Carl Alfred Wolf

Gedankenansätze zur Entwicklung einer Quanten Raum-Dynamik (QRD)

AUGUST 1994

Vorwort

Diese Arbeit entstand aufgrund der Idee, daß die Lichtgeschwindigkeit nur eine scheinbare Größe ist. Diese Idee stammt aus den Anfängen der siebziger Jahre. Die nach dieser Idee postulierte Scheingröße Lichtgeschwindigkeit sollte auf die Expansion der räumlichen Ausdehnung des Universums zurückzuführen sein. Die Expansion selbst sollte dabei einem Zeitstrahl in unumkehrbarer Richtung folgend, getaktet ablaufen. Zur näheren Analyse wurden expandierende, geschlossene, eindimensionale Punktwelten erdacht. Ein Bewegungszustand der sich in einer zusätzlichen, externen räumlichen Dimension in absoluter Ruhe zum Expansionszentrum befand, breitete sich mit Lichtgeschwindigkeit innerhalb dieser kreisförmigen Punktwelten aus. Ein Bewegungszustand der sich mit der Expansionsgeschwindigkeit der Punktwelten, der maximalen Bewegungsmöglichkeit eines Punktweltobjektes innerhalb der externen Dimension, radial vom Expansionszentrum weg entfernte, erschien in den Punktwelten wiederum bewegungslos zu sein. Nur zwischen diesen beiden Extrema konnten sich Punktweltobjekte in den Punktwelten bewegen. 1989 begann die systematische Untersuchung dieser Punktwelten. Die Ergebnisse führten jedoch zu ganz anderen, dem Grundgedanken vollkommen widersprechenden Erkenntnissen, die in dieser Arbeit zusammengefaßt wurden und als Ganzes Quanten Raum-Dynamik (QRD) genannt werden.

1. Das Bewegungsmodell

Die Konzeption eines in seiner räumlichen und zeitlichen Struktur quantisierten Universums basiert auf zwei Postulaten. Aus ihnen folgt ein neues Verständnis der Bewegung. Diese neue Beschreibung der Bewegung wird in einem zweiten Schritt auch auf die Expansion des dreidimensionalen Universums selbst angewandt.

Das Zeitpostulat
Es gibt eine kleinste Einheit S (lies "sa") der Zeit. Jede Zeitdauer t ist ein ganzzahliges Vielfaches von S. Also gilt:

$$t = i \cdot S \qquad \{i | i \in \mathbf{G}\} \tag{1.1}$$

Das Entfernungspostulat
Es gibt eine kleinste Einheit H (lies "ha") der Entfernung. Jede räumliche Distanz d bzw. jede Wellenlänge l ist ein ganzzahliges Vielfaches von H. Also gilt:

$$d = n \cdot H \qquad \{n | n \in \mathbf{G}\} \tag{1.2}$$

Das Bewegungstheorem
Es gibt nur eine Möglichkeit der Bewegung, nämlich die Veränderung der Ortsposition in der Zeit $t = 1 \cdot S$ um die Distanz $d = 1 \cdot H$ in beliebiger Richtung. Dies entspricht einer Geschwindigkeit von

$$\boxed{c = \frac{H}{S}} \tag{1.3}$$

Diese Geschwindigkeit c ist nicht eine maximal erreichbare Geschwindigkeit innerhalb des Universums, sie ist vielmehr die einzig mögliche, denn gemäß dem Bewegungstheorem ist jede andere während einer Zeitspanne $t = i \cdot S$ mit $i \neq 1$ gemessene Durchschnittsgeschwindigkeit v das Resultat einer Summe von Einzelbewegungen mit $v = c$ und $v = 0$ entsprechend der Gleichung

$$v = \frac{n_0 \cdot 0 + n_1 \cdot H}{i \cdot S} \qquad \text{mit} \qquad i = n_0 + n_1 \qquad (1.4)$$

Bewegung im makroskopischen Bereich, ist gemäß dieser Definition die Aufsummierung von Quantenzuständen mit der binäreren Alternative $v = 0$ oder $v = 1 = c$.

Diskussion des Bewegungstheorems

Bei einer Geschwindigkeit $v > c$ würde die Distanz $d = H$ nach einer Zeitdauer $t < S$ zurückgelegt worden sein - dies widerspricht dem Zeitpostulat. Ebenso wäre bei einer Geschwindigkeit $v < c$ nach einer Zeitdauer $t = S$ erst eine Distanz $d < H$ zurückgelegt worden - dies widerspricht dem Entfernungspostulat. Nach dieser Betrachtung folgt, unter Einbeziehung des Satzes vom ausgeschlossenen Dritten, daß das Bewegungstheorem gilt falls Zeit und Raum quantisierbar sind oder das Theorem wird verworfen und Raum und Zeit sind nicht quantisierbar. Letzteres würde dann aber auch für die Gravitationstheorie gelten die nach den Erkenntnissen der Allgemeinen Relativitätstheorie nur auf der Riemannschen Geometrie beruht. Die Quantisierbarkeit der Gravitation, die Formulierbarkeit einer Quantengravitation wird aber erkenntnistheoretisch erwartet, da alle anderen Fundamentalkräfte quantisierbar sind. Deshalb wird in dieser Arbeit die Quantisierbarkeit von Zeit und Raum a posteriori vorausgesetzt und damit indirekt das Bewegungstheorem zum Axiom erhoben. Aufgrund der Richtungsfreiheit der Bewegung ist mit dem Bewegungstheorem das Kontinuum der Raumstruktur nicht zu Gunsten eines diskreten Punktraumes aufgegeben. Die spezielle R.T. gilt unverändert weiter, solange, bis eine ihrer Grundlagen z.B. die Invarianz der Masse über die Zeit durch die neuen Ideen verletzt würden.

2. Die Herleitung natürlicher Einheiten für Zeit und Länge

Für die größenmäßige Herleitung von *S* und *H* werden die Meßwerte der als universell angesehenen Konstanten *G*, *h* und *c* herangezogen.

$G = 6{,}67259 \cdot 10^{-11}$	$\left[m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}\right]$
(0,00085)	einfache Standardabweichung
$h = 6{,}6260755 \cdot 10^{-34}$	$\left[kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}\right]$
(0,0000040)	einfache Standardabweichung
$c = 2{,}99792458 \cdot 10^{8}$	$\left[m \cdot s^{-1}\right]$
	exakt aufgrund der Definition der Sekunde

Die Massensubstitution

Zunächst wird die Gravitationskonstante G in eine Form gebracht, in der sie mit den quantisierten, natürlichen Einheiten von Zeit und Länge ausgedrückt werden kann. Hierbei werden die *MKS*-Einheiten wie folgt ersetzt

$$\left[m^3\right] \text{ durch } \left[H^3\right]$$
$$\left[s^{-2}\right] \text{ durch } \left[S^{-2}\right]$$
$$\left[kg^{-1}\right] \text{ durch } \left[c \cdot H \cdot \bar{h}^{-1}\right]$$

Für kg^{-1} ist dies in der obigen Weise möglich, da nach de Broglie gilt

$$l = \frac{\bar{h}}{m \cdot v}$$
$$m = \frac{\bar{h}}{l \cdot v}$$

oder nach Heisenberg

$$\Delta x_{\min} \cdot \Delta p_{\min} = \bar{h}$$
$$d \cdot m \cdot v = \bar{h}$$

Nach beiden Varianten lautet die endgültige Substituierung der Masse

$$m = \frac{\bar{h}}{H \cdot c} \qquad \left[kg = \frac{\bar{h}}{c \cdot H}\right] \qquad (2.1)$$

wenn hierbei für l bzw. d gemäß dem Entfernungspostulat gleich H und für v gemäß dem Bewegungstheorem gleich c eingesetzt wird. Diese Substituierung wirkt nicht nur auf die Einheitsbezeichnungen, sondern legt über die eingesetzten Werte von c und H auch eine besondere Äquivalenzenergie von m fest, nämlich für $H = 1$ die sogenannte Planckmasse, die größte vorstellbare Einzelmasse.

Mit $c = \frac{H}{S}$ schreibt sich (2.1)

$$m \cdot H^2 = \bar{h} \cdot S \qquad (2.2)$$

Somit kann für G geschrieben werden

$$G = H^3 \cdot \frac{1}{S^2} \cdot \frac{c \cdot H}{\bar{h}} = \frac{H^3 \cdot H^2}{S^2 \cdot \bar{h} \cdot S} = \frac{H^5}{S^3 \cdot \bar{h}} = \frac{c^3 \cdot H^2}{\bar{h}} \qquad (2.3)$$

oder

$$G \cdot \bar{h} = H^2 \cdot c^3 = \frac{H^5}{S^3} \tag{2.4}$$

Mit $\bar{h} = \frac{h}{2p}$ folgt

$$G = \frac{2p \cdot c^3 \cdot H^2}{h} \tag{2.5}$$

Die Berechnung von *H*
Aus (2.3) kann durch einsetzen von physikalischen Meßwerten die *MKS*-Größe von *H* berechnet werden.

$$H = \sqrt{\frac{G \cdot h}{2p \cdot c^3}} \qquad \left[\left(\frac{m^3}{kg \cdot s^2} \cdot \frac{kg \cdot m^2 \cdot s}{s^2} \cdot \frac{s^3}{m^3}\right)^{\frac{1}{2}}\right] \tag{2.6}$$

$$H = \sqrt{\frac{6{,}67259 \cdot 10^{-11} \cdot 6{,}6260755 \cdot 10^{-34}}{2p \cdot \cdot \left(2{,}99792458 \cdot 10^{8}\right)^3}} \qquad [m]$$

$$\boxed{H = 1{,}6160486 \cdot 10^{-35} \qquad [m]} \tag{2.7}$$

Betrachtung der Fehlergrenze von *H*
Mit $(6{,}67259 + 0{,}00085)$ und $(6{,}6260755 + 0{,}0000040)$ ergibt sich *H* zu
$1{,}6161520 \cdot 10^{-35}\ m$.
Mit $(6{,}67259 - 0{,}00085)$ und $(6{,}6260755 - 0{,}0000040)$ ergibt sich *H* zu
$1{,}6159452 \cdot 10^{-35}\ m$.
H liegt also im Intervall $(1{,}6160486 \pm 0{,}0001034) \cdot 10^{-35}\ m$.

Die Berechnung von *S*
Durch einsetzen von physikalischen Meßwerten und dem bereits ermittelten Wert für *H* kann aus (2.3) die *MKS*-Größe von *S* berechnet werden.

$$S = \left(\frac{2p \cdot H^5}{G \cdot h}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad \left[\left(m^5 \cdot \frac{kg \cdot s^2}{m^3} \cdot \frac{s^2}{kg \cdot m^2 \cdot s}\right)^{\frac{1}{3}}\right] \tag{2.8}$$

$$S = \left(\frac{2p \cdot \left(1{,}6160468 \cdot 10^{-35}\right)^5}{6{,}67259 \cdot 10^{-11} \cdot 6{,}6260755 \cdot 10^{-34}}\right) \qquad [s]$$

$$S = 5{,}3905578 \cdot 10^{-44} \qquad [s] \qquad (2.9)$$

Betrachtung der Fehlergrenze von *S*
Mit den oberen Grenzwerten für *h* und *G* und damit indirekt auch für *H* ergibt sich *S* zu $5{,}3909026 \cdot 10^{-44}\ s$.
Mit den unteren Grenzwerten für *h* und *G* und damit indirekt auch für *H* ergibt sich *S* zu $5{,}3902130 \cdot 10^{-44}\ s$.
S liegt also im Intervall $(5{,}3905578 \mp 0{,}0003448) \cdot 10^{-44}$ s.

Festsetzung von S
Da gemäß dem Bewegungstheorem die Beziehung (1.3) $c = \frac{H}{S}$ gelten soll wird für *S* mit dem Wert

$$\boxed{S = \frac{H}{c} = \frac{1{,}6160486 \cdot 10^{-35}}{2{,}99792458 \cdot 10^{8}} = 5{,}3905579 \cdot 10^{-44} \qquad [s] \qquad (2.10)}$$

weitergerechnet.

Diskussion der Herleitung
Natürlich kann hier eingewandt werden, daß das Berechnungsverfahren im Ergebnis zur Plancklänge und Planckzeit führen muß und die Physik im Kleineren sich unseren praktischen wie theoretischen Betrachtungsmöglichkeiten entzieht. Die Stärke des diophantischen Ansatzes aus (1.1) und (1.2) auf dem die angewandte Berechnung beruht liegt aber gerade darin, daß er postuliert, daß es nichts Kleineres gibt und dieser Sachverhalt in der Diskussion des Bewegungstheorems indirekt zum Axiom erhoben wird.

Die Abhängigkeit zwischen den als konstant geltenden Entitäten *G* und *h* und den ermittelten Quanten von Zeit und Distanz zeigt Gleichung (2.4) sehr schön auf. Ich halte die Gleichung in dieser Form jedoch noch für unvollständig, da die *S*- und *H*-Glieder der rechten Seite zusammengenommen eine ganzzahlige Potenz von *c* ergeben sollten - auf der linken Gleichungsseite fehlt also mindestens noch ein Faktor. Sollten die Naturkonstanten mit der Zeit 'altern', so wie dies Dirac vermutete, also sollten sie einer dynamischen Veränderung unterliegen gibt (2.4) den möglichen Rahmen und die gegenseitigen Abhängigkeiten hierfür vor. Dies kann behauptet werden, da die Herleitung der Gleichung aufzeigt, daß die Gleichung selbst, über die Zeit hinweg, stets unverändert gültig bleibt. Auch kann aus (2.4) geschlossen werden, daß sowohl die Dimension von G als auch die von h in einem Quotienten aus Potenzen von $[S]$ und $[H]$ ausgedrückt werden kann, wenn diese Entitäten in einem natürlichen Maßsystem formuliert werden. Wobei der numerische Wert von *G*, da die Gravitation nach Einstein rein geometrisch bedingt sein sollte, ausschließlich als ein Vielfaches einer Potenz von $[H]$ erwartet wird. Der fundamentale Zusammenhang nach (2.4) läßt sich auch auf andere Weise herleiten. Setzt man in (2.8) das Bewegungstheorem (1.3) ein ergibt sich

$$\left(\frac{2p \cdot H^5}{G \cdot h}\right)^{\frac{1}{3}} = \frac{2p \cdot H^3 \cdot c^2}{G \cdot h}$$

$$\frac{2p \cdot H^5}{G \cdot h} = \frac{8p^3 \cdot H^9 \cdot c^6}{G^3 \cdot h^3} \qquad (2.11)$$

$$2p = \frac{G \cdot h \cdot S^3}{H^5}$$

bzw.

$$\frac{G \cdot \overline{h} \cdot S^3}{H^5} = \frac{G \cdot \overline{h}}{H^2 \cdot c^3} = 1 \qquad (2.12)$$

3. Das Expansionsmodell

Expansionszunahme eines geschlossenen Universums
Im Expansionsmodell der QRD-Theorie wird zugrunde gelegt, daß das Bewegungstheorem (1.3) auch für die Ausdehnung des geschlossenen Universums zutrifft. Die Beschreibung dieser Ausdehnung kann eindeutig erfolgen, wenn die Verhältnisse für eine Dimension angegeben werden. Eindimensional betrachtet wird das Universum nach der Zeitspanne $t_{\min} = 1S$ um $1H$ an Ausdehnung zunehmen. Es gilt somit:

$$U_{Uni,i} + 1H = U_{Uni,i+1} \qquad [H] \qquad (3.1)$$

$U_{Uni,i}$ ist der eindimensionale Umfang des Universums U_{Uni}, gemessen in Distanzquanten zum Zeitpunkt $t_{Uni} = i$. Dieser Umfang wird anstatt des in der Kosmologie gebräuchlichen Skalenfaktors R eingeführt. Dieser eindimensionale Umfang sei ferner so definiert, daß er in jedem Punkt des dreidimensionalen Raumes richtungsmäßig beliebig orientiert werden kann. Er stellt für ein Lichtquant diejenige Geodäte dar, auf der dieses nach minimaler Laufzeit seinen Ausgangspunkt wiedererreichen wird. Das Universum dehnt sich nach der Theorie in jeder seiner drei Raumdimensionen um diesen Faktor c aus. Die Parameter eines solchermaßen expandierenden Universums lassen sich wie folgt beschreiben:

Expansionsgeschwindigkeit
Es gilt entsprechend der Definiton

$$v_{Uni} = \frac{H}{S} = c \qquad \left[\frac{H}{S}\right] \qquad (3.2)$$

Expansionsbeschleunigung
Es gilt entsprechend der Definiton

$$a_{Uni} = \pm\ 0 \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (3.3)$$

Ausdehnungsparameter

(sog. Hubblekonstante; wurde erstmals von Lemaitre berechnet)

$$HUB_t = \frac{\dot{U}_{Uni}}{U_{Uni}} = \frac{\text{Umfangsänderung in der Zeit}}{\text{Umfang}}$$

$$HUB_t = \frac{\frac{H}{S}}{U_{Uni}} = \frac{c}{U_{Uni}} = \frac{\frac{H}{U_{Uni}}}{S} = \frac{\frac{H}{t_{Uni} \cdot H}}{S} \qquad \left[\frac{\frac{1H}{nH}}{S}\right] \qquad (3.4)$$

In der Kosmologie wird der Ausdehnungsparameter mit H_0 bezeichnet. In dieser Abhandlung wird HUB_t verwendet um einerseits eine Verwechslung mit dem Distanzquant H zu vermeiden und um andererseits die Abhängigkeit zum Alter des Universums t_{Uni} ,in Zeitquanten gemessen darzustellen. Die Definition des Ausdehnungsparameters wird entsprechend (3.1) ebenfalls auf den Umfang des Universums bezogen.

Ausdehnungsverzögerung

$$q_t = \frac{\frac{\ddot{U}_{Uni}}{\dot{U}_{Uni}}}{\frac{\dot{U}_{Uni}}{U_{Uni}}} = \frac{\text{Veränderung des Hubbleparameters in der Zeit}}{\text{Hubbleparameter zur Zeit}}$$

$\ddot{U}$ ist die Änderung der zeitlichen Änderung von U_{Uni} in der Zeit

$$q_t = \frac{\frac{HUB_t - HUB_{(t+1)}}{S}}{HUB_t} = \frac{1 - \frac{HUB_{(t+1)}}{HUB_t}}{S}$$

In dieser Form ergibt sich die Veränderung des Hubbleparameters in der Zeit als numerisch positiv und logisch als Verzögerung, da bereits bekannt ist, daß $HUB_t > HUB_{(t+1)}$ weil gilt

$$\frac{\frac{1H}{t \cdot H}}{1S} > \frac{\frac{1H}{(t+1) \cdot H}}{1S}$$

somit gilt letztlich

$$q_t = \frac{1 - \frac{\frac{1H}{(t+1)\cdot H}}{S}}{\frac{\frac{1H}{t\cdot H}}{S}} \Big/ S = \frac{1 - \left(\frac{t}{t+1}\right)}{S} \qquad \left[\frac{1}{S}\right] \qquad (3.5)$$

Da im Verhältnis zur Größe des Zeitquants das Alter des Universums gegen Unendlich geht kann für aktuelle Betrachtungen $q_t \rightarrow 0$ gesetzt werden. In den frühesten Phasen des Universums war die Ausdehnungsverzögerung jedoch merklich und in zukünftigen geht sie als positiver Wert weiter asymptotisch gegen Null.

