

Die „Kosmische Zeit-Hypothese“ (KZH) - eine Alternative zur Urknalltheorie (UT)

Horst Fritsch

Abstrakt

Die Kosmische Zeit- Hypothese (KZH) stützt sich auf die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) und nutzt deren Freiheitsgrade für eine Erweiterung des Zeitbegriffes. Der KZH zufolge dehnt sich der universelle Zeittakt nach der gleichen Gesetzmäßigkeit wie der expandierende Weltraum. Mit den aus dieser „Kosmischen Raumzeit“ sich ergebenden Konsequenzen lässt sich die physikalische Wirklichkeit umfassender und plausibler beschreiben als mit dem derzeitigen Standardmodell der Kosmologie.

Das Einstein-de Sitter-Universum als Basis für die KZH

Zugrunde gelegt werden folgende Annahmen (Axiome):

1. Die Lichtgeschwindigkeit ist eine universelle Naturkonstante
2. Die Gesetze der ART gelten für das ganze Universum
3. Das Universum spannt, über große Distanzen gemittelt, einen flachen (euklidischen) Raum auf
4. Das Universum expandiert mit Lichtgeschwindigkeit
5. Die Gesamtenergie im Universum ist konstant
6. In Übereinstimmung mit Einstein hat die kosmologische Konstante Λ den Wert Null!

Für das flache Universum hat Einstein die Beziehung abgeleitet [1], S.107 ff:

$$\frac{\kappa \rho}{3} - h^2 = 0 \quad (1)$$

(κ = Kopplungskonstante der Feldgleichung der ART, ρ = mittlere Massendichte des Universums,
 h = Hubble-Expansion = $H/c = 1/R$)

Aus (1) erhält man durch Umformung

$$\frac{GM}{R c^2} = \frac{1}{2} \quad (2)$$

(G = Gravitationskraft, c = Vakuumlichtgeschwindigkeit)

Der Radius R des Universums entspricht danach exakt dem Schwarzschildradius seiner Gesamtmasse M . Die durch Gravitationskräfte bewirkte Abbremsung der Expansionsgeschwindigkeit des Weltraumes wird durch den Verzögerungsparameter q ausgedrückt. Für das Einstein - de Sitter -Universum gilt:

$$q = - \frac{R\ddot{R}}{\dot{R}^2} = \frac{1}{2} \quad (3)$$

Durch Integrieren dieser Differenzialgleichung erhält man [2], S.61:

$$R \sim t^{1/1+q} = t^{2/3} \quad (4)$$

bzw.

$$\dot{R} = dR / dt = c \sim t^{-1/3} \quad (5)$$

Die Beziehung (5) folgt auch direkt aus Gl. (2), wenn $GM = \text{konstant}$ und $R \sim t^{2/3}$ (Einstein-de Sitter-Modell) eingesetzt werden. Die Zeitabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit nach (5) widerspricht dem Axiom 1

($c = \text{konstant}$)! Um eine Erklärung für dieses Paradoxon zu finden, muss man sich zunächst Klarheit darüber verschaffen, was der Begriff „universelle Naturkonstante“ wirklich bedeutet. Wir verstehen darunter eine physikalische Größe, die nur empirisch und nicht mit Hilfe einer Theorie bestimmt werden kann und deren Messwert an jedem Ort und zu jeder Zeit stets gleich groß ist. Durch die Wahl einer passenden Zeitmetrik lässt sich die in (5) formulierte Lichtgeschwindigkeit mit dieser Definition in Einklang bringen - eine Vorgehensweise übrigens, wie sie auch Einstein empfohlen hat [1], S.30:

<Man kann zur Vervollständigung der Zeitdefinition das Prinzip von der Konstanz der Vakuumlichtgeschwindigkeit benutzen.>

