Konzept zur

beschleunigten Expansion des Universums

auf Basis der Hubble-Konstante

- Entwurf -

Daniel Adamczyk

2008

Inhalt

1 Einleitung

Seit Menschen in den Himmel schauen, stellen sich ihnen Fragen, wie z. B. wer denn die Lichter am Himmel abends anzündet, und auch, warum sie nicht herunterfallen. Wie groß ist der Himmel, und, wenn er nicht unendlich groß ist, was denn dahinter sei. Schon Kinder stellen diese Fragen. Sie fragen auch, wie lange es die Schöpfung schon gibt, all die Sterne im Winter am Abendhimmel. Seit der Mensch denkt, versucht er diese Fragen zu erforschen, mit immer gesteigerter Präzision.
Ohne alle Forschungsergebnisse zu kennen, mache auch ich mir meine Gedanken zu diesen Fragen. Ich habe keine Forschungseinrichtungen dazu. Ich habe nur die Daten, derer ich aus Büchern und anderen Medien habhaft werden kann, um meine Gedanken herumstreifen zu lassen und Berechnungen zu probieren.
Zuerst soll es um das Alter des Universums gehen; einer Frage mit spekulativem Charakter. Woran soll man sich in seinen Gedanken festmachen, nimmt man nicht die Schöpfungsgeschichte als Ursprung? Mit der Entdeckung der Hubble-Konstante kam zwangsweise die Idee vom Urknall auf. Alles was es jetzt im Universum gibt, soll auch damals schon vorhanden gewesen sein. Aus irgendeinem Grund ist es dann aus einem Punkt heraus explodiert und hat sich dann mit der Zeit zu dem entwickelt, was wir heute sehen und kennen. Auch ich nehme daher an, dass das Universum aus einem Punkt, dem Nichts, einem Keim oder einer Zelle entstanden ist, und so habe ich einen Anhaltspunkt für die Überlegungen zum Alter.
Meinem Denkmodell liegt ein Gedanke zugrunde, der im Rahmen der Physik gar nicht erlaubt ist – eine Art Perpetuum Mobile. Doch ich bitte Sie, den werten Leser, darum, sich zuerst einmal die Ergebnisse in Kap. 8 anzuschauen. Vielleicht finden Sie doch noch Gefallen an der Idee.

In der Physik gibt es nur eine negative Energie, und das ist die Potentielle. Das wurde so eingeführt, damit die Richtung der Schwerkraft definiert ist. In bestimmtem Sinne will ich die Richtung der Schwerkraft umkehren. Ich stelle mir Folgendes vor: Vor dem Urknall gab es das Nichts. Anhand irgendeines unbekannten Effekts spaltete sich dieses Nichts zu gleichen Teilen in positive und negative Energie auf. In der Summe blieb dieses Nichts damit null, Nichts. Als positive Energie bezeichne ich Quarks und Quanten, Neutrinos und alle Teilchen, die gesamte Materie eben. Die negative Energie hingegen ist der Raum mit einer bestimmten Dichte aus negativer Energie pro Volumeneinheit.
Die Spaltung des Nichts in das, was wir heute sehen und kennen, war in meiner Vorstellung kein spontanes Ereignis, sondern es hat sich über all die Jahrmilliarden dazu entwickelt, und es könnte sich weiter entfalten bis in alle Zukunft. Ob die Ausdehnungsgeschwindigkeit die Lichtgeschwindigkeit einmal überschreiten wird, weiß ich nicht. Ich habe aber davon gehört, dass einige Wissenschaftler mit dieser Möglichkeit spielen. Ich möchte hier diesen Gedanken aufgreifen und auch ohne die Lichtgeschwindigkeit als absolute Grenze rechnen.
Ebenso hat sich nach meinem Denkmodell natürlich auch die Materie erst über all die Zeit seines Entstehen aus dem wachsenden leeren Raum gebildet, bildet sich noch und wird vielleicht nie aufhören, sich weiterzubilden. Für meine Berechnungen aber habe ich nur die Daten, die Forscher und Wissenschaftler aus Vergangenheit und Gegenwart gesammelt haben.
So nehme ich als bisherige Anhaltspunkte nur: Am Anfang war das Nichts und am Ende steht alles das, was wir heute erforschen. Dazwischen steht der Prozess der Spaltung des Nichts, über dessen Geschwindigkeit mir keine Informationen vorliegen. Ich habe mir daher überlegt, dass der voller negativer Energie steckende Raum nach dem gleichen Gesetz wie Materie eine Gravitation erzeugt, nur in entgegen gesetzter Richtung. Die Kraft der Energie, die Schwerkraft

also, richtet sich nach außen, dehnt den Raum aus und ist nicht nach innen, auf einen Punkt hin gerichtet wie bei Materie, um sie zu komprimieren oder zusammenzuhalten. Die Schwerkraft des Raumes ist damit eine Art Antigravitation. Unter der Vorraussetzung aber, dass der Raum durch eine ihm selbst innewohnende Kraft größer wird, wächst auch wegen der konstanten Dichte sein Inhalt an negativer Energie. Da aber die Summe der Energie im Universum nach diesem Modell immer gleich null sein muss, entsteht positive Energie quasi aus dem Nichts. Die treibende Kraft des Universums wäre dann der Raum mit seinem Zwang, sich auszudehnen. Wie genau in diesem Zusammenhang die positive Energie, die Materie, entsteht, entzieht sich meiner Vorstellungskraft. Da mein gesamtes Modell ehrlicherweise aber sowieso unerklärbaren Charakter aufweist, will ich hier einmal spekulieren:
Ich stelle mir vor, dass der Raum durch die ihn dehnende Kraft immer etwas unter Spannung steht, sprich: Sein Gehalt an negativer Energie entspricht nicht ganz der ihm als feste Eigenschaft innewohnende Dichte an negativer Energie. Diese aber kann nur geschaffen werden, indem positive Energiequanten aus dem Nichts entstehen, die dann wiederum ein Defizit an Energie hinterlassen. Dieses Defizit ist die gesuchte negative Energie, die der Raum braucht, um in seinem Gleichgewichtszustand, dass die Summe der Energien null ist, zu bleiben. Leider aber trägt diese so neu geschaffene negative Energie wieder zur Antigravitation des Raums bei, und er dehnt sich mit einem Zuwachs an Kraft weiter aus.
Sollte diese Idee mit der Wirklichkeit etwas zu tun haben, so müssten sich in jedem Kubikmeter Raum ständig neue Energiequanten nachweisen lassen können, nur weiß ich leider nicht, wie man sie nachweist. Die Entstehung des Universums wäre damit ein bis in die Gegenwart und darüber hinaus ständig sich fortsetzender Prozess, der sich vor unseren Augen unaufhörlich abspielte. Auf die Menge der möglicherweise nachzuweisenden Energie will ich in den Berechnungen später noch eingehen.

Am Ende des Aufsatzes kommt als Ergebnis die Hubble-Konstante in erheblichem Maße zum Tragen und würde so unter den genannten Vorraussetzungen ihrer Bedeutung für die naturwissenschaftliche Betrachtung des Universums nicht nur gerecht, sondern erhielte ihren gleichgestellten Platz neben der Lichtgeschwindigkeit, der Gravitationskonstante und dem Planck'schen Wirkungsquantum.

2 Bedingungen

- In Gedanken gehe ich von einem endlichen, kugelförmigen Universum aus.

- Die Möglichkeit, wie in den hier beschriebenen Fällen von einem Anfangsradius von einem Meter auszugehen, ist natürlich nur mit den einfachen Bedingungen, wie ich sie mir gesetzt habe, möglich. Trotz der einfachen Bedingungen muss ich extrapolieren. Im Falle der komplizierten Bedingungen der realen Wissenschaft wäre ein Radius von einem Meter natürlich traumhaft.

- Zwar weiß ich, dass neuere Untersuchungen gezeigt haben, dass die Ausdehnung des Universums beschleunigt verlaufen sein könnte, allerdings gehe ich bei meiner Vorstellung von der Größe des Radius des Universums von früheren Untersuchungen aus, die die Lichtgeschwindigkeit als Ausdehnungsgeschwindigkeit gefunden haben. Andere Daten für den Radius des Universums liegen mir nicht vor. Auf der anderen Seite hat gerade die Information von der beschleunigten Ausdehnung meine Fantasie zu dem vorliegenden Modell beflügelt [10].

- Auch gibt es Untersuchungen, die besagen, das Universum dehne sich mit Überlichtgeschwindigkeit aus. Dies möchte ich aufgreifen und ignoriere damit die Lichtgeschwindigkeit als obere Grenze der Ausdehnungsgeschwindigkeit.

- Die Energiedichte des Vakuums bestimme ich aus der Gesamtmasse des gegenwärtigen Universums und seiner Größe des leeren Raums, da, wie gesagt, bei meiner Idee die Energie aller Materie gleich der negativen Energie des gesamten Universums sein muss.

- Die Ausdehnungsbeschleunigung wird als in negativ wirkender Richtung wirkende Schwerebeschleunigung gerechnet.

- Da die Energie des Vakuums als negativ angenommen wird, ergibt das auch negative Massen. Da ich aber auch mit der negativen Schwerkraft rechne, werden diese Massen als positiv behandelt.

- Siehe Kap. 1.

3 Masse und Radius des Universums

3.1 Der Radius des Universums

3.1.1 Die Hubble-Konstante

„Die Größe des (sichtbaren) Universums lässt sich relativ leicht errechnen. Der Radius R_0 des Alls kann aus dem Alter **A** bestimmt werden:

$$R_0 = c \cdot A$$

wobei **c** natürlich die Lichtgeschwindigkeit ist. Das ist allerdings nur eine einfache Näherung.

Aktuell durch den WMAP- Satelliten durchgeführte Messungen ergaben einen Wert für die Hubble- Konstante H_0 von 72 [Km/s/Mpc]. Der Kehrwert der Hubble- Konstanten ergibt das Weltalter. Wir berechnen zunächst die Strecke von einem Megaparsec [Mpc]:

$$1 \text{ Lichtjahr} = 299792458 \cdot 365{,}24 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 9.46047 \cdot 10^{15}$$

$$1\ [\text{Mpc}] = 3.262 \cdot 1 \text{ Million } [\text{Lj}] = 9.46047 \cdot 10^{15} \cdot 3.262 \cdot 1000000 = 3.086 \cdot 10^{22}\ [\text{m}]$$

Nun können wir die Hubble- Konstante in [m] ausdrücken:

$$H_0 = 72000\ [\text{m/s}]\ /\ 3.086 \cdot 10^{22}\ [\text{m}] = 2.333 \cdot 10^{-18}\ [s^{-1}]$$

Der Kehrwert 1/ H_0 gibt uns das Weltalter t_0:

$$t_0 = 1/\ H_0 = 1/\ 2.333 \cdot 10^{-18}\ [s^{-1}] = 4.2861 \cdot 10^{17}\ [\text{s}]$$

$$4.2861 \cdot 10^{17}\ [\text{s}]\ /\ (365.24 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60)\ [\text{s / Jahr}] = 13{,}58 \text{ Milliarden Jahre}$$ ´´

[1]

3.1.2 Der Radius

„Wenn man diese Rechnung mit gerundeten Zahlen durchführt, erhält man ein Weltalter von 13,7 Milliarden Jahren, wie es auch offiziell angegeben wird. Damit können wir uns nun an die Größe des Universums wagen:

$$R_0 = (13.7 \cdot 10^9 \cdot 365.24 \cdot 60 \cdot 60)\ [\text{s}] * 299792458\ [\text{m/s}] = 1.296 \cdot 10^{26}\ [\text{m}]$$

Andere Möglichkeiten zur Bestimmung des Weltradius bieten sich den Astronomen anhand von Lichtlauf- Zeitdifferenzen an Gravitationslinsen oder durch die Bestimmung der Rotverschiebung entfernter Objekte. Häufig zieht man dazu auch so genannte **Standard-Leuchtkerzen** heran. Das sind besondere astronomische Objekte, wie z.B. die Cepheiden oder bestimmte Supernova- Typen, die eine stets gleiche, absolute Leuchtkraft (bzw. im Falle der Supernova auch Lichtkurve) besitzen und man deshalb von der gemessenen scheinbaren Helligkeit auf die Entfernung schließen kann. So ergeben sich Werte von bis zu 3206 Megaparsec (3,206 [Gpc], Gigaparsec), die allerdings nicht wesentlich vom oben errechneten Wert des sichtbaren Universums abweichen. Der Kosmos ist jedoch größer als wir sehen können, weil wir nur leuchtende Objekte (Quasare) in diesen extremen Entfernungen erkennen. Was vor den ersten leuchtenden Galaxien geschah, entzieht sich unseren Blicken. Deshalb kennt niemand die wahre Größe, und so ist es kein Wunder, dass die Angaben hierzu stark schwanken. Angefangen von 10facher Größe des sichtbaren Alls über tausendfache Größe, finden sich sogar Hinweise auf einen Faktor von 10^{26}!

Halten wir also fest: Die Ausdehnung des *sichtbaren* Universums beträgt etwa 3 Gigaparsec, vorsichtig geschätzt ist sein tatsächlicher Radius 30 Gigaparsec (~10^{27} [m]). Der Radius könnte aber genauso gut vieltausendfach größer sein. Wir können das nicht nachmessen!“ [1]

3.2 Die Masse des Universums

[1] „Es ist gar nicht so leicht, den Kosmos "abzuwiegen", sind wir doch an die Erde gebunden. Eine nahe liegende Möglichkeit bietet sich daher naturgemäß durch die Beobachtung des Universums und den gravitativen Beziehungen der verschiedenen Objekte. Daraus kann man anhand der Newtonschen Gravitationsgesetze auf die Massen schließen.

Hierzu muss man ein genügend großes Volumen in seine Betrachtung einbeziehen. Man kann die Anzahl der Galaxien sowie ihre Masse bestimmen, dividiert durch das beobachtete Volumen erhält man dann eine mittlere Massendichte. Nun braucht man "nur" noch das Gesamtvolumen des Universums, um die Gesamtmasse zu ermitteln.

