7. **Kompakte Materie auf große Entfernungen**

Der Bildungsprozess neuer, ladungsneutraler Partikel soll in dieser Idee, die wir hier verfolgen, in der äußersten Sphäre genau am Rand des Universums ablaufen, als eine fortwährende Trennung von endlich abgeschlossenen und unendlich unbestimmten Bereichen. Dabei stehen sich zum einen zwei Ebenen der Größe R_e^2 im Abstand R_e gegenüber, die dem Elektron zugeordnet sein sollen und einen Maßstab R_e festlegen, der überall im Universum für Teilchen an ihren Entstehungsorten gleich ist. Zum anderen bilden sich gleichzeitig zwei weitere Ebenen die innerhalb der Elektronenebenen liegen, auch die Flächengrößer R_e^2, aber nur den Abstand $d \leq r_e$ haben sollen. Dieser Abstand ist von seinem Entstehungsort abhängig und nur auf der gleichen Universums-Schale gleich groß. Der Ebenen-Abstand d bestimmt die Größe der entsprechenden Masse. In unserem Teil des Universums steht dieser Abstand für die Größe des Protons d_p oder einer zugehörigen Masse m_P.

Teilchen, die sich im gleichen Bezugssystem befinden und deren Relativgeschwindigkeit zueinander gleich Null ist, haben die gleiche Masse und den gleichen Ebenen-Abstand. Bei bewegten Teilchen ändern sich sowohl der Abstand der Protonen-Ebenen, als auch der des Elektrons gemäß der Lorenztransformation.

Die Masse der Teilchen nimmt mit der Geschwindigkeit zu, der Ebenen-Abstand und damit die Massengröße sowohl vom Elektron als auch die vom Proton kann gestuft in der Größenordnung δ geändert werden, was extrem klein ist und im Bereich von $10^{-57} m$ liegt. Dies führt zu winzigen Verschiebungen im Raum, die wir als Bewegung wahrnehmen und die in einer zunehmend veränderten Massenverteilung begründet ist. Ein Teilchen, das mit einem anderen Teilchen einen Energie-Impuls-Austausch hatte, lässt eine kleine veränderte Masseninformation beim jeweils anderen Teilchen. Darüber sind sie fortan in entsprechenden Zeitabständen miteinander verbunden, sie „sehen“ einander und es steckt darin die räumliche Anziehung der Teilchen untereinander. Außer der räumlichen Verteilung, stehen alle Teilchen immer mit dem Rand des Universums in Verbindung, und zwar in der Form, dass sämtliche Verteilungen bis zum Rand aufsummiert, sich dort so darstellen, als befänden Sie sich noch mit ihrer Ursprungsmasse am Ursprungsort. Das heißt, dass trotz der unvorstellbar großen Anzahl von Teilchen und Teilchenbewegungen, sich die Bereiche lokal aus einfachen, geordneten Anfangsbedingungen, zu unvorstellbarer Komplexität vernetzen können, sie aber dennoch auf eine nicht nachvollziehbare Art deterministisch bleiben.

Unter dem Aspekt „schwarze Löcher" stellt sich die Frage, wie hoch kann sich dabei vernetzte deterministisch verbundene Materie verdichten. Was ist die maximale Packungsdichte der Teilchen, damit die Grundbedingungen noch erfüllt bleiben.

Verbundene Teilchen gemeinsam haben eine Bewegungsabstufung im δ Bereich, in Bezug zueinander liegt die kleinste Verschiebungsgröße im Bereich von d_P Schritten. Fragt man also danach, wann sind zwei Teilchen noch als getrennt anzusehen, dann ist die Antwort, dass sich die Ebenen maximal auf d_P Entfernung bei Protonen und auf R_e Abstand bei Elektronen nähern dürfen. Danach wären die beiden Partikel nicht mehr unabhängig, was wegen der Geschlossenheitsbedingung nicht erlaubt ist.

Ein erstes Maß für die maximal mögliche Packungsdichte der Materie liegt dann bei Größenordnungen im Bereich von Abständen bis in den d_P Bereich. Eine extrem hohe Kraft, wie sie zum Beispiel in großen Massenansammlungen auftritt, könnte eine lange Kette von linear hintereinander angeordneten Neutronen, ineinander drücken. Dann läge die Dichte der Neutronen von Ebene zu Ebene zu Ebene maximal bei einer Größe von $10^{20} kg / m^3$. Bleiben wir dennoch im Bereich von Teilchenvolumen dann ist diese Dichte von einem schwarzen Loch mit $10^{55} kg / m^3$ weit entfernt.

Im Mikrobereich kann man schwarze Löscher ausschließen. Etwas anderes ist es, wenn einzelne Protonen immer näher auf die Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden, wie zum Beispiel in Teilchenbeschleunigern oder noch wesentlich stärker durch Quasare, deren Teilchen sich in der kosmischen Strahlung wiederfindet. Kosmische Teilchen von fernen Quasaren können eine maximale Energie von $10^{20} eV$ haben, was einer Masse von $2 \cdot 10^{-16} kg$ entspricht oder bezogen auf das R_e Volumen einer Dichte von $10^{28} kg / m^3$ (bezogen auf d_p wären es $10^{38} kg / m^3$) ausmacht.

Solche einzelnen hochenergetischer Teilchen, können sich nicht verbinden und somit liegen sie trotz ihres gewaltigen Wertes noch weit unter denen des schwarzen Lochs.

Nach diesem Modell gibt es nur ein einziges Teilchen, das eine solche Dichte aufweist und das ist das allererste Teilchen. Da es aber zu diesem Universum gehören soll, muss es genau das Innere vom Äußeren trennen, - stellt also eine Grenzbeziehung dar, die es so nur im Ursprung, im exakten Nullpunkt des Universums hat.

Es ist anzunehmen, dass sich dieses erste Teilchen vom Ursprung entfernt hat, da seine Position zum einen dort schwerelos ist, gleichzeitig aber jede Veränderung seiner Position das Teilchen leichter werden lässt, indem es zum Beispiel Energien freisetzt und Potential gewinnt. Auch dieses Teilchen kann sich mit anderen Teilchen austauschen, was aber immer eine Bewegung nach sich ziehen würde. Jede Bewegung würde wiederum diese ausgezeichneten ersten Teilchen aus der Nullposition wegführen und da hier die Massenunterschiede noch sehr groß sind, sind auch die beteiligten Energiemengen extrem groß.

Denkbar wäre es, dass der Bereich des Nullpunktes heute eher ein Void anstelle einer großen Massenansammlung ist. Die Materieteilchen aus diesem Bereich würden sich bei immer großräumigeren Verbindungen stark auf den mittleren Bereich des restlichen Universums anpassen, also immer leichter werden und den Bereich des Nullpunktes damit verlassen. Der Void könnte dann Ausmaße von vielen Millionen Lichtjahren haben, dadurch sehr unauffällig sein und die Teilchenmassen der Materie drum herum würden nicht auffällig schwerer sein als im großen restlichen Bereich des Universums.

