



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/de/) Lizenz.

Ein kosmologisches Modell

von Alfred Kühne

(Zweite überarbeitete und ergänzte Auflage)

*Gewidmet ist diese Arbeit
meinen geliebten drei Katzen
Mucki und Momo*

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird ein kosmologisches Modell vorgestellt, das in der Lage ist, die folgenden Eigenschaften und fundamentalen Naturkräfte des Universums zu erklären:

1. Räumliche Dreidimensionalität
2. Raumkrümmung
3. Welle-/Teilchen-Dualismus
4. Zusammenhang zwischen Elektromagnetismus und Gravitation
5. Aufbau der Materie (Quarks, Subquarks etc. und deren Struktur)
6. Eigenschaften der Quanten (speziell der Protonen, Elektronen und Neutrinos)
7. Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie im Universum
8. Expansion des Universums – warum geschieht das?
9. Bedeutung der sog. „Großen Zahlen“
10. Zusammenhang zwischen kleinstmöglichem und größtmöglichem Fehler der Entfernungsbestimmung
11. Masse und raumzeitliche Ausdehnung der Welt
12. Interdependenz der Sommerfeldschen Feinstrukturkonstanten und des Verhältnisses von Protonen- zur Elektronenmasse (umgekehrte Proportionalität)
13. Dunkle Materie – was ist das?

und es wird gezeigt, dass die Gesetze der Relativitätstheorie von Albert Einstein⁵ seit Anbeginn der universellen Expansion uneingeschränkt gelten.

Das Modell betrachtet Quanten als Mengen, und das Universum wird als Teilmenge der Potenzmenge dieser Mengen beschrieben, abhängig davon, welches Quant man als Bezugs- oder Testteilchen wählt, um die Wirkung der restlichen Welt darauf zu erkunden.

Danksagung

Der besondere Dank des Autors gilt gleichermaßen den Herren Dieter „Deniz“ Stebner, Klaus–Michael „Rambo“ Kretschmer sowie Ralph Möhrke für ihre überaus nützlichen Hinweise und Anregungen, welche wesentlich zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

Einleitung

Die heutige Kosmologie hat bislang keine befriedigenden Antworten auf einige Fragen geliefert, die schon seit längerer Zeit bekannt sind und bis in die Gegenwart hinein zu vielen Spekulationen Anlass gaben, jedoch nach Meinung des Autors niemals wirklich ernsthaft in Angriff genommen wurden. Dies liegt vermutlich daran, dass die Kosmologie mehr als Spielwiese der spekulativen Physik denn als wirklich Erfolg versprechendes Forschungsgebiet betrachtet wird und nur wenige Physiker es ihr beispielsweise zutrauen, die großen Rätsel der Grundlagenphysik zu lösen; man denke hier beispielsweise an den beträchtlichen Fragenkomplex, der im Zusammenhang mit einer allgemeinen Feldtheorie aufgeworfen wird. Bedeutende Kosmologen wie Eddington oder Dirac haben sich mit interessanten Themen wie dem der Großen Zahlen beschäftigt und gute Denkansätze geliefert. Vor Allem Ersterer mit seinem "Standard–Uranoiden", auf welchen in der Folge eingegangen werden soll, hat hier bemerkenswertes Gedankengut eingebracht – das in dieser Arbeit beschriebene Modell basiert in starkem Maße auf Eddingtons Werk.

Wenn man sich der Kosmologie widmet, ist die Philosophie das wohl probateste Mittel, um sich mit der Thematik auseinanderzusetzen. Sie kam nach Meinung des Autors im naturwissenschaftlichen Bereich seit Jahren zu kurz, und es ist sicher nicht vermessen, zu behaupten, sie befände sich derzeit in einem Stadium der Stagnation. Es wäre schön, wenn diese Arbeit dazu beitragen könnte, das zu ändern.

Zurück zu Eddington: Dieser setzt in seinem Modell voraus, dass das Universum positiv gekrümmt, also endlich ist. Er erklärt, dass in einem solchen Weltall die größtmögliche Ortsbestimmungsungenauigkeit, also der größtmögliche Fehler der Ortsbestimmung, der universelle Krümmungsradius sein muss. Nun gibt es aber auch eine Untergrenze der Ortsbestimmungsungenauigkeit. Diese existiert einfach deshalb, weil man bei räumlichen Entfernungsbestimmungen letztlich auf die Zuhilfenahme elektromagnetischer Wellen angewiesen ist. Deren Wellenlänge, die grundsätzlich größer als Null sein muss (denn eine Wellenlänge mit dem Zahlenwert 0 entspräche gemäß der Gleichung $E = h \cdot c / \lambda$ einer unendlich großen Energie E ; h ist das Plancksche Wirkungsquantum, c die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum und λ die Wellenlänge der zur Entfernungsmessung verwendeten Strahlung), definiert auf bestimmte Art und Weise den Fehler der Entfernungsmessung. Mit anderen Worten: Die Messungenauigkeit der Entfernungsbestimmung ist abhängig von der Wellenlänge der verwendeten Strahlung. Und Ortsbestimmung ist nur durch Entfernungsmessung möglich. Da nun E einen endlichen Wert haben muss (schließlich geht Eddington von einem endlich großen Universum aus), kann λ einen endlich kleinen Extremwert nicht unterschreiten, was bedeutet, dass eine

endlich große Präzision linearer Messungen nicht überschritten werden kann. „Abstand“ ist also ein Begriff, der unterhalb einer bestimmten Grenze jede Bedeutung verliert. Im Folgenden sei σ dieser Grenzwert der Messgenauigkeit.

Eddington betrachtet nun den Zusammenhang zwischen der Raumkrümmung und der Anzahl der Elementarteilchen im Weltall (deren größter Anteil aus Protonen und Elektronen besteht, wenn man die sog. "Dunkle Materie", die Eddington noch nicht bekannt war, sowie die Teilchen außer Acht lässt, die eine so kleine Masse haben, dass sogar ihre ungeheuer große Zahl keinen nennenswerten Beitrag zur gesamten im Universum enthaltenen Masse leistet, z.B. die Neutrinos). Zu diesem Zweck idealisiert er das Weltall: Er setzt selbiges dem bereits erwähnten "Standard-Uranoiden" gleich. Dabei handelt es sich um eine Welt, in der gleichförmig verteilte Partikel (also hier Protonen und Elektronen) enthalten sind, welche alle eine Temperatur von 0° Kelvin haben; Eddington geht somit von einem Weltmodell aus, in dem alle Teilchen relativ zueinander im Ruhezustand sind.

In solch einem Uranoiden gibt es eine Kenngröße für die Stärke der Raumkrümmung: Dies ist der bereits weiter oben erwähnte universelle Krümmungsradius, der hier R genannt werden soll. In der realen Welt müsste man ihn, genau genommen, als mittleren universellen Krümmungsradius bezeichnen. Und nun zeigt Eddington, indem er ein Volumen betrachtet, das ausreichend groß ist, um eine große Anzahl an Partikeln zu enthalten, das jedoch selbst im einen noch größeren Verband von N Teilchen enthaltenden Uranoiden beinhaltet ist, dass gilt:

$$2 \cdot \sigma = R / N^{1/2}; \quad (1)$$

oder

$$N^{1/2} = R_{un} : (2 \cdot \pi \cdot \sigma); \quad (2)$$

wobei R_{un} die Strecke zwischen Beobachter und Antipol des Beobachters auf dem Uranoiden symbolisiert, also π mal R .

Und tatsächlich ergibt sich eine ungefähre quantitative Übereinstimmung gemäß Gleichung (2); man weiß schon seit längerer Zeit, dass N in etwa gleich 10^{80} ist. Wenn man R_{un} mit ungefähr $13,8 \cdot 10^9$ Lichtjahren ansetzt, einem Wert, der heute mehr oder weniger allgemein anerkannt ist, und σ mit dem klassischen Elektronenradius gleichsetzt, so steht in Gl. (2) links 10^{40} und rechts in etwa 10^{39} .

Ein Elektron trägt bekanntlich eine elektrische Ladung; diese wird als Elementarladung bezeichnet. Wenn man nun eine Kugel mit einem Radius r betrachtet, die eine statische elektrische Ladung e^* trägt, so ist deren elektrostatische Energie gleich e^{*2} / r . Setzt man hier den Radius der Kugel gleich Null, so wird diese Energie unendlich groß. Doch ist die Energie des Elektrons endlich, also muss sein Radius größer als Null sein. Wenn man nun annimmt, dass die gesamte Masse des Elektrons elektromagnetischen Ursprungs ist, so kann man zeigen, dass sein Radius

$$r_e = e^{*2} / (2 m_e \cdot c^2) \quad (3)$$

ist.

Nun ist es Tatsache, dass das Verhältnis von elektromagnetischer Anziehungskraft zur gravitationellen Anziehungskraft zwischen Proton und Elektron im Wasserstoffatom ebenfalls etwa gleich 10^{39} ist. Eddington leitet auch dieses Verhältnis her.

Er setzt den Uranoiden mit einem positiv gekrümmten Einsteinschen Universum gleich. Wenn M_{un} dessen Masse ist und G die Gravitationskonstante, so kann man zeigen, dass die folgende Gleichung gilt:

$$\frac{M_{un} \cdot G}{c^2} = \frac{\pi \cdot R}{2} ; \quad (4)$$

und da nun ebenso viele Protonen wie Elektronen im Weltall existieren, ist die Anzahl der Protonen gleich $N / 2$. Die Masse der Elektronen sei an dieser Stelle vernachlässigt; sie ist schließlich fast 1840 mal kleiner. Also ist $M_{un} = \frac{1}{2} N m_p$, wobei m_p die Masse eines Protons ist. Daraus erhält man mit Gl. (4)

$$m_p G / (\pi \cdot c^2) = R / N ; \quad (5)$$

mit Gl. (1):

$$m_p G / (\pi \cdot c^2) = 2 \cdot \sigma \cdot N^{1/2} / N ;$$

umgeformt

$$N^{1/2} / \pi = 2 \cdot \sigma \cdot c^2 / m_p G ; \quad (6)$$

was mit Gl. (3)

$$N^{1/2} / \pi = e^{*2} / m_e m_p G \quad (7)$$

ergibt, wenn man annimmt, dass die Strecke r_e die kleinstmögliche auf elektro–magnetische Weise bestimmbare Entfernung und somit gleich σ ist. Aus N (wie bereits weiter oben erwähnt, einer Zahl in der Größenordnung von ca. 10^{80}) die Wurzel gezogen und das Ergebnis geteilt durch die Zahl π ist eine Zahl in der Größenordnung von 10^{39} , somit also in der gleichen Größenordnung wie das experimentell bestimmte Verhältnis von elektromagnetischer zu gravitationeller Anziehungskraft zwischen Proton und Elektron im Wasserstoffatom¹.

Der Autor ist der Auffassung, dass Eddington im Ansatz recht hat und beabsichtigt, im Rahmen dieser Arbeit die Voraussetzungen für einen entsprechenden Beweis zu schaffen.

Seine **erste Annahme** ist, dass die Welt, die der Mensch wahrnimmt, letztlich nichts anderes als ihre Wirkung auf den menschlichen Geist ist, ganz und gar im Sinne des Philosophen Jean–Paul Sartres, wie er es in seinem Werk „Das Sein und das Nichts“² so treffend formuliert hat: [Das] [...] Wesen [der Erscheinung] [...] ist ein 'Scheinen', das sich dem Sein nicht [...] entgegenstellt, sondern das, im Gegenteil, sein Maßstab ist. Denn das Sein eines Seienden, das ist genau das, was es zu sein scheint.“

Außerdem, als **zweite Annahme**, postuliert der Autor dieser Arbeit die Abhängigkeit der Wahrnehmung vom Beobachter, der im Folgenden nur noch „Subjekt“ genannt werden soll, in der Art, dass dessen eigene Struktur nur Wahrnehmungen zulässt, deren Strukturen eine Entsprechung in eben dieser eigenen Struktur finden – was alle Wahrnehmungen ausfiltert, die keinen Strukturen des Subjekts entsprechen. Letztendlich ist eine solche Betrachtungsweise Fazit eines altbekannten Gedankenexperiments: „Schrödingers Katze“³.

Darin wird eine Katze so festgebunden, dass sie unweigerlich von der Kugel eines Gewehrs getroffen werden müsste, dessen Abzug durch ein elektronisches Gerät betätigt werden kann. Dieses wird bereits durch ein einziges auf einen geeigneten Sensor treffendes Photon ausgelöst und bewirkt damit den tödlichen Schuss. Das Gerät wird hinter einem halbdurchsichtigen Spiegel montiert, so dass die Hälfte des auf diesen Spiegel treffenden Lichts hindurchgelangt und die andere Hälfte desselben reflektiert wird. Die ganze hier beschriebene Versuchsanordnung wird nun in einem Kasten plaziert, welcher keine Information darüber nach Außen lässt, ob die Katze noch lebt oder schon erschossen wurde. Dieser Kasten hat nur eine Öffnung, durch die ein Photon eindringen kann, um dann auf die besagte halbdurchsichtige Scheibe zu treffen. Nun stellt sich die Frage, was das Ergebnis dieses Versuchs sein wird.

Auf den ersten Blick wird man anscheinend mit zwei Möglichkeiten konfrontiert: Es passiert entweder gar nichts, weil das Photon vom halbdurchsichtigen Spiegel reflektiert wird, oder es tritt der Fall ein, dass es hindurchgelangt, woraufhin der Mechanismus ausgelöst wird, welcher den tödlichen Schuss auf die Katze bewirkt. Bevor man den Kasten öffnet, kann man keine Entscheidung darüber fällen, ob die Katze noch lebt oder bereits tot ist, doch besteht kein Zweifel daran, dass eine der beiden Möglichkeiten gegeben sein muss, ob man nun in den Kasten hineinsehen kann oder nicht.

Schrödinger hat aber eine ganz andere Erklärung parat. Wenn das Photon den Spiegel erreicht, kann man prinzipiell keine Aussage darüber machen, ob das Photon den Spiegel durchquert wird oder nicht. Also kann man nur sagen, dass das Photon potentiell den Spiegel durchquert, **und**, dass es potentiell reflektiert wird. Im ersten Fall ist die Katze tot, im zweiten lebt sie noch; doch da beide Zustände „potentiell“ koexistieren, besteht Schrödinger darauf, dass gemäß der orthodoxen quantenmechanischen Auffassung die Katze sowohl „potentiell tot“ als auch „potentiell am Leben“ ist. Erst das Subjekt muss dafür verantwortlich gemacht werden, dass die Katze tot sein kann, wenn es den Kasten öffnet, einfach deshalb, weil diese Tat einen der beiden Zustände real herbeiführt, welche vorher potentiell nebeneinander vorlagen. Kernaussage hierbei ist eigentlich die folgende: Das beobachtete Ereignis hängt vom Subjekt ab, wird durch letzteres erst existent, weil es von diesem wahrgenommen wird!

Wenn nun gemäß der ersten Annahme jedes wahrgenommene Ereignis, im Folgenden nur noch „Objekt“ genannt, nicht mehr und nicht weniger als Wirkung auf ein Subjekt ist, und es außerdem von der Struktur des Subjekts abhängt, ob das Ereignis wahrgenommen werden kann, wie es die zweite Annahme postuliert, kann man den geradezu solipsistisch anmutenden Schluss ziehen, dass die Realität des Objekts gewissermaßen nur im Subjekt gegeben ist. Einfacher ausgedrückt: Alle wahrgenommenen Objekte sind im Subjekt enthalten, was den Autor zur mathematischen Aussage veranlasst, dass das Subjekt eine Menge ist, deren Elemente Objekte sind.

Der Vollständigkeit halber sei jetzt noch erwähnt, dass zu einer Wahrnehmung mindestens eine untrennbar mit ihr verbundene „Wahrnehmungspause“ gehört, die selbstverständlich ebenfalls eine Wahrnehmung ist. Dies ist eigentlich völlig trivial; in der Booleschen Algebra entspricht die Wahrnehmung der Aussage „wahr“, die Wahrnehmungspause der Aussage „falsch“, in der digitalen Technik den Zuständen „ein“ bzw. „aus“.

Im folgenden verwendet der Autor die Begriffe „positive“ und „negative“ Wahrnehmung, wobei letzterer den Begriff „Wahrnehmungspause“ ersetzt.

Bisher wurden die Begriffe „Wahrnehmung“ und „Objekt“ verwendet. Gemäß der ersten Annahme kann das Objekt jedoch nichts anderes als seine Wahrnehmung durch das Subjekt sein. Somit lässt sich der Begriff „Wahrnehmung“ streichen; fortan ist im Rahmen dieser Arbeit nur noch von positiven und negativen Objekten die Rede. Also: Das Subjekt ist eine Menge, deren Elemente positive und negative Objekte sind.

Spätestens hier muss es der Leser erkennen: Weder Subjekt noch Objekt werden auf „fundamentale“ Größen zurückgeführt, sondern nur die Beziehungen zwischen ihnen definiert.

Nun soll noch geklärt werden, ob denn jede im Universum potentiell existente Menge Element des Subjekts sein kann. Das läuft auf die Frage hinaus, ob es die Menge aller Mengen gibt. Und diese ist von Bertrand Russell bereits längst beantwortet worden; die Behauptung, es gäbe so etwas wie die „Menge aller Mengen“, führt zu Widersprüchen (Russellsche Antinomie)⁴.

Die Elemente des Subjekts sind somit sämtlich Objekte, die keine Teilmengen des Subjekts sind. Also: Die Teilmengen des Subjekts sind keine Elemente des Subjekts. Das Subjekt kann also nicht die Menge seiner Teilmengen sein. Mit anderen Worten: Da gemäß dem Potenzmengenaxiom die Menge der Teilmengen des Subjekts gleich der Potenzmenge ist, führt die Forderung nach der Existenz des Subjekts dazu, dass es außer dem Subjekt noch andere Mengen (sozusagen „außerhalb des Subjekts“) geben muss, die Elemente der Potenzmenge des Subjekts sind, und diese Überlegung führt nun zwingend zur Folgerung, dass das Subjekt nicht die einzige existente Menge ist – eine dem solipsistischen Standpunkt widersprechende Aussage.

Ausgehend von den genannten Annahmen baut der Autor in dieser Arbeit nun ein Weltmodell, das zunächst ein Universum (treffender: „Uranoiden“) beschreibt, in dem die kleinstmögliche denkbare Anzahl an Quanten enthalten ist (die also gerade noch ausreicht, um alle bekannten fundamentalen physikalischen Phänomene beschreiben zu können – dazu Näheres im Kapitel I.) und das zugleich die kleinstmögliche Ausdehnung hat, um in der Folge zu zeigen, dass dieses Weltmodell den sog. „Urknall“, also den Startpunkt der Expansion des realen, beobachtbaren Universums genau zu beschreiben im Stande ist. Der Autor wird nachweisen, dass der heutige Wert der Sommerfeldschen Feinstrukturkonstanten α (dieser liegt gemäß aktuellen Berechnungen ungefähr bei $7,297352568 \cdot 10^{-3}$), die in diesem Modell keine echte Konstante ist, aus den Anfangsbedingungen dieser universellen Expansion hergeleitet werden kann.

Kapitel I.

Gemäß den Annahmen in der Einleitung dieser Arbeit ist die Welt eine Menge, deren Elemente Teilmengen des Subjekts sind, und damit mindestens eine Teilmenge der Potenzmenge des Subjekts.

Die Menge aller im Universum existenten Protonen, Antiprotonen, Elektronen und Positronen ist demgemäß auch mindestens eine Teilmenge der Potenzmenge eines Testteilchens, wenn dieses selbst ein Subjekt und somit eine Menge ist und durch seine Elemente –und nur durch sie– definiert ist. Diese Elemente haben folgende physikalische Eigenschaften:

1. Masse / Energie;
2. Geschwindigkeit;
3. elektrische Ladung.

Sie unterscheiden sich nicht voneinander, müssen aber entweder eine positive oder eine negative elektrische Ladung tragen. Auch kann sich die Richtung ihrer Bewegung unterscheiden, nicht jedoch der Betrag ihrer Geschwindigkeitsvektoren. Außerdem kann und darf über das „Innenleben“ dieser Elemente nichts ausgesagt werden, weshalb der Autor sie als Schwarze Löcher betrachtet.

Nun möchte der Autor noch eine **dritte Annahme** einbringen: Für jedes Element des Testteilchens, und jedes trägt hier in diesem Modell per Definition eine elektrische Ladung, existiert im Universum, also innerhalb einer Teilmenge der Potenzmenge des Testteilchens, genau ein elektrisch entgegengesetzt geladenes Element. Ist das Testteilchen beispielsweise eine Menge zweier negativ und eines positiv elektrisch geladener Elemente, müsste es genau ein weiteres Element der Potenzmenge des Testteilchens geben, das eine Menge mit genau einem elektrisch positiv geladenen Element wäre. Ganz dem im heutigen Universum beobachteten Prinzip entsprechend, dass Quanten immer nur paarweise entstehen. Und wenn man sich nun die Frage stellt, wie die heute beobachtete universelle Expansion begonnen haben könnte, ist es naheliegend, ein Modell zu postulieren, das die kleinstmögliche raumzeitliche Ausdehnung hat – und auch eine besonders kleine Anzahl von Quanten beinhaltet. Diesem Zustand wird nun eine sog. „Bildzahl“ M zugeordnet; sie sei hier gleich 1. Sie wird im Laufe der Zeit immer größer. Wie sie anwächst, dazu erst später mehr.

Wie viele Teilchen, also Elemente des Testteilchens, müssen denn wenigstens existieren, um die Eigenschaften 1.–3. realisieren zu können? Zu diesem Behufe müssen die folgenden physikalischen Größen definierbar sein:

- A. Lineare Bewegung (Translation) und
- B. Rotation.

Darüber hinaus muss

- C. elektrischer Ladungsausgleich

möglich sein.

Um herauszufinden, wie viele Teilchen nötig sind, um in einem kleinstmöglichen Universum A.–C. zu realisieren, kann man nun folgende Fälle näher begutachten:

- Erster Fall: Es gibt für $M = 1$ genau ein Teilchen, einziges Element des Testteilchens. Da aber kein weiteres Teilchen existiert, ist kein elektrischer Ladungsausgleich möglich. Außerdem sind Translation oder Rotation hier nicht definierbar; relativ zu was sollte sich das Element des Testteilchens denn auch bewegen können? A. und B. sind nicht definierbar, und C. ist unmöglich.
- Zweiter Fall: Es gibt für $M = 1$ zwei Teilchen. Hier ist zwar translatorische Bewegung beschreibbar (Teilchen 1 kann sich relativ zu Teilchen 2 bewegen), aber Rotation nicht; dazu benötigt man ein drittes Teilchen, relativ zu dem Rotation definierbar ist. Ladungsausgleich ist allerdings realisierbar.
- Dritter Fall: Es gibt für $M = 1$ drei Teilchen. Hier sind zwar Translation und Rotation definierbar, es ist jedoch kein elektrischer Ladungsausgleich möglich.
- Vierter Fall: Es gibt für $M = 1$ vier Teilchen. Dies ist der erste der vier Fälle, in dem sowohl A. als auch B. beschreibbar sind. C., der Ladungsausgleich, ist ebenfalls möglich; somit sind alle drei Eigenschaften 1.–3. definierbar. Nimmt man drei Teilchen als Elemente des Testteilchens an, die nicht alle eine Ladung gleichen Vorzeichens tragen, ist eines davon Element eines weiteren Elements der Potenzmenge des Testteilchens. Wenn z.B. zwei Elemente des Testteilchens eine Ladung mit positivem Vorzeichen und das dritte eine mit negativem Vorzeichen tragen, so muss das Element des weiteren, für den elektrischen Ladungsausgleich nötigen Elements der Potenzmenge des Testteilchens eine negative elektrische Ladung tragen, womit zu jedem Teilchen ein Antiteilchen existiert, und dadurch auch Ladungsausgleich in der Welt geschaffen wird.

Also wird ab sofort davon ausgegangen, dass bei $M = 1$ der vierte Fall vorliegt (s. auch Abb. 1 und Abb. 2). Im beobachtbaren Universum sind Protonen und Elektronen offenbar in der Überzahl; deshalb ist es vernünftig, daraus den Schluss zu ziehen, das Testteilchen sei ein „Ur-Proton“ mit einer positiven elektrischen Gesamtladung. Dann gibt es außer dem Proton, das durch zwei elektrisch positiv geladene und ein elektrisch negativ geladenes Element definiert wird, noch ein Element der Potenzmenge des Testteilchens, das durch ein elektrisch negativ geladenes Element definiert wird – das Elektron.

Um für $M = 1$ die Eigenschaften 1.–3. bestimmen zu können, sei der Energiesatz Ausgangspunkt der Berechnungen. Dieser lautet hier:

$$E_{e1} = E_{e1}(v_{e1}=0) + E_{ges1}(e^-); \quad (8)$$

wobei E_{e1} die Massenenergie des Elektrons ist, die auf das Proton wirkt, welches ja das Testteilchen (=Testmenge) ist. $E_{e1}(v_{e1}=0)$ ist die Ruhe- und $E_{ges1}(e^-)$ die Gesamtenergie des Elektrons. Die Elemente der Testmenge haben alle die gleichen Eigenschaften, abgesehen vom Vorzeichen ihrer elektrischen Ladung und der Richtung ihrer Geschwindigkeitsvektoren, wie bereits weiter oben erwähnt. Daher folgt für die Energien der Elemente der Testmenge:

$$E_1(d) = E_1(u_1) = E_1(u_2); \quad (9)$$

wobei $E_1(d)$ die Energie des Elements mit negativer elektrischer Ladung, $E_1(u_1)$ die Energie des ersten positiv elektrisch geladenen Elements und $E_1(u_2)$ die des zweiten ist.

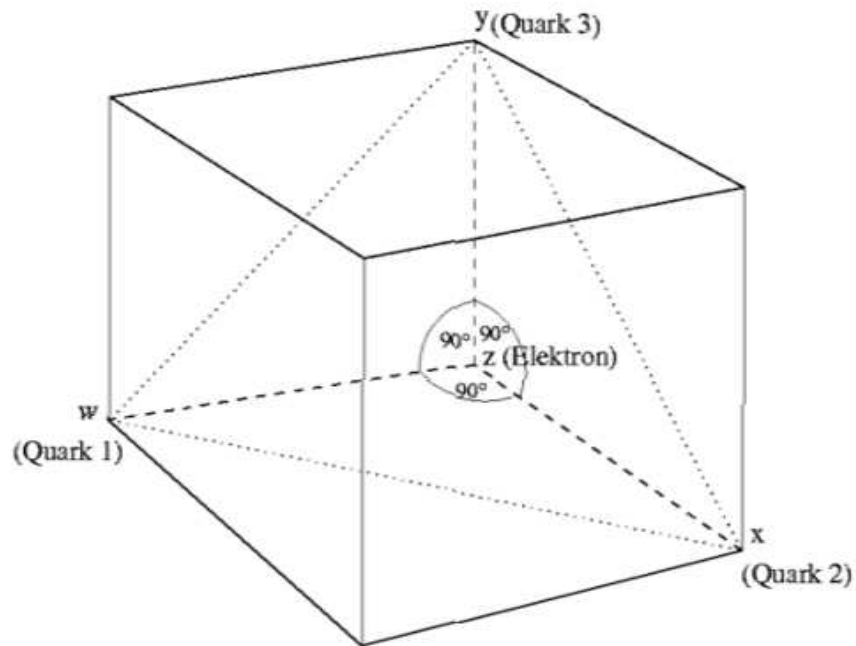


Abb. 1: Dimensionale Darstellung des Universums für $M=1$. Die rechten Winkel zwischen den Verbindungslinien zum Elektron gelten für ein positiv gekrümmtes Universum; im dreidimensionalen, ungekrümmten Raum-Zeit-Kontinuum hätte man es an ihrer Stelle mit 60° -Winkeln zu tun

Da bei $M = 1$ das Elektron nur durch ein Element definiert ist, nämlich das einzige elektrisch negativ geladene Element der Testmenge, folgt daraus:

$$E_{e1} = E_1(d) ; \quad (10)$$

und jetzt gilt für die Gesamtenergie des Elektrons, was bereits dem guten alten Niels Bohr bekannt war:

$$E_{ges1}(e^-) = E_{kin1}(e^-) + E_{pot1}(e^-) ; \quad (11)$$

wobei $E_{kin1}(e^-)$ die kinetische und $E_{pot1}(e^-)$ die potentielle Energie des Elektrons sind. Relativistisch⁵, wobei c die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist, gilt für die kinetische Energie:

$$E_{kin1}(e^-) = E_{e1}(v_{e1}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{e1}^2 / c^2) \right)^{-1/2} - 1 \right] ; \quad (12)$$

woraus mit

$$E_{e1}(v_{e1}=0) = m_{e1}(v_{e1}=0) c^2 \quad (13)$$

$$E_{kin1}(e^-) = m_{e1}(v_{e1}=0) c^2 \left[\left(1 - (v_{e1}^2 / c^2) \right)^{-1/2} - 1 \right] \quad (12.1)$$

wird.

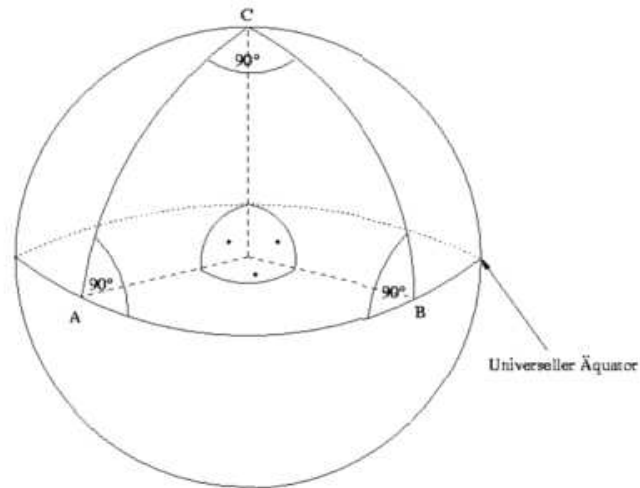


Abb. 2: Die obige Darstellung einer 3-Kugel soll veranschaulichen, wie die drei Quarks und das eine Elektron im Universum bei $M=1$ verteilt sind. Abgesehen davon, dass auf der 3-Kugel nur drei Punkte (A, B und C) so angeordnet werden können, dass ihre Krümmungsradien alle aufeinander senkrecht stehen, liegt hier genau die in Abb. 1 dargestellte Situation vor (Quarks und Elektronen befinden sich, wenn man die durch ihre Massen bedingten Potentialtöpfe vernachlässigt, in der 3-Oberfläche einer 4-Kugel). Die Abstände A-B, A-C und B-C sind übrigens identisch und entsprechen dem halben Abstand zwischen den Polen der 4-Kugel

Dabei sind $m_{e1}(v_{e1}=0)$ die Ruhemasse und v_{e1} die Geschwindigkeit des Elektrons, welche sich auf ein ruhendes Proton bezieht – eine sinnvolle Betrachtungsweise, da das Proton ja Testteilchen, also Subjekt ist. Die Ruhemasse des Protons ist somit

$$m_{p1}(v_{p1}=0) = [E_1(d) + E_1(u_1) + E_1(u_2)] / c^2 ; \quad (14)$$

dies mit den Gl. (9) und (10):

$$m_{p1}(v_{p1}=0) = 3 E_{e1} / c^2 ; \quad (14.1)$$

und mit der Definition

$$E_{e1} := m_{e1} c^2 \quad (15)$$

ist das Massenverhältnis zwischen Protonen–Ruhemasse und Masse des Elektrons

$$\beta_1 := m_{p1}(v_{p1}=0) : m_{e1} = 3 ; \quad (14.2)$$

hierbei ist m_{e1} die Masse des Elektrons, wie sie auf das ruhende Proton wirkt.

Sei nun die gesamte im Universum enthaltene Masse $M_{un1} := m_{p1}(v_{p1}=0) + m_{e1}$; (16)
dann erhalten wir daraus mit Gl. (14.2):

$$M_{un1} = 3 m_{e1} + m_{e1} = 4 m_{e1} ; \quad (16.1)$$

doch jetzt zur potentiellen Energie $E_{pot1}(e^-)$. Alan Guth sagte bereits: „Es heißt, von nichts kommt nichts. Doch das Universum ist die Verkörperung des entgegengesetzten Prinzips in höchster Vollendung.“⁶ Gemeint ist, dass die positive Massenenergie des Universums, $E_{un1} := M_{un1} c^2$, die negative Bindungsenergie zwischen den Quanten im Universum exakt aufhebt. Nun ist das Proton, das ja aus zwei Up–Quarks und einem Down–Quark besteht, das Testteilchen. Bei $M = 1$ sind Wechselwirkungen zwischen den Bestandteilen des Protons nicht definierbar. Man kann somit guten Gewissens sagen, dass die potentielle Energie des Universums, die gleich der potentiellen Energie des Elektrons ist, der negativen Massenenergie im Universum entspricht:

$$E_{pot1}(e^-) = -4 E_{e1} ; \quad (17)$$

woraufhin der geneigte Leser sein Augenmerk auf den von Rudolf Claudius abgeleiteten Virialsatz⁷ richten sollte. Dieser gilt nämlich für Systeme von Massenpunkten, deren Bestimmungsstücke, über hinreichend lange Zeit gemittelt, sich nicht ändern (natürlich wird der aufmerksame Leser sich fragen, wie der Autor zu einer solchen Aussage angesichts eines offenbar expandierenden Universums kommt, doch dazu erst später mehr). Für Gravitation und Coulomb–Anziehung gilt nun gemäß dem Virialsatz im Falle $M=1$:

$$E_{kin1}(e^-) = - E_{ges1}(e^-) ; \quad (18)$$

mit Gl. (11):

$$E_{ges1}(e^-) = \frac{1}{2} E_{pot1}(e^-) ; \quad (11.1)$$

wobei

$$E_{pot1}(e^-) = - \frac{m_{p1}(v_{p1}=0) m_{e1} G}{r_1} - \frac{e_1^2}{r_1} ; \quad (19)$$

die potentielle Energie des Elektrons ist, also die Summe der Energie, die in der gravitationellen Anziehung steckt, und der Energie der Coulomb–Anziehung. r_1 ist der Abstand zwischen Elektron und Proton.