Damit die Lichtgeschwindigkeit nach (5) zu allen Zeiten eine konstante Messgröße ist, muss ein mit der Newtonschen Zeit veränderlicher Zeittakt $\Delta t(t)$ gefunden werden, der die für die Messung der Lichtgeschwindigkeit maßgebende Größe ($c\Delta t$) konstant hält. Zu diesem Zweck wird die „kosmische Zeit τ “ eingeführt, die mit der Newtonschen Zeit t wie folgt verknüpft ist:

$$\tau \sim t^{2/3} \sim R \quad (6)$$

Daraus ergibt sich

$$\frac{\Delta \tau}{\Delta t} \sim t^{-1/3} \sim \dot{R} = c \quad (7)$$

Mit $\Delta \tau = konst.$ erhält man $\Delta t \sim t^{1/3}$ und $c \Delta t = konst.$

Der Takt der kosmischen Zeit ist danach direkt an die Expansionsgeschwindigkeit des Universums gekoppelt, d.h. bezogen auf die Newtonsche Zeit verlangsamt sich der Zeitfluss mit zunehmender Ausdehnung des Universums. Der Urknall entschwindet so in die unendliche Vergangenheit.

Nach der KZH ist der Zeittakt also nicht nur von der Relativgeschwindigkeit (SRT) und dem Gravitationspotential (ART) abhängig, sondern auch von der Zeit selbst (KZH). Eine Gegenüberstellung dieser Abhängigkeiten zeigt Bild 1. Wie man sieht, bewirken die Singularitäten im Raum-Zeit-Materie-Gewebe (Raumgrenzen, Urknall, schwarze Löcher) eine Verzerrung der Zeitmetrik, bis schließlich an der Singularität selbst die Zeit „einfriert“. Für einen außenstehenden Beobachter wird eine Singularität erst nach unendlich langer Zeit erreicht.

Stephen Hawking sieht die Dinge ähnlich [3], S.117: <Nach der starken Version der Hypothese von der kosmischen Zensur liegen bei einer realistischen Lösung die Singularitäten stets gänzlich in der Zukunft (wie die Singularitäten des Gravitationskollapses) oder gänzlich in der Vergangenheit (wie der Urknall).>

Ein folgerichtiges Ergebnis der KZH ist, dass sich die Zeit im expandierenden Universum nach der gleichen Gesetzmäßigkeit verändert wie der Raum, d.h. proportional zur Expansionsrate des Universums ($dR/dt \sim t^{-1/3}$, $d\tau/dt \sim t^{-1/3}$).

