Joachim Stiller

Zur Kosmologie des Weltalls

Wissenschaftliche Arbeiten von Joachim Stiller

Joachim Stiller

Die neue Kosmologie

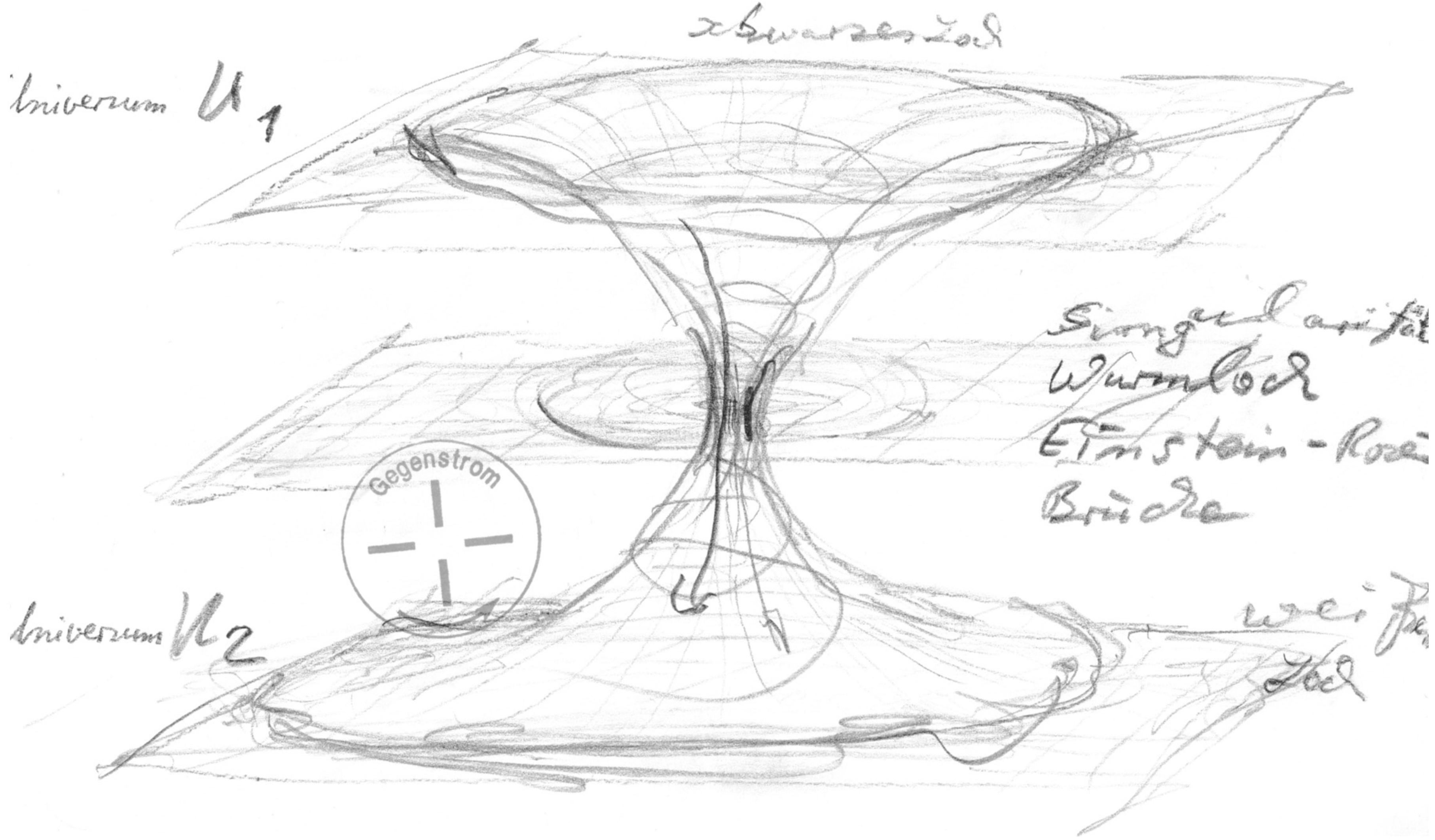
Wissenschaftliche Arbeit von Joachim Stiller

