Vision eines wachsenden Universums – Zusammenfassung
Autor: Dipl.-Ing. Daniel Adamczyk, 2018

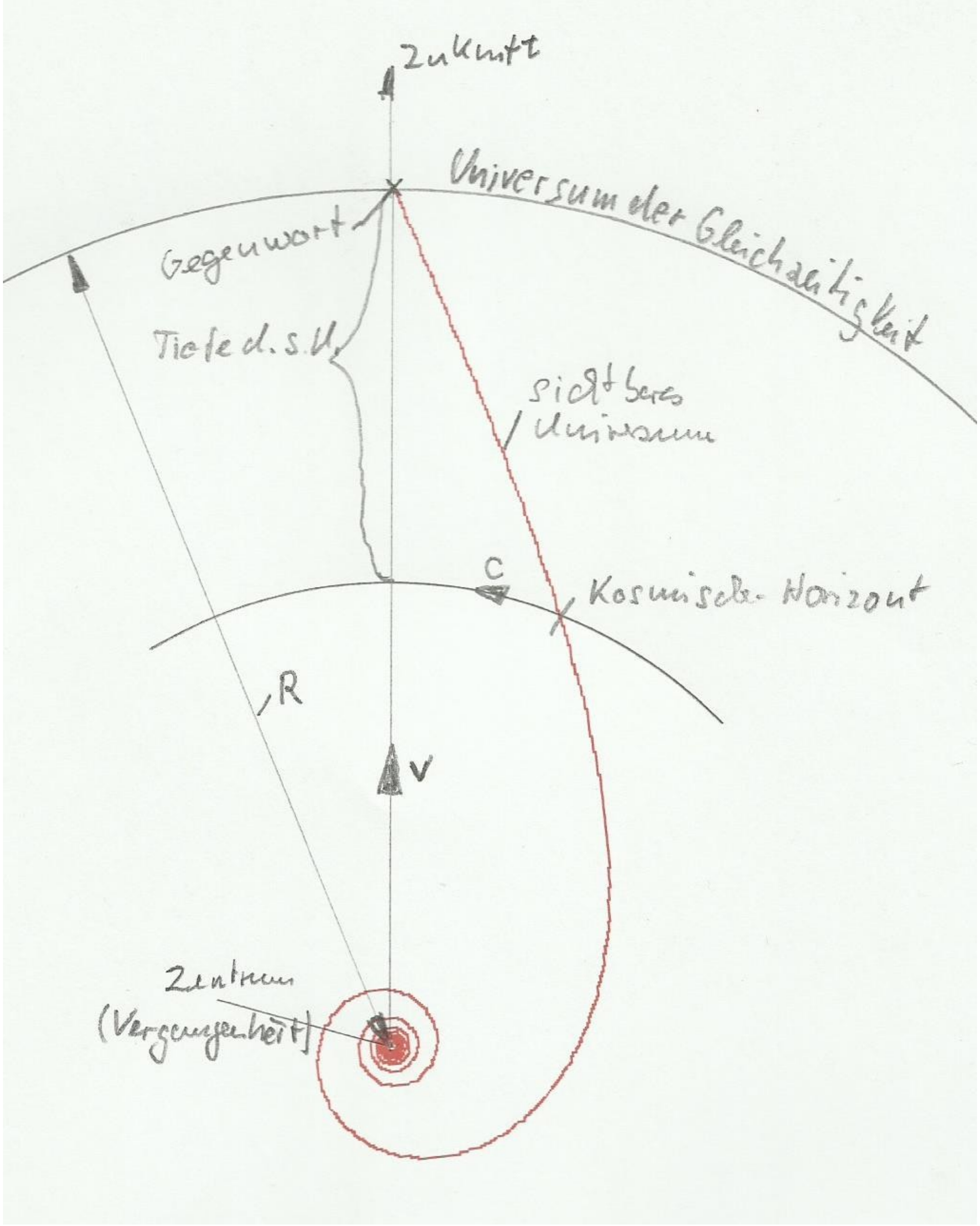
Das wachsende Universum basiert auf dem Effekt der Quantenfluktuation. Diese erlaubt die Erzeugung von Quanten wie bei einem Perpetuum Mobile. Die Größe der Konstante, mit der sich die Quanten vermehren ist auf den Kubikmeter und die Sekunde verschwindend gering, berechnet mit den Dichteparametern aus der Literatur, nämlich ein Quant der kosmischen Hintergrund-strahlung in ~2 Std..
Die geometrischen Voraussetzungen des wachsenden Universums werden nicht wie sonst üblich mit der Einstein´schen Kosmologie errechnet, sondern vorausgesetzt. Der Raum des Universums ist die dreidimensionale Sphäre, die in den Hyperraum einer vierdimensionalen Kugel hineinwächst, sprich, die Umgebung des Universums hat die Geometrie einer 4D-Kugel.
Eine weitere Annahme ist, dass das Wachstum mit einer nach Außen gerichteten Beschleunigung erfolgt, die der Newton´schen Schwerebeschleunigung entspricht.
Des Weiteren habe ich mich dazu entschlossen, den Anfangsradius des Universums auf einen Meter festzulegen. Dies jedoch nur, um handlichere mathematische Ausdrücke zu erhalten.