Mit Gl. (17):

$$E_{ges1}(e^-) = \frac{1}{2} (-4 E_{e1}) ;$$

$$E_{ges1}(e^-) = -2 E_{e1} ; \quad (11.2)$$

in Gl. (8):

$$\begin{aligned} E_{e1} &= E_{e1}(v_{e1}=0) - 2 E_{e1} ; \\ E_{e1}(v_{e1}=0) &= 3 E_{e1} ; \end{aligned} \quad (11.3)$$

das ergibt mit den Gl. (13) und (12.1)

$$E_{\text{kin}1}(e^-) = 3 E_{e1} \left[\left(1 - (v_{e1} / c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right];$$

mit Gl. (18):

$$-E_{\text{ges}1}(e^-) = 3 E_{e1} \left[\left(1 - (v_{e1} / c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right];$$

mit Gl. (11.2):

$$2 E_{e1} = 3 E_{e1} \left[\left(1 - (v_{e1} / c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right];$$

daraus:

$$2 : 3 = \left(1 - (v_{e1} / c)^2 \right)^{-1/2} - 1 ;$$

$$\left(1 - (v_{e1} / c)^2 \right)^{1/2} = 3 : 5 ; \quad / \text{Quadr.}$$

$$1 - (v_{e1} / c)^2 = 9 : 25 ;$$

$$\frac{v_{e1}^2}{c^2} = \frac{16}{25} ;$$

wegen $v_{e1} > 0$:

$$\frac{v_{e1}}{c} = \frac{4}{5} ; \quad (12.2)$$

was bedeutet, dass bei $M = 1$ das Elektron als Teilchen mit $4 / 5$ der Lichtgeschwindigkeit um das ruhende Proton umläuft.

Nun bedient sich der Autor dieser Arbeit eines Kunstgriffs. Er teilt die Zeit in zwei orthogonale Dimensionen auf; die eine Dimension, ξ , erhält die Bezeichnung der „zyklischen Zeitdimension“. Dazu senkrecht steht ψ , die „translatorische Zeitdimension“. Ist die Bildzahl $M = 1$, wird das Universum so betrachtet, als wäre die Zeit in Richtung ψ „stehen geblieben“, soll heißen, es vergeht hier nur zyklische Zeit. Ein Zyklus entspricht einem vollen Umlauf des Elektrons um das ruhende Proton, wobei die Quanten hier als Teilchen und nicht als Welle betrachtet werden. In Richtung der translatorischen Zeitdimension ψ , die zu ξ senkrecht steht, wirkt es so, als ob das Elektron quasi auf sämtlichen seiner Bahnpunkte „gleichzeitig“ wäre. Der Leser erkennt jetzt wohl, dass der Autor den Zeitpfeil des menschlichen Erlebens der translatorischen Zeit zuordnet, während der Zustand des Universums bei $M = 1$ in der zyklischen Zeit beschrieben wird. In diesem Referenzrahmen wird nun offensichtlich, warum die Anwendung des Claudius'schen Virialsatzes berechtigt ist. In Richtung der zyklischen Zeitdimension hat das Elektron zu jedem Zeitpunkt einen bestimmten Aufenthaltsort, während dies in der translatorischen Zeitdimension nicht gegeben ist – das Elektron ist darin „unscharf“ und erscheint dem Beobachter als stehende Welle mit der Energie

$$E_{e1} = h v_{e1} ; \quad (20)$$

dabei ist h das Plancksche Wirkungsquantum und v_{e1} die Frequenz der stehenden Welle auf der Grundbahn des Bohrschen Modells des Wasserstoffatoms. Also: Gl. (12.2) beschreibt das Elektron in der zyklischen Zeit, in der es mit $4/5$ der Lichtgeschwindigkeit um das Proton umläuft, während Gl. (20) eine Aussage über das Elektron in Richtung des translatorischen Zeitpfeils macht. Nun ist die Frequenz v_{e1} wiederum folgendermaßen definiert:

$$v_{e1} := c : \lambda_{e1} ; \quad (21)$$

wobei λ_{e1} die Wellenlänge ist.

Die Frequenz ist exakt gleich dem Kehrwert der Zeit, die benötigt wird, um auf der Grundbahn des Wasserstoffatoms eine stehende Welle zu erzeugen. Diese Zeit sei

$$t_{e1} := 1 / v_{e1} ; \quad (22)$$

$t_{\xi1}$ ist die Zeit, die das Elektron bei $M=1$ in Richtung der zyklischen Zeitdimension benötigt, um einen vollen Umlauf seiner Bahn zu vollenden. Seine Geschwindigkeit ist

$$v_{e1} = \lambda_{e1} : t_{\xi1} ; \quad (23)$$

mit Gl. (21):

$$v_{e1} = \frac{c}{v_{e1}} \cdot \frac{1}{t_{\xi1}} ; \quad (23.1)$$

mit Gl. (22):

$$v_{e1} = c \cdot t_{e1} \cdot \frac{1}{t_{\xi1}} ;$$

$$\frac{v_{e1}}{c} = \frac{t_{e1}}{t_{\xi1}} ;$$

mit Gl. (12.2):

$$\frac{t_{e1}}{t_{\xi1}} = \frac{4}{5} \quad (12.3)$$

Nach der Zeit t_{e1} hat das Elektron in Richtung der zyklischen Zeitdimension die Strecke

$$s_{e1} := v_{e1} \cdot t_{e1} \quad (24)$$

zurückgelegt:

$$s_{e1} = \frac{4}{5} c \cdot t_{e1} ;$$

und ist $t_{\xi1}$ vergangen, hat das Elektron in Richtung der zyklischen Zeitdimension den Umlauf seiner Bahn vollendet, wie bereits weiter oben erwähnt.

Der Radius der Elektronenbahn ist r_1 . Also gilt:

$$\lambda_{e1} = 2 \cdot \pi \cdot r_1 ; \quad (25)$$

mit Gl. (19) erhält man daraus

$$E_{\text{pot1}}(e^-) = - \frac{2 \cdot \pi \cdot [m_{p1}(v_{p1}=0) m_{e1} G + e_1^{*2}]}{\lambda_{e1}} ;$$

mit Gl. (14.2):

$$E_{\text{pot1}}(e^-) = - \frac{2 \cdot \pi \cdot [3 m_{e1}^2 G + e_1^{*2}]}{\lambda_{e1}} ;$$

dies mit den Gl. (20) und (21):

$$E_{\text{pot1}}(e^-) = - \frac{2 \cdot \pi \cdot E_{e1} [3 m_{e1}^2 G + e_1^{*2}]}{c \cdot h} ;$$

mit Gl. (15) und $h = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{e1}$:

$$E_{\text{pot1}}(e^-) = - \frac{m_{e1} c [3 m_{e1}^2 G + e_1^{*2}]}{h} ;$$

mit Gl. (11.1):

$$2 E_{\text{ges1}}(e^-) = - \frac{3 m_{e1}^3 c G + m_{e1} c e_1^{*2}}{h} ;$$

mit Gl. (11.2):

$$4 E_{e1} = \frac{3 m_{e1}^3 c G + m_{e1} c e_1^{*2}}{h} ;$$

mit Gl. (15) bei $m_{e1} > 0$:

$$4 c h = 3 m_{e1}^2 G + e_1^{*2} ;$$

$$4 = 3 m_{e1}^2 \left(c h / G \right)^{-1} + \frac{e_1^{*2}}{c h} ;$$

woraus man

$$\frac{e_1^{*2}}{c h} = 4 - 3 \cdot m_{e1}^2 \cdot \left(c h / G \right)^{-1} ; \quad (19.1)$$

erhält.

Das Elektron ist eine Teilmenge des Subjekts, die nur durch ein Element definiert ist, nämlich eines, das eine negative elektrische Ladung trägt. Dieses ist ein Schwarzes Loch, wie bereits eingangs in diesem Kapitel erwähnt. Also kann man hier die Kerr–Newman–Gleichung⁸ für die statische Grenze verwenden; der Leser möge sich an dieser Stelle vergegenwärtigen, dass hier der Fall eines räumlich kleinstmöglichen Universums erörtert wird. Und „kleinstmöglich“ ist es, wenn der Radius der Elektronenumlaufbahn genau der statischen Grenze entspricht:

$$r_1 = m_{e1} G c^{-2} + (m_{e1}^2 G^2 c^{-4} - e_1^{*2} G c^{-4})^{1/2} ; \quad (26)$$

wobei zu beachten ist, dass die vollständige Kerr–Newman–Gleichung für die statische Grenze wie folgt lautet

$$r_1 = m_{e1} G c^{-2} + [m_{e1}^2 G^2 c^{-4} - e_1^{*2} G c^{-4} - (S_{e1}^2 / m_{e1}^2 c^2) \cos^2 \vartheta]^{1/2} ;$$

darin repräsentiert S_{e1} den Drehimpuls des Schwarzen Loches und ϑ den Winkel zwischen der Rotationsachse des Loches und der radialen Verbindungslinie zwischen letzterem und dessen Beobachter; ϑ ist für die Äquatorialebene des Loches gleich 90° , für seinen Nordpol 0° und seinen Südpol 180° . Doch geht der Autor in diesem Modell davon aus, dass die Elemente der Testmenge keinen Spin haben; dieser wäre in Ermangelung einer beschreibbaren Struktur dieser Elemente nicht definierbar. Das bedeutet, dass hier $S_{e1} = 0$ ist und nur Gl. (26) gilt, was eine Lösung der Reissner–Nordström–Metrik ist. Daraus mit Gl. (19.1)

$$r_1 = m_{e1} G c^{-2} + 2 (m_{e1}^2 G^2 c^{-4} - G h c^{-3})^{1/2}; \quad (26.1)$$

Gl. (19) ergibt mit den Gll. (11.1) und (11.2)

$$4 E_{e1} = \frac{m_{p1}(v_{p1}=0) m_{e1} G}{r_1} + \frac{e_1^{*2}}{r_1};$$

$$r_1 = \frac{m_{p1}(v_{p1}=0) m_{e1} G + e_1^{*2}}{4 E_{e1}};$$

mit den Gll. (15) und (14.2)

$$r_1 = \frac{3 m_{e1}^2 G + e_1^{*2}}{4 m_{e1} c^2};$$

und daraus erhält man mit Gl. (19.1):

$$r_1 = \frac{3 m_{e1}^2 G + 4 c h - 3 m_{e1}^2 G}{4 m_{e1} c^2};$$

$$r_1 = \frac{h}{m_{e1} c}; \quad (19.2)$$

das dann in Gl. (26.1):

$$\frac{h}{m_{e1} c} = m_{e1} \frac{G}{c^2} + 2 [m_{e1}^2 G^2 c^{-4} - G h c^{-3}]^{1/2};$$

und schließlich erhält man nach einigen Umformungen

$$m_{e1}^4 - 2/3(c h/G)m_{e1}^2 - 1/3(c h/G)^2 = 0;$$

daraus:

$$m_{e1}^2 = 1/3(c h/G) \pm 2/3(c h/G);$$

imaginäre Massen sollen ausgeschlossen werden; man erhält also

$$m_{e1}^2 = (c h / G) ;$$

$$m_{e1} = (c h / G)^{1/2} ; \quad (26.2)$$

was genau der Planckschen Masse entspricht (und > 0 ist). In Gl. (19.1) eingesetzt:

$$\frac{e_1^{*2}}{c h} = 4 - 3 \cdot (c h / G) \cdot (c h / G)^{-1} ;$$

$$\alpha_1 = \frac{e_1^{*2}}{c h} = 4 - 3 = 1 ; \quad (19.3)$$

das bedeutet, dass die Elementarladung bei $M = 1$ deutlich größer als heute war (nämlich etwa 11,7 mal), sollte es denn stimmen, dass der Fall bei $M = 1$ die Situation zu Anfang der universellen Expansion darstellt – das ist ja schließlich bis jetzt nicht nachgewiesen. Die statische Grenze, also der Abstand zwischen Elektron und Proton, ergibt sich aus den Gll. (26.2) und (19.2) und ist bei $M = 1$ identisch mit der Planckschen Länge.

Sie beträgt

$$r_1 = (G h / c^3)^{1/2} . \quad (26.3)$$

Nun soll die kinetische Energie des Elektrons berechnet werden. Aus Gl. (26.2) und (15) ergibt sich

$$E_{e1} = (c h / G)^{1/2} \cdot c^2 ; \quad (27)$$

das mit Gl. (11.3):

$$E_{e1}(v_{e1}=0) = 3 \cdot (c h / G)^{1/2} \cdot c^2 ; \quad (27.1)$$

was insofern von Interesse ist, da diese Ruhemasse des Elektrons gleich der Ruhemasse des Testteilchens, also des Protons ist.

Die sich daraus mit den Gll. (12.1), (12.2) und (13) ergebende kinetische Energie des Elektrons ist

$$E_{kin1}(e^-) = 2 \cdot (c h / G)^{1/2} \cdot c^2 ; \quad (27.2)$$

dies ist jedoch **nicht** die kinetische Energie des elektrisch negativ geladenen Elements der Testmenge, das der Autor vielleicht etwas voreilig „Down-Quark“ genannt hat, und somit auch nicht die der anderen beiden sog. „Up-Quarks“ – denn in diesem Modell

unterscheiden sich die Elemente der Testmenge hinsichtlich ihrer Massen, elektrischen Ladung sowie ihrer Bewegung nicht voneinander. Hier ist das unterscheidende Kriterium, dass das Elektron potentielle Energie hat, die drei „Quarks“ jedoch nicht, da sie im Testteilchen angesiedelt sind und somit am Boden des Potentialtopfs liegen; „tiefer“ als bis zum Beobachter können sie schließlich nicht fallen!

Aber sie haben auch innerhalb des Testteilchens kinetische Energie; die müssen sie haben, wenn sie sich bewegen. Also gilt hier folgende Gleichung:

$$E_{e1} = E_1(d; v_{d1}=0) / \{[1 - (v_{d1}^2 / c^2)]\}^{1/2}; \quad (28)$$

wobei v_{d1} die Geschwindigkeit des „Down–Quarks“ ist, die natürlich gleich der Geschwindigkeit v_{e1} des Elektrons ist (es handelt sich ja bei beiden um das gleiche Element). Und schon jetzt wird deutlich, dass die Ruheenergie des „Down–Quarks“, also $E_1(d; v_{d1}=0)$, keinesfalls der Ruheenergie des Elektrons entsprechen kann. Das soll aber noch hergeleitet werden; mit

$$v_{e1} = v_{d1}$$

sowie Gl. (26.2) und (27) ergibt sich

$$E_1(d; v_{d1}=0) = (c h / G)^{1/2} \cdot c^2 \cdot \{[1 - (v_{e1}^2 / c^2)]\}^{1/2}; \quad (28.1)$$

woraus sich wiederum mit Gl. (12.2)

$$E_1(d; v_{d1}=0) = 3/5 \cdot (c h / G)^{1/2} \cdot c^2 \quad (28.2)$$

ergibt. Die kinetische Energie des „Down–Quarks“ ist dann

$$E_{e1} - E_1(d; v_{d1}=0) = (1 - 3/5) \cdot (c h / G)^{1/2} \cdot c^2$$

oder

$$E_{e1} - E_1(d; v_{d1}=0) = 2/5 \cdot (c h / G)^{1/2} \cdot c^2; \quad (28.3)$$

was als $E_{kin1}(d)$ definiert werden soll:

$$E_{kin1}(d) = 2/5 \cdot (c h / G)^{1/2} \cdot c^2; \quad (28.4)$$

und natürlich sind

$$E_{kin1}(u_1) = E_{kin1}(u_2) = E_{kin1}(d); \quad (29)$$

denn die Impulse der drei „Quarks“ werden ja in diesem Modell als gleich vorausgesetzt.

Bedeutsam und nicht trivial ist die sich daraus ergebende Erkenntnis, dass bei $M = 1$ die kinetische Energie des Elektrons fünf Mal so groß wie die kinetische Energie der „Quarks“ ist. Letztere trägt also 40% zur gesamten beobachtbaren Masse des jeweiligen „Quarks“ bei. Dies ist wenig, verglichen mit der heutigen Situation, in der die Energie der Quarks zum größten Teil kinetische Energie ist.

Zurück zur Kerr–Newman–Gleichung.

Der Autor hatte zur Berechnung des Abstands zwischen dem umlaufenden Elektron und dem Testteilchen, also dem Proton, die Gleichung für die statische Grenze verwendet. Nun gilt aber für nicht rotierende Schwarze Löcher, dass diese Gleichung ohne den Term mit dem Drehimpuls gilt: Die Reissner–Nordström–Lösung. Sie unterscheidet sich jedoch dann nicht von der eigentlichen Kerr–Newman–Gleichung, letztere hier mit dem fraglichen Term:

$$r_1 = m_{e1} G c^{-2} + [m_{e1}^2 G^2 c^{-4} - e_1^2 G c^{-4} - (S_{e1}^2/m_{e1}^2 c^2)]^{1/2};$$

und ohne den letzteren, was alleine schon aufgrund des unter diesen Bedingungen unvermeidlichen „frame dragging“ (dem Testteilchen wird die Rotation des Loches aufgezwungen) zu erwarten ist, erhält man ganz einfach die Gleichung (26). Darin steht r_1 auch für den Schwarzschildradius eines elektrisch geladenen Schwarzen Loches. Dieser ist bei $M = 1$ aber gleich dem Elektronenradius.

In der Einleitung war bei der Behandlung der Überlegungen Eddingtons angenommen worden, die gesamte Masse des Elektrons wäre elektromagnetischen Ursprungs. Es wurde erwähnt, man könne zeigen, dass sein Radius sich aus der Gleichung

$$r_e = e^2 / (2 m_e \cdot c^2) \quad (3)$$

errechnen ließe. Bei $M = 1$ ist jedoch die gravitationelle Wechselwirkung zwischen Elektron und Proton genau so groß wie die elektromagnetische; s. Gl. (19.3). Somit gehorcht r_e hier einer korrigierten Gleichung, die jetzt hergeleitet werden soll.

Das klassische Modell eines Elektrons beschreibt dieses als homogene Kugel mit der Masse m_e , dessen elektrische Ladung gleichmäßig auf seiner Oberfläche verteilt ist. Hier hat man es aber mit einem Schwarzen Loch zu tun, über dessen Inneres sich keine Aussage machen lässt und man daher dazu gezwungen ist, anzunehmen, dass auch dessen Masse dieser gleichmäßigen Verteilung auf seiner Oberfläche unterworfen ist. Also gibt es im Inneren dieser Kugel weder elektrisches noch gravitationelles Feld. Das kommt der Aussage gleich, dass sowohl elektrische als auch gravitationelle Feldstärke im Inneren der Kugel gleich null sind und man diese durch Integration über den Raum außerhalb der Kugel berechnen kann.

Sei E_e die elektrische und E_g die gravitationelle Feldstärke. Letztere stellt allerdings eine physikalische Größe dar, die sehr kontrovers diskutiert wird.

Um zu erklären, worin dabei das Problem besteht, muss der Autor etwas ausholen. Wenn zwei elektrische Ladungen zusammenkommen, bricht die Feldenergie zusammen und die potentielle Energie des Feldes geht in die kinetische Energie der Ladungen über. Genauer ausgedrückt: Ein elektrischen Feld zwischen einer positiven und einer negativen

elektrischen Ladung hat eine bestimmte Gesamtenergie. Diese ist proportional zum Integral von E_e^2 und kleiner als die Energie der einzelnen Felder beider hier jetzt mal als punktförmig angenommenen Ladungen. Wenn sich diese einander nähern, sinkt die Gesamtenergie, weil auf die Ladungen Arbeit ausgeübt wird. Sobald beide Ladungen zusammenkommen, verschwindet sowohl das Feld als auch die potentielle Energie. Wenn man ein gravitationelles Feld betrachtet, ist das Integral von E_g^2 größer als das jeweilige Integral für die einzelnen beteiligten Massen; und wenn sich diese einander nähern, wird das Gesamtintegral größer, obwohl Arbeit auf die Massen ausgeübt wird. Vereinigen sich beide Massen schließlich, so erreicht das Integral einen Maximalwert, obwohl keine potentielle Energie mehr vorhanden ist.

Der Autor bietet hier folgenden Ausweg aus dieser Problematik an: Man stelle sich vor, ein Schwarzes Loch habe nur deshalb einen Schwarzschildradius, der größer als Null ist, weil eine abstoßend wirkende Kraft den totalen Kollaps des Loches zu einem mathematischen Punkt verhindert. Dies ist natürlich eine gedankliche Hilfskonstruktion, da sich die Ausdehnung eines Schwarzen Loches aus der bereits bekannten Gravitationstheorie ergibt. Um Konflikte und Widersprüche mit letzterer zu vermeiden, verwendet der Autor dieses Hilfsmodell nur bezogen auf die Ausdehnung des Schwarzen Loches selbst. Außerhalb wirkt diese Kraft nicht. Ihre Einführung in dieses Modell stellt nur eine alternative Betrachtungsweise dar und soll helfen, die elektrische Abstoßungskräfte beschreibenden Gleichungen auf analoge Weise auf die Beschreibung eines Schwarzen Loches in gravitationeller Hinsicht anzuwenden. Keinesfalls soll damit die sogenannte „Antigravitation“ quasi durchs Hintertürchen eingeführt werden. Noch einmal ganz deutlich im Klartext: Die Annahme einer solchen abstoßend wirkenden Gegenkraft zur Gravitation würde es ermöglichen, die durch den Schwarzschildradius beschriebene Ausdehnung eines Schwarzen Loches analog zur Ausdehnung eines elektrisch geladenen Quants zu definieren. Also führt der Autor hier eine sogenannte „gravitationelle Elementarladung“ g^* ein:

$$g^* := i m_e G^{1/2}; \quad (30)$$

i ist die imaginäre Zahl, also die Quadratwurzel aus -1 ; m_e steht für die Elektronenmasse. Nota bene, der Autor betrachtet nicht die Massen selbst als gravitationelle Ladungen, wie es in diesem Zusammenhang oft getan wird; warum, wird weiter unten begründet.

Das mit dieser gravitationellen Elementarladung verbundene Feld wirkt auf nichts außerhalb des Elektrons. Nichtsdestotrotz wird es hier als hypothetische Hilfsgröße verwendet. Um eventuellen Ungereimtheiten aus dem Weg zu gehen, denkt sich der Autor ein anderes Universum, in dem sich dieses Feld jenseits des Schwarzschildradius ausbreitet. Das Loch würde dann notwendigerweise in beiden Universen existieren.

Der Autor wendet sich nun zunächst dem unproblematischen Teil zu; sei

$$E_e = e^* / 4\pi\epsilon_0 r^2; \quad (31)$$

er verwendet hier MKS–Einheiten für die elektrische Ladung und setzt die Dielektrizitätskonstante daher wie folgt:

$$\epsilon_0 := \frac{1}{4\pi}; \quad (32)$$

dann ist die Energiedichte des elektrischen Feldes

$$\rho_e = \frac{1}{8\pi} \cdot E_e^2 ; \quad (33)$$

jetzt aber zu dieser umstrittenen gravitationellen Feldenergiedichte. Das Elektron, bzw. sein Element, soll nun also bei $M = 1$ nicht nur eine elektrische, sondern auch eine gravitationelle Ladung g_1^* tragen. Letztere sorgt analog zur elektrischen Ladung dafür, dass das Schwarze Loch, welches das Element der Menge des Elektrons ist, seine Ausdehnung beibehält (in der zyklischen Zeit, selbstredend).

Zunächst stellt sich die Frage, inwieweit das Gauß'sche Gesetz

$$-\nabla^2 \Phi_e = \vec{\nabla} \cdot \vec{E}_e = 4\pi \rho_e \quad (34)$$

für Gravitationsfelder übernommen werden kann; ∇ ist der Divergenzoperator, im Euklidischen Raum wird ∇^2 oft als „Laplace-Operator“ bezeichnet, und Φ_e sei das von der elektrischen Ladung erzeugte skalare elektrische Potential. Im Falle des Euklidischen Raums wird die Poisson-Gleichung oft wie folgt geschrieben:

$$\nabla^2 \Phi = f$$

was man in kartesischen Koordinaten so schreiben kann²³:

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \varphi(x, y, z) = f(x, y, z).$$

Gleichpolige elektrische Ladungen stoßen sich ab, Massen ziehen sich aber an; daher muss Gl. (34) mit einem zusätzlichen Minuszeichen versehen werden, damit sie analog auch für Gravitationsfelder gelten kann; darin muss natürlich das elektrische durch das gravitationelle Potential, die elektrische durch die gravitationelle Feldstärke und die elektrische Feldenergiedichte durch ihr gravitationelles Pendant ersetzt werden:

$$-\nabla^2 \Phi_g = \vec{\nabla} \cdot \vec{E}_g = -4\pi \rho_g . \quad (34.1)$$

Sei die gravitationelle Feldstärke des Elektrons bei $M = 1$

$$E_{g1} = g_1^* / r_{e1}^2 ; \quad (35)$$

doch möchte der Autor an dieser Stelle darauf hinweisen, wie wichtig es ist, sich klar zu machen, dass diese gravitationelle Ladung sozusagen nur infinitesimal innerhalb des Schwarzschildradius existiert und keine Wirkung auf die außerhalb liegende Welt hat. Für sie gelten aber die gleichen Gesetzmäßigkeiten wie für die elektrische Ladung. Das Modell postuliert also eine elektrische Ladungsverteilung „außerhalb“ des Schwarzschildradius und eine gravitationelle Ladungsverteilung „innerhalb“ – die beide durch ihre abstoßende Wirkung für die Aufrechterhaltung des Schwarzen Loches sorgen, welches das Elektron bei $M = 1$ ist. Noch einmal: Nach außen tritt die gravitationelle Ladung nicht in Erscheinung; abstoßend wirkt diese hier nur bezogen auf das Elektron selbst.

Ausgehend von Gl. (34.1) erhält man durch Integration über den Raum außerhalb der Kugel, die vom einzigen Element des Elektrons bei $M = 1$ und somit vom Elektron selbst (da sich ja sonst nichts darin befindet) eingenommen wird:

$$W_{g1}(e^-) = \frac{1}{2} \cdot \int d^3 r' \rho_{g1} \Phi_{g1}; \quad (36)$$

aus (34.1) für $M = 1$:

$$-\nabla^2 \Phi_{g1} = \nabla \cdot \vec{E}_{g1} = -4\pi \rho_{g1}; \quad (34.2)$$

an dieser Stelle sei kurz erwähnt, dass Gl. (34.2) ein negatives Vorzeichen der Feldenergiedichte des Gravitationsfeldes verdeutlicht, weshalb es ja diesbezüglich kontroverse Diskussionen gibt:

$$\rho_{g1} = -\frac{1}{8\pi} \cdot E_{g1}^2.$$

Mit (34.2) aus (36):

$$W_{g1}(e^-) = \frac{1}{8\pi} \cdot \int d^3 r' \Phi_{g1} \nabla^2 \Phi_{g1}; \quad (36.1)$$

bei Anwendung des dreidimensionalen Äquivalents einer partiellen Integration unter Zuhilfenahme der Greenschen Formel⁹ bekommt man

$$W_{g1}(e^-) = \frac{1}{8\pi} \cdot \int \nabla \Phi_{g1} \nabla \Phi_{g1} d^3 r; \quad (36.2)$$

$$\nabla \Phi_{g1} = \vec{E}_{g1}; \Rightarrow$$

$$W_{g1}(e^-) = \frac{1}{8\pi} \cdot \int \vec{E}_{g1} \cdot \vec{E}_{g1} d^3 r;$$

daraus:

$$W_{g1}(e^-) = \frac{1}{8\pi} \cdot \int d^3 r' E_{g1}^2; \quad (36.3)$$

sei nun die elektrische Energiedichte bei $M = 1$

$$\rho_{e1} := \frac{1}{8\pi} \cdot E_{e1}^2; \quad (33.1)$$

analog dazu, wie sich Gl. (36) weiter oben aus (34.1) ergibt, erhält man aus Gl. (34) durch Integration über den Raum außerhalb der Kugel, die das Elektron wie weiter oben beschrieben bei $M = 1$ darstellt, für die elektrische Feldenergie:

$$W_{e1}(e^-) = \frac{1}{2} \cdot \int d^3 r' \rho_{e1} \Phi_{e1}; \quad (37)$$

aus (34) für M =1:

$$-\nabla^2 \Phi_{e1} = \vec{\nabla} \cdot \vec{E}_{e1} = 4\pi \rho_{e1}; \quad (34.3)$$

damit aus (37) :

$$W_{e1}(e^-) = -1/8\pi \cdot \int d^3 r' \Phi_{e1} \nabla^2 \Phi_{e1}; \quad (37.1)$$

und auch hier bekommt man bei Anwendung des dreidimensionalen Äquivalents einer partiellen Integration unter Zuhilfenahme der Greenschen Formel⁹

$$W_{e1}(e^-) = -1/8\pi \cdot \int \vec{\nabla} \Phi_{e1} \cdot \vec{\nabla} \Phi_{e1} d^3 r; \quad (37.2)$$

$$-\vec{\nabla} \Phi_{e1} = \vec{E}_{e1}; \Rightarrow$$

$$W_{e1}(e^-) = -1/8\pi \cdot \int \vec{E}_{e1} \cdot \vec{E}_{e1} d^3 r;$$

daraus:

$$W_{e1}(e^-) = -1/8\pi \cdot \int d^3 r' E_{e1}^2; \quad (37.3)$$

und schließlich ist die Summe der elektrischen und gravitationellen Feldenergien:

$$W_1(e^-) = W_{g1}(e^-) + W_{e1}(e^-); \quad (38)$$

mit (36.3) und (37.3):

$$W_1(e^-) = 1/8\pi \cdot \int d^3 r' [E_{g1}^2 - E_{e1}^2]; \quad (38.1)$$

Der Autor will auf Folgendes hinaus: Er möchte, wie bereits weiter oben erwähnt, Gl. (3) korrigieren – vorläufig allerdings nur für M =1.

Aus (31) mit (32):

$$E_{e1} = e_1^* / r_{e1}^2; \quad (31.1)$$

dann damit und mit (35) aus (38.1):

$$W_1(e^-) = 4\pi \cdot \int_{r_{e1}}^{\infty} ((g_1^{*2} - e_1^{*2}) : (8\pi r'^4)) \cdot r'^2 dr';$$

$$W_1(e^-) = \int_{r_{e1}}^{\infty} ((g_1^{*2} - e_1^{*2}) : (2 r'^4)) \cdot r'^2 dr';$$

$$W_1(e^-) = \frac{1}{2} \cdot (g_1^{*2} - e_1^{*2}) \cdot \int_{r_{e1}}^{\infty} 1/r'^2 dr' ; \quad (38.2)$$

$$W_1(e^-) = \frac{1}{2} \cdot (g_1^{*2} - e_1^{*2}) \cdot 1/r_{e1} ; \quad (38.3)$$

Gl. (30) bei $M = 1$:

$$g_1^* = \iota m_{e1} G^{1/2} ; \quad (30.1)$$

in (38.3), wobei sich nun zeigt, warum der Autor es vorgezogen hat, die gravitationelle Ladung so zu definieren und nicht einfach mit der Masse gleichzusetzen:

$$W_1(e^-) = \frac{1}{2} \cdot (-m_{e1}^2 G - e_1^{*2}) \cdot 1/r_{e1} ;$$

$$W_1(e^-) = -\frac{1}{2} \cdot (m_{e1}^2 G + e_1^{*2}) \cdot 1/r_{e1} ; \quad (38.4)$$

und wenn man nun den Betrag der gesamten, negativen Feldenergie des Elektrons mit dessen Massenenergie gleichsetzt, also

$$|W_1(e^-)| = E_{e1} ; \quad (39)$$

dann gelangt man mit (19.3), (26.2) und (27) zu

$$r_{e1} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot c h / ((c h/G)^{1/2} \cdot c^2) ;$$

was zu

$$r_{e1} = (G h/c^3)^{1/2} \quad (3.1)$$

führt; somit ist bei $M = 1$ der klassische Elektronenradius gleich der Planckschen Länge gem. (26.3). Diese Entfernung hat ganz klar die Bedeutung von σ im Sinne Eddingtons:

$$\sigma_1 = (G h/c^3)^{1/2}. \quad (3.2)$$

Themenwechsel.

Der Autor hält es nämlich noch für nötig, ein weiteres Mal auf den am Anfang dieses Kapitels behandelten vierten Fall einzugehen. Hier gibt es nämlich außer dem Denkansatz eines Testteilchens, das durch drei Elemente definiert wird, von denen zwei die gleiche und eines die dazu entgegengesetzte elektrische Ladung tragen, noch einen weiteren.

Der Leser möge sich ein Testteilchen vorstellen, das nur durch zwei Elemente definiert ist, die eine jeweils entgegengesetzte elektrische Ladung tragen. Also ist die Potenzmenge der Testmenge durch 2^2 Elemente definiert, eben die Testmenge selbst, die leere Menge, eine Teilmenge der Testmenge mit einem elektrisch positiv und eine mit einem elektrisch negativ geladenen Element. Somit hat man auch hier einen Fall vorliegen, der insgesamt vier Teilchen umfasst: Die zwei Elemente des Testteilchens und die zwei anderen Teilchen, die als jeweils ein Element zwei Teilmengen der Testmenge definieren.