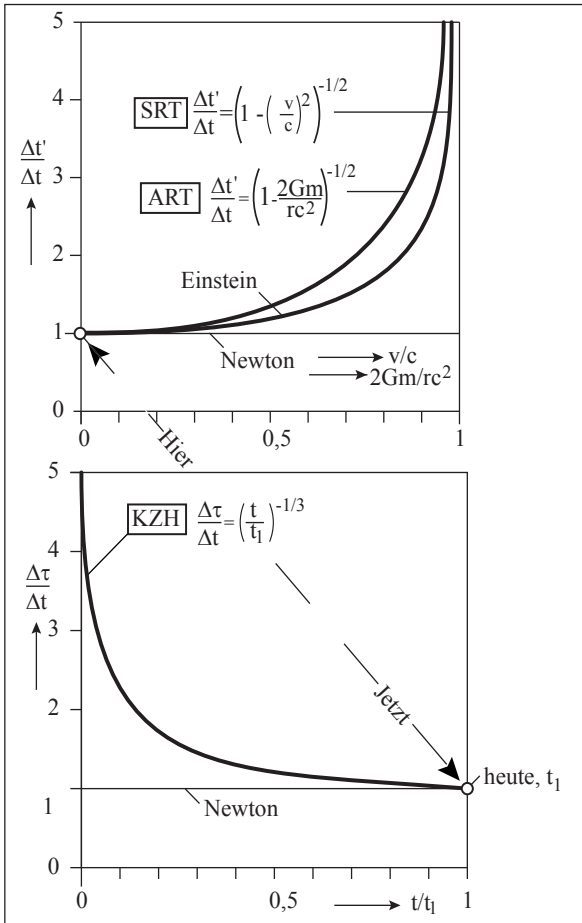
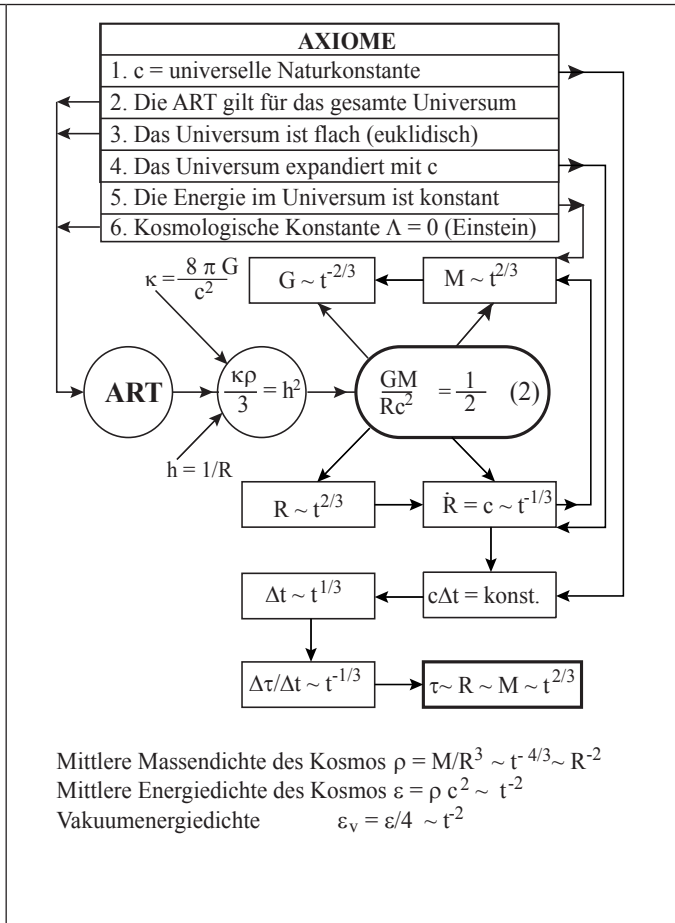


Bild 1: Zeitmaße der SRT, ART u. KZH



Mittlere Massendichte des Kosmos $\rho = M/R^3 \sim t^{-4/3} \sim R^{-2}$
 Mittlere Energiedichte des Kosmos $\epsilon = \rho c^2 \sim t^{-2}$
 Vakuumenergiedichte $\epsilon_v = \epsilon/4 \sim t^{-2}$

Bild 2: Ergebnisse der KZH (Übersicht)

Danach wären die Koordinaten von Raum und Zeit im 4-dimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum absolut gleichberechtigt, was sie nach den konventionellen Theorien nicht sind [2], S. 65.

A n m e r k u n g :

Schon Alexander Friedmann, der die ursprünglichen Einsteinschen Feldgleichungen ($\Lambda = 0$) auf den gesamten Kosmos übertrug und zu dem Ergebnis kam, dass das Universum nicht statisch sein kann, sondern eine zeitlich veränderliche Metrik haben muss, hat auf die Beliebigkeit des Zeitmaßstabes hingewiesen [4]. S. 73: *<Die (abstrakte) Zeit kann auf völlig willkürliche Weise arithmetisiert werden>*, und weiter: *<Wird nun aber die abstrakte Zeit nicht für sich allein, sondern in Verbindung mit dem dreidimensionalen Raum betrachtet, dann kann die Raum-Zeit ihrerseits auf willkürliche Weise mittels Zahlenquadrupeln arithmetisiert werden.>* Friedmann erwägt, ob es nicht eine Zeit geben könnte, deren Takt sich mit der Zeit verändert [4], S. 73: *<... dann gilt $d\tau = T dt$, wobei T von t abhängig ist.>* Diesen Freiheitsgrad der ART nutzt die KZH.