Auf diesen Grundlagen ergeben sich die folgenden Gleichungen:
Ausdehnungsbeschleunigung $a(R)=2\pi^2\rho G R$
Ausdehnungsgeschwindigkeit $v(R)=\sqrt{2\pi^2\rho G}\,R$. Dieser Ausdruck entspricht einer Konstante multipliziert mit dem Abstand, wie es für $v(R)=HR$ gilt. Somit ist der Ausdruck für H geschaffen: $H=\sqrt{2\pi^2\rho G}$. Dieses H ist weder ein H_0, noch der Hubble-Parameter, sondern nichts weiter als der Ausdehnungskoeffizient des wachsenden Universums vom Ausgangspunkt aus gesehen.
Hieraus ist zu ersehen, dass sich die Ausdehnung linear über dem Radius ergibt, d.h. das wachsende Universum dehnt sich bei konstanter Dichte aus, sprich, es wächst, wird größer und schwerer, wie andere biologische Lebewesen.

Der Wahrheitsgehalt eines Modells aber wird mithilfe der mathematischen Rekonstruktion empirisch gewonnener Werte, wie es der Hubble-Parameter ist, erzeugt. Der Hubble-Parameter aber wird über der Zeit aufgetragen. Zu diesem Zweck werden die Gleichungen nach der Zeit umgeformt:
Die Ausdehnung des Radius ergibt sich zu $R(t)=\mathrm{e}^{Ht}$. Hier ist anzumerken, dass die Berechnung mit einem anderen Anfangsradius als dem von einem Meter, zwei Konstanten hervorbringt. Mit diesen geht die Einheitengleichung auf. Um spätere Berechnungen weniger kompliziert zu gestalten, wird jedoch auf die Konstanten verzichtet. Die ignorierte Konstante hat den Wert 1 [m].
Es ergibt sich des Weiteren die Ausdehnungsgeschwindigkeit zu $v(t)=H\,\mathrm{e}^{Ht}$ und die Ausdehnungsbeschleunigung zu $a(t)=H^2\mathrm{e}^{Ht}$. Mit diesen Ausdrücken ist auch eine Aussage über die Dauer der Ausdehnung mit $t(R)=\frac{1}{H}\ln(R)$ möglich geworden.
Auch hier ist das Kennzeichen der biologischen Vermehrung, die Exponentialfunktion, erkennbar.

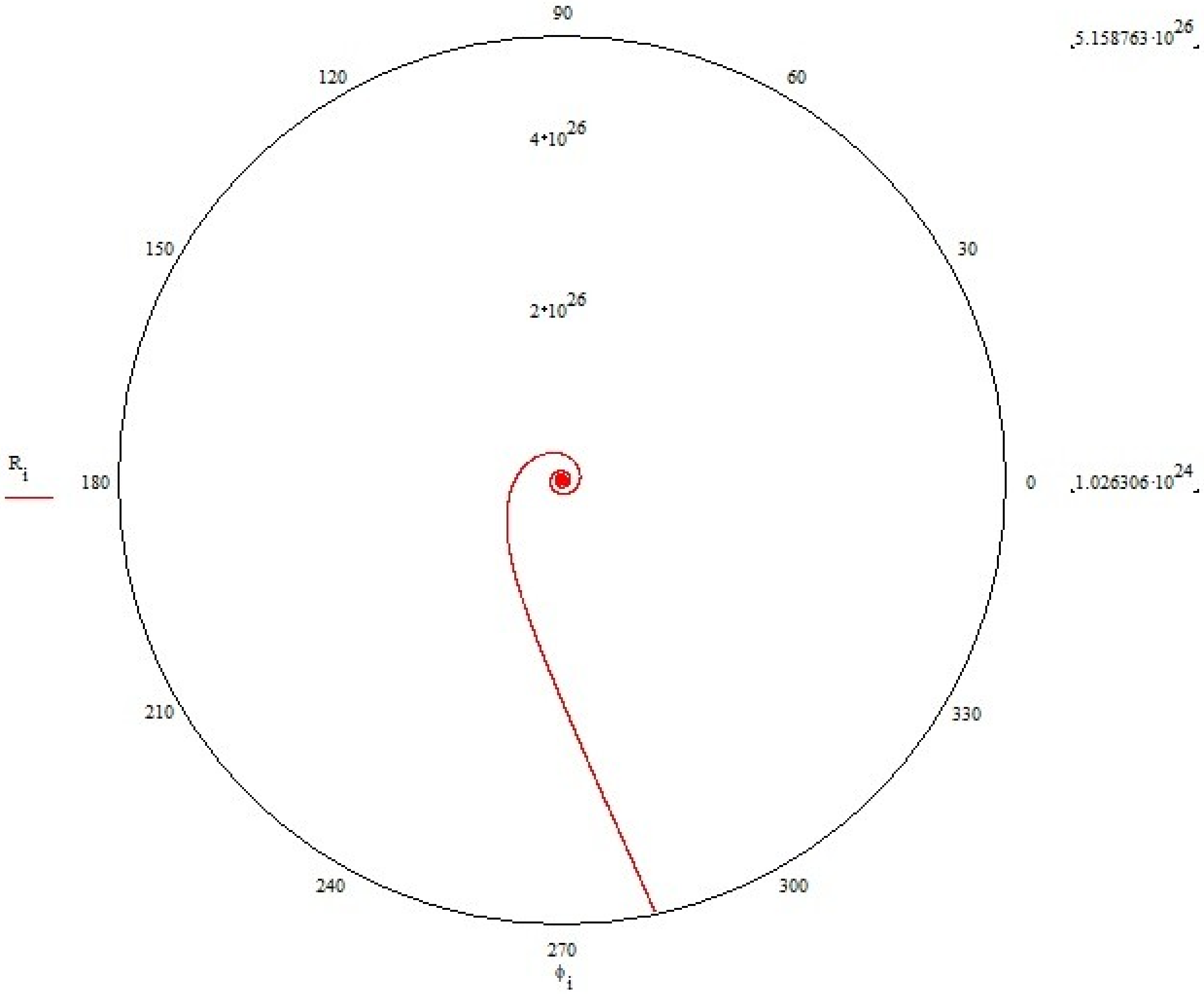
Mit diesen Gleichungen ist es möglich geworden, geometrische und analytische Modelle zu erzeugen. Zum Zwecke der Übung soll dies hier anhand einfacher Bedingungen geschehen:
Für unser sichtbares Universum gilt, dass es sich innerhalb eines Intervalls der Ausdehnungsgeschwindigkeit aufhält, das der Lichtgeschwindigkeit c entspricht. Wir können nicht tiefer schauen, als dass es der Unterschied der Ausdehnungsgeschwindigkeit in der Gegenwart ve(to) (ve(t) s. S.4 u.) und der Ausdehnungsgeschwindigkeit in der Vergangenheit ve(tu) der