Doch nun gelangt man zu einer interessanten Fragestellung: Wie stabil ist denn solch ein System? Will heißen: Wenn die Testmenge ein elektrisch positiv und ein elektrisch negativ geladenes Element enthält, so hindert diese beiden doch wohl eigentlich nichts daran, irgendwann einmal zusammenzustoßen – immerhin bewegen sie sich gemeinsam auf engstem Raum. Stoßen sie jedoch zusammen, verwandeln sie sich augenblicklich in ein Photon, denn sie sind Teilchen und Antiteilchen. Und sogleich ist die Testmenge eine leere Menge, die Potenzmenge enthält dann genau nur noch diese – und aus ist es. Die Welt ist weg.

Gut – diese Art der Beschreibung mag dem Leser etwas flapsig erscheinen, doch sie beleuchtet einen Aspekt, der nicht vernachlässigt werden darf: Die Frage nach der Stabilität eines Universums und seiner Bestandteile. Denn das Problem haben wir bei der in diesem Kapitel diskutierten ersten Variante des vierten Falles nicht: Bei einem Testteilchen, das durch drei Elemente definiert ist, können sich höchstens ein positiv und ein negativ elektrisch geladenes Element bei einer Kollision gegenseitig vernichten. Das hätte zwar zur Folge, dass auch das eine Element der Potenzmenge der Testmenge, das nur durch ein elektrisch negativ geladenes Element definiert ist, verschwinden würde, doch würde die unangenehm singuläre Situation einer Testmenge, die durch nur ein einzelnes elektrisch positiv geladenes Element definiert wäre, aus einem ganz praktischen Grund sofort wieder aufgehoben werden; ein solitäres, elektrisch geladenes Quant erzeugt sofort spontan im umgebenden Vakuum mindestens ein Teilchen–Antiteilchen–Paar mit jeweils entgegengesetzter elektrischer Ladung (Vakuum–Polarisation) – worauf man wieder den weiter oben beschriebenen Fall einer durch drei Elemente definierten, kleinstmöglichen Testmenge hätte. Man kann es auch umgekehrt beschreiben: Die spontane Teilchen–Antiteilchen–Paarbildung ist eine notwendige Konsequenz aus dem Modell – vernichten sich ein Teilchen und ein Antiteilchen gegenseitig, bliebe nur ein elektrisch positiv geladenes Element übrig, Ladungsausgleich wäre nicht mehr gegeben – also müssen sofort spontan wieder ein Teilchen und sein Antiteilchen entstehen, um diese Regelverletzung zu beseitigen (wobei dieser Mechanismus in der heutigen Physik witzigerweise als Regelverletzung der Energieerhaltung beschrieben wird, hier jedoch nötig ist, um eine mengentheoretische Regelverletzung zu vermeiden). Dem Autor bleibt deshalb nur noch der Schluss übrig, dass das Testteilchen praktisch vollständig stabil sein muss, ebenso wie die Teilmenge der Testmenge, die durch ein einzelnes, für den elektrischen Ladungsausgleich nötiges Element definiert wird. Sicher ist jedenfalls, dass es außer den beiden beschriebenen Varianten keinen weiteren Fall gibt, bei dem vier Teilchen existieren und elektrischer Ladungsausgleich erfolgt, es sei denn, man würde den Fall eines Testteilchens mit einbeziehen, definiert durch zwei elektrisch positiv und zwei elektrisch negativ geladene Elemente, um dann alle weiteren Elemente der Potenzmenge dieses Testteilchens auszuschließen, mal von der leeren Menge abgesehen. Doch da die Elemente des Testteilchens bei $M = 1$ füreinander noch nicht existieren, ist dies ein nicht näher beschreibbares Szenario; es wird deshalb verworfen. Von den beiden anderen Varianten ist allerdings eben nur eine wirklich stabil. Möglicherweise könnte dies ein Beitrag zur Klärung der Frage nach der Stabilität heutiger Protonen, Elektronen und deren Antiteilchen sein.

Was nun einerseits noch fehlt, ist die Antwort auf die Frage nach der Ausdehnung dieses bei $M = 1$ bestehenden Mini–Universums. Dessen Masse M_{un1} ist ja bereits bekannt; sie entspricht gem. Gl. (16.1) und (26.2) vier Planckschen Massen.

Sei der Abstand zwischen Testteilchen und seinem Antipol in diesem positiv gekrümmten universellen Modell gleich D_{Un1} . Das Testteilchen befindet sich in Ruhe; ebenso jedoch sein Antipol. Warum?

Aus der Perspektive des Testteilchens befindet sich der Antipol desselben in **jeder** Richtung. Das ist deshalb so, weil alle Lichtstrahlen, die ihren Ursprung im Antipol haben und die selbstverständlich zunächst in alle Richtungen auseinander streben, hinter dem Äquator des vierdimensional gekrümmten Universums wieder zusammenlaufen, bis sie sich am Antipol des Antipols, also beim Testteilchen treffen. Und, egal, wie man das Universum bei $M = 1$ von „Außen“ als Ballon-Analogie „herumschütteln“ würde, das Testteilchen darin würde davon nichts merken. Relativ zu seiner Position ändert der Antipol die seinige auch nicht. Also: Alles, was am Antipol liegt, befindet sich relativ zum Testteilchen in Ruhe. Der Antipol wäre dann auch der Ort des ruhenden Elektrons, wenn man bei $M = 1$ denn eine Möglichkeit fände, die dafür nötige Energie irgendwo aufzutreiben. Doch gibt es in einem Universum mit einer solch kleinen Bildzahl noch keinen Energieverleih, außer, man vergrößert das Universum selbst, und das ist offenbar nur mit einer Erhöhung der Bildzahl möglich... Da nun das Elektron bei $M = 1$ auf dem universellen Äquator kreist, ist D_{Un1} ganz einfach das Doppelte von r_1 .

Andererseits muss auch noch auf eine wichtige Fragestellung eingegangen werden. Grundlage der Überlegungen in dieser Arbeit ist ja, dass das an einen Beobachter quasi wie ein Filter, also wie eine Art „Brille“ gebundene Testteilchen eine innere Struktur hat, die die Struktur der Welt, die ja Teilmenge der Potenzmenge der Testmenge ist, eben genau durch diese innere Struktur, also seine Elemente bestimmt. Es muss also jetzt die Frage gestellt werden, was einen Beobachter letztlich definiert. Darauf gibt es eine ganz einfache Antwort: Eine Beobachtung! Und die besteht in der Quantenwelt darin, dass das Testteilchen einem anderen Quant begegnet.

Jetzt wird der Leser sich fragen, wo man denn in diesem winzigen Universum bei $M = 1$ ein zusätzliches Quant herbekommen will; es gibt darin doch nur ein Elektron und das Testteilchen selbst. Auch auf diese Frage ist die Antwort sehr einfach: Gemäß Gl. (11.3) ist die Ruheenergie des Elektrons genau drei Mal so groß wie die des Elektrons, wenn es sich auf der Bohrschen Grundbahn um das Testteilchen befindet. Seine Ruheenergie ist somit genau so groß wie die des Protons. Die Beobachtung der Welt besteht also darin, dass ein freies Elektron, das zunächst ruht und somit die Rolle eines Testteilchens in einem Universum einnimmt, in dem es als Antiproton fungiert, ein Photon mit der Energie $2 \cdot E_{e1}$ abstrahlt, das sogleich vom auf seiner Bohrschen Grundbahn kreisenden Positron aufgenommen wird, welches dadurch zu einem Proton und dementsprechend zum neuen Testteilchen mutiert, und entsprechend übernimmt das vorherige Testteilchen, eben das Antiproton, die Rolle des auf der Bohrschen Grundbahn um das neue Testteilchen kreisenden Elektrons.

Und schon hat man den „Energieverleih“ gefunden!

Man könnte es als eine Art Ballspiel beschreiben, bei dem jeweils ein neues Universum/Antiuniversum bei $M = 1$ erschaffen wird – ein Ballspiel, das zu einer alternierenden Sukzession von Ur- und Anti-Ur-Universen führt, wobei jeder Ballaustausch die Ausgangssituation für eine eigene universelle Expansion in Richtung der translatorischen Zeitdimension ψ liefert.

Kapitel II.

Wenn man sich die Ergebnisse der Überlegungen im vorherigen Kapitel näher ansieht, kann man sogleich einige interessante Rückschlüsse daraus ziehen.

Klar ist, dass das Modell des Autors die beiden Wechselwirkungen Gravitation und Elektromagnetismus aus den Gesetzen der Mengenlehre herleitet und damit ihre Existenz und die Beziehung zwischen ihnen erklärt. Das vom Autor gewählte Subjekt, das Testteilchen, ist eine Menge, deren drei Elemente elektrische Ladungen tragen, nämlich zwei positive und eine negative. Da innerhalb der Teilmenge der Potenzmenge des Subjekts, welche in Kapitel I. als „Welt“ definiert wurde, Ladungsausgleich erfolgen muss, existiert außer dem Subjekt noch eine weitere Menge mit genau einem Element, nämlich dem mit der negativen elektrischen Ladung. Man kann es gar nicht zu sehr betonen: Es ist das gleiche Element, das auch im Subjekt die negative elektrische Ladung trägt! Somit hat es exakt die gleichen Eigenschaften; es bewegt sich also auch auf genau gleiche Weise. Die Menge, deren einziges Element eine negative elektrische Ladung trägt, also das Elektron, bewegt sich auch genau so, wie es das negativ elektrisch geladene Element im Subjekt –dem Testteilchen– tut, das hier einem Proton entsprechen soll. Den Gleichungen des vorigen Kapitels kann unschwer entnommen werden, dass die elektromagnetische Abstoßung zwischen diesen beiden Elementen durch die gravitationelle Anziehung exakt aufgehoben wird. Allegorisch könnte man das Elektron (bzw. dessen einziges Element) bei $M = 1$ als „Schatten“ des negativ geladenen Elements des Protons beschreiben.

Man kann es auch so ausdrücken: Die aus den Gesetzen der Mengenlehre resultierende, durch ein elektrisch negativ geladenes Element definierte Teilmenge „Elektron“ der Testmenge bewegt sich genau so wie das besagte elektrisch negativ geladene Element der Testmenge selbst, was zur Folge hat, dass beide im Kontext der zyklischen Zeit immer den gleichen Abstand beibehalten. Schließlich ist das gleiche Element Bestandteil beider Mengen, also einerseits der Testmenge, des Protons, und andererseits der sich relativ zu diesem bewegenden Teilmenge der Testmenge, des Elektrons. Und nun stellt sich heraus, dass ein solcher, immer gleich bleibender Abstand nur dann beibehalten werden kann, wenn es außer der gravitationell bedingten Anziehung der Partikel auch eine abstoßende Kraft gibt, die in diesem speziellen Fall die Schwerkraft zwischen den elektrisch negativ geladenen Elementen genau aufhebt. Also folgt daraus, dass für $M = 1$ beide Kräfte tatsächlich ausschließlich auf die Gesetze der Mengenlehre zurückgeführt werden können. Mit anderen Worten: Wenn man so etwas wie Schwerkraft in das Modell einführt, ist man aufgrund der Gesetze der Mengenlehre gezwungen, zwischen den gleichen Elementen auch eine gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Kraft einzuführen: Die elektromagnetische Abstoßung zwischen diesen beiden Elementen, die ja in jeder Hinsicht identisch sind, einmal abgesehen von ihrem Aufenthaltsort. Oder man verfährt genau umgekehrt, was hier tatsächlich das Nächstliegendere ist: Die Einführung von elektrischen Ladungen und ihrer Wechselwirkungen in das Modell bedingt die Existenz einer Anziehungskraft, die auch zwischen den elektrisch negativ geladenen Elementen im Modell wirkt, in welchem die Testmenge aus zwei elektrisch positiv und einem elektrisch negativ geladenen Elementen besteht, nämlich der Schwerkraft; sie ist nötig, um den immer gleich bleibenden Abstand der elektrisch negativ geladenen Elemente auch physikalisch begründen zu können. Die Anziehungskraft zwischen den elektrisch positiv geladenen Elementen der Testmenge und dem Element, das das Elektron definiert, ist dann nur eine logische Konsequenz aus dem Vorgegangenen,

obwohl der Autor weiter unten klarstellen muss, dass das Elektron für die eben genannten elektrisch positiv geladenen Elemente der Testmenge gar nicht existent ist, wohl aber für das Proton als Gesamtmenge. Und letzteres hat ja eine einfach positive Elementarladung.

Noch etwas muss hier betont werden: t_{z1} ist in Richtung der zyklischen Zeitdimension eine nur theoretisch vorhandene Zeit – denn der volle Umlauf des Elektrons um das Proton ist eine in diesem Referenzrahmen nicht beobachtbare Angelegenheit. Zu jedem Zeitpunkt hat das Elektron immer nur die Strecke s_{e1} zurückgelegt, und das während der Zeit t_{e1} . Eine „fernere“ Vergangenheit als t_{e1} kennt die Welt in zyklischer Zeitrichtung bei $M = 1$ nicht, tatsächlich aber auch keine „nähere“. Die Zeit t_{e1} ist bei $M = 1$ nicht nur die größtmögliche, sondern die einzige Zeit, die in zyklischer Zeitrichtung existiert. Das Elektron bewegt sich relativ zum Proton, und die Elemente des Protons bewegen sich auch relativ zueinander, jedoch immer so, dass das Proton als Ganzes in Ruhe bleibt. Dieses Geschehen dauert genau eine Zeit t_{e1} , wobei es sich dabei auch um den kürzestmöglichen „Augenblick“ handelt.

Was der Mensch (normalerweise?) wahrnimmt, das ist die translatorische Zeitdimension. Heutzutage blickt man im Kosmos auf viele Milliarden Jahre Vergangenheit zurück. Wie kommt es aber nun dazu, dass aus einem Universum bei $M = 1$ im Laufe der translatorischen Zeit unsere Gegenwart mit einem $M \gg 1$ wird? Die Grundlagen zur Klärung dieser Frage sollen in diesem und dem nächsten Kapitel näher erörtert werden.

Der Ansatz diesbezüglicher Überlegungen findet sich in der Struktur des Testteilchens. Dessen Bestandteile, seine Elemente, existieren bei $M = 1$ füreinander nicht – sie wirken nicht aufeinander. Die Wirkung, die das Elektron auf das Testteilchen ausübt, lässt sich in drei orthogonale Vektoren zerlegen, obwohl das Elektron für die beiden elektrisch positiv geladenen Elemente nicht existiert (der Autor wird dies weiter unten erläutern). Wechselwirkungen zwischen den Elementen des Subjekts sind bei $M = 1$ nicht definierbar, wie es bereits im Vorangegangenen erwähnt wurde.

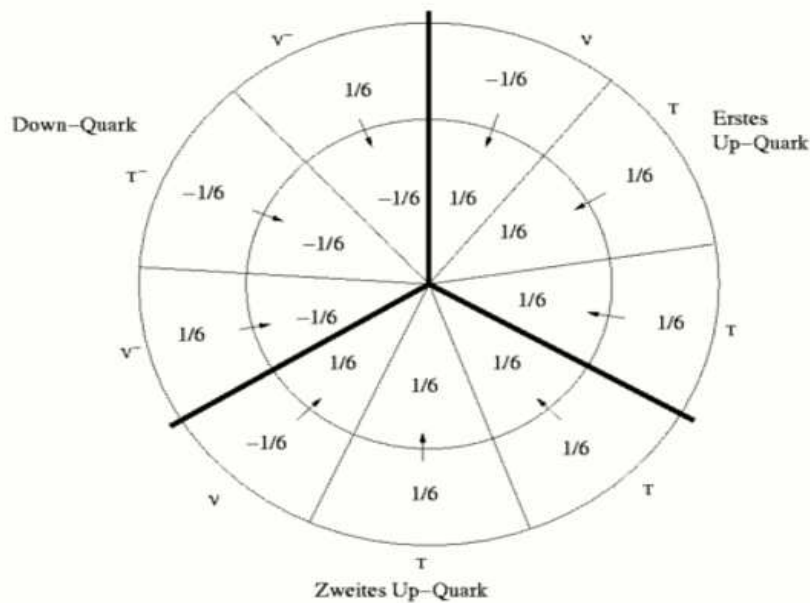


Abb. 3: Hier wird das Ergebnis der gegenseitigen Abbildung der drei Elemente der Testmenge bei $M=1$ aufeinander dargestellt; es ergibt sich somit die Zusammensetzung der Testmenge bei $M=2$

Wie ist es aber, wenn man die Bildzahl vergrößert? Naheliegender dürfte sein, dass diese anwächst, wenn die Zeit entlang des translatorischen Zeitpfeils ψ größer wird.

Sei nun $M = 2$. Die Arbeitshypothese lautet, dass das Universum expandiert und somit größer geworden ist; die Zeit in translatorischer Richtung t_{ψ_2} ist dann ebenfalls größer als t_{ψ_1} . Zwar waren bei $M = 1$ Wechselwirkungen zwischen den Bestandteilen des Testteilchens noch nicht definierbar, doch ist es inzwischen anders; dadurch, dass translatorische Zeit verging, hatten die Elemente des Testteilchens Gelegenheit, aufeinander zu wirken; nunmehr existieren sie füreinander. In mathematischer Hinsicht sind dies Abbildungen; jedes Element des Testteilchens bei $M = 1$ bildet sich auf sich selbst und auf die anderen beiden ab; dadurch verändert sich beim Übergang zu $M = 2$ die Struktur dieser Elemente (s. Abb. 3).

Nach Ansicht des Autors ist es an dieser Stelle wichtig, noch einmal darauf hinzuweisen, dass bei $M = 1$ das Elektron nur für das Proton als Ganzes (also als Menge) existent ist, denn eines der Elemente der Testmenge, also eben dieses Protons, ist genau das Element, das auch das Elektron als Menge definiert. Dieses Element verschafft seinem „Ebenbild“ im Elektron erst dessen Existenz. Also existiert das Element auch nicht für die anderen Elemente der Testmenge. Diese haben ja keine eigene innere Struktur, die es ihnen gemäß der zweiten Annahme in dieser Arbeit ermöglichen würde, das Elektron wahrzunehmen. Also gibt es für sie auch kein Elektron. Die positiv geladenen Elemente der Testmenge sind somit negative Objekte (also Wahrnehmungspausen), und das elektrisch negativ geladene Element ein positives Objekt (eine Wahrnehmung)... Da schlägt wieder einmal Murphy zu; die Wissenschaft erlebte so etwas Ähnliches ja bereits damals, als sich herausstellte, dass elektrisch negativ geladene Elektronen von der Kathode, also dem Plus-Pol, abgegeben werden, und zur Anode, dem Minus-Pol, wandern! Jedenfalls ist die Tatsache, dass für die elektrisch positiv geladenen Elemente der Testmenge kein Elektron existiert, ein Zustand, der gewissermaßen nach Beseitigung „schreit“. Und die klappt nur, wenn sich die Elemente der Testmenge aufeinander abbilden.

Der Abbildungsvorgang verläuft wie folgt: Durch die Abbildung eines jeden Elements auf sich selbst und auf die beiden anderen entstehen neun neue Elemente; jeweils drei davon sind Elemente einer Menge, die aus jedem der bei $M = 1$ existenten Elemente des Protons hervorging. Im Einzelnen sieht die Situation bei $M = 2$ so aus:

1. Das elektrisch negativ geladene Element (\ominus) bildet sich wie folgt ab:

$$\ominus \rightarrow \ominus \quad (T^-)$$

$$\ominus \rightarrow \oplus_1 \quad (V)$$

$$\ominus \rightarrow \oplus_2 \quad (V)$$

2. Das erste elektrisch positiv geladene Element (\oplus_1) bildet sich wie folgt ab:

$$\oplus_1 \rightarrow \oplus_1 \quad (T)$$

$$\oplus_1 \rightarrow \oplus_2 \quad (T)$$

$$\oplus_1 \rightarrow \ominus \quad (V^-)$$

3. Das zweite elektrisch positiv geladene Element (\oplus_2) bildet sich wie folgt ab:

$$\oplus_2 \rightarrow \oplus_2 \quad (T)$$

$$\oplus_2 \rightarrow \oplus_1 \quad (T)$$

$$\oplus_2 \rightarrow \ominus \quad (V^-)$$

Also werden aus den Elementen, die bei $M = 1$ existierten, Mengen bei $M = 2$, immer vorausgesetzt, der Zustand bei $M = 1$ liegt wirklich in der Vergangenheit dieses Universums. Die Elemente der letzteren Mengen sind die folgenden Abbildungen:

1. Menge:	$\ominus \rightarrow \ominus$	(T ⁻)	($-1/3 e_2^*$)
	$\oplus_1 \rightarrow \ominus$	(V ⁻)	(keine elektrische Gesamtladung)
	$\oplus_2 \rightarrow \ominus$	(V ⁻)	(keine elektrische Gesamtladung)
2. Menge:	$\oplus_1 \rightarrow \oplus_1$	(T)	($+1/3 e_2^*$)
	$\oplus_2 \rightarrow \oplus_1$	(T)	($+1/3 e_2^*$)
	$\ominus \rightarrow \oplus_1$	(V)	(keine elektrische Gesamtladung)
3. Menge:	$\oplus_2 \rightarrow \oplus_2$	(T)	($+1/3 e_2^*$)
	$\oplus_1 \rightarrow \oplus_2$	(T)	($+1/3 e_2^*$)
	$\ominus \rightarrow \oplus_2$	(V)	(keine elektrische Gesamtladung)

Nun existieren 18 Elemente in diesen 9 Abbildungen. Diese Elemente bilden jedoch paarweise Verknüpfungen. Wohl sind Masse und elektrische Ladung eines jeden dieser Elemente gemäß den Vorgaben in Kapitel I. (3. Annahme) gleich (so hat jedes Element $1/6$ des elektrischen Ladungsbetrags einer Elementarladung e_2^*). Doch steckt in der jeweiligen Verknüpfung Bindungsenergie, so dass die paarweisen Verknüpfungen, eben die 9 besagten Abbildungen, natürlich nicht mehr gleiche Massen haben können. Schließlich haben sich auch ihre Ladungen geändert, wie später gezeigt werden wird.

Die obige Aufstellung zeigt, welche Ladungsverteilung nun im Proton bei $M = 2$ vorliegt: Das Element mit negativer elektrischer Ladung wird nach dem Abbildungsvorgang zur ersten Menge mit der Ladung $-1/3 e_2^*$, und die Elemente mit positiver elektrischer Ladung werden zur zweiten bzw. dritten Menge mit $+2/3 e_2^*$. Interessanterweise sind dies die Ladungsanteile, die auch die Quarks im heutigen Proton haben. Und die Elemente der Mengen, die sich durch die Abbildungsvorgänge aus den ursprünglichen Elementen des Protons bei $M = 1$ gebildet haben, sind selbst Abbildungen, also Mengen, die durch zwei in Beziehung zueinander stehende Elemente definiert sind.

Möge sich der Leser dieser Arbeit nun vergegenwärtigen, dass die kleinsten Elemente der Testmenge alle eine elektrische Ladung tragen (entweder „+“ oder „-“). Bei dem oben beschriebenen Abbildungsvorgang müssen die Quanten, die die Information des wirkenden, also abbildenden Quants tragen, demgemäß ebenfalls elektrische Ladung haben. Sie müssen, sobald sie existieren, den vorgegebenen Bedingungen für kleinste Teilchen genügen; die gequantelte Information kann nicht in Form eines kleineren Teilchens als die kleinsten Bestandteile der Testmenge vorliegen, da ja sonst letztere nicht die kleinsten Bestandteile mehr wären, noch könnte sie größer sein, da sie ja quasi Bruchstück eines kleinsten Bestandteils vor der Abgabe der gequantelten Information war und somit noch keine innere Struktur haben kann – denn nur mit solch einer inneren Struktur könnte die gequantelte Information größer als die kleinsten Bestandteile der Testmenge sein, da sie dann selbst aus diesen kleinsten Bestandteilen zusammengesetzt wäre. Daraus folgt also, dass ein solcher kleinster Bestandteil dazu gezwungen ist, in zwei gleich große neue Bestandteile zu zerfallen, von denen einer die weiter oben erwähnte gequantelte Information ist.

Falls sich der Leser schon einmal mit dem Rishonenmodell von Haim Harari¹⁰ befasst hat, wird ihm inzwischen etwas aufgefallen sein: Neben den weiter oben aufgelisteten drei Abbildungsgruppen stehen Buchstaben in Klammern, nämlich T, V, T⁻ und V⁻. Dies sind die Symbole für die von Harari vorgeschlagenen Bestandteile der Quarks und Leptonen; sie stehen jeweils für das T-, das V-, das Anti-T- und das Anti-V-Rishon. Deren Entsprechungen in dem in dieser Arbeit vorgestellten kosmologischen Modell haben exakt die Eigenschaften der von Harari vorgeschlagenen Rishonen. Über das Rishonenmodell geht jedoch hinaus, dass die den Rishonen entsprechenden Mengen Abbildungen der Elemente der Testmenge bei M = 1 aufeinander sind. Außerdem hat das Rishonenmodell keine Erklärung für die Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie geliefert; das in dieser Arbeit vorgestellte Modell jedoch schon.

Nun soll aber noch etwas genauer auf die besagten Eigenschaften dieser Rishonen eingegangen werden. Harari leitet die Farben der Quarks aus den sog. Hyperfarben der Rishonen her, die er „Hyperrot“, „Hypergelb“, „Hyperblau“, „Anti-Hyperrot“, „Anti-Hypergelb“ und „Anti-Hyperblau“ nennt. Es kann aber gezeigt werden, dass das hier vorgestellte kosmologische Modell auch in dieser Hinsicht zu erheblichen Vereinfachungen führt; möge sich der Leser vorstellen, die Elemente der Testmenge bei M = 1 hätten so etwas wie eine „Reihenfolge“. Ganz klar, bei M = 1 ist dieser Begriff sinnfrei. Wenn diese Elemente sich jedoch aufeinander abbilden, dann wird solch eine Reihenfolge plötzlich zu einer sinnvollen Größe. Um das zu illustrieren, stelle man sich vor, das „erste“ Element sei „rot“, das zweite „grün“ und das dritte „blau“. Und wenn dieses erste Element die negative elektrische Ladung trägt, dann hat man nach erfolgter Abbildung bei M = 2 den Fall „rot auf rot“, wenn man das T⁻-Rishon betrachtet. Und natürlich spricht nichts dagegen, wenn das „erste“ Element „grün“ oder „blau“ ist. Dann ergibt sich „grün auf grün“ respektive „blau auf blau“ für eben dieses T⁻-Rishon. Zu einer konkret vorstellbaren Größe werden diese Farben dann, wenn man sich veranschaulicht, dass sie den Impulsvektoren der jeweiligen Rishonen entsprechen müssen. Bei M = 1 heben sich ja die Impulse der Elemente der Testmenge gegenseitig auf, da letztere als Ganze in Ruhe ist. Da nun jeder dieser Impulse gleich groß ist, ist die Summe der Vektoren dieser Impulse gleich 0, was Farblosigkeit gleichkommt. Nimmt man einen der Impulsvektoren weg, so bleibt z.B. ein „roter“ und ein „grüner“ Impulsvektor übrig – und die würden zusammen einen „antiblauen“ Vektor ergeben – dem „blauen“ Impulsvektor entgegengesetzt gerichtet. Beim Übergang von M = 1 auf M = 2 bringen die 18 aus den ursprünglichen drei Elementen der Testmenge bei M = 1 entstandenen Elemente jeweils quantitativ deutlich kleinere Impulsvektoren von allerdings einheitlichem skalaren Betrag mit. Diese sind als Konsequenz aus der Situation bei M = 1 mit den Vektoren bei M = 1 kollinear. Also kann man auch hier von „roten“, „grünen“ und „blauen“ Vektoren bzw. Elementen sprechen. Sei z.B. das negativ geladene Element der Testmenge bei M = 1 „rot“, das erste positiv geladene Element derselben „grün“ und das zweite „blau“. Dann ergibt sich für M = 2:

- | | | | |
|-----------|---------------------------------|-------------------|--|
| 1. Menge: | $\ominus \rightarrow \ominus$ | (T ⁻) | (-1/3 e ₂ * -rot auf rot) |
| | $\oplus_1 \rightarrow \ominus$ | (V ⁻) | (keine elektrische Gesamtladung -grün auf rot) |
| | $\oplus_2 \rightarrow \ominus$ | (V ⁻) | (keine elektrische Gesamtladung -blau auf rot) |
| 2. Menge: | $\oplus_1 \rightarrow \oplus_1$ | (T) | (+1/3 e ₂ * -grün auf grün) |
| | $\oplus_2 \rightarrow \oplus_1$ | (T) | (+1/3 e ₂ * -blau auf grün) |
| | $\ominus \rightarrow \oplus_1$ | (V) | (keine elektrische Gesamtladung -rot auf grün) |

3. Menge: $\oplus_2 \rightarrow \oplus_2$ (T) (+1/3 e₂* -blau auf blau)
 $\oplus_1 \rightarrow \oplus_2$ (T) (+1/3 e₂* -grün auf blau)
 $\ominus \rightarrow \oplus_2$ (V) (keine elektrische Gesamtladung -rot auf blau)

und wird das negativ geladene Element der Testmenge bei M = 1 „grün“ genannt, das erste positiv geladene Element „blau“ und das zweite „rot“, ergibt sich für M = 2 :

1. Menge: $\ominus \rightarrow \ominus$ (T⁻) (-1/3 e₂* -grün auf grün)
 $\oplus_1 \rightarrow \ominus$ (V) (keine elektrische Gesamtladung -blau auf grün)
 $\oplus_2 \rightarrow \ominus$ (V) (keine elektrische Gesamtladung -rot auf grün)
2. Menge: $\oplus_1 \rightarrow \oplus_1$ (T) (+1/3 e₂* -blau auf blau)
 $\oplus_2 \rightarrow \oplus_1$ (T) (+1/3 e₂* -rot auf blau)
 $\ominus \rightarrow \oplus_1$ (V) (keine elektrische Gesamtladung -grün auf blau)
3. Menge: $\oplus_2 \rightarrow \oplus_2$ (T) (+1/3 e₂* -rot auf rot)
 $\oplus_1 \rightarrow \oplus_2$ (T) (+1/3 e₂* -blau auf rot)
 $\ominus \rightarrow \oplus_2$ (V) (keine elektrische Gesamtladung -grün auf rot)

sowie im Falle eines „blauen“ negativ geladenen Elements, eines ersten „roten“ und eines zweiten „grünen“ positiv geladenen Elements der Testmenge bei M = 2 :

1. Menge: $\ominus \rightarrow \ominus$ (T⁻) (-1/3 e₂* -blau auf blau)
 $\oplus_1 \rightarrow \ominus$ (V) (keine elektrische Gesamtladung -rot auf blau)
 $\oplus_2 \rightarrow \ominus$ (V) (keine elektrische Gesamtladung -grün auf blau)
2. Menge: $\oplus_1 \rightarrow \oplus_1$ (T) (+1/3 e₂* -rot auf rot)
 $\oplus_2 \rightarrow \oplus_1$ (T) (+1/3 e₂* -grün auf rot)
 $\ominus \rightarrow \oplus_1$ (V) (keine elektrische Gesamtladung -blau auf rot)
3. Menge: $\oplus_2 \rightarrow \oplus_2$ (T) (+1/3 e₂* -grün auf grün)
 $\oplus_1 \rightarrow \oplus_2$ (T) (+1/3 e₂* -rot auf grün)
 $\ominus \rightarrow \oplus_2$ (V) (keine elektrische Gesamtladung -blau auf grün)

woraus man leicht ersehen kann, dass es 27 verschiedene Abbildungen / Elemente sind.

Mit der Farben-Arithmetik, die sich hier ergibt, kann der Leser ja mal etwas herumspielen; „blau“ auf „blau“ ergibt beispielsweise „doppelblau“, „rot“ auf „blau“ „antigrün“ usw. Es ist gut zu erkennen, dass Hararis Hyperfarben nun obsolet sind, denn im Modell des Autors kommt man ja mit drei Farben komplett aus.

Zurück zur zweiten Annahme. Die Testmenge bei M = 2, jetzt ein fast „modernes“ Proton, ist durch die beschriebenen Elemente der Quarks, definiert, die Rishonen, die wiederum Abbildungen der Elemente der Testmenge bei M = 1 sind. Elemente der Potenzmenge der Testmenge müssen samt und sonders Mengen sein, die Teilmengen der Testmenge und demgemäß durch Elemente der letzteren definiert sind. Und diese Elemente haben **genau die gleichen Eigenschaften** wie die die Testmenge definierenden Elemente, also nicht nur gleiche elektrische Ladungen, sondern auch gleiche Massen/Energien! Und zu allem Überfluss bewegen sie sich auch auf genau gleiche Weise. Z.B. ist das Elektron, welches das per Definition in Ruhe befindliche Testteilchen umkreist, eine Menge, definiert durch drei T⁻-Rishonen – welche, wird aus der obigen Aufstellung deutlich:

$$\begin{array}{ll}
\Theta \rightarrow \Theta & (T^-) \quad (-1/3 e_2^* \text{ -rot auf rot}) \\
\Theta \rightarrow \Theta & (T^-) \quad (-1/3 e_2^* \text{ -grün auf grün}) \\
\Theta \rightarrow \Theta & (T^-) \quad (-1/3 e_2^* \text{ -blau auf blau})
\end{array}$$

was den aufmerksamen Leser sofort zur verblüfften Frage führen dürfte, wie es denn nun auf einmal dazu kommen könne, dass drei Elemente aus drei **verschiedenen** Ausgangssituationen zu einem Elektron zusammenfinden, obwohl diese ja offenbar nicht zeitgleich sein können.