Galaxien gesellen sich gerne in Gruppen an, bilden Galaxienhaufen und diese wiederum ordnen sich zu Superhaufen an. Zwischen diesen Großstrukturen finden wir Leerräume von 10 bis 100 Megaparsec, das sind Distanzen bis zu 300 Millionen Lichtjahren. Das bedeutet, dass die Verteilung der Materie sehr ungleichmäßig erscheint und wir keine aussagekräftigen Werte erhalten. Wenn wir aber viel größere Volumina betrachten, etwa ab 1000 [Mpc] aufwärts, erscheint uns die Materie relativ homogen im All verteilt zu sein. Aus vielen solcher Beobachtungen und Messungen erhielten die Astronomen einen Anhaltswert der mittleren Massendichte von

$$1 \cdot 10^{-27} \text{ bis } 5 \cdot 10^{-27} \text{ [kg / m}^3\text{]}$$

Das ist nun ein sehr geringer Wert, und er stellt auch nur eine minimale Untergrenze dar. Eine solche Angabe ist allerdings auch sehr unsicher. Einfach aus dem Grund, weil bei den Vermessungen dieser riesigen Raumvolumina selbst die kleinste Messunsicherheit enorme Auswirkungen hat. Daher ist man mit solchen Aussagen eher vorsichtig.“

Aber rechnen wir einfach einmal ohne Rücksicht auf Unsicherheiten. Den Radius des beobachtbaren Universums haben wir zu etwa 3000 [Mpc] ermittelt. Das entsprach der fantastischen Strecke von

$$1.296 \cdot 10^{26} \text{ [m]}$$

Daraus können wir das Volumen des Kosmos ableiten. Vereinfacht gehen wir dabei von einem kugelförmigen Universum aus. Das Volumen berechnet sich dann nach:

$$V = 4/3 * \pi * r^3 = 9.118 \cdot 10^{78} \text{ [m}^3\text{]}$$

Damit kommen wir auf eine Gesamtmasse von:

$$5 \cdot 10^{-27} \text{ [kg / m}^3\text{]} * 9.118 \cdot 10^{78} \text{ [m}^3\text{]} = 4.56 \cdot 10^{52} \text{ [kg]}$$

In verschiedenen Quellen wurden darüber hinaus öfter nachstehende Angaben gefunden:

Weltradius: $1.9 \cdot 10^{26}$ [m]   Gesamtmasse: $1.44 \cdot 10^{53}$ [kg] ´´

[1]

4 Entwicklung

4.1 Die beschleunigte Ausdehnung

Nach den Worten der Einleitung dehnt sich der leere Raum nach dem Gesetz der Schwerkraft aus, nur in entgegen gesetzter Richtung:

$$a = \frac{M \cdot G}{R^2} \qquad \textbf{4.1.1} \qquad [2, 308]$$

Wobei a die Beschleunigung, M die Masse, G die Gravitationskonstante und R der Radius des Universums ist.

Bezogen auf die postulierte negative Energie des Raums sei angemerkt, dass ich annehme, dass es die Energie ist, die die Gravitation auslöst. Der Vollständigkeit halber möchte ich daher das Masse-Energie Äquivalent Albert Einsteins zitieren:

$$E = m \cdot c^2 \qquad [2, 241]$$

Damit rechne ich die negative Energie in Form von negativer Masse. Der Einfachheit halber wird die Richtung der Beschleunigung von vornherein entgegengesetzt der Schwerebeschleunigung angenommen, womit das negative Vorzeichen entfällt.

Nun ändert sich nach den Worten der Einleitung die Masse über dem Radius, da der Raum mit der Zunahme seiner Größe laufend positive Energie produziert. Damit ist es nötig, eine Dichte der Masse zum Raum aus den gegenwärtigen Daten zu errechnen:

$$\delta = \frac{M_n}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (R_n)^3} \qquad \textbf{4.1.2}$$

Hierbei ist δ die Dichte, M_n die Masse und R_n der Radius des gegenwärtigen Universums. Das Universum ist hierbei wie in den Bedingungen angekündigt kugelförmig und endlich. Der Wert dieser Dichte ist mit den Werten aus 3.1.2 $R_n = 1.296 \cdot 10^{26}$ [m] und 3.2 $M_n = 1.44 \cdot 10^{53}$ [kg] für das gegenwärtige Universum:

$$\delta = 1.58 \cdot 10^{-26} \frac{kg}{m^3} \qquad \textbf{4.1.3}$$

Wenn δ konstant sein soll, ergibt sich damit für die Masse M des Universums abhängig von seinem sich mit der Zeit änderndem Radius R aus 4.1.2 folgender Ausdruck:

$$M = \frac{4}{3} \cdot \delta \cdot \pi \cdot R^3 \qquad \textbf{4.1.4}$$

Der Ausdruck für die Beschleunigung aus 4.1.1 nimmt damit mit 4.1.4 folgende Gestalt an:

$$a = \frac{4}{3} \cdot \delta \cdot \pi \cdot G \cdot R \qquad \textbf{4.1.5}$$

Mit einer bekannten Dichte ist demnach die Beschleunigung nur von dem Radius R abhängig, wie er zu einem bestimmten Zeitpunkt bezogen auf das sich ausdehnende Universum vorliegt. Weiterhin zeigt der Ausdruck, dass die Beschleunigung in Abhängigkeit vom Radius bei konstanter Dichte über dem Radius einen linearen Zusammenhang ergibt:

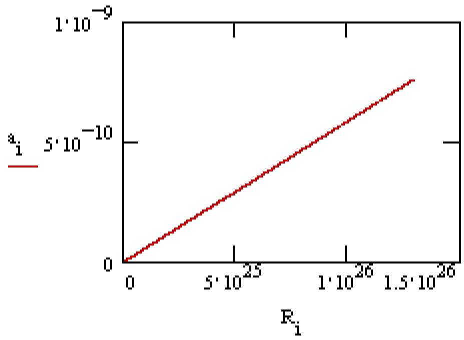

Abbildung 1:
Beschleunigung über dem Radius

4.2 Die Ausdehnungsgeschwindigkeit über dem Radius

Da das Verhältnis der Zeit zur Größe des Universums nicht bekannt ist, muss ein Ausdruck für die Ausdehnungsgeschwindigkeit gefunden werden, der sie in Abhängigkeit vom Radius ausdrückt. Hierzu bietet sich der Ausdruck für den Weg der beschleunigten Bewegung an:

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \qquad \textbf{4.2.1} \qquad [2, 5.12]$$

Da der Weg x in diesem Fall genau dem Radius R des sich ausdehnenden Universums entspricht, soll er durch diesen ersetzt werden (x=R).

Die Zeit t kann aus diesem Ausdruck mittels der Beziehung zwischen Geschwindigkeit v, Beschleunigung a und der Zeit t ersetzt werden:

$$v = a \cdot t$$

$$t = \frac{v}{a} \qquad \textbf{4.2.2}$$

In 4.2.1 eingesetzt und nach v aufgelöst drückt sich die Ausdehnungsgeschwindigkeit v dann wie folgt aus:

$$v = \sqrt{2 \cdot R \cdot a} \qquad \textbf{4.2.3}$$

Jedoch ist dies der Ausdruck für eine beschleunigte Bewegung mit konstanter Beschleunigung.

Die Beschleunigung der Ausdehnung des Universums ist aber über dem Radius veränderlich. Hierzu sei zuerst Gleichung 4.2.3 umgeformt:

$$\frac{v^2}{2} = R \cdot a \qquad \textbf{4.2.4}$$

Grafisch drückt sich dieser Zusammenhang wie folgt aus:

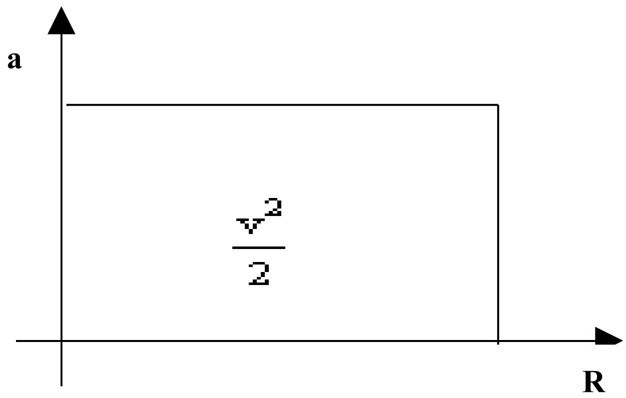

Abbildung 2: Konstante Beschleunigung über Radius

Die aus der konstanten Beschleunigung und dem Radius gebildete Fläche ist der Ausdruck v²/2. Für eine beliebig veränderliche Beschleunigung über dem Radius zeigt sich wieder der Zusammenhang zwischen dem Ausdruck v²/2 und der Fläche unter der Beschleunigung:

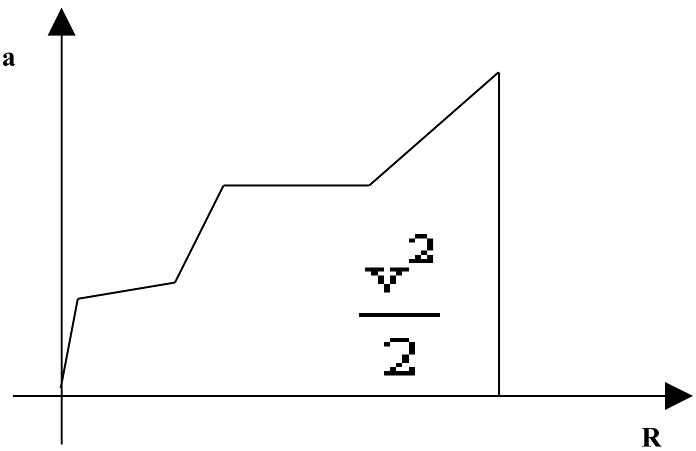

Abbildung 3: veränderliche Beschleunigung über dem Radius

Zwar ist die Funktion der Beschleunigung im beschriebenen Fall linear, so dass die Fläche unter der Funktion einfach zu errechnen wäre, aber im Hinblick auf die noch anstehenden Aufgaben in den Alternativen (vgl. Kap. 7) soll eine allgemeine Lösung gefunden werden.
Ist die Funktion von der Beschleunigung über dem Radius also keine Konstante, wie in Abbildung 3 gezeigt, so muss sie über dem Radius integriert werden, um die Fläche unter dem Funktionsgraphen zu finden:

$$\frac{v^2}{2} = \int_r^R f(a)\,dR \qquad \textbf{4.2.5}$$

4.2.5 mit dem Ausdruck für die Beschleunigung im hier besprochenen Fall heißt dann integriert und aufgelöst nach der Ausdehnungsgeschwindigkeit v:

$$v = \sqrt{2\cdot\left[\frac{2}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot G\cdot(R)^2 - \frac{2}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot G\cdot(r)^2\right]} \qquad \textbf{4.2.6}$$

Mit r ist hierbei der Anfangsradius der Berechnung und mit R der jeweils betrachtete Radius des Universums gemeint. Im Falle des hier betrachteten Modells der konstanten Dichte und des zu berechnenden Alters aus der Gegenwart heraus ist dies der gegenwärtige Radius des Universums.

Für die gegenwärtige Ausdehnungsgeschwindigkeit ergibt die Berechnung mit den in 3.1.2 und 4.1.3 gefundenen Daten und einem Anfangsradius von einem Meter.

$$v_n = 2.723 \cdot 10^8 \quad [m/s] \qquad \textbf{4.2.7}$$

4.3 Das Alter

Um eine Aussage über den Zeitverlauf während der Ausdehnung des Universums zu treffen, soll der Ausdruck 4.2.2, der die Zeit der konstant beschleunigten Bewegung verifiziert zu Rate gezogen werden. Da aber weder Geschwindigkeit noch die Beschleunigung konstant wächst bzw. ist, müssen die Geschwindigkeit und die Beschleunigung in Teilschritte zerlegt werden, um dann miteinander verknüpft zu werden. Dazu wird der gegenwärtige Radius des sich dehnenden Universums auf die folgende Art und Weise ausgedrückt:

$$R_i = R_n \cdot \frac{i}{n} \qquad \textbf{4.3.8}$$

Ri ist hierbei der sich steigernde Radius, Rn der gegenwärtige Radius des Universums, i die Laufvariable, die sich von 1 bis n steigert (Anmerkung: Mit meiner Software kann n bis 7999 angegeben werden. Auf diese Weise ergibt sich die Darstellung der Beschleunigung, wie in Abbildung 1 dargestellt.).

Für die Ausdehnungsgeschwindigkeit ergibt sich folgendes Bild:

$$v_i = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot \left[\left(R_i\right)^2 - r^2 \right]} \qquad \textbf{4.3.9}$$

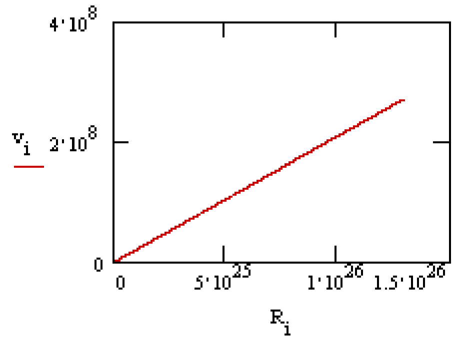

Abbildung 4: Ausdehnungsgeschwindigkeit über Radius

In der Abbildung sind Radius und Geschwindigkeit wie auch in Abbildung 1 in SI-Einheiten angegeben.

Um eine Aussage über den Zeitverlauf zu treffen, muss die Steigerung der Geschwindigkeit von einer errechneten Geschwindigkeit zur Nachbargeschwindigkeit berechnet werden:

$$\Delta v_i = v_i - v_{i-1} \qquad \textbf{4.3.10}$$

Diese wird dann mit der dazugehörigen Beschleunigung ai wie folgt verknüpft:

$$t_i = \frac{\Delta v_i}{a_i} \qquad \textbf{4.3.11}$$

Damit erhält man die zum Beschleunigungsabschnitt dazugehörige Zeit. Die folgende Darstellung zeigt ti in Abhängigkeit vom Radius R. Ordinate und Abszisse sind dabei zur besseren Übersicht logarithmisch dargestellt:

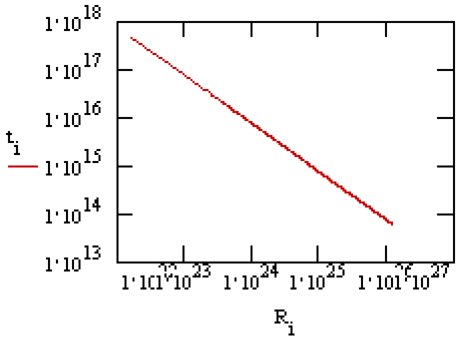

Abbildung 5: Zeitabschnitte über Radius

Die Summe aller Zeitabschnitte ergibt damit das Alter des Universums, wie es sich in diesem Modell ergibt:

$$\sum_i t_i = 144.252 \quad \text{[Mrd. Jahre]} \qquad \textbf{4.3.12}$$

Ein Weltalter von 145 Mrd. Jahren ist ungefähr das 10-fache des in 3.1.1 mit der Hubble-Konstante errechneten Alters des Universums. Allerdings ging man dabei auch nicht von einer beschleunigten Ausdehnung aus.