Lichtgeschwindigkeit c zulässt: $ve(t_o)-ve(t_u)=c$, da dann, vom kosmischen Horizont aus, das Licht uns nicht mehr erreichen kann, denn seine Wellenlänge würde unendlich werden.
Eine weitere Bedingung kann sein, dass der Unterschied zwischen to und tu genau dem Kehrwert der Hubble-Konstante H_0 entsprechen muss, um den Ergebnissen der modernen Kosmologie Rechnung zu tragen: $t_o-t_u=\frac{1}{H_0}$.
Bereits mit diesen Vorgaben ist es möglich, eine Darstellung des wachsenden Universums aufzuzeigen. Allerdings muss vorher die Geometrie berücksichtigt werden. Eine wirklichkeitsgetreue Darstellung der Entwicklung der 3-Sphäre über der Zeit (Dimension 4), die die Geometrie des wachsenden Universums ist, ist schwierig. Zu diesem Zweck wird die Geometrie um zwei Dimensionen verjüngt, so dass sie auf einem zweidimensionalen Blatt Papier dargestellt werden kann (s. Abb. u.)



Der Weg eines Photons während der Entwicklung der 3-Sphäre wird zur Spirale, denn das Photon wird vom Wachstum nach Außen getragen und hat während dieser Dauer Zeit, sich innerhalb der 3-Sphäre (Universum der Gleichzeitigkeit) mit Lichtgeschwindigkeit zu bewegen. So ergibt sich eine

Kreisfrequenz v/r bzw $\omega(t)=\frac{c}{e^{Ht}}$. Der überstrichene Winkel ist dann $\varphi(t)=\int_{t_u}^{t_o}\frac{c}{e^{Ht}}dt$. Der hier als rote Linie dargestellte Weg überstreicht die letzten ca. 60 Mrd. Jahre. Anzumerken ist, dass alle Photonen im Universum diesen Weg beschreiben. Nur in dieser Darstellung lässt es sich nicht zeigen.
Zwischen dem kosmischen Horizont (tu) und der Gegenwart (to) sind es 13,7 Mrd. Jahre. Man kann erkennen, dass sich die Linie zwischen tu und to wie eine Gerade verhält. Um dies zu überprüfen, wird in die Zukunft gerechnet. Das Bild unten bestätigt, das die Spirale des Weges des Photons zur Geraden wird:

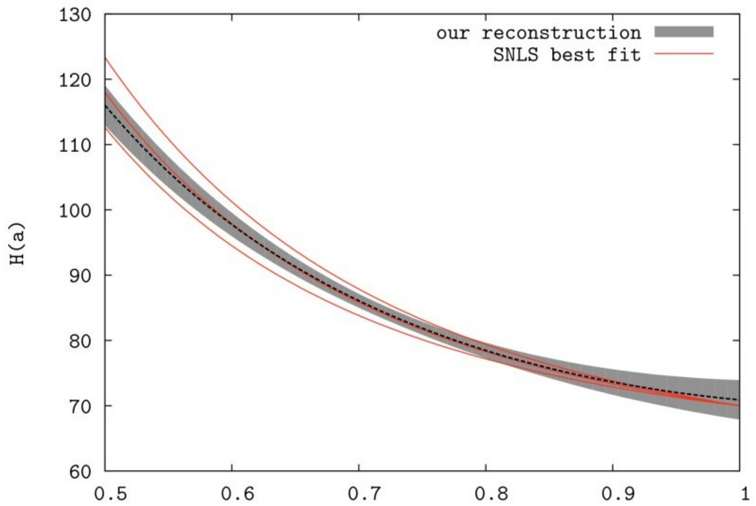


Lernerfolg dieser Übung:
Für Messapparaturen im All bedeutet das, dass keine Krümmung des Raums festgestellt werden kann, denn alle Signale verlaufen auf dem Weg des Photons. Das Universum erscheint also als flach, obwohl die 3-Sphäre (Universum der Gleichzeitigkeit) gekrümmt ist.
Zudem muss festgestellt werden, dass es sich beim kosmischen Horizont nicht um den Zeitpunkt des Urknalls handelt, sondern vielmehr um den Ereignishorizont, für den gilt, dass das Licht uns von dort aus nicht mehr erreichen kann. Für diesen ist aus der Literatur 16,2 Mrd. Jahre zeitlicher Abstand von der Gegenwart in die Vergangenheit bekannt.

Für die Genauigkeit der Berechnungen ist es unausbleiblich, die richtige Dichte zu bestimmen. Hierbei gibt es in der Kosmologie eine Auswahl: Den totalen Dichteparameter Ω_{tot} , der alle im

All vorhandene Energie berücksichtigt, den Dichteparameter der dunklen Energie Ω_Λ , der hier die besten Ergebnisse bringt, wobei nicht auf die Gravitation der Massen in der 3-Sphäre untereinander eingegangen wird, sowie den Dichteparameter der Materie einschließlich der dunklen Materie Ω_M , der zu einem guten Ergebnis führt, dass auch noch Raum für die Berücksichtigung der Gravitation der Massen in der 3-Sphäre untereinander lässt. Um mit diesen Parametern zu einer Dichte zu kommen, müssen sie mit der kritischen Dichte $\rho_c = \frac{3 H_0^2}{8 \pi G}$ multipliziert werden.
Angemerkt sei, dass hier die Modelle der modernen Kosmologie mit diesem Modell, das die Einstein´sche Kosmologie nicht zur Grundlage hat, vermischt werden. Nichtsdestotrotz sind die Dichtewerte unabhängig von Einsteins Kosmologie, da sie gemessen bzw. empirisch ermittelt wurden.

Der Hubble-Parameter nun wird in dem zeitlichen Intervall zwischen dem Urknall und dem halben Alter des Universum angegeben. Seine Werte (H(age) bezieht er aus der Fluchtgeschwindigkeit dividiert durch den Abstand zur Gegenwart (s. Abb. u.) multipliziert mit einem Megaparsec/1000.



In diesem Modell ist der Abstand zum Messpunkt $s = R(t_o) - R(t)$. Die Fluchtgeschwindigkeit wird vom Ausgangspunkt des Universums angenommen und ist somit ve(t) (s.u.). Die Messpunkte werden im Intervall zwischen dem kosmischen Horizont (tu) und der unteren Hälfte der Dauer zwischen dem kosmischen Horizont (tu)und der Gegenwart (to) angenommen. Als Dichte ρ wird $\rho_c \Omega_\Lambda$ gesetzt. Als Hubble-Konstante H_0 wird der Wert von 67.15 Km/Mps*s aus der Literatur gewählt.
Es muss um die Variable H_0 herum iteriert werden, da sie als zusätzliche Bedingung gegen die Zeit vom kosmischen Horizont zur Gegenwart ausgetauscht wurde und keine analytische Lösung gefunden werden konnte.
Zudem ist es, wie aus der Spirale ersichtlich, notwendig, die Ausdehnungsgeschwindigkeit v(t) zu modifizieren. Das Photon fliegt nicht nur mit der Ausdehnungsgeschwindigkeit v(t) entlang des Radius, sondern auch mit Lichtgeschwindigkeit in der 3-Sphäre. Diese beiden Geschwindigkeiten werden nach dem Satz des Pythagoras zusammengefasst, da sie senkrecht aufeinander stehen:
$ve(t) = \sqrt{(H\, e^{Ht})^2 + c^2}$