Das ergibt sich wie folgt: Ohne Einbeziehung der oben beschriebenen „Farbenlehre“ ist die Testmenge ein Proton, dessen einziges komplett elektrisch negativ geladenes Element ein Anti-T-Rishon (T^-) ist. Ein Ladungsausgleich ist unter diesen Umständen nicht möglich; darüber hinaus hätte nicht jedes Element des Protons irgendwo in der Welt, welche ja einer Teilmenge der Potenzmenge der Testmenge entspricht, sein Anti-Teilchen bzw. Gegen-Element. Die Welt hätte in diesem Fall eine insgesamt positive elektrische Gesamtladung, nämlich $+2/3 e_2^*$, und nicht jedes Teilchen sein Antiteilchen. Das wären beides Eigenschaften, die im heutigen Universum nicht beobachtet werden. Also kommt es auch schon bei $M = 2$ zu einer Art „Schleier“, der vor diese unangenehme Drittel-Ladung gezogen wird; eine zeitliche Unschärfe, die bewirkt, dass die kürzeste elektromagnetisch messbare Zeit $\tau_2 := \sigma_2/c$ wohl deutlich länger als die Plancksche Zeit ist – vielleicht sogar das dreifache davon. Diese Unschärfe bewirkt, dass die eigentlich nacheinander vorliegenden Zustände der Testmenge z.B. mit jeweils einem „rot auf rotem“, „grün auf grünem“ und „blau auf blauem“ T^- -Rishon der Testmenge als gleichzeitig existent erscheinen. Das Modell liefert somit eine Erklärung dafür, dass der Grenzwert der Messgenauigkeit für die Ortsbestimmung σ im heutigen Universum um so vieles größer als die Plancksche Länge ist.

Wenn man nun bei $M = 2$ die Teilmenge der Potenzmenge des Protons betrachtet, in der jedes Element als Teilchen sein Antiteilchen als Element besagter Teilmenge dieser Potenzmenge hat, so stellt man fest, dass diese Teilmenge der Potenzmenge des Testteilchens durch folgende Elemente definiert ist: Drei Protonen, demgemäß auch drei Elektronen, aber auch sechs Neutrinos und deren Antiteilchen. Dies ist die maximal mögliche Anzahl dieser Quanten. Also wird in diesem Modell die Welt bei $M = 2$ einem Zustand zugeschrieben, in dem alle drei Elektronen auf der Bohrschen Bahn mit der Hauptquantenzahl $n = 2$, der höchstmöglichen bei $M = 2$ kreisen. Stürzen all diese Elektronen auf ihre Grundbahnen zurück, kommen zu den oben aufgezählten Teilchen noch drei Photonen hinzu.

Der Autor knöpft sich hier den mathematisch einfachsten Fall vor: Die Elektronen befinden sich alle auf der höchstmöglichen Bahn „ihrer“ Wasserstoffatome, also lautet die Hauptquantenzahl in allen drei Fällen $n = 2$.

Um dieses Universum bei $M = 2$ beschreiben zu können, müssen zunächst einmal die Massen bzw. Massenenergien der kleinsten Bestandteile (Elemente) aller Quanten bestimmt werden. Ab sofort werden diese „Epsilonen“ genannt; jedes Rishon setzt sich aus 2 Epsilonen zusammen.

Zur Veranschaulichung: Das T^- -Rishon ist das Ergebnis der Abbildung des Down-Quarks bei $M=1$ auf sich selbst. Sei E_{Tu2} die Massenenergie des T^- -Rishons (sowie entsprechend natürlich auch seines Antiteilchens, des T -Rishons) bei $M=1$, wenn es „unifarben“ ist.

Was soll das jetzt bedeuten?

Als „unifarben“ bezeichnet der Autor fortan Rishonen, die aus gleich gefärbten Epsilonen bestehen, in denen sich also rot auf rot, blau auf blau oder grün auf grün abbilden. „Bunt“ werden solche Rishonen genannt, die aus unterschiedlich gefärbten Epsilonen zusammengesetzt sind.

Relativistisch gilt für das unifarbene T^- -Rishon:

$$[E_{Tu2}]^2 = [E_{Tu2}(v_{Tu2}=0)]^2 + (p_{Tu2} \cdot c)^2 ; \quad (40)$$

wobei $E_{Tu2}(v_{Tu2}=0)$ die Ruheenergie und p_{Tu2} der Impuls des unifarbenen T^- -Rishons sind.

$$E_{Tu2} = 2 \cdot E_{\mathcal{E}2} ; \quad (41)$$

dabei ist $E_{\mathcal{E}2}$ die Energie eines Epsilon. Auch dieses hat eine Ruheenergie, nämlich $E_{\mathcal{E}2}(v_{\mathcal{E}2}=0)$.

Da sich bei der Bildung des T^- -Rishons zwei Epsilonen vereinigen (will heißen, eines bildet sich auf das andere ab), die dem gleichen Quark bei $M=1$ entstammen, gibt es hier keine potentiellen Energiedifferenzen; elektrische und gravitationelle Kräfte halten sich die Waage:

$$| m_{\mathcal{E}2}^2 \cdot G | = | -[1/6 \cdot e_2^*]^2 | ;$$

daraus:

$$m_{\mathcal{E}2}^2 \cdot G = e_2^{*2} : 36 ; \quad (42)$$

und nun gilt:

$$p_{\mathcal{E}2} = m_{\mathcal{E}2} \cdot v_{\mathcal{E}2} ; \quad (43)$$

aus (40) und (41):

$$[2 E_{\mathcal{E}2}]^2 = [E_{Tu2}(v_{Tu2}=0)]^2 + (p_{Tu2} \cdot c)^2 ; \quad (40.1)$$

alle Bewegungsenergie ist die Summe der Bewegungsenergien der Epsilonen:

$$[2 E_{\varepsilon 2}]^2 = [2 E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0)]^2 + (p_{Tu2} \cdot c)^2 ;$$

deshalb ist p_{Tu2} auch die Summe der Einzelimpulse der Epsilonen:

$$[2 E_{\varepsilon 2}]^2 = [2 E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0)]^2 + (2 \cdot p_{\varepsilon 2} \cdot c)^2 ; \quad / : 4 ;$$

$$E_{\varepsilon 2}^2 = [E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0)]^2 + (p_{\varepsilon 2} \cdot c)^2 ; \quad (40.2)$$

mit (43):

$$E_{\varepsilon 2}^2 = [E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0)]^2 + (m_{\varepsilon 2} \cdot v_{\varepsilon 2} \cdot c)^2 ;$$

daraus mit

$$E_{\varepsilon 2} = m_{\varepsilon 2} \cdot c^2 \quad (44)$$

$$E_{\varepsilon 2}^2 = [E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0)]^2 + E_{\varepsilon 2}^2 \cdot v_{\varepsilon 2}^2 / c^2 ;$$

$$[E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0)]^2 = E_{\varepsilon 2}^2 \cdot \left(1 - (v_{\varepsilon 2} / c)^2\right) ; \quad / \sqrt{\quad}$$

$$E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0) = E_{\varepsilon 2} \cdot \left(1 - (v_{\varepsilon 2} / c)^2\right)^{1/2} ;$$

also

$$E_{\varepsilon 2} = E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0) \cdot \left(1 - (v_{\varepsilon 2} / c)^2\right)^{-1/2} ; \quad (40.3)$$

bei unifarbene T^- -Rishonen gilt dann mit (41):

$$E_{Tu2} = 2 \cdot E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0) \cdot \left(1 - (v_{\varepsilon 2} / c)^2\right)^{-1/2} ; \quad (40.4)$$

das unifarbene T^- -Rishon bewegt sich, wie bereits erwähnt, immer genau so wie seine Bestandteile, die Epsilonen. Also gilt:

$$v_{Tu2} = v_{\varepsilon 2} ; \quad (45)$$

damit aus (40.4):

$$E_{Tu2} = 2 E_{\varepsilon 2}(v_{\varepsilon 2}=0) \cdot \left(1 - (v_{Tu2} / c)^2\right)^{-1/2} ; \quad (40.5)$$

doch nun zu den bunten Rishonen. Hier ist der Gesamtimpuls des T- oder T⁻-Rishons genau so groß wie der eines Epsilon (der Leser erinnere sich; z.B. ergibt rot und blau antigrün – rot und rot ergäbe hingegen doppelrot, blau und blau doppelblau):

$$[E_{Tb2}]^2 = [E_{Tb2}(v_{Tb2}=0)]^2 + (p_{\varepsilon 2} \cdot c)^2 ; \quad (46)$$

daraus dann mit den Gleichungen (43) und (44):

$$[E_{Tb2}]^2 = [E_{Tb2}(v_{Tb2}=0)]^2 + E_{\varepsilon 2}^2 \cdot v_{\varepsilon 2}^2 / c^2 ; \quad (46.1)$$

es gilt aber auch

$$[E_{Tb2}]^2 = [E_{Tb2}(v_{Tb2}=0)]^2 + (p_{Tb2} \cdot c)^2 ; \quad (47)$$

mit

$$p_{Tb2} = m_{Tb2} \cdot v_{Tb2} ; \quad (48)$$

und

$$E_{Tb2} = m_{Tb2} \cdot c^2 ; \quad (49)$$

daraus:

$$[E_{Tb2}]^2 = [E_{Tb2}(v_{Tb2}=0)]^2 + E_{Tb2}^2 \cdot v_{Tb2}^2 / c^2 ; \quad (47.1)$$

$$E_{Tb2} = E_{Tb2}(v_{Tb2}=0) \cdot \left(1 - (v_{Tb2} / c)^2\right)^{-1/2} ; \quad (47.2)$$

und (47.1) sowie (46.1) ergeben

$$E_{\varepsilon 2}^2 \cdot v_{\varepsilon 2}^2 / c^2 = E_{Tb2}^2 \cdot v_{Tb2}^2 / c^2 ;$$

und hier gilt analog zum Fall der unifarbene T- und T⁻-Rishonen, dass

$$v_{Tb2} = v_{\varepsilon 2} ; \quad (50)$$

=>

$$E_{\varepsilon 2}^2 \cdot v_{\varepsilon 2}^2 / c^2 = E_{Tb2}^2 \cdot v_{\varepsilon 2}^2 / c^2 ;$$

$$E_{\varepsilon 2}^2 = E_{Tb2}^2 ; \quad / \sqrt{\quad}$$

(bei positiven Massenenergien)

$$E_{\varepsilon 2} = E_{Tb2} ;$$

$$E_{Tb2} = E_{\varepsilon 2} ; \quad (50.1)$$

mit (41):

$$E_{Tu2} = 2 \cdot E_{Tb2} ; \quad (50.2)$$

nun aber zurück zu den Elektronen. Wie man den vorangegangenen Ausführungen unschwer entnehmen kann, haben Elektronen, deren Elemente T⁻-Rishonen sind, verschiedene Energien, je nach dem, ob diese Elemente unifarben oder bunt sind. Der Leser mag sich klar machen, dass man hier genau ein Elektron erhält, welches nur aus drei unifarbenen T⁻-Rishonen zusammengesetzt ist; zwei enthalten ausschließlich bunte T⁻-Rishonen, und drei setzen sich aus je einem unifarbenen und 2 bunten T⁻-Rishonen zusammen. Insgesamt sind die Elektronen natürlich nach außen hin farblos.

Sei nun

$$E_{e2} = m_{e2} c^2 \quad (51)$$

die Massenenergie des Elektrons auf der Bohrschen Grundbahn um das Testteilchen; m_{e2} sei dessen Masse.

Sei

$$E_{e2}(n=2) = m_{e2}(n=2) c^2 \quad (52)$$

die Massenenergie des Elektrons auf der 2. Bohrschen Bahn um das Testteilchen; $m_{e2}(n=2)$ sei dessen Masse.

Sei

$$E_{e2}(H;n=1) = m_{e2}(H;n=1) c^2 \quad (53)$$

die Massenenergie des Elektrons auf der Bohrschen Grundbahn jeweils um eines der beiden Protonen im Universum bei $M = 2$, die nicht Testteilchen sind; $m_{e2}(H;n=1)$ sei dessen Masse.

Schließlich sei

$$E_{e2}(H;n=2) = m_{e2}(H;n=2) c^2 \quad (54)$$

die Massenenergie des Elektrons auf der 2. Bohrschen Bahn um eines der beiden Protonen im Universum bei $M = 2$, die nicht die Rolle des Testteilchens innehaben; $m_{e2}(H;n=2)$ sei dessen Masse.

Da nun das Testteilchen per Definition bezogen auf den Beobachter immer in Ruhe ist, in dessen Wasserstoffatom also das Elektron das einzige in Bewegung befindliche Quant ist, andererseits in den weiteren beiden bei $M = 2$ existierenden Wasserstoffatomen sowohl Proton als auch Elektron um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen, kann man die Formel für die reduzierte Masse verwenden, um Beziehungen zwischen den genannten vier Elektronenarten zu beschreiben. So muss einerseits die Beziehung zwischen den Elektronen auf den Bohrschen Grundbahnen wie folgt lauten:

$$m_{e2}(H;n=1) = \frac{m_{p2}(v_{p2}=0) \cdot m_{e2}}{[m_{p2}(v_{p2}=0) + m_{e2}]} ; \quad (55)$$

dabei sei $m_{p2}(v_{p2}=0)$ die Ruhemasse des Protons. Andererseits gilt für die Beziehung zwischen den Elektronen auf den 2. Bohrschen Bahnen:

$$m_{e2}(H;n=2) = \frac{m_{p2}(v_{p2}=0) \cdot m_{e2}(n=2)}{[m_{p2}(v_{p2}=0) + m_{e2}(n=2)]} ; \quad (56)$$

aus (55):

$$m_{p2}(v_{p2}=0) = \frac{m_{e2} \cdot m_{e2}(H;n=1)}{m_{e2} - m_{e2}(H;n=1)} ; \quad (55.1)$$

aus (56):

$$m_{p2}(v_{p2}=0) = \frac{m_{e2}(n=2) \cdot m_{e2}(H;n=2)}{m_{e2}(n=2) - m_{e2}(H;n=2)} ; \quad (56.1)$$

(55.1) mit (56.1) gleichgesetzt:

$$\frac{m_{e2} \cdot m_{e2}(H;n=1)}{m_{e2} - m_{e2}(H;n=1)} = \frac{m_{e2}(n=2) \cdot m_{e2}(H;n=2)}{m_{e2}(n=2) - m_{e2}(H;n=2)} ; \quad (56.2)$$

und jetzt kommen die bereits weiter oben genannten drei Zustände des Elektrons ins Spiel. Das energiereichste davon, aus drei unifarbenen T^- Rishonen zusammengesetzt, identifiziert der Autor als dasjenige auf der 2. Bohrschen Bahn des Testteilchens:

$$m_{e2}(n=2) = m_{eu2} ; \quad (57)$$

dabei steht m_{eu2} für die Masse des aus drei unifarbenen T^- -Rishonen zusammengesetzten Elektrons.

$$m_{eu2} = 3 \cdot 2 \cdot m_{e2} ; \quad (58)$$

aus (57) und (58):

$$m_{e2}(n=2) = 6 \cdot m_{e2} ; \quad (57.1)$$

und am energieärmsten ist ein Elektron auf der Bohrschen Grundbahn eines der beiden Protonen, die nicht die Rolle des Testteilchens innehaben:

$$m_{e2}(H;n=1) = m_{eb2} ; \quad (59)$$

m_{eb2} steht für die Masse eines ausschließlich aus bunten T^- -Rishonen zusammengesetzten Elektrons:

$$m_{eb2} = 3 \cdot m_{e2} ; \quad (60)$$

(59) = (60):

$$m_{e2}(H;n=1) = 3 \cdot m_{\mathcal{E}2} ; \quad (59.1)$$

und zu erwarten ist nun, wenn das Modell stimmt, dass die Elektronen, die aus jeweils einem unifarbigen und zwei bunten T^- -Rishonen zusammengesetzt sind (zwei unifarbene und ein buntes gehen ja nicht, weil das Elektron dann nicht farblos sein kann), deren Masse also

$$m_{em2} = 4 \cdot m_{\mathcal{E}2} \quad (61)$$

ist, sowohl den Elektronen mit der Masse m_{e2} als auch denen mit der Masse $m_{e2}(H;n=2)$ entsprechen. Schließlich sind diese die einzigen Elektronen im Modell, die für diese Rollen zur Verfügung stehen.

(57.1) und (59.1) in (56.2):

$$\frac{m_{e2} \cdot 3 \cdot m_{\mathcal{E}2}}{m_{e2} - 3 \cdot m_{\mathcal{E}2}} = \frac{6 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot m_{e2}(H;n=2)}{6 \cdot m_{\mathcal{E}2} - m_{e2}(H;n=2)} ;$$

daraus:

$$m_{e2}(H;n=2) \cdot [3 m_{e2} - 6 m_{\mathcal{E}2}] = m_{e2} \cdot 6 m_{\mathcal{E}2} ;$$

$$m_{e2} \cdot [3 m_{e2}(H;n=2) - 6 m_{\mathcal{E}2}] = m_{e2}(H;n=2) \cdot 6 m_{\mathcal{E}2} ;$$

und nun folgt die Behauptung, m_{e2} sei gleich $4 \cdot m_{\mathcal{E}2}$ [= m_{em2} , gem. Gl. (61)];

$$\Rightarrow 4 m_{\mathcal{E}2} \cdot [3 m_{e2}(H;n=2) - 6 m_{\mathcal{E}2}] = m_{e2}(H;n=2) \cdot 6 m_{\mathcal{E}2} ;$$

$$12 m_{e2}(H;n=2) - 24 m_{\mathcal{E}2} = 6 m_{e2}(H;n=2) ;$$

$$6 m_{e2}(H;n=2) = 24 m_{\mathcal{E}2} ;$$

$$m_{e2}(H;n=2) = 4 m_{\mathcal{E}2} ;$$

$$\Rightarrow m_{e2} = m_{e2}(H;n=2) ; \quad \quad \quad \checkmark \quad \text{q.e.d.}$$

Also:

$$m_{e2}(n=2) = m_{eu2} = 6 m_{\mathcal{E}2} ; \quad (57), (57.1)$$

$$m_{e2} = m_{e2}(H;n=2) = m_{em2} = 4 m_{\mathcal{E}2} ; \quad (56.3), (56.4), (56.5)$$

$$m_{e2}(H;n=1) = m_{eb2} = 3 m_{\mathcal{E}2} ; \quad (59.1), (60)$$

(56.5) und (60) in (55.1):

$$m_{p2}(v_{p2}=0) = \frac{4 m_{\mathcal{E}2} \cdot 3 m_{\mathcal{E}2}}{4 m_{\mathcal{E}2} - 3 m_{\mathcal{E}2}} ;$$

$$m_{p2}(v_{p2}=0) = 12 m_{\mathcal{E}2} ; \quad (55.2)$$

noch zur Kontrolle (57.1) und (56.5) in (56.1):

$$m_{p2}(v_{p2}=0) = \frac{6 m_{\mathcal{E}2} \cdot 4 m_{\mathcal{E}2}}{6 m_{\mathcal{E}2} - 4 m_{\mathcal{E}2}} ;$$

$$m_{p2}(v_{p2}=0) = \frac{24 m_{\mathcal{E}2}}{2} ;$$

$$m_{p2}(v_{p2}=0) = 12 m_{\mathcal{E}2} ; \quad (56.6)$$

also sind (55.2) und (56.6) identisch.

V q.e.d.

$$E_{p2}(v_{p2}=0) = m_{p2}(v_{p2}=0) c^2 ; \quad (62)$$

daraus mit (56.6) und (44):

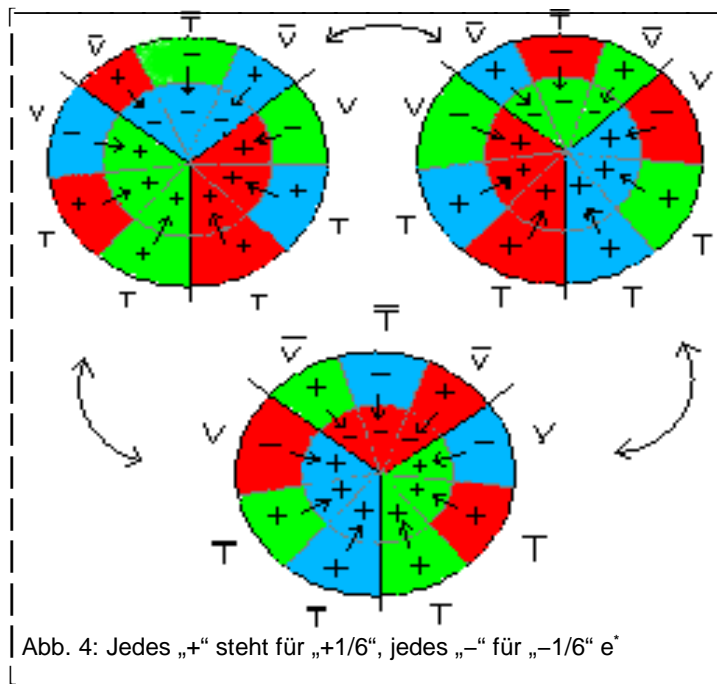
$$E_{p2}(v_{p2}=0) = 12 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (62.1)$$

es soll nun der Fall betrachtet werden, in dem das Elektron des Testteilchens auf die 2. Bohrsche Bahn befördert wird. Da das Elektron auf der Bohrschen Grundbahn um das Testteilchen aus einem unifarbenen und zwei bunten T^- -Rishonen besteht und somit die Energie von $4 \cdot E_{\mathcal{E}2}$ hat, das Elektron, das um das Testteilchen auf der 2. Bohrschen Bahn kreist, aus 3 unifarbenen T^- -Rishonen zusammengesetzt ist und ja demgemäß eine Energie von $6 \cdot E_{\mathcal{E}2}$ hat, ist der Energieunterschied zwischen beiden also $2 \cdot E_{\mathcal{E}2}$. Diese Energie ist doppelt so groß wie bei den anderen Elektronen, wenn sie von der ersten auf die 2. Bohrsche Bahn um die anderen beiden Protonen wechseln. Somit ist die Differenz zwischen der Energie des Protons bei Hauptquantenzahl $n=2$ und dessen Energie auf der Bohrschen Grundbahn

$$E_{p2}(n=2) - E_{p2} = E_{\mathcal{E}2} ; \quad (63)$$

und dieses Proton mit $n = 2$ muss energieärmer als das ruhende Proton sein. Naheliegender wäre z.B. folgende Zusammensetzung:

$$E_{p2}(n=2) = (E_{Vb2} + E_{Tb2} + E_{Vu2}) + (E_{Vb2} + E_{Tu2} + E_{Tb2}) + (E_{Vb2} + E_{Tu2} + E_{Tb2}) ; \quad (64)$$



E_{Vb2} ist die Massenenergie eines bunten, E_{Vu2} eines unifarbenen V^- oder V^- -Rishons. An dieser Stelle dieser Arbeit ist zwar noch nicht bekannt, wie groß die Energie der V^- und V^- -Rishonen bei $M = 2$ ist, man kann aber wohl getrost davon ausgehen, dass sie kleiner als die Energie der unifarbenen T^- oder T^- -Rishonen ist –immerhin haben heutige Neutrinos extrem kleine Massen, und gem. Hararis Modell bestehen diese aus drei V^- -Rishonen. Es ist nicht abwegig anzunehmen, dass dieser Trend bereits bei $M = 2$ seinen Anfang nahm.

Mit (41) und (50.1):

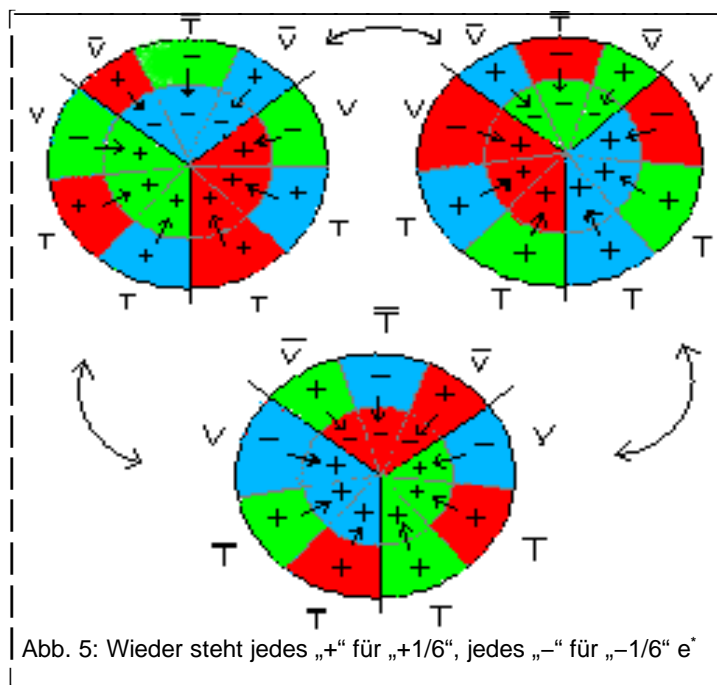
$$E_{p2}(n=2) = (E_{Vb2} + E_{\mathcal{E}2} + E_{Vu2}) + (E_{Vb2} + 2 E_{\mathcal{E}2} + E_{Tb2}) + (E_{Vb2} + 2 E_{\mathcal{E}2} + E_{Tb2}) ;$$

daraus:

$$E_{p2}(n=2) = 7 E_{\mathcal{E}2} + 3 E_{Vb2} + E_{Vu2} ; \quad (64.1)$$

jetzt fehlt noch

$$E_{p2} = (E_{Vb2} + E_{Tb2} + E_{Vu2}) + (E_{Vu2} + 2 E_{Tb2}) + (E_{Vb2} + E_{Tu2} + E_{Tb2}) ; \quad (65)$$

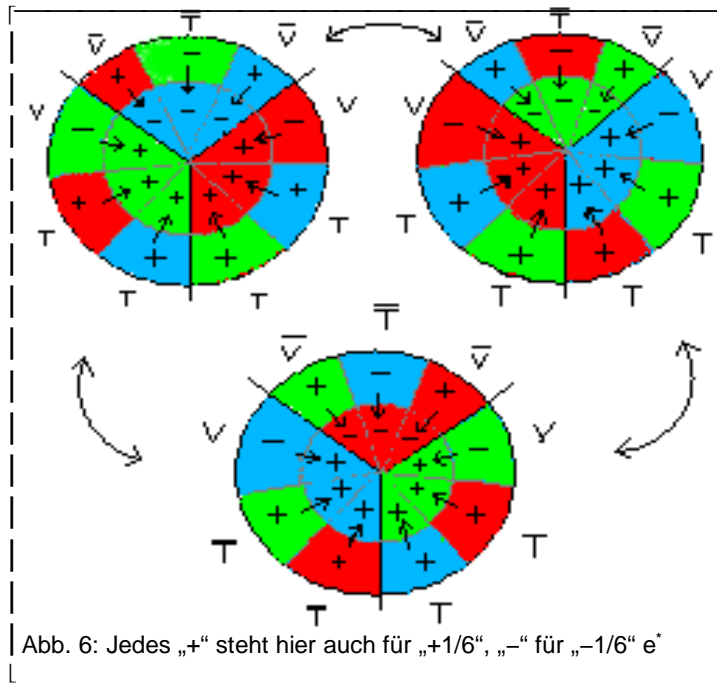


mit (41) und (50.1):

$$E_{p2} = (E_{Vb2} + E_{\mathcal{E}2} + E_{Vu2}) + (E_{Vu2} + 2 E_{\mathcal{E}2}) + (E_{Vb2} + 3 E_{\mathcal{E}2}) ;$$

$$E_{p2} = 6 E_{\mathcal{E}2} + 2 E_{Vb2} + 2 E_{Vu2} ; \quad (65.1)$$

der Vollständigkeit halber bleibt noch zu erwähnen, dass es den Fall eines besonders energiearmen Protons bei $M=2$ gibt, das sich aus einem bunten sowie einem unifarbigen V^- -Rishon, zwei unifarbigen V -Rishonen, einem bunten T^- und vier bunten T -Rishonen zusammensetzt. Abb. 6 zeigt diesen Fall.



Man sieht sofort, dass im Gegensatz zu den anderen Fällen kein Unterschied zwischen dem rechten u-Quark rechts oben und dem linken u-Quark unten besteht; ebenso gibt es keinen Unterschied zwischen dem u-Quark rechts unten und dem linken u-Quark links oben. Der Fall ist also quasi „unvollständig“ und deshalb verboten. Alle Zustände müssen sich bei den Quarks unterscheiden, sonst handelt es sich bei diesen um die selbe Menge.

Noch einmal explizit: Der in Abb. 6 dargestellte Fall wird für das Proton ausgeschlossen.

(64.1) und (65.1) in (63):

$$\begin{aligned}
 7 E_{\mathcal{E}2} + 3 E_{Vb2} + E_{Vu2} - (6 E_{\mathcal{E}2} + 2 E_{Vb2} + 2 E_{Vu2}) &= E_{\mathcal{E}2} ; \\
 E_{\mathcal{E}2} + E_{Vb2} - E_{Vu2} &= E_{\mathcal{E}2} ; \\
 E_{Vb2} &= E_{Vu2} ;
 \end{aligned}
 \tag{63.1}$$

zurück zum ruhenden Proton; hier gilt:

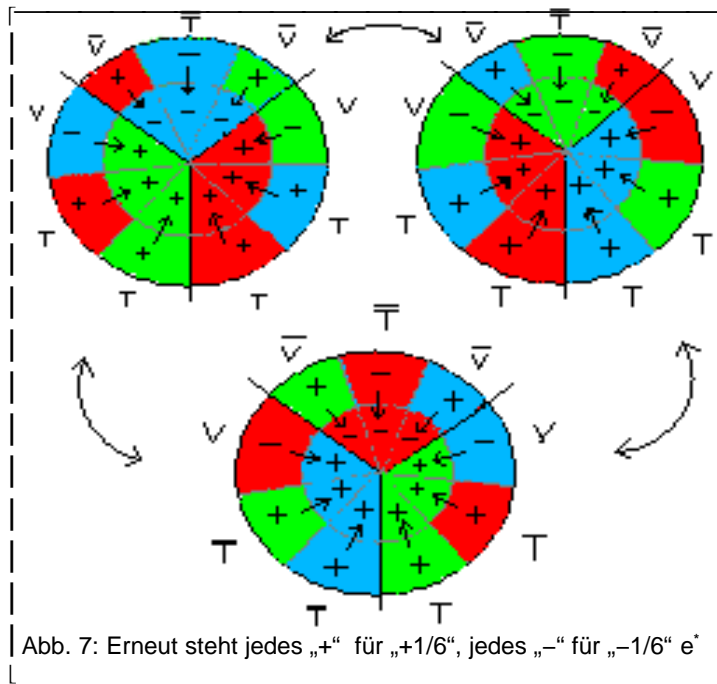
$$E_{p2}(v_{p2}=0) = (2 E_{Vb2} + E_{Tu2}) + (E_{Vb2} + E_{Tu2} + E_{Tb2}) + (E_{Tb2} + E_{Tu2} + E_{Vb2}) ; \tag{66}$$

mit (41) und (50.1):

$$E_{p2}(v_{p2}=0) = (2 E_{Vb2} + 2 E_{\mathcal{E}2}) + (E_{Vb2} + 2 E_{\mathcal{E}2} + E_{\mathcal{E}2}) + (E_{\mathcal{E}2} + 2 E_{\mathcal{E}2} + E_{Vb2}) ;$$

mit (62.1):

$$\begin{aligned}
 12 E_{\mathcal{E}2} &= E_{\mathcal{E}2} \cdot (2 + 3 + 3) + E_{Vb2} \cdot (2 + 1 + 1) ; \\
 4 E_{Vb2} &= (12 - 8) \cdot E_{\mathcal{E}2} ; \\
 4 E_{Vb2} &= 4 E_{\mathcal{E}2} ; \\
 E_{Vb2} &= E_{\mathcal{E}2} ;
 \end{aligned}
 \tag{66.1}$$



hier gilt:

$$E_{p2}(v_{p2}=0) = (2 E_{Vb2} + E_{Tu2}) + (E_{Vb2} + E_{Tu2} + E_{Tb2}) + (E_{Tb2} + E_{Tu2} + E_{Vb2}) ; \quad (66)$$

mit (41) und (50.1):

$$E_{p2}(v_{p2}=0) = (2 E_{Vb2} + 2 E_{\mathcal{E}2}) + (E_{Vb2} + 2 E_{\mathcal{E}2} + E_{\mathcal{E}2}) + (E_{\mathcal{E}2} + 2 E_{\mathcal{E}2} + E_{Vb2}) ;$$

mit (62.1):

$$\begin{aligned} 12 E_{\mathcal{E}2} &= E_{\mathcal{E}2} \cdot (2 + 3 + 3) + E_{Vb2} \cdot (2 + 1 + 1) ; \\ 4 E_{Vb2} &= (12 - 8) \cdot E_{\mathcal{E}2} ; \\ 4 E_{Vb2} &= 4 E_{\mathcal{E}2} ; \\ E_{Vb2} &= E_{\mathcal{E}2} ; \end{aligned} \quad (66.1)$$

mit (63.1):

$$E_{Vu2} = E_{\mathcal{E}2} ; \quad (63.2)$$

(65.1) mit (63.2) und (66.1):

$$\begin{aligned} E_{p2} &= 6 E_{\mathcal{E}2} + 2 E_{\mathcal{E}2} + 2 E_{\mathcal{E}2} ; \\ E_{p2} &= 10 E_{\mathcal{E}2} ; \end{aligned} \quad (65.2)$$

(64.1) mit (63.2) und (66.1):

$$\begin{aligned} E_{p2}(n=2) &= 7 E_{\mathcal{E}2} + 3 E_{\mathcal{E}2} + E_{\mathcal{E}2} ; \\ E_{p2}(n=2) &= 11 E_{\mathcal{E}2} ; \end{aligned} \quad (64.2)$$

wegen (66.1) und (63.2) haben alle Neutrinos, die sich aus jeweils 3 bunten oder unifarbene V- bzw. V⁻-Rishonen zusammensetzen, die gleiche Massenenergie

$$E_{V2} = 3 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (67)$$

allerdings dürften sie sich hinsichtlich ihrer kinetischen Energie voneinander unterscheiden. Im Klartext: Unifarbene, bunte und gemischtfarbige Neutrinos (um es etwas unkorrekt, aber anschaulich auszudrücken, denn die V- und V⁻-Rishonen, die ja Bestandteile der Neutrinos sind, haben Farben; die Neutrinos selbst jedoch sind farblos) sind wohl unterschiedlich schnell unterwegs.