4.4 Ausdehnungsgeschwindigkeit über der Zeit

Um einen Eindruck von der Ausdehnungsgeschwindigkeit über der Zeit zu gewinnen, muss die entsprechende Summe der Zeitabschnitte mit der dazugehörigen Ausdehnungs-geschwindigkeit in folgender Form verknüpft werden:

Koordinaten	mathematisch	Programmierung
$P1\left(T(1), v_1\right)$	$T(1) = \sum_{(1..1)} t_i$	$T(1) = t_1$
$P2\left(T(2), v_2\right)$	$T(2) = \sum_{(1..2)} t_i$	$T(2) = T(1) + t_2$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$Pn\left(T(n), v_n\right)$	$T(1) = \sum_{(1..n)} t_i$	$T(n) = T(n-1) + t_n$

4.4.13

Mit den Werten der Abszissen-Koordinaten T(1) bis T(n) zugeordnet zu den Werten v1 bis vn der Ordinate ergibt sich damit das folgende Bild für die Ausdehnungsgeschwindigkeit über der Zeit:

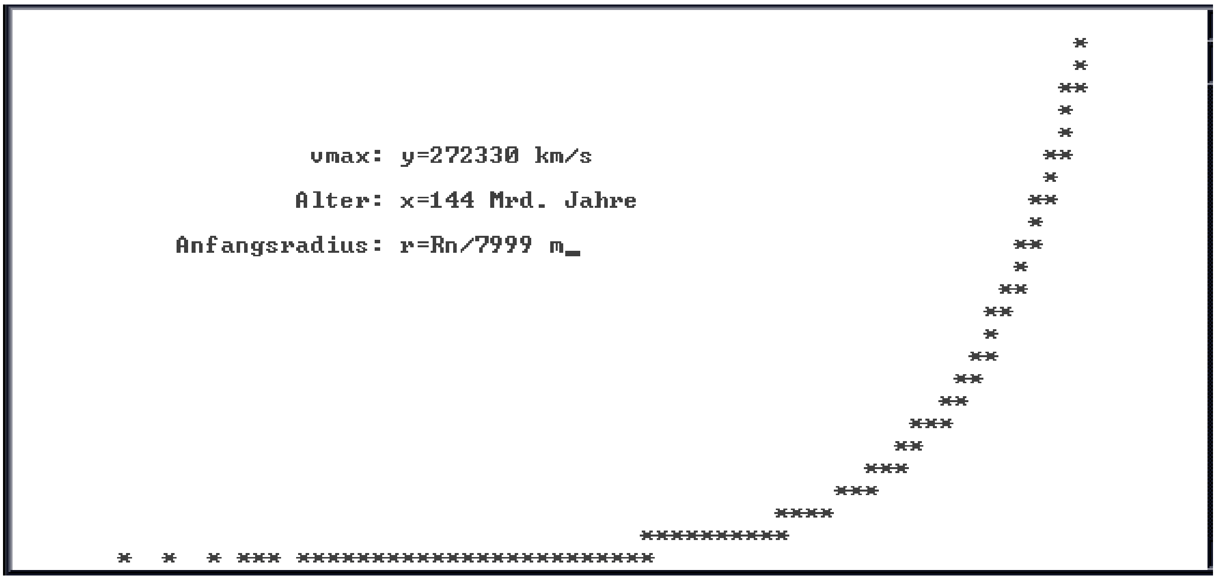

Abbildung 6: Ausdehnungsgeschwindigkeit über Zeit

Die Darstellung (Programm s. Kap. 10.1.1) legt die Vermutung nahe, dass es sich bei dem Zusammenhang zwischen der Ausdehnungsgeschwindigkeit und der Zeit um eine Exponentialfunktion handelt, da die Geschwindigkeit ins Unendliche zu wachsen scheint.
Die Rechnung weist entgegen der Behauptung in der Einleitung, es sei von einem Anfangsradius von 1 m auszugehen, einen solchen auf. Die Rückrechnung auf einen beliebig kleinen Anfangsradius folgt in Kap. 5.3.

4.5 Überprüfung der Ergebnisse

Eine Verknüpfung der ermittelten Daten zu einem sinnvollen und überprüfbaren Ergebnis soll die Richtigkeit der Berechnung bestätigen. Hierzu soll der gegenwärtige Radius Rn rückgerechnet werden. Dies geschieht, indem Schritt für Schritt Radius um Radiuszuwachs in folgender Form zu einer Summe aufaddiert wird, die dann den Endradius ergibt. Schritt für Schritt deshalb, da mir die Funktion R(t) nicht bekannt ist.

$$\Delta R_i = v_i \cdot t_i$$

$$R_n = \sum_i \Delta R_i \qquad \textbf{4.5.14}$$

Das Ergebnis lautet $R_n = 1.296 \cdot 10^{26}$ [m] und ist damit der in Kap. 3.1.2 zitierte Radius des Weltalls, mit dem auch bisher gerechnet wurde.

4.6 Radius über der Zeit

In diesem Kapitel handelt es sich lediglich darum, einen optischen Eindruck von der Funktion R(t) zu erhalten. Eine Ermittlung der Funktion ist mir leider nicht möglich. Exponentialfunktion

sowie Cosinus-Hyperbolicus waren zwar nahe dran, eine Funktion v(t) zu beschreiben, haben aber keine zufrieden stellenden Ergebnisse gezeigt. Für R(t) als Integral von v(t) habe ich dann keinen Versuch gewagt, abgesehen vom Integral des Cosinus-Hyperbolicus, der zwar einfach der Sinus-Hyperbolicus wäre, aber eben nicht über die richtige Ausgangsfunktion verfügte.
Daher möchte ich wie schon im Kap. 4.4 Schritt für Schritt Koordinaten zusammenführen, um einen Eindruck und damit eine qualitative Einschätzung für das Finden einer Funktion zu ermöglichen. Ähnlich 4.4 geht es damit mit 4.5.14 folgendermaßen los:

Schritt	x-Koordinate (Zeit)	y-Koordinate (Radius)	
i=1	t_1	$v_1 \cdot t_1$	
i=2	$\sum_i t_i$	$\sum_i v_i \cdot t_i$	
.			
.	.	.	
i=n	$\sum_n t_i$	$\sum_n v_i \cdot t_i$	**4.6.15**

Das Programm 10.1.2 zeigt damit folgendes Ergebnis:

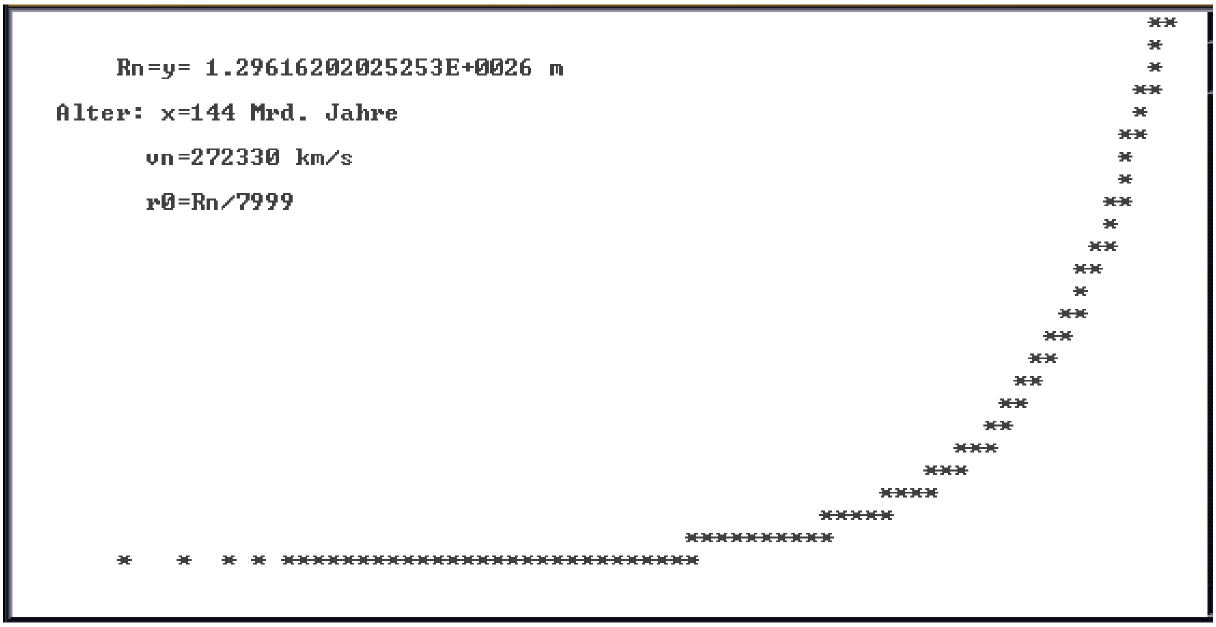

Abbildung 7: Radius über Zeit

Die Grafik ähnelt stark der Abbildung 6 von v(t) in Kap. 4.4. Damit könnte es sich nach

$$\int_0^x e^{ax}\,dx = \frac{1}{a} \cdot e^{ax} \quad \textbf{4.6.16}$$ [3, 260]

tatsächlich um eine Exponentialfunktion handeln. Diese kommt in der Natur häufig vor.

5 Untersuchung

5.1 Leistungsdichte

Um sich eine Vorstellung davon zu machen, in welchem Maße der durch die Ausdehnung des Universums hinzugewonnene Raum, resp. seine negative Energie, zum Ausgleich positive Energie schafft, um die Summe der Energie bei null zu halten, soll seine Leistungsdichte ermittelt werden. Hierzu wird der in einem Zeitraum ti hinzugewonnene Raum mit der Dichte verknüpft und zum Gesamtraum des Universums ins Verhältnis gesetzt. Anschließend wird mit Einsteins Masse-Energie-Äquivalent die Energie des hinzugewonnenen Raums pro Volumeneinheit ermittelt.

a) Das Volumen des Weltalls:

$$V_i = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (R_i)^3 \qquad \textbf{5.1.17}$$

a) hinzugewonnener Raum:

$$\Delta V_i = V_i - V_{i-1} \qquad \textbf{5.1.18}$$

b) hinzugewonnene Masse:

$$\Delta M_i = \Delta V_i \cdot \delta \qquad \textbf{5.1.19}$$

c) hinzugewonnene Energie:

$$\Delta E_i = \Delta M_i \cdot c^2 \qquad \textbf{5.1.20}$$

d) Leistungsdichte

$$S_i = \frac{\Delta E_i}{t_i \cdot V_i} \qquad \textbf{5.1.21}$$

Wobei ti (vgl. 4.3.11) die Dauer ist, die vom vorhergehenden Volumen gebraucht wurde um den neuen Raum des sich ausdehnenden Universums zu schaffen.

e) Darstellung der Leistungsdichte über dem Radius des sich mit der Zeit ausdehnenden Universums:

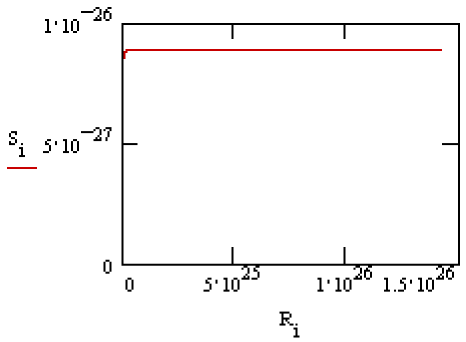

Abbildung 8: Leistungsdichte des Universums

Der aktuelle Wert der Leistungsdichte ist somit ca. $S_n = 7.5 \cdot 10^{-26} \ \frac{W}{m^3}$.

<u>Nachtrag</u>: Unter Einbeziehung der Ausdehnungsgeschwindigkeit als Lichtgeschwindigkeit (vgl. Kap. 6) so wie der Ergebnisse aus Kap. 8 wird die Leistungsdichte nach Gl. 5.1.21:

$$S_i := \delta \cdot H^3 \cdot \frac{(R_i)^3}{R_i - R_{i-1}} \cdot \left[1 - \frac{(R_{i-1})^3}{(R_i)^3} \right] \quad \textbf{5.1.22}$$

Der Verlauf zeigt sich wie folgt, wobei die waagerechte Achse den Radius angibt:

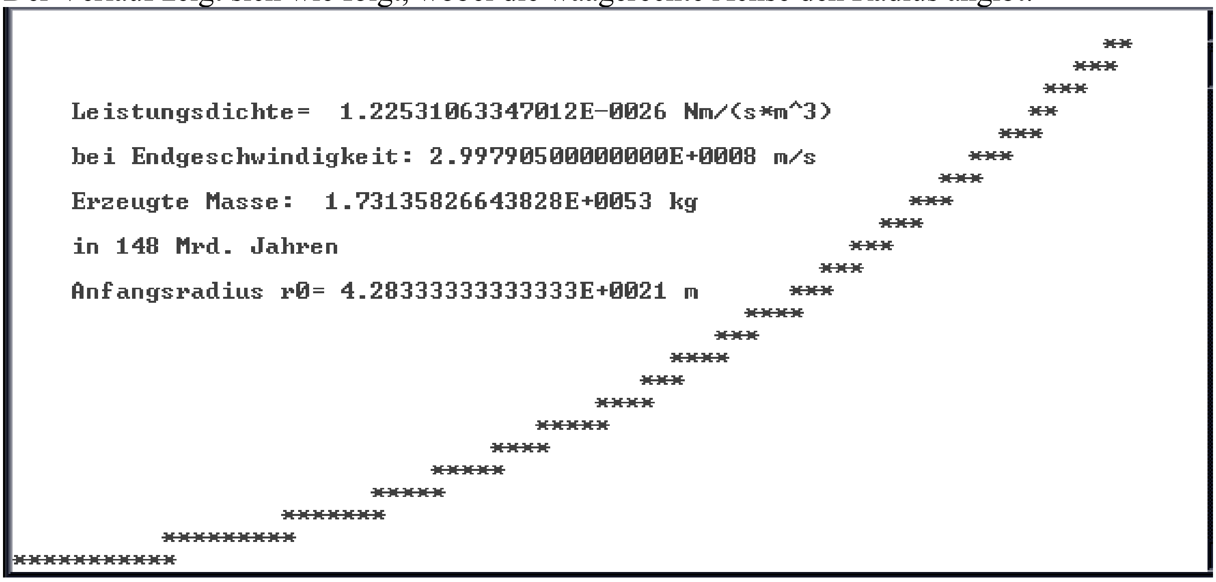

Abbildung 9: Leistungsdichte über Radius (Nachtrag)

Die Masse entspricht Kap. 8. Einzelheiten liegen im Programm 10.1.4 gem. Gl. 5.1.21 vor.