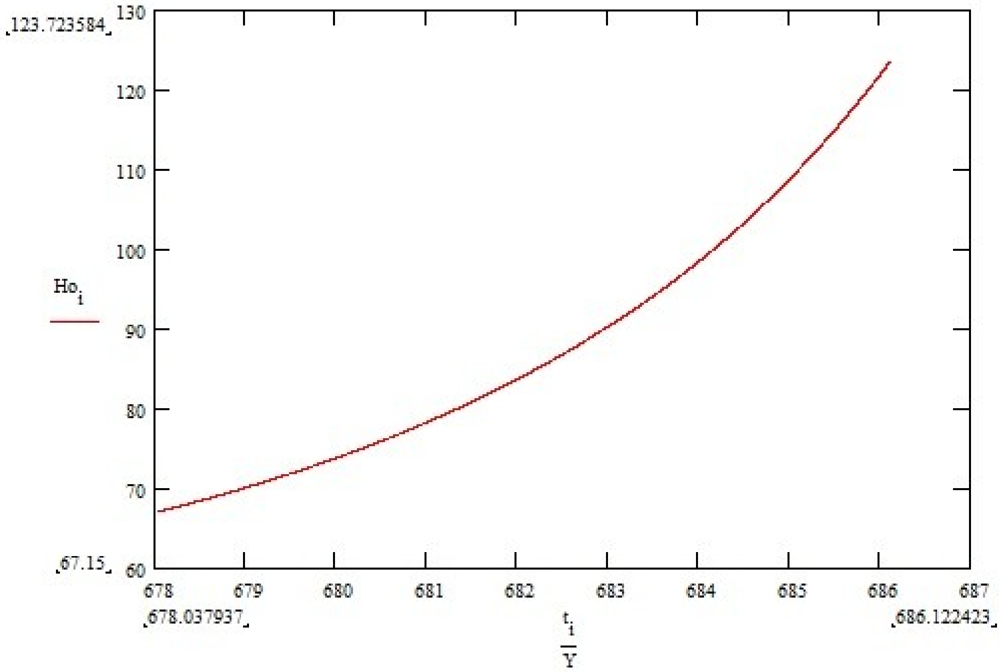
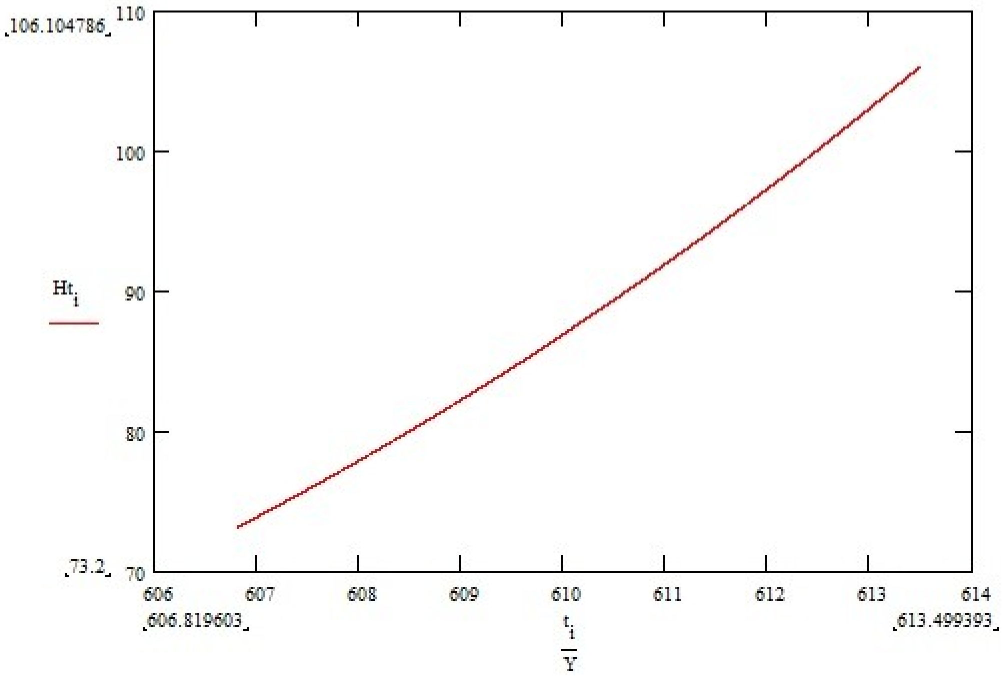