Die neue Kosmologie

Aristoteles hatte gefragt, ob es einen Anfang gäbe. Dabei geht er alle Kausalketten immer weiter zurück, und kommt dann ganz logisch, zumindest scheinbar logisch (was nicht unbedingt zwingend gesagt ist) zu einem ersten Beweger, der „prima causa".
Übertragen auf die moderne Kosmologie entspricht das also dem Standardmodell, nach dem das Weltall aus einem Urknall entstanden ist. Dann könnte man die prima causa also an die Stelle des Urknalls setzen. Im Sinne von Parmenides und Melissos müsste man nun aber einwenden: „Ex nihilo nihil fit" (Aus nichts wird/entsteht nichts). Heute ist man eher für das „Creatio ex nihilo", der „Schöpfung aus dem Nichts". Und diese Schöpfung aus dem Nichts ist dann zugleich eine Selbstschöpfung. Alan Guth etwa nannte sein Buch über das inflationäre Weltall „Die Geburt des Kosmos aus dem Nichts". Und so wird Gott Stück für Stück zurückgedrängt. Die Frage nach der prima causa ist in erster Linie eine religiöse Frage, und eine metaphysische natürlich auch.
Wenn man nun noch konstatiert, dass das Weltall nicht aus dem Nichts entstanden ist, nicht entstanden sein kann, sondern aus einer einzigartigen Singularität, was Hawking und Penrose in einer gemeinsamen Arbeit mathematisch exakt bewiesen haben, dann ändert das die Sachlage ein weiteres Mal. Keine Schöpfung oder Selbstschöpfung aus dem Nichts, aber auch kein Gott, der zur Erklärung notwendig wäre. Man könnte sich etwa ein pulsierendes Weltall vorstellen. Aber halt, da gibt es die beschleunigte Expansion des Weltalls, für deren Entdeckung die Astrophysiker Saul Perlmutter, Brian P. Schmidt und Adam Riess 2011 den Physik-Nobelpreis erhielten. Die abgebremste Expansionsbewegung des Weltalls wird überlagert von einem Moment der beschleunigten Expansion. Mit anderen Worten: Ein Anfang ohne Anfang, und kein Ende in Sicht.
Und wozu das alles? Auf NTV habe ich einmal eine Doku gesehen, eine animierte Reise bis an den Rand des Weltalls. Und am Ende dieser Reise, wo es besonders metaphysisch wurde, tauchte die Vorstellung auf, wir könnten uns in diesem Weltall auf dem Grunde eines schwarzen Lochs befinden. Genial, dachte ich so, genau so ist es. Und was machen wir mit der beschleunigten Expansion? An dieser Stelle kommt nun mein neues kosmologisches Paradigma ins Spiel: Wir interpretieren die kosmologische Konstante nun neu, nicht mehr als beschleunigte Expansion, sondern als Schrumpfen aller Bezugssysteme im Raum. Alles wird immer kleiner. Relativistisch ist das überhaupt kein Problem. Mit anderen Worten: Wir befinden uns im freien Fall nach Nirgendwo. Und am Ende verschwindet alles (alle Galaxien) in Myriaden von kleinen schwarzen Löchern, und jedes dieser schwarzen Löcher lässt ein neues Universum auf der gegenüberliegenden Seite (weißes Loch) entstehen. Und so setzt sich der Prozess des freien Falls bis ins Unendliche fort. Das Weltall zerreißt sich praktisch von Weltall zu Weltall immer wieder aufs Neue selbst.
Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass der amerikanische Prophet Neale Donald Walsch seinen Gott in seinen Gesprächen mit ihm sinngemäß sagen lässt, dass Gott die Welt dadurch erschaffen hätte, dass er sich selbst zerrissen hätte. Vom Standpunkt unseres neuen kosmologischen Paradigmas wäre das durchaus verständlich. Und so kommen wir am Ende auf den Satz von Parmenides und Melissos zurück: „Ex nihilo nihil fit" (Aus nicht wird/entsteht nichts). Etwas war also schon immer. Diese Welt ist ohne Anfang und ohne Ende. Sie ist von Ewigkeit zu Ewigkeit. Man könnte dieses neue kosmologische Paradigma etwa mit einer Fraktalen vergleichen. Die Fraktale arbeitet praktisch mit demselben Bild von sich ewig wiederholenden, selbstähnlichen Strukturen. Dieses neue kosmologische Paradigma könnte ein echter Meilenstein in der Entwicklung der Kosmologie sein.

Joachim Stiller — Münster, 2012

Schwarzes Loch



Joachim Stiller

Die Friedmann-Weltmodelle

Wissenschaftliche Arbeit von Joachim Stiller

Die Friedmann-Weltmodelle

Ich lasse nun den Artikel zu dem Stichwort „Friedmann-Weltmodelle“ aus dem Humboldt-Astronomie-Lexikon (1989) folgen (S.109-112):

Bei den Friedmann-Weltmodellen (nach A.A. Friedmann) handelt es sich um „besonders einfache Weltmodelle, die gegenwärtig die Grundlage für die meisten relativistischen Kosmologien bilden.
Aufgrund der 1912 von A. Einstein veröffentlichten allgemeinen Relativitätstheorie gibt es keinen von den physikalischen Gesetzen losgelösten absoluten Raum. Die im All enthaltene Materie und Energie bestimmen vielmehr die Geometrie des Raumes. Rein formal wird die Verknüpfung von Raumstruktur und Materieinhalt durch ein System von 10 nichtlinearen Differenzialgleichungen, die Einstein-Feldgleichungen, beschrieben. Diese Feldgleichungen (ohne kosmologischen Lambda-Term) reduzieren sich – die Gültigkeit des kosmologischen Prinzips vorausgesetzt – außerordentlich für den Skalenfaktor R(t), der die zeitliche Veränderung des Raumes beschreibt und in erster Linie auch als Weltradius aufgefasst werden darf. Die verbleibenden zwei Differenzialgleichungen für R(t), die ihrer Struktur nach auch durch Überlegungen im Rahmen der Newtonschen Gravitationstheorie abgeleitet werden können, liefern im einfachsten Fall – je nach Art der Expansion – drei Lösungstypen:

$$(1) \qquad \frac{8\pi}{3} G \rho_0 \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} H^2_0 \dashrightarrow k = \begin{matrix} +1 \\ 0 \\ -1 \end{matrix}$$

Dabei ist G die Gravitationskonstante, ρ_0 die Materiedichte, H_0 die Hubble-Konstante zum jetzige Zeitpunkt und k das Krümmungsvorzeichen.
Es zeigt sich, dass Raumkrümmung und Expansion zusammenhängen. Grob vereinfacht lässt sich die kosmische Materie durch das Modell einer „Galaxienflüssigkeit“ beschrieben, welche bei Friedmann-Weltmodellen druckfrei ist. Wegen der Gültigkeitsannahme des kosmologischen Prinzips können wir der Einfachheit halber unsere Betrachtung auf eine beliebige Elementarkugel beschränken, die gleichförmig mit Materie der Dichte ρ gefüllt ist. Der Energieinhalt dieses Elementarvolumens setzt sich aus der Gravitationsenergie mit negativem Vorzeichen und der positiven kinetischen Energie der Expansion zusammen. Je nach Energieinhalt ergeben sich unterschiedliche Lösungstypen.
Im Einzelnen gilt: Die Masse der Elementarkugel mit dem Radius R beträgt

$$(2) \qquad M = \frac{4\pi}{3} R^3 \rho \qquad (M = V\rho)$$

Die gravitative Energie einer Galaxie der Masse m an der Oberfläche der Elementarkugel beträgt

$$(3) \qquad E = -G \frac{m M}{R} = -G m \frac{4\pi}{3} \rho R^2$$

Für die kinetische Energie gilt entsprechend:

$$\textbf{(4)} \qquad E = 1/2 \; m \, v^2$$

Wobei

$$\textbf{(5)} \qquad v = R/t = R \, H$$

Ist (H = Hubble-Konstante). Dabei ergibt sich für die Gesamtenergie (nach Einsetzen):

$$\textbf{(6)} \qquad E = 1/2 \; m \, R^2 \, H^2 \; - \; G \, m \frac{4 \pi}{3} \rho \, R^2$$

