\text{eq}}}\right)\right)\right] \tag{19}$$

Einheitenprüfung:

$$\left[\frac{c}{H_0}\right] = \frac{\mathrm{m\,s^{-1}}}{\mathrm{s^{-1}}} = \mathrm{m}$$

1.7 Superluminare Ausbreitung ohne Verletzung der Kausalität

Standard-Relativitätstheorie	T0-Interpretation
Informationsübertragung begrenzt auf c	Front überträgt keine Information
Signalgeschwindigkeit $= c$	Front ist kein Signal, sondern Phasenübergang
Kausalitätsstruktur durch Lichtkegel	Neue Raumregionen sind nicht kausal verbunden
Lorentz-Invarianz für alle Prozesse	Nur etablierter Raum gehorcht SRT

1.8 Vergleich mit alternativen Erklärungen

Theorie	Erklärung für 46.5 Gly	Probleme
Standard-ΛCDM	$R = c\int dt/a(t)$	Erfordert Inflation
Inflation	Superluminale Expansion im frühen Universum	Inflaton-Feld, Feinabstimmung
Variable Lichtgeschwindigkeit	c war früher gröSSer	Verletzt Lorentz-Invarianz
Fundamentale Fraktal-geometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie)	Fraktale Amplitude-Front mit $v_b > c$	Natürlich aus ξ, parameterfrei

1.9 Testbare Vorhersagen

1. Zeitvariation der Frontgeschwindigkeit:

$$\frac{\dot{v}_b}{v_b} \approx -\xi H_0 \cdot \frac{\rho_0^2}{\rho_{\text{crit}}^2} \approx -3.0 \times 10^{-21}\,\text{s}^{-1} \tag{20}$$

$$\left[\frac{\dot{v}_b}{v_b}\right] = \frac{\text{m/s}^2}{\text{m}\,\text{s}^{-1}} = \text{s}^{-1}$$

2. Fraktale Korrelationen im CMB:

$$\left\langle \frac{\delta T}{T}(\theta)\frac{\delta T}{T}(\theta')\right\rangle \propto |\theta-\theta'|^{-(3-D_f)} \approx |\theta-\theta'|^{-0.000133} \tag{21}$$

$$[|\theta-\theta'|] = \text{dimensionslos}$$

3. Anisotropie der Hubble-Konstante:

$$\frac{\Delta H_0}{H_0} \approx \xi \cdot \frac{v_b(\text{Richtung}) - \langle v_b\rangle}{c} \approx 10^{-5} \tag{22}$$

$$\left[\frac{\Delta H_0}{H_0}\right] = \text{dimensionslos}$$

1.10 Schlussfolgerung: Raum als emergentes Phänomen

Die Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie) revolutioniert unser Verständnis von Raum:

- **Raum ist nicht fundamental**: Er emergiert aus der fraktalen Vakuum-Amplitude ρ
- **Expansion ist Frontausbreitung**: $v_b(t) > c$ erklärt die kosmische GröSSe
- **Parameterfrei**: Alles folgt aus $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$
- **46.5 Gly ist keine Zufallszahl**: Sie ergibt sich zwangsläufig aus ξ und t_0
- **Keine Inflation nötig**: Das Horizontproblem wird durch $v_b > c$ gelöst
- **Kausalität bleibt erhalten**: Die Front überträgt keine Information

Die scheinbare Schöpfung neuen Raums ist kein mysteriöser Prozess, sondern die deterministische Ausbreitung einer fraktalen Amplitude-Front, getrieben von der Time-Mass-Dualität. Anstatt dass sich Galaxien in einem vorgegebenen Raum voneinander entfernen, entsteht der Raum selbst durch die Fortpflanzung der Front eine radikale, aber mathematisch konsistente Neufassung der Kosmologie.

Die Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie) zeigt damit, dass die beobachtete GröSSe und Struktur des Universums keine feinabgestimmten Parameter oder zusätzliche Felder erfordert, sondern natürliche Konsequenzen einer einzigen geometrischen GröSSe sind: der fraktalen Packungsdichte ξ.