Diskussion des Expansionsmodells

Die angegebenen Formeln sind streng nur global gültig, da nicht nachgewiesen wurde, daß die Expansion des Universums statistisch gleichmäßig, über den Raum verteilt, erfolgt. Die dreidimensionale Ausdehnung des Universums kann durchaus mit der Aufrollung dreier räumlicher Dimensionen verglichen werden, so als würden sich ursprünglich zusammengerollte Dimensionen, wie sie in anderen Zusammenhang in den Superstringtheorien postuliert werden, mit der Zeit aufwickeln. Die Zeit taktet diesen Vorgang. Jede Bewegung im Universum findet zu solch einem Taktpunkt der Zeit statt., ebenso wie das in Distanzquanten gestückelte Aufwickeln. Dieses Aufwickeln macht interne Bewegung erst möglich. Mit dem Anwachsen der Raumsphäre nimmt die Möglichkeit für Positionsveränderungen von Teilchen in dieser Sphäre überproportional zu. Damit entstehen Inhommogenitäten, weil Energie bzw. die ihr äquivalente Masse in Teilchen sich in irgendeiner Form auch auf die neuen Positionen verteilt - Strukturen bilden sich heraus. Für einen hypotetisch unterstellten äußeren Beobachter kann die Taktung, also das Anwachsens des Universums unregelmäßig, gleichmäßig beschleunigt oder konstant erscheinen. Ein real vorhandener interner Beobachter kann diesen Vorgang, den Ablauf der Zeit, nur gleichmäßig wahrnehmen bzw. messen, alles andere entzieht sich seiner Betrachtung. Letzteres bedeutet nicht, daß alle internen Beobachter diese Gleichmäßigkeit in gleichen Maßen wahrnehmen. Effekte wie sie aus der Speziellen Relativitätstheorie *Einsteins* bekannt sind, die auf der Relativbewegung der Beobachter zueinander beruhen, müssen zusätzlich berücksichtigt werden. Würde das Universum für eine bestimmte Zeitspanne nicht anwachsen, würden alle internen Bewegungsvorgänge quasi einfrieren, es käme zu keinerlei Veränderung innerhalb des Universums und damit auch zu keiner Beobachtung dieser Unveränderung. Interessant ist auch, daß das Universum nicht unbedingt im Sinne von räumlich größer werden, anwachsen muß. Ein permanentes kleiner werden der Distanzquanten und der Zeitquanten führt zum gleichen Ergebnis, die Feinheiten werden mehr, die Strukturiertheit wird größer. Für die Expansion des Universums gilt das *Äquivalenzprinzip zwischen zunehmenden Raum und zunehmender Struktur*. Eigentlich wächst nur die Möglichkeit der Quantenzustände an (vergleiche hierzu auch C.F. von Weizsäckers Idee, daß der Quantenzustand des Universums sich mit einem Raumpunkt in unendlich langer Zeit beschreiben läßt, bzw., daß für eine solche Zustandsbeschreibung zu einem Zeitpunkt unendlich viel Raum benötigt würde; das Expansionsmodell zeigt, daß der Begriff 'unendlich lang/viel' in diesem Zusammenhang eigentlich nicht zutreffend ist, da es zu jedem Zeitpunkt hierfür einen endlichen Wert gibt, der aber mit zunehmender Zeit stetig anwächst. Unklar ist zunächst nur die Frage nach der Energie die den Expansionsprozeß treibt. Ein Ausweg aus dieser Frage wäre der Sachverhalt, daß der Prozeß selbst Energie liefert . Eine aus dem Anwachsen des Universums freiwerdende Energie kann man sich wie folgt erklären:

Ein kleines Universum hat die größere räumliche Krümmung und stellt somit eine größere Masse bzw. Äquivalenzenergie dar als ein großes Universum. Dies ist die Umkehrung der Betrachtung, daß eine große Masse den Raum am stärksten krümmt. Die Expansion des Universums, das Aufwickeln der Dimensionen kann entsprechend dieser Definition, als ein aus sich selbst heraus energiefreisetzender Vorgang betrachtet werden.

Realvergleich
Das Alter des Universums wird heute zwischen 10 und 20 Milliarden Jahren angenommen. Der Hubbleparameter wird mit 15 - 30 km pro sec je 1 Millionen Lichtjahre, bzw. 50 -100 km pro sec je *Mpc* Abstand angegeben. Im Folgenden wird der numerische Koeffizient des aktuellen Hubbleparameters gemäß dem vorliegenden Expansionsmodell und auf der Basis dieser Altersschätzung angegeben.

HUB_t für $t_{Uni} = 10 \cdot 10^9\, a$	HUB_t für $t_{Uni} = 15 \cdot 10^9\, a$	HUB_t für $t_{Uni} = 20 \cdot 10^9\, a$
$\dfrac{29{,}979 \dfrac{km}{\sec}}{\text{1 Million Lichtjahre}}$	$\dfrac{19{,}986 \dfrac{km}{\sec}}{\text{1 Million Lichtjahre}}$	$\dfrac{14{,}990 \dfrac{km}{\sec}}{\text{1 Million Lichtjahre}}$

4. Die Rotverschiebung

Im klassischen Minkowski-Raum, erklärt man die Rötung elektromagnetischer Wellen, durch eine Abstandszunahme der beiden Weltlinien, welche eine betrachtete Wellenlänge l_t z.B. von einem Wellenberg zum am nächsten benachbarten Wellenberg begrenzen. Die Abstandszunahme wiederum wird durch die Expansion des Universums begründet. Bezeichnet man die Wellenlänge am Sendeort mit l_0 und am Empfangsort mit l_1 so ergibt sich der Rötungskoeffizient zu

$$z = \frac{\Delta l}{l} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \qquad [-] \qquad (4.1)$$

Beachtet wird hierbei nicht, daß im klassischen Sinne eigentlich keine durch Weltlinien beschreibbare Expansion innerhalb der Raumzeit stattfindet sondern eine Expansion der Raumzeit selbst. Ferner bleibt vollkommen ungeklärt wie ein dem Unschärfeprinzip unterliegender Ablauf, Wellenlängendehnungen von Weltpunkt zu Weltpunkt übertragen kann, die bezogen auf die Übertragungsdistanz verschwindend klein sind. Der Rötungseffekt wird deshalb, auf den bisherigen Erkenntnisstand dieser Arbeit aufbauend, neu analysiert. Die eigentliche Fragestellung gilt der Fortbewegung des Lichts in einem expandierenden Raum.

In einem Gedankenversuch wird die Fortbewegung eines Lichtsignals von A (Aussendeort) nach E (Empfangsort) untersucht. Die Strecke $\overline{AE}$, welche während der Laufzeit t_L des Signals im Verhältnis zum Umfang U_{Uni} des Universums expandiert, sei eine Distanz D genannt. Der tatsächlich vom Signal zurückgelegte Weg d entspricht der Summe der während der Laufzeit vom Signal zurückgelegten Distanzquanten, während $\overline{d}$ auch den Expansionszuwachs des vom Signal zurückgelegten Weges mit beinhaltet. Werden die genannten Größen, mit dem Index '0' als Kennzeichen für den Aussendezeitpunkt, mit dem Index '1' für den Empfangszeitpunkt und mit dem

Index 't' für einen beliebigen Zeitpunkt innerhalb des Intervalls 0 bis 1 versehen, lassen sich die Ausgangsbedingungen des Gedankenexperiments mit den folgenden Ausdrücken beschreiben.

die Laufzeitbedingung

$$t_{L,t} = \left(U_{Uni,t} - U_{Uni,0}\right) \cdot \frac{1}{c} \qquad [S] \qquad (4.2)$$

oder

$$t_{L,t} = d_t \cdot \frac{1}{c} \qquad [S] \qquad (4.3)$$

bzw.

$$t_{L,t} = \left(D_t - D_0\right) \cdot \frac{U_{Uni,t}}{D_t} \qquad [S] \qquad (4.4)$$

die Expansionsbedingung

$$U_{Uni,t} = U_{Uni,0} + \frac{t_{L,t}}{c} \qquad [H] \qquad (4.5)$$

oder

$$D_t = D_0 + t_{L,t} \cdot \frac{D_t}{U_{Uni,t}} \qquad [H] \qquad (4.6)$$

die Startbedingung

$$d_0 = \overline{d_0} = 0 \qquad [H] \qquad (4.7)$$

die Zielbedingung

$$\overline{d_1} = D_1 \qquad [H] \qquad (4.8)$$

aber

$$\overline{d_t} \neq D_t$$

da die Distanz D der Strecke $\overline{AE}$ stets das gleiche Verhältnis zum expandierenden Umfang des Universums U_{Uni} einnimmt, der zurückgelegte Weg $\overline{d}$ jedoch von 0 an wächst, bis er die Größe von D_1 (Zielbedingung) annimmt.

das Distanz-Umfangsverhältnis

$$\frac{D_1}{D_0}=\frac{U_{Uni,1}}{U_{Uni,0}} \qquad [-] \qquad (4.9)$$

aus geometrischen Gründen läßt sich das Distanz-Umfangsverhältnis mit der Wellenlängenbedingung (4.1) verknüpfen

$$\frac{D_1}{D_0}=\frac{U_{Uni,1}}{U_{Uni,0}}=\frac{l_1}{l_0}=z+1 \qquad [-] \qquad (4.10)$$

In Fortführung des Gedankenexperiments wird jetzt ein konkreter Wellenabschnitt mit der Länge l_t , der sich von A nach E mit Lichtgeschwindigkeit bewegt, betrachtet. Expandiert das Universums entsprechend (1.3) und (3.1) so kann die Zunahme von U_{Uni} pro Zeitquant um $1H$ entweder außerhalb oder innerhalb von $\overline{AE}$ erfolgen, wobei der konkrete Ort der Zunahme in dieser allgemeinen Betrachtung dem Zufallsprinzip genügen soll, d.h. die Wahrscheinlichkeiten für eine Zunahme innerhalb oder außerhalb von $\overline{AE}$ verhalten sich wie D zu U_{Uni}. Erfolgt die Expansionszunahme des Universums außerhalb der Wegstrecke bleibt dies ohne Einfluß auf die Laufzeit und Rötung von l_t. Erfolgt die Zunahme des Universum jedoch innerhalb von $\overline{AE}$ so tritt einer der drei folgenden Fälle ein.

Fall 1: Die Expansionzunahme findet innerhalb des von l_t bereits zurückgelegten Weges statt. Dies führt zu einer Vergrößerung des bereits zurückgelegten Weges und einer scheinbaren Zunahme der Übertragungsgeschwindigkeit v_l, wobei gelten kann $v_l > c$.

Fall 2: Die Expansionszunahme findet innerhalb des Wellenabschnittes l_t selbst statt. Dies führt zu einer Streckung von l_t um $1H$ (= effektive Energieabnahme) bei gleichzeitiger Zurücklegung dieser zusätzlichen Distanz in der Zeit $1S$.

Fall 3: Die Expansionszunahme findet innerhalb des von l_t noch nicht durchlaufenen Wegeteils statt. Dies führt zu einer Vergrößerung der noch zurückzulegenden Wegestrecke und damit zu einer Verlängerung der Laufzeit.

Im nächsten Schritt wird die Laufzeit $t_{L,t}$ des Lichtes entlang einer Geodäte, welche einem beliebig orientierten Umfang des Universums entspricht, bei bekanntem $U_{Uni,0}$ und beliebigen $\overline{d_t}$ ermittelt. Hierzu wurde der Gedankenversuch in einer Computersimulation nachvollzogen - Programm siehe Anhang 1. Die Auswertung dieser Simulation lieferte für die Laufzeit des Lichts in einem mit c expantierenden Universum das Laufzeitgesetz:

$$\boxed{t_{L,t}=U_{Uni,0}\cdot\left(e^{\frac{\overline{d_t}}{U_{Uni,t}}}-1\right)\cdot\frac{1}{c} \qquad [S] \qquad (4.11)}$$

$t_{L,t}$ ist die Laufzeit des Signals von A nach E in Distanzquanten
$U_{Uni,0}$ ist der Umfang des Universums zum Aussendezeitpunkt des Lichtsignals in Distanzquanten
$U_{Uni,t}$ ist der Umfang des Universums nach Zurücklegung des Wegstückes $\overline{d_t}$ in Distanzquanten

$\overline{d_t}$ ist der zurückgelegte Weg des Signals (incl. des Zuwachses aus Fall 1) in Distanzquanten

Da das Modell der klassischen Monte-Carlo-Methode genügt lautet die relative Fehlertoleranz für die Laufzeitangabe

$$e = \frac{1}{\sqrt{t_{L,t} \cdot \frac{1}{S}}} \qquad [-] \qquad (4.12)$$

Für das Verhältnis des zurückgelegten Weges zum Umfang des Universums zu einem beliebigen Zeitpunkt

$$r_t = \frac{\overline{d_t}}{U_{Uni,t}} \qquad [-] \qquad (4.13)$$

gilt stets die Beziehung

$$r_0 \le r_t \le r_1 \qquad [-] \qquad (4.14)$$

Setzt man (4.2) in (4.11) ergibt sich das Wegdistanzsgesetz

$$\left(U_{Uni,t} - U_{Uni,0}\right) \cdot \frac{1}{c} = U_{Uni,0} \cdot \left(e^{\frac{\overline{d_t}}{U_{Uni,t}}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{c} \qquad [H]$$

$$U_{Uni,t} = U_{Uni,0} \cdot e^{\frac{\overline{d_t}}{U_{Uni,t}}} = U_{Uni,0} \cdot e^{r_t} \qquad [H]$$

$$\frac{\overline{d_t}}{U_{Uni,t}} = \ln \frac{U_{Uni,t}}{U_{Uni,0}} = r_t \qquad [-]$$

$$\overline{d_t} = U_{Uni,t} \cdot \ln \frac{U_{Uni,t}}{U_{Uni,0}} \qquad [H] \qquad (4.15)$$

Das Signal erreicht seinen Ausgangspunkt, d.h. es umrundet das geschlossene Universum bei

$$r_t = 1 \qquad [-] \qquad (4.16)$$

und danach bei jedem weiteren ganzzahligen Exponenten von e. Für die Bestimmung der Umrundungsfälle gilt also

$$U_{Uni,1} = U_{Uni,0} \cdot e^i \qquad \{i | i \in \mathbf{G}\} \qquad [H] \qquad (4.17)$$

$$t_{L,1} = U_{Uni,0} \cdot \left(e^{i} - 1\right) \quad \{i | i \in \mathbf{G}\} \qquad [S] \qquad (4.18)$$

Aus (4.10) erhält man für die Strahlungsrötung

$$z = \frac{U_{Uni,1}}{U_{Uni,0}} - 1 = \frac{U_{Uni,1} - U_{Uni,0}}{U_{Uni,0}} \qquad [-] \qquad (4.19)$$

Die Standardaufgabe - ' Berechnung der Distanz bei gegebenen z ' - läßt sich bei bekanntem Alter des Universums und damit bekanntem $U_{Uni,1}$ wie folgt abwickeln

1. der Umfang des Universums zum Sendezeitpunkt ergibt sich aus (4.19)

$$U_{Uni,0} = \frac{U_{Uni,1}}{z+1} \qquad [H] \qquad (4.20)$$

2. das Verhältnis der Wegedistanz zum Umfang bei Empfang des Signals läßt sich aus der Herleitung von (4.15) entnehmen und mit (4.20) in die folgende Form bringen

$$\frac{\overline{d_1}}{U_{Uni,1}} = \ln \frac{U_{Uni,1}}{U_{Uni,0}} = \ln(z+1) \qquad [-] \qquad (4.21)$$

3.die Anzahl abgeschlossener Umrundungen entspricht dem ganzzahligen Anteil von $\ln(z+1)$

$$N = INT(\ln(z+1))$$

$$N = \ln(z+1) - MOD(\ln(z+1),1) \qquad [-] \qquad (4.22)$$

4. die gesuchte Distanz entspricht dem gebrochenen Anteil von $\ln(z+1)$ mal dem Umfang des Universums

$$D_1 = FRC(\ln(z+1)) \cdot U_{Uni,1}$$

$$D_1 = MOD(\ln(z+1),1) \cdot U_{Uni,1} \qquad [H] \qquad (4.23)$$

5. als relative Fehlertoleranz erhält man durch Einsetzen von (4.2) in (4.12)

$$e = \frac{1}{\sqrt{\left(U_{Uni,1} - U_{Uni,0}\right) \cdot \frac{1}{H}}} \qquad [-] \qquad (4.24)$$

6. oder als Absolutwert

$$\Delta D_1 = \frac{\ln(z+1)\cdot U_{Uni,1}}{\sqrt{\left(U_{Uni,1} - U_{Uni,0}\right)\cdot \frac{1}{H}}} \qquad [H] \qquad (4.25)$$

Diskussion der Strahlungsrötungsanalyse

Der erste Unterschied zum klassischen Verständnis besteht darin, daß die Srahlungsröte nicht kontinuierlich sondern diskret zunimmt. Zum zweiten wird sehr deutlich, daß die Strahlungsröte nur dann zur Distanzbestimmung uneingeschränkt herangezogen werden darf, wenn die Expansionszunahme in ihrer Örtlichkeit dem Zufallsprinzip genügt, d.h. wenn sie in einzelnen Distanzquanten pro Zeitquant und statistisch gleichmäßig über U_{Uni} verteilt, erfolgt. Erfolgt die Expansionszunahme nicht gemäß diesem Zufallsprinzip, sondern besteht eine lokale Häufung der Distanzquantenzunahme, in Abhängigkeit zur örtlich vorhandenen Raumzeitkrümmung, so ist folgende Inkonsistenz zu beachten. Gemäß der Allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins wird die Raumzeit durch Massen gekrümmt. Geht man zudem von einer Kosmologischen Konstante Λ ungleich Null aus (keine flache Raumzeit), kann man auch sagen, daß die Raumzeit durch das Vorhandensein von Masse, z.B. im Bereich von Galaxien, stärker gekrümmt wird als die leere Raumzeit, wie man sie angenähert z.B. in den intergalaktischen Leerräumen vorfindet. Die Inkonsistenz besteht nun darin, daß die Expansion des Universums vermehrt oder gar ausschließlich in der leeren Raumzeit oder gegenteilig in den Masseansammlungen stattfindet. Solch eine Verhaltensmöglichkeit ergibt sich nicht zwingend kann aber auch nicht ohneweiteres ausgeschlossen werden. Die Wahrscheinlichkeiten für eine Expansionszunahme innerhalb oder außerhalb der Strecke $\overline{AE}$ würden sich dann nicht mehr entsprechend dem Verhältnis von D zu U_{Uni} verhalten, entsprechendes gilt für die Fälle 1 bis 3 der Computersimulation zur Laufzeitbestimmung. Die Folgen einer ungleichmäßig verteilten Expansionszunahme wären

- scheinbar vergrößerte Signalgeschwindigkeiten (1.3) bis zu einem Grenzwert von $v_l = 2c$ durch vermehrte oder ausschließliche Expansionszunahme nach Fall 1

- überproportionale Rötungswerte durch vermehrte Expansionszunahme nach Fall 2

- reale Laufzeitverlängerungen durch vermehrte Expansionszunahme nach Fall 3 bzw. durch vermehrte Expansionszunahme außerhalb der Strecke $\overline{AE}$

Sind die Massen selbst wiederum gleichmäßig über das Universum verteilt, ist das Universum also homogen, verschwänden solche Effekte bei statistisch genügend langen Strecken $\overline{AE}$.