Die Massendichte, die zur Bildung eines Schwarzen Loches nötig ist nimmt mit zunehmendem Radius quadratisch ab $\rho_S \sim 1/R_s^2$. Ein sehr großer Stern könnte also, nach seinem Ableben, die nötige Dichte erreichen. Verdichtet sich eine ausgebrannte Sonne immer stärker, so entsteht im Zentrum ein stark anwachsender Druck, der die Atome sich immer näher kommen lässt. Die Temperatur steigt und die Geschwindigkeit der Elektronen nimmt drastisch zu, die Atomhülle löst sich auf und die Elektronen werden mit steigendem Druck und Dichte immer stärker in den Kern gedrängt. Die Energie stammt dabei aus der Selbstenergie eines Sterns.

Bei homogener Massenverteilung ist die Dichte konstant und es folgt

$$E_G = -\int_0^R G \frac{M(r)}{r} dM = -\int_0^R G \frac{M(r)}{\left(\frac{3M}{4\pi\rho}\right)^{1/3}} dM = -\frac{3}{5} G \frac{M^2}{R} \qquad (1)$$

Die Energie nimmt danach linear mit dem Radius ab, aber quadratisch mit der Masse zu. Allein weil Massen sich gegenseitig nach Newton anziehen und keine Abschirmung der Gravitation bekannt ist steigt die Energie, wenn sich ein Stern zusammenzieht oder weiter Masse ansammelt.

Ein erster Gegendruck entsteht durch die verschiedenen Phasen des nuklearen Brennens bis hin zum Eisen. Nachdem der Stern dann ausgebrannt ist wird er sich weiter zusammenziehen. Damit steigen der Druck und die Dichte der Teilchen, bis als erstes die Elektronen entarten und die Fermienergie der Elektronen stark anwächst. Hält der Druck weiter an, so kann das System ausweichen, indem es die Elektronen in die Protonen drückt und sich der Stern immer mehr zu einem reinen Neutronenstern umwandelt

$p + e \rightarrow n + \nu_e$.

Damit haben wir dann ein entartetes Fermigassystem aus Nukleonen im Grundzustand. Dabei wird für die Temperatur T näherungsweise T=0 angenommen. Da, nach Pauli, keine zwei Zustände von Fermionen gleich besetzt sein dürfen und nur die niedrigsten möglichen Zustände eingenommen werden sollen, folgt für den Maximalimpuls der Fermiimpuls p_F. Zu jedem Fermi-Ionenpaar erhalten wir in den 6 dimensionalen Zustandsräumen ein Volumen von h³, jeweils als Orts- und Impulsraum. Daraus folgt für die Gesamtzahl der möglichen niedrigsten Zustände

$N = \frac{\int_V d^3r \int_{p \leq p_F} d^3p \sum_{Spins}}{h^3} = \frac{V \frac{4}{3} \pi p_F^3 2}{h^3}$ (2) und daraus die Teilchenzahldichte

$n = \frac{N}{V} = \frac{p_F^3}{3\pi^2 h^3}$ (3).

Die Gesamtenergie aller Zustände erhält man über die relativistische Energieimpulsbeziehung zu $E(G) = \sum_{p \leq p_F} E(\vec{p}) = \frac{2V}{h^3} \int_0^{p_F} dp 4\pi p^2 \sqrt{m^2c^4 + \vec{p}^2c^2}$ (4).

Die Lösung des Integrals mit der Substitution u=p/mc führt auf

$z(u) = \int_0^{u_F} dx x^2 \sqrt{1+u^2} = \frac{1}{8}[u_F(1+2u_F^2)\sqrt{1+u_F^2} - \arcsin h(u_F)]$ (5).

Für den relativistischen Fall $u_F >> 1$ kann näherungsweise für

$z(u_F) \approx \frac{u_F^4}{4}(1+\frac{1}{u_F^2}+...)$ geschrieben werden.

Für den Druck gilt nach dem 1.Hauptsatz der Thermodynamik mit T=0

$P = -\frac{dE}{dV} = \frac{m^4c^5}{\pi^2\hbar^3}\left[-z(u_F) - V\frac{dz(u_F)}{du_F}\frac{du_F}{dV}\right]$ (6) mit $u_F = \frac{p_F}{mc}$ und $p_F = \hbar\left(3\pi^2\frac{N}{V}\right)$

erhalten wir $P = \frac{m^4c^5}{\pi^2\hbar^3}\left[\frac{1}{3}u_F^3\sqrt{1+u_F^2} - z(u_F)\right]$ (7) was relativistisch ungefähr

$P = \frac{m^4c^5}{\pi^2\hbar^3}\frac{u_F}{12}$ (8) mit $u_F >> 1$ ergibt und $P = \frac{m^4c^5}{\pi^2\hbar^3}\frac{u_F}{12}$ (9) für $u_F << 1$ im nichtrelativistischen Fall. Für Neutronen gilt die Massendichte $\rho = n_N m_N$.
Die Grenze zwischen relativistischer und nichtrelativistischer Massendichte liegt damit für Neutronen bei $\rho_c = \rho(u_F = 1) = \frac{m^3c^3}{3\pi^2\hbar^3}\frac{m_N}{} = 6 \cdot 10^{18} kg / m^3$

und bei $2 \cdot 10^9 \, kg/m^3$ für Elektronen.

Abhängig von der kritischen Dichte ρ_c können wir für den Druck des entarteten Fermigases schreiben $P = \frac{\hbar c}{12\pi^2}\left(\frac{3\pi^2}{m_N}\right)^{4/3} \rho^{4/3}$ (10) im relativistischen Fall und zu $P = \frac{\hbar^2}{15\pi^2 m}\left(\frac{3\pi^2}{m_N}\right)^{5/3} \rho^{5/3}$(11) im nicht relativistischen Fall, falls $\rho << \rho_c$ ist.

Nehmen wir als Beispiel eine 1,5 fache Sonnenmasse an, die als kaltes Neutronengas eines Neutronensterns behandelt werden soll, dann haben wir $N = 1{,}8 \cdot 10^{57}$ Teilchen. Da alle freien Elektronen im Kern sind, verschwindet die

Identität der Eisenatome und wir erhalten einen einheitlichen Neutronenstern. Die Dichte steigt auf einen Wert von $\rho = 10^{18} kg / m^3$ dem Fermidruck des Neutronengases. Dabei soll jedes Neutron im niedrigsten möglichen Energiezustand liegen, was aber wegen des Pauliverbots dazu führt, dass jedes Teilchen einen anderen Energiewert haben muss.