Der Vollständigkeit halber nun noch die Energien der verschiedenen Elektronenzustände bei M=2. Zunächst aus den Gll. (51), (56.3), (56.4) und (56.5):

$$E_{e2} = 4 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (68)$$

das ist die Energie des Elektrons des Testteilchens auf der Bohrschen Grundbahn. Dann:

$$E_{e2}(n=2) = 6 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (69)$$

was die Energie des Elektrons des Testteilchens auf der zweiten Bohrschen Bahn ist, welche sich aus den Gll. (52) und (57.1) herleitet. Die Energie des Elektrons in einem der beiden Wasserstoffatome bei M=2 auf deren Bohrscher Grundbahn ist aufgrund der Gll. (53) und (60)

$$E_{e2}(H;n=1) = 3 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (70)$$

und schließlich ist die Energie eines Elektrons auf der zweiten Bohrschen Bahn dieser Wasserstoffatome wegen Gll. (54) und (56.4)

$$E_{e2}(H;n=2) = 4 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (71)$$

jetzt aber zurück zum Proton.

Es gilt ja

$$E_{ges2}(p^+) = E_{kin2}(p^+) + E_{pot2}(p^+) ; \quad (72)$$

wobei

$$E_{kin2}(p^+) = E_{p2}(v_{p2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{p2} / c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right] ; \quad (73)$$

dabei ist $E_{\text{ges}2}(p^+)$ die Gesamtenergie jeweils eines der beiden Protonen bei $M=2$, die nicht Testteilchen sind, $E_{\text{kin}2}(p^+)$ deren kinetische und $E_{\text{pot}2}(p^+)$ deren potentielle Energie; v_{p2} ist die Geschwindigkeit dieser Protonen relativ zum Testteilchen (all das gilt für den Fall, dass die Hauptquantenzahl $n=1$ ist).

Aus

$$E_{p2} = E_{p2}(v_{p2}=0) + E_{\text{ges}2}(p^+) \quad (74)$$

erhält man mit (62.1) und (65.2):

$$10 E_{\mathcal{E}2} = 12 E_{\mathcal{E}2} + E_{\text{ges}2}(p^+) ;$$

$$E_{\text{ges}2}(p^+) = -2 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (74.1)$$

mit dem Virialsatz

$$E_{\text{ges}2}(p^+) = \frac{1}{2} \cdot E_{\text{pot}2}(p^+) \quad (75)$$

ergibt sich nun aus Gl. (72):

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \cdot E_{\text{pot}2}(p^+) &= E_{\text{kin}2}(p^+) + E_{\text{pot}2}(p^+) ; \\ E_{\text{kin}2}(p^+) &= -\frac{1}{2} \cdot E_{\text{pot}2}(p^+) ; \end{aligned} \quad (72.1)$$

aus (75) mit (74.1):

$$\frac{1}{2} \cdot E_{\text{pot}2}(p^+) = -2 E_{\mathcal{E}2} ;$$

in (72.1):

$$E_{\text{kin}2}(p^+) = 2 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (72.2)$$

mit (62.1) in (73):

$$2 E_{\mathcal{E}2} = 6 \cdot 42 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - (v_{p2} / c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right] ;$$

$$1/6 = \left(1 - (v_{p2} / c)^2 \right)^{-1/2} - 1 ;$$

$$7/6 = \left(1 - (v_{p2} / c)^2 \right)^{-1/2} ;$$

$$6/7 = \left(1 - (v_{p2} / c)^2 \right)^{1/2} ; \quad / \text{Quadr.}$$

$$36 = 49 \cdot \left(1 - (v_{p2} / c)^2 \right) ;$$

$$(v_{p2} / c)^2 = (49 - 36) : 49 ; \quad / \sqrt{\quad}$$

$$v_{p2} = \sqrt{13 / 7} \cdot c ; \quad (73.1)$$

$$v_{p2} \approx 0,51507875363771275615... \quad (73.2)$$

Des Weiteren gelten

$$E_{e2} = E_{e2}(v_{e2}=0) + E_{\text{ges}2}(e^-) ; \quad (76)$$

$$E_{\text{ges}2}(e^-) = E_{\text{kin}2}(e^-) + E_{\text{pot}2}(e^-) ; \quad (77)$$

$$E_{\text{kin}2}(e^-) = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \quad (78)$$

(Virialsatz:) $E_{\text{pot}2}(e^-) = -2 E_{\text{kin}2}(e^-); \quad (79)$

(79) in (77):

$$\begin{aligned} E_{\text{ges}2}(e^-) &= E_{\text{kin}2}(e^-) - 2 E_{\text{kin}2}(e^-); \\ E_{\text{ges}2}(e^-) &= - E_{\text{kin}2}(e^-); \end{aligned} \quad (77.1)$$

in (76):

$$E_{e2} = E_{e2}(v_{e2}=0) - E_{\text{kin}2}(e^-); \quad (76.1)$$

mit (78):

$$E_{e2} = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{-1/2} \right]; \quad (76.2)$$

mit (68):

$$\begin{aligned} 4 E_{e2} &= E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{-1/2} \right]; \\ E_{e2}(v_{e2}=0) &= 4 \cdot E_{e2} \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{-1/2} \right]^{-1}; \end{aligned} \quad (76.3)$$

doch erneut zurück zum Proton. Für die 2. Bohrsche Bahn in den Wasserstoffatomen, die kein Testteilchen enthalten, gilt:

$$E_{\text{ges}2}(p^+;n=2) = E_{\text{kin}2}(p^+;n=2) + E_{\text{pot}2}(p^+;n=2); \quad (80)$$

wobei

$$E_{\text{kin}2}(p^+;n=2) = E_{p2}(v_{p2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{p2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \quad (81)$$

aus

$$E_{p2}(n=2) = E_{p2}(v_{p2}=0) + E_{\text{ges}2}(p^+;n=2) \quad (82)$$

erhält man mit (62.1) und (64.2)

$$11 \cdot E_{e2} = 12 \cdot E_{e2} + E_{\text{ges}2}(p^+;n=2);$$

$$E_{\text{ges}2}(p^+;n=2) = - E_{e2}; \quad (82.1)$$

mit dem Virialsatz

$$E_{\text{ges}2}(p^+;n=2) = \frac{1}{2} \cdot E_{\text{pot}2}(p^+;n=2); \quad (83)$$

ergibt sich aus (80)

$$\frac{1}{2} \cdot E_{\text{pot}2}(p^+;n=2) = E_{\text{kin}2}(p^+;n=2) + E_{\text{pot}2}(p^+;n=2);$$

$$E_{\text{kin}2}(p^+;n=2) = -\frac{1}{2} \cdot E_{\text{pot}2}(p^+;n=2); \quad (80.1)$$

in (83):

$$E_{\text{ges}2}(p^+;n=2) = - E_{\text{kin}2}(p^+;n=2); \quad (83.1)$$

mit (82.1) und (83):

$$E_{\text{kin}2}(p^+;n=2) = E_{\mathcal{E}2} ; \quad (80.2)$$

in (81):

$$E_{\mathcal{E}2} = E_{p2}(v_{p2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{p2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right] ;$$

mit (62.1):

$$E_{\mathcal{E}2} = 12 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - (v_{p2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right] ;$$

$$1/12 = \left(1 - (v_{p2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 ;$$

$$13/12 = \left(1 - (v_{p2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} ;$$

$$12/13 = \left(1 - (v_{p2}(n=2)/c)^2 \right)^{1/2} ;$$

$$144/169 = 1 - (v_{p2}(n=2)/c)^2 ;$$

$$(v_{p2}(n=2)/c)^2 = (169 - 144) : 169 ;$$

$$(v_{p2}(n=2)/c)^2 = 25/169 ; \quad / \sqrt{\quad}$$

$$v_{p2}(n=2) = 5/13 c ; \quad (81.1)$$

$$v_{p2}(n=2) = 0,384615 \cdot c ; \quad (81.2)$$

weiterhin gilt für das Elektron auf der 2. Bohrschen Bahn in einem der Wasserstoffatome, die kein Testteilchen enthalten, dass

$$E_{e2}(H;n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) + E_{\text{ges}2}(H;e^-;n=2) ; \quad (84)$$

$$E_{\text{ges}2}(H;e^-;n=2) = E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) + E_{\text{pot}2}(H;e^-;n=2) ; \quad (85)$$

$$E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right] ; \quad (86)$$

(Virialsatz:)
$$E_{\text{pot}2}(H;e^-;n=2) = -2 E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) ; \quad (87)$$

(87) in (85):

$$E_{\text{ges}2}(H;e^-;n=2) = E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) - 2 E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) ;$$

$$E_{\text{ges}2}(H;e^-;n=2) = -E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) ; \quad (85.1)$$

in (84):

$$E_{e2}(H;n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) - E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) ; \quad (84.1)$$

mit (86):

$$E_{e2}(H;n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) - E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right];$$

$$E_{e2}(H;n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} \right]; \quad (84.2)$$

mit (71):

$$4 E_{\mathcal{E}2} = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} \right];$$

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = 4 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} \right]^{-1}; \quad (84.3)$$

(76.3) = (84.3):

$$4 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{-1/2} \right]^{-1} = 4 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} \right]^{-1};$$

$$2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} = 2 - \left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{-1/2};$$

$$\left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{-1/2} = \left(1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 \right)^{-1/2};$$

$$\left(1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 \right)^{1/2} = \left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{1/2}; \quad /\text{Quadr.}$$

$$1 - (v_{e2}(H;n=2)/c)^2 = 1 - (v_{e2}/c)^2;$$

$$(v_{e2}/c)^2 = (v_{e2}(H;n=2)/c)^2;$$

positive Geschwindigkeiten vorausgesetzt:

$$v_{e2} = v_{e2}(H;n=2); \quad (84.4)$$

nun gilt für das Elektron auf der Bohrschen Grundbahn in den Wasserstoffatomen, in denen das Proton nicht Testteilchen ist, Gleichung (53):

$$E_{e2}(H;n=1) = m_{e2}(H;n=1) c^2;$$

und

$$E_{e2}(H;n=1) = E_{e2}(v_{e2}=0) + E_{ges2}(H;e^-;n=1); \quad (88)$$

$$E_{ges2}(H;e^-;n=1) = E_{kin2}(H;e^-;n=1) + E_{pot2}(H;e^-;n=1); \quad (89)$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \quad (90)$$

$$(\text{Virialsatz:}) \quad E_{pot2}(H;e^-;n=1) = -2 E_{kin2}(H;e^-;n=1); \quad (91)$$

$$(91) \text{ in } (89): \quad E_{ges2}(H;e^-;n=1) = E_{kin2}(H;e^-;n=1) - 2 E_{kin2}(H;e^-;n=1);$$

$$E_{ges2}(H;e^-;n=1) = -E_{kin2}(H;e^-;n=1); \quad (89.1)$$

in (88):

$$E_{e2}(H;n=1) = E_{e2}(v_{e2}=0) - E_{kin2}(H;e^{-};n=1) ; \quad (88.1)$$

mit (90):

$$E_{e2}(H;n=1) = E_{e2}(v_{e2}=0) - E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right] ;$$

$$E_{e2}(H;n=1) = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2 \right)^{-1/2} \right] ; \quad (88.2)$$

mit (70):

$$3 E_{\varepsilon 2} = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2 \right)^{-1/2} \right] ;$$

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = 3 E_{\varepsilon 2} \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2 \right)^{-1/2} \right]^{-1} ; \quad (88.3)$$

doch jetzt zum Elektron auf der 2. Bohrschen Bahn um das Testteilchen. Hier gelten folgende Gleichungen:

$$E_{e2}(n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) + E_{ges2}(e^{-};n=2) ; \quad (92)$$

$$E_{ges2}(e^{-};n=2) = E_{kin2}(e^{-};n=2) + E_{pot2}(e^{-};n=2) ; \quad (93)$$

$$E_{kin2}(e^{-};n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right] ; \quad (94)$$

(Virialsatz:) $E_{pot2}(e^{-};n=2) = -2 \cdot E_{kin2}(e^{-};n=2) ; \quad (95)$

(95) in (93):

$$E_{ges2}(e^{-};n=2) = E_{kin2}(e^{-};n=2) - 2 \cdot E_{kin2}(e^{-};n=2) ;$$

$$E_{ges2}(e^{-};n=2) = -E_{kin2}(e^{-};n=2) ; \quad (93.1)$$

in (92):

$$E_{e2}(n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) - E_{kin2}(e^{-};n=2) ; \quad (92.1)$$

mit (94):

$$E_{e2}(n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) - E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[\left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right] ;$$

$$E_{e2}(n=2) = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} \right] ; \quad (94.1)$$

mit (69):

$$6 \cdot E_{\varepsilon 2} = E_{e2}(v_{e2}=0) \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} \right] ; \quad (94.2)$$

mit (76.3):

$$6 \cdot E_{\varepsilon 2} = 4 \cdot E_{\varepsilon 2} \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{-1/2} \right]^{-1} \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} \right] ;$$

$$3/2 \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}/c)^2 \right)^{-1/2} \right] = 2 - \left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} ;$$

$$\begin{aligned}
6 - 3 \cdot \left(1 - (v_{e2}/c)^2\right)^{-1/2} &= 4 - 2 \cdot \left(1 - (v_{e2(n=2)}/c)^2\right)^{-1/2}; \\
3 \cdot \left(1 - (v_{e2}/c)^2\right)^{-1/2} &= 2 \cdot \left[1 + \left(1 - (v_{e2(n=2)}/c)^2\right)^{-1/2}\right]; \quad /\text{Quadr.} \\
9 \cdot \left(1 - (v_{e2}/c)^2\right)^{-1} &= 4 \cdot \left[1 + \left(1 - (v_{e2(n=2)}/c)^2\right)^{-1/2}\right]^2; \\
(v_{e2}/c)^2 &= 1 - 9/4 \cdot \left[1 + \left(1 - (v_{e2(n=2)}/c)^2\right)^{-1/2}\right]^{-2};
\end{aligned}$$

daraus die Wurzel, unter der Voraussetzung, dass die Elektronengeschwindigkeit auf der Bohrschen Grundbahn des Testteilchens eine positive Größe ist:

$$v_{e2}/c = \left[1 - 9/4 \cdot \left[1 + \left(1 - (v_{e2(n=2)}/c)^2\right)^{-1/2}\right]^{-2}\right]^{1/2}; \quad (94.3)$$

Als nächstes möchte sich der Autor einmal genauer ansehen, wie das Teilchen-/Antiteilchenverhältnis bei $M = 2$ beschaffen ist, falls alle Wasserstoffatome die Hauptquantenzahl $n = 2$ haben und darin somit alle Elektronen auf den bei $M = 2$ höchstmöglichen Bohrschen Bahnen kreisen. Man benötigt hierfür ein in Abb. 7 dargestelltes Proton und zwei der drei in Abb. 4; letztere müssen sich aber auf jeden Fall hinsichtlich der Farbkombinationen ihrer Rishonen unterscheiden, sonst wären sie ja identisch. Wie sieht es aber mit den zugehörigen Elektronen und Neutrinos aus? Das soll in der folgenden Abbildung veranschaulicht werden.

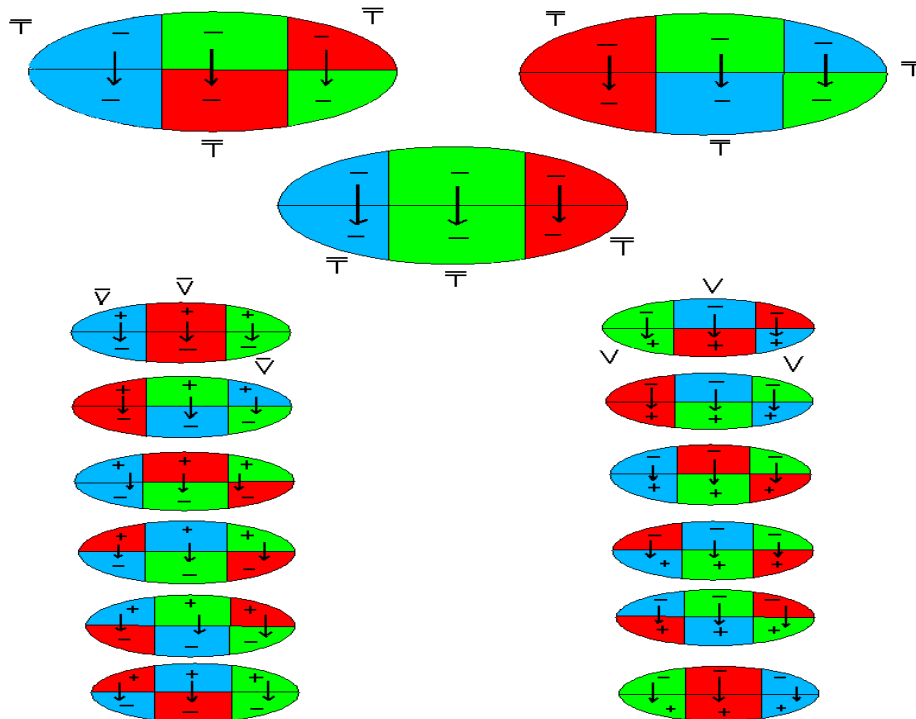


Abb. 8: Oben sind 3 Elektronen, darunter links 6 Antineutrinos und rechts 6 Neutrinos dargestellt. „+“ steht für $+1/6$, „-“ für $-1/6$ der elektrischen Elementarladung. Neutrinos sowie deren Antiteilchen sind in dieser Abbildung jeweils völlig willkürlich angeordnet

Abgesehen von drei Protonen entsprechen die in Abbildung 8 dargestellten Elektronen und Neutrinos / Antineutrinos sämtlichen Quanten, die unter den weiter oben vorgegebenen Bedingungen existieren können – in ihnen, also zuzüglich den drei Protonen, von denen eines das Testteilchen ist und deshalb ruht, sowie dessen Elektron auf zweiter Bohrscher Bahn und den beiden anderen Protonen, die gemeinsam mit zwei Elektronen zwei Wasserstoffatome mit der Hauptquantenzahl $n = 2$ bilden, des Weiteren eben noch den sechs Neutrinos sowie ihren Antiteilchen, den sechs Antineutrinos, vereinigt sich alle bei $M = 2$ vorhandene Massenenergie. Photonen sind darüber hinaus in genau dieser Situation nicht möglich, da alle Partikel hier bereits in ihren höchsten Energiezuständen vorliegen und besagte Photonen somit auf kein anderes Quant mehr wirken können; gemäß den Grundannahmen in dieser Arbeit sind sie in einem solchen Fall schlicht inexistent. Da die Elektronen aber rasch (und das tun sie sowohl in translatorischer als auch in zyklischer Zeit) auf die Bohrsche Grundbahnen in den Wasserstoffatomen zurückfallen, entstehen auf diese Weise drei Photonen, die sich frei bewegen und anschließend mit irgend einem Quant interagieren können. Es würde den Rahmen dieser Arbeit jedoch schlicht sprengen, wenn der Autor sich mit allen Situationen beschäftigen würde, die bei $M = 2$ auftreten können. Er beschränkt sich daher auf das hier dargestellte, mathematisch sehr einfach beschreibbare Szenario.

Möge der geneigte Leser sich nun wieder der Abb. 8 zuwenden. Darin sieht man zwei Elektronen mit vier (die mit einem unifarbenen und zwei bunten Rishonen) und eines mit sechs Epsilonen–Massenenergien (nur unifarbene Rishonen) sowie 12 Neutrinos / Antineutrinos mit jeweils drei Epsilonen–Massenenergien. Dazu kommt dann noch das Testteilchen mit 12 und zwei weitere Protonen mit jeweils 11 Epsilonen–Massenenergien; das ist alles, was bei $M = 2$ an Massenenergie existiert:

$$E_{Un2} = E_{p2}(v_{p2}=0) + 2 E_{p2}(n=2) + 2 E_{e2}(H;n=2) + E_{e2}(n=2) + 12 E_{\nu2} ; \quad (96)$$

mit (62.1), (64.2), (67), (69) und (71):

$$E_{Un2} = 12 E_{\mathcal{E}2} + 2 \cdot 11 E_{\mathcal{E}2} + 2 \cdot 4 E_{\mathcal{E}2} + 6 E_{\mathcal{E}2} + 12 \cdot 3 E_{\mathcal{E}2} ;$$

$$E_{Un2} = 12 E_{\mathcal{E}2} + 22 E_{\mathcal{E}2} + 8 E_{\mathcal{E}2} + 6 E_{\mathcal{E}2} + 36 E_{\mathcal{E}2} ;$$

$$E_{Un2} = 84 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (96.1)$$

wie bei $M = 1$ gilt auch hier, dass die negative potentielle Energie aller Teilchen im Universum gleich der darin enthaltenen Massenenergie ist; s. Gl. (17):

$$E_{pot2}(Un) = -84 E_{\mathcal{E}2} ; \quad (97)$$

Virialsatz:

$$E_{kin2}(Un) = -E_{ges2}(Un) ; \quad (98)$$

wegen

$$E_{ges2}(Un) = E_{kin2}(Un) + E_{pot2}(Un) \quad (99)$$

ergibt sich mit (98)

$$E_{\text{pot}2}(\text{Un}) = 2 E_{\text{ges}2}(\text{Un}) ; \quad (99.1)$$

was mit (97)

$$E_{\text{ges}2}(\text{Un}) = -42 E_{\mathcal{E}2} \quad (97.1)$$

ergibt; mit (98) erhält man

$$E_{\text{kin}2}(\text{Un}) = 42 E_{\mathcal{E}2} . \quad (\text{Douglas-Adams}^{11}\text{-Gleichung, 97.2})$$

Sei nun

$$E_{e2} = h \cdot \nu_{e2} ; \quad (100)$$

wobei h das Plancksche Wirkungsquantum und ν_{e2} die Frequenz des auf der Bohrschen Grundbahn um das Testteilchen kreisenden Elektrons sei:

$$\nu_{e2} = \frac{c}{\lambda_{e2}} ; \quad (101)$$

λ_{e2} ist die Wellenlänge des Elektrons.

$$\lambda_{e2} = 2 \pi r_2 ; \quad (102)$$

mit (44), (56.5) und (51) in (100):

$$4 E_{\mathcal{E}2} = h \cdot \nu_{e2} ; \quad (100.1)$$

mit (101):

$$4 E_{\mathcal{E}2} = h \cdot \frac{c}{\lambda_{e2}} ;$$

mit (102):

$$4 E_{\mathcal{E}2} = \frac{c h}{2 \pi r_2} ;$$

mit $h := 2 \pi \cdot \hbar :$

$$4 E_{\mathcal{E}2} = \frac{c \hbar}{r_2} ; \quad (103)$$

$$E_{\mathcal{E}2} = \frac{c h}{4 \cdot r_2} ; \quad (100.2)$$

und nun werden alle Schritte ab Gl. (100) wiederholt, nur diesmal für die 2. Bohrsche Bahn.

$$E_{e2}(n=2) = h \cdot v_{e2}(n=2) ; \quad (104)$$

$$v_{e2}(n=2) = \frac{c}{\lambda_{e2}(n=2)} ; \quad (105)$$

$$n \cdot \lambda_{e2}(n=2) = 2 \pi r_2(n=2) ;$$

$n = 2$, das ist ja dabei klar wie Kloßbrühe:

$$2 \cdot \lambda_{e2}(n=2) = 2 \pi r_2(n=2) ; \quad (106)$$

Mit (69) in (104):

$$6 E_{\mathcal{E}2} = h \cdot v_{e2}(n=2) ;$$

mit (105):

$$6 E_{\mathcal{E}2} = h \cdot \frac{c}{\lambda_{e2}(n=2)} ;$$

mit (106) und $n = 2$:

$$6 E_{\mathcal{E}2} = h \cdot \frac{2 \cdot c}{2 \pi r_2(n=2)} ;$$

mit (103):

$$3 E_{\mathcal{E}2} = \frac{c h}{r_2(n=2)} ;$$

$$E_{\mathcal{E}2} = \frac{c h}{3 \cdot r_2(n=2)} ; \quad (104.1)$$

nun soll überlegt werden, analog zu den obigen, auf das Elektron des Testteilchens bezogenen Berechnungen, wie es um die Bahneigenschaften der Elektronen steht, die Bestandteil der Wasserstoffatome sind, deren Proton kein Testteilchen ist.

Sei

$$E_{e2}(H;n=2) = h \cdot v_{e2}(H;n=2) ; \quad (107)$$

dann gilt analog zu den Fällen für E_{e2} und $E_{e2}(n=2)$, dass

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{c}{\lambda_{e2}(H;n=2)} ; \quad (108)$$

$$n \cdot \lambda_{e2}(H;n=2) = 2 \pi r_2(H;e^-;n=2) ; \quad (109)$$

daraus mit $n = 2$:

$$2 \cdot \lambda_{e2}(H;n=2) = 2 \pi r_2(H;e^-;n=2) ; \quad (109.1)$$

aus (107) mit (71):

$$4 E_{e2} = h \cdot v_{e2}(H;n=2) ; \quad (107.1)$$

mit (108):

$$4 E_{e2} = h \cdot \frac{c}{\lambda_{e2}(H;n=2)} ;$$

mit (109.1):

$$4 E_{e2} = \frac{2 c h}{2 \pi r_2(H;e^-;n=2)} ;$$

$$2 E_{e2} = \frac{c h}{2 \pi r_2(H;e^-;n=2)} ;$$

mit (103):

$$2 E_{e2} = \frac{c h}{r_2(H;e^-;n=2)} ;$$

$$E_{e2} = \frac{c h}{2 r_2(H;e^-;n=2)} ; \quad (107.2)$$

$$r_{e2}(H;n=2) = \frac{c h}{2 E_{e2}} ; \quad (107.3)$$

und sei des Weiteren

$$E_{e2}(H;n=1) = h \cdot v_{e2}(H;n=1) ; \quad (110)$$

dann gilt wiederum analog zum vorangegangenen Fall, dass

$$v_{e2}(H;n=1) = \frac{c}{\lambda_{e2}(H;n=1)} ; \quad (111)$$

$$n \cdot \lambda_{e2}(H;n=1) = 2 \pi r_2(H;e^-;n=1) ;$$

daraus mit $n = 1$:

$$\lambda_{e2}(H;n=1) = 2 \pi r_2(H;e^-;n=1) ; \quad (112)$$

mit (70) aus (110):

$$3 E_{\mathcal{E}2} = h \cdot v_{e2}(H;n=1) ; \quad (110.1)$$

mit (111):

$$3 E_{\mathcal{E}2} = h \cdot \frac{c}{\lambda_{e2}(H;n=1)} ;$$

mit (103):

$$3 E_{\mathcal{E}2} = \frac{c \cdot 2\pi h}{\lambda_{e2}(H;n=1)} ;$$

mit (112):

$$3 E_{\mathcal{E}2} = \frac{c h}{r_2(H;e^-;n=1)} ; \quad (110.2)$$

$$r_2(H;e^-;n=1) = \frac{c h}{3 E_{\mathcal{E}2}} ; \quad (110.3)$$

nun jedoch zurück zu (104.1); diese Gleichung wird wie folgt aufgelöst:

$$r_2(n=2) = \frac{c h}{3 E_{\mathcal{E}2}} ; \quad (104.2)$$

daraus mit (110.3):

$$r_2(\text{H}; e^-; n=1) = r_2(n=2) ; \quad (110.4)$$

(107.3) : (110.3):

$$\frac{r_2(\text{H}; e^-; n=2)}{r_2(\text{H}; e^-; n=1)} = 3 : 2 ; \quad (110.5)$$

also mit (110.4):

$$\frac{r_2(\text{H}; e^-; n=2)}{r_2(n=2)} = 3 : 2 ; \quad (110.6)$$

aus (100.2):

$$r_2 = \frac{c h}{4 E_{\varepsilon^2}} ; \quad (100.3)$$

(104.2) : (100.3):

$$\frac{r_2(n=2)}{r_2} = 4 : 3 ; \quad (104.3)$$

$$\Rightarrow \frac{r_2(\text{H}; e^-; n=2)}{r_2} = 2 : 1 ; \quad (110.7)$$

sei nun

$$\frac{\Delta r_2(\text{H})}{\Delta r_2} = \frac{r_2(\text{H}; e^-; n=2) - r_2(\text{H}; e^-; n=1)}{r_2(n=2) - r_2} ; \quad (113)$$

mit (100.3), (104.2), (107.3) und (110.3) erhält man daraus

$$\frac{\Delta r_2(\text{H})}{\Delta r_2} = \frac{ch / 2E_{\varepsilon^2} - ch / 3E_{\varepsilon^2}}{ch / 3E_{\varepsilon^2} - ch / 4E_{\varepsilon^2}} ;$$

$$\frac{\Delta r_2(\text{H})}{\Delta r_2} = \frac{1/2 - 1/3}{1/3 - 1/4} ;$$

$$\frac{\Delta r_2(H)}{\Delta r_2} = \frac{(3 - 2) : 6}{(4 - 3) : 12};$$

$$\frac{\Delta r_2(H)}{\Delta r_2} = 2 : 1 ; \quad (113.1)$$

somit ist der Abstand der Bahnradien mit $n = 1$ und $n = 2$ in den Wasserstoffatomen, deren Proton kein Testteilchen ist, doppelt so groß wie der entsprechende Abstand im Wasserstoffatom des Testteilchens. Es gibt also keine kleinere Strecke im Universum bei $M = 2$, was Δr_2 zu einem guten Kandidaten für σ_2 macht;

$$\Delta r_2 = \frac{c h}{E_{\varepsilon^2}} \cdot (1/3 - 1/4) ; \quad (114)$$

$$\Delta r_2 = \frac{c h}{12 E_{\varepsilon^2}} ; \quad (114.1)$$

das ist die Compton–Wellenlänge des ruhenden Protons geteilt durch 2π ; bei $M = 2$ existiert kein massiveres Teilchen. Somit ist es gerechtfertigt,

$$\Delta r_2 = \sigma_2 \quad (114.2)$$

zu setzen; es ist dies bei $M = 2$ der kleinstmögliche Fehler bei der Entfernungsmessung.

Jetzt stellt sich die Frage nach dem größtmöglichen Fehler der Entfernungsbestimmung. Dieser muss der Abstand zwischen dem Testteilchen und dem universellen Äquator sein, was sich durchaus anschaulich erklären lässt: Angenommen, das Universum sei endlich groß, und der (durchschnittliche) Abstand des universellen Horizonts vom Testteilchen sei R_{Un} . Wird man nun danach gefragt, wie weit ein beliebiges Objekt entfernt sei, dessen Entfernung aber nicht bestimmt wurde, so ist die Auskunft offenbar korrekt, seine Entfernung betrage

$$\frac{1}{2} R_{Un} \pm \frac{1}{2} R_{Un}$$

also halber universeller Radius plus/minus größtmöglichem Fehler der Entfernungsbestimmung. Doch hat dieser letztere auch wieder mindestens einen kleinstmöglichen Fehler, denn aus von Eddington bereits gut beschriebenen Gründen kann keine absolut exakte Entfernungsbestimmung durchgeführt werden; die Heisenbergsche Unschärferelation verbietet dies. Und deshalb ist die obige Aussage, ein Objekt befinde sich im Abstand $\frac{1}{2}R_{Un} \pm \frac{1}{2}R_{Un}$, auch nicht ganz korrekt. Somit gibt es gewissermaßen einen „größten größtmöglichen“ und einen „kleinsten größtmöglichen“ Fehler. Beim kleinstmöglichen Fehler gibt es so etwas nicht, denn sonst gäbe es ja einen noch kleineren als den kleinstmöglichen Fehler, was letzteren nicht mehr kleinstmöglich lassen würde; ein klarer Widerspruch.

Wie hängen jetzt kleinster und größter größtmöglicher Fehler miteinander zusammen?

Hier hilft einem die Formel für die Gauß'sche Fehlerfortpflanzung:

$$\Delta X = \left[\left[\frac{\partial X}{\partial x} \cdot \Delta x \right]^2 + \left[\frac{\partial X}{\partial z} \cdot \Delta z \right]^2 \right]^{1/2}; \quad (115)$$

dabei sind $\frac{\partial X}{\partial x}$ und $\frac{\partial X}{\partial z}$ partielle Ableitungen der Funktion $X = f(x,z)$ nach den Mess-

größen x und z . Da sich Δx , Δz und ΔX alle auf die gleiche zu bestimmende Größe y beziehen, welche der Abstand eines beliebigen Objekts A im Universum vom Testteilchen symbolisiert, kann man die partiellen Ableitungen in der Formel (115) weglassen; sie müssen gleich 1 sein. Von y weiß man nur, dass sich A in einem Abstand $x \pm \Delta x$ befinden muss, wobei $x = \Delta x$, und die Ausdehnung des Universums $R_{Un2} = 2 \cdot x$ ist:

$$0 \leq y \leq 2 \cdot x .$$

Aus (115) erhält man also

$$\Delta X = [(\Delta x)^2 + (\Delta z)^2]^{1/2}; \quad (115.1)$$

Δx ist der kleinste größtmögliche Fehler, Δz der kleinstmögliche Fehler und ΔX der größte größtmögliche Fehler.

Man hat es hier also mit einem größtmöglichen Fehler zu tun, der sich nicht genauer festlegen lässt, als es der kleinstmögliche Fehler erlaubt. Somit liegt der größtmögliche Fehler genau in der Mitte zwischen den Werten für den kleinsten und den größten größtmöglichen Fehler; dieser „mittlere größtmögliche“ Fehler soll hier die statische Grenze eines elektrisch geladenen Schwarzen Loches sein:

$$\Delta x \leq R_{Stat} \leq \Delta X .$$

Warum ist denn nun, der aufmerksame Leser wird es bemerkt haben, die statische Grenze in der Größenordnung von $\frac{1}{2}R_{Un}$ und nicht etwa doppelt so groß?