Gemäß Axiom 5 ($E = Mc^2 = konst.$) ergibt sich für die Gesamtmasse M des Universums:

$$M \sim t^{2/3} \sim R \quad (8)$$

und für die Gravitationskonstante G

$$G \sim M^{-1} \sim R^{-1} \sim c^2 \sim t^{-2/3} \quad (9)$$

Für die mittlere Massendichte ρ und die Energiedichte ε des Universums erhält man schließlich noch

$$\rho \sim t^{-4/3} \sim R^{-2} \quad (10)$$

und

$$\varepsilon = \rho c^2 \sim t^{-2} \sim R^{-3} \quad (11)$$

Die Ergebnisse (1) bis (11) der KZH sind in Bild 2 zusammengestellt. Erklärungsbedarf besteht hier noch für die Vakuumenergiedichte ε_v . Im Gegensatz zur heutigen Lehrmeinung, wonach $\varepsilon_v \sim \Lambda = \text{konstant}$ ist und gravitativ abstoßend wirkt, ist die Vakuumenergiedichte nach der KZH zeitabhängig ($\varepsilon_v \sim t^{-2}$) und wirkt, genau so wie alle anderen Beiträge zur Gesamtenergiedichte des Universums, gravitativ anziehend. Zwischen ε_v und Λ gibt es nach der KZH keinerlei Zusammenhänge ($\varepsilon_v > 0, \Lambda = 0$)

Zum Verständnis hierzu folgende Überlegungen [2]: Im expandierenden Universum wird die in ihm enthaltene Materie (Galaxien, Sterne, Gasnebel ..) entgegen der Gravitationskraft auf größere Entfernungen zueinander gebracht. Dafür wird Energie benötigt, die dann im neu geschaffenen Raum als „Vakuumenergie“ gespeichert ist. Umgekehrt würde Energie frei, wenn materieerfüllte Räume gravitativ implodieren bzw. sich verkleinern, wie es z.B. bei einem kontrahierenden Universum der Fall wäre. Auch um Materie zu erzeugen, ist (positive) Energie notwendig ($M = E/c^2$). Somit muss dem Raum an sich (Vakuum) und der darin enthaltenen Materie dasselbe Energie-Vorzeichen zugeordnet werden. Zur Verfügung gestellt wird diese Energie von der gravitativen Bremsenergie, die sich in der verzögerten Expansion des Universums äußert $\dot{R} = c \sim t^{-1/3}, \ddot{R} = \dot{c} \sim t^{-4/3}$.

Welcher Anteil bei dieser Energieumwandlung im Massenäquivalent der Vakuumenergie verborgen ist, lässt sich auf der Basis der genannten Überlegungen berechnen [2], S. 65... 67. Man erhält, dass $1/4$ der Gesamtmasse des Universums im Vakuum steckt (virtuelle Teilchen?).

Für die Vakuumenergiedichte folgt somit

$$\varepsilon_v = \varepsilon / 4 \sim t^{-2} \quad (12)$$

Konsequenzen der KZH für unser physikalisches Weltbild [2]

Der Wert einer neuen Hypothese ist daran zu messen, welche Lösungsvorschläge sie für bisher ungelöste Probleme anbietet und welche neuen Erkenntnisse sie vermittelt.

Was also leistet die KZH in dieser Hinsicht?

- Sie löst die Probleme der Urknalltheorie (Problem des Horizontes, der Galaxienbildung und der Flachheit) und befreit diese zudem von unnötigem Ballast (Inflationstheorie und Kosmologische Konstante sind überflüssig!).