Die Gesamtzahl der Zustände für T=0 von p=0 bis p=p_F beträgt $n = \frac{V \cdot p_F^3}{6\pi^2\hbar^3}$ (13). Mit J=1/2 und $Z \approx N \approx A/2$ ist dann jeder Fermigaszustand mit zwei Protonen bzw. zwei Neutronen besetzt und es gilt $N = \frac{V\left(p_F^n\right)^3}{3\pi^2\hbar^3}$. Daraus folgt für den Fermiimpuls $(p_F^n)^3 = \frac{3\pi^2\hbar^3 A}{V \cdot 2}$ oder $p_F \cong \frac{\hbar}{R_0}\left(\frac{9\pi}{8}\right)^{1/3}$ (14).

Für den minimalen Radius eines Neutronensterns ergibt sich aus $N = \frac{V \cdot p_F^3}{6\pi^2\hbar^3}$ mit V als Volumen des Neutronensterns, für den Fermi-Impuls des kalten Neutronengases $p_F = \left(\frac{9\pi N}{4}\right)^{1/3} \frac{\hbar}{R}$, wobei jetzt R der Radius des Neutronensterns ist. Für die mittlere kinetische Energie pro Teilchen gilt
$\left\langle E_{Kin} / N \right\rangle = \frac{3}{5}\frac{p_F^2}{2M_n} = \left(\frac{9\pi N}{4}\right)^{2/3} \frac{3\hbar^2}{10 M_n R^2}$ (15)

Die mittlere potentielle Energie pro Neutron eines Sterns konstanter Dichte beträgt $\left\langle E_{Pot} / N \right\rangle = -\frac{3}{5}\frac{GNM_n^2}{R}$ (16).

Sucht man nun den minimalen Radius der Gesamtenergie aus potentieller und kinetischer Energie pro Teilchen so erhält man über die Ableitung
$R = \frac{\hbar^2 (9\pi / 4)^{2/3}}{GM_n^3 N^{1/3}}$ (17).

Für unser Beispiel hieße das, der minimale Neutronensternradius liegt bei 12 km. Bei einem Stern der Masse $1{,}5 M_\odot$ und einem Radius von 12 km ist jeder Zustand eines jeden Teilchens genau einmal besetzt. Der Raum ist energetisch voll. Es kann kein weiteres Teilchen innerhalb dieses Volumens aufgenommen werden, weil alle möglichen Energiezustände besetzt sind.

Dies soll nun nicht nur für die Quantenzustände gelten, sondern es soll sich auch auf die Gravitation auswirken. Sind alle Zustände besetzt und im Grundzustand und ist keine Änderung mehr möglich, insbesondere eine Anregung der Teilchen innerhalb des Systems und sind weiter im Idealfall alle positiven und negativen Ladungen im Neutron gebunden, dann ist die elektrische Ladungsverteilung auf das jeweilige Nachbarteilchen beschränkt. Es gibt damit kein weitreichendes elektrisches Feld, keine elektrische Wechselwirkung, außer der im unmittelbaren Nahbereich. Für die gravitative Anziehung gilt hingegen genau umgekehrt, dass innerhalb des Sterns ein gravitativer Austausch nicht mehr möglich ist, eben weil der Raum energetisch voll ist. Man kann auch argumentieren, dass jedes Teilchen eine andere Geschwindigkeit hat und damit für ein anderes Teilchen innerhalb des Neutronensterns nicht sichtbar ist. Der Gravitation bleibt demnach nur das Außen, der Bereich in den freien Außenraum hinein zu der Materie drum herum, die noch nicht gebunden ist. Dies führt dazu, dass sich die Teilchen im System nicht weiter anziehen und der Druck nach innen entscheidend nachlässt. Das Gravitationsgesetz in seiner einfachen $1/R^2$ Abhängigkeit, die nicht abschirmbar ist, funktioniert nur so lange, wie sich die Materie nicht zu stark verdichtet. In dem Maße, wie die Freiheit der Quantenzustände im Quantenraum abnimmt weicht das Gravitationsverhalten der Materie vom klassischen Gesetz ab, es tritt so etwas wie eine Gegenbeschleunigung auf.

Die Einschränkung durch das Pauliverbot hat vermutlich seinen Grund in der Geschlossenheit des Universums als Ganzes. Das führt dazu, dass Teilchen tief im Innern eines Neutronensterns nur dann frei bis zum Rand durchkommen, wenn kein zweites Teilchen den gleichen Orts-/Impulszustand hat. Würde somit ein maximal dicht gepackter Raum trotzdem sich wie gewohnt weiter verdichten, so würden sich zwei getrennte Teilchen nicht mehr auseinander halten lassen. Die Verbindung wäre unterbrochen und das Universum als Ganzes nicht mehr abgeschlossen.

Ein weiterer Zyklus der vier Möglichen betrifft die gravitative Beziehung der Teilchen zueinander, die von den Wirkungsschritten gleichgroß wie die elektrischen Verbindungen sind, aber ungeordnet statistisch verteilt und dadurch bei maximal $10^{23} Pulsen/s$ um den Faktor 10^{38} mal kleiner in seiner Auswirkung sind. Kommen sich einseitig zwei Massen näher so steigt die Zahl der Verbindungen entsprechend und wir spüren eine Anziehung.

Weitreichende Verbindungen bedeuten, dass die Materie durchsichtig genug für die Gravitation ist. Die Atome zwischen den entfernten Austauschteilchen brauchen dann unterschiedliche Energiezustände, damit die entfernteren Gebiete erreicht werden können.

Zwei Teilchen, die sich austauschen haben kurzfristig den gleichen Ort und den gleichen Zustand. Anfang und Ende sind extrem kurz gleich oder verschränkt. Dafür müssen alle dazwischenliegenden Zustände verschieden sein, sonst erreichen sie sich nicht.

Zwei isolierte Elementarteilchen ziehen sich nach Newton mit der Kraft $F(r) = G\frac{Mm_s}{r^3}\vec{r}$ (18) an. M und m_s sind dabei schwere Massen. Diese Gravitationskraft führt zu einer Beschleunigung der trägen Masse m_t $G\frac{Mm_s}{r^3}\vec{r} = m_t\ddot{\vec{r}}$. Es zeigt sich, dass man die träge Masse gleich der schweren Masse setzen kann und wir erhalten ein beschleunigendes radialsymmetrisches Feld um M, das unabhängig von der Größe der zweiten Masse ist.