Zurückgelegte Wege und z-Werte eines Signals

In einem mit Masse homogen erfüllten Universum kann in jedem Fall, für jedes Verhältnis r, also für jedes der Verhältnisse des zurückgelegten Signalweges $\overline{d}$ zum Umfang des Universums U_{Uni}, ein z-Wert angegeben werden. Entsprechend der oben beschriebenen Standardaufgabe D_1 aus gegebenen z und $U_{Uni,1}$ wurden alle Formelwerte für bestimmte Verhältnisse von Distanz zu Umfang tabellarisch aufgetragen. Die Werte wurden über ein Programm - siehe Anhang 2 - ermittelt. Zu beachten ist, daß alle Formeln stets numerische Werte entsprechend den natürlichen Maßeinheiten S und H

erwarten. Für einen ersten Wertevergleich wurden die mit der Dimension Länge behafteten Ergebnisse in der Tabelle, in gebräuchlicher Form, also in Milliarden Lichtjahren angegeben. Die Tabelle wurde für drei verschiedene Weltalter t_{Uni} aufgestellt.

$t_{Uni} = 10 \cdot 10^9\, a \rightarrow U_{Uni,1} = 10 \cdot 10^9\, Lichtjahre\, [MLj]$

r $[-]$	e^r $[-]$	$z = e^r - 1$ $[-]$	$U_{Uni,0}$ $[MLj]$	$t_{L,1}$ $[MLj]$	D_1 $[MLj]$	ΔD_1 $[MLj]$	e $[-]$	N $[-]$
0	1,000000	0,000000	10.00	0,000	0,000	0,0	0,0	
0,001	1,001000	0,001000	9,990	0,009	0,010	$4{,}1 \cdot 10^{-15}$	$4{,}1 \cdot 10^{-13}$	0
0,005	1.005012	0,005012	9,950	0,049	0,050	9,2	1,8	
0,01	1,010050	0,010050	9,900	0,095	0,100	$1{,}3 \cdot 10^{-14}$	1,3	
0,05	1,051271	0,051271	9,512	0,487	0,500	2,9	$5{,}9 \cdot 10^{-14}$	
0,1	1,105170	0,105170	9,048	0,951	1,000	4,2	4,2	
0,2	1,221402	0,221402	8,187	1,812	2,000	6,1	3,0	
0,3	1,349858	0,349858	7,408	2,591	3,000	7,6	2,5	
0,4	1,491824	0,491824	6,703	3,296	4,000	9,0	2,2	
0,5	**1,648721**	**0,648721**	**6,065**	**3,934**	**5,000**	**1,0** $\cdot 10^{-13}$	**2,0 max. Entferng.**	
0,6	1,822118	0,822118	5,488	4,511	6,000	1,1	1,9	
0,7	2,013752	1,013752	4,965	5,034	7,000	1,2	1,8	
0.8	2,225540	1,225540	4,493	5,506	8,000	1,4	1,7	
0,9	2,459603	1,459603	4,065	5,934	9,000	1,5	1,6	
1,0	**2,718281**	**1,718281**	**3,678**	**6,321**	**9,999**	**1,6**	**1,6 Selbstsicht**	
1,5	4,481689	3,481689	2,231	7,768	5,000	2,2	1,4	1
1,56	*4,8*	*3,8*	*2,083*	*7,916*	*5,686*	*2,2*	*1,4*	
2,0	7,389056	6,389056	1,353	8,646	9,999	2,8	1,4	
6,908	*1001*	*1000*	*0,010*	*9.990*	*9,087*	*9,0*	*1,3*	*6*

$t_{Uni} = 15 \cdot 10^9\, a \rightarrow U_{Uni,1} = 15 \cdot 10^9\, Lichtjahre\, [MLj]$

r $[-]$	e^r $[-]$	$z = e^r - 1$ $[-]$	$U_{Uni,0}$ $[MLj]$	$t_{L,1}$ $[MLj]$	D_1 $[MLj]$	ΔD_1 $[MLj]$	e $[-]$	N $[-]$
0	1,000000	0,000000	15.00	0,000	0,000	0,0	0,0	
0,001	1,001000	0,001000	14,98	0,014	0,015	$5{,}0 \cdot 10^{-15}$	$3{,}3 \cdot 10^{-13}$	0
0,005	1.005012	0,005012	14,92	0,074	0,075	$1{,}1 \cdot 10^{-14}$	1,5	
0,01	1,010050	0,010050	14,85	0,149	0,150	1,6	1,0	
0,05	1,051271	0,051271	14,26	0,731	1,750	3,6	$4{,}8 \cdot 10^{-14}$	
0,1	1,105170	0,105170	13,57	1,427	1,500	5,1	3,4	
0,2	1,221402	0,221402	12,28	2,719	3,000	7,5	2,5	
0,3	1,349858	0,349858	11,11	3,887	4,500	9,4	2,0	
0,4	1,491824	0,491824	10,05	4,945	6,000	$1{,}1 \cdot 10^{-13}$	1,8	
0,5	**1,648721**	**0,648721**	**9,097**	**5,902**	**7,500**	**1,2**	**1,6 max. Entferng.**	

0,6	1,822118	0,822118	8,232	6,767	9,000	1,4	1,5	
0,7	2,013752	1,013752	7,448	7,551	10,50	1,5	1,5	
0.8	2,225540	1,225540	6,739	8,260	12,00	1,7	1,4	
0,9	2,459603	1,459603	6,098	8,901	13,50	1,8	1,3	
1,0	**2,718281**	**1,718281**	**5,518**	**9,481**	**15,00**	**2,0**	**1,3**	**Selbstsicht**
1,5	4,481689	3,481689	3,346	11,65	7,500	2,7	1,2	1
1,56	*4,8*	*3,8*	*3,125*	*11,87*	*8,529*	*2,8*	*1,1*	
2,0	7,389056	6,389056	2,030	12,96	15,00	3,4	1,1	
6,908	*1001*	*1000*	*0,014*	*14.98*	*13,63*	$1{,}1\cdot 10^{-12}$	*1,0*	*6*

$t_{Uni} = 20\cdot 10^9\, a \rightarrow U_{Uni,1} = 20\cdot 10^9\ Lichtjahre\ \left[MLj\right]$

r	e^r	$z = e^r - 1$	$U_{Uni,0}$	$t_{L,1}$	D_1	ΔD_1	e	N
$[-]$	$[-]$	$[-]$	$[MLj]$	$[MLj]$	$[MLj]$	$[MLj]$	$[-]$	$[-]$
0	1,000000	0,000000	20.00	0,000	0,000	0,0	0,0	
0,001	1,001000	0,001000	19,98	0,019	0,020	$5{,}8\cdot 10^{-15}$	$2{,}9\cdot 10^{-13}$	0
0,005	1.005012	0,005012	19,90	0,099	0,100	$1{,}3\cdot 10^{-14}$	1,3	
0,01	1,010050	0,010050	19,80	0,199	0,200	1,8	$9{,}2\cdot 10^{-14}$	
0,05	1,051271	0,051271	19,02	0,975	1,000	4,1	4,1	
0,1	1,105170	0,105170	18,09	1,903	2,000	5,9	2,9	
0,2	1,221402	0,221402	16,37	3,625	4,000	8,6	2,1	
0,3	1,349858	0,349858	14,81	5,183	6,000	$1{,}0\cdot 10^{-13}$	1,8	
0,4	1,491824	0,491824	13,40	6,593	8,000	1,2	1,6	
0,5	**1,648721**	**0,648721**	**12,13**	**7,869**	**10,00**	**1,4**	**1,4 max. Entferng.**	
0,6	1,822118	0,822118	10,97	9,023	12,00	1,6	1,3	
0,7	2,013752	1,013752	9,931	10,06	14,00	1,8	1,2	
0.8	2,225540	1,225540	8,986	11,01	16,00	1,9	1,2	
0,9	2,459603	1,459603	8,131	11,86	18,00	2,1	1,1	
1,0	**2,718281**	**1,718281**	**7,357**	**12,64**	**20,00**	**2,3**	**1,1**	**Selbstsicht**
1,5	4,481689	3,481689	4,462	15,53	10,00	3,1	1,0	1
1,56	*4,8*	*3,8*	*4,166*	*15,83*	*11,37*	*3,2*	*1,0*	
2,0	7,389056	6,389056	2,706	17,29	20,00	3,9	$9{,}9\cdot 10^{-15}$	
6,908	*1001*	*1000*	*0,019*	*19.98*	*18,17*	$1{,}2\cdot 10^{-12}$	*9,2*	*6*

Anmerkungen:
Unter Entfernung sei die Distanz verstanden die ein sendendes Objekt zum Ort des Empfängers, ohne Berücksichtigung der Richtung des Signalweges, zum Zeitpunkt des Empfangs besitzt.

$z = 3{,}8$ ist derzeit der größte ermittelte Wert für einen Quasar. $z = 1000$ ist der Wert für die $2{,}8°$-Kelvin Hintergrundstrahlung.

Ableitbare Erkenntnisse
Durch die Analyse der Strahlungsrötung wurde deutlich, daß eine lokale Anwendung der Formeln für HUB_t, als auch derer für z sehr kritisch ist. Global, für das Universum als Ganzes gelten diese

Formeln exakt. Für einen lokalen Bereich des Universums gelten sie nur wenn der Expansionszuwachs in Form von Distanzquanten statistisch gleichmäßig über ein beliebig orientiertes U_{Uni} verteilt ist. Dies gleichmäßige Verteilung entspricht einer Zustandsform des Universums in der die drei räumlichen Dimensionen an jedem Ort die gleiche Krümmung aufweisen. Das Vorhandensein von Masse an einem Ort des Universums krümmt den Raum in diesem Bereich, dem Gravitationsfeld der Masse, entsprechend stärker, er erscheint dadurch auch jünger, da der leere Raum bereits zu einer Zeit $t_{Uni,0} < t_{Uni,1}$ die gleichen Krümmungsverhältnisse aufwies, wie der durch die Masse beeinflußte Raum zum Zeitpunkt $t_{Uni,1}$. Gemäß der Allgemeinen Relativitäts Theorie gehen Uhren im Bereich stärkerer Gravitation, also unter größerer Raumzeitkrümmung langsamer. Das Äquivalenzprinzip zwischen zunehmenden Raum und zunehmender Struktur aus Kapitel 3 führt qualitativ zum gleichen Ergebnis. In Bereichen größerer Raumkrümmung erscheint und wirkt die räumliche Expansion als nicht soweit fortgeschritten und damit jünger. Dies ist äquivalent zu einer Zustandsform in der die Zeit- und Distanzquanten, im Bereich der durch die Anwesenheit von Masse verstärkten Raumkrümmung, größer sind als in Bereichen ohne Masse. Für einen externen Beobachter läuft die Zeit in Bereichen mit größerer Krümmung langsamer ab, da dies äquivalent zu einem Zustand ist, in welchem die beobachteten Zeit- und Distanzquanten relativ zu den eigenen Quanten, größer erscheinen. Hervorzuheben ist, daß diese Gleichsetzung eines räumlich stärker gekrümmten Raumes mit einem Zustand größerer Zeit- und Distanzquanten ohne jegliche Kenntnis der Allgemeinen Relativitätstheorie direkt aus dem Äquivalenzprinzip zwischen zunehmenden Raum und zunehmender Struktur geschlossen werden kann. Ungeklärt bleibt jedoch das aus der A.R.T. bekannte Faktum, daß Massen den Raum stärker krümmen. Denkt man sich ein massefreies Universum, beschreiben die Gleichungen (3.1bis 4.25) den Zustand, der im Einsteinschen Sinne, leeren Raumzeit sehr genau. Gleichung (3.3) gibt im neuen Sinne dieser Abhandlung, den ausschließlich, auf die Kosmologische Konstante Λ zurückzuführenden Expansionszuwachs des Universums und damit indirekt auch die dadurch bedingte Krümmungsabnahme der räumlichen Dimensionen an. Dies wird deutlich, wenn man sich ausdehnungslose Probekörper vorstellt, die in die leere Raumstruktur eingestreut sind. Das auf Λ und damit auf die Expansion des leeren Raumes zurückzuführende Auseinandertrifften der Probekörper würde wie durch eine abstoßende Gravitationskraft verursacht erscheinen, da die Probekörper sich selbst nicht mit ausdehnen könnten. Echte Körper, reale Materie aus Teilchen die in dieser dann nicht mehr leeren Raumstruktur eingebettet sind würden diesen Effekt nur erkennen lassen wenn die stehenden, geschlossenen Materiewellen aus denen diese Teilchen bestehen sich ebenfalls nicht oder sich nur langsamer als der Raum ausdehnen würden (A-Fall). Bei gleichen Ausdehnungsverhältnissen der Materiebausteine in Bezug auf die räumliche Ausdehnung, würden diese Teilchen, die aus diesen Teilchen bestehenden Festkörper und Festkörperverbände im Universum, sich in ihrer Maßstäblichkeit wie eine statische Struktur verhalten (S-Fall). Ohne Strahlungsrötung, ohne Strukturzunahme wäre dieser Zustand stationär. Jeder körperliche Maßstab würde sich gleichsam mit ausdehnen und keine meßbare Veränderung aufzeigen. Nur in Distanzquanten gemessen könnte man die Ausdehnung der Körper, die Zunahme ihrer Quantenstruktur ermitteln. So würde ein Lichtsignal durch einen Körper mit der Zeit immer länger benötigen. Dies könnte von einem Beobachter der das Bewegungstheorem (1.3) nicht kennt fälschlich als Verlangsamung der Lichtgeschwindigkeit c interprediert werden. Bis jetzt wurde im Rahmen dieser Arbeit noch nicht geklärt, ob sich geschlossene, stehende Materiewellen ebenso wie die elektromagnetischen Wellen nach Gleichung (4.10) in quantisierter Form mit dem Raum ausdehnen. Der leere Raum expandiert jedoch vollkommen gleichmäßig und damit ist die stärkere Krümmung des materieerfüllten Raumes in Bereichen von Gravitationsfeldern aber in jedem Fall eine *Überlagerung der Krümmung* des leeren Raumes mit einer zusätzlichen Krümmung die durch die vorhandene gravitative Materie bestimmt wird. Die Krümmung des leeren Raumes ist ein

Maß des zeitlichen Ablaufes der Entstehung dieser Krümmung. Wegen der Gleichmäßigkeit der Krümmung ist dieses Zeitmaß universell, es stellt einen *absoluten Zeitbegriff* dar. Aus den bisherigen Erkenntnisstand heraus kann man Minkowskis Raumzeit durch eine Raumstruktur mit drei sich entkrümmenden Dimensionen ersetzen, wobei die Dynamik der Entkrümmung eine absolute Zeit definiert. Die Prinzipien der Relativität bleiben dabei voll gewahrt. Berücksichtigt werden muß hingegen, daß die Krümmung des leeren Raumes, bzw. die absolute Zeit durch die Anwesenheit von Masse stets maskiert wird. So geben (2.7) und (2.10) auch nur die unserer lokalen Situation (Materiedichte) entsprechend maskierten numerischen Werte für H und S wieder. Die Krümmung der räumlichen Dimensionen in einem expandierenden, *geschlossenen Universum* muß mit der Zeit abnehmen. Die durch die lokal vorhandenen Massen hervorgerufenen zusätzlichen Krümmungen der Raumstruktur sind eigentlich sekundäre *Faltungen der Dimensionen,* welche sich auf den Gesamtkrümmungswinkel einer einzelnen Dimensionen nicht auswirken können. Diese Erkenntnis sichert uns die Homogenität der Krümmung des leeren Raumes über das Universum und die Existenz einer absoluten Zeit für das Universum als Ganzes.

5. Das Messen von Distanzen

Ein Beobachter kann prinzipiell zwei Arten von Distanzen bestimmen. Zum Ersten die Bestimmung der Distanz zwischen seinem eigenem Standort und einem zweiten von ihm stets radial entfernten Objekt (Fall 1). Zum Zweiten die Bestimmung der Distanz zwischen zwei vom Beobachter entfernten, im Allgemeinen von ihm unterschiedlich weit entfernten, Objekten (Fall 2). Welche Möglichkeiten der Messung bestehen überhaupt in einem expandierenden Quantenraum? Welche Auswirkungen hat das Expansionsverhalten der Materie (Fall A oder S) auf die Auswertung der Messergebnisse, also auf die Bestimmung der Distanz.

Fall 1:
Eine Distanz zwischen Beobachter und Objekt kann nicht direkt gemessen werden. Der Beobachter nimmt als Beobachtungsort das Ende der Geodäten ein, die sich vom Objekt zu ihm selbst erstreckt. Die Messung kann für kosmische Distanzen nur indirekt über die Strahlungsrötung erfolgen, da diese Geodäte nur im Schnitt, als Punkt, über die Zeit beobachtbar ist. Bei einer Messung würde über Spektroskopie z ermittelt werden. Über (4.12) kann man d_1 bestimmen. Ferner erhält er über (4.11) d_0 .