(Anm: die linke Seite stellt die kinetisch Energie dar, die rechte Seite die Gravitationsenergie. Nun werden beide Terme gleichgesetzt und m R² rausgekürzt:

$$\textbf{(7)} \qquad 1/2 \; m \, R^2 \, H^2 \underset{<}{\overset{>}{=}} G \, m \frac{4 \pi}{3} \rho \, R^2$$

Die für die Elementarkugel angestellten Überlegungen gelten aber auch für ein kugelförmiges Weltall. Bezogen auf unsere Jetztzeit sind dabei R der Weltradius und ρ_0 bzw. H_0 die momentanen Werte für die Materiedichte bzw. die Hubble-Konstante. Eine Aussage über die Gesamtenergie des Weltalls reduziert sich aufgrund obiger Überlegungen somit auf die Fallunterscheidung:

$$\textbf{(8)} \qquad H^2_0 \underset{<}{\overset{>}{=}} \frac{8 \pi}{3} G \, \rho_0$$

Das hyperbolische Weltall

Ist

$$\textbf{(9)} \qquad H^2_0 > \frac{8 \pi}{3} G \, \rho_0$$

so überwiegt die kinetische Energie. Mithin kommt die Expansion durch die Massenanziehung zu keinem Zeitpunkt zum Stillstand. Für sie gilt k = -1. Entsprechend der Kopplung zwischen Krümmungsvorzeichen und topologischen Eigenschaften der Weltgeometrie liegt eine offene Welt mit **hyperbolischer** Raumstruktur vor.

Das elliptische Weltall

Ist

$$\textbf{(10)} \qquad H^2_0 < \frac{8 \pi}{3} G \, \rho_0$$

so überwiegt die gravitative Energie und die Massenanziehung vermag zu irgendeinem späteren Zeitpunkt die Expansion gänzlich zu stoppen und die Bewegungsrichtung umzukehren. Aufgrund anderer physikalischer Überlegungen kann es nach durchlaufen eines singulären Zustands zu einem erneuten Urknall mit anschließender Expansion kommen. Ein Weltall, bei dem der Bewegungswechsel zwischen Expansion und Kontraktion nicht ein einmaliger, sondern ein periodischer Vorgang ist, bezeichnet man als **pulsierendes Weltall.**
Eine Lösung, bei der die Expansion in eine Kontraktion überwechselt, wird als **elliptisch** bezeichnet.

Das flache Weltall

Im Grenzfall, wenn sich Gravitationsenergie und kinetische Energie der Expansion gerade aufheben, kommt die Expansion erst nach unendlich langer Zeit zum Erliegen. Für diesen Fall ist k = 0. Typologisch bedeutet dies einen gewöhnlichen **euklidischen** Raum mit (in Analogie zur zweidimensionalen Ebene) **flacher** Geometrie.

Kritische Dichte

Von den Größen, die zwischen den Weltmodellen diskriminieren können, ist die heutige Materiedichte die physikalisch anschaulichste. Aus dem Wert der Hubble-Konstante H_0 ergibt sich die **kritische Dichte**

(11) $$\rho_0 = \frac{3}{8 \pi G} H^2_0$$

Die dem Fall k = 0 entspricht. Unter der Annahme H_0 = 50 (km/s)/Mpc errechnet sich die kritische Dichte zu

(12) $$\rho_0 = 5 \times 10^{-30} \text{ g/cm}^3$$

Dabei ist die Genauigkeit von ρ_0 sehr stark von der Exaktheit der Hubblekonstanten abhängig. Für $\rho_0 > \rho_{kr}$ liegt dann gerade der Fall k = +1 vor, für $\rho_0 < \rho_{kr}$ entsprechend der Fall k = -1. Als großräumigen Mittelwert findet man derzeit für die gesamte beobachtbare Materie im All

(13) $$\rho_0 = 10^{-30} \text{ bis } 10^{-31} \text{ g/cm}^3$$

Mithin einen Wert, der kleiner als die kritische Dichte ist und somit für ein offenes Weltall spricht, das hyperbolisch expandiert. Allerdings gibt es hier noch das Problem der Missing mass.
Es gibt noch eine weitere unabhängige Methode für die Bestimmung des Krümmungsvorzeichens k:

(14) $$q_0 \begin{array}{c} > \\ = \\ < \end{array} 1/2 \quad \text{------------------>} \quad k = \begin{array}{c} +1 \\ 0 \\ -1 \end{array}$$

mit dem momentanen Abbremsparameter q_0. Der Wert 1/2 erweist sich dabei als der kritische Wert. (…)

Die besprochenen Friedmann-Weltmodelle haben alle ein endliches Weltalter. Das bedeutet, dass der Skalenfaktor R(t) eine reelle Nullstelle besitzt. Im Rahmen der Urknalltheorien (z.B. Big-bang-Theorie, inflationäres Szenario) wird dies so interpretiert, dass das Universum, also Raum, Zeit und Materie, in einem einzigen Augenblick aus einer Singularität entstanden ist.“ (Humboldt-Astronomie-Lexikon, S.109-112)

Die Friedmann-Lemaitre-Gleichungen

Nach allem, was bisher gesagt wurde, können wir nun auch die erste Friedmann-Lemaitre-Gleichung verstehen. Ich gebe sie „mit“ der kosmologischen Konstanten wieder:

$$\mathbf{(15)} \qquad H(t)^2 = \frac{8\pi}{3} G \rho(t) - \frac{K}{a(t)^2} + \frac{\Lambda}{3}$$

mit
K = Krümmungskonstante
a = Skalenparameter
Λ = Kosmologische Konstante Lambda

Joachim Stiller — Münster, 2012

Joachim Stiller

Die Reale-Distance-Theory

Wissenschaftliche Arbeit von Joachim Stiller

Die Reale-Distance-Theory

Die von mir so genannte Reale-Distance-Theory hat im Original einen etwas anderen, aber ebenfalls englischsprachigen Titel.

Ich will nun kurz darstellen, worum es sich dabei handelt. Zunächst einmal dehnt sich das Weltall seit dem Urknall aus. Das kann mit Lichtgeschwindigkeit geschehen, oder mit noch größerer Geschwindigkeit, denn es ist ja der Raum, der sich ausdehnt, und da wären an sich auch Geschwindigkeiten denkbar, die die Lichtgeschwindigkeit weit übersteigen.