Nach Einstein hat die Bewegungsgleichung eines strukturlosen Einzelteilchens die Form $\frac{d^2x^i}{ds^2} + \Gamma^i_{kl}\frac{dx^l}{ds}\frac{dx^k}{ds} = 0$ (19). Darin können Gravitationsfelder durch die Raum-Zeit-Geometrie beschrieben werden. So kann für eine beliebige Metrik g_{ik} für einen Raum-Zeitpunkt ein Koordinatensystem gefunden werden, so dass sich die Bewegungsgleichung auf $\frac{d^2x^i}{dx^2} = 0$ (20) reduziert. Damit verharren in diesem System alle Körper unabhängig von ihrer Masse in einer gleichförmigen beschleunigungslosen Bewegung, ohne dass die träge Masse gleich der schweren Masse gesetzt werden musste.

Quantenmechanisch werden die Wechselwirkungen durch Bosonen bestimmt, die die Fermionen über ein Feld miteinander verbinden. Für die Gravitation nimmt man an, dass es sich dabei um das Graviton handelt. Dies lässt sich noch am ehesten mit der Bewegung im Raum bei der Vorstellung von zwei Ebenen vereinbaren. Eine Annäherung verliefe danach so, dass die beiden Teilchen in einem vielfachem Abstand von R_e zueinander stehen und sich in der entsprechenden Zeitspanne um je ein R_e bzw. d_P annähern. Im Idealfall würde bei zwei Protonen diese Strecke $n = l / d_p$ Mal zurückgelegt, wobei sich die Entfernung l um je ein d_p vermindert. Die gesamte Strecke betrüge dann

$\underline{s} = \frac{1}{2}\frac{l^2}{d_p} - \frac{l}{2}$ (21).

Haben wir nur zwei isoliert betrachtete Teilchen und sehen uns den Bewegungsablauf im Raum nach dem Ebenen-Modell der Annäherung an, dann zeigt sich, dass die Bewegung nicht mit der Newton´schen übereinstimmt.

Für große Massenansammlungen liegen große Teilchenmengen im Nahbereich. Damit spielt die Unschärfe keine Rolle und die träge Masse kann als schwere Masse angesehen werden. Haben wir jedoch nur ein einzelnes Teilchen, befinden sich also die meisten Teilchen in großer Entfernung, wirkt sich die Unschärfe unmittelbar aus. Das Teilchen springt entsprechend zu den fernen Teilchen, was zu einer Verteilungsfunktion des Ortes führt, aber auch zu dem, dass zwei Teilchen sich jeweils als zwei träge Teilchen sehen, die sich in diesem Umfeld auch anziehen, aber eben nicht schweredominiert. Sie bewegen sich dann entsprechend zur Größe der Masse langsamer aufeinander zu und die Bewegung nimmt quadratisch mit der Entfernung zueinander ab. Es zeigt sich jedoch viel stärker die Trägheit der beiden Massen.

Zwei Teilchen die miteinander wechselwirken, müssen die gleiche Geschwindigkeit haben, damit sie einander sehen. Da sich die Teilchengeschwindigkeiten im Deltabereich bewegen und Fermi verteilt sind findet sich bei einer großen Anzahl immer ein passendes Teilchenpaar. Trotzdem sind einzelne oder wenige Teilchen trägheitsdominiert und nur bei großen Teilchenansammlungen kann man die Schwere gleich der Trägheit setzen.

Teilchenbewegungen sind somit von zwei Arten: Zum einen von einer Unschärfebewegung, einem $\vartriangle v$ und zum anderen einer Schwerpunkts-Bewegung v_s. Die Schwerpunkts-Bewegung entspricht dann der Trägheit, sie bestimmt den Ebenen Abstand von jeweils R_e und d_p eines Atoms. Die Delta Bewegung hängt mit den Kontakten zu den anderen Teilchen zusammen. Dabei tauschen sich nur Teilchen aus, die kurzfristig den gleichen Zustand einnehmen können. Passend dazu werden immer gleiche Pakete in statistisch jede Raumrichtung abgegeben, die dann zu δ Veränderungen der Ebenen und zu

Schwerpunktsbewegung v_s führen. Elektrische Verbindungen richten sich nach der Schwerpunkts Bewegung, die übereinstimmen muss. Beispielsweise haben in einem Atom das Proton als auch das Elektron die gleiche Schwerpunktsbewegung. Die Bewegungen liegen aufeinander und damit ist der Kern für das Elektron immer sichtbar. Der Austausch geschieht über gleiche Energiepakete, die das Elektron um einen R_e-Schritt und das Proton um einen d_p-Schritt näher kommen lassen. Die Anziehung hängt dabei von der Entfernung ab, da der Weg für die Pakete mit s^2 zunimmt.

Teilchen sehen einander im gravitativen Zyklus nicht, wenn die Geschwindigkeiten unterschiedlich sind. Das Maß ist die Schwerpunktsbewegung die im δ Bereich liegt, bei der aber nicht jeder δ Schritt durchlebt werden muss. Somit kann die Gravitation sehr weitreichend sein.

Nach der allgemeinen Relativitätstheorie verändert Masse die Geometrie des Raumes. Jedes Masseteilchen krümmt ein wenig die Raumdimensionen. Dabei geht man intuitiv davon aus, dass der Raum etwas ist und dass Massen vom Wesen her den Raum verändern, Energie aufnehmen kann, in zeitloser und kontinuierlich Form. Dabei ist zum einen gar nicht geklärt wie die Gravitation zustande kommt und zum anderen konnte eine wie auch immer geartete Struktur des Raumes bisher nicht nachgewiesen werden. Für große Massenansammlungen besteht kein Zweifel an der Gültigkeit der Gleichungen und wie zahlreiche Experimente beweisen verhalten sich für große Massen die Bewegungsgleichen ganz wie erwartet. Dennoch können sich die Zusammenhänge im Detail ganz anders entwickeln, was im Gegenzug unter bestimmten Grenzbedingungen zu abweichenden Ergebnissen führt. Die Gravitationskraft ist so extrem klein, dass unabhängige Messungen an wenigen isolierten Teilchen nicht möglich sind. Umgekehrt sind bei allen gravitativen Messungen so viele Teilchen beteiligt, dass auch so kein Rückschluss auf die genaue Form und Art des gravitativen Austausches möglich ist. Wir nehmen zu Recht an, dass die Gravitation nicht abschirmbar ist und schließen dies daraus, dass wir beispielsweise auf der Erdoberfläche mit einer Kraft angezogen werden, die nach der Rechnung prinzipiell einer Anziehung zu allen Erdteilchen entspricht. Dies führen wir weiter auf Massenansammlungen, die noch um viele Größenordnungen schwerer sind, als die der Erde oder der Sonne. Doch ist das wirklich so? Können die Massen sich grenzenlos verdichten oder grenzenlos ansammeln?

