

Die Entkopplung von Dynamik und Geometrie: Eine kritische Analyse der Freifall-Kosmologie und des Konzepts der statischen Zukunft

Wissenschaftlicher Aufsatz

28. September 2026

Zusammenfassung

Dieser Aufsatz untersucht ein alternatives kosmologisches Modell, welches die Expansion des Universums nicht über die Dehnung des Raumes selbst (Λ CDM-Standardmodell), sondern als Auswärtsbewegung im freien Fall beschreibt. Im Zentrum der Betrachtung steht das scheinbare Paradoxon, dass die lokale Freifallgeschwindigkeit und das Gravitationspotential-Äquivalent quantitativ von der globalen zeitlichen Änderungsrate des kosmischen Radius entkoppelt sind. Anhand der mathematischen Schließungsbedingungen und numerischer Daten wird aufgezeigt, wie das Modell ein gegen Null strebendes Radiuswachstum bei gleichzeitig konstanter, relativistischer Freifallgeschwindigkeit mathematisch konsistent formuliert.

1 Einleitung

In der modernen Standardkosmologie ist die Expansion des Universums untrennbar mit der Metrik des Raumes verknüpft. Galaxien entfernen sich voneinander, weil der Raum zwischen ihnen expandiert; die Fluchtgeschwindigkeit am Rande eines kosmologischen Volumens ist direkt an die zeitliche Ableitung des Skalenfaktors bzw. des Radius gekoppelt ($v = \dot{R}$).

Das hier diskutierte alternative Modell, basierend auf Richard Feynmans feld-dynamischer Behandlung der Gravitation, bricht radikal mit diesem Dogma. Es postuliert ein Universum mit einer Gesamtenergie von exakt Null, dessen Expansion als ein nach außen gerichteter freier Fall verstanden wird. Eine fundamentale Konsequenz dieses Ansatzes ist die numerische und konzeptionelle Entkopplung der lokalen Freifallgeschwindigkeit v von der globalen geometrischen Änderungsrate des kosmischen Radius (dR/dt).

2 Die dualen Interpretationen der Freifallgeschwindigkeit

Das Fundament des Modells bildet die Äquivalenz von kinetischer (Spezielle Relativitätstheorie) und gravitativer (Allgemeine Relativitätstheorie) Zeitdilatation:

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 1 + \frac{\phi}{c^2} \quad (1)$$

Aus dieser Beziehung ergeben sich zwei komplementäre Betrachtungsweisen, die im Modell als mathematisch austauschbar behandelt werden:

- **Das kinetische Bild (v):** Beschreibt die reale, lokale Auswärtsgeschwindigkeit von Materie im freien Fall.
- **Das statische Bild (v_ϕ):** Übersetzt das Gravitationspotential ϕ (Energie pro Masse, m^2/s^2) über die Lichtgeschwindigkeit c in ein Potentialäquivalent mit der Einheit Meter pro Sekunde (m/s):

$$v_\phi \equiv c \sqrt{1 - \left(1 + \frac{\phi}{c^2}\right)^2} \quad (2)$$

Obwohl beide Größen die Dimension einer Geschwindigkeit (m/s) besitzen, beschreiben sie ausschließlich lokale physikalische Zustände an der Grenze einer betrachteten homogenen Kugel und nicht die globale Expansionsrate des Gesamtsystems.

3 Das mathematische Paradoxon: Warum $v \neq dR/dt$

Im klassischen Newton'schen Limit oder in der Friedmann-Metrik ist die Geschwindigkeit am Rand einer expandierenden Sphäre zwingend die zeitliche Änderung des Radius. In der hier vorgeschlagenen Freifall-Kosmologie hingegen wird der kosmische Radius $R(a)$ zu jedem Skalenfaktor a rein algebraisch über eine globale Energiebilanzgleichung (die *Main Equation*) bestimmt, anstatt durch das zeitliche Integrieren der Geschwindigkeit ($\int v dt$).

Diese fundamentale Unabhängigkeit zeigt sich am deutlichsten in der Spätphase des Universums (Gegenwart bei $a = 1$):

1. **Divergenz der Beträge:** Während die lokale Freifallgeschwindigkeit v_0 mit $\sim 2,961 \cdot 10^8$ m/s nahezu die Lichtgeschwindigkeit erreicht, beträgt die geometrische Änderungsrate des Radius bezüglich des Skalenfaktors $dR/da = -426,8 \cdot 10^{22}$ m.
2. **Inversion der Vorzeichen:** Transformiert man dR/da unter der Annahme einer linearen Zeitkomponente ($a = t/t_0$) in die zeitliche Änderungsrate dR/dt , so ergibt sich für die Gegenwart:

$$\frac{dR}{dt} = \frac{dR}{da} \cdot \frac{1}{t_0} \approx -9,83 \cdot 10^6 \text{ m/s} \quad (3)$$

Das Vorzeichen ist negativ. Das bedeutet: Während die Freifallkomponente weiterhin eine hochenergetische Auswärtscharakteristik aufweist, kontrahiert der tatsächliche Radius des Universums bereits geringfügig.

4 Die physikalische Auflösung: Gravitative Rotverschiebung

Ein solches System wäre in einer kinematischen Kosmologie widersprüchlich, da ein schrumpfender Radius eine Blauverschiebung des Lichts implizieren müsste. Das Modell löst dies auf, indem es die kosmologische Rotverschiebung z dezentralisiert und rein als Phänomen der gravitativen Zeitdilatation interpretiert. Ein Lichtsignal, das vom Kugelrand ausgesandt und im Zentrum empfangen wird, erfährt eine Verschiebung gemäß:

$$1 + z = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{r}{R_h}\right)^2}} \quad (4)$$

Da die Rotverschiebung somit eine geometrische Eigenschaft der Sichtlinie im Gravitationsfeld darstellt und nicht auf einem Doppler-Effekt beruht, kann sich der globale Radius R unabhängig von v bewegen. Seine Dynamik wird exakt so austariert, dass die zero-energy-Bedingung gewahrt bleibt.

5 Asymptotischer Übergang in die statische Zukunft

Wie in Tabelle 1 dargestellt, zeigt der Verlauf des Radius $R(a)$ für zukünftige Epochen ($a > 1$) eine monotone Annäherung an einen fixen Grenzwert von $\sim 0,9665 R_0$.

Tabelle 1: Numerische Annäherung an den statischen Endzustand

Skalenfaktor a	Radius $R(a)/R_0$	dR/da (10^{22} m)
1	1,0000	-426,8
2	0,9832	-107,2
5	0,9732	-17,12
10	0,9698	-4,272
50	0,9672	-0,171

Die Rate der Geometrieänderung (dR/da) fällt proportional zu a^{-2} und stirbt im Unendlichen vollständig ab. Der statische Zustand erweist sich in diesem algebraischen System als mathematischer Attraktor. Die lokale kinetische Energie der Materie (beschrieben durch $v \approx c$) bleibt im Feld eingefroren, während die globale Expansion einfriert.

6 Fazit

Das untersuchte Modell demonstriert eine mathematisch konsistente Alternative zur Raumexpansion. Die Maßeinheit m/s für v und v_ϕ darf nicht mit der globalen Expansionsgeschwindigkeit des Raumes verwechselt werden; sie ist ein Maß für das lokale, im Kugelvolumen eingeschlossene Gravitationspotential. Durch die vollständige Ersetzung der kinematischen Expansion durch gravitative Zeitdilatation gelingt dem Modell der Nachweis einer stabilen, asymptotisch statischen Zukunft des Universums, ohne die Eddington-Instabilität des klassischen statischen Einstein-Universums zu reproduzieren.