Der Autor versucht es mal so anschaulich wie möglich darzustellen.

Befinde sich ein Schwarzes Loch mit seinem Schwerpunkt auf dem universellen Äquator. Im Laufe der Zeit zieht es immer mehr Masse in sich hinein, so dass sein Schwarzschildradius wächst und wächst. Sein Schwerpunkt bleibe aber in diesem Beispiel (so) genau (wie möglich) auf dem universellen Äquator.

Irgendwann nach langer, langer Zeit hat dieses Loch fast die gesamte Materie im Universum verschlungen. Es ist nun beinahe so groß wie das gesamte Weltall, aber sein

Schwerpunkt möge seine Lage nicht verändert haben; immer noch befinde sich dieser auf dem universellen Äquator. Also ist der Radius dieses Schwarzen Loches, wenn es denn irgendwann alle Massenenergie bis auf die der Testmenge in sich aufgenommen hat, gleich der Entfernung der Testmenge vom universellen Äquator, also $\frac{1}{2}R_{un}$. Und das ist nichts Anderes als ungefähr R_{Stat} .

So wird nun hoffentlich auch anschaulich klar, wieso die statische Grenze nur etwa halb so groß wie der Abstand des universellen Horizonts vom Testteilchen sein muss.

Zurück zur Fehlerthematik. Der Autor addiert die mit der weiter oben vereinfachten Gauß'schen Fehlerfortpflanzungsformel berechneten Werte von größtem und kleinstem größtmöglichen Fehler und teilt das Ergebnis dieser Addition durch zwei, um R_{Stat} als deren arithmetisches Mittel zu berechnen:

$$R_{Stat} = \frac{1}{2} \cdot \{ \Delta X + \Delta x \} ;$$

mit (115.1):

$$R_{Stat} = \frac{1}{2} \cdot \{ [(\Delta x)^2 + (\Delta z)^2]^{1/2} + [(\Delta X)^2 - (\Delta z)^2]^{1/2} \} ;$$

noch mal mit (115.1):

$$R_{Stat} = \frac{1}{2} \cdot \{ [(\Delta X)^2]^{1/2} + [(\Delta X)^2 - (\Delta z)^2]^{1/2} \} ;$$

$$R_{Stat} = \frac{1}{2} \cdot \Delta X + [\frac{1}{4} \cdot (\Delta X)^2 - \frac{1}{4} \cdot (\Delta z)^2]^{1/2} ; \quad (115.2)$$

es gibt aber auch die bereits bei $M = 1$ zum Einsatz gebrachte Kerr–Newman–Gleichung für die statische Grenze von elektrisch geladenen und rotierenden Schwarzen Löchern:

$$R_{Stat} = M \cdot G/c^2 + [M^2 \cdot G^2/c^4 - Q^2 \cdot G/c^4 - (S^2/M^2 \cdot c^2) \cdot \cos^2 \vartheta]^{1/2} ;$$

wobei M die Masse des Schwarzen Loches, Q seine elektrische Ladung und S sein Drehimpuls sind. ϑ ist der Winkel, den ein Testteilchen relativ zur Rotationsachse des Loches auf seiner Umlaufbahn hat, also 90° minus der Neigung der Bahnebene (letztere ist als Winkel zwischen der Bahnebene und einer Referenzebene definiert, die einen rechten Winkel mit der Rotationsachse bildet). Über den Polen des Loches ist dieser Winkel 0° , über seinem Äquator 90° . Da sich das Testteilchen hier aber genau auf der statischen Grenze dieses Loches befindet, das nichts Anderes als das restliche Universum ist (M entspricht dann M_{un} , Q ist eine der elektrischen Ladung des Testteilchens betragsmäßig gleichende Ladung mit entgegengesetztem Vorzeichen, und S ist der Drehimpuls des restlichen Universums relativ zum Testteilchen), kommt hier das „frame dragging“-Phänomen zum Tragen, demgemäß das rotierende Loch in seiner Nähe die gesamte Raumzeit mitreißt, so dass das Testteilchen gegenüber der Rotation des Loches in Ruhe ist. S ist deshalb gleich Null, was der Reissner–Nordström–Lösung entspricht, und man kann schreiben

$$R_{Stat} = M \cdot G/c^2 + [M^2 \cdot G^2/c^4 - Q^2 \cdot G/c^4]^{1/2} ;$$

doch ist es nötig, ab sofort etwas genauer zu sein; M ist hier die Masse des Universums abzüglich der Masse der Testmenge. Letztere besteht außer bei $M = 1$ unzweifelhaft aus mehr als einem Proton, denn gemäß den Ausführungen auf Ss. 31f benötigt man z.B.

eine aus drei Protonen bestehende Testmenge, um im Universum bei $M = 2$ elektrischen Ladungsausgleich herbeizuführen. Doch kann man diese Testmenge auf unterschiedliche Art und Weise „nutzen“; z.B. sequenziell, also aus der Perspektive eines einzelnen Protons, dies aber so oft, wie es Protonen in der Testmenge gibt, oder synchron aus der Perspektive aller Protonen der Testmenge zugleich; das entspräche den Verhältnissen bei $M = 1$: Alle Elemente der Testmenge sind quasi „zeitgleich“ und füreinander nicht existent, da nur das restliche Universum auf sie wirkt, nicht jedoch die Elemente der Testmenge aufeinander.

Hier soll nicht der sequenzielle, sondern nur der synchrone Fall behandelt werden. So werden bei $M = 2$ die drei Protonen, auf die weiter oben bereits ausführlich eingegangen wurde, quasi in ihre Einzelteile zerlegt (ohne die mengentheoretische Struktur der durch deren drei Elemente, den Protonen, definierten Testmenge zu beeinträchtigen). Dann sind in allen Elementen der Testmenge sowie wiederum den Elementen dieser Elemente usw. insgesamt 3 mal 18 Elemente, also Epsilonen enthalten, was zusammen 54 Epsilonen ergibt. M ist dann gleich

$$[M_{Un2} - M_{Test2}(v_{Test2}=0)]$$

(also universelle Gesamtmasse minus Masse aller Epsilonen in der Testmenge); dabei ist

$$M_{Test2}(v_{Test2}=0) = 54 m_{\epsilon 2} . \quad (116)$$

Mit

$$E_{Un2} = M_{Un2} c^2 \quad (117)$$

ergibt (96.1), dass

$$M_{Un2} = 84 m_{\epsilon 2} ; \quad (96.2)$$

im Spezialfall der Reissner–Nordström–Metrik lautet die Kerr–Newman–Gleichung für die statische Grenze also bei $M = 2$ wie folgt:

$$R_{Stat2} = [M_{Un2} - M_{Test2}(v_{Test2}=0)] \cdot \frac{G}{c^2} + \left[[M_{Un2} - M_{Test2}(v_{Test2}=0)]^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} - [Q_2]^2 \cdot \frac{G}{c^4} \right]^{1/2} ; \quad (118)$$

dabei ist $Q_2 = 3 e_2^*$, denn in der Testmenge steckt quasi der Gegenwert von drei Protonen samt ihrer elektrischen Ladung – um weltweit bei letzterer einen Ausgleich zu schaffen, muss der Rest der Welt, also das Loch drei Elementarladungen entgegengesetzten Vorzeichens aufweisen:

$$R_{Stat2} = [84 - 54] \cdot m_{\epsilon 2} \cdot \frac{G}{c^2} + \left[[84 - 54]^2 \cdot (m_{\epsilon 2})^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} - 3^2 \cdot e_2^{*2} \cdot \frac{G}{c^4} \right]^{1/2} ;$$

$$R_{\text{Stat}2} = 30 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} + \left[30^2 \cdot (m_{\mathcal{E}2})^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} - 9 \cdot e_2^{*2} \cdot \frac{G}{c^4} \right]^{\frac{1}{2}} ;$$

mit (42):

$$R_{\text{Stat}2} = 30 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} + \left[900 \cdot (m_{\mathcal{E}2})^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} - 9 \cdot 36 \cdot (m_{\mathcal{E}2})^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} \right]^{\frac{1}{2}} ;$$

$$R_{\text{Stat}2} = 30 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} + \left[900 \cdot (m_{\mathcal{E}2})^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} - 324 \cdot (m_{\mathcal{E}2})^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} \right]^{\frac{1}{2}} ; \quad (118.1)$$

$$R_{\text{Stat}2} = 30 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} + \left[576 \cdot (m_{\mathcal{E}2})^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} \right]^{\frac{1}{2}} ;$$

$$R_{\text{Stat}2} = 30 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} + 24 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} ;$$

$$R_{\text{Stat}2} = 54 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} ; \quad (118.2)$$

wie bereits weiter oben erklärt, ist dies der halbe Abstand des universellen Horizonts vom Testteilchen. $2 \cdot R_{\text{Stat}2}$ ist der durchschnittliche universelle Radius, also das arithmetische Mittel zwischen doppeltem größten größtmöglichem und doppeltem kleinsten größtmöglichen Fehler:

$$2 \cdot R_{\text{Stat}2} = 108 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} ; \quad (118.3)$$

(115.2) mit (118.1) für $M = 2$:

$$\frac{1}{2} \cdot \Delta X_2 = 30 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} ;$$

$$\Delta X_2 = 60 \cdot m_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^2} ; \quad (118.4)$$

mit (44):

$$\Delta X_2 = 60 \cdot E_{\varepsilon^2} \cdot \frac{G}{c^4} ; \quad (118.5)$$

und, ebenfalls aus (115.2) sowie (118.1) für $M = 2$:

$$\frac{1}{4} \cdot (\Delta Z_2)^2 = 324 \cdot [E_{\varepsilon^2}]^2 \cdot \frac{G^2}{c^8} ;$$

$$(\Delta Z_2)^2 = 4 \cdot 324 \cdot [E_{\varepsilon^2}]^2 \cdot \frac{G^2}{c^8} ;$$

$$(\Delta Z_2)^2 = 1296 \cdot [E_{\varepsilon^2}]^2 \cdot \frac{G^2}{c^8} ; \quad / \sqrt{-}$$

(nur positive Fehler:)

$$\Delta Z_2 = 36 \cdot E_{\varepsilon^2} \cdot \frac{G}{c^4} ; \quad (118.6)$$

da sich der kleinstmögliche Fehler aber nicht auf ein Quant mit drei Elementarladungen, sondern nur auf eines mit einer einzigen solchen Ladung beziehen kann, ist obiges Ergebnis zu dritteln:

$$\frac{1}{3} \cdot \Delta Z_2 = \Delta Z'_2 = \frac{1}{3} \cdot 36 \cdot E_{\varepsilon^2} \cdot \frac{G}{c^4} ;$$

$$\Delta Z'_2 = 12 \cdot E_{\varepsilon^2} \cdot \frac{G}{c^4} ; \quad (119)$$

die Testmenge hat eine bestimmte Ausdehnung. Im ungünstigsten Fall befindet sich ihr Schwerpunkt im kleinsten größtmöglichen Abstand zum universellem Äquator, im günstigsten Fall im größten größtmöglichen Abstand dazu. Im ungünstigsten Fall wird die Testmenge gerade eben noch nicht unwiederbringlich ins Schwarze Loch hineingesaugt, im günstigsten Fall berührt sie den Ereignis-Horizont des Loches gerade eben. Beide Fälle stellen die größtmöglichen Abweichungen von der mittleren Umlaufbahn des Testteilchens um das Schwarze Loch dar, eben der statischen Grenze, und diese größtmöglichen Abweichungen werden durch die bisher dem Leser vorenthaltene zweite Lösung der Reissner-Nordström-Gleichung beschrieben, die der hier diskutierte

Spezialfall der Kerr–Newman–Gleichung darstellt; dieses Ergebnis wird auch als „Cauchy–Horizont“ des elektrisch geladenen Schwarzen Loches bezeichnet:

$$r_{-2} = [M_{Un2} - M_{Test2}(v_{Test2}=0)] \cdot \frac{G}{c^2} - \left[[M_{Un2} - M_{Test2}(v_{Test2}=0)]^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} - 9 e_2^2 \cdot \frac{G}{c^4} \right]^{1/2} ;$$

mit (42), (44), (96.2), (116) und (117)

$$r_{-2} = 30 \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^4} - 24 \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^4} ;$$

$$r_{-2} = 6 \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^4} ;$$

was nichts Anderes als der halbe kleinstmögliche Fehler gem. (119) ist:

$$\frac{1}{2} \cdot \Delta z'_2 = 6 \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^4} ; \tag{119.1}$$

zu Recht fragt sich nun der Leser, dass der kleinstmögliche Fehler doch nicht mehr kleinstmöglich sein kann, wenn man ihn halbieren darf. Doch darauf gibt es eine einfache Antwort: Es handelt sich bei der statischen Grenze um einen statistischen Mittelwert, von dem r_{-2} die maximale Abweichung ist; tatsächlich befindet sich das Testteilchen immer entweder im Abstand ΔX_2 oder Δx_2 vom Äquator des Schwarzen Loches, jedoch niemals im Abstand R_{Stat2} – dieser stellt eine rein statistisch gemeinte Aussage dar.

(119) wird nun mit (114.1) gleichgesetzt; der kleinstmögliche Fehler ist ja nichts Anderes als σ im Eddingtonschen Sinne:

$$\frac{ch}{12 \cdot E_{\mathcal{E}2}} = 12 \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \frac{G}{c^4} ; \tag{119.2}$$

umgeformt, die Wurzel daraus und nur die positive Lösung:

$$E_{\mathcal{E}2} = 1/12 \cdot (ch / G)^{1/2} \cdot c^2 ; \tag{119.3}$$

mit (62.1):

$$E_{p2}(v_{p2}=0) = 12 \cdot 1/12 \cdot (ch / G)^{1/2} \cdot c^2 ;$$

$$E_{p2}(v_{p2}=0) = (ch / G)^{1/2} \cdot c^2 ; \quad (119.4)$$

mit (62):

$$m_{p2}(v_{p2}=0) = (ch / G)^{1/2} ; \quad (119.5)$$

das ist die Plancksche Masse! Dies ist insofern bemerkenswert, als dass bei $M = 1$ die Masse des Elektrons ebenfalls gleich der Planckschen Masse ist. Der Unterschied besteht darin, dass m_{e1} eine bewegte und $m_{p2}(v_{p2}=0)$ eine ruhende Masse sind.

(119.3), (42) und (44) ergeben die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante für $M = 2$; aus den beiden letztgenannten Gleichungen erhält man zunächst einmal

$$\alpha_2 := \frac{e_2^{*2}}{c h} = 36 (E_{\mathcal{E}2})^2 G c^{-5} h^{-1} ; \quad (120)$$

mit (119.3):

$$\alpha_2 = 1/4 ; \quad (42.1)$$

$$\alpha_2 = 0,25 ; \quad (42.2)$$

$$1/\alpha_2 = 4 ; \quad (42.3)$$

aus (96.2) ergibt sich mit (44) und (119.2)

$$E_{Un2} = 84/12 \cdot (ch / G)^{1/2} \cdot c^2 ;$$

$$E_{Un2} = 7 \cdot (ch / G)^{1/2} \cdot c^2 ; \quad (96.3)$$

dies ergibt mit (117) die universelle Masse:

$$M_{Un2} = 7 \cdot (ch / G)^{1/2} ; \quad (96.4)$$

Da bei $M = 1$ die Masse im Universum wegen (15), (16.1) und (26.2)

$$M_{Un1} = 4 \cdot (ch / G)^{1/2}$$

ist, ergibt sich ein Massenzuwachs im Universum in folgender Höhe, wenn die Bildzahl M von 1 auf 2 steigt:

$$\frac{\Delta M_{Un2}}{M_{Un1}} = \frac{M_{Un2} - M_{Un1}}{M_{Un1}} ;$$

$$\frac{\Delta M_{Un2}}{M_{Un1}} = \frac{7 - 4}{4} ;$$

$$\frac{\Delta M_{Un2}}{M_{Un1}} = 75 \% ; \quad (96.5)$$

und jetzt kann man mit einiger Berechtigung den doppelten größten größtmöglichen Fehler mit der Ausdehnung des Universums gleichsetzen, dessen Radius schlicht und ergreifend als R_{Un} bezeichnet werden soll; für $M = 2$:

$$R_{Un2} := 2 \cdot \Delta X_2 ; \quad (121)$$

mit (118.4) ergibt das

$$R_{Un2} = 120 \cdot E_{g2} \cdot \frac{G}{c^4} ;$$

und mit (119.3)

$$R_{Un2} = 120/12 \cdot (ch / G)^{1/2} \cdot c^2 \cdot \frac{G}{c^4} ;$$

$$R_{Un2} = 10 \cdot (Gh / c^3)^{1/2} ; \quad (121.1)$$

jetzt fehlt noch der kleinstmögliche Fehler; ihn erhält man aus (114.1), (114.2) und (119.3)

$$\sigma_2 = \frac{ch}{12 \cdot 1/12 \cdot (ch / G)^{1/2} \cdot c^2} ;$$

das ergibt

$$\sigma_2 = (Gh / c^3)^{1/2}; \quad (122)$$

also ist bei $M = 2$ die Amplitude der Compton–Wellenlänge des Protons gleich der Planckschen Länge.

Jetzt sollen die Geschwindigkeiten der Elektronen in diesem Modell für $M = 2$ bestimmt werden. Dazu sind ein paar Vorüberlegungen nötig.

Zunächst stellt sich die Frage nach der Geschwindigkeit der Wasserstoffatome, wenn ihre Hauptquantenzahl $n = 2$ ist.

Es sei an dieser Stelle dem Leser in Erinnerung gerufen, dass bunt zusammengesetzte Elektronen eine Massenenergie von $3 \cdot E_{e2}$ und gemischt zusammengesetzte eine Massenenergie von $4 \cdot E_{e2}$ haben; das einzig mögliche unifarbene Elektron hat eine Massenenergie von $6 \cdot E_{e2}$. Da die Elektronen der Wasserstoffatome ohne Testteilchen bei $n = 2$ gemischt zusammengesetzt sind, stellt dies für sie in energetischer Hinsicht das maximal Erreichbare dar – die Massenenergie von $6 \cdot E_{e2}$ bleibt ihnen verwehrt, da der einzig mögliche derartige Quantenzustand bereits vom Elektron des Testteilchens besetzt ist. Ein niedrigerer Energiezustand, wie er durch Ausbremsen der Wasserstoffatome zu Stande käme, entspräche jedoch der Elektronen–Massenenergie von $3 \cdot E_{e2}$, wie sie bereits bei den Elektronen vorliegt, die Bestandteile der Wasserstoffatome ohne Testteilchen und mit der Hauptquantenzahl $n = 1$ sind. Würde dieser Zustand dem von relativ zum Testteilchen ruhenden Wasserstoffatomen ohne Testteilchen und einer Hauptquantenzahl $n = 2$ entsprechen, müsste dies mit zwei sich überlagernden Quantenzuständen einhergehen; einerseits würde das Wasserstoffatom ruhen, sein Elektron befände sich auf der 2. Bohrschen Bahn, und andererseits befände sich sein Elektron auf der Bohrschen Grundbahn, während sich das Wasserstoffatom mit einer gewissen, von Null abweichenden Geschwindigkeit bewegen würde. Im angeregten Zustand ist der Gesamtimpuls des Wasserstoffatoms hier gleich Null, während er im nicht angeregten Zustand einen endlichen, von Null abweichenden Wert hat. Der Impuls des Wasserstoffatoms müsste jedoch für beide Zustände gleich sein, denn es wird kein Photon oder sonstiges Quant abgestrahlt, um den jeweils anderen Zustand zu erreichen; da dies also nicht der Fall ist, liegt hier ein klarer Verstoß gegen den Impulserhaltungssatz vor. Fazit: Bei $n = 2$ befinden sich beide Wasserstoffatome, deren Protonen kein Testteilchen sind, relativ zum Testteilchen in Ruhe!

Das ermöglicht dem Autor einen einfachen Ansatz: In beiden relativ zum Testteilchen ruhenden Wasserstoffatomen rotieren sowohl das Proton als auch das Elektron vom Testteilchen aus „gesehen“ mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit ω_{H2} um einen gemeinsamen Schwerpunkt. Das Proton bewegt sich gem. Gl. (81.1) mit $5/13$ der Lichtgeschwindigkeit, was definitiv bereits im relativistischen Bereich liegt.

Deshalb gilt hier:

$$v_{p2}(n=2) = \frac{r_2(p^+;n=2) \cdot \omega_{H2}}{\left[1 + \frac{(r_2(p^+;n=2) \cdot \omega_{H2})^2}{c^2} \right]^{1/2}} ; \quad (123)$$

sowie

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{r_2(H;e^-;n=2) \cdot \omega_{H2}}{\left[1 + \frac{(r_2(H;e^-;n=2) \cdot \omega_{H2})^2}{c^2} \right]^{1/2}} ; \quad (124)$$

die Umlaufradien $r_{p2}(n=2)$ und $r_{e2}(H;n=2)$ ergeben sich aus der dem jeweiligen Quant zugehörigen Wellenlänge. Für das Proton gilt, wenn es Bestandteil eines Wasserstoffatoms ist, in dem es nicht die Rolle des Testteilchens inne hat, dass seine Energie

$$E_{p2}(n=2) = h \cdot v_{p2}(n=2) \quad (125)$$

beträgt, wenn die Hauptquantenzahl $n = 2$ ist. Mit

$$v_{p2}(n=2) = \frac{c}{\lambda_{p2}(n=2)} \quad (126)$$

wobei $\lambda_{p2}(n=2)$ die Compton-Wellenlänge des angeregten Protons ist, ergibt sich aus (125)

$$E_{p2}(n=2) = h \cdot \frac{c}{\lambda_{p2}(n=2)} ; \quad (125.1)$$

mit

$$2 \cdot \lambda_{p2}(n=2) = 2\pi \cdot r_2(p^+;n=2) \quad (127)$$

erhält man aus (125.1)

$$E_{p2}(n=2) = \frac{2 c h}{2\pi \cdot r_2(p^+;n=2)} ; \quad (125.2)$$

mit (103):

$$E_{p2}(n=2) = \frac{2 c h}{r_2(p^+;n=2)} ; \quad (125.3)$$

$r_2(p^+;n=2)$ ist der Bahnradius des um den gemeinsamen Schwerpunkt mit dem Elektron umlaufenden Protons bei $n = 2$.

Gl. (64.2) mit (125.3):

$$r_2(p^+;n=2) = \frac{2 c h}{11 \cdot E_{\varepsilon^2}}; \quad (125.4)$$

jetzt müssen nur noch (123) und (124) nach $(\omega_{H2})^2$ aufgelöst und gleichgesetzt werden.

Aus (123):

$$\frac{[r_2(p^+;n=2) \cdot \omega_{H2}]^2}{[v_{p2}(n=2)]^2} = 1 + \frac{[r_2(p^+;n=2) \cdot \omega_{H2}]^2}{c^2};$$

$$(\omega_{H2})^2 = \frac{1}{[r_2(p^+;n=2)]^2 \cdot \left[\frac{1}{[v_{p2}(n=2)]^2} - \frac{1}{c^2} \right]}; \quad (123.1)$$

und auf analoge Weise aus (124):

$$(\omega_{H2})^2 = \frac{1}{[r_2(H;e^-;n=2)]^2 \cdot \left[\frac{1}{[v_{e2}(H;n=2)]^2} - \frac{1}{c^2} \right]}; \quad (124.1)$$

(123.1) = (124.1):

$$[r_2(H;e^-;n=2)]^2 \cdot \left[\frac{1}{[v_{e2}(H;n=2)]^2} - \frac{1}{c^2} \right] = [r_2(p^+;n=2)]^2 \cdot \left[\frac{1}{[v_{p2}(n=2)]^2} - \frac{1}{c^2} \right];$$

nach $[v_{e2}(H;n=2)]^2$ aufgelöst:

$$[v_{e2}(H;n=2)]^2 = \frac{1}{\left[\frac{[r_2(p^+;n=2)]^2}{[r_2(H;e^-;n=2)]^2} \cdot \left[\frac{1}{[v_{p2}(n=2)]^2} - \frac{1}{c^2} \right] + \frac{1}{c^2} \right]};$$

daraus wird nun die Wurzel gezogen; die Elektronengeschwindigkeit wird als positive Größe ermittelt:

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{1}{\left[\left[\frac{r_2(p^+;n=2)}{r_2(H;e^-;n=2)} \right]^2 \cdot \left[\frac{1}{[v_{p2}(n=2)]^2} - \frac{1}{c^2} \right] + \frac{1}{c^2} \right]^{1/2}};$$

dies mit (81.1), (107.3) und (125.4):

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{1}{\left[\left[\frac{2/11}{1/2} \right]^2 \cdot \left[\frac{1}{[5/13]^2 c^2} - \frac{1}{c^2} \right] + \frac{1}{c^2} \right]^{1/2}};$$

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{1}{\left[\left[\frac{4}{11} \right]^2 \cdot \left[\frac{13^2}{5^2 c^2} - \frac{1}{c^2} \right] + \frac{1}{c^2} \right]^{1/2}};$$

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{1}{\left[\frac{16}{121} \cdot \left[\frac{169}{25 c^2} - \frac{1}{c^2} \right] + \frac{1}{c^2} \right]^{1/2}};$$

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{1}{\left[\frac{16}{121} \cdot \left[\frac{169 - 25}{25 c^2} \right] + \frac{1}{c^2} \right]^{1/2}};$$

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{1}{\left[\frac{16}{121} \cdot \left[\frac{144}{25 c^2} \right] + \frac{1}{c^2} \right]^{1/2}};$$

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{1}{\left[\frac{2304}{3025 c^2} + \frac{1}{c^2} \right]^{1/2}};$$

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{1}{\left[\frac{2304 + 3025}{3025 c^2} \right]^{1/2}};$$

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{3025^{1/2}}{5329^{1/2}} \cdot c;$$

$$v_{e2}(H;n=2) = \frac{55}{73} \cdot c; \quad (123.2)$$

numerisch:

$$v_{e2}(H;n=2) = 0,75342465 c; \quad (123.3)$$

Das ist also die Geschwindigkeit der Elektronen in den Wasserstoffatomen ohne darin enthaltenes Testteilchen bei $n = 2$.

Mit (84.3) ergibt sich die Ruheenergie des Elektrons:

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = 4 E_{\varepsilon 2} \cdot \left[2 - \left(1 - (55/73)^2 \right)^{-1/2} \right]^{-1};$$

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = 4 E_{\varepsilon 2} \cdot \left[2 - \left(1 - 3025/5329 \right)^{-1/2} \right]^{-1};$$

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = 4 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[2 - \left(\frac{2304}{5329} \right)^{-1/2} \right]^{-1};$$

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = 4 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[2 - \left(\frac{5329}{2304} \right)^{1/2} \right]^{-1};$$

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = 4 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[2 - 73/48 \right]^{-1};$$

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = 4 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[48/(96-73) \right];$$

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = 4 E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[48/23 \right];$$

$$E_{e2}(v_{e2}=0) = \frac{192}{23} \cdot E_{\mathcal{E}2}; \quad (84.5)$$

numerisch:

$$E_{e2}(v_{e2}=0) \approx 8,3478260869565217391 E_{\mathcal{E}2}; \quad (84.6)$$

oder $E_{e2}(v_{e2}=0) = 8^8/23 E_{\mathcal{E}2}; \quad (84.7)$

das ist die Masse eines Elektrons bei $M = 2$, wenn es sich vom Testteilchen aus „gesehen“ am universellen Antipol befindet.

Mit (84.4) ergibt sich aus (123.2):

$$v_{e2} = \frac{55}{73} \cdot c; \quad (123.4)$$

mit (84.5) ergibt sich aus (94.2):

$$6 \cdot E_{\mathcal{E}2} = (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} \right];$$

$$138 = 192 \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} \right];$$

$$138/192 = 2 - \left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2};$$

$$\left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 \right)^{-1/2} = 2 - 138/192;$$

$$\left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2\right)^{-1/2} = (384-138)/192 ;$$

$$\left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2\right)^{1/2} = 192/246 ;$$

$$\left(1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2\right)^{1/2} = 32/41 ; \quad /\text{Quadr.}$$

$$1 - (v_{e2}(n=2)/c)^2 = 1024/1681 ;$$

$$(v_{e2}(n=2)/c)^2 = (1681-1024)/1681 ;$$

$$(v_{e2}(n=2)/c)^2 = 657/1681 ;$$

$$(v_{e2}(n=2)/c)^2 = (9 \cdot 73)/1681 ;$$

daraus die Wurzel:

$$v_{e2}(n=2)/c = 3 \cdot 73^{1/2}/41 ; \quad (94.4)$$

oder

$$v_{e2}(n=2) = (3/41) \cdot 73^{1/2} \cdot c ; \quad (94.5)$$

numerisch

$$v_{e2}(n=2) \approx 0,625171005754941305 c ; \quad (94.6)$$

es fehlt nun noch (88.3) mit (84.5):

$$192/23 \cdot E_{e2} = 3 E_{e2} \cdot \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2\right)^{-1/2}\right]^{-1} ;$$

$$64/23 = \left[2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2\right)^{-1/2}\right]^{-1} ;$$

$$23/64 = 2 - \left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2\right)^{-1/2} ;$$

$$\left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2\right)^{-1/2} = (128-23)/64 ;$$

$$\left(1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2\right)^{1/2} = 64/105 ; \quad /\text{Quadr.}$$

$$1 - (v_{e2}(H;n=1)/c)^2 = 4096/11025 ;$$

$$(v_{e2}(H;n=1)/c)^2 = (11025-4096)/11025 ;$$

$$(v_{e2}(H;n=1)/c)^2 = 6929/11025 ;$$

die Wurzel daraus; nur positive Elektronengeschwindigkeit:

$$v_{e2}(H;n=1)/c = (13/105) \cdot 41^{1/2} ; \quad (88.4)$$

anders:

$$v_{e2}(H;n=1) = (13/105) \cdot 41^{1/2} \cdot c ; \quad (88.5)$$

oder z.B.:

$$v_{e2}(H;n=1) = [13/(1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7)] \cdot 41^{1/2} \cdot c ; \quad (88.6)$$

numerisch:

$$v_{e2}(H;n=1) \approx 0,79276776272978126592 c ; \quad (88.7)$$

Stillschweigend hat der Autor auch für den Fall vorausgesetzt, die Hauptquantenzahl der Wasserstoffatome, deren Proton kein Testteilchen ist, habe den Wert 1, diese ebenso ruhen wie im angeregten Zustand. Schließlich gilt hier das Argument mit der Impulserhaltung auch. Und die Elektronen, die aus bestimmten Rishonen zusammengesetzt sind, können auch nur eine ganz bestimmte Geschwindigkeit haben (die Richtung der Geschwindigkeitsvektoren kann natürlich unterschiedlich sein) und nicht zwei verschiedene zugleich.

Übrigens vermutet der Autor, dass

$$v_{e2}(H;n=1) \geq v_{e1}$$

ein K.O.–Kriterium für dieses kosmologische Modell wäre!

Jetzt steht noch die Bestimmung der kinetischen Energien aller Teilchen bei $M = 2$ aus. Die der Protonen ist bereits bekannt [Gl. (80.2)]. Für das Elektron auf der Bohrschen Grundbahn des Testteilchens gilt (90); mit (84.5) und (88.4):

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - ((13/105) \cdot 41^{1/2})^2 \right)^{-1/2} - 1 \right] ;$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - (169/11025) \cdot 41 \right)^{-1/2} - 1 \right] ;$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left((11025 - 6929)/11025 \right)^{-1/2} - 1 \right] ;$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(4096/11025 \right)^{-1/2} - 1 \right] ;$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(11025/4096 \right)^{1/2} - 1 \right] ;$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[105/64 - 1 \right] ;$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[(105-64)/64 \right] ;$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot (41/64) ;$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (3 \cdot 41/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} ;$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) = (123/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} ; \quad (90.1)$$

$$E_{kin2}(H;e^-;n=1) \approx 5,34782608695652173913 \cdot E_{\mathcal{E}2} ; \quad (90.2)$$

oder $E_{kin2}(H;e^-;n=1) = 5^8/23 \cdot E_{\mathcal{E}2} ; \quad (90.3)$

und für das Elektron auf der 2. Bohrschen Bahn des Testteilchens gilt (94). Mit (84.5) und (94.4) erhält man

$$\begin{aligned}
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - (3 \cdot 73^{1/2}/41)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - 9 \cdot 73/1681 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - 9 \cdot 73/1681 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - 657/1681 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left((1681 - 657)/1681 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1024/1681 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1681/1024 \right)^{1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1681/1024 \right)^{1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[(41/32) - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[(41 - 32)/32 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot (9/32); \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (6/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot 9; \\
 E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) &= (54/23) \cdot E_{\mathcal{E}2}; \tag{94.7}
 \end{aligned}$$

numerisch:

$$E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) \approx 2,34782608695652174 E_{\mathcal{E}2}; \tag{94.8}$$

oder

$$E_{\text{kin}2}(e^-;n=2) = 2^8/23 \cdot E_{\mathcal{E}2}; \tag{94.9}$$

für die Elektronen der Wasserstoffatome mit $n = 2$, deren Protonen nicht Testteilchen sind, ergibt sich aus (86) mit (84.5) und (123.2):

$$\begin{aligned}
 E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - (55/73)^2 \right)^{-1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) &= (192/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} \cdot \left[\left(1 - (3025/5329) \right)^{-1/2} - 1 \right]; \\
 E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) &= (192/23) \cdot \left[\left((5329 - 3025)/5329 \right)^{-1/2} - 1 \right] \cdot E_{\mathcal{E}2}; \\
 E_{\text{kin}2}(H;e^-;n=2) &= (192/23) \cdot \left[\left(2304/5329 \right)^{-1/2} - 1 \right] \cdot E_{\mathcal{E}2};
 \end{aligned}$$

$$E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) = (192/23) \cdot \left[\left(5329/2304 \right)^{1/2} - 1 \right] \cdot E_{\mathcal{E}2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) = (192/23) \cdot \left[\left(5329/2304 \right)^{1/2} - 1 \right] \cdot E_{\mathcal{E}2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) = (192/23) \cdot \left[73/48 - 1 \right] \cdot E_{\mathcal{E}2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) = (192/23) \cdot ((73- 48)/48) \cdot E_{\mathcal{E}2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) = (192/23) \cdot (25/48) \cdot E_{\mathcal{E}2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) = (4 \cdot 25)/23 \cdot E_{\mathcal{E}2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) = (100/23) \cdot E_{\mathcal{E}2} ; \quad (86.1)$$

numerisch

$$E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) \approx 4,34782608695652173913 \cdot E_{\mathcal{E}2} ; \quad (86.2)$$

oder

$$E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) = 4^8/23 \cdot E_{\mathcal{E}2} ; \quad (86.3)$$

Das ist im Übrigen auch die kinetische Energie des Elektrons, das um das Testteilchen auf der Bohrschen Grundbahn umläuft, also $E_{\text{kin}2}(e^{-})$.