Nachtrag Ende.

5.2 Hubble-Konstante

Die Hubble-Konstante beschreibt einen Zusammenhang zwischen der Entfernung eines Sterns und seiner Fluchtgeschwindigkeit. Da es sich um eine Konstante handelt, bedeutet es, dass sich zwischen der Entfernung und der Geschwindigkeit, mit der sich der Stern von uns entfernt um einen linearen Zusammenhang handelt.
Messungen aus der Gegenwart der Entfernung eines Sterns von uns blicken immer in die Vergangenheit zurück. So hat für uns der Stern von gestern auch die damalige Ausdehnungsgeschwindigkeit des Alls. Dem trägt Hubble Rechnung mit der Hubble-Zeit, dem Kehrwert der Hubble-Konstante.
In diesem Modell soll der lineare Zusammenhang zwischen der Entfernung eines Sterns und seiner Fluchtgeschwindigkeit gezeigt werden (vgl. Abbildung 4). Ausgehend von der als gegenwärtig errechneten Ausdehnungsgeschwindigkeit vn zu dem dazugehörigen Radius des Weltalls, kann damit eine für dieses Modell gültige Hubble-Konstante errechnet werden:

$$H = \frac{v}{s} \qquad \textbf{5.2.23}$$

H ist dabei die Hubble-Konstante, v die Geschwindigkeit und s der Abstand, der in Megaparsec ausgedrückt wird, um einen Vergleich mit der real gemessenen Hubble-Konstante zu ermöglichen. Für das hier betrachtete Modell ergibt sich ein Wert von:

$$\frac{v_n}{1000} \cdot \frac{3.26 \cdot 10^6 \cdot 365.24 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot c}{R_n} = 64.778 \qquad \textbf{5.2.24}$$

Da ich vn in m/s angegeben habe, muss der Wert durch 1000 geteilt werden. Als Abstand wird der Radius R genommen, da er sich seit der Entstehung des Universums vom Ursprung R entfernt. Die Entfernung wird in MPc angegeben.
Der real gemessene Wert der Hubble-Konstanten beträgt H=(75+/-25) km/s*MPc [4, 319]. Das hier betrachtete Modell liefert eine Konstante von ~65 km/s*MPc und liegt damit im Toleranzbereich der Messungen. Unabhängig davon ist ein Wert für die Hubble Konstante von 72 km/s*MPc (vgl. 3.1.1) in diesem Modell berechenbar, da der Wert für die Masse des Universums über den angenommenen Wert (vgl. 10.2.1.) hinaus toleriert ist; neueste Forschungen haben einen Wert von 10^54 kg [5] gefunden.

5.3 Das Alter

Das in 4.3.12 angegebene Alter galt für einen Anfangsradius von Rn/7999. Beim Erstellen der Abbildung 6 fiel mir auf, dass sich das Alter mit jeder Halbierung des Anfangsradius um 10,43 Mrd. Jahre erhöhte.

Der Anfangsradius definiert sich in den Berechnungen mit:

$$r_0 = \frac{R_n}{n} \qquad \textbf{5.3.25}$$

Für einen Anfangsradius von einem Meter ist n damit gleich Rn.

Der Zusammenhang zwischen der Halbierung des Anfangsradius und der Erhöhung des Alters um 10.43 Mrd. Jahre stellt sich wie folgt dar:

$$T := 144.252 + 10.43 \cdot x \qquad \textbf{5.3.26}$$

Dabei ist das Weltalter bei n=7999 vertreten sowie die Erhöhung. Der Faktor x zeigt den Zusammenhang:

$$\frac{R_n}{7999} = \frac{R_n}{n} \cdot 2^x \qquad \textbf{5.3.27}$$

Und daraus:

$$x = \frac{\ln\left(\frac{1}{7999} \cdot n\right)}{\ln(2)} \qquad \textbf{5.3.28}$$

Für einen Anfangsradius von einem Meter ergibt sich damit das schier unendlich erscheinende Alter von T=914 Mrd. Jahren.
Sollte das Universum tatsächlich aus dem Nichts entstanden sein, so wird sich nach diesem Modell das dazu passende Alter als unendlich darstellen. Geht man aber davon aus, dass sich selbst das Nichts an die heutigen physikalischen Gesetze hält, so kann man einen minimal mögliche Energie und den dazugehörigen Radius über die Entdeckungen Max Planck's finden.

Das Planck'sche Wirkungsquantum multipliziert mit einer Frequenz ergibt die Energie eines Photons, also einer elektromagnetischen Welle. Mit Albert Einsteins Masse-Energie-Äquivalent findet sich die dementsprechende Masse. Mit der bekannten Dichte lässt sich das Volumen und damit der Radius bestimmen.
Davon ausgehend, dass das Planck'sche Wirkungsquantum die kleinste mögliche Energiemenge ist, darf die Frequenz den Wert 1 nicht unterschreiten. Allerdings ist mir eine elektromagnetische Welle mit der Frequenz 1 nicht vorstellbar. Daher nehme ich die kleinste real vorkommende Frequenz für elektromagnetische Wellen:

5.4 Das Nichts

Die Hintergrundstrahlung ist ein schlagender Beweis für die Urknalltheorie, die ich hier jedoch gerade anzweifle. Sollte die Hintergrundstrahlung die Urform der Energie sein? Diese Frage stelle ich mir. Daher soll als erstes das Alter des Universums nach diesem Modell für den Fall errechnet werden, dass das erste Energiequantum des Universums die Frequenz der Hintergrundstrahlung hatte:

$$B := 2.898 \cdot 10^{-3}$$
$$T := 2.725$$

$$\lambda := \frac{B}{T} \qquad c = \lambda \cdot \nu \qquad \nu := \frac{c}{\lambda} \qquad \nu = 2.819 \cdot 10^{11}$$ **5.4.29**

Mit dem Wienschen Verschiebungsgesetz wurde so die Frequenz der Hintergrundstrahlung errechnet. T ist hier die Temperatur der Strahlung eines idealen schwarzen Körpers in [K].

$$E = n \cdot h \cdot \nu$$ [2, 610]

$$E = m \cdot c^2 \qquad m = \frac{E}{c^2}$$

$$V = \frac{m}{\delta} \qquad V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

$$r = \left(\frac{3}{4} \cdot \frac{V}{\pi}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$n = 1 \qquad r = 3.155 \cdot 10^{-5}$$ **5.4.30**

Zu diesem Gedanken wäre damit der Anfangsradius des Universums 0.032 mm. Das Alter bezogen auf diesen Anfangsradius r ergibt sich analog zur Berechnung in 5.3 mit $T = 1.07 \cdot 10^{3}$ Mrd. Jahren. Ein eben noch tolerierbarer Wert im Hinblick auf die Exotik des Gedankens.

Sollte aber die Hintergrundstrahlung die Ur-Energie sein, so müsste es analog zur Leistungsdichte aus 5.1 dazu eine Leistungsdichte geben, die dieser entspricht. Leider ist für elektromagnetische Strahlung die Leistungsdichte nur pro Fläche anzugeben.

6 Schlussfolgerungen

6.1 Ausdehnungsgeschwindigkeit aus Zentrifugalbeschleunigung

Auf der Suche nach einer Frequenz der Ur-Energie spann ich den folgenden Gedanken:
Die Beschleunigung, die den Raum des Universums dehnt, gleicht einer Kraft, da sie zusammen mit der negativen Energie des Raums wirkt.
Das Ur Photon kreist mit Lichtgeschwindigkeit am Rand der winzigen Hülle des Mini-Universums herum. Dabei nimmt es eine gewisse Winkelgeschwindigkeit auf. Zu dieser Winkelgeschwindigkeit zeigt sich dem Maschinenbauingenieur eine Zentrifugalkraft. Die Frage ist jetzt, ob diese Zentrifugalkraft der in ihrer Richtung umgekehrten Schwerebeschleunigung gleichzusetzen ist:

$$F = m \cdot a \qquad F_z = m \cdot \frac{v^2}{R} \qquad [6, 34]$$

$$F = F_z$$

$$m \cdot a = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$a = \frac{M \cdot G}{R^2} \qquad \frac{M \cdot G}{R^2} = \frac{v^2}{R}$$

$$M = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot R^3 \qquad \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot R^3 \cdot \frac{G}{R^2} = \frac{v^2}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot R^2} \qquad \textbf{6.1.31}$$

Die Geschwindigkeit v ist genau diejenige Geschwindigkeit, mit der die Masse am Rande des Universums wie in einer hohlen Kugel kreisen muss, um mittels der Zentrifugalkraft Fz genau dieselbe Kraft zu erzeugen, wie es auch die in ihrer Richtung negative Ausdehnungs-beschleunigung tut.
Besonders bemerkenswert ist hierbei, dass es sich bei der Geschwindigkeit v genau um dieselbe Geschwindigkeit handelt, wie sie in 4.2 mit der Bezeichnung 4.2.6 als Ausdehnungsgeschwindigkeit unter den in Einleitung und Bedingungen genannte Vorausetzungen gefunden wurde. Einziger Unterschied ist die Bezogenheit auf einen Anfangsradius. Daher sei die Ausdehnungsgeschwindigkeit v noch einmal ohne Anfangsradius hergeleitet:

$$\frac{v^2}{2} = \int_0^R f(a)\, dx$$

$$f(a) = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot x \qquad \frac{v^2}{2} = \int_0^R \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot x \, dx$$

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot R^2} \qquad \textbf{6.1.32}$$

Dieser Zusammenhang ist vergleichbar mit der Bahn des Mondes um die Erde, nur ohne Erde. So wie für den Mond die Zentripetalkraft die Schwerkraft zwischen Mond und Erde ist, so führt die Zentrifugalkraft der Massen im in sich gekrümmten Raum des geschlossenen Universums zu seiner Ausdehnungsgeschwindigkeit.

6.2 Ausdehnungsgeschwindigkeit als Lichtgeschwindigkeit

Weiter auf der Suche nach der Frequenz des Ur-Photons gestatte ich mir, Masse als Planck-Energie verknüpft mit dem Masse-Energie-Äquivalent A. Einsteins auszudrücken:

$$m \cdot c^2 = n \cdot h \cdot \nu$$

$$m = \frac{n \cdot h \cdot \nu}{c^2} \qquad \textbf{6.2.33}$$

Für dieses Gedankenexperiment habe ich mich entschlossen, als Frequenz die der Hintergrundstrahlung zu verwenden. Damit stellt sich die Planck-Energie wie folgt dar:

$$h \cdot \nu = 1.868 \cdot 10^{-22} \; [\mathrm{J}]$$

$$E_0 = 1.868 \cdot 10^{-22} \qquad \textbf{6.2.34}$$

Weiterhin stelle ich fest, dass die Geschwindigkeit eines Photons im Raum gleich der Lichtgeschwindigkeit c ist. So ist sie es auch, wenn das Photon im in sich gekrümmten Raum des Universums ununterbrochen kreist. Die Zentrifugalkraft stellt sich dann wie folgt dar:

$$F_z = m \cdot \frac{v^2}{R} \qquad F_z = m \cdot \frac{c^2}{R} \qquad \textbf{6.2.35}$$

Die Kraft, die durch die negative Schwerkraft ersetzt werden soll, ist die Zentrifugalkraft. Diese Schwerkraft nenne ich hier Ausdehnungskraft, da sie die entgegengesetzte Richtung hat. Diese Ausdehnungskraft ist im Universum konstanter Dichte, wie schon in angedeutet:

$$F = m \cdot a$$

$$a = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot R \qquad F = m \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot R\right) \qquad \textbf{6.2.36}$$

Da F und Fz gleich groß sein sollen (vgl. Kap. 2), werden sie gleichgesetzt.

$$m \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot R\right) = m \cdot \frac{c^2}{R} \qquad \textbf{6.2.37}$$

Für c kommt damit die Ausdehnungsgeschwindigkeit wie in 6.1 dargestellt heraus.

Mit 6.2.37 findet sich ein Ausdruck für den Radius des Universums:

$$R = \sqrt{\frac{c^2}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G}} \qquad \textbf{6.2.38}$$

<u>Nachtrag</u>: Die wichtigste Erkenntnis aber ergibt sich aus 6.2.38, dass nämlich unter der Vorraussetzung gleicher Zentrifugalbeschleunigung (Ausdehnungsbeschleunigung) und

Schwerebeschleunigung der Massen der Radius dieses Universums R=M*G/c² sein muss. Damit ist auch die Zeitdehnung mit 1=M*G/(R*c²) maximal (vgl. 6.6). Nachtrag Ende.

Aus dem Zusammenhang zwischen Masse, Volumen und Dichte kann man einen weiteren Ausdruck für R herleiten. Die Masse sei hier als Planck-Energie dargestellt:

$$M=V\cdot\delta$$

$$M=\frac{n\cdot E_0}{c^2} \qquad V=\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot R^3 \qquad \frac{n\cdot E_0}{c^2}=\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot R^3\cdot\delta$$

$$R=\left(\frac{n\cdot E_0}{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot c^2}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad \textbf{6.2.39}$$

<u>Nachtrag:</u> Gl. 6.2.39 entspricht M=E/c², also dem Masse-Energie-Äquivalent. Nachtrag Ende

Die beiden Ausdrücke für R, 6.2.38 und 6.2.39, werden jetzt gleichgesetzt, um die Variable R zu eliminieren, so dass als einzige Unbekannte nur n, die Anzahl der Photonen im All, bleibt. Vorraussetzung für diese Rechnung ist die Vorstellung alle positive Energie im All trete als Hintergrundstrahlung auf.

$$\left(\frac{n\cdot E_0}{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot c^2}\right)^{\frac{1}{3}}=\sqrt{\frac{c^2}{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot G}}$$

$$n=\frac{1}{2}\cdot\sqrt{3}\cdot\frac{c^5}{E_0\cdot\sqrt{\pi\cdot\delta\cdot G^3}} \qquad \textbf{6.2.40}$$

<u>Nachtrag</u>: Gl. 6.2.40 entspricht Gl. 7.4.83. Nachtrag Ende.