Im Vergleich zur mittleren Dichte im Universum ist die Dichte unserer Erde sehr hoch, doch scheint sie zumindest auf der Erde zu keinen messbaren Auffälligkeiten zu führen. Es sieht so aus, als würde jedes einzelne Massenteilchen den Raum mit krümmen und sich diese Gesamtkrümmung bis zur Oberfläche aufsummieren. Und doch kann es so nicht sein, schon allein, weil ein einzelnes Teilchen nicht so exakt lokalisiert werden kann. Außerdem werden die Kräfte über Eichbosonen vermittelt und das vermutlich auch bei der Gravitation. Das wiederum würde bedeuten, dass sich die Bewegungen nur gequantelt ändern und sich auch die Energiezustände im Raum in gequantelten Strukturen ändern. Doch ändert sich der Raum? Muss sich der Raum überhaupt ändern, wenn die Gravitation von Austauschteilchen geregelt wird? Gibt es den Raum zwischen den Teilchen überhaupt oder den Dualismus bei der Beschreibung der Teilchen? Oder sind der Raum und die Zeit nur Hilfsgrößen um den Wiederspruch zwischen zeitlosen Austausch und endlichen Zeitgrößen im Raum von sich langsam bewegenden Massen besser beschreiben zu können?

Bisher haben wir die gravitativen Kräfte mit den elektrischen verglichen, mit dem Unterschied, dass Ladungen auf zwei Teilchen konzentriert sind, gravitativer Austausch aber statistisch zu allen normalverteilten Teilchen stattfinden soll. Der Raum selber hat dann keine sonderliche Bedeutung. Teilchen machen nichts mit dem Raum, der Raum kann somit auch leer sein oder nur als abstraktes Konstrukt Sinn machen. Zu diesen Verbindungen soll jetzt noch die Bedingung hinzukommen, dass Teilchen sich gravitativ nur dann sehen, wenn ihr Ebenen-Abstand gleich und ihre Entfernung ein Vielfaches dieses Ebenabstandes ist. Nur dann sehen sie sich und wenn sie sich sehen, dann nähern sie sich auf eine kurzfristig verschränkte Art. Für einen sehr kurzen Moment gibt es den Raum zwischen Ihnen nicht, bevor sie wieder an ihrer alten Position um eine ganze Einheit näher gerückt sind. Kurze Austauschverbindungen zwischen Teilchen zeigen keinen Alterungsprozess. Sie können noch so weit entfernt sein, im Moment der Verbindung gehen keinerlei Informationen an den Raum oder sonst irgendwas verloren.

Mit dieser Bedingung würden die Teilchen nicht nur auf das unmittelbare Umfeld einwirken, sondern auch über sehr große Entfernungen Verbindungen zueinander herstellen können. Dies auch, wenn die Dichte extrem zunimmt. Allerdings zeigt sich umgekehrt auch gleich, dass es dann eine maximale Grenze für den Verdichtungsgrad geben muss. Sollte die Dichte in einem Stern auf die Kerndichte ansteigen, sollten also beispielweise alle Teilchen nahezu mit gleichem Ebenenabstand dicht an dicht, in ganzzahligen Entfernungen zueinander liegen, so würde die Gravitation nur zum jeweils nächsten Nachbarn reichen. Es könnte sich nichts aufsummieren und die inneren Teilchen hätten keinen Zugang mehr nach außen. Dies ist aber wegen der Geschlossenheitsbedingung des Universums als Ganzes zwingend notwendig. Als Konsequenz müssten alle Teilchen einen anderen Ebenenabstand oder um es mit Fermi auszudrucken einen eigenen Quantenzustand haben. Nur dann wäre auch für das innerste Teilchen die Materie drum herum durchsichtig und die Grundbedingung, das im ersten Zyklus sich die Teilchen im Innern mit den Antiteilchen am Rand verbinden, für jedes einzelne Teilchen erfüllt. Womit die Bedingung, dass Gravitation nicht abschirmbar, hinfällig geworden ist. Zumindest im Bereich des Fermizustands ziehen sich die Teilchen nicht mehr untereinander an, weil sie sich nicht mehr sehen und die Gravitationskraft ist zunehmend nach außen gerichtet. Dies würde als Konsequenz bewirken, dass die Kraft die den Stern zusammenzieht und ihre zugehörige potentielle Energie, kleiner sind, als die der Fermienergie, die die Teilchen möglichst wieder voneinander entfernen will. Der Stern sucht sich also ein neues Gleichgewicht bei einem entsprechend größeren Sternenradius.

Im dritten Zyklus tauschen sich Masseteilchen aus, was dazu führt, dass sie sich jedes Mal um eine kleine Einheit näher kommen. Damit scheint die Gravitation nur anziehend zu sein. Je näher sich die Teilchen kommen und je mehr Teilchen in der Nähe sind, desto öfter tauschen sich die Teilchen demnach im Nahebereich und entsprechend weniger mit Teilchen im Fernbereich aus. Dieser Prozess hat aber einen Gegenablauf im Mikrobereich. Kommen sich Teilchen immer näher, so wird die Zahl der freien Zustände immer eingeschränkter. Dies nimmt mit der Anzahl der Teilchen und mit der Nähe immer mehr zu. Also verändert sich mit zunehmender Dichte die Zahl der Teilchen die sich noch sehen, weil ihr Abstand und ihre Richtung zueinander genau das richtige Vielfache hat. Immer mehr Teilchen sehen einander nicht mehr, weil die Zahl der möglichen Quantenzustände im Raum immer eingeschränkter wird. Findet ein Teilchen in einem Zeitprozess keinen passenden Partner im Stern, so geht es weiter in den extrem stark ausgedünnten Außenbereich, also zwangsläufig auf Verbindungen in großer

