DE_31: Über das Vorzeichen der kosmologischen Rotverschiebung

Eine falsifizierbare Vorhersage einer dunklen Energie von null

Autor: Víctor Estrada Díaz
Web: estradad.es | **ORCID:** 0000-0001-9942-1021
Grundlegendes Werk: Zenodo · Meine Theorien · Einstein-VED
Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0

Zusammenfassung

Das kosmologische Standardmodell (ΛCDM) deutet die kosmologische Rotverschiebung als Beleg für räumliche Expansion. Dieser Artikel zeigt, dass diese Deutung den Zeitpfeil in der Definition der Expansion umkehrt. In der klassischen und relativistischen Physik erfordert Expansion $dr / dt > 0$ bei $dt > 0$ (in Richtung Zukunft zunehmende Abstände). Die Kosmologie beobachtet Rotverschiebung aus der Vergangenheit ($dt < 0$) und bezeichnet sie als Expansion. Dieser Vorzeichenfehler erzwingt die Einführung einer positiven kosmologischen Konstante Λ zum Ausgleich. Daraus folgt eine direkte, modellunabhängige Vorhersage: Ist ΛCDM richtig, müsste die Rotverschiebungsdrift dz / dt_0 für ferne Galaxien positiv sein; ist die richtige Deutung hingegen, dass Rotverschiebung zeitliche Tiefe misst, dann gilt $dz / dt_0 < 0$. Der bereits mit ESPRESSO, ELT-ANDES und SKA1-mid laufende Sandage-Loeb-Test wird innerhalb eines Jahrzehnts zwischen beiden Vorzeichen unterscheiden. Zudem zeigt eine frühere algebraische Herleitung (Einstein-VED), dass $\Lambda = 0$ aus ersten Prinzipien hervorgeht, wenn G geometrisch hergeleitet wird, ohne einen verbleibenden Freiheitsgrad zu lassen. ΛCDM korrigiert nicht die Dynamik — es korrigiert einen Vorzeichenfehler in der Definition der Expansion.

---

1. Die physikalische Definition der Expansion

In der klassischen Physik sowie der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie bedeutet der Begriff *Expansion*, angewandt auf einen Abstand $r(t)$ zwischen zwei Objekten:

$$\frac{dr}{dt} > 0 \quad \text{con} \quad dt > 0$$

Die Bedingung $dt > 0$ ist nicht trivial. Sie legt fest, dass Expansion eine **in die Zukunft gerichtete** Eigenschaft ist. Wenn wir sagen „Das Universum expandiert", meinen wir, dass die Abstände größer sein werden, wenn wir eine positive Zeitspanne in Richtung Zukunft warten.

Das ist keine Konvention. Es folgt aus der kausalen Struktur der Raumzeit: Die Zukunft ist physikalisch von der Vergangenheit unterscheidbar. Keine Symmetrie erlaubt uns, dt umzukehren, ohne die Bedeutung des Wortes „Expansion" zu ändern.

---

2. Was die Standardkosmologie tatsächlich beobachtet

Kosmologische Durchmusterungen (JWST, SDSS, DESI) beobachten:

- Ferne Galaxien mit Rotverschiebung $z > 0$
- Das Licht wurde zur kosmischen Zeit $t_{\text{em}} = t_0 - \Delta t$ mit $\Delta t > 0$ ausgesandt
- Daher: $dt = t_{\text{em}} - t_0 = -\Delta t < 0$

Die Standarddeutung lautet:

$$z = \frac{\lambda_{\text{obs}} - \lambda_{\text{em}}}{\lambda_{\text{em}}} \approx \frac{v}{c} \quad \text{(para } z \text{ pequeño)}$$

wobei $v = dr / dt$ eine Rezessionsgeschwindigkeit ist.

Aber **das beobachtete v wird aus Licht hergeleitet, das in der Vergangenheit ausgesandt wurde**. Tatsächlich gemessen wird:

$$\left.\frac{dr}{dt}\right|_{dt<0}$$

Die Standardkosmologie schreibt dann:

$$\frac{dr}{dt} > 0 \quad \text{con} \quad dt < 0$$

und nennt dies „Expansion".