Nun sehen wir das Weltall zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dabei muss man wissen, dass wir grundsätzlich in die Vergangenheit sehen, denn das Licht braucht mitunter mehrer Mrd. Jahre, bis es bei uns ankomme. Wenn wir nun davon ausgehen, dass sich der Ereignishorizont des Weltalls, also die Distanz, bis zu der wir noch schauen können, genau mit Lichtgeschwindigkeit ausdehnt, und dieser Ereignishorizont etwa 13,7 Mrd. Lichtjahre entfernt ist, dann sehen wir den Rand des Weltalls zu einem Zeitpunkt „vor 13,7 Mrd. Jahren.

Und nun kommt das Entscheidende: In der Zwischenzeit ist das Weltall natürlich weiter expandiert. Da sich das Weltall im Ereignishorizont aber mit Lichtgeschwindigkeit ausdehnt, ist das Weltall in Bezug auf den tatsächlichen, absoluten Ereignishorizont um weiter 13,7 Mrd. Lichtjahre im Radius angewachsen. Der Radius des Welthalls hat sich praktisch verdoppelt. Das bedeutet umgekehrt, dass uns das sichtbare, relative Universum um die Hälfte gestaucht erscheint. Dieser Umstand wird leider oft nicht berücksichtigt, auch nicht bei der Frage nach der beschleunigten Expansion, wo dies von herausragender Bedeutung ist. Die von mir so genannte Reale-Distance-Thery ist jedenfalls völlig plausible, konsistent und kohärent. So behaupte ich jedenfalls. Die Reale-Distance-Theory kann jedem unmittelbar einleuchten.

Nun ist die Reale-Distance-Theorie mit zwei Lösungen des hier im Anschluss zu besprechenden „Kosmologischen Trilemmas“ vereinbar: 1. der Verdoppelung der Radien, und 2. dem Inflationären Weltall, bei dem sich das Weltall in sein, also innerhalb eines Sekundenbruchteils auf den Radius ausgedehnt hat, den wir heute wahrnehmen. Im 1. Fall ist das Weltall 27,4 Mrd Jahre alt, im Falle der Inflation aber nur 13,7 Mrd. Jahre. Eine genaue Festlegung in dieser Frage scheint gegenwärtig noch nicht möglich zu sein.

Joachim Stiller Münster, 2013

Joachim Stiller

Das kosmologische Trilemma

Wissenschaftliche Arbeit von Joachim Stiller

Kosmologischs Trilemma

Hier einmal mein kosmologisches Trilemma. Ich habe es bereits als Jugendlicher aufgestellt. Ich selbst hatte keine Idee, wie man es lösen könnte.

Wie alt ist das Universum eigentlich? Die Theorien schwanken von 10 bis 20 Mrd. Jahren und man nimmt heute einen Wert von etwa 14 Mrd. Jahren an. Das ist hinlänglich bekannt. Das führt nun zu folgendem interessanten Paradox: Die weitesten nich sichtbaren Objekte in der Nähe des Ereignishorizonts sind etwa 14 Mrd. Lichtjahre entfernt. Demnach müsste der Urknall direkt am Ende des Universums zu beobachten sein. Das ist aber unmöglich. Wenn das Weltall expandiert, war die Materie zum Zeitpunkt des Urknalls an einem Ort zusammen. Die Lösung des Trilemmas: Wir sehen einen Zustand des Weltalls von vor bis zu 14 Mrd. Jahren. Inzwischen ist das Weltall aber weiter expandiert. Nimmt man an, dass sich Objekte am Rand des sichtbaren Universums mit annähernder Lichtgeschwindigkeit bewegen, so sind sie heute 28 Mrd. Lichtjahre entfernt und das Alter des Weltalls beträgt 28 Mrd. Jahre. Oder man argumentiert umgekehrt: Dann beträgt das Alter der Welt 14 Mrd. Jahre und die weitesten Objekte sind nur 7 Mrd. Lichtjahre von uns entfernt.

Der Sachverhalt sollt an sich klar sein:

1. Das sichtbere Universum dehnt sich mit etwa Lichtgeschwindigkeit aus.
2. Die entferntesten noch sichtbaren Objekte sind 14 Mrd. Lichtjahre entfernt.
3. Das Alter des Universums beträgt 14 Mrd. Jahre.

Und letzteres ist eben ein Widerspruch. Übrigens stellen die drei obigen Sätze tatsächlich ein Trilemma dar. Ich möchte es einmal das "kosmologische Trilemma" nennen. Es können immer nur zwei der Sätze wahr sein. Der dritte Satz ist dann jeweils ausgeschlossen...

Es gibt zunächst drei Lösungen für das kosmologische Trilemma:

Lösung 1 wäre das Szenario der Inflation. Dabei bläht sich das Weltall in der ersten Sekunde praktisch bis auf den heutigen Wert auf.

Lösung 2 wäre die sphärische Verkürzung der Distanz des Ereignishorizonts. Allerdings sprechen hier die Tatsachen dagegen.

Lösung 3 wäre die Verdopplung des Weltalters. Das ist zugleich die Lösung, die ich selber favorisiere, wenngleich ich mich auch mit der Inflation anfreunden könnte.

Lösung 1: Das inflationäre Szenario

Das Horizontproblem

„Wenn wir an zwei beliebigen, räumlich getrennten Gebieten identische physikalische Verhältnisse vorfinden, so mag der Zufall eine Rolle spielen. (…) Die CMBR (Cosmic Microwave Background Radiation) strahlt aus jeder Quadratbogensekunde (das ist etwa ein Tausendstel der Vollmondfläche) mit fast derselben Temperatur und Helligkeit. Einen Zufall können wir in diesem Fall ausschließen, hier ist sicherlich eine systematische Ursache am Werke. Of-