In Bearbeitung

Messung die Ausdehnung von
Ein Beobachter, der ein fernes Objekt, z.B. eine Galaxie in ihrer Ausdehnung, z.B. in ihrer Breite b über Bogenwinkel und Abbildungsgröße B auf einer photographischen Platte vermessen möchte würde in beiden Fällen (A wie S) zunächst über Spektroskopie z ermitteln und damit über (4.12) d_1 bestimmen. Ferner erhält er über (4.11) d_0 . Da die beiden das Objekt begrenzenden longitudinal Strahlen in ihrem Abstand zueinander auf jeden Fall der Expansionsausdehnung unterliegen würde b_0 über das Verhältnis d_0 zu d_1 wie b_0 zu b_1 bestimmt werden. Im Fall A ist diese Bestimmung korrekt. Im Fall S müßte jedoch zusätzlich bedacht werden, das der Bezugsmaßstab für B_1 seit der Signalaussendung im gleichen Verhältnis um Distanzquanten angewachsen ist. Wer dies unterläßt, würde ferne Objekte über die Signallaufzeit zwar zeitlich richtig redatieren, die räumliche Ausdehnung aber zu groß annehmen. Dieser Effekt tritt ein, da ein altes Objekt mit einem aktuellen Maßstab gemessen würde. Rein geometrisch muß also auch die fiktive Ausdehnung des Abstands von Brennpunkt und Abbildung mit berücksichtigt werden. Im Fall A tritt dieser Effekt nicht auf, da

der körperliche Vergleichsmaßstab in Distanzquanten gemessen über die Zeit konstant bleibt. Dieses Phänomen sei *Maßstabseffekt* genannt.

$$\frac{d_0}{d_1}=\frac{b_0}{b_1}=\frac{b_{0,fiktiv}}{b_{1,neu}} \qquad \left[\frac{H}{H}=\frac{H}{H}=\frac{l_{\text{im neuen Maßstab}}}{l_{\text{im neuen Maßstab}}}\right]$$

$$\frac{d_0}{d_1}=\frac{b_{0,alt}}{MKF}\cdot\frac{1}{b_{1,neu}} \qquad \left[\frac{H}{H}=\frac{l_{\text{im alten Maßstab}}}{\frac{H}{H}}\cdot\frac{1}{l_{\text{im neuen Maßstab}}}\right]$$

MKF ist der Maßstabskorrekturfaktor, er verhält sich wie d_0 zu d_1

$$\frac{d_0}{d_1}=\frac{b_{0,alt}}{\frac{d_0}{d_1}}\cdot\frac{1}{b_{1,neu}} \qquad [-]$$

$$\left(\frac{d_0}{d_1}\right)^2=\frac{b_{0,korreliert}}{b_1} \qquad [-] \qquad (4.13)$$

letztlich gilt wegen

$$\frac{d_0}{d_1}=\frac{b_0}{b_1} \qquad [-]$$

auch

$$\frac{d_{0,korreliert}}{d_1}=\frac{b_{0,korreliert}}{b_1} \qquad [-]$$

und damit

$$\frac{d_{0,korreliert}}{d_1}=\left(\frac{b_0}{b_1}\right)^2 \qquad [-] \qquad (4.14)$$

Mit dieser Umkehrung ist die Raumgeometrie wieder widerspruchsfrei.
Für einen einen Beobachter können sich Distanzen

6. Die Darstellung der Masse im System Natürlicher Einheiten

Im *MKS*-System kann jede physikalische Entität, die nicht mit elektrischer Ladung behaftet ist, bezüglich ihrer Dimension in einem Raumgitter dargestellt werden. Wobei auf der *X*-Achse die Potenzen der Länge, auf der *Y*-Achse die Potenzen der Zeit und auf der *Z*-Achse die Potenzen der Masse dargestellt werden. Will man *MKS*-Größen in Distanz- und Raumquanten ausdrücken und numerisch umrechnen, trägt man in einem neuen System auf der *X*-Achse die Potenzen des

Distanzquants und auf der *Y*-Achse die Potenzen des Zeitquants auf. Läßt man im diophantischen Sinne nur ganzzahlige Potenzen zu, stellt das so aufgespannte zweidimensionale Raster ein System natürlicher Einheiten für die Dimensionsbechreibung physikalischer Entitäten dar. Eine mit Masse behaftete Entität kann jedoch nur dann in diesem System Natürlicher Einheiten ausgedrückt werden wenn die Masseneinheit kg selbst in einem Quotienten aus Potenzen von S und H ausgedrückt werden kann. Die Masseneinheit kg ist also vom *MKS*-System ins *SH*-Gitter zu projezieren. In der konservativen Physik führt ein Versuch hierzu jedoch zu einem beliebig wählbaren Projektionsvektor für die Masseneinheit kg, wie am Beispiel der bekannten Einsteinschen Masse-Energie-Äquivalenz (6.1) gezeigt werden soll. Danach gilt die Formel:

$$m = \frac{E}{c^2} \qquad \left[kg = \frac{J \cdot s^2}{m^2} \right] \qquad (6.1)$$

Da für die Dimension der Energie

$$\left[J = N \cdot m = kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m \right]$$

gilt, läßt sich für kg jeder Quotient der Form $\frac{H^n}{S^i}$ einsetzen ohne die Dimensionsform der Gleichung zu stören. Jedoch läßt sich aus der Superstringtheorie eine Formel (6.2) entnehmen, die dem Zweck der eineindeutigen Projektionszuordnung genügt. Diese Formel bringt die Masse mit der energetischen Spannung eines Strings, also einer Saite in Zusammenhang.

$$m^2 = \frac{E}{l} \qquad \left[kg^2 = \frac{J}{m} \right] \qquad (6.2)$$

Da die Masseneinheit in dieser Gleichung auf der linken Seite quadriert und auf der rechten nur in erster Potenz vorkommt läßt sie sich daraus direkt substituieren.

$$m = \sqrt{\frac{E}{l}} \qquad \left[kg^2 = \frac{kg \cdot \frac{m^2}{s^2}}{m} \right]$$

$$\left[kg = \frac{m}{s^2} \right] \qquad (6.3)$$

Im System der natürlichen *SH*-Einheiten ausgedrückt ergibt sich die folgende Massenprojektionsvorschrift

$$\boxed{m \qquad \left[kg = \frac{H}{S^2} \right] \qquad (6.4)}$$

Damit ist der Projektionsvektor festgestellt und jede mit der Masseneinheit *kg* behaftete Entität kann wie die folgende Übersicht zeigt im *SH*-Gitter dargestellt werden.

$\frac{H^0}{S^0}$	$\frac{H^1}{1}$	H^2	H^3	H^4	H^5
	Länge	Fläche *Gravitationskonstante*	Volumen		
$\frac{1}{S^1}$	$\frac{H}{S}$	$\frac{H^2}{S}$	$\frac{H^3}{S}$	$\frac{H^4}{S}$	$\frac{H^5}{S}$
Frequenz	**Geschwindigkeit**				
$\frac{1}{S^2}$	$\frac{H}{S^2}$	$\frac{H^2}{S^2}$	$\frac{H^3}{S^2}$	$\frac{H^4}{S^2}$	$\frac{H^5}{S^2}$
	Beschleunigung Masse				
$\frac{1}{S^3}$	$\frac{H}{S^3}$	$\frac{H^2}{S^3}$	$\frac{H^3}{S^3}$	$\frac{H^4}{S^3}$	$\frac{H^5}{S^3}$
		Impuls	**Wirkung**		
$\frac{1}{S^4}$	$\frac{H}{S^4}$	$\frac{H^2}{S^4}$	$\frac{H^3}{S^4}$	$\frac{H^4}{S^4}$	$\frac{H^5}{S^4}$
		Kraft	Energie		
$\frac{1}{S^5}$	$\frac{H}{S^5}$	$\frac{H^2}{S^5}$	$\frac{H^3}{S^5}$	$\frac{H^4}{S^5}$	$\frac{H^5}{S^5}$
			Leistung		

Diskussion der Projektionsvorschrift

Der gefundene Projektionsvektor zeichnet sich durch einige Besonderheiten aus.

- alle *MKS*-Entitäten sind im *SH*-Gitter mit mindestens einer und höchstens drei räumlichen Dimensionen darstellbar

$$1 \leq n \leq 3$$

- die Gravitationskonstante ist in zwei räumlichen Dimensionen verkörperbar und ist nicht mit der Dimension des Zeitquants *S* behaftet - sie genügt somit einer reinen räumlichen Beschreibung

$$G\left[H^n\right]$$

- die Masseneinheit selbst ist bezüglich des Distanzquants von erster Dimensionalität, was bedeutet, das eine eindimensionale Welle eine Masse repräsentieren kann

- Gleichung (2.12) wird in direkter Dimensions-Zuordnung erfüllt

$$G\left[H^2\right] \wedge \bar{h}\left[c^3\right]$$

Der Projektionsvektor erfüllt also alle, allgemein an ihn stellbare, Anforderungen. Zudem zeichnet er die Entität 'Wirkung' in der gleichen Weise aus wie dies für die Lichtgeschwindigkeit gilt. Da der *SH*-Quotient der Dimensionsdarstellung von c als auch der von h im Zähler wie im Nenner den gleichen Exponenten besitzt, es gilt $n = i$, kann jede Gleichung die in natürlichen Einheiten formuliert wurde um die Lichtgeschwindigkeit oder ihre ganzzahligen Potenzen, z.B. entspricht c^3 einer Wirkung, einseitig gekürzt oder erweitert werden ohne das sie dabei den numerischen Wert einer ihrer Gleichungsseiten, ihren Betrag also, ändert. Bevor der praktische Vorzug dieser Rechenregel demonstriert wird, führen wir noch eine Vereinbarung zur Schreibweise von Entitäten im natürlichen Maßsystem ein. Demzufolge werden diese, zumindest im gemischtdimensionalen Gebrauch mit einer Wellenlinie gekennzeichnet. Beispiel einer Entitätenüberführung:

klassisch gilt:

$$E = m \cdot c^2$$

in natürlichen Einheiten gilt darüberhinaus:

$$\left|\tilde{E}\right| = \left|\tilde{m} \cdot \tilde{c}^2\right| = \left|\tilde{m}\right| \cdot 1^2 = \left|\tilde{m}\right|$$

Bei der Ermittlung von *H* und *S* wurde die Masse durch die Gleichung (2.1) substituiert. Zusammen mit (6.4) läßt sich nunmehr schreiben:

$$m = \frac{\bar{h}}{c \cdot H} \qquad \left[kg = \frac{H}{S^2}\right]$$

$$\bar{h} = m \cdot c \cdot H \qquad \left[\frac{H}{S^2} \cdot \frac{H}{S} \cdot H = \frac{H^3}{S^3}\right] \qquad (6.5)$$

Das Plancksche Wirkungsquantum bzw. die Wirkung allgemein ist in natürlichen Einheiten von der Dimension $\frac{H^3}{S^3}$ und entspricht damit c^3, also dem Produkt von drei Geschwindigkeiten, von denen eine jede in eine der drei Raumdimensionen wirkt und somit ein Expansionsvolumen pro Zeittakt aufspannt.

7. Die Veränderung der Gravitationskonstanten G und des Planckschen Wirkungsquantums h mit der Zeit

Die Umrechnung einer physikalischen Größe W in MKS-Einheiten in eine Größe $\tilde{W}$ in natürlichen SH-Einheiten erfolgt nach der Rechenregel:

$$\tilde{W} = W \cdot \frac{MKS}{SH}$$

Drückt man danach die Gravitationskonstante

$$G = 6,67259 \cdot 10^{-11} \qquad \left[m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}\right]$$

und das Plancksche Wirkungsquantum

$$h = 6,6260755 \cdot 10^{-34} \qquad \left[kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}\right]$$

in natürlichen Einheiten aus, so erhält man mit der Massenprojektion nach Gleichung (6.4) folgende Werte:

$$\tilde{G} = 6,67259 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1}{H^3} \cdot \frac{H}{S^2} \cdot S^2 \qquad \left[H^2\right]$$

$$\tilde{G} = 2,5549688 \cdot 10^{59} \qquad \left[H^2\right] \qquad (7.1)$$

$$\tilde{h} = 6,6260755 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{S^2}{H} \cdot \frac{1}{H^2} \cdot S \qquad \left[\frac{H^3}{S^3} = c^3\right]$$

$$\tilde{h} = 2,4592024 \cdot 10^{-59} \qquad \left[\frac{H^3}{S^3}\right] \qquad (7.2)$$

Ersichtlich ist auch der reziproke Zusammenhang der beiden Größen $\tilde{G}$ und $\tilde{h}$, welcher sich wie folgt formulieren läßt:

$$\left|\tilde{G}\right| = \left|\frac{1}{\tilde{h} \cdot \frac{1}{2p}}\right| = \left|\frac{1}{\tilde{\bar{h}}}\right| \qquad [-] \qquad (7.3)$$

Dieser reziproke Zusammenhang läßt sich auch allgemein - also unabhängig von der Gestalt des Projektionsvektors $\Im$ für die Entität Masse - nachweisen, da gilt,

$$\left|\tilde{G} \cdot \tilde{h}\right| = \left|G \cdot \frac{S^2}{H^3} \cdot \Im \cdot h \cdot \frac{S}{H^2} \cdot \frac{1}{\Im}\right| = 6,283185464 \approx 2p = 6,283185307 \; (7.4)$$

bzw.

$$\left|\tilde{G}\cdot\tilde{\tilde{h}}\right| = 1 \qquad [-] \qquad (7.5)$$

Aus Dimensionsgründen führen wir den Proportionalitätsfaktor $\tilde{Y} = \frac{H^5}{S^3}$ ein (siehe auch (2.4)). Wir nennen diese nach (7.4) über die Zeit invariante Pseudo-Größe ein 'Ur'. Mit Hilfe dieser künstlichen Konstanten Ur läßt sich (7.3) in die Form des Urkonstanztheorems bringen:

$$\boxed{\tilde{G}_t \cdot \tilde{h}_t = 2p \cdot \tilde{Y} \qquad \left[\frac{H^5}{S^3}\right] \qquad (7.6)}$$

Diskussion des Urkonstanztheorems

Das Urkonstanztheorem ist die dynamisierte Form der statisch ausgedrückten, reziproken Abhängigkeit zwischen $\tilde{G}$ und $\tilde{h}$ nach Gleichung (7.3). Es stellt im Rahmen dieser Theorie ein Gesetz über die zeitliche Invarianz des Produktes von $\tilde{G}$ und $\tilde{h}$ im Universum dar. Diese gesetzmäßige Konstanz bedeutet, daß die Zunahme der Strukturen (kleiner werdendes $\tilde{h}$) mit einer Abnahme der Krümmung (größer werdendes $\tilde{G}$) einhergeht. Das Ur legt somit vom Beginn der Zeit an die Abhängigkeit von Krümmungs- und Strukturverhältnissen im Universums fest. Dies kann behauptet werden, da die Meßwerte von $\tilde{G}$ und $\tilde{h}$ eindeutig darlegen, daß die Bedingung, der Konstanz ihres Produktes zum aktuellen Zeitpunkt, bei gleichzeitiger Messung der beiden Größen, exakt gilt. Wir wissen darüber hinaus, das diese Bedingung mathematisch auch gelten muß, wenn $\tilde{G}$ und $\tilde{h}$ sich über die Zeit umgekehrt proportional ändern. Für die Singularität am Anfang des Urknalls erwarten wir ein Quantenchaos und die Vereinigung aller bekannten Grundkräfte. Wir erwarten also ein $\tilde{h}_{max}$ und wegen (7.6) nunmehr auch ein $\tilde{G}_{min}$. Danach erwarten wir eine permanente Abnahme von $\tilde{h}$, die mit einer äquivalenten Zunahme von $\tilde{G}$ einhergeht. Der Name Urkonstanztheorem wurde gewählt, da es zunächst Nichts gab und dann das Ur und mit dem Ur der erste Symmetriebruch einherging, nämlich der nach S und H und, daß das Ur seither unverändert seinen Anfangswert behielt. Der numerische Wert von $\tilde{Y}$ stellt somit eine Anfangsbedingung des Universums dar, indem er den Wert des Produktes der Anfangswerte von $\tilde{G}$ und $\tilde{h}$ festlegt, der Anfangswerte zweier Größen, die fortan nicht mehr als Naturkonstanten gelten können da sie sich variant zur Zeit verhalten. In den speziellen natürlichen Einheiten unseres Universums formuliert ist der numerische Wert von $\tilde{Y}$ aufgrund der Definition dieses Einheitensystems $2p$.

8. Das Alter des Universums

Wie gezeigt wurde hat die Wirkung die Dimension $c^3 = \frac{H^3}{S^3}$. Dies legt nahe, daß die Wirkung den Charakter eines Geschwindigkeitsmaß für eine in drei Koordinaten erfolgende räumliche Expansion besitzt. Das Wirkungsquantum h kann man ideell auf einen Punkt oder real auf eine Welle (Linie), eine Fläche oder ein Volumen beziehen. Wegen des Umfangs : Krümmungsradiusverhältnisses scheint folgender Zusammenhang zu existieren:

Punktbezug:	h	$\left[\frac{H^3}{S^3}\right]$

Wellenbezug: $\bar{h} = \frac{h}{2p}$ $\left[\frac{H^3}{S^3}\right]$

Flächenbezug: $h_A = \frac{h}{(2p)^2}$ $\left[\frac{H^3}{S^3}\right]$

Volumenbezug: $h_V = \frac{h}{(2p)^3}$ $\left[\frac{H^3}{S^3}\right]$ (8.1)

Dieser Zusammenhang wird auch sehr deutlich, wenn man sich das zweite Grundgesetz der Quantenelektrodynamik betrachtet für das es zur Zeit noch keine Rechtfertigung gibt. Das Gesetz gibt die Anzahl der in einem Kubikzentimeter möglichen Zustände gegebener Polarisation wieder.

$$d^3 \cdot \frac{K}{(2p)^3}$$

Nach diesen Vorüberlegungen dynamisieren wir die aus Kap.7 bekannte Abnahme von h über die Zeit wie folgt:

$$\left| \frac{\tilde{h}}{(2p)^3} \cdot \tilde{n} \right| = 1 \qquad [-] \qquad (8.2)$$

Bevor wir das Expansionstheorem in seiner endgültigen Form entwickeln benötigen wir noch die Proportionalitätskonstante $\tilde{X} = \frac{H^3}{S^2}$.

$$\tilde{h}_t \cdot \tilde{n}_{Uni} = (2p)^3 \cdot \tilde{X} \qquad \left[\frac{H^3}{S^2}\right] \qquad (8.3)$$

$\tilde{h}_t$ sei der zur Zeit *n* gemessene Wert von *h*

$\tilde{n}_{Uni}$ sei das Alter des Universums in Zeitquanten.