---

3. Die Vorzeichenumkehr

Machen wir die Umkehr ausdrücklich sichtbar:

Begriff	Klassische/relativistische Physik	Standardkosmologie
Zeitrichtung	$dt > 0$ (Zukunft)	$dt < 0$ (Vergangenheit)
Gemessene Größe	dr / dt (Zukunftsvorhersage)	dr / dt (Vergangenheitsbeobachtung)
Expansionsvorzeichen	dr / $dt > 0,\ dt > 0$	dr / $dt > 0,\ dt < 0$
Status	Definition	**Vorzeichenfehler**

Dies ist keine Frage der Interpretation. Wenden wir dieselbe Vorzeichenkonvention konsequent an, ist das, was die Kosmologie „Expansion“ nennt, tatsächlich:

$$\frac{dr}{dt}\Big|_{dt<0} = -\ \frac{dr}{d(-t)}\Big|_{d(-t)>0}$$

Es ist also die **Zeitumkehr** einer in die Zukunft gerichteten Kontraktion.

---

4. Warum Λ notwendig erscheint (und warum es ein Artefakt ist)

Die Friedmann-Gleichungen mit kosmologischer Konstante lauten:

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3}\rho + \frac{\Lambda}{3}$$

Nimmt man irrtümlich an, dass ein in die Vergangenheit gerichtetes dr / $dt > 0$ eine in die Zukunft gerichtete Beschleunigung impliziert, dann:

- Zeigen die Beobachtungen von Supernovae bei hohem z (Perlmutter, Riess, 1998) schwächere Helligkeiten als erwartet
- Wird dies als „Die Expansion beschleunigt sich“ gedeutet
- Wird $\Lambda > 0$ eingeführt, um das Vorzeichen anzupassen

Ist die richtige Deutung jedoch, dass z **zeitliche Tiefe** (keinen räumlichen Abstand) misst, dann:

- Ist keine Beschleunigung nötig
- Ist $\Lambda = 0$ der natürliche Wert
- Erklärt sich die scheinbare Verdunkelung durch eine andere Beziehung $r(t)$ ohne Λ

Daher: Λ **korrigiert nicht die Dynamik.** Λ **korrigiert den Vorzeichenfehler in der Definition der Expansion.**

---

5. Die falsifizierbare Vorhersage: Rotverschiebungsdrift

Der Sandage-Loeb-Test (Sandage 1962, Loeb 1998) misst die zeitliche Ableitung der kosmologischen Rotverschiebung:

$$\dot{z} \equiv \frac{dz}{dt_0}$$

wobei t_0 die Zeit des Beobachters ist.

5.1 Vorhersage von ΛCDM

In ΛCDM mit $\Lambda > 0$ und beschleunigter Expansion gilt:

- $\dot{z} > 0$ für $z \lesssim 2$
- $\dot{z} = 0$ bei $z \approx 2$
- $\dot{z} < 0$ für $z \gtrsim 2$ (aber mit kleinem Betrag)

Für sehr hohe z (z. B. z~14, von JWST beobachtet) sagt ΛCDM voraus:

$$\dot{z}_{\Lambda\text{CDM}} \sim +10^{-9} \text{ año}^{-1} \quad \text{(positivo, pequeño)}$$

5.2 Vorhersage dieses Rahmens

Misst die Rotverschiebung **zeitliche Tiefe** — also den Unterschied der Eigenzeit zwischen Beobachter und Sender —, dann:

$$z \propto \Delta t_{\text{lookback}}$$

Mit zunehmender Beobachterzeit t_0 **nimmt** die Rückblickzeit zu einer bestimmten Galaxie **ab**, weil das Universum altert. Daher:

$$\frac{dz}{dt_0} < 0 \quad \text{para todo } z$$

Kein Vorzeichenwechsel. Kein Nulldurchgang. Streng negativ.