fensichtlich müssen alle Regionen, die heute über Milliarden von Lichtjahren über das ‚Universum verteilt sind, zu irgendeinem Zeitpunkt in der Vergangenheit in Kontakt gestanden haben. Nur dann konnten sich ihre physikalischen Eigenschaften durch den Austausch von Energie einander anpassen.
Die Hintergrundstrahlung ist – wie wir noch sehen werden – gleichsam ein Schnappschuss des Universums zu einer Zeit, als seine Größe nur etwa ein Tausendstel der heutigen betrug, also c. 380 000 Jahre nach dem Urknall. So weit, so gut. Nach der Speziellen Relativitätstheorie aber kann sich keinerlei Form von Information schneller ausbreiten, als das Licht. Die Temperaturen und Dichten unterschiedlicher Regionen des Universums können sich bis zu jener Zeit also nur über Distanzen von maximal 2 x 390 000 Lichtjahre ausgebreitet haben. Ein Gebiet solcher Ausdehnung würde aufgrund seiner enormen Entfernung von der Erde auf dem Nachthimmel mit einem Durchmesser von deutlich weniger als einem Grad erscheinen. Wie können wir dann aber verstehen, dass die Isotropie der CMBR sich über den gesamten Himmel erstreckt? Woher bekam die Hintergrundstrahlung aus der Richtung des Himmelsnordpols Informationen über die Intensität und Energie der Strahlung, die aus einer Gegend nahe dem Südpol zu uns kommt? Und das, obwohl beide Regionen offensichtlich nie in Kontakt haben stehen können?
Wir nennen den durch die endliche Lichtgeschwindigkeit begrenzten Einflussradius eines Ereignisses auch dessen „Horizont“. Das eben geschilderte Problem wird deshalb *Horizontproblem* genannt.“ (Helmut Hetznecker: Expansionsgeschichte des Universums, S.63-64)

Die Inflation und das Horizontproblem

„Es bleibt nicht viel Zeit bis zum Einsetzen der explosionsartigen Ausdehnung des Raumes (Inflation), der sich bis dahin aber mit Lichtgeschwindigkeit ausdehnt. So jung das Universum zu jener Zeit auch ist, kann sich durch die hektisch umherschwirrenden Strahlungsquanten doch sehr schnell ein energetischer und thermischer Ausgleich zwischen den verschiedenen Raumelementen einstellen. Beträchtliche Teile des Universums in seiner damaligen Größe standen also – so postulieren wir! – in thermischem Kontakt. Alle Energie, die innerhalb einer solcherart „kausal zusammenhängenden“ Region in Form von Strahlung vorhanden war, konnte sich deswegen gleichmäßig verteilen.
Nun, urplötzlich beginnt der Mechanismus der Inflation zu wirken, und alles im Universum – das zu dieser Zeit nicht größer ist als ein Atomkern! -, alles darin beginnt also explosionsartig auseinanderzubersten. Alle 10^-35 Sekunden vervielfacht sich nun der Skalenradius des Universums um einen Faktor *e* (*e* ist die Basis des natürlichen Logarithmus und hat etwa den Wert 2,72). Die Geschwindigkeit des Lichtes und jeglicher Information kann hier bei Weitem nicht mithalten, und die bis dahin im thermischen Kontakt stehenden Regionen verlieren sich sozusagen „aus den Augen“. Da die inflationäre Phase vermutlich über einen Zeitraum von 10^-33 Sekunden andauert, wächst der Radius des Universums in etwa hundertmal um einen Faktor 2,72 – dies ergibt sich eben aus der mathematischen Formulierung des inflationären Szenarios. Insgesamt sollte sich der Skalenparameter so in kürzester Zeit im das 10^45-Fache oder mehr vergrößert haben!
Natürlich haben alle Regionen, die eben noch in engem Kontakt standen, während der kurzen, aber rasanten Reise ihre spezifischen physikalischen Eigenschaften beibehalten. Jetzt, nach 10^-33 Sekunden, da die Expansion ihren natürlichen Gang weitergeht, finden wir überall im Universum Gebiete, deren räumliche Trennung ihre Horizont-Durchmesser (und somit die Wirkungsradien der ausgleichenden Strahlung) um viele Größenordnungen übersteigt. Die Temperatur der in ihnen enthaltenen Strahlung ist demnach überall dieselbe, aufgrund der gemeinsamen vorinflationären Vergangenheit. Genial, oder?“ (Helmut Hetznecker: Expansionsgeschichte des Universums, S.66-67)

Die Inflation und das Flachheitsproblem

„Wie sehr das Universum von dem Beginn der Inflation gekrümmt und gerunzelt war, wissen wir nicht. Wir brauchen es auch gar nicht zu wissen, denn mit der enormen Ausdehnung des Raumes mindert sich das Maß der intrinsischen Krümmung um ein Gewaltiges. Dies können Sie sich leicht am Beispiel eines Luftballons vorstellen, dessen Oberfläche sich mehr und mehr ebnet, während Sie ihn aufblasen.
Das Universum hat sich im den aberwitzigen Faktor 10^40 – 10^50 vergrößert. Wenn, so haben wir oben festgestellt, der gesamte Kosmos vor dem Beginn der Inflation die Größe eines Atomkerns hatte, also 10^-15 m, dann wäre sein Durchmesser kurz darauf gewaltiger, als die heute für uns sichtbare Region des Universums, als unser heutiger Horizont! Seither hatte der Weltraum weitere 13-14 Milliarden Jahre Zeit, sich auszudehnen. Die Entdeckung einer geometrischen Krümmung des Raumes, innerhalb unseres sichtbaren Universums wäre deswegen so abwegig, als würden Sie an der ruhigen Oberfläche Ihrer wassergefüllten Badewanne die Kugelgestalt der Erde erkennen. Wir brauchen uns im täglichen Leben nicht auf die Tatsache einstellen, dass sich unser Leben auf der gekrümmten Oberfläche eines kugelförmigen Planeten abspielt, da der Horizont unserer räumlichen Wahrnehmung auf wenige Kilometer begrenzt ist. In der Kosmologie verhält es sich nicht anders. Die 10-15 Milliarden Lichtjahre, die den Horizont unseres sichtbaren Universums begrenzen, machen nur einen geringen Bruchteil der vermeintlich tatsächlichen Ausdehnung des physikalischen Raumes aus. Wir brauchen uns deswegen keine Sorgen zu machen, dass eine mögliche Krümmung des Raumes die Physik des Universums verkomplizieren könnte.“ (Helmut Hetznecker: Expansionsgeschichte des Universums, S.67-68)

Lösung 2: Die sphärische Verkürzung der Distanz zum Ereignishorizont

Die zweite Lösung des kosmologischen Trilemmas besteht in der Annahme, dass sich die Distanzen zum Ereignishorizont sphärisch verkürzen. Sie müssten sich dann genau auf die Hälfte verkürzen. Eins solche Verkürzung ist aber tatsächlich nicht zu beobachten. Objekte, die wir zu einem Zeitpunkt vor 13 Milliarden Jahren sehen, sind auch tatsächlich 13 Milliarden Jahre entfernt. Beide Werde entsprechen sich hier und fallen genau aufeinander. Damit scheidet Lösung 2 mit Sicherheit aus.