- Sie löst das Rätsel der Kosmologischen Konstante (Λ) bzw. Vakuumenergiedichte (ϵ_v), das bisher zu den großen ungelösten Problemen der theoretischen Physik zählte. Nach der KZH ist ϵ_v um den Faktor 10^{-120} kleiner als der Wert, den die Quantenfeldtheorie ergibt [2]. Damit liefert die KZH genau den Zahlenwert für ϵ_v , der mit der Beobachtung übereinstimmt.
- Sie erklärt auf einfache Weise und plausibel die Diskrepanz zwischen Entfernung und Rotverschiebung von Typ Ia-Supernovae. Das Universum expandiert nach der KZH nicht beschleunigt, sondern seit eh und je gebremst (Einstein-de Sitter-Modell) und es benötigt deshalb auch keine „Dunkle Energie“ um die Messdaten interpretieren zu können [2], S. 54, 55.
- Sie verlangt, dass die Weltmasse M linear mit dem Weltradius R wächst ($M \sim R \sim t^{2/3}$), was zur Folge hat, dass wir maximal nur 25% der wirklich existierenden Materie überhaupt wahrnehmen können. Um die Flachheit des Universums, die aus der Vermessung der kosmischen Mikrowellen-Hintergrundstrahlung hervorgeht, zu erklären, wird die „Dunkle Energie“ also ebenfalls nicht benötigt.
- Sie verlangt, wie schon Dirac vorschlug, eine zeitabhängige Gravitationskonstante ($G \sim t^{-2/3}$), wobei das Produkt MG konstant bleibt.
- Sie steht im Einklang mit der Skalar-Tensor-Theorie und verknüpft die ART widerspruchsfrei mit dem Mach'schen Prinzip.
- Sie fordert, dass zur Planck-Zeit ($t_p \approx 10^{-43}s$) die Gravitationskraft ($F_G \sim G \sim t^{-2/3}$) und die starke Kernkraft gleich groß waren (und gleiche Reichweiten hatten), so wie es die Theorie der Supergravitation (Supersymmetrie) verlangt. Das Universum hatte demzufolge zur Planck-Zeit die Größe eines Elementarteilchens!
- Sie liefert eine plausible Erklärung für die von Pascual Jordan, Heinz Haber u.a. propagierte Theorie der Erdexpansion [5].
- Sie rückt den Urknall in die unendlich ferne Vergangenheit. Das Universum hat nach der KZH weder einen Anfang noch ein Ende in der Zeit.
- Nach der KZH sind die kosmischen Basisgrößen (Raum, Zeit und Materie) aufs innigste miteinander verwoben und stehen zueinander in linearem Zusammenhang ($R \sim \tau \sim M$).

Abschließende Bemerkungen

Obwohl die KZH schon vor mehr als einem Jahrzehnt entwickelt wurde und viele Fachexperten auch Kenntnis davon erhalten haben, wurde sie bisher weitgehend ignoriert. Im Oktober 2006 wurde das Exzellenzcluster „Ursprung und Struktur des Universums“, das in München und Garching beheimatet und einzigartig in Europa ist, ins Leben gerufen. Zu dem Forschungsteam gehören hoch angesehene Spezialisten für kosmologische Fragen, die glauben, dass der Urknall immer noch zu den großen physikalischen Rätseln zählt, die bis heute noch nicht einmal ansatzweise gelöst sind [6]. Es wäre also an der Zeit, dass endlich eine ideologiefreie Diskussion über Alternativen zur UT in Gang kommt, wobei die KZH eine davon sein könnte.

Literatur

- [1] Einstein, A.: „Grundzüge der Relativitätstheorie“, 5. Auflage Nachdruck 1982, Vieweg-Verlag
- [2] Fritsch, H.: „Zeit und Wirklichkeit“, SHAKER VERLAG 2007
- [3] Hawking, St., W., „Eine kurze Geschichte der Zeit“, Rowohlt 1988
- [4] Friedmann, A.: „Die Welt als Raum und Zeit“, Verlag Harri Deutsch 2002 Nachdruck der russischen Erstausgabe von 1923
- [5] Fritsch, H.: „The hypothesis of the Earth expansion from cosmological view“, aus dem Buch: „Why expanding Earth“ von Scalera G., Jacob, K.-H., Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia 2003
- [6] „Faszination Forschung“, Wissenschaftsmagazin der TUM, Ausgabe 1, 9/2007