Das Alter des Universums berechnet sich demnach unter Einbeziehung des aktuellen numerischen Wertes von $\tilde{h}$ zu

$$\tilde{n}_{Uni} = \frac{(2p)^3}{2{,}4592024 \cdot 10^{-59}} = \frac{248{,}050213442}{2{,}4592024 \cdot 10^{-59}} \qquad [S]$$

$$\tilde{n}_{Uni} = 1{,}00866124 \cdot 10^{61} \qquad [S] \qquad (8.4)$$

dies entspricht einer Zeitdauer in Jahren von

$$n_{Uni} = \frac{\tilde{n}_{Uni}}{365,2425 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot \frac{1}{5,39055779 \cdot 10^{-44}}} \qquad \left[\frac{S}{\frac{d}{a} \cdot \frac{h}{d} \cdot \frac{'}{h} \cdot \frac{''}{'} \cdot \frac{S}{''}} = \frac{S}{\frac{S}{a}} \right]$$

$$n_{Uni} = 17.229.949.200,0 \qquad [a] \qquad (8.5)$$

also einem Alter von 17,22 Milliarden Jahren.

Betrachtung der Fehlergrenze von $\tilde{n}$

Die Fehlergrenze der Angabe für $\tilde{n}$ nach (8.4) hängt von der genauen Bestimmbarkeit der Meßwerte von G und h ab. Man erwartet aufgrund von (8.3) für ein $\tilde{h}_{t,\min}$ den Maximalwert für $\tilde{n}$, wegen des reziproken Zusammenhanges nach (7.6) also bei einem gleichzeitigen $\tilde{G}_{t,\max}$, bzw. den Minimalwert für $\tilde{n}$ bei $\tilde{h}_{t,\max}$ und $\tilde{G}_{t,\min}$. Dieser Sachverhalt kann aber nicht auf entsprechende G und h-Kombinationen übertragen werden, da zur exakten Umrechnung von *MKS*- in *HS*-Größen die genauen Werte für H und S selbst benötigt würden. Jedoch erreicht sowohl das Intervall von H, als auch das von S seine Extremwerte bei gleichzeitigen Maximal- bzw. Minimalwerten von G und h (siehe Kap. 2). Im Gegensatz zur Fehlergrenzenbetrachtung von H (2.7ff) und S (2.9ff) ist bei der Fehlergrenzenbetrachtung von $\tilde{n}$ demnach nicht ersichtlich für welche Kombination von möglichen Werten von G und h sich die Ober- und Utergrenze von $\tilde{n}$ ergibt. Da für die Umrechnung von $\tilde{n}$ nach n wiederum der genaue Wert von S benötigt wird ist auch nicht ausgeschlossen, daß gilt $\tilde{n}_{extrem} \neq n_{extrem}$. Deshalb wurden mit dem Fortranprogramm GHNVARI - Anhang 3 - alle Extremwertkombinationen berechnet. Die Berechnung erfolgte zur Vermeidung von Rundungsfehlern über 16 byte lange Real-Konstanten, also mit 32 signifikanten Dezimalziffern für die Mantisse. Nach dem Ergebnis liegt

$\tilde{n}$ im Intervall $(1.00866124 \cdot 10^{61} \pm 0.00000061 \cdot 10^{61})$ und

n im Intervall $(17.229.949.445 \pm 1102670)$.

Ferner wird festgestellt, daß im wesentlichen das Intervall von G das Ergebnis beeinflußt. Dies liegt an der kleineren Standardabweichung des Meßwert für h . h ist also gegenüber G weitaus besser bestimmt.

Diskussion der Altersbestimmung

Das relativ große Intervall von n mit $\pm 1,1 \cdot 10^6 a$ bezeugt die Ungenauigkeit unserer Kenntnisse über den Wert der Größen von G und h. Eine Verbesserung dieser Angabe ist durch die Mission des ESA-Satelliten STEP (Satellite Test of Equivalence Principel) zu erwarten. Dieser Satellit soll mit seinen Versuchen das Experiment von Eötvös an Exaktheit übertreffen. Damit soll die Einsteinsche Vermutung, daß Schwere- und Trägemasse die gleiche Wesenheit darstellen experimentell weiter untermauert werden. Die Bestimmung der Gravitationskonstanten erfolgt dabei mit noch nie dagewesener Genauigkeit. Ein solchermaßen verbesserter Wert für G könnte die Genauigkeit der Angabe für n gleichermaßen steigern. Aus dem Diskussionsteil von Kapitel 4 geht hervor, daß die Werte für G und h durch lokale Massen (zusätzliche Raumkrümmungen) maskiert sind. Dieser

Sachverhalt erstreckt sich auch auf n. Ohne Maskierung ist h kleiner und n größer. Der Grad dieser Maskierung kann mit dem erreichten Stand dieser Arbeit noch nicht berechnet werden, auch die durch STEP experimentell ermittelten Werte werden maskiert sein. Die Auswirkungen der Maskierung konnten deshalb auch nicht in den Intervallangaben für die Fehlergrenzen berücksichtigt werden. Eine erste quantitative Erkenntnis könnte z.B. durch ein STEP-Experiment außerhalb des Sonnensystems erreicht werden.

Feststellbarkeit der Veränderung von *h*

Im Gegensatz zu (7.6) stellt (8.3) einen zeitlichen Zusammenhang der Veränderung von h dar. Von Interesse ist nunmehr wann die Veränderung von h und damit indirekt auch die von G über die Zeit festgestellt, d.h. bewiesen werden kann? Oder anders gefragt, nach wieviel Jahren kann eine Abweichung der Meßergebnisse für h sicher festgestellt werden? Die Intervallangaben stellen lediglich ein Maß für die Ungenauigkeit der Meßverfahren dar. Die gesuchte Änderung einer Häufigkeitsverteilung eines Meßwertes über die Zeit bzw. die Änderung des über diese Verteilung ermittelten Mittelwertes für den Meßwert über die Zeit kann jedoch im Rahmen statistischer Methoden weit unterhalb solcher Intervallangaben erfolgen. Die Fragestellung läuft letztlich auf die Veränderung der letzten sicheren Stelle des Mittelwertes für einen Meßwert hinaus.

Nun gilt:

$$\left|\frac{(2\cdot p)^3}{\tilde{n}_{akt}}\right| = \tilde{h}_{akt} = 2{,}4592024\cdot 10^{-59}$$

ferner sei $\tilde{h}_+ = \tilde{h}_{akt} - 0{,}0000001\cdot 10^{-59}$, gemäß der Erwartung aus Kapitel 7,

wobei $\tilde{h}_+$ der erste, aufgrund heutiger Technik, feststellbar veränderte Mittelwert von $\tilde{h}_{akt}$ ist.

Dann gilt

$$\left|\frac{(2\cdot p)^3}{\tilde{h}_+}\right| = \tilde{n}_+ = 1{,}0066128\cdot 10^{61}$$

$\tilde{n}_+$ ist das Weltalter zum Zeitpunkt der Feststellung der Veränderung von $\tilde{h}_{akt}$. Somit gilt:

$$\Delta\tilde{n} = \tilde{n}_+ - \tilde{n}_{akt} \qquad [S] \qquad (8.6)$$

$$\Delta\tilde{n} = 1{,}00866128\cdot 10^{61} - 1{,}00866124\cdot 10^{61} = 4\cdot 10^{53}$$

Dies entspricht nach (8.5) einem Alter von ca. 700 Jahren. h wird dann einen Wert von $6{,}6260753\cdot 10^{-34}$ angenommen haben. Der Effekt, der Alterung von h, müßte also in ca.350 Jahren nachweisbar sein.

Eichverfahren für $\tilde{G}$

Die, bezogen auf den Wert von h größere Ungenauigkeit des Wertes von G erstreckt sich auch auf die Genauigkeit der *MKS*-Werte von H und S und den des SH-Wertes von $\tilde{G}$, nicht jedoch auf die Genauigkeit des Wertes von $\tilde{h}$ da dieser nach (7.2) über

$$\tilde{h} = \frac{h}{c^3}$$

ermittelt wird und c gemäß Definition exakt ist (siehe Kapitel 2). Da für die wertmäßige Bestimmung von $\tilde{G}$ nach (7.4) nur $2p$ als Konstante benötigt wird, läßt sich $\tilde{G}$ über $\tilde{h}$ eichen.

$$h = (6{,}6260755 \pm 0{,}0000040) \cdot 10^{-34} \qquad \left[\frac{kg \cdot m^2}{s}\right]$$

$$\tilde{h} = (2{,}4592024 \pm 0{,}0000015) \cdot 10^{-59} \qquad \left[c^3\right]$$

$$\tilde{G} = (2{,}55496876 \mp 0{,}000001545) \cdot 10^{59} \qquad \left[H^2\right]$$

Nicht erlaubt ist hingegen die Rückführung dieser Genauigkeit ins *MKS*-System, da *H* durch das Eichverfahren nicht verbessert wurde. Die folgende Angabe dient daher nur für Vergleichszwecke.

$$G = (6{,}6725898 \mp 0{,}00000405) \cdot 10^{-11} \qquad \left[\frac{m^3}{kg \cdot s^2}\right]$$

Der Einfluß des Massenprojektionsvektors auf das Alter des Universums
Wie in Kapitel 6 gezeigt wurde kann die Masseneinheit kg nicht beliebig ins *SH*-Gitter projeziert werden. Welchen Einfluß der gefundene Projektionsvektor auf die Altersbestimmung des Universums hat, ist in nachfolgender Tabelle aufgezeigt. Dabei gilt folgendes Schema:

Projektionsvektor $\Im$
Umrechnungsvorschrift für $\tilde{h}_t$, gemäß Gleichung (7.2) $\tilde{h}_t = h_t \cdot \frac{1}{\Im} \cdot \frac{1}{H^2} \cdot S$
Plancksches Wirkungsquantum $\tilde{h}_t$
Alter des Universums $\tilde{n}_{Uni}$, gemäß Gleichung (8.3) $\tilde{n}_{Uni} = \frac{(2p)^3}{\tilde{h}_t}$

$\frac{1}{S}$	$\frac{H}{S}$	$\frac{H^2}{S}$
$h_t \cdot \frac{S^2}{H^2}$	$h_t \cdot \frac{S^2}{H^3}$	$h_t \cdot \frac{S^2}{H^4}$
$7{,}37 \cdot 10^{-51}$	$4{,}56 \cdot 10^{-16}$	$2{,}82 \cdot 10^{19}$
$3{,}36 \cdot 10^{52}$	$5{,}43 \cdot 10^{17}$	$8{,}78 \cdot 10^{-18}$

$\frac{1}{S^2}$	$\frac{H}{S^2}$	$\frac{H^2}{S^2}$
$\hbar_t \cdot \frac{S^3}{H^2}$	$\hbar_t \cdot \frac{S^3}{H^3}$	$\hbar_t \cdot \frac{S^3}{H^4}$
$3,97 \cdot 10^{-94}$	$2,45 \cdot 10^{-59}$	$1,52 \cdot 10^{-24}$
$6,24 \cdot 10^{95}$	$\mathbf{1,00 \cdot 10^{61}}$	$1,63 \cdot 10^{26}$

$\frac{1}{S^3}$	$\frac{H}{S^3}$	$\frac{H^2}{S^3}$
$\hbar_t \cdot \frac{S^4}{H^2}$	$\hbar_t \cdot \frac{S^4}{H^3}$	$\hbar_t \cdot \frac{S^4}{H^4}$
$2,14 \cdot 10^{-137}$	$1,32 \cdot 10^{-102}$	$8,20 \cdot 10^{-68}$
$1,15 \cdot 10^{139}$	$1,87 \cdot 10^{104}$	$3,02 \cdot 10^{69}$

Da alle anderen Ergebnisse außer $1,00 \cdot 10^{61}$ für $\tilde{n}_{Uni}$ außerhalb des Möglichen liegen, ist diese Aufstellung eine Bestätigung des gefundenen Projektionsvektors für die Masseneinheit.

Das Alter des Universums als absolute Zeit

Da die Alterung von h nicht dem Relativitätsprinzip unterliegt, läßt sich an jedem beliebigen Ort des Universums über die Bestimmung von $\tilde{n}_{Uni}$ eine Uhr eichen. Es liegt somit ein natürliches System geeichter Uhren vor. Dieses System unterliegt allerdings dem Maskierungseffekt durch lokale Massen und dem Unschärfeprinzip $\Delta t \geq \frac{\tilde{\hbar}}{\Delta \tilde{W}} \geq \frac{\tilde{\hbar}}{\Delta \tilde{W}_P} = 1S$. Dennoch eröffnet diese Erkenntnis die prinzipielle Möglichkeit Signale mit einer Zeitangabe über den Sendezeitpunkt zu versehen. In wieweit ein im Sinne der S.R.T. bewegter Beobachter Zeit- und Distanzquanten anders mißt als ein ruhender Beobachter, wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht, doch wird davon ausgegangen, daß ein Beobachter, der zur gesamten Massenverteilung des Universums ruht, minimale Quantenwerte mißt. Damit ist für solch einen ruhenden Beobachter h minimal und $\tilde{n}_{Uni}$ maximal.

9. Die Masse des Universums

Aus dem Urkonstanztheorem (7.6) und dem Expansionstheorem (8.3) läßt sich die Masse des Universums ermitteln, indem man (8.3) durch (7.6) dividiert. Es gilt zunächst wie bekannt:

$$\tilde{\hbar}_t \cdot \tilde{n}_{Uni} = (2p)^3 \cdot \tilde{X} \qquad \left[\frac{H^3}{S^2}\right] \qquad (8.3)$$

mit $\tilde{X} = \frac{H^3}{S^2}$

und $\tilde{G}_t \cdot \tilde{\hbar}_t = 2p \cdot \tilde{Y}$ $\qquad \left[\frac{H^5}{S^3}\right] \qquad (7.6)$

mit $\qquad \tilde{Y} = \dfrac{H^5}{S^3}$

Hieraus läßt sich das Massetheorem entwickeln.

$$\frac{\tilde{h} \cdot \tilde{n}}{\tilde{G} \cdot \tilde{h}} = \frac{(2p)^3 \cdot \tilde{X}}{2p \cdot \tilde{Y}} \qquad \left[\frac{\frac{H^3}{S^3} \cdot S}{H^2 \cdot \frac{H^3}{S^3}} = \frac{\frac{H^3}{S^2}}{\frac{H^5}{S^3}}\right]$$

$$\frac{\tilde{n}}{\tilde{G}} = (2p)^2 \cdot \frac{\tilde{X}}{\tilde{Y}} \qquad \left[\frac{S}{H^2} = \frac{\frac{H^3}{S^2}}{\frac{H^5}{S^3}}\right] \qquad (9.1)$$

und mit

$$\frac{\tilde{X}}{\tilde{Y}} = \tilde{m} \qquad \left[\frac{\frac{H^3}{S^2}}{\frac{H^5}{S^3}} = \frac{S}{H^2}\right] \qquad (9.2)$$

folgt

$$\boxed{\tilde{m}_{Uni} = \frac{\tilde{n}}{\tilde{G}} = (2p)^2 \cdot \tilde{m} \qquad \left[\frac{S}{H^2}\right] \qquad (9.3)}$$

Nach (7.6) verhält sich $\tilde{G}$ reziprok zu $\tilde{h}$ und nach (8.3) $\tilde{n}$ ebenfalls reziprok zu $\tilde{h}$. Da $\tilde{h}$ nach (8.3) mit der Zeit abnimmt nehmen demzufolge $\tilde{n}$ und $\tilde{G}$ proportional mit der Zeit zu. Damit ist $\tilde{m}_{Uni}$ invariant gegenüber der Zeit.

In *MKS*-Einheiten ausgedrückt ergibt sich nach (9.3) für die Masse des Universums

$$m_{Uni} = \tilde{m}_{Uni} \cdot \frac{H}{S^2} = (2p)^2 \frac{1{,}6160486 \cdot 10^{-35}}{\left(5{,}3905579 \cdot 10^{-44}\right)^2} \; [kg]$$

$$m_{Uni} = 2{,}19556715 \cdot 10^{53} \qquad [kg] \qquad (9.4)$$

und für die Dichte läßt sich annähernd formulieren

$$\tilde{p}_{Uni} = \frac{\tilde{m}_{Uni}}{\tilde{V}_{Uni}} = \frac{\tilde{m}_{Uni}}{\tilde{U}_{Uni}^{\;3}} \qquad \left[\frac{H}{S^2} \cdot \frac{1}{H^3}\right]$$

$$\tilde{p}_{Uni} = \frac{(2p)^2}{\left(1{,}00866124 \cdot 10^{61}\right)^3} \qquad \left[\frac{\frac{H}{S^2}}{H^3}\right]$$

$$\tilde{p}_{Uni} = 3{,}847014 \cdot 10^{-182} \qquad \left[\frac{1}{S^2 \cdot H^2}\right] \qquad (9.5)$$

bzw. in *MKS*-Einheiten

$$p_{Uni} = \frac{\tilde{p}_{Uni}}{S^2 \cdot H^2} = 5{,}0692939 \cdot 10^{-26} \qquad \left[\frac{kg}{m^3}\right] \qquad (9.6)$$

das entspricht

$$5{,}07 \cdot 10^{-29} \qquad \left[\frac{g}{cm^3}\right]$$

wobei das Volumen des Universums mit folgender Annäherung angenommen wurde

$$\tilde{V}_{Uni} \approx \tilde{U}_{Uni}{}^3 = 1{,}00866124 \cdot 10^{183} \qquad \left[H^3\right] \qquad (9.7)$$

bzw. in *MKS*-Einheiten

$$V_{Uni} = \tilde{V}_{Uni} \cdot H^3 = 4{,}25704837 \cdot 10^{78} \qquad \left[m^3\right] \qquad (9.8)$$