Damit ist ein Ausdruck für die Anzahl der Photonen im All geschaffen, der mit Hilfe von 6.2.33 eine Aussage über die Masse zulässt. Eine Aussage über den Radius ist mit 6.2.38 und 6.2.39 gleich doppelt geschaffen.
Beim Analysieren der Ergebnisse für m und R fiel sofort ins Auge, dass sich die Werte mit den Werten aus der Herleitung der Ausdehnungsgeschwindigkeit im Kapitel 4 decken, wenn als Lichtgeschwindigkeit jeweils die vorherrschende Ausdehnungsgeschwindigkeit eingesetzt wird. Es ist ein waghalsiges Unterfangen, die Lichtgeschwindigkeit als Konstante anzuzweifeln, doch es ließe sich nachmessen. Konsequenterweise berechne ich einen Geschwindigkeitsunterschied mit den Parametern, die unserer Gegenwart am ehesten entsprechen und die der Berechnung dieses Modells treu bleiben. Die Dichte bleibt demzufolge gleich. Mit den Werten für die Masse aus 6.2.40 und für den Radius Rn aus 6.2.38 findet sich die Lichtgeschwindigkeit als Ausdehnungsgeschwindigkeit des Universums. Der Radius des Universums ist hierbei $R_n=1.427\cdot10^{26}$ [m], und die Masse ist $M_n=1.923\cdot10^{53}$ [kg]. Eine Berechnung des Geschwindigkeitsunterschiedes der Lichtgeschwindigkeit zwischen den Jahren 1908 und 2008 ergibt folgendes Bild:

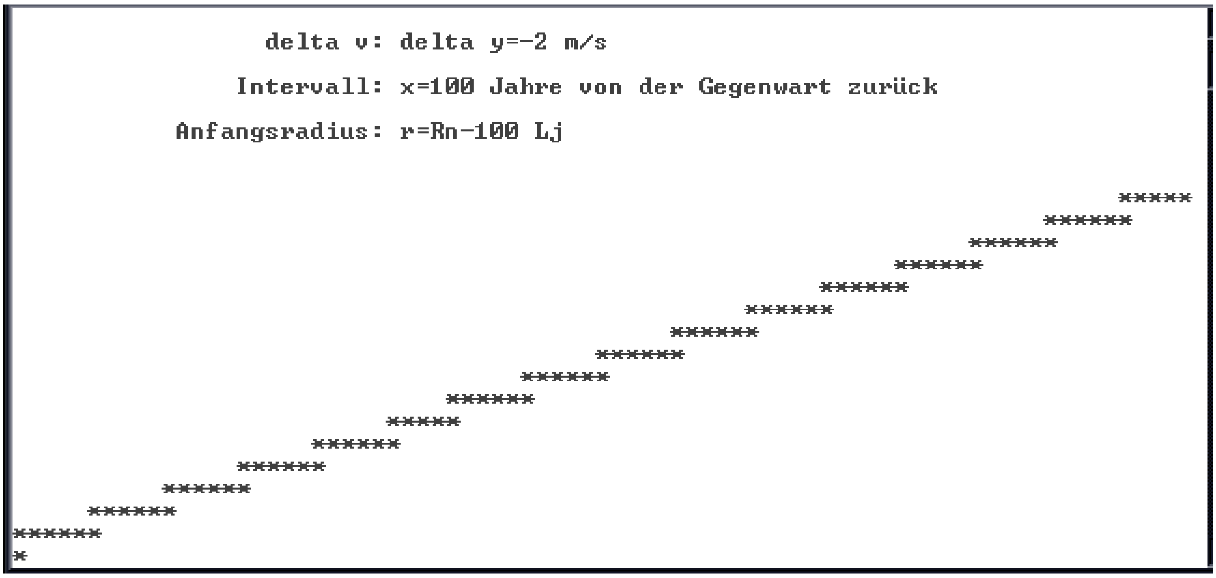

Abbildung 10: Unterschied der Lichtgeschwindigkeit über ein Zeitintervall

Im Programm 10.1.3 im Anhang ist zu erkennen, dass die Masse nur als Funktion der Dichte auftaucht. Der Radius aber wird vom o. g. Radius Rn aus 100 Lichtjahre Schritt für Schritt zurückgerechnet. Die Rundung des Betrages von -2 [m/s] ist in diesem Falle angebracht. Der wahre Unterschied liegt nur etwa 2 Hundertstel darunter. Außerdem sei angemerkt, dass die Berechnung einen Fehler aufweist, da ich die 100 Lichtjahre Unterschied im Radius nicht mit der punktuell vorherrschenden Ausdehnungsgeschwindigkeit berechnet habe.
Der Wert der Boulder-Gruppe von 1983 zeigt einen Wert von 299.792.457,4 [m/s] [7], womit die Genauigkeit deutlich wird, mit der eine Messung möglich ist. In den vergangenen 25 Jahren müsste dieser Wert gemäß meiner Berechnung um ca. 0.5 [m/s] gestiegen sein. Damit liegt die Lichtgeschwindigkeit zwar immer noch im genormten Bereich der 299792458 [m/s], allerdings könnte man die Messung von 1983 heute wiederholen und müsste demnach einen Wert von 299792457.9 [m/s] für die Lichtgeschwindigkeit erhalten.

6.2.1 Winkelgeschwindigkeit

Nachdem die Lichtgeschwindigkeit für dieses Modell als veränderlich über dem Radius des Universums erahnt wurde, stellt sich natürlich die Frage, mit welcher Winkelgeschwindigkeit ein Photon in der Oberfläche des Universums kreist. Diese Berechnung ist einfach:

$$\omega = \frac{v}{R} \quad \textbf{6.2.41} \qquad [6, 34]$$

$$v = \sqrt{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot G\cdot R^2} \qquad \omega = \frac{\sqrt{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot G\cdot R^2}}{R}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot G} \quad \textbf{6.2.42}$$

Die Winkelgeschwindigkeit 6.2.42 ist also eine Konstante, deren Unsicherheit einzig durch die Dichte δ gegeben ist. Die Dichte des Universums ist schließlich nicht sicher ermittelt.

Aus Gleichung 6.2.41 wird damit der Ausdruck:

$$v=\omega\cdot R \qquad \textbf{6.2.43}$$

Und so ist es für dieses von mir in diesem Beispiel erdachte Universum konstanter Dichte nach der Erkenntnis aus Kap. 6.2, dass die Ausdehnungsgeschwindigkeit der Lichtgeschwin-digkeit entspricht, folgerichtig, zu sagen:

$$c=\omega\cdot R \qquad \textbf{6.2.44}$$

Mit ω wird also zum einen eine Kreisbewegung gemäß 6.1.31 erzeugt. Zum anderen eine beschleunigte Ausdehnung. Der Geschwindigkeitsvektor der Ausdehnung steht in einer Linie mit der Schwerkraft der Massen, nur in umgekehrter Richtung wirkend. Die Rotationsgeschwindigkeit liegt auf der Oberfläche. Beide sind gleich groß und entsprechen der Lichtgeschwindigkeit. Damit bilden sie eine resultierende Geschwindigkeit, die um $\sqrt{2}$ über der Lichtgeschwindigkeit liegt. Aus dem richtigen Winkel betrachtet müsste sie anhand von Galaxien, die sich voneinander entfernen, sichtbar sein. Ich habe davon gehört, dass es Überlichtgeschwindigkeiten im Raum gibt. Ein einzelner Punkt auf der Oberfläche des Raumes führt dabei eine Spiralbewegung durch. Alle Punkte des Raums zusammen ergeben eine sich ausdehnende Kugeloberfläche.
Die Rotation des Raums hat eine gewisse Frequenz:

$$\frac{2\cdot\pi}{\sqrt{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot G}}\cdot\frac{1}{10^{9}\cdot 365.24\cdot 24\cdot 3600}=94.796 \qquad \textbf{6.2.45}$$

also ca. 95 Mrd. Jahre für eine Umkreisung (vgl. 4.1.3) mit den bisherigen Daten.

6.3 Raumkrümmung

Nachdem in Kap. 4.3 das Alter des Universums angesprochen wurde, soll nun unter der Maßgabe von Kap. 6.2 überlegt werden, wie sich denn wohl der wahre Radius des Universums verhält, wenn sich, in die Vergangenheit gesehen, die Lichtgeschwindigkeit verringert. Die Erkenntnis aus Kap. 6.2, das Ausdehnungs- und Rotationsgeschwindigkeit über das Alter des Universums immer gleich groß sind, führt zu einem Winkel der Raumkrümmung von 45°.

$$\tan(\alpha)=\frac{v}{c} \qquad v=c$$

[9, Raumzeitkrümmung]
6.3.1-a

Das ist vorerst die Raumkrümmung an der Oberfläche des Universums. Da Raum nicht aus Massepartikeln besteht, die mit Lichtgeschwindigkeit fliegen, sondern aus Nichts oder negativer Energie, von deren Verhalten mir nichts bekannt ist, soll der Faktor $(1+v^2/c^2)$ vernachlässigt werden

Aus geht hervor, dass die Ausdehnungsbeschleunigung $a=\omega^2\cdot R$ ist. $\omega^2\cdot R$ aber ist v^2/R, die Zentrifugalbeschleunigung [6, 34], die der Raumkrümmung entspricht [9]. Da die Lichtgeschwindigkeit überall gilt, und der Mittelpunkt des Universums überall im Universum gleichzeitig ist (vgl. 6.6), ist die Raumkrümmung c^2/Rn oder $\omega^2\cdot R_n$. Somit wäre klar, dass der Raum sich unter der Gravitation der Gesamtmasse des Universums Mn krümmt, anstatt sich auszudehnen. So wäre u. U. die Zeitdehnung die Ursache der Rotverschiebung (vgl. 6.6).

Die Raumkrümmung ist da, wie ein Weg, den es gibt, auch wenn ihn niemand geht. Das wird noch einmal am Vergleich der Zentrifugalbeschleunigung (Raumkrümmung) und der Zentripetalkraft (Schwerebeschleunigung) gezeigt:

$$a = g$$

$$\omega^2 \cdot R = \frac{M \cdot G}{R^2}$$

mit (vgl. Gl. 6.4.61) $M = \frac{c^3}{G \cdot \omega}$

$$\omega^2 \cdot R = \frac{c^3 \cdot G}{G \cdot \omega \cdot R^2}$$

$$c = \omega \cdot R \qquad \textbf{6.3.46}$$

Die Aussage $c = \omega \cdot R$ ist wahr (vgl. Gl. 6.2.44).

Jetzt soll bestimmt werden, welche Raumkrümmung über einen kleiner werdenden Radius der Masse vorläge. Hierzu wird als Anfangsradius derjenige gewählt, der die Masse des Universums in einem Kern, einem schwarzen Loch vereint:

$$R_{Sch} = 2 \cdot \frac{M \cdot G}{c^2} \qquad \text{[8, 22]} \quad \textbf{6.3.47}$$

Weiter wird ermittelt, welchen Verlauf die Dichte über dem Radius eines kontrahierenden schwarzen Loches einnimmt:

$$\delta = \frac{M}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3} \qquad \textbf{6.3.48}$$

Nach Kap. 6.2.1 stehen Ausdehnungs- und Rotationsgeschwindigkeit senkrecht aufeinander. Diese Geschwindigkeiten werden jetzt nochmals entwickelt:

a) Rotationsgeschwindigkeit:

$$F = m \cdot a$$

$$m \cdot \frac{(v_R)^2}{R} = m \cdot \frac{M \cdot G}{R^2}$$

$$v_R = \sqrt{\frac{M \cdot G}{R}} \qquad \textbf{6.3.49}$$

b) Ausdehnungsgeschwindigkeit aus Kap. 6.2.1.bzw. 4.2:

$$v_A = \omega \cdot R$$

$$\omega = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G}$$

$$\delta = \frac{M}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3} \qquad v_A = \sqrt{\frac{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot M \cdot G}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3}} \cdot R$$

$$v_A = \sqrt{\frac{M \cdot G}{R}} \qquad \textbf{6.3.50}$$

Beide Geschwindigkeiten sind also die 1. kosm. Geschwindigkeit. Damit bleibt α nach Gl. 6.3.1-a über die gesamte Entfernung 45°. Aus 6.2 aber geht hervor, dass die Ausdehnungsgeschwindigkeit gleich der Lichtgeschwindigkeit ist. Aus 6.3.50 entsteht damit die folgende Beziehung für den Radius:

$$v_A = c \qquad c = \sqrt{\frac{M \cdot G}{R}}$$

$$R = \frac{M \cdot G}{c^2} \qquad \textbf{6.3.51}$$

Für die Masse $M_n = 1.923 \cdot 10^{53}$, die nach Kap. 6.2 eine Ausdehnungsgeschwindigkeit von der Größe unserer gegenwärtigen Lichtgeschwindigkeit erzeugt, wird damit der hier als wahrer Radius angenommene Radius $R_n = 1.427 \cdot 10^{26}$, wohlgemerkt bei der angenommen Dichte (vgl. 4.1.3). Dieses Ergebnis deutet u. U. darauf hin, dass auch bei der negativen Energie des Raumes auf den Faktor $(1+v^2/c^2)$ zurückgegriffen werden muss, womit dann der Schwarzschildradius die dominante Größe wäre (vgl. 6.3.1).
Ob der Radius nun ein- oder zweimal so groß ist, so bleibt das Universum in diesem Beispiel als ganzes doch wie ein schwarzes Loch. Der Unterschied zu den Betrachtungen in 7.2 besteht nur darin, dass die Berechnungen sich auf das innere dieser extremen Objekte beziehen. Die Gravitation in einer Vollkugel nimmt zum Mittelpunkt hin linear ab [4, 247], so wie ich es mit dem linear anwachsenden Radius (vgl. 4.3.8) bei konstanter Dichte vorgegeben habe.