Lösung 3: Die Verdopplung der Weltzeit

Die dritte Lösung des kosmologischen Trilemmas postuliert einfach eine Verdopplung der Weltzeit. Wir sehen Objekt in 13 Mrd. Jahren, und diese Objekte sind auch 13 Mrd. Ly entfernt. Da wir aber nun keine Inflation annehmen, sondern das Standardmodell des Urknalls zugrunde legen, müssen wir annehmen, dass bereits 13 Mrd. Jahre vergangen sind, eh die Objekte an dem entfernten ort waren (bedingt durch die Expansion) wo wir sie heute sehen. Also: erst 13-14 Mrd. Jahre Expansion, dann noch einmal dieselbe Zeit, bis das Licht dieser Objekte bei uns ankommt.
Die Erklärungskraft des Szenarios der Inflation ist zwar größer, als die auch von mir vertretene Verdopplung des Weltalters, aber im Sinne des Standardmodells des Urknalls ist Lösung 3 die m.E. gesündere Theorie. Alan Guth etwa schreibt dazu in seinem Werk“ Die Geburt des Kosmos aus dem Nichts – Die Theorie des inflationären Universums“:

„Das Horizontproblem stellt keinen Misserfolg des Urknall-Standardmodells an sich dar, da es weder auf einen internen Widerspruch hinweist, noch auf eine Unvereinbarkeit zwischen Theorie und Beobachtung. Da nach der Theorie postuliert wird, das Universum sei von Anfang an homogen gewesen, ist die beobachtete Homogenität des sichtbaren Universums bereits ein integraler Bestandteil der Theorie. Sobald ein homogener Zustand bereits vom Anfang an vorhanden ist, bleibt er auch in der weiteren Entwicklung des Universums erhalten.“ (Alan Guth: Die Geburt des Kosmos aus dem Nichts – Die Theorie des inflationären Universums, S.296)