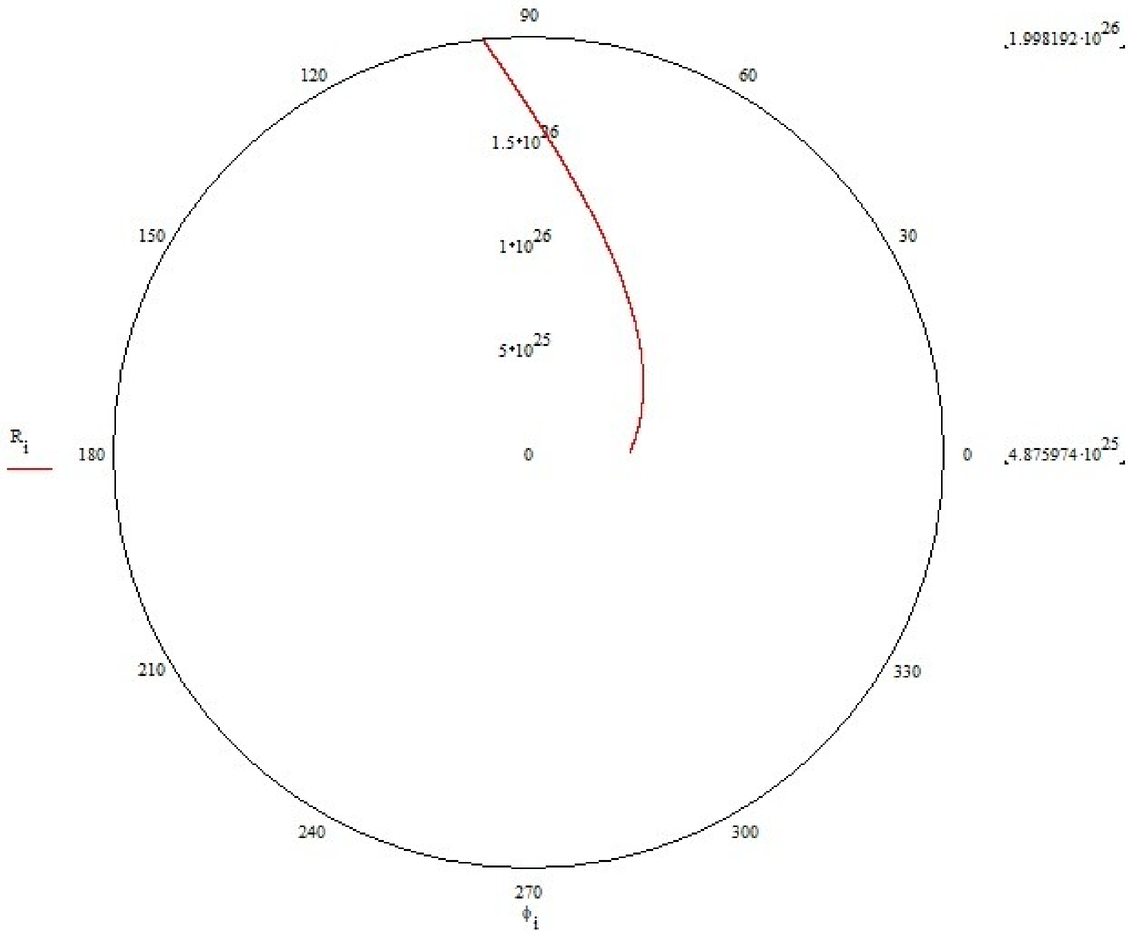
Abb. o. soll den Hubble-Parameter darstellen, wie er sich aus dem Modell am besten ergibt.

Um jedoch der Fluchtgeschwindigkeit Rechnung zu tragen, und sie mehr der Logik folgen zu lassen, wird in diesem Absatz eine ganz andere Herangehensweise gewählt:
Zwei Bedingungen stehen fest; der Unterschied zwischen der Ausdehnungsgeschwindigkeit am kosmischen Horizont (ve(tu))zur Ausdehnungsgeschwindigkeit in der Gegenwart (ve(to)) beträgt die Lichtgeschwindigkeit c. Zweitens wird die Tiefe des Blicks aus der Gegenwart zum kosmischen Horizont mit c/ H_0 [m] angegeben. Daraus folgt, dass die Zeit, die das Licht vom kosmischen Horizont bis in die Gegenwart 1/ H_0 Sekunden braucht. Dies alles wird in einer Gleichung zusammengefasst: $\sqrt{(H e^{H t_u})^2+c^2}+c=\sqrt{(H e^{H(t_u+\frac{1}{H_0})})^2+c^2}$. Aus dieser Gleichung lässt sich tu extrahieren. Die Gegenwart to ist dann $t_o=t_u+\frac{1}{H_0}$.
Der Hubble-Parameter soll sich nun ergeben, indem von der Ausdehnungsgeschwindigkeit der Gegenwart (ve(to)) die Ausdehnungsgeschwindigkeit am Messpunkt (ve(t)) abgezogen wird, um mit dem Geschwindigkeitsintervall zwischen der Gegenwart und dem Messpunkt zu rechnen. Dieses wird dann gemäß der Berechnung der Hubble-Konstante (Fluchtgeschwindigkeit durch Abstand (v/s)) mit dem Abstand aus der Gegenwart zum Messpunkt (Himmelskörper) in der Vergangenheit in Relation gebracht: $H(t)=\frac{ve(t_o)-ve(t)}{c(t_o-t)}$

Mit den Werten $H_0=73{,}2\frac{km}{s*MPc}$ und $\Omega_\Lambda=0{,}72$ ergibt sich im Intervall zwischen kosmischem Horizont und halbem Alter folgender Graph für H(t) (s.u.):
Anm.: Auf der Zeitachse beginnt der Graph bei einem hohen Alter von ~606,8 Mrd Jahren. So lange hat das Universum gebraucht, bis es vom Anfangsradius von einem Meter den heutigen kosmischen Horizont erreicht hat. Der halbe Weg ist bis zum Ende des Graphen bei 613,5 Mrd. Jahren erreicht. Das ist ein Unterschied von 6,7 Mrd Jahren, in dem der Hubble-Parameter verifiziert wird. Daraus folgt aber auch, dass die Entwicklung vom kosmischen Horizont bis zur Gegenwart 13,4 Mrd. Jahre gedauert hat – wie durch die Gleichung vorgegeben.