Das Evolutionstheorem

Wir werden nun das Expansionstheorem (8.3) um einen weiteren diophantischen Ansatz erweitern um damit das Massentheorem (9.3) in seine dynamische Form, das Evolutionstheorem zu bringen. Bisher war durch (8.3) $\tilde{h}$ über $\tilde{n}$ dynamisiert und durch (7.6) auch indirekt $\tilde{G}$. Der nachstehende diophantische Ansatz beinhaltet nunmehr noch $\tilde{m}_e$, die durch die Expansion des Universums freiwerdende Expansionsmasse bzw. -Energie. Dieser Ansatz ist die konsequente Weiterentwicklung des Gedanken aus der Diskussion des Expansionsmodells (Kapitel 3), daß beim Aufrollen der räumlichen Dimensionen Energie frei werden muß. Dies ist so, da ein kleiner Krümmungsradius einer großen Raumkrümmung entspricht, welche wiederum äquivalent zu einer großen Masse ist und deshalb, das Aufrollen der räumlichen Dimensionen, die Zunahme des Krümmungsradius, die Abnahme der Raumkrümmung die äquivalente Differenzmasse freisetzen muß. Wir wollen uns nicht daran stören, daß die Zuführung von Expansionsenergie in Form der Expansionsmasse $\tilde{m}_e$ in Widerspruch zur Konstanz der Masse des Universums nach (9.3) steht. Dieser Widerspruch ist nur scheinbar, da die vorhandene Masse wie noch gezeigt wird, durch entsprechende Vergrößerung der Materienwellenlänge l an Energie verliert. Die Proportionalitätskonstante $\tilde{X}$ aus (8.3) hat nunmehr die Rolle einer Expansionskonstanten. Es gilt:

$$\boxed{\tilde{X} = \tilde{m}_{e,t} \cdot \tilde{G}_t = \tilde{h}_{v,t} \cdot \tilde{n}_{Uni} \qquad \left[\frac{H^3}{S^2}\right] \qquad (9.9)}$$

mit (8.1)

$$\tilde{h}_{v,t} = \frac{\tilde{h}_t}{(2p)^3}$$

schreibt sich

$$\tilde{X} = \tilde{m}_{e,t} \cdot \tilde{G}_t = \frac{\tilde{h}_t}{(2p)^3} \cdot \tilde{n}_{Uni}$$

Diophantisch ist der Ansatz, da sich stets schreiben läßt:

$$\boxed{\frac{\tilde{m}_{e,t} \cdot \tilde{G}_t}{\tilde{h}_{v,t} \cdot \tilde{n}_{Uni}} = \frac{\frac{\tilde{m}_{e,1}}{i} \cdot i \cdot \tilde{G}_1}{\frac{\tilde{h}_{v,1}}{i} \cdot i \cdot S} = 1 \qquad \{i \in \mathbf{G} \wedge t = |\tilde{n}_{Uni}| = i\} \qquad (9.10)}$$

Berechnung der aktuellen Expansionsmasse

Die aktuelle Expansionsmasse $\tilde{m}_{e,akt}$ ergibt sich nach (9.9) zu

$$\tilde{m}_{e,akt} = \frac{\tilde{h}_{akt}}{(2p)^3} \cdot \frac{\tilde{n}_{Uni,akt}}{\tilde{G}_{akt}} \qquad \left[\frac{H^3}{S^3} \cdot \frac{S}{H^2}\right] \qquad (9.11)$$

$$\tilde{m}_{e,akt} = \frac{2,4592024 \cdot 10^{-59}}{(2p)^3} \cdot \frac{1,00866124 \cdot 10^{61}}{2,5549688 \cdot 10^{59}} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right]$$

oder

$$\tilde{m}_{e,akt} = \frac{2,4592024 \cdot 10^{-59}}{(2p)^3} \cdot (2p)^2 \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right]$$

$$\tilde{m}_{e,akt} = \frac{|\tilde{h}_{akt}| \cdot \tilde{m}}{2p} = |\tilde{\tilde{h}}_{akt}| \cdot \tilde{m} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right]$$

$$\tilde{m}_{e,akt} = 3,9139421 \cdot 10^{-60} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right]$$

das entspricht in *MKS*-Einheiten

$$m_{e,akt} = \tilde{m}_{e,akt} \cdot \frac{H}{S^2} = 2,1767140 \cdot 10^{-8} \qquad [kg] \qquad (9.12)$$

Berechnung der ersten Expansionsmasse

Die erste Expansionsmasse zum Zeitpunkt des Urknalls $\tilde{m}_{e,1}$ ergibt sich nach (9.9) zu

$$\tilde{m}_{e,1} = \frac{\tilde{h}_1}{(2p)^3} \cdot \frac{\tilde{n}_{Uni,1}}{\tilde{G}_1} \qquad \left[\frac{H^3}{S^3} \cdot \frac{S}{H^2} \right] \qquad (9.13)$$

mit (9.10) erhält man

$$\tilde{m}_{e,1} = \frac{i \cdot \tilde{h}_{akt}}{(2p)^3} \cdot \frac{1 \cdot S}{\frac{\tilde{G}_{akt}}{i}} \qquad \left[\frac{H^3}{S^3} \cdot \frac{S}{H^2} \right] \qquad (9.14)$$

und mit (9.11) ergibt sich, da gilt $i \cdot S = \tilde{n}_{Uni,akt}$

$$\tilde{m}_{e,1} = i \cdot \tilde{m}_{e,akt} \qquad \left[\frac{H}{S^2} \right] \qquad (9.15)$$

$$\tilde{m}_{e,1} = 1,00866124 \cdot 10^{61} \cdot 3,9139421 \cdot 10^{-60} \qquad \left[\frac{H}{S^2} \right]$$

$$\tilde{m}_{e,1} = 3,9478417 \cdot 10^{1} = (2p)^2 \qquad \left[\frac{H}{S^2} \right]$$

das entspricht in *MKS*-Einheiten in Übereinstimmung und entsprechend (9.4)

$$m_{e,1} = 2,19556715 \cdot 10^{53} \qquad [kg] \qquad (9.16)$$

Allgemein gilt für $\tilde{m}_{e,1}$

$$\boxed{\tilde{m}_{e,t} = \frac{\tilde{m}_{e,1}}{i} = \frac{(2p)^2}{i} \qquad \left[\frac{H}{S^2} \right] \qquad (9.17)}$$

und daraus folgt für $\tilde{m}_{e,akt}$

$$\tilde{m}_{e,akt} = \frac{\tilde{m}_{e,1}}{|\tilde{n}_{Uni,akt}|} = \frac{(2p)^2}{|\tilde{n}_{Uni,akt}|} \qquad \left[\frac{H}{S^2} \right] \qquad (9.18)$$

$$\tilde{m}_{e,akt} = \frac{3,9478417 \cdot 10^{1}}{1,00866124 \cdot 10^{61}} = 3,9139421 \cdot 10^{-60} \qquad \left[\frac{H}{S^2} \right]$$

wie bereits unter (9.11) ermittelt.

Berechnung der Planckmasse
Als Planckmasse m_P wird in der Quantenphysik die größte mögliche Punktmasse bezeichnet. Sie kann auf verschiedene Weisen berechnet werden, z.B. aus Gleichung (2.2)

$$m_P = \frac{\overline{h} \cdot S}{H^2}$$

$$\tilde{m}_P = \frac{2{,}4592024 \cdot 10^{-59}}{2p} \cdot \frac{1}{1^2} \qquad \left[\frac{H^3}{S^3} \cdot \frac{S}{H^2}\right]$$

$$\tilde{m}_P = 3{,}9139421 \cdot 10^{-60} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (9.19)$$

oder in *MKS*-Einheiten

$$m_P = \frac{6{,}6260755 \cdot 10^{-34}}{2p} \cdot \frac{5{,}3905579 \cdot 10^{-44}}{\left(1{,}6160486 \cdot 10^{-35}\right)^2} \left[\frac{kg \cdot m^2}{s} \cdot \frac{s}{m^2}\right]$$

$$m_p = 2{,}1767141 \cdot 10^{-8} \qquad [kg] \qquad (9.20)$$

Ein anderer Ansatz geht über die zur Planckmasse äquivalente Energie W_p

$$W_P = h \cdot f$$

wobei für die Frequenz f gilt

$$f = \frac{1}{T}$$

mit $T = S$ ergibt sich

$$\tilde{W}_P = \frac{2{,}4592024 \cdot 10^{-59}}{1} \qquad \left[\frac{c^3}{S}\right]$$

$$\tilde{W}_P = 2{,}4592024 \cdot 10^{-59} \qquad \left[\frac{H^3}{S^4}\right] \qquad (9.21)$$

oder in *MKS*-Einheiten

$$W_p = \frac{6{,}6260755 \cdot 10^{-34}}{5{,}3905579 \cdot 10^{-44}} \qquad \left[\frac{kg \cdot m^2}{s} \cdot \frac{1}{s}\right]$$

$$W_p = 1{,}2292003 \cdot 10^{10} \qquad [J] \qquad (9.22)$$

da gilt: $F = m \cdot a$

mit $\quad [N] = \left[kg \cdot \frac{m}{s^2} \right]$

und $\quad [J] = [Nm]$

<u>Anmerkung:</u>

(9.19) und (9.21) müßten numerisch gleich sein, da gilt

$$\tilde{W}_P = \tilde{m}_P \cdot c^2$$

(9.21) ist aber um den Faktor 2π größer als (9.19)

$$\tilde{W}_P = \tilde{m}_P \cdot 2\pi$$

$$2{,}4592024 \cdot 10^{-59} = 3{,}9139421 \cdot 10^{-60} \cdot 2\pi$$

Die Ursache dieses Widerspruches liegt in der Herleitung der natürlichen Einheiten für Zeit und Länge, hier muß es korrekt heißen

$$l = \frac{h}{m \cdot v}$$

und $\quad d \cdot m \cdot v = h$

somit ergibt sich (2.1) zu

$$m = \frac{h}{H \cdot c} = \frac{h \cdot S}{H^2} \qquad \text{Faktor: } 2\pi$$

Daraus ergeben sich folgende Konsequenzen:

(2.7): $\quad H = \sqrt{\frac{G \cdot h}{c^3}} = 4{,}0508331 \cdot 10^{-35} \qquad$ Faktor: $\sqrt{2\pi} = 2{,}5066282$

(2.9): $\quad S = \frac{H}{c} = 1{,}3512124 \cdot 10^{-43}$

Somit sind Plancklänge und Planckzeit in der Literatur durchgehend falsch angegeben !

Weitere Konsequenzen:

(7.1): $\tilde{G} = 4{,}0663592 \cdot 10^{58}$ *Faktor:* $\frac{1}{2p}$

(7.2): $\tilde{h} = 2{,}4592024 \cdot 10^{-59}$ *unverändert wegen Eicheffekt !*

(7.4): $\tilde{G} \cdot \tilde{h} = 1$ *aus diophantischer Sicht schöner*

(8.4): $\tilde{n}_{Uni} = 1{,}00866124 \cdot 10^{61}$ *unverändert, da (7.2) unverändert,*

*abe*r

(8.5): $n_{Uni} = 43.189.077.000a$ *Faktor:* $\sqrt{2p} = 2{,}5066282$
die Superhaufen haben nunmehr genügend Zeit für ihre Entstehung
die vier Milliarden jährige Erdentwicklung ist durch die Alterung der Gravitations-konstanten nur unmerklich beeinflußt worden

(9.3): $\tilde{m}_{Uni} = \frac{\tilde{n}}{\tilde{G}} = (2p)^3 \cdot \tilde{m}$

(9.4): $m_{Uni} = 5{,}5034706 \cdot 10^{53} kg$

(9.5): $\tilde{p}_{Uni} = 2{,}417150184 \cdot 10^{-181}$

(9.6): $p_{Uni} = 8{,}0680324 \cdot 10^{-27} \frac{kg}{m^3}$

(9.11): $\tilde{m}_{e,akt} = 2{,}4592024 \cdot 10^{-59} = |h| \cdot \frac{S}{H^2}$ *aus diophantischer Sicht schöner*

(9.12): $m_{e,akt} = 5{,}4562128 \cdot 10^{-8} kg$ *Faktor:* $\sqrt{2p} = 2{,}5066282$

(9.15): $\tilde{m}_{e,1} = (2p)^3$ *Faktor:* $2p$

(9.16): $m_{e,1} = 5{,}5034706 \cdot 10^{53} kg$ *Faktor:* $\sqrt{2p} = 2{,}5066282$

(9.19): $\tilde{m}_P = 2{,}4592024 \cdot 10^{-59} = |h| \cdot \frac{S}{H^2} = \frac{h}{H \cdot c}$ *Faktor:* $2p$

(9.20): $m_P = 5{,}4562128 \cdot 10^{-8} kg$ *Faktor:* $\sqrt{2p} = 2{,}5066282$

(9.21): $\tilde{W}_p = 2{,}4592024 \cdot 10^{-59} = \tilde{m}_P \cdot c^2 = |h| \cdot \frac{H^3}{S^4}$

(9.22): $W_P = 4{,}9037997 \cdot 10^{9}\ J$ *wg. Faktor* $\sqrt{2p} = 2{,}5066282$ *von S* *aber auch die aus (3.4) zu prognostizierende Hubblekonstante ergibt sich anders:*

1 Millionen Lichtjahre entsprechen <u>*im alten Stil*</u> *einer Zeit von*

$$\frac{1000000\cdot 365{,}2425\cdot 24\cdot 60\cdot 60}{5{,}3905579\cdot 10^{-44}}=5{,}85411614\cdot 10^{56}\quad\left[a\cdot\frac{d}{a}\cdot\frac{h}{d}\cdot\frac{'}{h}\cdot\frac{''}{'}\cdot\frac{S}{''}=S\right]$$

bzw. einer Entfernung von

$$5{,}85411614\cdot 10^{56}\qquad\qquad [H]$$

somit folgt

$$HUB_t=\frac{c}{U_{Uni}}=\frac{299792{,}458}{\dfrac{1{,}00866124\cdot 10^{61}}{5{,}85411614\cdot 10^{56}}}=\frac{299792{,}458}{17229{,}9492507}=17{,}399497447\left[\frac{\dfrac{km}{s}}{\dfrac{H}{\dfrac{H}{10^6 Lj}}}=\frac{\dfrac{km}{s}}{10^6 Lj}\right]$$

Beachte: Die Angabe $\frac{1}{10^6 Lj}$ *- pro 1 Million Lichtjahre - ist ausschließlich als aktuelle Distanz* D_1 *entsprechend Kapitel 4 zu verstehen. Die Angabe entspricht keiner gleichwertigen Laufzeit von 1er Million Jahren , da die Signallaufzeit* $t_{L,t}$ *multipliziert mit der Lichtgeschwindigkeit c nach der QRD im Gegensatz zur klassischen Physik nicht mehr identisch mit der aktuellen Distanz* D_1 *zwischen Sender und Empfänger ist. Wohl aber entspricht der Nenner* U_{Uni} *dem aktuellen Umfang des Universums und damit auch seinem Alter in Millionen Jahren, da es sich hier um das Andauern eines Wachstumsprozess und nicht um die Dauer für die Zurücklegung einer Distanz handelt.*

... hingegen entsprechen 1 Millionen Lichtjahre <u>*im neuen Stil*</u> *einer Zeit von*

$$\frac{1000000\cdot 365{,}2425\cdot 24\cdot 60\cdot 60}{1{,}3512124\cdot 10^{-43}}=2{,}33545459\cdot 10^{56}\quad\left[a\cdot\frac{d}{a}\cdot\frac{h}{d}\cdot\frac{'}{h}\cdot\frac{''}{'}\cdot\frac{S}{''}=S\right]$$

bzw. einer Entfernung von

$$2{,}33545459\cdot 10^{56}\qquad\qquad [H]$$

somit folgt

$$HUB_t = \frac{c}{U_{Uni}} = \frac{299792{,}458}{\frac{1{,}00866124 \cdot 10^{61}}{2{,}33545459 \cdot 10^{56}}} = \frac{299792{,}458}{43189{,}0752595} = 6{,}941395624 \left[\frac{\frac{km}{s}}{\frac{H}{\frac{H}{10^6 Lj}}} = \frac{\frac{km}{s}}{10^6 Lj} \right]$$

Zusammenfassung der Ergebnisse

Wie wir gesehen haben nimmt das Wirkungsquantum h nach Gleichung (8.3) mit der Zeit ab und sein Produkt mit dem in Quanten gemessenen Alter des Universums n bleibt konstant. Die Gravitationskonstante G ändert sich über die Zeit ebenfalls, nach Gleichung (7.3) ist ihr Wert stets reziprok zu dem des Wirkungsquantums, also mit der Zeit zunehmend. Das Produkt der Gravitationskonstanten mit der zeitlich zugehörigen Expansionsmasse m_e bleibt dabei nach Gleichung (9.9) ebenfalls über die Zeit unverändert. Da beide Produkte nach Gleichung (9.9) zudem gleich sind folgt daraus, daß die numerischen Werte für m_e und h proportional mit der Zeit abnehmen, die von G und n hingegen proportional zunehmen, bzw. sich die Werte von m_e und n über die Zeit ebenso reziprok zueinander verändern, wie die von G und h. Die zu einem bestimmten Alter des Universums freiwerdende Expansionsmasse m_e ist identisch mit der sogenannten Planckmasse m_P dieser Epoche. Die Planckmasse ist die größtmögliche an einem Raumpunkt lokalisierbare Massekonzentration. Ihre jeweilige Größe gehört zu einer bestimmten Epoche des Universums. Die größte Planckmasse entstand zum Zeitpunkt $n = 1$, danach nimmt ihr numerischer Wert entsprechend dem arithmetischen Ausdruckes $\frac{1}{n}$ ab. Ungeklärt ist, in welcher Form die Expansionsmasse dem Universum zugeführt wird, direkt als wägbare (ponderable) Masse oder als Energie oder indirekt als Energiedichtenzunahme des Gravitationsfeldes oder Anhebung der Vakuumnullpunktenergie. Ferner ist unklar an welchen Orten und in welchen Größen von zugeführten Energiepaketen dieser Vorgang erfolgt. Da nach Gleichung (9.3) die Gesamtmasse des Universums bzw. die zugehörige Äquivalenzenergie stets konstant bleibt bedeutet dies, daß durch Zunahme der Wellenlängen von energetischen, z.B. elektromagnetischen Wellen aber auch durch die Zunahme der Längen von Materiewellen, die vorhandene Energie abnimmt, und zwar im gleichen Maße, wie Expansionsenergie zugeführt wird, d.h. vorhandene Wellen werden entsprechend dem arithmetischen Faktor n gedehnt und der Energiegehalt nimmt entsprechend

$$W = \frac{h \cdot c}{l}$$

ab. Qualitativ betrachtet heißt das, die durch die Expansion des Universums bedingte Zunahme aller Materiewellenlängen, verringert den Energiegehalt aller im Universum bestehenden Massen entsprechend dem Verhältnis a_{xt}. Dabei werden die zu einem Zeitpunkt x vorhandenen Massen von einem späteren Zeitpunkt t aus betrachtet. Die Betrachtung kann auch ganz allgemein auf Teilmassen oder Teilchen angewandt werden. Es gilt:

$$\frac{m_t}{m_x} = \frac{x}{t} = a_{xt} \qquad [-] \qquad (9.23)$$

oder als Differenzmasse, bzw. Defektmasse ausgedrückt:

$$m_x - m_t = m_x \cdot \frac{t-x}{t \cdot x} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (9.24)$$

Diese Verringerung an Masse ist für den Beobachter im Universum nicht direkt feststellbar, da alle Vergleichsmassen (Maßstäbe) sich gleichsam mitändern. Auch besteht ein über die Zeit betrachtetes Objekt danach nicht aus weniger Elementarteilchen, sondern die Teilchen selbst verringern ihren Energiegehalt. Ihre Verhalten untereinander z.B. ihre Abstände bleiben aber gleich, da sich die "Naturkonstanten" mitverändern, so nimmt z.B. die Gravitationskonstante mit der Zeit im gleichen Maße zu. Der Energieerhaltungssatz wird durch den Zugang von Expansionsenergie gewährleistet. Es gilt demnach:

$$\frac{m_{Uni,t} + m_{e,t}}{m_{Uni,t-1}} = 1 \qquad [-] \qquad (9.25)$$

Die zeitliche Abnahme der Planckmasse bedeutet eine Zunahme an Struktur in einem auch energetisch immer feingliedriger werdenden, evolvierenden Universum. Die kleinste zu einem Zeitpunkt t definierte Energie bzw. Masse genügt folgendem Term:

$$\boxed{m_{\min,t} = m_{P,t-1} - m_{P,t} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (9.26)}$$

$m_{\min}$ gibt den numerischen Wert des Energiequants an. Der numerische Wert des Energiequants nimmt mit dem zeitlichen Verlauf des Universums entsprechend (9.26) ab. Er ist also variant gegenüber dem Zeitverlauf. Stellt die Planckmasse $m_{P,t}$ die größte Massenkonzentration an einem Ort der Ausdehnung H (dies entspricht einem verschmierten Punkt - Unschärfe) dar, so ist die untere Grenze der Energieskala das Energiequant $m_{\min,t}$ die kleinste unterscheidbare Energie zu einem Zeitpunkt t im Universum.