Joachim Stiller   Münster, 2012-2015

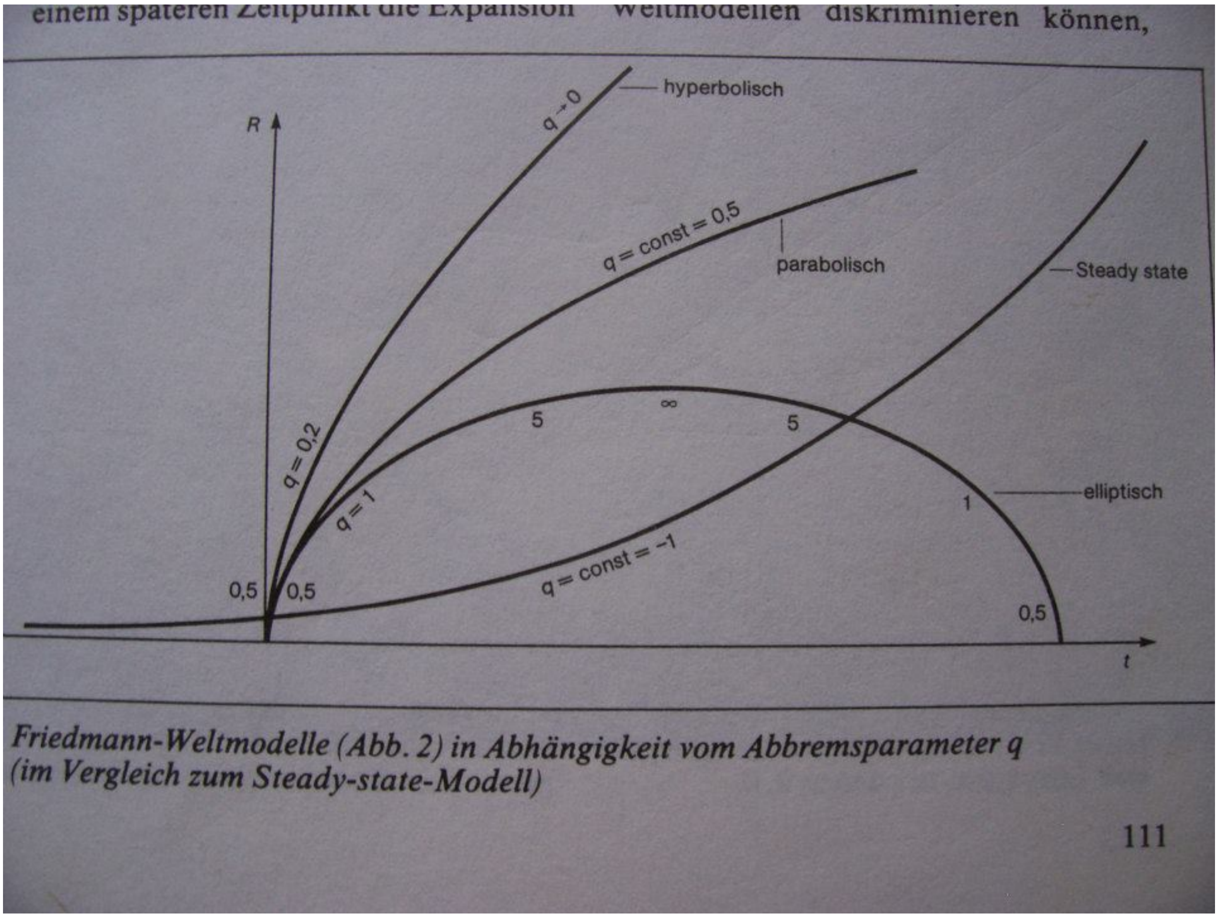
Joachim Stiller

Die beschleunigte Expansion des Weltalls

Wissenschaftliche Arbeit von Joachim Stiller

Die beschleunigte Expansion des Weltalls

1. Die klassische Darstellung der klassischen Friedmann-Modelle

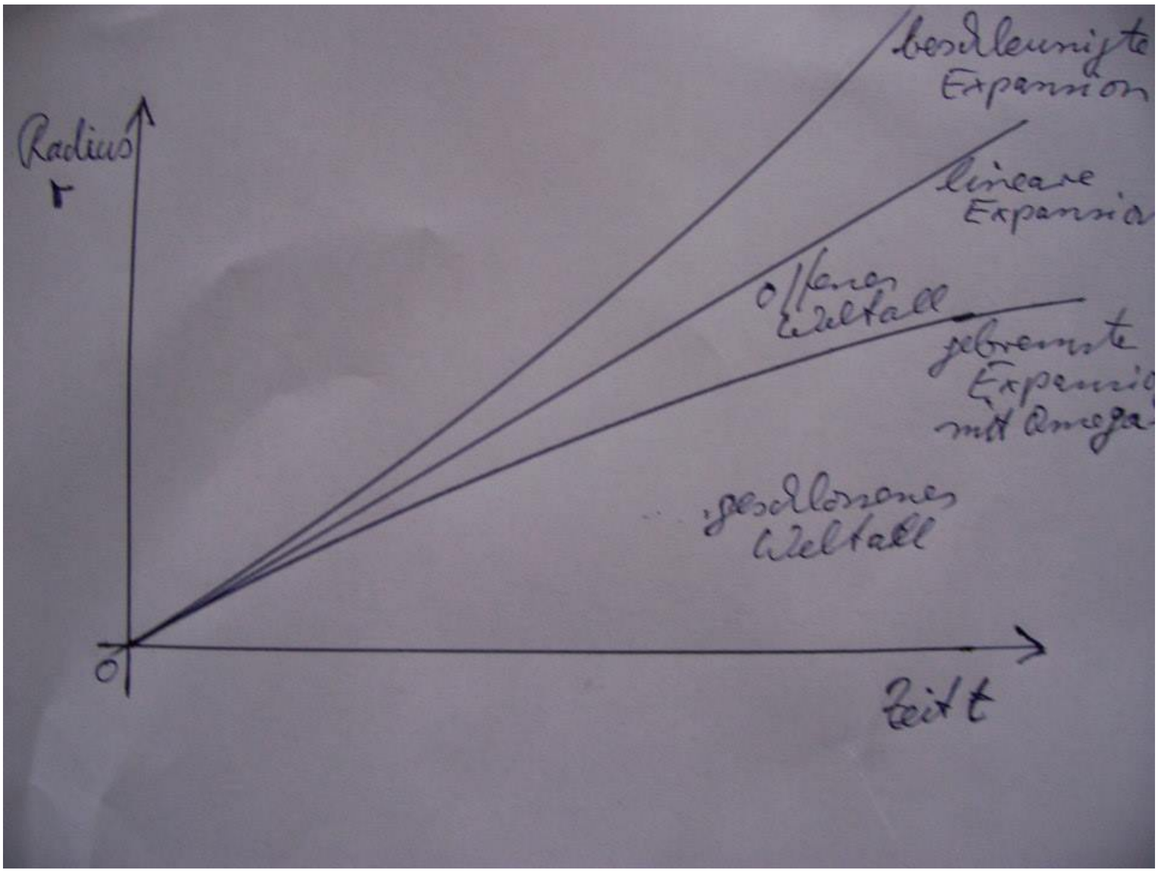


Friedmann-Weltmodelle (Abb. 2) in Abhängigkeit vom Abbremsparameter q (im Vergleich zum Steady-state-Modell)

Das ist die bis heute übliche Darstellung der klassischen Friedmann- Weltmodelle. Im vergleich dazu einmal die neue Darstellung zur beschleunigten Expansion des Weltall. Dann sieht man ganz gut, was da früher falsch gelaufen ist.

2. Die neue Darstellung der beschleunigte Expansion des Weltalls

Man sieht bei der neuen Art der Darstellung – glaube ich – ganz gut, was bisher falsch gelaufen ist.



3. Zur beschleunigten Expansion des Weltalls

Zunächst einmal möchte ich darum bitten, die Theorien der Inflation komplett außen vor zu lassen. Das macht es für den Anfang zu kompliziert.
Im Wiki-Artikel zum Stichwort „Friedmann-Gleichung“ lesen wir:
„Die Hubble-Konstante beträgt 71 km/(s * Megaparsec), wobei gilt: 1 Parsec = 3,26 Lichtjahre. Daraus ergibt sich ein Alter des Universums von 13,7 Milliarden Jahren.“ (Wiki)
Also, bei der beschleunigten Expansion handelt es sich ja um ein zusammengesetztes Problem, um eine "Überlagerung" von zwei oder mehr Grundannahmen. Jetzt habe ich vor, erst einmal die Annahmen zu reduzieren, wir "einfache" Verhältnisse bekommen, also praktisch "reine" Phänomene, die von Steiner auch Urphänomene genannt werden. Ich lasse nun zunächst die "beschleunigte" Expansion ganz außen vor, und gehe von einer linearen Expansion aus. Das müsste uns eine Möglichkeit geben, zum Kern des Problems vorzudringen...
Wir gehen noch einmal von dem Satz aus dem Wiki-Atikel aus:
"Die Hubble-Konstante beträgt 71 km/(s * Megaparsec), wobei gilt: 1 Parsec = 3,26 Lichtjahre. Daraus ergibt sich ein Alter des Universums von 13,7 Milliarden Jahren." (Wiki)
Die Hubble-Konstante liegt in unserer Umgebung bei H = 71 km / s Mpc. Das führt zu einem Weltalter = T = 1 / H = 13,7 Mrd Jahre.