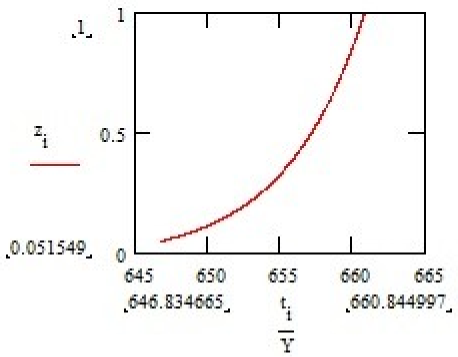


Eine Darstellung der Krümmung des Raums des sichtbaren Universums hierzu folgt unten:



Der kosmische Horizont ist $0{,}5*10^{26}m$ vom ehemaligen Ausgangspunkt entfernt, die Gegenwart $1{,}8*10^{26}m$. Die Ausdehnungsgeschwindigkeit ve(to) liegt beim 2,1-fachen der Lichtgeschwindigkeit, am kosmischen Horizont beim 1,1-fachen.

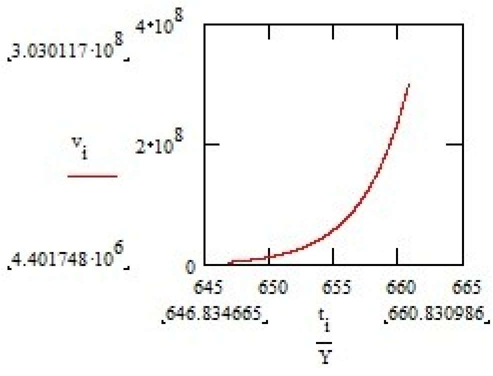
Nun aber wird die Darstellung des Hubble-Parameters abgerundet, indem die gravitative Zeitdilatation miteinbezogen wird. Diese stellt sich als Faktor zu allen Zeit bezogenen Größen dar: $z=1+\frac{\Delta\phi}{c^2}$. Hierin ist ϕ das Gravitationspotential $-\frac{MG}{R}$, worin M die Gesamtmasse des sphärischen Universums zur Zeit t ist: $M(t)=2\pi^2 R(t)^3 \rho$. Hierin ist $R(t)=e^{Ht}$. Als Dichte ρ wird die Dichte der dunklen Energie ρ_Λ gewählt, da sie als einziges für die Energie der Expansion infrage kommt. $\rho_\Lambda=\Omega_\Lambda \rho_c$. Hierin ist $\Omega_\Lambda=0{,}685$ und $\rho_c=\frac{3H_0^2}{8\pi G}$. z sieht über die Zeit von Tu bis To so aus:



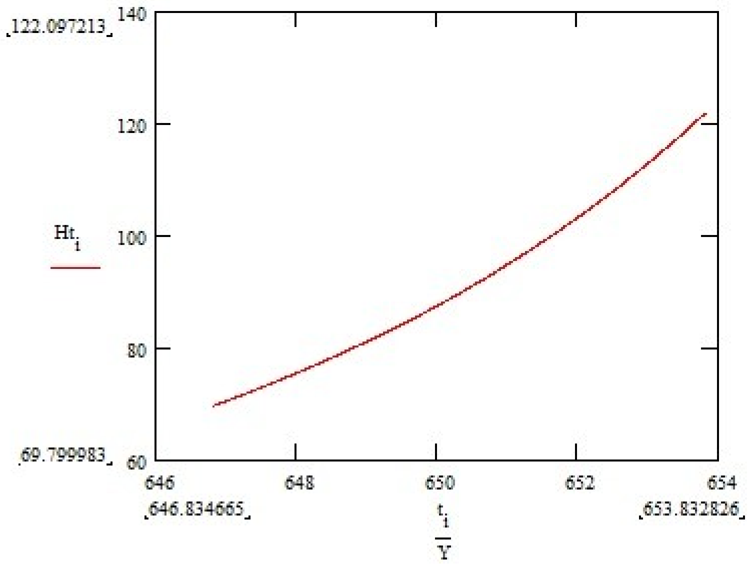
Ausgeschrieben ist $z=1+\left(\frac{-2\pi^2 R(T_o)^2 \rho G}{c^2}-\frac{-2\pi^2 R(t)^2 \rho G}{c^2}\right)$

Jetzt gilt z für die Perspektive aus der Gegenwart.