Entfernung. Solange die Teilchen nicht sonderlich verdichtet sind, ist dies nur nebensächlich, doch umso stärker sich die Teilchen im Raum verdichteten, desto mehr zeigt sich darin eine Gegenkraft, die zum einen der Massenbeschleunigung hin zum Sternenzentrum entgegenwirkt, zum anderen auch in einer zusätzlichen Kraft zu Teilchen die weit außerhalb der Massenansammlung verteilt sind. Weit entfernte Massen werden demnach mit einer stärkeren Kraft angezogen, als sich das aus den normalen Newton´schen Bewegungsgleichungen ergeben würde. Dies bedeutet zum einen, dass sich Sterne eventuell nicht bis zum reinen Neutronenzustand verdichten können, also erst Recht nicht, das Materie in einem schwarzen Loch verschwindet und zum anderen, dass Materie die man in einem größeren Abstand um ein scheinbares schwarzes Loch herum beobachtete, mit einer höheren Kraft angezogen wird als dies die klassischen Formeln ergeben. Insbesondere extrem große Massenansammlungen wie in Galaxien, bei denen sich nicht nur die höchste Materiedichte im Zentrum befindet, sondern bei denen man in jeder Galaxie im Zentrum supermassive schwarze Löcher vermutet, würde sich diese verstärkte Gegenkraft in den Außenbereichen, den Galaxienarmen zeigen und diese Massen müssten stärker angezogen werden als sich das allein mit der Newton´schen Dynamik erklären ließe. Die Massen im Außenbereich müssten sich also für ein Gleichgewicht beobachtbar schneller drehen - was auch der Fall ist. Man könnte dies sogar auf den ganzen Raum im Universum übertragen. Die Galaxien im Außenbereich haben eventuell nicht genügend Masse, um für alle Teilchen aus dem Innern einen Gegenpartner zu finden, so dass der immer leerere Raum weiter durchlaufen wird. Je mehr sich Materie aus der ursprünglich gleichmäßig über den ganzen Raum verteilten Form auf immer größere Dichteansammlungen konzentriert, desto weiter greift eine zunehmende Vernetzung auf immer größere und entferntere Bereich vom Ganzen. Ein Gleichgewichtszustand würde sich also nicht aus den Bedingungen der Körper in der unmittelbaren Nähe ergeben, sondern er würde überlagert sein von immer entfernteren Massen aus den verschiedensten Regionen. Auch hier gilt dann, dass sich weit entfernte Galaxien für den Gleichgewichtszustand scheinbar viel zu schnell entfernen. Für die normalen Rechnungen zur Rotverschiebung, die als Fluchtbewegung interpretiert werden, aber nur durch die immer kleiner werdenden Protonenmasse hervorgerufen werden soll, muss jetzt noch zusätzlich die verstärkte Anziehung aufsummiert werden, die sich mit der zunehmenden Entfernung immer stärker auswirkt.

Diese zusätzliche Kraft hängt zwar mit der Fermienergie zusammen ist aber wegen der Art des Teilchenaustausches nicht auf den Nahbereich beschränkt, - die Fermienergie zwingt die Teilchen nicht nur auf größere Geschwindigkeiten auszuweichen, sondern auch auf Teilchen in größeren Entfernungen. Wir haben dadurch im dritten Zyklus eine unabhängige, zusätzliche Kraft, die nicht unbedingt proportional mit $1/R^2$ abfallen muss, sondern sich wahrscheinlich nur an Masseobjekten abbaut.

Außerdem soll nach wie vor sich eine zweite zusätzliche Kraft aus dem ersten Zyklus schon dadurch aufbauen, dass sich Teilchen von ihrem ursprünglichen Entstehungsorten beim Zusammenziehen entfernen. Für das Universum als Ganzes verstärkt sich die Summe aller Teilchenmassen bis zum Rand hin so, dass bei R_U das Universum exakt abgeschlossen ist, d.h. es kommen keine Informationen herein oder hinaus. Hier liegt der eigentliche Ereignishorizont, der das Innere vom Außen trennt. Entfernen sich die Teilchen tief im Innern, so ist der Weg zwischen Teilchen und zugehörigem Rand immer etwas länger, was nur erlaubt ist, wenn die Zeit dabei gedehnt wird, also eine kleine rückwirkende Beschleunigung auf das einzelne Teilchen hin zum Ursprung wirkt. Am Rand muss sich die Gravitation so darstellen, als wäre alles noch im Ursprung, hier erfährt man nichts über die vielen Verbindungen und Bewegungen im Innern. Diese Beschleunigungen sind dadurch bezogen auf die Entfernung zum Rand hin extrem klein, können sich aber für eine große Anzahl von Teilchen messbar verstärken und im Extremfall zusammen mit der Zunahme der Gegenbeschleunigung bei großen Dichten, einen Kollaps der Materie aufhalten.

Um konkret mit Zahlenwerten die Größen miteinander in Verbindung bringen zu können, gehen wir von einem einfachen, linearen Zusammenhang einer zunehmenden Dichte ρ im Vergleich zu einer Anfangsdichte ρ_0 für eine Rückbeschleunigung a im Verhältnis zu einer Anfangsbeschleunigung a_0 aus $\frac{a}{a_0} = \frac{\rho}{\rho_0}$. Zudem soll die zu ρ_0 gehörende Anfangsbeschleunigung a_0 für $\rho = \rho_0$ gleich Null sein. Es muss dann gelten $a = a_0\left(\frac{\rho}{\rho_0} - 1\right)$ (22). Nehmen wir weiter an, dass sich beim Zusammenziehen der Materie aus einer Wolke hin zu einem verdichteten Stern die Masse konstant bleibt, dann können wir auch schreiben $a_1 = a_0\left(\frac{R_0^3}{R^3} - 1\right)$ (23). Die Beschleunigung nimmt proportional 1/R³ zu, was nicht weiter auffällig ist, da sich auch die Dichte beim Kontrahieren mit R³ ändert. Nun haben wir aber, wie erwähnt, noch eine zweite zusätzliche Kraft. Wir müssen deshalb noch eine zweite Beschleunigung einführen oder die Grundbeschleunigung verändern. Diese Beschleunigung soll nur linear mit dem kleiner werdenden Radius zunehmen.

Zu jedem Bereich, aus dem sich die Materie zusammenzieht findet sich immer ein Nachbarbereich, bei dem sich die Masse auch zur Kugel verdichtete hat. Zu diesen Nachbarsonnen soll dann weiter eine Verbindung bestehen, die nicht mehr quadratisch mit der Entfernung abnimmt, sondern es soll eine direkte Verbindung sein, die folglich nur linear mit der Entfernung schwächer wird. Auch hier können wir näherungsweise von der Ursprungsgröße des Raumbereichs R_0 hin zur Radiusgröße des Sterns R eine zusätzliche Beschleunigungszunahme von $a = a_1\frac{R_0}{R}$ (24) annehmen. Zusammen mit (23) folgt insgesamt $a = a_0\left(\frac{R_0^3}{R^3} - 1\right)\frac{R_0}{R}$ (25).

Die Eins kann im Allgemeinen weggelassen werden, so dass folgt $a = a_0\frac{R_0^4}{R^4}$ (26), also eine Zunahme der Beschleunigung mit der 4. Potenz.

Gehen wir von der Ursprungsdichte auf unserer Universums-Schale $R_1 = 3\cdot 10^{24}m$ aus, so liegt diese Dichte bei $\rho_0 = \frac{M_{Uo}}{4\pi R_1^2 R_e} = 5{,}7\cdot 10^{-24}kg/m^3$.

Bei dieser Dichte befindet sich der mittlere Abstand zweier Atome bei $R_x = \sqrt[3]{\frac{M_N}{\frac{4}{3}\pi\rho_0}} = 0{,}04m$.