Nachtrag: Aus Quelle [9] ist mir die Raumkrümmung leider nur für den Fall angegeben, dass sich etwas in ihr bewegt. Für den Fall eines Photons bedeutet damit die Raumkrümmung über dem Radius des Universums $2g/v^2$. Mit g als Schwerebeschleunigung im Inneren einer Vollkugel (s. o.) und v=c für die Geschwindigkeit des Photons wird die Raumkrümmung dann

$$2 \cdot \frac{g}{c^2} = 2 \cdot \frac{M \cdot G}{R^2 \cdot c^2} = 2 \cdot \frac{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \cdot \delta \cdot G}{R^2 \cdot c^2} = 2 \cdot \frac{\omega^2 \cdot R}{c^2} = 2 \cdot \frac{R}{(R_n)^2} \qquad \text{(vgl. 6.2.44)} \qquad \textbf{6.3.52}$$

und hat damit einen linearen Verlauf über dem Radius R.
Anm.: Für kleine Geschwindigkeiten gilt g/v^2. Damit behält sie auch den linearen Verlauf, ist aber nur halb so groß.
Eine Aufstellung Schwerebeschleunigung gleich Zentrifugalbeschleunigung ergibt immerhin die Einheit der Raumkrümmung:

$$g = \frac{v^2}{R} \qquad \frac{g}{v^2} = \frac{1}{R} \qquad \textbf{6.3.53}$$

Eine Ermittlung des Schwarzschildradius, der mit Sicherheit etwas mit der Raumkrümmung zu tun hat, aus dieser Beziehung ist möglich. Photonen fliegen auf der folgenden Bahn:

$$2 \cdot g = \frac{v^2}{R}$$

$$2 \cdot g = 2 \cdot \frac{M \cdot G}{R^2} \qquad 2 \cdot \frac{M \cdot G}{R^2} = \frac{v^2}{R}$$

$$v = c \qquad R = 2 \cdot \frac{M \cdot G}{c^2} \qquad \textbf{6.3.54}$$

Nachtrag Ende

6.3.1 Fluchtgeschwindigkeit

Um aus dem Universum zu fliehen, muss man genau die Fluchtgeschwindigkeit erreichen. Sie ist die resultierende Geschwindigkeit aus Rotations- und Ausdehnungsgeschwindigkeit:

$$v_A = v_R = \sqrt{\frac{M \cdot G}{R_n}}$$

$$(v_f)^2 = (v_A)^2 + (v_R)^2$$

$$v_f = \sqrt{2 \cdot \frac{M_n \cdot G}{R_n}} \qquad \textbf{6.3.55}$$

Die Fluchtgeschwindigkeit am Ereignishorizont wäre dann:

$$R_{Sch} = 2 \cdot \frac{M \cdot G}{c^2}$$

$$c = \sqrt{2 \cdot \frac{M \cdot G}{R_{Sch}}} \qquad \textbf{6.3.56}$$

Also die höchste mögliche Geschwindigkeit im Universum des Universums (schwarzes Loch).

Für die Fluchtgeschwindigkeit von innen aus dem Universum heraus bedeutet das:

$$v_f = \sqrt{2} \cdot c$$ (vgl. 6.2, 6.3.51)
6.3.57

Was widersinnig und unmöglich ist. Auf der anderen Seite fällt die Raumkrümmung des schwarzen Loches in seiner Umgebung nicht schlagartig ab. Der Ereignishorizont gilt für große Abstände. Kommt man näher, wird er auch mit dem Unterschied der Zeitdilatationen bis zu seiner Hälfte kleiner (vgl. 6.6, Abbildung 14). Damit gilt aus der Nähe Gl. 6.3.51. Sie beschreibt den Radius der größten Raumkrümmung, an dem Gl. 6.3.57 erfüllt sein muss.

<u>Nachtrag</u>: Auch berechnet sich die Fluchtgeschwindigkeit aus dem Universum mit:

$$v_f = \sqrt{2 \cdot \frac{M \cdot G}{R}}$$ [2, 314]

$$R = \frac{M \cdot G}{c^2} \qquad v_f = \sqrt{2 \cdot \frac{M \cdot G \cdot c^2}{M \cdot G}} \qquad v_f = \sqrt{2} \cdot c \qquad \textbf{6.3.58}$$

Nachtrag Ende.

6.4 Lichtgeschwindigkeit

Um über die Masse einen Ausdruck für die Lichtgeschwindigkeit zu erhalten, wird jeweils ein Ausdruck für den Radius des Universums aus der Vorgabe konstante Dichte und konstante Masse über dem Radius aufgestellt.

a) konstante Dichte:

$$c = \omega \cdot R \qquad \text{(vgl.6.2.44)}$$

$$R = \frac{c}{\omega} \qquad \textbf{6.4.59}$$

b) konstante Masse ($\omega \neq$ konst.):

$$\delta = \frac{M}{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot R^3} \qquad R = \frac{c}{\omega}$$

(vgl. 6.2.42)

$$R = \frac{c}{\sqrt{\frac{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot M\cdot G}{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot R^3}}} \qquad c = \sqrt{\frac{M\cdot G}{R^3}}\cdot R$$

$$R = \frac{M\cdot G}{c^2} \qquad \textbf{6.4.60}$$

6.4.60 ist dabei derselbe Ausdruck wie 6.3.51. Das bedeutet, das a) und b) an der Oberfläche des Universums gleich sind:

$$M_i = \frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot\left(R_i\right)^3$$

m=const

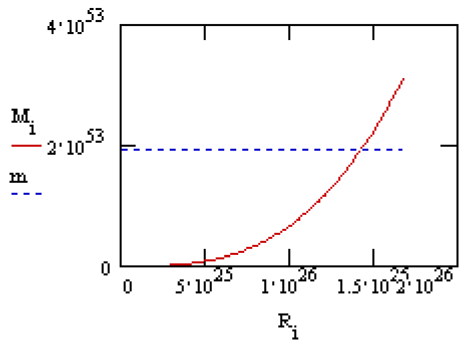

Abbildung 11: Vergleich Masse=const./ Dichte=const.

Damit lassen sich die beiden Ausdrücke für den Radius gleichsetzen und ein Ausdruck für die Lichtgeschwindigkeit finden:

$$\frac{c}{\omega} = \frac{M\cdot G}{c^2}$$

$$c = (M\cdot G\cdot\omega)^{\frac{1}{3}} \qquad \textbf{6.4.61}$$

Wenn die Masse eines Universums konstanter Dichte bei seinem Radius gleich einer kontrahierenden Masse gleichen Betrages ist, dann ist die Zeitdilatation maximal. Der Raum ist vollständig gekrümmt, nichts kann heraus. Die Zeitdilatation kann nicht mehr wachsen, da die Zeit sonst rückwärts laufen würde und sich Ursache und Wirkung in ihrer Reihenfolge vertauschen. Man kann aber nur geistig von der Wirkung auf eine Ursache schließen.

Da der Schnittpunkt in Abbildung 11 den Zustand zur Gegenwart darstellt, zeigt sie gleichzeitig alle anderen Weltradien verschiedener Zeitpunkte, wenn m zwischen einer Anfangsmasse und unendlich variiert.
Der Zusammenhang zeigt deshalb die Lichtgeschwindigkeit auf, weil ohne die Zeit gerechnet wird. Ohne die Zeit wirkt der Raum wie eine Fläche. Entfernt liegende Objekte senden zwar elektomagnet. Wellen aus, diese benötigen aber Zeit, um die Fläche der Gegenwart zu erreichen. Von der Gegenwart aus schaut man damit in Bereiche anderer Lichtgeschwindigkeit. Der Umstand, dass man keine Informationen aus der Zukunft erhält, ist ein Beweis der These in Kap. 6.6, dass die Zeit nicht rückwärts laufen kann, schließlich würden Informationen aus der Zukunft die Wirkung einer Ursache vorwegnehmen.

6.5 Dichte

Da ω von der Dichte abhängt und die Gravitationskonstante hinreichend bekannt ist, ist die Dichte die einzig unsichere Konstante, wohlgemerkt unter der Voraussetzung der gegenwärtigen Lichtgeschwindigkeit, also zu einem bestimmten Zeitpunkt während der Entwicklung des Universums.
Um einen Eindruck davon zu vermitteln, wie sich eine kleinere oder größere Dichte auf Radius und Masse des Universums auswirkt, sollen Funktionen dieser Variablen in Abhängigkeit von der Dichte gebildet werden:

a) Masse über Dichte:

$$c = (M \cdot G \cdot \omega)^{\frac{1}{3}} \qquad \text{(vgl. 6.4.61)}$$

$$M(\delta) = \frac{c^3}{G \cdot \omega} \qquad \textbf{6.5.62}$$

Mit einer Dichte von $10^{-27} .. 10^{-25}$ $[kg \cdot m^{-3}]$ ergibt sich folgende Darstellung:

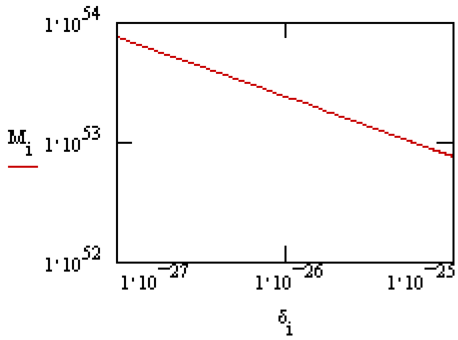

Abbildung 12: Masse über Dichte

b) Radius über Dichte:

$$R(\delta) = \frac{c}{\omega} \qquad \textbf{6.5.63} \qquad \text{(vgl. 6.4.59)}$$

Darstellung, Dichteverlauf wie oben:

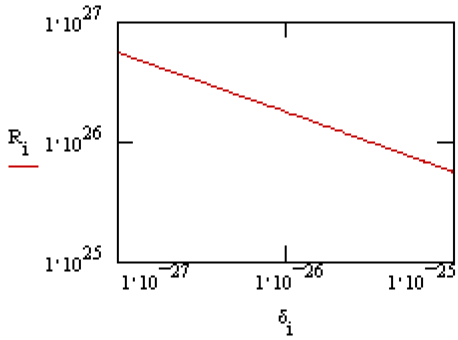

Abbildung 13: Radius über Dichte

Abbildung 11 und Abbildung 12 sind doppelt-logarithmisch dargestellt. Daher ist es kein wahrer linearer Zusammenhang.

6.6 Zeitdilatation

Neben den Informationen, die dieses Kapitel liefert, versteht es sich schon als Vorwort auf das Kap. 7, um den Unterschied in der Betrachtungsweise aufzuzeigen. Es soll gezeigt werden, dass die Betrachtung in den vorangegangenen Kapiteln eine Betrachtung im Inneren eines Universums bzw. schwarzen Loches vornimmt, während im Kap. 7 das Universum von außen betrachtet wird.
Es soll die Zeitdilatation von einem Ort aus, der ohne Gravitationspotential ist, auf einen Ort mit Gravitationspotential betrachtet werden. Bei einer Betrachtung des Universums von außen liegt der Ort ohne Gravitationspotential im Unendlichen. Bei einer Betrachtung der Zeitdilatation des Universums im Inneren liegt der Ort ohne Gravitationspotential im Zentrum. Dort herrscht keine Gravitation (vgl. 6.3, [4, 247]).

a) Zeitdilatation von außen:

$$T_A = \left(1 - \frac{M \cdot G}{R \cdot c^2}\right) \cdot T_B \qquad \textbf{6.6.64} \qquad \text{(vgl. 7.3)}$$

Damit muss für 6.6.64 zusammen mit den Überlegungen aus 6.4 und 6.5 gelten:

$$\frac{M \cdot G}{R \cdot c^2} = 0 .. 1 \qquad \textbf{6.6.65}$$

Wenn ein Betrachter sich dem Objekt aus dem Unendlichen nähert, entsteht daraus folgende Funktion, wobei 6.6.65 beachtet werden muss

$$f(R) = \frac{M \cdot G}{R \cdot c^2} \qquad \textbf{6.6.66}$$

b) Zeitdilatation von innen:

Wenn ein Betrachter aus dem Zentrum des Universums auf die Objekte des Himmels schaut, so haben diese ihm gegenüber mit 6.6.64 folgende Zeitdilatation. Dabei ist mit einzubeziehen, dass sich die wirksame Masse mit dem Abstand erhöht (vgl. 6.3, [4, 247]):

$$M = \frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot R^3 \qquad F(R) = \frac{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot R^3\cdot G}{R\cdot c^2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot G} \qquad F(R) = \frac{\omega^2\cdot R^2}{c^2} \qquad \textbf{6.6.67}$$

Ebenfalls zu beachten ist 6.6.65.