Die Größe des aktuellen Energiequants ergibt sich zu:

im alten Stil:

$$\tilde{E}_t = \tilde{m}_{\min,t} \cdot \tilde{c}^2 = \frac{(2p)^2}{n \cdot (n-1)} \cdot 1^2$$

$$\approx \frac{(2p)^2}{(1{,}00866124 \cdot 10^{61})^2} = 3{,}880334 \cdot 10^{-121} \qquad \left[\frac{H^3}{S^4}\right] \qquad (9.27a)$$

bzw.

$$E_t = \tilde{E}_t \cdot \frac{H^3}{S^4} = 1{,}9395345 \cdot 10^{-52} \qquad [J] \qquad (9.28a)$$

im neuen Stil:

$$\tilde{E}_t = \tilde{m}_{\min,t} \cdot \tilde{c}^2 = \frac{(2p)^3}{n \cdot (n-1)} \cdot 1^2$$

$$\approx \frac{(2p)^3}{\left(1{,}00866124 \cdot 10^{61}\right)^2} = 2{,}438086 \cdot 10^{-120} \qquad \left[\frac{H^3}{S^4}\right] \qquad (9.27b)$$

bzw.

$$E_t = \tilde{E}_t \cdot \frac{H^3}{S^4} = 1{,}2186453 \cdot 10^{-51} \qquad [J] \qquad (9.28b)$$

Einen Überblick über den Ablauf der Entwicklung der wesentlichen Größen, gibt die nachfolgende Tabelle:

(Werte mit Korrektion entsprechend vorstehender Anmerkung)

n_{Uni}	$\tilde{h}$	$\tilde{G}$	$\tilde{m}_e = \tilde{m}_P$	$\tilde{m}_{Uni}$	$\tilde{m}_{\min}$
$[S]$	$\left[\frac{H^3}{S^3}\right]$	$[H^2]$	$\left[\frac{H}{S^2}\right]$	$\left[\frac{H}{S^2}\right]$	$\left[\frac{H}{S^2}\right]$
$f(n_{Uni})$	$\frac{(2p)^3}{n_{Uni}}$	$\frac{n_{Uni}}{(2p)^3}$	$\frac{(2p)^3}{n_{Uni}}$	*konst.*	$(2p)^3 \cdot \frac{1}{n \cdot (n-1)}$
1	$(2p)^3$	$\frac{1}{(2p)^3}$	$(2p)^3$	$(2p)^3$	exakt: $0-(2p)^3 = -(2p)^3$
$248 \approx (2p)^3$ Symmetriebruch?	≈ 1	≈ 1	≈ 1	$(2p)^3$	0,004
$1{,}008 \cdot 10^{61}$	$2{,}459 \cdot 10^{-59}$	$4{,}066 \cdot 10^{58}$	$2{,}459 \cdot 10^{-59}$	$(2p)^3$	$2{,}441 \cdot 10^{-120}$ nach Näherung: $\approx (2p)^3 \cdot \frac{1}{n^2}$

10. Räumliche Periodizität

Betrachtet man die geschlossene Sphäre des Universums von außen, erscheint sie wie ein Schwarzes Loch. Es liegt also nahe, die Expansion des Universums mit der Massenzunahme eines Schwarzen Loches zu vergleichen.

Die größte mögliche Grenzmasse für eine einzeln lokalisierbare Masse im Universum ist nach (9.19) die jeweils aktuelle Planckmasse $m_{P,t}$, sie ist wie (9.18) zeigt mit der jeweils aktuellen Expansionsmasse $m_{e,t}$ wertmäßig identisch. Mit erreichen dieser Grenzmassenkonzentration an einem Punkt krümmt sich die Raumstruktur an diesen Punkt dann derart , daß die Krümmung in sich selbst zurückführt. Damit entsteht eine innere Sphäre die sich vom äußeren Einbettuniversum abgenabelt hat. Diese innere Sphäre wird gemeinhin als Schwarzes Loch oder im Bereich der stellaren Astronomie als Eingefrorener Stern bezeichnet. Eine Beziehung zum Einbettuniversum besteht nur noch über die Gravitation. Die zweite bekannte Fernwechselwirkung, die elektromagnetische Wechselwirkung, kann nicht nach außen wirken, da sie über Wechselwirkungsteilchen wirkt und diese Teilchen, die Photonen, durch die Einkrümmung des Raumes mit eingeschlossen werden. Um die Beziehungen zwischen dem Einbettuniversum und einer inneren Sphäre zu untersuchen werden vier Übergangsbedingungen aufgestellt. Dabei stehen fortan die hochgestellten Indizes *a* und *i* zur Unterscheidung zwischen dem Entitäten- und dem Einheitensystem des außen liegenden Universums (*a*) und den entsprechenden Systemen der innen liegenden Sphäre (*i*). Darüber hinaus werden folgende Indizes für die nähere Bezeichnung eines allgemeinen Zeitpunktes i in einer Altersangabe benutzt.

(a)	1----------------------	x-------------	t----------------------	n
	Erster Zeitpunkt des Einbettuniversums	Zeitpunkt der Abnabelung einer Sphäre	aktueller Betrachtungs-zeitpunkt	gegenwärtiges Alter des Universums in Zeitquanten
(i)		1-------------	t----------------------	n
		Erster Zeitpunkt einer Sphäre	aktueller Betrachtungs-zeitpunkt	gegenwärtiges Alter der Sphäre in Zeitquanten

Somit gelten folgende Beziehungen für die Altersangaben

$$\left|n^i\right| = \left|n^a\right| - \left|x\right| \qquad [-]$$

$$\left|t^i\right| = \left|t^a\right| - \left|x\right| \qquad [-]$$

bzw. die allgemeine Laufvariable

$$\left|i^i\right| = \left|i^a\right| - \left|x\right| \qquad [-]$$

Übergangsbedingungen
<u>Bedingung 1</u>: "Invarianz der QRD-Theoreme"
Die bisherigen Theoreme der QRD sind invariant gegenüber Sphärensprüngen. Sie verändern sich also beim Übergang von einer Sphäre in eine mit tieferer oder höherer Schachtelungsstufe nicht. Dies

wollen wir postulieren, da sonst keinerlei gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen Sphären verschiedener Stufen bestünde.

<u>Bedingung 2</u>: "Umfangsidentität während und nach der Sphärenbildung"
Der äquivalente Umfangsteil des Einbettuniversums, der in die innere Sphäre eingeht sei Äquivalenzdurchmesser der inneren Sphäre $d^a_{Ä}$ genannt. Es gelten die Beziehungen:

$$\frac{d^a_{Ä}}{d^i_{Uni}} = \frac{U^a_{Sph}}{d^i_{Uni}} = \frac{U^i_{Uni}}{d^i_{Uni}} = p \qquad [-] \qquad (10.1)$$

und

$$\underline{\frac{m^a_{P,1}}{x} = \frac{m^a_{e,1}}{x} = m^a_{P,x} = m^a_{e,x} = m^a_{k,x}} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.2)$$

wobei $m^a_{k,x}$ die Kollapsmasse zur Zeit t und x der Entstehungszeitpunkt der inneren Sphäre aus äußerer Sicht ist

sowie

$$m^a_{k,x} = m^a_{Sph,x} = m^i_{Uni,1} = m^i_{P,1} = m^i_{e,1} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.3)$$

Das Distanzquant aus $U^a_{Uni,x}$, das sich bei einer vorhandenen Punktkonzentration der Grenzmasse $m^a_{p,x}$, durch die in eine geschlossene Form übergehende Eigenkrümmung, vom äußeren Einbettuniversum abschnürt, ist konsequenter Weise nach (10.1) identisch mit dem Umfang der so entstehenden inneren Sphäre $U^a_{Sph,x} \equiv U^i_{Uni,1} = 1H$. Jedes Anwachsen von $U^i_{Uni,t}$ geht mit einem äquivalenten und zeitlich parallelen Zuwachses des durch die Sphärenbildung abgeschnürten Teiles von $U^a_{Uni,t}$ einher. Dabei muß eine Quantzeit vor dem Zuwachszeitpunkt t, für den jeweils aktuellen Zuwachs um ein Distanzquant, eine Masse zum kolabieren kommen, die in ihrer Größe der zum Zuwachszeitpunkt aktuellen Planckmasse $m^a_{P,t}$ entspricht. Diese kollapierende Masse $m^a_{k,t}$ ist auf Grund der Expansion des Einbettuniversums kleiner ist als die zuvor kollapierte Masse $m^a_{k,t-1}$ und zwar entsprechend dem Verhältnis:

$$a^a_t = \frac{m^a_{k,t}}{m^a_{k,t-1}} = \frac{m^a_{P,t}}{m^a_{P,t-1}} = \frac{\dfrac{\tilde{m}^a_{e,1}}{t}}{\dfrac{\tilde{m}^a_{e,1}}{t-1}} = \frac{t-1}{t} = 1 - \frac{1}{t} \qquad [-] \qquad (10.4)$$

mit

$$t = t^a = \left|\tilde{n}^a_{Uni,t}\right| \qquad [-]$$

Über den Zeitraum von x bis t gesehen ist $m^a_{k,t}$ entsprechend dem Verhältnis a^a_{xt} kleiner als $m^a_{k,x}$.

$$a^a_{xt} = \frac{m^a_{k,t}}{m^a_{k,x}} = \frac{m^a_{P,t}}{m^a_{P,x}} = \frac{\frac{\tilde{m}^a_{e,1}}{t}}{\frac{\tilde{m}^a_{e,1}}{x}} = \frac{x}{t} \qquad [-] \qquad (10.5)$$

Eine spezielle Form des Massenzugangs ist der Fall, daß der Expansionszuwachs des Einbettuniversums selbst im zur inneren Sphäre gehörenden äquivalenten Umfangsanteil des Einbettuniversums von statten geht.

Bedingung 3: "Konstanz der Massenbilanz"
Überträgt man die nach (9.23) durch die Expansion des Einbettuniversums bedingte Zunahme aller Materiewellenlängen und die damit einhergehende Verringerung des Energiegehalts bestehender Massen, auf die innere Sphäre, so gilt:

$$\frac{m^a_{Sph,t}}{m^a_{Sph,x}} = \frac{x}{t} = a^a_{xt} \qquad [-] \qquad (10.6)$$

oder analog zu (9.24) als Differenzmasse, bzw. Defektmasse ausgedrückt:

$$m^a_{Sph,x} - m^a_{Sph,t} = m^a_{Sph,x} \cdot \frac{t-x}{t \cdot x} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.7)$$

Mit diesem Grundverständnis ausgestattet, läßt sich die Masse der Sphäre als Funktion von kollapierenden Zugangsmassen über die Zeit darstellen. Es gilt die Bedingung:

$$m^a_{Sph,t} = \sum_{i=x}^{t} m^a_{k,i} \cdot a^a_{it} = \sum_{i=x}^{t} m^a_{k,i} \cdot \frac{i}{t} = \sum_{i=x}^{t} \left(m^a_{P,1} \cdot \frac{1}{i} \right) \cdot \frac{i}{t} =$$

$$= (t-x+1) \cdot m^a_{P,1} \cdot \frac{1}{t} = (t-x+1) \cdot m^a_{P,t} =$$

$$= (t-x+1) \cdot m^a_{e,t} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.8)$$

Gleichung (10.8) ist bedingt durch die Tatsache, daß die $m^a_{k,i}$ durch die Expansion des Einbettuniversums pro Zeittakt um einen Faktor a^a_t (siehe 10.4) kleiner werden. Weil die Gesamtmasse der inneren Sphäre $m^a_{Sph,t}$ ein ponderabler Bestandteil des Einbettuniversums ist, verhält sie sich ebenfalls nach (10.8). Für die dazu äquivalente Sphärenenergie $E^a_{Sph} = E^i_{Uni}$ gilt die Beziehung:

$$E^i_{Uni,t} = \left(m^i_{pon,t} + m^i_{met,t} \right) \cdot c^2 \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.9)$$

wobei m^i_{pon} für die Summe aus ponderable Materie und dazu äquivalenten Energieformen der inneren Sphäre steht und $\left[\frac{H}{S^2}\right]$ die Energie des zu Sphäre gehörenten metrischen Feldes (Gravitation) symbolisiert

Durch Gleichsetzen von (10.8) und (10.9) ergibt sich die endgültige Form des gegenüber zeitlichen Verlaufs invarianten Massenübergangstheorems

$$\sum_{i=x}^{t} m^a_{k,i} \cdot a^a_{it} = m^i_{pon,t} + m^i_{met,t} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.10)$$

Das Massenübergangstheorem sagt aus, daß die Summe aller von außen in die innere Sphäre kollapierten Massen m^a_k , unter Berücksichtigung einer durch teilweisen Übergang in das metrische Feld des Einbettuniversums, ausdehnungsbedingten Energieabnahme dieser Summe, gleich ist jener Summe, die aus der jeweils zeitlich zugehörigen, aktuellen Summe, von ponderabler Materie bzw. dazu äquivalenter Energien m^i_{pon}, der inneren Sphäre und der Energie ihres zugehörigen metrischen Feldes (Gravitation) m^i_{met} besteht.

Die aus der Gleichung (10.10) nicht direkt erkennbare, aber durch die Ausdehnung des Einbettuniversums im Bereich des Äquivalenzdurchmessers hervorgerufene Energieabnahme der inneren Sphäre (rechte Gleichungsseite 10.10) geht analog wie die ausdehnungsbedingte Energieabnahme der Kollapsmassensumme (linke Gleichungsseite 10.10) in das metrische Feld des Einbettuniversums über. Es wird also kein Fehler gemacht, wenn man die Summe der Kollapsmassen, deren jeweilige Wertigkeiten sich über die Zeit vermindern, mit dem Produkt der aktuellen Expansionsmasse mal der Anzahl der Zeitquanten des betrachteten Zeitraums - wie in (10.8) geschehen - gleichsetzt.

Die innere Sphäre erscheint für einen in ihr befindlichen Beobachter wie ein expandierendes Universum. Für die Masse m^i_{Uni} dieses Universums zweiten Grades gilt:

$$m^i_{Uni} = m^i_{pon,t} = konst. = m^i_{e,1} = m^a_{k,x} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.11)$$

Der Zusammenhang zwischen äußerer Kollapsmasse und innerer Expansionsmasse über die Zeit sei in nachfolgender Gleichung dargestellt:

$$\sum_{i=x}^{t^a} m^a_{k,i} \cdot a^a_{it} = \sum_{i=1}^{t^i} m^i_{e,i} \cdot a^i_{it} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.12)$$

Bedingung 4: "Einbeziehung des Bewegungstheorems"
Für die Expansionsgeschwindigkeit v^i_{Uni} des Umfangs der inneren Sphäre und die Ausdehnungsgeschwindigkeit $v^a_Ä$ des Äquivalenzdurchmessers gilt das Bewegungstheorem (1.3), d.h. $v = 1 = c \vee v = 0$. Die Bedingung

$$v^a_{\ddot{A},\max} = v^i_{Uni,\max} = v_{\max} = 1 \qquad \left[\frac{H}{S} = c\right] \qquad (10.13)$$

stellt eine Obergrenze für den Zustrom an kollapierender Materie dar, da pro Zeittakt nur eine Planckmasse $m^a_{P,t}$ kollapieren kann. Im Fall von

$$v^a_{\ddot{A},\min} = v^i_{Uni,\min} = v_{\min} = 0 \qquad \left[\frac{H}{S} = c\right] \qquad (10.14)$$

tritt der Effekt der "Verdampfung" der inneren Sphäre ein, da das Alter der inneren Sphäre n^i_{Uni} unverändert bleibt (keine Umfangszunahme), während das Alter des Einbettuniversums n^a_{Uni} zunimmt. Letzteres muß nach (10.12) einen Einfluß auf die Massenbilanz haben. Struktur, Umfang und Alter der inneren Sphäre sind nach einem v = 0-Fall nicht unterscheidbar von den entsprechenden Merkmalen einer um eine Quantzeit jüngeren Sphäre, da in diesem Fall gilt

$$n^i_{Uni,i} = n^i_{Uni,i+1}$$

Und somit auch

$$n^a_{Sph,i} = n^i_{Uni,i} = n^i_{Uni,i+1}$$

Die für die Sphäre bilanzierte Masse muß sich also wegen (10.4) um den Faktor $a^a_t = 1 - \frac{1}{t}$ vermindern. Die dabei abgegebene Energie entspricht dem Produkt aus "äußere Masse der Sphäre in Planckeinheiten" mal " Minimalenergie entsprechend (9.26)" mal "Lichtgeschwindigkeit zum Quadrat". Ein verdampfendes Schwarzes Loch wirkt also wie ein kosmischer Energiezerstäuber. Dieser Mechanismus zwingt die Materie in kleinere Einheiten als es die Planckmasse als Obergrenze darstellt. Die Minimalenergie nach (9.26) entsteht bei Verdampfung eines Schwarzen Loches mit der natürlichen Masse gleich 1. Sie stellt somit die Untergrenze der kosmischen Massenskale dar. Der aktuelle Wert der Minimalmasse beträgt derzei:

im alten Stil:

$$\tilde{m}_{\min} \approx \frac{(2p)^2}{n^2} =$$

$$= \frac{(2p)^2}{(1{,}00866124 \cdot 10^{61})^2} \cdot \frac{H}{S^2} = 2{,}1580229 \cdot 10^{-69} [kg] \qquad (10.15a)$$

im neuen Stil:

$$\tilde{m}_{\min} \approx \frac{(2p)^3}{n^2} =$$

$$= \frac{(2p)^3}{(1{,}00866124 \cdot 10^{61})^2} \cdot \frac{H}{S^2} = 1{,}3559258 \cdot 10^{-68} [kg] \qquad (10.15n)$$

Nach der Postulierung der Übergangsbedingungen wollen wir nun die beiden dynamischen Zustandsarten zwischen Einbettuniversum (Standort des Beobachters) und innerer Sphäre (Schwarzes Loch) betrachten.