Die mittlere Dichte auf der Erde liegt bei 5400kg/m³die Dichte der Sonne bei 1400 kg/m³. Bei Swingby Flügen traten Gegenbeschleunigungen von etwa $a = 5\cdot 10^{-5}m/s^2$ auf, die nicht erklärt werden konnten. Machen wir die Abschätzung, dass auf der Sonnenoberfläche mit (24) eine Gegenbeschleunigung von etwa a=0,01m/s² (siehe unten) möglich ist, die nicht weiter auffallen würde, dann folgt für die Grundbeschleunigung a_0 der Wert $a_0 = 6,4 \cdot 10^{-38} m/s^2$.

Schauen wir uns die Energie an, die pro Teilchen bei einer zunehmenden Verdichtung der Partikel von ihrem Ursprung aus hineingesteckt wird, so erhalten wir für die Energie bezogen auf ein Teilchen

$$E/N = \frac{1}{N}\int_{R_o}^{R} F ds = \frac{1}{N}\int_{R_0}^{R} M_W a_0 \frac{R_0^4}{R^4} dr = -\frac{1}{3}\cdot M_N a_0 R_0^4 \left(\frac{1}{R^3} - \frac{1}{R_0^3}\right) \text{ (27).}$$

Da R_0 sehr groß im Vergleich zu R ist, kann $1/R_0^3$ vernachlässigt werden.

Zusammen mit der abstoßenden Fermienergie von $\left\langle E_{Kin}/N \right\rangle = \frac{3}{5}\frac{p_F^2}{2M_n} = \left(\frac{9\pi N}{4}\right)^{2/3} \frac{3\hbar^2}{10 M_n R^2}$ (28) und der potentiellen Energie pro Teilchen $\left\langle E_{Pot}/N \right\rangle = -\frac{3}{5}\frac{GNM_n^2}{R}$ ergibt sich für die Gesamtenergie

$$\left\langle E/N \right\rangle = +\left(\frac{9\pi N}{4}\right)^{2/3} \frac{3\hbar^2}{10 M_n R^2} + M_N a_0 \frac{R_0^4}{3R^3} - \frac{3}{4}\frac{GNM_n^2}{R} \text{ (29)}$$

Daraus lässt sich über die Ableitung ein minimaler stabiler Radius unserer Sonne von immerhin 5000 km berechnen, also nur etwa auf die jetzige Größe der Erde und nicht auf den nur 3 km großen Schwarzschildradius.

Für die schwerste uns bekannte Sonne R136a1 mit einer Masse von etwa $M = 300 M_\odot$ ergibt sich mit der gleichen Rechnung ein letzter, minimaler stabiler Radius von rund 12.500 km, was im Vergleich zum entsprechenden Schwarzschildradius mit 890 km noch weit entfernt ist.

Diese Rechnungen beschreiben den Zusammenhang von Einzelsterne aus Wolkenansammlungen, die sich im Wesentlichen im Bereich des Ursprungs zusammengezogen haben. Einerseits wird dabei der Zwischenraum immer dichter, andererseits verlängert sich der Weg für die Verbindung zum Rand des Universums und es entstehen damit rücktreibende Beschleunigungen, die mit zunehmender Komprimierung stark anwachsen. Dieser Prozess ist anscheinend begrenzt, da keine schwereren Sterne als R136a1 bekannt sind. Wir haben hier vielleicht eine maximale Größe für ein geschlossenes Untersystem gefunden.

Teilchenansammlungen können sich eventuell nicht aus beliebig großen Raumgebieten zusammenziehen.

Dennoch ist es möglich, dass sich geschlossene Massensysteme wie Sonnen als Ganzes wieder anziehen und verbinden. Diesmal vielleicht aber nicht mehr nach dem Newton'schen $1/R^2$-Gesetz. Dies Gesetz ist möglicherweise ausgelegt für vergleichsweise homogene Teilchenverteilungen im relativen Nahbereich.

Schränken wir also das Gravitationsgesetz nach Newton noch weiter ein und postulieren eine beschränkte Richtungsabhängigkeit verdichteter Materie, dann würden Massen an der Oberfläche nicht mehr im Wesentlichen statistisch von allen anderen Teilchen angezogen, sondern es besteht eine einseitige Ausrichtung. Auch soll wie schon oben erwähnt nicht mehr der Raum selber die Gravitationsenergie aufnehmen können, sondern nur Teilchen innerhalb des Sterns oder Massen im nächstmöglichen Nahbereich. Die Anteile an Austauschteilchen, die nicht im Stern gebunden wurden, durchziehen dann den Raum nicht isotrop und homogen, sie schwächen sich somit auch nicht ab, da der Raum strukturlos sein soll, sondern sie konzentrieren sich auf die nächsten Nachbarsterne. Hier nur soll sich die zusätzliche Energie hauptsächlich abbauen. Es soll sowohl die Energie des Nachbarsterns aufgenommen, als auch die eigene überschüssige Energie in die umgekehrte Richtung abgegeben werden. Lösen wir uns also von der Vorstellung, dass der Raum metrisch gekrümmt wird, und ersetzen dies durch eine auf Massen bezogene Verbindung, dann können wir die Entfernungen auch aus der Sicht der Austauschteilchen zeit- und raumlos betrachten und bekommen Kraftanteile, die sich an den räumlichen Verteilungen orientieren. Es zeigen sich einerseits auf große Entfernungen eher kettenförmige Verbindungen, andererseits bei den Sternen selber, für große Verdichtungen, auch Gegenkräfte zur Gravitation.

Betrachten wir beispielsweise die nächste vergleichbar große Sonne in vier Lichtjahren Entfernung und behaupten, dass sich die Energie hauptsächlich an den Nachbarsonnen abbaut, dann nimmt die Beschleunigung a_s wahrscheinlich nur linear mit der Entfernung ab, da die offenen Teilchen überwiegend auf diese Sonne konzentriert sind und die Energie sich nicht in den Raum ergießt. Dass die Beschleunigung dabei abnimmt ist zu vermuten, weil mit entsprechend größer werdendem Abstand, die Verbindungsinformationseinheiten immer länger im Zwischenraum verschwunden sind. Eine Beschleunigung auf der Sonnenoberfläche ($R_s = 7 \cdot 10^8 m$) von $a_s = 0{,}01 m/s^2$ und der Entfernung von etwa R_N = 4 Lj bis zur nächsten vergleichbar großen Nachbarsonne führt auf eine Beschleunigung von $a = a_s \frac{R_S}{R_{NS}} = 1{,}8 \cdot 10^{-10} m/s^2$. Dieser Wert ist von gleicher Größe wie der Wert der sich aus der Bewegung der Sonne bezogen auf das Milchstraßen Zentrum ergibt ($1{,}8 \cdot 10^{-10} m/s^2$).