Die kinetischen Energien aller Teilchen im Universum bei $M = 2$ summieren sich zu $E_{\text{kin}2}(\text{Un})$; wenn alle drei Wasserstoffatome die Hauptquantenzahl $n = 2$ aufweisen, hat man es mit zwei Protonen mit der Massenenergie $11 \cdot E_{\mathcal{E}2}$ und der kinetischen Energie $E_{\text{kin}2}(p^{+};n=2)$, deren zwei Elektronen mit der Massenenergie $4 \cdot E_{\mathcal{E}2}$ und der kinetischen Energie $E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2)$, dem Elektron des Testteilchens mit der Massenenergie $6 \cdot E_{\mathcal{E}2}$ und der kinetischen Energie $E_{\text{kin}2}(e^{-};n=2)$ sowie sämtlichen Neutrinos/Antineutrinos mit einer Massenenergie von $12 \cdot E_{\mathcal{V}2}$ und der kinetischen Energie all dieser Neutrinos/Antineutrinos $E_{\text{kin}2}(v^{\nu})$ zu tun. Das Testteilchen Proton befindet sich in Ruhe; es hat zwar eine Masse von $12 \cdot E_{\mathcal{E}2}$, aber keine kinetische Energie. Also:

$$E_{\text{kin}2}(\text{Un}) = 2 \cdot E_{\text{kin}2}(p^{+};n=2) + 2 \cdot E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) + E_{\text{kin}2}(e^{-};n=2) + E_{\text{kin}2}(v^{\nu}) ; \quad (128)$$

der letzte Term ist im Gegensatz zu den anderen noch nicht bekannt; er soll berechnet werden:

$$E_{\text{kin}2}(v^{\nu}) = E_{\text{kin}2}(\text{Un}) - 2 \cdot E_{\text{kin}2}(p^{+};n=2) - 2 \cdot E_{\text{kin}2}(\text{H};e^{-};n=2) - E_{\text{kin}2}(e^{-};n=2) ; \quad (128.1)$$

mit (80.2), (86.1), (97.2) und (94.7) ergibt dies

$$E_{\text{kin}2}(v^{\circ}) = 42 \cdot E_{\varepsilon^2} - 2 \cdot E_{\varepsilon^2} - 2 \cdot (100/23) \cdot E_{\varepsilon^2} - (54/23) \cdot E_{\varepsilon^2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(v^{\circ}) = 40 \cdot E_{\varepsilon^2} - (200/23) \cdot E_{\varepsilon^2} - (54/23) \cdot E_{\varepsilon^2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(v^{\circ}) = (920/23) \cdot E_{\varepsilon^2} - (200/23) \cdot E_{\varepsilon^2} - (54/23) \cdot E_{\varepsilon^2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(v^{\circ}) = (920/23) \cdot E_{\varepsilon^2} - (254/23) \cdot E_{\varepsilon^2} ;$$

$$E_{\text{kin}2}(v^{\circ}) = ((920 - 254)/23) \cdot E_{\varepsilon^2} ;$$

$$\frac{E_{\text{kin}2}(v^{\circ})}{E_{\varepsilon^2}} = \frac{666}{23} ; \quad (128.2)$$

Der obige, reichlich ominöse Quotient ist also das Verhältnis der kinetischen Energie aller Neutrinos / Antineutrinos zur Energie eines Epsilon bei $M = 2$. Da die Massenenergie all dieser Teilchen 36fache Epsilonenergie ist und $666/23 \approx 28,9565217391304347826$, ergibt sich eine Bindungsenergie aller Neutrinos / Antineutrinos von ungefähr

$$-28,9565217391304347826 \cdot E_{\varepsilon^2}$$

(negativ wg. Virialsatz) und damit eine Ruhemassenenergie aller Neutrinos / Antineutrinos $[12 \cdot E_{v^2}(v_{v^2}=0)]$ von

$$36 + 28,9565217391304347826 \approx 64,9565217391304347826$$

Epsilonenergien (genau sind es $64^{22/23} \cdot E_{\varepsilon^2}$). Negativ ist die Bindungsenergie deshalb, weil auch die Neutrinos / Antineutrinos um das Testteilchen umlaufen; Fliehkraft und gravitationelle Anziehung halten sich dabei die Waage. Es sei aber an dieser Stelle noch einmal betont, dass diese Ruheenergie nicht zu gleichen Teilen auf alle Neutrinos / Antineutrinos verteilt sein muss [logischerweise ebensowenig die kinetische Energie $E_{\text{kin}2}(v^{\circ})$], da bunt, gemischt gefärbt und unifarbene zusammengesetzte Neutrinos / Antineutrinos auch unterschiedlich schnell unterwegs sein könnten (abhängig von ihrem Abstand zum Testteilchen)! Eine diesbezügliche Untersuchung spart sich der Autor hier allerdings, da es sich bei der Angelegenheit wohl eher um einen unwichtigeren Nebenaspekt dieses kosmologischen Modells handelt und der dazu nötige Rechenaufwand ziemlich umfangreich ausfallen dürfte.

Spätestens, ja sogar allerspätestens ist hier nun der Punkt erreicht, an dem sich der Leser von einer lieb gewonnenen Angewohnheit trennen sollte: Der Verwendung des Konzepts der Bewegung. Stillschweigend hatte sich der Autor ja bereits weiter oben von zwei der drei Eigenschaften der Epsilon verabschiedet, als er gravitationelle und elektromagnetische Wechselwirkung auf Grundregeln der Mengenlehre zurückführte; nun wird klar,

dass auch die dritte Eigenschaft obsolet ist: Geschwindigkeit. Die Epsilonen haben keine Geschwindigkeit; mal abgesehen vom positiven Objekt in Testteilchen und Elektron, also dem elektrisch negativ geladenen Element, ändern sie ihre relativen Positionen zueinander durch Quantensprünge; das gilt sowohl für Änderungen in Richtung des translatorischen als auch des zyklischen Zeitpfeils. Die Begriffe „Energie“ (ergo auch „Masse“), „elektrische Ladung“ und „Geschwindigkeit“ wurden und werden auch weiterhin nur verwendet, um dem Leser anschauliche Größen zu präsentieren und höheren mathematischen Aufwand zu vermeiden. Zugunsten besserer Verständlichkeit wird vom Autor eine quasi orthodox quantenmechanische Diktion nach Möglichkeit vermieden. Es bleibt wohl einer späteren Arbeit über dieses Thema vorbehalten, das Ganze noch einmal mathematisch abstrakt zu behandeln.

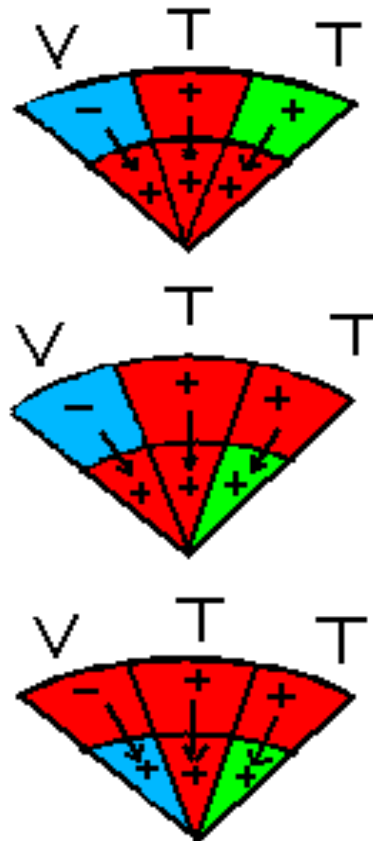


Abb. 9 von oben nach unten: u-,c- und t-Quark; „+“ steht für +1/6, „-“ für -1/6 der elektrischen Elementarladung

Zum Ende dieses Kapitels soll nun noch auf die Frage eingegangen werden, wie das Modell die drei Generationen bei den Quarks erklärt. Dies möchte der Autor mit zwei graphischen Darstellungen veranschaulichen; in Abbildung 9 sieht man die schematischen Abbilder von Up-, Charm- und Top-Quark, in Abbildung 10 diejenigen des Down-, Strange- und Bottom-Quarks.

Obige sowie auf der nächsten Seite dargestellte „Kuchenschnitten“ sind der Darstellung der Quarks in den Abbildungen 4 bis 7 nachempfunden und lassen sich dort gewissermaßen „einfügen“.

Bei $M = 2$ unterscheiden sich die drei vom Wert der Hauptquantenzahl abhängigen möglichen Energiezustände der Elektronen noch nicht von den drei Generationen; die Neutrinos haben zwar drei Generationen (unifarben, gemischt oder bunt zusammengesetzt), doch ob diese sich bei $M = 2$ energetisch voneinander unterscheiden, das wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter untersucht.

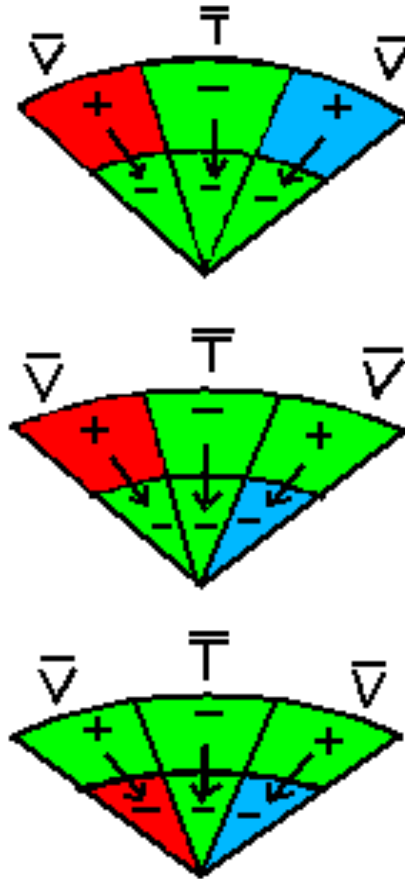
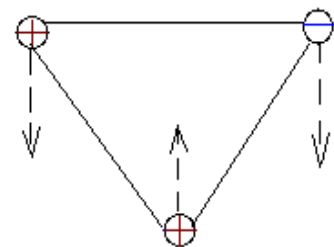
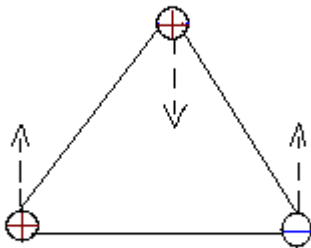


Abb. 10 von oben nach unten: d-, s- und b-Quark; „+“ steht für $+1/6$, „-“ für $-1/6$ der elektrischen Elementarladung

Kapitel III.

Obwohl eine solche Betrachtungsweise im totalen Widerspruch zu den Ergebnissen der bisherigen Herleitung steht, möchte der Autor dem Leser die beiden Zustände, die das Proton bei $M=1$ einnehmen kann, folgendermaßen veranschaulichen: Man stelle sich vor, man könnte das Elektron als Testteilchen wählen, ohne es dabei, wie dieses Modell sagt, zu einem Antiproton zu machen; von diesem Elektron aus schaue man sich dann das Proton an.

Letzteres hat bei dieser Betrachtungsweise ja nach wie vor eine durch seine drei Elemente definierte Struktur; zwei dieser Elemente tragen eine positive und eines eine negative elektrische Ladung. Man kann das Ganze als gleichschenkeliges Dreieck darstellen, das einmal auf einer seiner Seiten steht und einmal auf einer seiner Spitzen:



Abbildungen 11 und 12: Die zwei bei $M=1$ vorliegenden Zustände des Protons

Legt man beide Dreiecke so übereinander, dass ihre Schwerpunkte übereinstimmen, ergibt sich der Davidstern; der Autor hat eine besonders schöne Darstellung desselben unter Wikipedia gefunden:



Abb. 13: Davidstern

Genau genommen würde sich das negativ geladene Element in den Abb. 11 und 12 relativ zum Elektron gar nicht bewegen, denn das negativ geladene Element, das das Elektron definiert, ist ja genau das gleiche und muss sich demgemäß auch genau gleich verhalten. Dieser Schönheitsfehler der Darstellungen in den letzten drei Abbildungen sei hier mal ganz locker übergangen, denn sonst würde der Davidstern nicht nur sehr unelegant andauernd in eine von drei Richtungen herumzucken und nicht sein Schwerpunkt, sondern das negative Element wäre der ruhende Pol, was naheliegenderweise den ganzen Davidstern zunichte machen würde. Doch zum Glück ist in diesem Universum ja nicht das Elektron, sondern das Proton in der Lage, als Testteilchen zu fungieren, also muss man sich mit solch unästhetischen Aspekten gar nicht erst herumschlagen.

Wie bereits erwähnt, war das soeben nur ein Versuch des Autors, dem Leser die Sache hier so anschaulich wie möglich zu präsentieren.

Möge der Leser sich nun wieder ernsthaften Aspekten des beschriebenen Modells zuwenden. Einer davon ist die Tatsache, dass das Modell für $M = 1$ einen universellen Radius von einer Planckschen Länge liefert, während dieser dann bei $M = 2$ gem. Gleichung (121) schon so groß „geworden ist“ wie der doppelte größte größtmögliche Fehler, also zehn Plancksche Längen [der Antipol des Universums ist bei $M = 2$ somit 10 Plancksche Längen vom Testteilchen entfernt; s. Gl. (121.1)]. Das Bemerkenswerte: Zwischen diesen beiden Ausdehnungen des Universums gibt es keine Zwischenzustände! Bei $M = 2$ sieht die Welt so aus, als ob mittlerweile seit dem Urknall 10 Plancksche Zeiten vergangen wären, doch tatsächlich hat man bei $M = 1$ eine Plancksche Zeit als „Dauer“ dieses Zustandes in „Richtung“ der zyklischen Zeitdimension und bei $M = 2$ ebenfalls nur eine Plancksche Zeit als „Dauer“ der Welt, macht zusammen zwei Plancksche Zeiten.

Das hat eine gewisse Ähnlichkeit zum guten alten Kinofilm: Zwischen den einzelnen Bildern gibt es jedes Mal eine dunkle Lücke, aber man bekommt es als Zuschauer nicht mit, weil die Bilder sehr rasch hintereinander auf die Leinwand projiziert werden. Nach dem „Urknall“ „vergehen“ erst zwei Plancksche Zeiten, und schon sieht die Welt aus, als wäre sie 10 Plancksche Zeiten alt! Und zwar in jeder Hinsicht; das ist das eigentlich Bemerkenswerte hier.

Der Autor dieser Arbeit möchte den Leser nun jedoch vom Urknall weg ins gegenwärtige Universum führen.

Wie bereits weiter oben erwähnt, lautet eine der beiden Lösungen der Reissner–Nordström–Gleichung wie folgt:

$$r_- = [M_{Un} - M_{Test}(V_{Test=0})] \cdot \frac{G}{c^2} - \left[[M_{Un} - M_{Test}(V_{Test=0})]^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} - (2M-1)^2 e^{*2} \cdot \frac{G}{c^4} \right]^{1/2};$$

(129)

r_- wird als „Cauchy–Horizont“ bezeichnet.

Die größtmögliche Testmenge im synchronen Fall wird durch $(2M-1)$ Elemente (Protonen) definiert. Dies schließt der Autor daraus, dass bei $M = 1$ ein Proton die größtmögliche Testmenge ist, bei $M = 2$ drei Protonen sie im synchronen Fall definieren, und da der Term $(2M - 1)$ für $M \in \mathbb{N}$ alle ungeraden natürlichen Zahlen definiert und sowohl bei $M = 1$ als auch bei $M = 2$ die Protonenzahl in der größtmöglichen Testmenge liefert, gilt also für alle $M \in \mathbb{N}$, dass diese Testmenge durch eine ungerade Anzahl von Protonen, also $(2M - 1)$ definiert ist.

Für $M = 1$ wurde bereits in Kapitel I. gezeigt, dass r_{-1} und $R_{\text{Stat}1}$, also beide Lösungen der Reissner–Nordström–Gleichung, identisch mit r_1 sind, was gem. Gl. (19.2)

$$r_{-1} = \frac{h}{m_{e1} c} \quad (19.4)$$

ergibt. Gl. (14.2) sagt, dass β_1 , also der Quotient aus $m_{p1}(v_{p1}=0)$ und m_{e1} , gleich 3 ist; somit ergibt sich aus Gl. (19.4):

$$r_{-1} = \frac{3 h}{m_{p1}(v_{p1}=0) c}; \quad (19.5)$$

bei $M = 2$ ist r_{-2} der halbe kleinstmögliche Fehler gem. Gl. (119), was man wegen (119.3) und (119.5) auch

$$r_{-2} = \frac{h}{2 m_{p2}(v_{p2}=0) c} \quad (119.6)$$

schreiben kann.

Wie groß ist nun r_- heute? Das soll im Folgenden ermittelt werden.

Zu diesem Zweck lehnt sich der Autor an (119.6) an und führt eine Zahl k ein:

$$r_- = \frac{k h}{2 m_p(v_p=0) c} \quad (119.7)$$

doch soll die Ruhemasse des Protons der Einfachheit halber nicht mehr als $m_p(v_p=0)$, sondern schlicht m_p geschrieben werden. Aus (119.7) ergibt sich dann

$$2 r_- = \frac{k h}{m_p c}; \quad (119.8)$$

k soll jetzt errechnet werden.

Analog zu (115.2), welche R_{Stat} liefert, ergibt sich der Cauchy-Horizont aus

$$r_- = \frac{1}{2} \cdot \Delta X - \left[\frac{1}{4} \cdot (\Delta X)^2 - \frac{1}{4} \cdot (\Delta z)^2 \right]^{1/2}; \quad (115.3)$$

in (119.8):

$$\frac{k h}{m_p c} = \Delta X - [(\Delta X)^2 - (\Delta z)^2]^{1/2}; \quad (115.4)$$

aus den vorangegangenen Ausführungen wird ersichtlich, dass

$$\Delta X = 2 \cdot [M_{\text{Un}} - M_{\text{Test}(v_{\text{Test}}=0)}] \cdot \frac{G}{c^2}; \quad (130)$$

und

$$\Delta z = 2 \cdot (2M - 1) \cdot e^* \cdot \frac{G^{1/2}}{c^2}; \quad (131)$$

beide Gleichungen in (115.4):

$$\frac{k h}{m_p c} = 2 [M_{\text{Un}} - M_{\text{Test}(v_{\text{Test}}=0)}] \cdot \frac{G}{c^2} - \left[4 [M_{\text{Un}} - M_{\text{Test}(v_{\text{Test}}=0)}]^2 \cdot \frac{G^2}{c^4} - 4 (2M - 1)^2 \cdot e^{*2} \cdot \frac{G}{c^4} \right]^{1/2};$$

daraus:

$$2 \frac{k h}{m_p c} \cdot 2 [M_{\text{Un}} - M_{\text{Test}(v_{\text{Test}}=0)}] \cdot \frac{G}{c^2} - \frac{k^2 h^2}{m_p^2 c^2} = 4 (2M - 1)^2 \cdot e^{*2} \cdot \frac{G}{c^4};$$

Substitution: $k^* := k / \alpha$; $\alpha := e^{*2} / c h$:

$$\frac{2 k^* e^{*2}}{m_p c^2} \cdot 2 [M_{\text{Un}} - M_{\text{Test}(v_{\text{Test}}=0)}] \cdot \frac{G}{c^2} - \frac{k^{*2} e^{*4}}{m_p^2 c^4} = 4 (2M - 1)^2 \cdot e^{*2} \cdot \frac{G}{c^4}; \quad / : e^{*2};$$

$$\frac{2 k^*}{m_p c^2} \cdot 2 [M_{\text{Un}} - M_{\text{Test}(v_{\text{Test}}=0)}] \cdot \frac{G}{c^2} - \frac{k^{*2} e^{*2}}{m_p^2 c^4} = 4 (2M - 1)^2 \cdot e^{*2} \cdot \frac{G}{c^4};$$

und weitere Umwandlungen ergeben

$$4 \cdot (2M - 1)^2 \cdot m_p \cdot \frac{G}{c^2} - 4 k^* \cdot [M_{\text{Un}} - M_{\text{Test}(v_{\text{Test}}=0)}] \cdot \frac{G}{c^2} + k^{*2} \cdot \frac{e^{*2}}{m_p c^2} = 0; \quad (115.5)$$

unter der Voraussetzung, dass $M \gg k^*$ (noch zu beweisende Behauptung), und weil hier ein Fall behandelt wird, bei dem $M \gg 1$, muss

$$\Delta X \gg k^* \cdot \frac{e^{*2}}{m_p c^2}$$

sein;

$$r_p := \frac{e^{*2}}{2m_p c^2} \quad (132)$$

ist nämlich die Definition des sogenannten „Klassischen Protonenradius“, für den Fall, dass dessen elektrische Ladung sich gleichmäßig auf einer Kugeloberfläche mit dem Radius r_p verteilt.¹²

Nur, damit das klar ist: Dem Autor ist vollkommen bewusst, dass dem „Klassischen Protonenradius“ keinerlei physikalische Bedeutung zukommt. Es ist nur eine Größen- bzw. Entfernungsangabe; dieses Modell geht schließlich von einer inneren Struktur des Protons aus, somit ist das Proton auch keine ideale Kugel, weshalb der Radius des Protons ganz sicher nicht gleich r_p sein kann.

!

Aus Gl. (115.5) erhält man nun mit $M=M-1$ wg. $M \gg 1$

$$8 \cdot M^2 \cdot m_p \cdot \frac{G}{c^2} - 2 k^* \cdot [M_{Un} - M_{Test}(v_{Test}=0)] \cdot \frac{G}{c^2} = 0 ; \quad / : (-2 G / c^2) ;$$

$$k^* \cdot [M_{Un} - M_{Test}(v_{Test}=0)] = 4 M^2 \cdot m_p ;$$

mit $M_{test}(v_{Test}=0) = (2M-1) \cdot m_p$:

$$M_{Un} - (2M-1) \cdot m_p = \frac{4}{k^*} M^2 \cdot m_p ;$$

$$\frac{4}{k^*} \cdot M^2 \cdot m_p + 2M \cdot m_p = M_{Un} ;$$

$$\left[\frac{4}{k^*} M + 2 \right] \cdot M \cdot m_p = M_{Un} ;$$

auch hier wegen $M \gg 1$ und dem noch zu beweisenden $M \gg k^*$:

$$\frac{4}{k^*} \cdot M \cdot M \cdot m_p = M_{Un} ;$$

$$\frac{4}{k^*} \cdot M^2 = \frac{M_{Un}}{m_p};$$

$$M^2 = \frac{k^* \cdot M_{Un}}{4 \cdot m_p};$$

daraus die Wurzel:

$$M = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{k^* \cdot M_{Un}}{m_p} \right]^{1/2}; \quad (115.6)$$

und nun ist die Aussage für alle $M \gg 1$ wohl sicher richtig, dass

$$2M - 1 = \frac{\Delta X}{2 r_-};$$

was natürlich eben genau wegen $M \gg 1$ zu

$$2M = \frac{\Delta X}{2 r_-} \quad (\text{weitere zu beweisende Behauptung})$$

vereinfacht wird. Das kann sehr anschaulich ganz leicht wie folgt begründet werden: In der Testmenge sind $(2M-1)$ Protonen enthalten, wegen $M \gg 1$ also etwa $2M$. Jedes davon hat die Zeit

$$2 \cdot \frac{2 r_-}{c},$$

um sich die Welt anzugucken, denn der Teilchenradius, also seine Unschärfe, beträgt $2 r_-$ [siehe auch die weiter oben gemachten Bemerkungen zu Gleichung (119.1)], und das Doppelte davon ist sein Durchmesser; das Teilchen befindet sich also im Bereich $\pm 2r_-$. Und wenn man das durch die Lichtgeschwindigkeit teilt, so erhält man eine Zeitspanne.

Die Zeit, die die Gesamtheit aller Protonen der Testmenge benötigt, um die Welt auf sich wirken zu lassen, ist naheliegenderweise das $(2M-1)$ -fache, also wg. $M \gg 1$ ca. das $2M$ -fache davon, was nichts Anderes als die Summe aller im Universum verfügbaren Zeit, also das Weltalter ist:

$$2 \cdot (2M-1) \cdot \frac{2 r_-}{c} = T_{Un};$$

woraus wg. $M \gg 1$

$$4 \cdot M \cdot \frac{2 r_{-}}{c} = T_{Un} \quad (133)$$

wird. Sei

$$t_{-} := \frac{r_{-}}{c}; \quad (134)$$

dann gilt mit Gl. (133)

$$4M \cdot \frac{2 c t_{-}}{c} = T_{Un};$$

umgeformt:

$$2M = \frac{T_{Un}}{4t_{-}}; \quad (133.1)$$

$T_{Un} \cdot c$ ist aber der Abstand des universellen Horizonts von der Testmenge, also R_{Un} . Das ist ungefähr gleich der doppelten Statischen Grenze des Universums, R_{Stat} .

Für $M \gg 1$ ist $R_{Stat} \approx \Delta X$, also in etwa der Schwarzschildradius eines Schwarzen Loches mit der Gesamtmasse des Universums. Somit erhält man aus (133.1)

$$2M = \frac{R_{Un}}{4r_{-}}; \quad (133.1)$$

und mit $R_{Un} = 2 \cdot \Delta X$

$$2M = \frac{\Delta X}{2r_{-}}; \quad \checkmark \quad \text{q.e.d.} \quad (133.2)$$

in (115.3) :

$$\frac{\Delta X}{2M} = \Delta X - [(\Delta X)^2 - (\Delta z)^2]^{1/2}; \quad (115.7)$$

nach verschiedenen Umformungen erhält man daraus

$$(\Delta z)^2 = (\Delta X)^2 \cdot \frac{4M^2 - 4M^2 + 4M - 1}{4M^2};$$

und mit $M \gg 1$

$$M = \frac{(\Delta X)^2}{(\Delta z)^2}; \quad (135)$$

interessanterweise gilt diese Gleichung auch für $M = 1$, nicht jedoch für $M = 2$.

(135) mit (115.6) gleichgesetzt:

$$\frac{(\Delta X)^2}{(\Delta z)^2} = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{k^* \cdot M_{Un}}{m_p} \right]^{\frac{1}{2}}; \quad (135)$$

$M_{Un} \gg M_{Test}(v_{Test}=0)$ bei $M \gg 1$, also wird aus Gl. (130) :

$$\Delta X = 2 \cdot M_{Un} \cdot \frac{G}{c^2}; \quad (130.1)$$

daraus:

$$M_{Un} = \frac{1}{2} \cdot \Delta X \cdot \frac{c^2}{G}; \quad (130.2)$$

und mit $M \gg 1$ wird aus (131) :

$$\Delta z = 4 \cdot M \cdot e^* \cdot \frac{G^{\frac{1}{2}}}{c^2}; \quad (131.1)$$

in (135) :

$$\frac{(\Delta X)^2}{\left[4 \cdot M \cdot e^* \cdot \frac{G^{\frac{1}{2}}}{c^2} \right]^2} = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{k^* \cdot M_{Un}}{m_p} \right]^{\frac{1}{2}};$$

$$\frac{(\Delta X)^2}{\left[16 \cdot M^2 \cdot e^{*2} \cdot \frac{G}{c^4} \right]} = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{k^* \cdot M_{Un}}{m_p} \right]^{\frac{1}{2}};$$

mit (115.6) :

$$\frac{(\Delta X)^2}{\left[16 \cdot e^{*2} \cdot \frac{G}{c^4} \right]} = \frac{1}{8} \cdot \left[\frac{k^* \cdot M_{Un}}{m_p} \right]^{3/2} ;$$

mit (130.1) :

$$\frac{(\Delta X)^2}{\left[16 \cdot e^{*2} \cdot \frac{G}{c^4} \right]} = \frac{1}{8} \cdot \left[\frac{k^* \Delta X c^2}{2 \cdot m_p G} \right]^{3/2} ;$$

$$\frac{(\Delta X)^2}{\left[2 \cdot e^{*2} \cdot \frac{G}{c^4} \right]} = \left[\frac{k^* \Delta X c^2}{2 \cdot m_p G} \right]^{3/2} ;$$

nach k^* aufgelöst:

$$k^* = \left[\frac{8 \cdot m_p^3 G^3 (\Delta X)^4 c^8}{4 \cdot e^{*4} \cdot G^2 \cdot (\Delta X)^3 \cdot c^6} \right]^{1/3} ;$$

$$k^* = \left[\frac{2 m_p^3 G \Delta X c^2}{e^{*4}} \right]^{1/3} ;$$

$$k^* = m_p \cdot \left[\frac{2 G \Delta X c^2}{e^{*4}} \right]^{1/3} ;$$

zurück substituiert mit $k^* := k / \alpha$:

$$k / \alpha = m_p \cdot \left[\frac{2 G \Delta X c^2}{e^{*4}} \right]^{1/3} ;$$

$\alpha := e^{*2} / c h :$

$$k = m_p \cdot \left[\frac{2 \alpha \Delta X G}{h^2} \right]^{1/3} ; \quad (135.1)$$

und hier werden nun die derzeit am genauesten bekannten Werte eingesetzt, um k numerisch zu ermitteln.

Im Einzelnen sind dies:

$$G = (6,67384 \pm 0,00080) \cdot 10^{-11} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2} ;^{13} \quad (136)$$

$$\alpha = (7,29735256980 \pm 0,00000000024) \cdot 10^{-3} ;^{13} \quad (137)$$

$$h = (1,054571726 \pm 0,0000000047) \cdot 10^{-34} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} ;^{13} \quad (138)$$

$$m_p = (1,672621777 \pm 0,0000000074) \cdot 10^{-27} \text{ kg} ;^{13} \quad (139)$$

$$\Delta X = \frac{1}{2} \cdot R_{\text{Un}} = \frac{1}{2} \cdot (13,798 \pm 0,037) \cdot 10^9 \text{ Lj} = (6,5268 \pm 0,0175) \cdot 10^{25} \text{ m} ;^{15} \quad (140)$$

damit nun aus (135.1) :

$$k \approx 2,9906859 ; \quad (135.2)$$

dies liegt sehr nahe bei drei...

Es bleibt jetzt noch, k^* anzuschauen; es ist ja $k^* := k / \alpha$ (siehe obige Substitution). Mit (135.2) und (137) erhält man daraus

$$k^* \approx 2,9906859 / (7,29735256980 \cdot 10^{-3}) ;$$

womit man

$$k^* \approx 409,83163 \quad (135.3)$$

erhält.

Eine der Voraussetzungen bei diesen Berechnungen besteht aus der Aussage, dass die Bildzahl M wesentlich größer als k^* sein müsse. Alleine schon deshalb ist es nötig, auch M zu bestimmen. Aus (135.2) mit (119.8) und (133.2) :

$$2M \approx \frac{\Delta X m_p c}{2,9906859 h} ; \quad (135.4)$$

mit (140ff) und $c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s} :$

$$2M \approx \frac{6,5268 \cdot 10^{25} \text{ m} \cdot 1,672621777 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{2,9906859 \cdot 1,054571726 \cdot 10^{-34} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}} ;$$

das ergibt

$$M \approx 5,1885 \cdot 10^{40} ; \quad (135.5)$$

damit ist gezeigt, dass $M \gg k^*$.

□ q.e.d.

Die Zahl k soll nun auf andere Weise berechnet werden. Dem müssen allerdings einige klärende Ausführungen vorausgeschickt werden.

Bei $M = 1$ existiert außer der Testmenge, dem Proton, nur ein einziges Quant, das Elektron. Dieses kann in diesem Universum auch nur einen einzigen Quantenzustand einnehmen, nämlich den, der durch die Hauptquantenzahl $n = 1$ definiert ist. Der Quantenzustand mit der Hauptquantenzahl $n = 2$ entspricht ja gemäß einigen diesbezüglichen Ausführungen weiter oben nicht diesem Universum, sondern einem, in dem das Antiproton Testmenge ist, also einem Universum, das überwiegend Antimaterie enthält. Um die Sache anschaulicher darzustellen, wurde der universelle Radius bei $M = 1$ willkürlich außerdem mit dem Bahnradius des einzigen Elektrons gleichgesetzt, während ab $M = 2$ der Bahnradius des Elektrons des Testteilchens bei der höchstmöglichen Hauptquantenzahl kleiner ist als der sog. universelle Radius, welcher der Entfernung zwischen dem Testteilchen und einem in Ruhe befindlichen Elektron entspricht, also dem universellen Horizont.

Deshalb deckt sich in dieser Arbeit die Art und Weise, wie das Universum definiert und beschrieben wird, erst ab $M = 2$ mit derjenigen, die auch auf das heutige Universum Anwendung findet.