In der Darstellung wird der Unterschied der Betrachtung sichtbar:

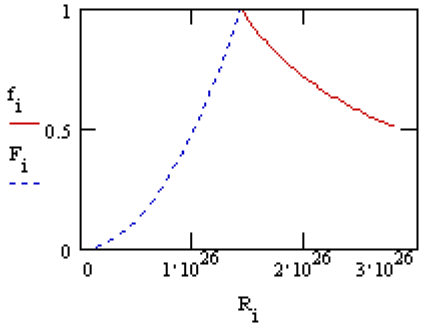

Abbildung 14: Zeitdilatation innen/ außen

Abbildung 14 gilt für ein Universum als schwarzes Loch. Es ist aber nicht geklärt, ob das Universum wirklich ein schwarzes Loch ist. Schließlich können wir keine Grenzen des Universums festmachen. Bewegen wir uns innerhalb des Universums, so tauchen wahrscheinlich immer neue Himmelsobjekte in unseren Teleskopen auf. Es wäre damit grenzenlos. Daraus erklärt sich der Umstand, dass der Mittelpunkt des Universums überall und genau am Aufenthaltsort des Betrachters ist. Informationen aus einem Bereich, für den der Term 6.6.65 bzw. 6.6.67 größer als eins ist, erreichen uns nicht. Da nach einem Botenteilchen für die Gravitation gesucht wird [11], soll auch sie dieser Betrachtung zugrunde liegen. Somit können nur Massen innerhalb der Grenzen der Zeitdilatation für die Berechnung des beobachtbaren Radius hinzugezogen werden. Eine Berechnung der wahren Größe des Universums wäre dann unmöglich. Es könnte höchstens experimentell erforscht werden.
Der Beweis also, ob das Universum grenzenlos groß ist oder ein in sich gekrümmter Raum in Form eines schwarzen Loches, ist die experimentelle Ermittlung, ob sich die Lichtgeschwindigkeit mit der Zeit ändert. Sie würde weiterhin klären, ob sich ein in sich gekrümmter Raum aus der Umgebung ernährt und die Dichte eine feste Eigenschaft des Raums ist, womit er sich ausdehnen muss. Sie würde auch klären, ob unser beobachtbares Universum Teil eines Größeren ist, das aber abgeschlossen, also ein in sich gekrümmter Raum ist. Denn wenn die Lichtgeschwindigkeit wächst, wächst auch der beobachtbare Horizont. In einem Universum, das größer ist als wir es sehen, variiert die Lichtgeschwindigkeit auf jeden Fall über dem Aufenthaltsort, da die Dichte dann bezogen auf den beobachtbaren Horizont variiert:

$$R = 1.427\cdot 10^{26}$$
$$\delta = \left(10^{-27} .. 10^{-25}\right)$$
$$c = \omega\cdot R$$

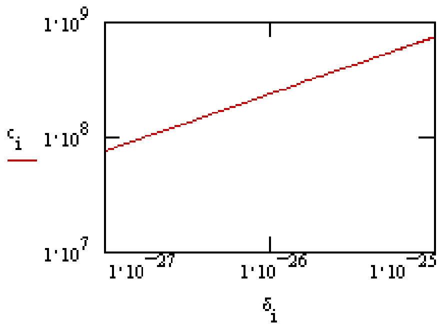

Abbildung 15: Lichtgeschwindigkeit über Dichte

7 Alternativen

7.1 Urknall

Die Urknalltheorie besagt, dass alle Masse schon immer da war. Vor dem Hintergrund eines Universums aus dem Nichts ist daher keine Berechnung möglich. Dennoch kann man annehmen, dass sich der Raum gemäß der math. Routine des Kap. 4 entwickelt hat. Seine Ausdehnungsbeschleunigung wäre dann:

$$a_i := \frac{M_n \cdot G}{(R_i)^2} \qquad \textbf{7.1.68}$$

Damit wäre seine Ausdehnungsgeschwindigkeit nach 4.2.5 die 2. kosmische Geschwindigkeit:

$$v_i := \sqrt{2 \cdot \left(-\frac{M_n \cdot G}{R_i} + \frac{M_n \cdot G}{R_1} \right)} \qquad \textbf{7.1.69}$$

Gerechnet mit denselben Werten wie in Kap. 4 ergibt sich damit folgender Geschwindigkeitsverlauf:

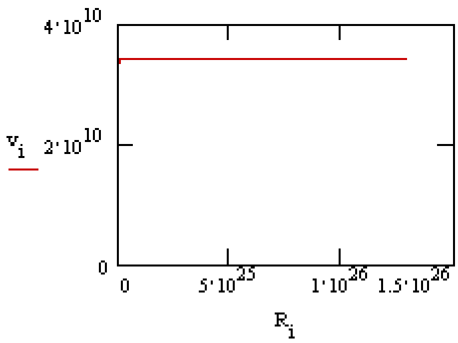

Abbildung 16: Urknall – Ausdehnungsgeschwindigkeit

Damit wäre nach wenigen Sekunden die 100-fache Lichtgeschwindigkeit erreicht. Das Alter des Universums, gerechnet mit 4.3.11 und 4.3.12 ist dementsprechend kurz, der Anfangsradius muss groß gehalten werden, um beim Rechner keinen Überlauf zu erzeugen:

$$T := \sum_i t_i \qquad \frac{T}{10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 0.119 \quad \text{[Mrd. Jahre]}$$

Eine Gleichsetzung der Zentrifugalkraft mit der (Anti-) Schwerkraft führt nicht zur Ausdehnungsgeschwindigkeit analog Kap. 6.1:

$$M \cdot \frac{M_n \cdot G}{R^2} = M \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{M_n \cdot G}{R}} \qquad \textbf{7.1.70}$$

Es erscheint die 1. kosmische Geschwindigkeit. Der Unterschied zum Universum konstanter Dichte besteht nur in der konstanten Masse.

7.2 Schwarzes Loch

Für das Universum als schwarzes Loch gilt als erste Beziehung die des Schwarzschild-Radius oder auch Ereignishorizont, der nach der Masse umgestellt wird.

$$R_{Sch} = 2\cdot\frac{M\cdot G}{c^2} \qquad \textbf{7.2.71}$$ [8, 10]

$$M = \frac{R\cdot c^2}{2\cdot G} \qquad \textbf{7.2.72}$$

Damit wird der Ausdruck für die Ausdehnungsbeschleunigung nach Kap. 4.1 erzeugt:

$$a = \frac{M\cdot G}{R^2}$$

$$M = \frac{R\cdot c^2}{2\cdot G} \qquad a = \frac{c^2}{2\cdot R} \qquad \textbf{7.2.73}$$

Wohlgemerkt liegt auch hier eine konstante Dichte vor, so dass sich die Masse mit dem Radius entwickelt.

Mit 7.2.73 wird die Ausdehnungsgeschwindigkeit nach Gleichung 4.2.5:

$$v_i = \sqrt{c^2\cdot\ln\left(R_i\right)} \qquad \textbf{7.2.74}$$

Diese sieht mit den Daten aus Kap. 4 über dem Radius folgendermaßen aus:

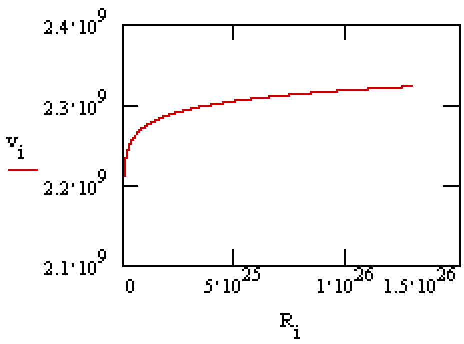

Abbildung 17: Schwarzes Loch - Ausdehnungsgeschwindigkeit

Das Alter des Universums, errechnet wie in 4.3 nach diesem Modell ergibt T=1.8 Mrd. Jahre.

Eine Ableitung der Ausdehnungsgeschwindigkeit aus der Annahme, (Anti-) Schwerkraft = Zentrifugalkraft führt zu keinem Ergebnis:

$$\frac{c^2}{2\cdot R}=\frac{v^2}{R}$$

$$v=\frac{c}{\sqrt{2}} \qquad \textbf{7.2.75}$$

Das Ergebnis ist eine Konstante und damit verglichen mit Abbildung 17 unbrauchbar.

7.3 Maximale Zeitdilatation

Ein Universum, an dessen Oberfläche aufgrund seiner riesigen und komprimierten Massen die Zeit steht, ist schon ein sehr exotischer Gedanke. Dennoch soll er versucht werden. Die folgende Gleichung beschreibt den Zusammenhang der Zeitdilatation zwischen einem Beobachter B, der vom Objekt seiner Beobachtung A so weit weg ist, dass am Ort seines Aufenthaltes kein Gravitationspotential festzustellen ist. Die Betrachtung eines Universums von außen also.

$$T_A=\left(1-\frac{R_{Sch}}{2\cdot R}\right)\cdot T_B \qquad \textbf{7.3.76}$$

[8, 22]

R_{Sch} ist hierbei der in 7.2.71 erwähnte Schwarzschildradius. Mit ihm wird die Gleichung 7.3.76 zu:

$$T_A=\left(1-\frac{M\cdot G}{R\cdot c^2}\right)\cdot T_B \qquad \textbf{7.3.77}$$

Wenn der Term $\frac{M\cdot G}{R\cdot c^2}$ den Wert 1 annimmt, steht die Zeit des von Beobachter B beobachteten Universums A. Dieser Zusammenhang bildet die Grundlage der Erzeugung eines Ausdruckes für die Masse, um diesen in den Ausdruck der (Anti-) Schwerebeschleunigung des Raums einzusetzen:

$$\frac{M\cdot G}{R\cdot c^2}=1$$

$$M=\frac{R}{G}\cdot c^2$$

$$a=\frac{M\cdot G}{R^2}$$

$$M=\frac{R}{G}\cdot c^2 \qquad a=\frac{c^2}{R} \qquad \textbf{7.3.78}$$

Der Ausdruck für a, 7.3.78, ähnelt stark dem Ausdruck 7.2.73 für die Behandlung des Universums als schwarzes Loch. Das Ergebnis wird ähnlich sein.
Die Ausdehnungsgeschwindigkeit ergibt sich zu:

$$v_i=\sqrt{2\cdot c^2\cdot \ln(R_i)} \qquad \textbf{7.3.79}$$

Wohlgemerkt gilt auch hier die Voraussetzung, dass sich die Masse mit dem Radius entwickelt.

Das Alter, errechnet wie in Kap. 4.5, ergibt sich zu T=1.27 Mrd. Jahren. Der Verlauf der Ausdehnungsgeschwindigkeit über dem Radius zeigt sich wie folgt:

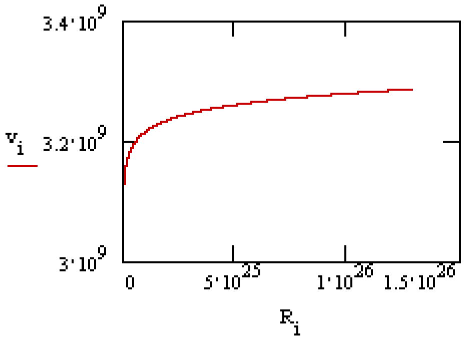

Abbildung 18: Zeitdilatation – Ausdehnungsgeschwindigkeit

Ein Gleichsetzen gemäß Gl. 6.1.31 bringt nicht die Ausdehnungsgeschwindigkeit 7.3.79:

$$m \cdot \frac{c^2}{R} = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$v = c \qquad \textbf{7.3.80}$$

7.4 Zusammenfassung des Kapitels

Die alternativen Modelle müssen, nur weil sie für mich nicht interessant sind, nicht falsch sein. Allein der Umstand bei den Alternativen, keinen Zusammenhang zwischen der Ausdehnungsgeschwindigkeit und einer Vergleichbarkeit von (Anti-) Schwerkraft und Zentrifugalkraft zu finden, bedeutet gar nichts, bevor nicht die Raumkrümmung abschließend geklärt ist.
Entscheidend ist aber wohl das Alter. Keines der Modelle erreicht ein Alter, wie es schon die Erde hat gemäß den Forschungsergebnissen. Damit sind sie disqualifiziert.
Allerdings müssen die Ergebnisse vor dem Hintergrund der Kap. 1 und 2 gesehen werden, so dass sie nicht vergleichbar sind mit denen der renommierten Forschung.

8 Ergebnisse

In Kap. 5.2 habe ich die Hubble-Konstante des ausführlich besprochenen Modells mit Gl. 5.2.23 berechnet. Die Gleichung impliziert, dass ω darin versteckt sein muss:

$$H = \frac{v}{s}$$

mit $s = R$

$$H = \frac{v}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot R} \qquad H = \frac{\sqrt{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G \cdot R}}{R}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G} \qquad H = \omega \qquad \textbf{7.4.81}$$

Da nun bekannt ist, dass ω der Hubble-Konstante entspricht (!), soll diese ω in den vorangegangenen Beziehungen ersetzen. Wichtig sind hierbei die Einheiten. Es soll wie bisher in SI-Einheiten gerechnet werden. Außerdem wird konsequenterweise für H der wissenschaftlich ermittelte Wert von 72 Km/(s*MPc) [1] genommen und in SI-Einheiten umgerechnet, sowie für c der aktuell genaue Wert [7]:

$$H = 72 \cdot \frac{10^3}{3.262 \cdot 10^6 \cdot 365.24 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 299792457.4}$$

$$H = 2.333 \cdot 10^{-18} \qquad [m/s*m] \qquad \textbf{7.4.82}$$

Die Einheit [m/(s*m)] entspricht gekürzt [1/s], der Einheit des ausscheidenden ω.

Mit der Hubble Konstante können jetzt Daten des hier besprochenen kosmologischen Modells ermittelt werden:

a) Masse

$$M_n := \frac{c^3}{H \cdot G} \qquad \text{(vgl. 6.4.61, 7.4.81)}$$

$$M_n = 1.731 \cdot 10^{53} \quad [kg] \qquad \textbf{7.4.83}$$

b) Radius:

$$R_n := \frac{c}{H} \qquad \text{(vgl. 6.2.44, 7.4.81)}$$

$$R_n = 1.285 \cdot 10^{26} \quad [m] \qquad \textbf{7.4.84}$$

c) Dichte:

$$H = \sqrt{\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot\delta\cdot G}$$ (vgl. 7.4.81)

$$\delta = \frac{3}{4}\cdot\frac{H^2}{G\cdot\pi}$$

$$\delta = 1.948\cdot 10^{-26}\ [kg\cdot m^{-3}]$$ **7.4.85**

d) Lichtgeschwindigkeit:

$$c := H\cdot R_n$$ (vgl. 6.2.44, 7.4.81)

$$c = 2.997924574\cdot 10^{8}$$ [m/s] **7.4.86**

e) Zeitdilatation über den Radius des wirksamen Universums:

$$T_A = \left[1 - \frac{H^2\cdot R^2}{(c_n)^2}\right]\cdot T_B$$ (vgl. Kap. 6.6, Gl. 7.4.81)

mit $R = R_n$ $T_A = 0$ [s] **7.4.87**

f) Beschleunigung der Ausdehnungsgeschwindigkeit:

$$a = H^2\cdot R$$ (vgl. 4.1.5, 7.4.81)