Zu dieser Idee passt auch, dass die Sternendichte zum Zentrum hin anwächst, was wegen $a = a_s \frac{R_s}{R}$ zu einer Zunahme der Beschleunigung führt, aber bei einem kleiner werdenden Radius zum Zentrum hin wieder kompensiert wird. Die Geschwindigkeiten der Sterne bleiben somit in etwa, radiusunabhängig, konstant.

Würde die zu hohe Geschwindigkeit nicht von der dunklen Materie herrühren, sondern von dem direkten Austausch zwischen den Sonnen, dann könnten die zu starken Verbindungen auf kettenförmige Verbindungen der Sterne untereinander zurückgeführt werden. Der innere, relativ sternendichte Bulg, würde über kettenartige Verbindungen zu den zunehmend weiter außen liegenden Sternen seine Drehbewegung weitergeben, die sich in Spiralarmen stabilisieren.

Auf der Erde haben wir ein $a_E = 0{,}00005 m/s^2$ gefunden, das abstoßend ist und nicht mit dem Gravitationsgesetz erklärt werden kann. Denkbar wäre auch hier, dass dieser Wert von der Sonne herrührt, als ein kleiner Teil der Energie die sich schon etwas an der Erde abbaut. Benutzen wir den gleichen Formalen Zusammenhang wie den zu unserer Nachbarsonne, so folgt mit $a_S = a_E \frac{R_{S-E}}{R_S}$ daraus ein Betrag für die Beschleunigung an der Sonnenoberfläche von $a_S = 0{,}01 m/s^2$, den wir schon oben verwendet haben.

Materieansammlungen in Sternensystemen von großen Galaxien mit zentralen Massen von bis zu 17 Milliarden Sonnenmassen haben wahrscheinlich nicht genau die gleichen Randbedingungen wie die für Massenkonzentrationen von Einzelsternen. Einzelsterne können im Prinzip auch statisch am Ort der Ursprungsteilchen bleiben. Schließen sich aber Sterne zu Systemen zusammen, verbinden sich abgeschlossene Systeme mit benachbarten Systemen, dann können sie spiralförmig aufeinander fallen oder sich auf Kreisbahnen stabilisieren. Stabilisieren sie sich in ihren Bewegungen, so bleibt nur der gerichtete Energieaustausch relativ zueinander, der zu stärkeren Verbindungen als die mit Newton führt. Bewegen sie sich aufeinander zu, so nähern sich zwei Systeme, die in ihrem Raumbereich schon sehr verdichtet sind. Die Raumverteilung auf das Ganze gesehen hinterlässt immer größere Leerräume auf der einen Seite und Materieansammlungen auf der anderen Seite. Konzentrieren sich viele solcher Sterne auf einen Raumbereich, dann hinterlassen sie in entsprechender Weise drum herum gewaltige Void von entsprechenden Ausmaßen. Es ist kaum vorstellbar, dass in einem ursprünglich homogen aufgebauten Universum, sich solche Energieansammlungen auf immer kleineren Raumbereichen ansammeln können, ohne dass sich rücktreibende Gegenkräfte aufbauen und den Kontraktionsprozess beeinflussen. Einfach schon aus der größer dieser Void, die eine gewaltige Massenkonzentration hinter sich zurücklässt. Letztendlich bleibt am Ende immer die Randbedingung, dass Teilchen nicht verschwinden dürfen, sich also ein Ereignishorizont nicht einstellen darf. Vermutlich werden die Teilchen in einem zunehmend vollerem Quantenraum nicht nur auf immer höhere Geschwindigkeiten ausweichen, sondern es wird sich auch im gleichen Maß das Gesetz von Newton verändern. Teilchen werden nicht mehr statistisch Verbindung zu anderen Teilchen gemäß $1/R^2$ aufnehmen, sondern zunehmend auf die nun sehr nahe gekommenen Nachbarsonnen ausweichen. Die nahen Sonnen werden stärker angezogen, doch die eigene Sonne kann ihre Atome nicht mehr so stark halten. Sie dehnt sich wieder aus und dass bei ausgebrannten sehr dichten Sonnen viel stärker als bei aktiven Sonnen. Die Dichte nimmt ab, wobei der Quantenraum trotzdem durch die zunehmende Zahl der näherkommenden Nachbarsonnen ansteigen würde. Gehen wir vom Schwerpunkt dieser zunehmenden Massenansammlung aus, dann würde sich das Newtongesetz, vom Zentrum ausgehend, zunehmend abschwächen, weil hier die meisten Teilchen schon für einander unsichtbar geworden sind. Sie sind zwar für einander nicht mehr sichtbar, haben aber durchaus noch Verbindungen zu weiter außen liegende Bereiche. Trotz allem gibt es eine Verschiebung der Energien, wenn im Innern zunehmend Teilchen ihre Verbindungen zu weiter außen liegenden Atomen aufnehmen. Wir haben dann wieder einen Überschuss an Energien, der nicht in den großen Void abgebaut werden kann sondern sich entlang der Filamente erstreckt. Je mehr Sterne und Teilchen nachströmen, desto stärker werden diese fernen Verbindungen. Diese Verbindungen halten die Verdichtung auf und stabilisieren den Quantenraum. Teilchen in Massen von etlichen Milliarden Sonnenmassen bewegen sich wegen der Fermienergie mit zum Teil sehr hohen Geschwindigkeiten, einfach weil es irrsinnig viele Teilchen auf einem vergleichsweise kleinen Raumbereich sind. Dennoch ist die Teilchendichte nicht übermäßig hoch, denn der Raumbereich muss größer als der des Schwarzschildradius sein und der liegt beispielsweise bei 17 Milliarden Sonnenmassen bei $R_S = 5 \cdot 10^{13} m$. Das entspricht einem Teilchenabstand von $s = 1{,}8 \cdot 10^{-9} m$ oder einer Dichte von $\rho = 0{,}06 kg / m^3$ und liegt damit weit unter der Dichte auf unserer Sonne.

Eine Entwicklung des Universums von außen nach innen und von einem geordneten Anfangszustand hin zu einer immer vernetzter werdenden Komplexität könnte zu kleinen Rückbeschleunigungen führen, die sich mit zunehmender Vernetzung, dichteabhängig bis zu einem Grenzwert verstärken, der nicht überschritten werden kann. Umgekehrt verändert sich der Kontakt großer Massenansammlungen auf große Entfernungen, in einem ausgedünnten Raum. Vielleicht ist das Gravitationsgesetz nach Newton sogar räumlich beschränkt und es zeigt sich auf große Entfernungen ein Zusammenhalt der Strukturen nur noch von Objekt zu Objekt. Das würde zum einen die fadenförmigen Anordnung der Massensysteme erklären und zum anderen den zu großen Betrag der Kraftverbindungen.