---

6. Das entscheidende Experiment

Der Test läuft bereits:

Instrument	Beginn	Ziel	Empfindlichkeit
ESPRESSO (VLT)	2018	Lyman-α-Wald	$\dot{z} \sim 10^{-9}$
ANDES (ELT)	~2030	Galaxien bei hohem z	$\dot{z} \sim 10^{-10}$
SKA1-mid	~2027	21-cm-Linie	$\dot{z}$ bei $z \sim 1–3$

Entscheidend: Der Sandage-Loeb-Test ist **modellunabhängig**. Er setzt keine Entfernungsleiter voraus. Er setzt keine Hubble-Konstante voraus. Er misst $\dot{z}$ direkt anhand atomarer Linien (Wasserstoff, Lyman-α, 21 cm) — absoluter Frequenzstandards.

Ohne Zirkelschluss. Ohne Kalibrierungskette. Nur: $\lambda(t_0)$ und $\lambda(t_0 + \Delta t)$ messen.

---

7. Die beiden möglichen Ergebnisse

Ergebnis	ΛCDM	Dieser Rahmen
$\dot{z} > 0$ bei hohem z	Gestützt	Falsifiziert
$\dot{z} < 0$ bei hohem z	Falsifiziert	Gestützt
Λ	> 0 erforderlich	$= 0$ algebraisch

Vor 2030 werden die Daten von ELT-ANDES oder SKA1-mid entscheiden.

---

8. Algebraische Herleitung von $\Lambda = 0$ (Einstein-VED)

Im grundlegenden Werk **Einstein-VED** (Zenodo: 18816405) wird gezeigt:

- Materie ist eingeschlossene Wellenenergie
- Stabilität erfordert eine ganze Zahl n in der Wellengleichung
- Die minimale stabile Konfiguration ist $n = 2$
- Ausgehend von $n = 2$ ergibt sich die Gravitationskonstante G **geometrisch**, ohne freie Parameter

Die Einstein-Gleichungen lauten:

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Ist G vollständig durch die Geometrie bestimmt (ohne freien Parameter), ist die linke Seite **vollständig festgelegt**. Es bleibt kein Freiheitsgrad übrig, um ein von null verschiedenes Λ aufzunehmen.

Daher:

$$\Lambda = 0 \quad \text{algebraicamente}$$

Dies ist keine Vermutung. Es folgt daraus, G aus ersten Prinzipien herzuleiten, wie in den vollständigen Dokumenten unter estradad.es/catalogo.php gezeigt wird.

---

9. Schlussfolgerung

ΛCDM beruht auf einem Vorzeichenfehler: Ein in die Vergangenheit gerichtetes $dr / dt > 0$ wird als in die Zukunft gerichtete Expansion gedeutet. Dieser Fehler erzwingt die Einführung einer positiven kosmologischen Konstante.

Zwei unabhängige Prüfungen führen zum selben Ergebnis:

1. **Beobachtung:** Die Sandage-Loeb-Rotverschiebungsdrift wird $\dot{z} < 0$ für jedes z zeigen, damit die beschleunigte Expansion falsifizieren und $\Lambda = 0$ stützen.
2. **Algebra:** Die Herleitung von G aus der Geometrie (Einstein-VED) lässt keinen Raum für Λ; $\Lambda = 0$ ergibt sich zwingend.

Λ korrigiert nicht die Dynamik des Universums. Λ korrigiert einen Vorzeichenfehler in der Definition der Expansion.

Literatur

1. Sandage, A. (1962). *ApJ*, 136, 319.
2. Loeb, A. (1998). *ApJ*, 499, L111.
3. Liske, J. et al. (2008). *MNRAS*, 386, 1192.
4. ESPRESSO Collaboration (2021). *A&A*, 645, A112.
5. ANDES/ELT Science Case (2023). *arXiv:2311.03275*.
6. SKA Cosmology Science (2020). *arXiv:2003.12797*.
7. Estrada Díaz, V. (2026). *The theory that will reconcile Quantum Mechanics with Einstein's Relativity*. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.18816405

8. Estrada Díaz, V. Sitio web personal: https://estradad.es — Mis teorías, UNIHOLOG, Einstein-VED

Ende von DE_31