mit $R = R_n$ $a = 6.994\cdot 10^{-10}$ $[m\cdot s^{-2}]$ **7.4.88**

9 Nachwort

Dass ein Universum konstanter Dichte an Masse hinzugewinnt, wenn es sich ausdehnt, ist trivial. Dass es hierzu etwas leisten muss, ergibt sich von selbst. Warum es sich ausdehnen sollte, ist nicht ganz so einfach zu beantworten.
Die Raumkrümmung erzeugt eine Bahn, die der Zentrifugalbeschleunigung entspricht. Die Geschwindigkeit, die sich aus dieser Beschleunigung über die Dauer der Entstehung des Universums ergibt, ist laut meiner Berechnung extrem. Sie entspricht dem Wert nach der Lichtgeschwindigkeit.
Eine Untersuchung ergab, dass sie nicht nur der Lichtgeschwindigkeit entspricht, sondern sich mit derselben Gleichung berechnen lässt wie die Ausdehnungsgeschwindigkeit eines Universums konstanter Dichte. Sie ist auch die Gleichung, nach der die Hubble-Konstante berechnet wird.
Aus der Vorraussetzung eines sich beschleunigt ausdehnenden Universums ergab sich die Hubble-Konstante auf rechnerischem Wege. Für ein sich ausdehnendes Universum würde dies die Zunahme der Lichtgeschwindigkeit bedeuten. Voraussetzung dafür ist aber die Bedingung der konstanten Dichte. Würde sich die Dichte mit der Ausdehnung ändern, so müsste es auch die Hubble-Konstante tun.
Weiter hat sich ergeben, dass das betrachtete Universum einem extrem komprimierten schwarzen Loch entspricht, an dessen Oberfläche die Zeit über die gesamte Dauer seiner Umgebung steht. Da die Zeit nicht rückwärts laufen kann, ist dies die kleinstmögliche Größe eines abgeschlossenen Systems. Von innen heraus ergibt sich am Rande des Horizonts ebenfalls diese Zeitdehnung. Bemerkenswert ist dabei der Umstand, dass von innen heraus aufgrund der Raumkrümmung kein Mittelpunkt feststellbar ist. Er ist vielmehr immer gerade dort, wo man steht.
Eine Überprüfung der Fluchtgeschwindigkeit aus den Perspektiven von innen und außerhalb dieses Kosmos, ergab gleiche Zusammenhänge, so dass von gleichen Bedingungen ausgegangen werden muss. Dies lässt die Möglichkeit zu, dass das Universum größer ist, als es die Berechnungen hergeben, denn aufgrund der maximalen Zeitdehnung können Informationen über die Umgebung nicht zum inneren Betrachter vordringen. Auf diese Weise gilt die Untersuchung nur in den Grenzen dieses „Erkenntnishorizonts", der kleiner sein kann, als das wahre Universum.
Das wohl erstaunlichste Ergebnis der Untersuchung eines sich ausdehnenden Universums konstanter Dichte ist aber sein Alter. Wenn es aus einem „Samenkorn" entsprungen sein sollte, wäre sein Alter heute rd. eine Billion Jahre.
Unbewiesen aber bleibt die Grundlage dieser Überlegungen, auch wenn die Ergebnisse verlockend sind, und es muss versucht werden, gleiche Überlegungen unter der Prämisse positiver Energie anzustellen, um die Beziehungen wieder zu finden. Der Umstand einer negativen Schwerebeschleunigung des Raums aber ist und bleibt sehr schwierig zu erklären. Allein das aktuelle Forschungsergebnis einer beschleunigten Ausdehnung zweifelt das Konzept der Explosion, wie im Falle eines Urknalls, an, ja macht es u. U. unhaltbar.
Auch mir ist es in dieser Untersuchung im Falle der Raumkrümmung nicht gelungen, ohne positive Energie auszukommen, was für mich bedeutet, dass Raum und Materie zusammengehören. Die Zeit ist die Grundlage für die Entstehung des Universums, nach welchem Modell auch gerechnet wird. Zeit, Raum und Materie beschäftigen den Menschen seit jeher. Die Erfolge der Forschung machen es möglich, zu erklären, was früher unerklärbar erschien. Damit ist zu erwarten, dass eines Tages auch Fragestellungen nach Energie und Gravitation gelöst werden. Die Welt dürstet schließlich nach Energie, egal woher sie kommt.

10 Anhang

10.1 Berechnungsprogramme

Editor/ Compiler: Virtual Pascal for Win 32, Version 2.1

10.1.1 Ausdehnungsgeschwindigkeit über Zeit

```
program alter;
uses Crt;

var
i,n: integer;
a,v0,v1,t: extended;


const
R=1.296e26; G=6.67e-11; roh=1.58e-26; c=2.9979e8; Pc=3.26*365.24*24*3600*c;


Begin
Clrscr;
        t:=0;n:=7999;
        for i:=0 to n do

        begin
                a:=(4/3)*Pi*roh*G*R*((i+1)/n);
                v0:=sqrt((4/3)*Pi*roh*G*sqr(R*((i)/n)));
                v1:=sqrt((4/3)*Pi*roh*G*sqr(R*((i+1)/n)));
                t:=t+((v1-v0)/a);
                {i:=i+1;}
                A:=t/(1e9*365.24*24*3600);
                gotoxy(round(A/2), 26-round(v1/1.2e7));
                write('*');
                {write(A,v1);
                writeln;}
        End;

        gotoxy(20, 10);
        write('Alter: x=',round(A), ' Mrd. Jahre');
        gotoxy(20, 8);
        write(' vmax: y=', round(v1/1000), ' km/s');
        gotoxy(12, 12);
        write(,Anfangsradius: r=Rn/', n, , m');
        readln;
End.
```

10.1.2Radius über Zeit

```
program Rvont;

uses Crt;

var
i,n: integer;
a,v0,v1,t,deltat,rad,B: extended;


const
R=1.296e26; G=6.67e-11; roh=1.58e-26; c=2.9979e8;


Begin
Clrscr;
        t:=0; Rad:=0; A:=0; deltat:=0; n:=7999;
        for i:=0 to n do

        begin
                a:=(4/3)*Pi*roh*G*R*((i+1)/n);
                v0:=sqrt((4/3)*Pi*roh*G*sqr(R*(i/n)));
                v1:=sqrt((4/3)*Pi*roh*G*sqr(R*((i+1)/n)));
                t:=t+((v1-v0)/a);
                B:=t/(1e9*365.24*24*3600);
                deltat:=(v1-v0)/a;
                Rad:=Rad+(v1*deltat);
                gotoxy(round((B*(78/145))), 26-round(Rad*(24/R)));
                write('*');
        end;
        gotoxy(10, 8);
        write('vn=', round(v1/1000), ' km/s');
        gotoxy(8, 4);
        write('Rn=y=', Rad, ' m');
        gotoxy(4, 6);
        write('Alter: x=', round(B), ' Mrd. Jahre');
        gotoxy(10, 10);
        write('r0=Rn/', n);
        readln;
End.
```

10.1.3Unterschied der Lichtgeschwindigkeit über ein Zeitintervall

```
program alter;
uses Crt;

var
i,n: integer;
a,v0,v1,t,vA,vE,m: extended;


const
R=1.427e26; G=6.67e-11; roh=1.58e-26; c=2.9979e8; Pc=3.26*365.24*24*3600*c;
Lj=c*365.24*24*3600;

Begin
Clrscr;
        t:=0; n:=1000; m:=100 {m entspricht dem Intervall in Jahren};
        for i:=0 to n do

        begin
                a:=(4/3)*Pi*roh*G*(R-(m*Lj)+(m*Lj*((i+1)/n)));
                v0:=sqrt((4/3)*Pi*roh*G*sqr(R-(m*Lj)+(m*Lj*((i)/n))));
                v1:=sqrt((4/3)*Pi*roh*G*sqr(R-(m*Lj)+(m*Lj*((i+1)/n))));
                t:=t+((v1-v0)/a);
                {i:=i+1;}
                A:=t/(365.24*24*3600);
                gotoxy(round((A+1)/(m/78)),26-round((v1-(c-100))*8));
                write(‘*’);
                {write(A,v1);
                writeln;}
        End;

        gotoxy(16, 10);
        write(‚Intervall: x=’, round(A), ‚ Jahre von der Gegenwart
zurƒck’);
        vA:=sqrt((4/3)*Pi*roh*G*sqr(R-(m*Lj)+(m*Lj*(1/n))));
        vE:=sqrt((4/3)*Pi*roh*G*sqr(R-(m*Lj)+(m*Lj*(n/n))));
        gotoxy(18, 8);
        write(‘delta v: delta y=’, round(vA-vE), ‘ m/s’);
        gotoxy(12, 12);
        write(‘Anfangsradius: r=Rn-‘, round(m),’ Lj’);
        readln;
End.
```

10.1.4Masse aus Leistungsdichte

```
program Masseausleistungsdichte;
uses Crt;

var
i,n: integer;
a,v0,v1,t,dM,V,dt,r1,r2,dE,S,ddM,M: extended;


const
Rad=1.285e26; roh=1.948e-26; c=2.9979e8; H=2.333e-18;


Begin
Clrscr;
        t:=0;n:=30000;
        for i:=1 to n do

        begin
                r1:=Rad*(i-1)/n;
                r2:=Rad*i/n;
                a:=sqr(H)*r2;
                v0:=H*r1;
                v1:=H*r2;
                dt:=(v1-v0)/a;
                t:=t+dt;
                V:=(4/3)*Pi*(r2*r2*r2);
                dM:=(4/3)*Pi*(r2*r2*r2-r1*r1*r1)*roh;
                dE:=dM*sqr(v1);
                S:=dE/(dt*V);
                ddM:=S*dt*V/sqr(v1);
                M:=M+ddM;
                gotoxy(round(75*r2/rad), round(28-(S*1.9e27)));
                write('*')
                End;

        gotoxy(5, 8);
        write('Leistungsdichte= ', S, ' Nm/(s*m^3)');
        gotoxy(5, 14);
        write('in ', round(t/(1e9*365.24*24*3600)), ' Mrd. Jahren');
        gotoxy(5, 10);
        write('bei Endgeschwindigkeit:', v1, ' m/s');
        gotoxy(5, 12);
        write('Erzeugte Masse: ', M, ' kg');
         gotoxy(5, 16);
        write('Anfangsradius r0=',Rad/n,' m');
        readln;
End.
```

10.2 Legende

10.2.1 Konstanten

Formelz.	Bezeichnung	Wert	Einheit	Quelle
c	Lichtgeschwindigkeit	299.792.457,4	m/s	[7]
B	Wiensche Verschiebungskonstante	$2.898 \cdot 10^{-3}$	/	/
G	Gravitationskonstante	$6.670 \cdot 10^{-11}$	$N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$	[2, 765]
h	Planck'sches Wirkungsquantum	$6.6256 \cdot 10^{-34}$	$J \cdot s$	[2, 764]
H	Hubble-Konstante	72	$km \cdot s^{-1} \cdot MPc^{-1}$	[1]
M_n	Aktuelle Masse des Universums	$1.44 \cdot 10^{53}$ $1.923 \cdot 10^{53}$	kg kg	[1] s. Kap. 6.2
R_n	Aktueller Radius des Universums	$1.296 \cdot 10^{26}$ $1.427 \cdot 10^{26}$	m m	[1] s. Kap. 6.2
ω	Winkelgeschwindigkeit des Raums	$\sqrt{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \delta \cdot G}$	1/s	Vgl. 6.2.1.2

10.2.2 Variablen

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
F_z	Zentrifugalkraft	N
ΔE	Hinzugewonnene Energie	J
R_{Sch}	Schwarzschildradius	m
δ	Dichte des Universums, eigentlich ρ	$kg \cdot m^{-3}$
T_A	Zeit des beobachteten Objekts	s
T_B	Zeit des Beobachters	s
v_A	Ausdehnungsgeschwindigkeit	m/s
v_R	Rotationsgeschwindigkeit	m/s
Formelzeichen	**Bezeichnung**	**Einheit**
v_f	Fluchtgeschwindigkeit aus einem System von Massen	m/s
ν	Frequenz	1/s
λ	Wellenlänge	m
a	- Beschleunigung des Universums an seiner Oberfläche - Zentrifugalbeschleunigung	$m \cdot s^{-2}$

c_n	Lichtgeschwindigkeit in der Gegenwart	m/s
E	Energie bzw. Arbeitsvermögen	J bzw. Nm
F	Beschleunigungskraft	N
g	Schwerebeschleunigung	$m \cdot s^{-2}$
i	Laufvariable, die die Größe der Variablen in Schritte zerlegt	/
m	Masse	kg
M	Masse des Universums während seiner Entstehung	kg
n	Passend zum Kontext - Grenze der Größe der Laufvariable i - Anzahl	 / /
R	Radius des Universums während seiner Entstehung	m
R_0	Anfangsradius	m
r	Radius	m
S	Leistungsdichte des Raums	$W \cdot m^{-3}$
s	Weg der beschleunigten Bewegung, hier: Radius des Alls	m
t	Zeitintervall	s
T	Passend zum Kontext - Weltalter - Strahlungstemperatur	 s K
v	Passend zum Kontext - Ausdehnungsgeschwindigkeit an der Oberfläche - Geschwindigkeit in einer Hohlkugel	$\frac{m}{s}$ $\frac{m}{s}$
V	Volumen	m^3

10.3 Abbildungsverzeichnis

10.4 Quellennachweis

Lfd. Nr.	Titel	Autor	Herausgeber	Ersch. -Dat.
[1]	Größe und Masse des Universums	W. Kasper	http://www.abenteuer-universum.de/kosmos/umasse.html	2006
[2]	Physik	M. Alonso E. J. Finn	Inter European Editions, B.V.	1977
[3]	Mathematische Formelsam-mlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler	L. Papula	Vieweg & Sohn, Braunschweig	1986
[4]	Lexikon der Physik	R. Knerr	Lexikographisches Institut, München	1986
[5]	Physiker bestimmen die Masse des Universums	H.J. Fahr M. Heyl	http://science.orf.at/science/news/145047	2006
[6]	Formeln und Tabellen – Mechanik und Festigkeitslehre	n. gen.	n. gen.	n. gen
[7]	Das Ende der Messung der Lichtgeschwindigkeit	Boulder-Gruppe	http://de.wikipedia.org/wiki/Boulder-Gruppe	1983
[8]	Weiße Zwerge –schwarze Löcher	R. u. H. Sexl	Vieweg & Sohn, Braunschweig	1979
[9]	Raumkrümmung und Zentrifugalbeschleunigung	nicht genannt	http://de.wikipedia.org/wiki/Raumzeit#Raumkr.C3.BCmmung_und_Zentrifugalbeschleunigung	n.gen
[10]	Expansion + Dunkle Energie.ppt	J.Jersák Theoretische Physik, RWTH Aachen	http://tpe.physik.rwth-aachen.de/jersak/Expansion+Dunkle-Energie-kurz.pdf	2006
[11]	Graviton	n. gen	http://de.wikipedia.org/wiki/Graviton	n. gen.

Dank

Mein Dank gilt vor allem meiner Frau Carolin, die viel der sonst gemeinsam verbrachten Zeit während des Erstellens dieser Arbeit von mir entbehren musste. Sie hat dies ohne Klagen ertragen, ja sogar noch das in ihrem Ermessen stehende Korrektur gelesen.

Nicht minder bedanken möchte ich mich bei meinem Freund Ulrich Rüschkamp, der mir bei der Bewältigung des Kapitels ‚Das Nichts' sowie der Suche nach einer stetigen Funktion v(t) mit Rat und Tat zur Seite gestanden hat. Besonders aber sein reiches Wissen war mir eine Quelle der Inspiration.