Der nächste Schritt ist nun die Expansionsgeschwindigleit auf den Faktor z umzurechnen: $v(t)=H e^{Ht} z$ womit v dann folgenden Verlauf erhält:

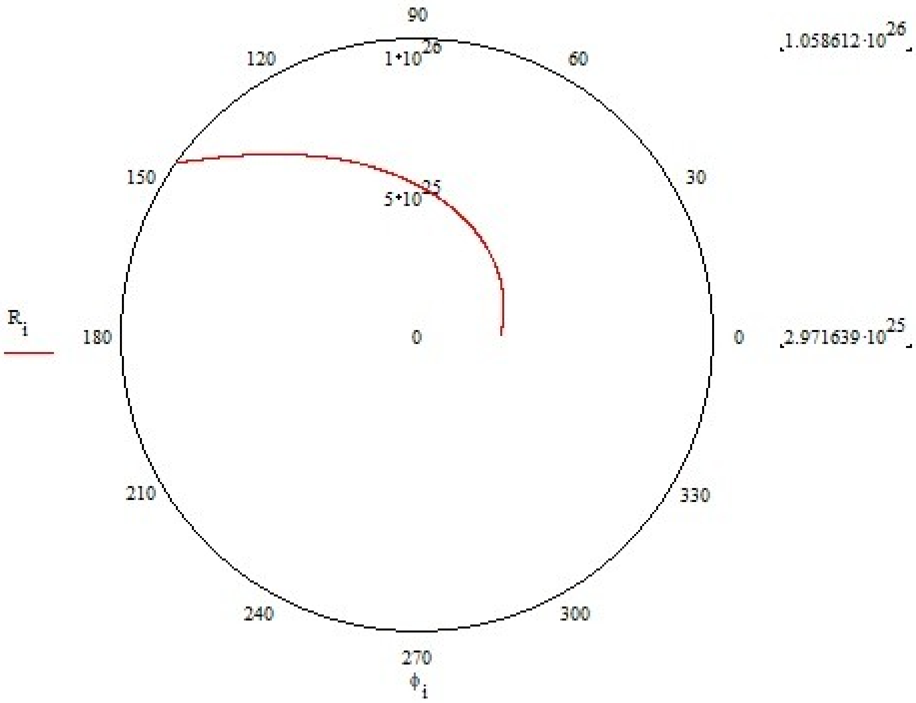


Um nun den Hubble-Parameter darzustellen, wird gerechnet wie in der letzten Darstellung: $H(t)=\frac{v(T_o)-v(t)}{cT_o-ct}$ .Der Hubble-Paramter erhält dann folgende Gestalt:



Anmerkung: Dieses Diagramm bezieht sich auf die erste Hälfte der Vergangenheit vom kosmischen Horizont aus gerechnet, da die Darstellung der empirisch gewonnenen Werte so die beste Genauigkeit erreicht.
Zwar ist die Kurve nicht ausreichend scharf, allerdings ist der Anfangswert (H_0) mit 70 Kilometer pros Sekunde und Megaparsec richtig, und auch der Endwert mit ca. 120 (s. S.4).

Im Folgenden wird die Gestalt des sichtbaren Universums in einer um zwei Dimensionen verjüngten Ansicht gezeigt:



Nun wird gezeigt, wie groß die Quantenfluktuation sein muss, um diese Kennwerte zu erreichen: Pro Sekunde vergrößert sich das Volumen V´ eines Kubikmeters mit 3H. Dies ergibt sich aus $V' = \frac{dV}{V}$, worin $dV = \frac{d}{dT} 2\pi^2 \left(e^{HT}\right)^3$ und $V = 2\pi^2 R^3$. Mit H ist hier $H = \sqrt{2\pi^2 \rho_M G}$ gemeint, da es sich nicht um das perspektivische H aus der Gegenwart handelt sondern um den Ausdehnungskoeffizienten H. V´ nun hat die Masse M´=V´ρ. Das entspricht der Energie E=M´c². Ein Photon der kosmischen Hintergrundstrahlung mit f=53Ghz hat die Energie hf und wird E_P genannt. Die Anzahl der Photonen, die in die Masse M´ passen errechnet sich nach $n = \frac{E}{E_P}$ und führt zu dem Ergebnis $n = 1{,}395 * 10^{-4}$. Ein Photon wird also in $\frac{1}{n * 60 * 60}$ Stunden pro Kubikmeter gebraucht, um die Expansion zu bewirken. Hierzu ergeben sich 1,992 Stunden pro Photon.

Jetzt kann die Wahrscheinlichkeit berechnet werden, mit der die Fluktuation stattfindet: Sollten die Photonen der kosmischen Hintergrundstrahlung fluktuieren, so wären dies 410 pro Sekunde in jedem Kubikzentimeter nach Quelle Wikipedia. Das sind in 1,992 Stunden pro Kubikmeter $410 * 10^6 * 60 * 60 * 1{,}992 = 3\ Billionen\ Photonen$ die laufend aneinanderstoßen und virtuelle Teilchen produzieren, von denen nur eines real bleiben soll.