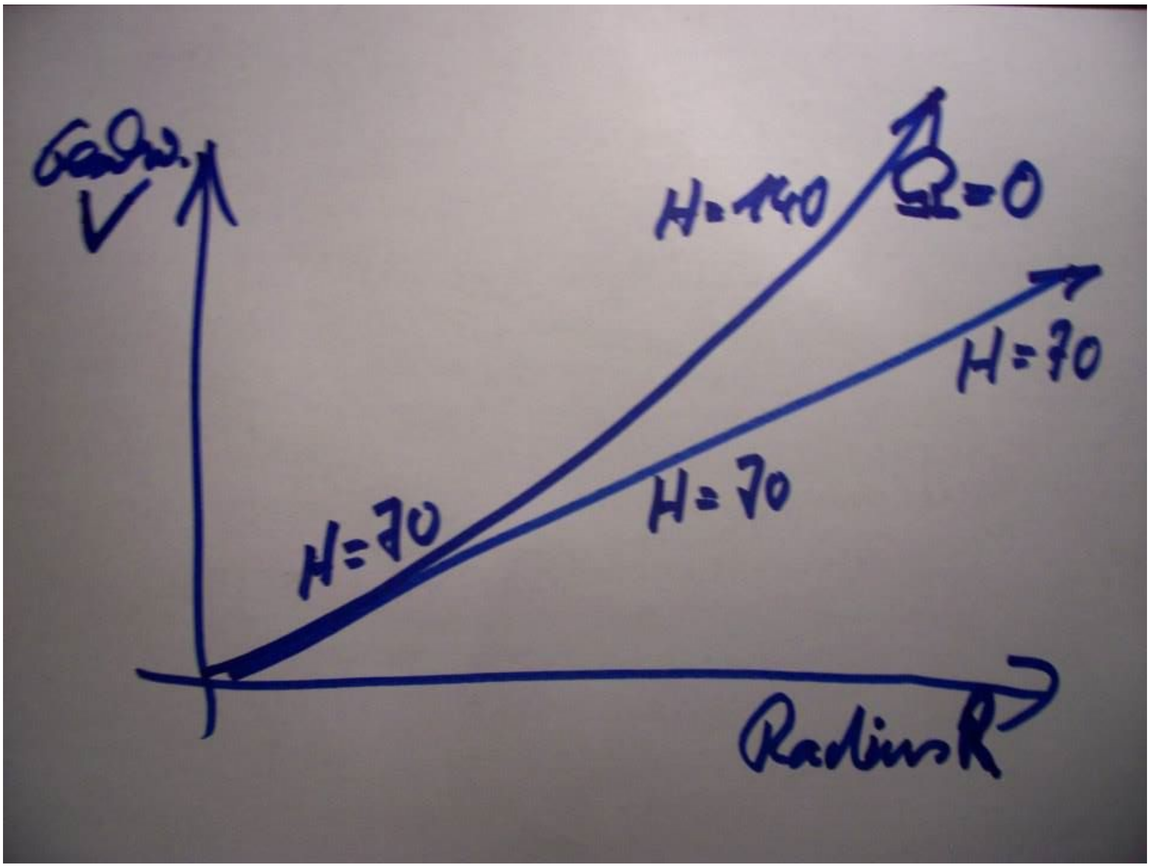
1. Annahme: Das Weltall (Ereignishorizont) dehnt sich mit Lichtgeschwindigkeit aus.

2. Annahme: Informationen der entferntesten Objekte können sich nur mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen.

1. Schlussfolgerung: Wie sehen die entferntesten Objekte (Ereignishorizont) in T / 2, also in einer Entfernung von 6,85 Mrd Lichtjahren. Natürlich bei linearer Expansion.

2. Schlussfolgerung: Das Weltall erscheint uns also um die Hälfte "gestaucht". Für die Entferntesten Objekte gilt dann übrigens nur der doppelte Hubbelwert, also 142 km / s Mpc. Auch das wird nicht beobachtet...

So, und jetzt habe ich ein Problem: Der Ereignishorizont kann sich nicht schneller, als mit Lichtgeschwindigkeit ausdehnen. Die Entferntesten Objekte sind tatsächlich etwa 13,7 Mrd Ly entfernt. Das bedeutet, dass das Weltall doppelt so alt ist, nämlich 27,4 Mrd Jahre. In Bezug auf mein kosmologisches Trilemma kommt dann ganz eindeutig nur von **Lösung 3** in Frage, die Verdoppelung der Weltzeit. Das gibt uns ganz nebenbei auch eine erste Option für eine mögliches Inflationsszenario. Aber warten wir das erst einmal ab.
Die Hubbelkonstante beträgt in der Nähe des Ereignishorizontes ungefähr H = 70 km / s Mpc. Das bedeutet, dass H heute praktisch nur noch den halben Wert haben kann, also H = 35 km / s Mpc . Wir erinnern uns an das Halbwertsproblem des Ereignishorizontes. Tatsächlich aber hat H fast überlall den gleichen Wert von etwa 70 km / s Mpc. Das bedeutet: H ist heute doppelt so hoch, wie zur Halbwertszeit des (beobachtbaren) Ereignishorizontes. Das bedeutet: allein seit der bloßen Halbwertszeit des Ereignishorizontes hat sich die Expansionsgeschwindigkeit praktisch verdoppelt...Das führt zu der Schlussfolgerung, dass die Beschleunigung der Expansion noch hundert mal höher ist, als heute angenommen…



Ich glaube übrigens inzwischen, das Weltall in adäquater Form richtig modellieren zu können... Dabei bin ich einer Eingebung gefolgt, die ich eigentlich schon seit Jahren habe:

1. Das Weltall dehnt sich mit exakt Lichtgeschwindigkeit aus...

2. Das Weltall dehnt sich "im Raum" aus, der selbst unendlich ist...

3. Diese Expansion des Weltalls wird "überlagert" durch eine Expansion des Raumes selbst, dessen Effekt umso stärker wird, je weiter sich das Weltall "im Raum" ausdehnt... Wenn man nun beide sich überlagernde Expansionsbewegungen in das richtige Verhältnis setzt, kann man, so meine These, das Weltall exakt modellieren... Man muss es sich nur einmal räumlich-anschaulich vorstellen... Eine grobe Sichtung ergab für mich übrigens, dass das Weltall erheblich älter sein muss, als heute allgemein angenommen wird...

Vielleicht schreibt ja mal jemand ein entsprechendes Computerprogramm für eine wirklichkeitsgemäße Simulation des Weltalls.... Ich würde mir das sehr wünschen...

Joachim Stiller Münster, 2013

---- Ende ----

Joachim Stiller Münster, 2015