Zunahme des Äquivalenzdurchmessers durch Zugang von kollapierender Masse - (Wachstumsfall)

Der Zusammenhang zwischen äußerem Alter n^a_{Uni}, kollapierender Masse m^a_k (siehe auch 10.10), Äquivalenzdurchmesser $d^a_{Ä}$, innerem Alter n^i_{Uni}, innerer Expansionsmasse m^i_e, ponderabler Materie m^i_{pon} und Energie des metrischen Feldes m_{met} ist im folgenden schematisch dargestellt.

n^a_{Uni}	$\sum_i m^a_{k,i}$	$d^a_{Ä}$	n^i_{Uni}	$\sum_i m^i_{e,i}$	$\sum_i m^i_{pon,i}$	$\sum_i m_{met,i}$
$[S^a]$	$[m^a_{P,i}]$	$[H^a]$	$[S^i]$	$[m^i_{e,i}]$	...	...
x	1	1	1	1	$\frac{1}{1_{11}} = 1$	$\frac{0}{1_{14}} = 0$
$x+1$	2	2	2	2	$\frac{1}{2_{12}} + \frac{1}{2_{21}} = 1$	$\frac{1}{2_{13}} + \frac{1}{2_{24}} = 1$
$x+2$	3	3	3	3	$\frac{1}{3_{12}} + \frac{1}{3_{22}} + \frac{1}{3_{31}} = 1$	$\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{6}\right)_{13} + \left(\frac{1}{2}+\frac{1}{6}\right)_{23} + \frac{2}{3_{34}} = 2$

dabei bedeutet bei den zweifachen Indizes:

die erste Stelle des Index
i := die Angabe des Zugangszeitpunkts der entwicklungsmäßig dargestellten Kollapsmasse

und die zweite Stelle des Index
1 := eine expansionsbedingte Zunahme ponderabler Masse
2 := eine nach Wellenlängendehnung an Energiegehalt abgenommene ponderabler Masse
3 := eine in metrische Energie gewandelte ponderable Masse (=Abnahme aus 2)
4 := eine expansionsbedingte Zunahme metrischer Energie (=Differenz zur Planckmasse aus 1)

Die aus innerer Sicht nicht erkennbare, durch die Ausdehnung des Äquivalenzdurchmessers bedingte, Energieabnahme genügt der Bedingung:

$$m^i_{Uni,t} = m^i_{pon,t} = m^i_{e,1} \cdot a^i_{1t} = m^a_{P,x} \cdot a^a_{xt} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.16)$$

Die vier entsprechend der Indizesanzahl existierenden und sich mit der Zeit dynamisch verändernten Massemetamorphosekenngrößen einer Sphäre genügen zu einem beliebigen Zeitpunkt $n^i_{Uni,i}$ den folgenden Termen:

$$m^i_{pon,i1} = \frac{1}{n^i_{Uni,i}} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.17)$$

$$m^i_{pon,i2} = \frac{n^i_{Uni,i} - 1}{n^i_{Uni,i}} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.18)$$

$$m^i_{met,i3} = n^i_{Uni,i} - 1 - \frac{n^i_{Uni,i} - 1}{n^i_{Uni,i}}$$

$$m^i_{met,i3} = n^i_{Uni,i} - 1 - 1 - \frac{1}{n^i_{Uni,i}}$$

$$m^i_{met,i3} = n^i_{Uni,i} - 2 - \frac{1}{n^i_{Uni,i}}$$

$$m^i_{met,i3} = n^i_{Uni,i} - \frac{2 \cdot n^i_{Uni,i} - 1}{n^i_{Uni,i}} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.19)$$

$$m^i_{met,i4} = 1 - \frac{1}{n^i_{Uni,i}}$$

$$m^i_{met,i4} = \left(n^i_{Uni,i} - 1\right)\frac{1}{n^i_{Uni,i}} \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.20)$$

Summiert man die nach dem Zugangszeitpunkt (erster Index) unterteilten Glieder der schematischen Darstellung einer Zeile über die vier Verwandlungsformen (zweiter Index) zu einem beliebigen Zeitpunkt $n^i_{Uni,i}$ auf, genügen die Resultate den obigen Massemetamorphosekenngrößen.

Stagnation des Äquivalenzdurchmessers mangels kollapierender Masse - (Verdampfungsfall)

Der stagnationsbedingte Massendefekt m_d einer inneren Sphäre pro Zeitquant ergibt sich aus dem Produkt der Kollapsmassendifferenz im Stagnationsintervall mit dem Massenbetrag der inneren Sphäre in Planckmassen zu Beginn der Stagnation, also zu:

$$\tilde{m}^a_{d,t} = \left(\tilde{m}^a_{k,t-1} - \tilde{m}^a_{k,t}\right) \cdot \left|\frac{\tilde{m}^a_{Sph,t-1}}{\tilde{m}^a_{P,t-1}}\right| \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.21)$$

mit (9.26) ergibt sich

$$\tilde{m}_{d,t}^{a} = \tilde{m}_{\min,t}^{a} \cdot \left| \frac{\tilde{m}_{Sph,t-1}^{a}}{\tilde{m}_{P,t-1}^{a}} \right| \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.22)$$

mit (10.8) kann geschrieben werden

$$\tilde{m}_{d,t}^{a} = \tilde{m}_{\min,t}^{a} \cdot \left| \frac{(t-x) \cdot \tilde{m}_{e,t-1}^{a}}{\tilde{m}_{e,t-1}^{a}} \right| \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.23)$$

ersetzt man die Variable der Minimalmasse in Gleichung (10.23) durch ihre von $\tilde{n}_{Uni}$ abhängige Funktion, entsprechend der die Entwicklung der Größen darstellenden Tabelle am Ende von Kapitel 9 so ergibt sich:

$$\boxed{\tilde{m}_{d,t}^{a} = \frac{(2p)^3}{t \cdot (t-1)} \cdot (t-x) \approx \frac{(2p)^3}{t^2} \cdot (t-x) \qquad \left[\frac{H}{S^2}\right] \qquad (10.24)}$$

der stagnationsbedingte Massendefekt entspricht einer Verdampfungsenergie $\tilde{E}_V$ von

$$\tilde{E}_{V,t}^{a} = \tilde{m}_{d,t}^{a} \cdot \left(\tilde{c}^{\,a}\right)^2 = \tilde{m}_{\min,t}^{a} \cdot (t-x) \cdot 1^2 \cdot \frac{H^2}{S^2} \qquad \left[\frac{H^3}{S^4}\right] \qquad (10.25)$$

oder einer Verdampfungsleistung $\tilde{P}_V$ von

$$\tilde{P}_{V,t}^{a} = \frac{\tilde{E}_{V,t}^{a}}{S} = \frac{\tilde{m}_{d,t}^{a} \cdot \left(\tilde{c}^{\,a}\right)^2}{S} =$$

$$= \frac{\tilde{m}_{\min,t}^{a} \cdot (t-x) \cdot 1^2 \cdot \frac{H^2}{S^2}}{S} \qquad \left[\frac{H^3}{S^5}\right] \qquad (10.26)$$

Einbeziehung der Erkenntnisse aus der ART

Aus der ART sind uns der sogenannte Weltradius a und der Schwarzschildradius $\Re$ bekannt. Nach den Gleichungen der relativistischen Physik läßt sich der Weltradius wie folgt ableiten:

$$a = \frac{m \cdot c}{4 \cdot p^2} \qquad [m] \qquad (10.27)$$

Mit einer weiteren Gleichung Einsteins kann der Zusammenhang von Newtons Gravitationskonstante G, mit der in den Feldgleichungen der ART auftretenden Konstante c, beschrieben werden. Es gilt:

$$G = \frac{c \cdot c^2}{8 \cdot p} \qquad \left[\frac{m^3}{kg \cdot s^2}\right] \qquad (10.28)$$

Daraus folgt:

$$c = \frac{G \cdot 8 \cdot p}{c^2} \qquad \left[\frac{m}{kg}\right] \qquad (10.29)$$

in natürlichen Einheiten besitzt c die Einheit $\left[S^2\right]$

und nach Einsetzen in (10.27) gilt somit

$$a = \frac{m \cdot G \cdot 8 \cdot p}{4 \cdot p^2 \cdot c^2}$$

$$a = \frac{2 \cdot G \cdot m}{p \cdot c^2} \qquad [m] \qquad (10.30)$$

Für den Schwarzschildradius gilt gemäß den Gleichungen der relativistischen Physik:

$$\Re = \frac{2Gm}{c^2} \qquad [m] \qquad (10.31)$$

Dividiert man (10.31) durch (10.30) und setzt den Quotienten mit (10.1) gleich ergibt sich folgender Zusammenhang:

$$\frac{\Re}{a} = p = \frac{d_{Ä}^{a}}{d_{Uni}^{i}} \qquad [-] \qquad (10.32)$$

Wird a und $\Re$ in natürlichen Einheiten ausgedrückt ergeben sich für die in (10.32) enthaltenen Größen noch zwei Relationen. Zunächst die Umsetzung in natürliche Einheiten, wobei leicht erkennbar wird, daß das Ergebnis im alten und neuen Stil identisch ist. Für a gilt:

$$\tilde{a}_{Uni}^{i} = \frac{2 \cdot \tilde{G}_t^i \cdot \left(\tilde{m}_{pon,t}^{i} + \tilde{m}_{met,t}^{i}\right)}{p \cdot 1^2} \qquad \left[\frac{H^2 \cdot \frac{H}{S^2}}{\frac{H^2}{S^2}}\right]$$

und als Funktion von n_{Uni}^{i}

$$\tilde{a}_{Uni}^{i} = \frac{2 \cdot \frac{\tilde{n}_{Uni,t}^{i}}{(2p)^3} \cdot \frac{(2p)^3}{\tilde{n}_{Uni,t}^{i}} \cdot \left|t^i\right|}{p \cdot 1^2} \qquad [H]$$

$$\tilde{a}_{Uni}^{i} = \frac{2 \cdot \tilde{n}_{Uni,t}^{i}}{p} \qquad [H] \qquad (10.33)$$

für $\Re$ gilt:

$$\tilde{\Re}^{a}_{Sph,t} = \frac{2 \cdot \tilde{G}^{a}_{t} \cdot \tilde{m}^{a}_{Sph,t}}{1^2} \qquad \left[\frac{H^2 \cdot \frac{H}{S^2}}{\frac{H^2}{S^2}} \right]$$

und als Funktion von n^{a}_{Sph}

$$\tilde{\Re}^{a}_{Sph,t} = \frac{2 \cdot \frac{\tilde{n}^{a}_{Sph,t}}{(2p)^3} \cdot \frac{(2p)^3}{\tilde{n}^{a}_{Sph,t}} \cdot \left(\left|t^a - x^a\right|\right)}{1^2} \qquad [H]$$

$$\tilde{\Re}^{a}_{Sph,t} = 2 \cdot \tilde{n}^{a}_{Sph,t} \qquad [H] \qquad (10.34)$$

Sind a und $\Re$ geometrische Größen des Raumes müßte gelten:

$$2 \cdot \tilde{a}^{i}_{Uni,t} = \tilde{d}^{i}_{Uni,t} \qquad [H]$$

und

$$2 \cdot \tilde{\Re}^{a}_{Sph,t} = \tilde{d}^{a}_{Ä,t} \qquad [H]$$

Setzt man (10.33) in die erste und (10.34) in die zweite der vorstehenden Gleichungen ein erhält man zwei neue Relationen, die der Ausgangsvermutung widersprechen.

$$2 \cdot \tilde{a}^{i}_{Uni,t} = 2 \cdot 2 \cdot \frac{\tilde{n}^{i}_{Uni,t}}{p} \neq \frac{\tilde{n}^{i}_{Uni,t}}{p} = \tilde{d}^{i}_{Uni,t} \qquad [H]$$

und

$$2 \cdot \tilde{\Re}^{a}_{Sph,t} = 2 \cdot 2 \cdot \tilde{n}^{a}_{Sph,t} \neq \tilde{n}^{a}_{Sph,t} = \tilde{d}^{a}_{Ä,t} \qquad [H]$$

Damit zeigt sich, daß gilt:

$$\tilde{a}^{i}_{Uni,t} = 2 \cdot \tilde{d}^{i}_{Uni,t} \qquad [H] \qquad (10.35)$$

und

$$\tilde{\Re}^{a}_{Sph,t} = 2 \cdot \tilde{d}^{a}_{Ä,t} \qquad [H] \qquad (10.36)$$

a und $\Re$ dürfen also nicht als geometrische Größen des Raumes aufgefaßt werden. Sie stellen vielmehr geometrische Größen des Gravitationsfeldes, der dieses Feld erzeugenden Masse, dar. $2\Re$, der zweifache Schwarzschildradius, ist derjenige Durchmesser der ein Schwarzes Loch gravitativ vom Einbettuniversum abgrenzt. Eine Grenze die für eine Masse nur von außen nach innen überwunden werden kann. Hingegen ist a der Halbmesser der sich ergibt wenn die Distanz $2\Re$ als ein in sich gekrümmter Umfang aufgefaßt wird.

Es entsteht somit folgendes Bild. Bei einer vorhandenen Punktkonzentration der Grenzmasse $\tilde{m}_p^a$ wird quasi die Distanz $\tilde{d}_Ä^a = 1H^a$ aus $\tilde{U}_{Uni}^a$ herausgebrochen und zu einer geschlossenen inneren Sphäre mit dem Umfang $\tilde{U}_{Uni}^i = 1H^i$ gekrümmt. Innerhalb des durch diese Einkrümmung entstandenen Schwarzen Loches entsteht also keine Singularität, sondern ein neues Universum mit den gleichen Gesetzmäßigkeiten des umgebenden Äußeren, aber auf einer niedrigeren Energieskala. Die gravitative Grenze des kleinstmöglichsten Schwarzen Loches mit dem Umfang $\tilde{U}_{Uni}^i = 1H^i$ besitzt aus äußerer Sicht den Radius $\tilde{\Re} = 2\,H^a$. Aus Sicht eines Beobachters in der inneren Sphäre ist diese Grenze um den Faktor p kleiner, da sie als in sich selbst gekrümmter Umfang mit dem Durchmesser $2 \cdot \tilde{a} = \dfrac{2 \cdot \tilde{\Re}}{p} = \dfrac{4 \cdot H^i}{p} \approx 1H^i$ verstanden wird.

Da die Expansionszunahme der inneren Sphäre dem Bewegungstheorm (1.3) unterliegt kann $\tilde{U}_{Uni}^i$ bzw. $\tilde{d}_Ä^a$ pro Zeittakt nur um *1H* anwachsen. Dieser Zusammenhang geht auch aus (10.13) hervor, jener maximalen Expansionsgeschwindigkeitsbedingung, welche eine Obergrenze für den Zugang an kollapierender Materie darstellt. Nimmt jedoch $\tilde{d}_Ä^a$ um *1H* zu muß $\Re$ gemäß (10.36) um das zweifache, also *2H* anwachsen. Die Zunahme von $\Re$ ist jedoch nach (1.3) ebenfalls auf *1H* pro Zeitquant beschränkt - der Schwarzschilddurchmesser $\tilde{D}_S^a$ kann um *2 H,* in jeder Richtung um *1H,* pro Zeitquant anwachsen. Das heißt das Anwachsen des Schwarzschildradius bzw. des gesamten damit geometrisch verknüpften Gravitationsfeldes läuft in der Wirkung zeitverzögert zur Ursache ab. Die Gravitationswellen finden so ihre Begründung. Es gilt:

$$\boxed{2 \cdot \tilde{d}_Ä^a \le \tilde{D}_S^a \le 4 \cdot \tilde{d}_Ä^a \qquad [H] \qquad (10.37)}$$

die zugehörigen Ausbreitungsgeschwindigkeiten verhalten sich wie:

$$\tilde{v}_d = \tilde{v}_D = 1c \qquad \left[\frac{H}{S}\right] \qquad (10.38)$$

die zugehörigen Zeitintervalle für den Ausbreitungsvorgang verhalten sich jedoch relativ wie:

$$\tilde{t}_d = 2 \cdot \tilde{t}_D \qquad [S] \qquad (10.39)$$

sie betragen absolut:

$$\tilde{t}_d = \left|\sum \tilde{m}_k\right| \qquad [S] \qquad (10.40)$$

$$\tilde{t}_D = 2 \cdot \left|\sum \tilde{m}_k\right| \qquad [S] \qquad (10.41)$$

sofern $\left|\sum \tilde{m}_k\right|$ der Betrag der kollapierten Masse in Planckmassen eines ununterbrochenen Zuwachsvorganges ist.

Die Lebensdauer der durch diesen Zuwachsvorgang erzeugten Gravitationswelle $\tilde{t}_G$ beträgt somit:

$$\boxed{\tilde{t}_G = \tilde{t}_D - \tilde{t}_d = \left|\sum \tilde{m}_k\right| \qquad [S] \qquad (10.42)}$$

Die Differenz muß angesetzt werden, da das Anwachsen des Äquivalenzdurchmessers der Sphäre den Raum zusammen mit dem Gravitationsfeld verändert dies entspricht der normalen Bewegung einer Masse im Raum - Krümmung und Feld gehen einher. Im direkten Anschluß danach, während der Dauer des zeitlichen Mehrbedarf für das Anwachsen des Schwarzschilddurchmessers, verändert sich jedoch ausschließlich das Gravitationsfeld dynamisch im Raum und dieser Effekt einer sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitenden gravitativen Veränderung des Raumes, einer zusätzlichen Krümmung, bei einer sich statisch verhaltenden Massenumgebung wurde als Gravitationswelle definiert .