Also wendet sich der Autor nun wieder der Situation bei $M = 2$ zu. Hier betrachtet er die folgende Gleichung:

$$\frac{m_{e2}(n=2)}{2 \cdot m_{\min 2}} = \frac{c h}{[m_{p2}(v_{p2}=0)]^2 G} ; \quad (141)$$

darin ist $m_{\min 2}$ die Masse des Quants mit der kleinstmöglichen Massenenergie, das zugleich eine von Null verschiedene Ruhemasse hat, also z.B. kein Photon ist. Bei $M = 2$ ist es rasch identifiziert: Es ist das Neutrino; außerdem gibt es allerdings im Falle einer Hauptquantenzahl $n = 1$ auch Elektronen in den Wasserstoffatomen ohne Testteilchen mit der gleichen Masse, nämlich $m_{e2}(H;n=1) = 3 \cdot m_{e2}$; s. dazu auch Gll. (70) mit (44).

Nun kann die Gültigkeit durch Einsetzen der weiter oben berechneten Werte der verschiedenen physikalischen Größen leicht bewiesen werden; aus den Gll. (69) mit (44)

erhält man $m_{e2}(n=2) = 6 \cdot m_{e2}$, und die Gl. (56.6) liefert für $m_{p2}(v_{p2}=0) = 12 \cdot m_{e2}$. Aus (141) wird also

$$\frac{6 \cdot m_{e2}}{2 \cdot 3 \cdot m_{e2}} = \frac{c h}{[12 \cdot m_{e2}]^2 G} ;$$

und mit (119.3) sowie (44) ergibt sich

$$\frac{6 \cdot m_{\text{E}2}}{2 \cdot 3 \cdot m_{\text{E}2}} = \frac{144 \cdot m_{\text{E}2}^2}{[12 \cdot m_{\text{E}2}]^2};$$

also

$$\frac{6 \cdot m_{\text{E}2}}{6 \cdot m_{\text{E}2}} = \frac{144 \cdot m_{\text{E}2}^2}{144 \cdot m_{\text{E}2}^2};$$

$$1 = 1;$$

∎ q.e.d.

Im Folgenden wird nun gezeigt, dass (141) auch im gegenwärtigen Universum entsprechend gilt, also in der Form

$$\frac{m_{\text{e}}(n_{\text{max}})}{2 \cdot m_{\text{min}}} = \frac{c h}{m_{\text{p}}^2 G}. \quad (141.1)$$

Analog zu $m_{\text{min}2}$ (also bei $M = 2$) ist m_{min} hier (also bei $M \gg 1$) die Masse des Quants mit der kleinstmöglichen Massenenergie, das zugleich eine von Null verschiedene Ruhemasse hat, also z.B. kein Photon ist; $m_{\text{e}}(n_{\text{max}})$ ist die Masse des Elektrons auf seiner im heutigen Universum höchstmöglichen Bahn (deren Radius nur vernachlässigbar kleiner als R_{Un} ist). Doch ist $m_{\text{e}}(n_{\text{max}})$ praktisch gleich m_{e} , denn so weit draußen ist die negative Bindungsenergie des Elektrons verschwindend gering:

$$\frac{m_{\text{e}}}{2 \cdot m_{\text{min}}} = \frac{c h}{m_{\text{p}}^2 G}. \quad (141.2)$$

Die Hauptquantenzahl n_{max} kann wie folgt berechnet werden:¹⁴

$$n_{\text{max}} = \left[\frac{R_{\text{Un}} \cdot m_{\text{e}} \cdot e^2}{h^2} \right]^{\frac{1}{2}}; \quad (142)$$

numerisch mit dem Wert für R_{Un} aus Gl. (140) :

$$n_{\text{max}} \approx \left[\frac{2,6,5268 \cdot 10^{25} \cdot 9,10938291 \cdot 10^{-31} \cdot (1,51890663 \cdot 10^{-14})^2}{(1,054571726 \cdot 10^{-34})^2} \right]^{\frac{1}{2}};$$

$$n_{\text{max}} \approx 1,570596 \cdot 10^{18}; \quad (142.1)$$

und nun soll m_{min} bestimmt werden.

Es gilt

$$E_{\min} = m_{\min} c^2 ; \quad (143)$$

und

$$E_{\min} = h \cdot \nu_{\min} ; \quad (144)$$

außerdem

$$\nu_{\min} = c / \lambda_{\max} ; \quad (145)$$

dabei ist E_{\min} die kleinstmögliche Massenenergie eines Teilchens (mit einer Ruhemasse ungleich Null); ν_{\min} ist die Frequenz eines Photons mit der Energie E_{\min} und λ_{\max} die größtmögliche Wellenlänge im Universum:

$$\lambda_{\max} = 2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot \Delta X ; \quad (146)$$

das in (145) :

$$\nu_{\min} = c / (4 \cdot \pi \cdot \Delta X) ; \quad (145.1)$$

das wiederum in (144) :

$$E_{\min} = h \cdot c / (4 \cdot \pi \cdot \Delta X) ;$$

$h = 2\pi \cdot \hbar$:

$$E_{\min} = \frac{c \hbar}{2\Delta X} ; \quad (144.1)$$

in (143) :

$$m_{\min} c^2 = \frac{c \hbar}{2\Delta X} ;$$

$$m_{\min} = \frac{\hbar}{2 \cdot \Delta X \cdot c} ; \quad (143.1)$$

aus (135.1), einer Gleichung, die wohlgerne nur für $M \gg 1$ gilt:

$$\frac{k^3}{m_p^3} = \frac{2 \cdot \alpha \cdot \Delta X \cdot G}{h^2};$$

$$\Delta X = \frac{h^2 k^3}{2 \cdot \alpha \cdot m_p^3 \cdot G}; \quad (135.6)$$

das in (143.1) :

$$m_{\min} = \frac{h \cdot \alpha \cdot m_p^3 \cdot G}{h^2 \cdot k^3 \cdot c};$$

$$\frac{m_{\min}}{m_p} = \frac{\alpha \cdot m_p^2 \cdot G}{k^3 \cdot h \cdot c};$$

$$\frac{m_p}{m_{\min}} = \frac{k^3}{\alpha} \cdot \frac{c \cdot h}{m_p^2 \cdot G}; \quad (143.2)$$

das mit (141.2) :

$$\frac{m_p}{m_{\min}} = \frac{k^3}{\alpha} \cdot \frac{m_e}{2 m_{\min}}; \quad (141.3)$$

links und rechts kürzt sich m_{\min} weg; schließlich erhält man durch Umformen:

$$\alpha \cdot \frac{m_p}{m_e} = \frac{k^3}{2};$$

und mit $\beta := m_p / m_e$

$$\alpha \beta = \frac{k^3}{2}; \quad (141.4)$$

daraus die Kubikwurzel:

$$k = \left(2 \alpha \beta \right)^{1/3} ; \quad (141.5)$$

das ist bei

$$\alpha \approx \frac{1}{137,035999074}$$

und

$$\beta \approx 1836,15267245$$

dieser Zahlenwert:

$$k \approx 2,99250376016638 ; \quad (141.6)$$

Fehlerabschätzung:

$$\frac{\Delta k}{k} = \left[\frac{1/3 \cdot (\Delta \alpha)^2}{\alpha^2} + \frac{1/3 \cdot (\Delta \beta)^2}{\beta^2} \right]^{1/2} ;$$

mit den Werten aus Anhang A:

$$\frac{\Delta k}{k} \approx \left[\frac{1/3 \cdot (0,0000000024)^2}{(7,2973525698)^2} + \frac{1/3 \cdot (0,000000075)^2}{(1836,15267245)^2} \right]^{1/2} ;$$

$$\frac{\Delta k}{k} \approx (3 \cdot 10^{-20} + 5 \cdot 10^{-20})^{1/2} ;$$

$$\frac{\Delta k}{k} \approx (8 \cdot 10^{-20})^{1/2} ;$$

$$\frac{\Delta k}{k} \approx 2,8 \cdot 10^{-10} ;$$

mit (141.6) ergibt sich $\Delta k \approx 2,992503760166 \cdot 2,8 \cdot 10^{-10} ;$

$$\Delta k \approx 8 \cdot 10^{-10} ;$$

damit ist

$$k = 2,9925037602 \pm 0,0000000008 \quad (141.7)$$

oder etwas übersichtlicher

$$k = 2,9925037602(8) ; \quad (141.8)$$

(135.3) mit (141.5) :

$$\Delta X = \frac{h^2 \cdot \beta}{m_p^3 \cdot G} ;$$

mit $\beta := m_p / m_e$:

$$\Delta X = \frac{h^2}{m_p^2 \cdot m_e \cdot G} ; \quad (135.7)$$

wie schon gehabt, setzt der Autor R_{Un} gleich $2 \cdot \Delta X$; mit den Werten aus Anhang A mit (135.7) :

$$R_{Un} \approx \frac{2 \cdot (1,054571726 \cdot 10^{-34})^2 \cdot m}{(1,672126777 \cdot 10^{-27})^2 \cdot 9,10938291 \cdot 10^{-31} \cdot 6,67384 \cdot 10^{-11}} ;$$

$$R_{Un} \approx 1,30851616 \cdot 10^{26} \text{ m} ; \quad (135.8)$$

das entspricht

$$R_{Un} \approx 13,831405 \cdot 10^9 \text{ Lj} ; \quad (135.9)$$

Fehlerabschätzung:

$$\frac{\Delta R_{Un}}{R_{Un}} = \left[\frac{2(\Delta h)^2}{h^2} + \frac{2(\Delta m_p)^2}{m_p^2} + \frac{(\Delta m_e)^2}{m_e^2} + \frac{(\Delta G)^2}{G^2} \right]^{1/2} ;$$

mit den Werten aus Anhang A :

$$\frac{\Delta R_{Un}}{R_{Un}} = \left[\frac{2 \cdot (0,000000047)^2}{1,054571726^2} + \frac{2 \cdot (0,000000074)^2}{1,672126777^2} + \frac{0,00000040^2}{9,10938291^2} + \frac{0,00080^2}{6,67384^2} \right]^{1/2} ;$$

$$\frac{\Delta R_{Un}}{R_{Un}} \approx [4 \cdot 10^{-15} + 4 \cdot 10^{-15} + 2 \cdot 10^{-15} + 1,4 \cdot 10^{-8}]^{1/2} ;$$

$$\frac{\Delta R_{Un}}{R_{Un}} \approx 0,00012 ; \quad (135.10)$$

mit R_{Un} aus (135.9) ergibt sich

$$\begin{aligned}\Delta R_{Un} &\approx 0,00012 \cdot 13,831405 \cdot 10^9 \text{ Lj}; \\ \Delta R_{Un} &\approx 0,0017 \cdot 10^9 \text{ Lj};\end{aligned}$$

also kann man schreiben:

$$R_{Un} = (13,8314 \pm 0,0017) \cdot 10^9 \text{ Lj}; \quad (135.11)$$

oder, besser lesbar: $R_{Un} = 13,8314(17) \cdot 10^9 \text{ Lj}; \quad (135.12)$

=> $\frac{1}{2} R_{Un} = \Delta X = 6,91570(83) \cdot 10^9 \text{ Lj}; \quad (135.12.1)$

bzw. $\frac{1}{2} R_{Un} = \Delta X = 6,5426(8) \cdot 10^{25} \text{ m}; \quad (135.12.2)$

und wenn man das nun mit dem Wert in (140) vergleicht, stellt man nicht nur eine deutlich höhere Genauigkeit fest, denn dort wird R_{Un} mit 13,798(37) Milliarden Lichtjahren¹⁵ angegeben, sondern das Ergebnis in (135.12) liegt darüber hinaus auch gut innerhalb der Grenzen des in (140) angegebenen Ergebnisses! Es ergibt sich also ein Weltalter $T_{Un} := R_{Un}/c$, welches voll und ganz innerhalb der Fehlerangaben des „Planck Space Observatory“-Projekts¹⁵ bei der Altersangabe für das Universums zu liegen kommt. Deshalb betrachtet der Autor **die diesem Modell zugrundeliegenden drei Annahmen** hiermit als **bewiesen**; das Modell entspricht also offensichtlich den realen Gegebenheiten in diesem Universum. Insbesondere die Gl. (141.4) und (141.5) werden somit als Hauptergebnis dieser Arbeit präsentiert:

$$\alpha \beta = \frac{k^3}{2}; \quad (\text{für } M \geq 2) \quad (141.4)$$

bzw.

$$k = \left(2 \alpha \beta \right)^{1/3}; \quad (\text{für } M \geq 2) \quad (141.5)$$

sie bestätigen für $M = 2$ den Wert $k=1$, wenn β als Verhältnis zwischen der Protonen-Ruhemasse und der Elektronenmasse bei $n_{\max 2}=2$ [und nicht etwa der Elektronen-Ruhemasse gem. Gl. (84.7) und (44)] definiert wird; f. $M = 2$ ergibt (141.5) mit (42.2), (44), (62.1) und (69)

$$\begin{aligned}k_2 &= \left(2 \cdot 0,25 \cdot 12/6 \right)^{1/3}; \\ k_2 &= \left(4 \cdot 0,25 \right)^{1/3}; \\ k_2 &= 1;\end{aligned}$$

und jetzt fehlt nur noch m_{\min} selbst. (143.1) ergibt mit dem Resultat für R_{Un} aus (135.8), welches natürlich durch zwei geteilt wird und somit gleich ΔX ist,

$$m_{\min} \approx \frac{1,054571726 \cdot 10^{-34} \cdot \text{kg}}{2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,30851616 \cdot 10^{26} \cdot 2,99792458 \cdot 10^8};$$

$$m_{\min} \approx 2,68829132 \cdot 10^{-69} \cdot \text{kg}, \quad (143.3)$$

eine wahrhaft winzige Masse, nämlich die des im gegenwärtigen Universum energieärmsten Quants mit einer Ruhemasse, die größer als Null ist. Da dieses Ergebnis für die folgenden Berechnungen nicht relevant ist, verzichtet der Autor auf eine diesbezügliche Fehlerabschätzung, äußert hiermit jedoch die Vermutung, dass für den Zahlenwert von m_{\min} die ersten vier Stellen hinter dem Komma korrekt sein dürften.

Der Autor maßt sich allerdings nicht an, genauere Aussagen über dieses Teilchen zu machen, z.B. darüber, ob m_{\min} vielleicht eine Ruhemasse sein könnte oder nicht.

Wichtig ist es allerdings zu betonen, dass (135.7) auch eines der bedeutendsten Ergebnisse dieser Arbeit ist; der Autor formt diese Gleichung allerdings mit Hilfe von $R_{Un} = 2 \cdot \Delta X$ und der Amplitude der Compton-Wellenlänge des Protons, $A_c := l_c / 2\pi = h / m_p c$, etwas um:

$$\frac{2\pi \cdot R_{Un}}{2 \cdot l_c} = \frac{ch}{m_p \cdot m_e \cdot G}; \quad (\text{f. } M \gg 1) \quad (135.7.1)$$

oder, mit $M_p := (ch / G)^{1/2}$:

$$\frac{\pi \cdot R_{Un}}{l_c} = \frac{M_p \cdot M_p}{m_p \cdot m_e}; \quad (\text{f. } M \gg 1) \quad (135.7.2)$$

was man natürlich auch so schreiben kann:

$$\frac{2\pi \cdot \Delta X}{l_c} = \frac{M_p^2}{m_p \cdot m_e}; \quad (\text{f. } M \gg 1) \quad (135.7.3)$$

und der Vollständigkeit halber hier als eines der weiteren Hauptergebnisse dieser Arbeit noch mal die Gleichung für den Cauchy-Horizont des Universums:

$$\frac{kh}{m_p c} = \Delta X - [(\Delta X)^2 - (\Delta z)^2]^{1/2}; \quad (115.8)$$

Es bleibt nun noch, die universelle Masse herzuleiten.

Dazu wird Gl. (130.2) verwendet, zusammen mit den Werten für G aus Gl. (136), ΔX aus Gl. (135.11.2) und $c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$:

$$M_{Un} \approx \frac{1}{2} \cdot 6,5426 \cdot 10^{25} \cdot \frac{(2,99792458 \cdot 10^8)^2}{6,67384 \cdot 10^{-11}} \cdot \text{kg};$$

$$M_{Un} \approx 4,40541 \cdot 10^{52} \cdot \text{kg}; \quad (130.3)$$

und der relative Fehler $|\Delta M_{Un}| / M_{Un}$, der hier der Einfachheit halber ohne die Betragsstriche geschrieben werden soll, also $\Delta M_{Un} / M_{Un}$ (schließlich wurden bisher auch alle anderen Fehler im Rahmen dieser Arbeit mit positivem Vorzeichen angegeben), der ergibt sich aus

$$\Delta M_{Un} / M_{Un} = \left[\frac{\Delta(\Delta X)^2}{(\Delta X)^2} + \frac{\Delta G^2}{G^2} \right]^{1/2}; \quad (147)$$

der Wert der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, c , ist 1983 von der 17. Generalkonferenz für Maß und Gewicht im Pariser Vorort Sèvres auf genau 299792458 Meter pro Sekunde festgelegt worden und somit als fehlerfrei bekannt. Numerisch aus (136) und (136.8):

$$\Delta M_{Un} / M_{Un} \approx \left[\frac{(0,0017)^2}{(13,8314)^2} + \frac{(0,00080)^2}{(6,67384)^2} \right]^{1/2};$$

$$\Delta M_{Un} / M_{Un} \approx 0,00017; \quad (147.1)$$

also kann man schreiben

$$M_{Un} = (4,40541 \pm 0,00017 \cdot 4,40541) \cdot 10^{52} \cdot \text{kg};$$

$$M_{Un} = (4,40541 \pm 0,00075) \cdot 10^{52} \cdot \text{kg};$$

es ist wohl sinnvoll, das wie folgt zu schreiben:

$$M_{Un} = 4,40541(75) \cdot 10^{52} \cdot \text{kg}; \quad (130.4)$$

und wenn man dieses Ergebnis mit der Protonen–Ruhemasse aus (139) ins Verhältnis setzt, bekommt man numerisch

$$\frac{M_{\text{Un}}}{m_p} \approx \frac{4,40541 \cdot 10^{52} \cdot \text{kg}}{1,672621777 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} ;$$

$$M_{\text{Un}} / m_p \approx 2,63384 \cdot 10^{79} ; \quad (130.5)$$

ein Wert, der beim Autor Irritationen auslöst, denn er deckt sich mit groben Schätzungen der Protonenzahl im Universum. Doch ist seit der Planck–Raumsonden–Mission¹⁴ bekannt, dass das Universum ca. $4,82 \pm 0.05\%$ gewöhnliche, baryonische Materie, $25,8 \pm 0.4\%$ Dunkle Materie und $69 \pm 1\%$ Dunkle Energie enthält.^{14,15,16} Da aber letztere wohl nicht, jedoch die Dunkle Materie auf jeden Fall zu M_{Un} gerechnet werden muss, kann die tatsächliche Protonenzahl N_p keinesfalls so groß wie der in (130.5) genannte Wert sein.

Es ist also unbedingt nötig, sich näher mit N_p zu beschäftigen.

Die Anzahl der Protonen in der größtmöglichen Testmenge, falls diese nur durch Protonen als Elemente definiert ist, ist $(2M - 1)$; das ist das Ergebnis vorangegangener Überlegungen. Bei $M = 1$ sowie bei $M = 2$ sind die Elemente der Testmenge füreinander nicht existent, wie ebenfalls aus dem Vorangegangenen hervorgeht.

Bei $M \geq 3$ dürfte es sich nicht mehr so verhalten, da $\sigma_{M \geq 3}$ vermutlich deutlich größer als die Plancksche Zeit ist – und das führt zu einem interessanten gedanklichen Ansatz, den der Autor nun verwenden möchte.

Der Leser stelle sich vor, es gäbe außer den $(2M - 1)$ Protonen der größtmöglichen Testmenge keine weiteren Quanten dieses Typs im Universum; ja, konkreter, es gäbe nur diese Testmenge und sonst gar nichts (oh je, wie solipsistisch!). Nun geschehe Folgendes: Jedes dieser Protonen stelle zu jedem anderen dieser Protonen eine Beziehung in der Weise her, dass ein Photon zwischen ihnen ausgetauscht wird. Doch kann dieser Austausch auf zweierlei Art und Weise erfolgen; entweder, das von einem Proton entsandte Photon wird mit dem anderen gekoppelt, oder dies geschieht eben nicht. Die Wahrscheinlichkeit, mit der das Photon bei einer solchen Begegnung mit dem Zielproton koppelt, wird durch die elektromagnetische Kopplungskonstante α beschrieben, durch die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante.¹⁷ Vereinfacht ausgedrückt bedeutet dies, dass es beim Kontakt des Photons mit dem Proton nur in einem von etwa 137 Fällen passiert, dass das Photon vom Proton „geschluckt“ wird.

Diese Beschreibung entspricht nicht wirklich den Tatsachen, denn korrekt ausgedrückt interagiert ja nicht das Photon mit dem Proton, sondern das Photonenfeld mit dem das Proton enthaltenden Atom; das Photon ist ja nur das Quantum an Energie, das ausgetauscht wird. Hier sei der Sachverhalt aus Anschaulichkeitsgründen jedoch vereinfacht dargestellt (vor Allem wird das Elektron im Wasserstoffatom vernachlässigt; die Testmenge besteht in diesem Beispiel nur aus Protonen und nicht aus Wasserstoff–Atomen).

Die Anzahl dieser Austausch-Vorgänge kann man durch den folgenden Term ausdrücken:

$$(2M - 1) \cdot (2M - 1) \cdot \alpha$$

denn es sind $(2M - 1)$ Protonen in der größtmöglichen Testmenge, und jedes erhält von allen anderen jeweils ein Photon, also werden $(2M - 1)$ Photonen ausgetauscht. Der Austausch führt im heutigen Universum aber durchschnittlich nur in einem von etwa 137 Fällen zu einer erfolgreichen Kopplung.

Jetzt muss noch berücksichtigt werden, dass bei $M = 1$ nur ein einziger Austauschvorgang dieser Art pro Planckscher Zeit erfolgen kann, zwar mit der Wahrscheinlichkeit 1 (schließlich ist $\alpha_1 = 1$), jedoch immer nur auf eine von drei Weisen – der Leser erinnere sich: Bei $M = 1$ wird das Testteilchen durch seine drei Elemente, die Epsilonen, definiert, und der „Photonenaustausch“ kann nicht mit dem Proton als Ganzem, sondern nur mit einem Drittel davon, eben einem seiner Elemente erfolgen (wie am Schluss von Kapitel I. beschrieben, bewirkt ein „Photonenaustausch“ zwischen dem Antiproton und dem Positron überhaupt erst die Entstehung des Protons und seines Elektrons; vice versa gilt Entsprechendes). Aus Konsistenzgründen muss der obige Term also gedrittelt werden:

$$\frac{(2M - 1) \cdot (2M - 1) \cdot \alpha}{3}$$

Dieser Term sei N_M genannt:

$$N_M := \frac{(2M - 1) \cdot (2M - 1) \cdot \alpha}{3}; \quad (148)$$

für $M \gg 1$ erhält man daraus

$$N_M = \frac{4 \cdot M^2 \cdot \alpha}{3}; \quad (148.1)$$

andererseits erhält man aus (115.6) durch Quadrieren

$$4 M^2 = \left[\frac{k^* \cdot M_{Un}}{m_p} \right];$$

mit der Substitution $k^* := k / \alpha$ ergibt sich daraus

$$4 M^2 = \left[\frac{k \cdot M_{Un}}{\alpha \cdot m_p} \right]; \quad (115.9)$$

und da für $M \gg 1$ der Wert $k \approx 2,9925037602$ ermittelt wurde, erhält man

$$4 M^2 \approx \frac{2,9925037602 \cdot M_{Un}}{\alpha \cdot m_p} ; \quad (115.10)$$

oder

$$M_{Un} \approx \frac{4 M^2 \cdot \alpha}{2,9925037602} \cdot m_p ; \quad (115.11)$$

mit (148.1) ergibt sich daraus

$$M_{Un} \approx \frac{3}{2,9925037602} \cdot N_M \cdot m_p ; \quad (115.12)$$

$$M_{Un} \approx 1,0025050060 \cdot N_M \cdot m_p ;$$

dadurch wird der weiter oben beschriebene gedankliche Ansatz grundsätzlich bestätigt, denn k liegt ja sehr nahe bei 3.

Da N_M nichts Anderes als die Gesamtzahl aller Protonen im Universum ist, also N_p , sieht es so aus, als bestünden 2,5 Promille der im Universum enthaltenen Masse auf keinen Fall und unter keinen Umständen aus Protonen. Teilt man 1 durch $\beta \approx 1836,15267245$, dann erhält man ungefähr 0,000544617. Das ist der auf alle Elektronen im Universum entfallende Massenanteil, falls es genau so viele Elektronen wie Protonen gibt. Und bildet man die Differenz zwischen den 2,5 Promille und dieser letztgenannten Zahl, dann erhält man ungefähr 0,001960389. Das ist etwa ein Fünfhundertstel der gesamten Protonenmasse im Universum. Der Autor mutmaßt, dass es sich um den Massenanteil handelt, der auf alle Neutrinos entfällt, falls sie sich samt und sonders mit relativistischer Geschwindigkeit bewegen, und deshalb wegen ihrer negativen Gesamtenergie fast keine Masse mehr besitzen; ihre große Zahl reicht jedoch aus, um die knapp zwei Promille der Gesamt-Protonenmasse im Universum auszumachen.

Zurück zum Ergebnis des obigen gedanklichen Ansatzes. Der aufmerksame Leser wird sich nun völlig verblüfft fragen, ob denn nun tatsächlich nur die Protonen (bzw. die Wasserstoffatome) der größtmöglichen Testmenge existieren, und sonst gar keine, denn die allermeisten Protonen im Universum wären gemäß obigem gedanklichen Ansatz nur eine Art „Echo“ dieser Protonen in besagter Testmenge!

Zur Klärung dieser sicherlich auf manchen Leser verstörend wirkenden Frage verweist der Autor nur lakonisch auf eine der dieser Arbeit zugrunde liegenden Annahmen, die Welt sei eine Teilmenge der Potenzmenge der Testmenge.

Es steht nun noch aus, den heutigen Wert der Bildzahl M so genau wie möglich zu berechnen. (115.9) ergibt

$$M = \left[\frac{k \cdot M_{Un}}{4 \cdot \alpha \cdot m_p} \right]^{1/2} ; \quad (115.13)$$

numerisch:

$$M \approx \left[\frac{2,9925037602 \cdot 4,40541 \cdot 10^{52}}{4 \cdot 7,29735256980 \cdot 10^{-3} \cdot 1,672621777 \cdot 10^{-27}} \right]^{\frac{1}{2}} ; \quad (115.14)$$

$$M \approx 5,196357 \cdot 10^{40} ; \quad (115.15)$$

und hier noch die zugehörige Fehlerabschätzung:

$$\frac{\Delta M}{M} = \left[\frac{\frac{1}{2} \cdot (\Delta k)^2}{k^2} + \frac{\frac{1}{2} \cdot (\Delta M_{Un})^2}{M_{Un}^2} + \frac{\frac{1}{2} \cdot (\Delta \alpha)^2}{\alpha^2} + \frac{\frac{1}{2} \cdot (\Delta m_p)^2}{m_p^2} \right]^{\frac{1}{2}} ;$$

mit den Werten für k , M_{Un} , α und m_p [s. Gl. (130.4) und (141.8) sowie Anhang A] :

$$\frac{\Delta M}{M} \approx \left[\frac{0,00000000008^2}{2 \cdot 2,9925037602^2} + \frac{0,00025^2}{2 \cdot 4,40541^2} + \frac{0,00000000024^2}{2 \cdot 7,2973525698^2} + \frac{0,0000000074^2}{2 \cdot 1,672621777^2} \right]^{\frac{1}{2}} ;$$

$$\frac{\Delta M}{M} \approx 0,00004 ;$$

mit (115.15) ergibt das

$$\Delta M \approx 0,00004 \cdot 5,196357 \cdot 10^{40} ;$$

$$\Delta M \approx 0,0002 \cdot 10^{40} ;$$

$$\Rightarrow M = (5,1964 \pm 0,0002) \cdot 10^{40} ; \quad (115.16)$$

$$\text{schöner liest sich das als } M = 5,1964(2) \cdot 10^{40} ; \quad (115.17)$$

dies weicht vom Ergebnis in Gl. (135.5) um $\Delta M = (5,1964 - 5,1885) \cdot 10^{40} = 0,0079 \cdot 10^{40}$ ab.
 $\Rightarrow \Delta M / M = 0,0079 / 5,1964 = 0,0015$; das ist deutlich weniger als der auf den Ergebnissen der Planck-Mission¹⁵ basierende relative Fehler von M .

Hier die Fehlerabschätzung für Gl. (135.5) :

$$\frac{\Delta M}{M} \approx \left[\frac{[\Delta(\Delta X)]^2}{(\Delta X)^2} + \frac{(\Delta m_p)^2}{m_p^2} + \frac{(\Delta h)^2}{h^2} + \frac{(\Delta k)^2}{k^2} \right]^{\frac{1}{2}} ;$$

$$\frac{\Delta M}{M} \approx \left[\frac{0,037^2}{13,798^2} + \frac{0,0000000074^2}{1,672621777^2} + \frac{0,0000000047^2}{1,054571726^2} + \frac{0,00000000008^2}{2,9925037602^2} \right]^{\frac{1}{2}} ;$$

$$\frac{\Delta M}{M} \approx 0,0027;$$

mit (135.5) :

$$M = (5,1885 \pm 5,1885 \cdot 0,0027) \cdot 10^{40} ;$$

$$M = (5,1885 \pm 0,014) \cdot 10^{40} ; \quad (135.13)$$

und vergleicht man das mit dem Ergebnis in (115.16)

$$M = (5,1964 \pm 0,0002) \cdot 10^{40},$$

dann wird sofort klar, dass letzteres gut innerhalb der Fehlergrenzen in (135.13) liegt, und darüber hinaus auch viel genauer ist.

Zurück zum Thema der Dunklen Materie.

In Kapitel II. wurde hergeleitet, dass Neutrinos negative Bindungsenergien haben. Jedes von ihnen kann mit Baryonen gewissermaßen „Atom–Analogons“ bilden, ganz und gar gewöhnlichen, aus Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Hülle zusammengesetzten Atomen entsprechend. Nur gibt es keine elektromagnetische Wechselwirkung zwischen Neutrino und Baryon (bzw. dem Atomkern); es existiert, einmal abgesehen von der Schwachen Wechselwirkung, einzig und alleine die gegenüber der elektromagnetischen Anziehung um ca. 10^{39} Größenordnungen schwächere gegenseitige gravitationelle Attraktion zwischen ihnen, was dazu führt, dass diese „Atom–Analogons“ wesentlich größer sind als die bekannten Atome. Ein Neutrino auf seiner der Bohrschen Grundbahn entsprechenden Umlaufbahn um ein Proton befindet sich nach ersten groben Schätzungen des Autors etwa 10^{20} Mal weiter davon entfernt als ein Elektron.

Das liefert eine einleuchtende Erklärung für das andernfalls ziemlich sonderbar wirkende Verhalten der Neutrinos, ungeheuer schnell dahinzufiegen und dabei solch eine winzige Masse zu haben. Dieses kosmologische Modell sagt dazu schlicht und ergreifend, dass die negative Bindungsenergie des Neutrinos im Falle einer Hauptquantenzahl $n \approx 1$ fast den gleichen Betrag wie die Ruhemassenenergie des Neutrinos hat; wegen der Gültigkeit des Virialsatzes ist die kinetische Energie fast genau so groß wie die Energie eines ruhenden Neutrinos bei $n \approx 1$.

Man erhält damit plausible Erklärungen für verschiedene bis jetzt von der Physik nicht gelöste Rätsel. Das bedeutendste ist das der Dunklen Materie; selbige besteht wohl hauptsächlich aus nichts Anderem als „ausgebremsten“ Neutrinos. Diese bilden sich dann, wenn Neutrinos von baryonischer Materie angezogen werden und sich in deren räumlichen Umfeld zusammenballen. Neutrinos, Quanten mit halbzahligem Spin, gehorchen dem Pauli–Prinzip¹⁸, was dazu führt, dass sie immer höhere Energiezustände einnehmen müssen, je mehr von ihnen durch die Schwerkraft in einen begrenzten Raumbereich hineingezogen werden. Ebenso wie die Elektronen können Neutrinos auch nur maximal paarweise ihre möglichen Orbitale besetzen; ist ein Orbital „voll“, muss das

nächste Neutrino das nächsthöhere Orbital besetzen. Das führt dazu, dass sich im Bereich von großen Materieansammlungen im Universum auch große Mengen an energiereichen, langsamen Neutrinos als Dunkle Materie ansammeln, und es wird deutlich, warum diese Wolken aus Dunkler Materie nicht einfach vollständig in Sternen und sonstigen Körpern aus baryonischer Materie versinken, weil die Schwerkraft sie dort normalerweise hineinziehen müsste; das Pauli-Prinzip steht dagegen.

Das Graviton ist das Analogon des Photons; ein Neutrino, das ein passendes Graviton koppelt, erhöht seine Hauptquantenzahl entsprechend. Das Proton in diesem Paar natürlich auch, doch ist das Neutrino sozusagen der schwächere Partner; im Atom-Analogon ist der Massenunterschied zwischen Proton und Neutrino so gewaltig, dass bereits eine Erhöhung der Hauptquantenzahl um 1 den Bahnradius des Neutrinos erheblich vergrößert, während der des Protons nur um eine Winzigkeit verändert wird. Die Folge davon und des Pauli-Ausschlussprinzips ist die, dass das Neutrino aus der Materieansammlung herausgedrückt wird, während das Proton hineintrückt.

Ein anderes, mit diesem Modell sehr einfach erklärbares Phänomen ist die Supernova.

Die gewöhnliche Nova findet dann statt, wenn der betreffende Stern damit beginnt, das durch die bisher in seinem Inneren abgelaufenen Fusionsprozesse angesammelte Eisen zu verbrennen. Da die Fusion von Eisen zu schwereren Elementen endotherm verläuft, gewinnt der Stern daraus keine Energie mehr, sondern verbraucht dafür welche. Der Strahlungsdruck, der zuvor dafür gesorgt hatte, dass der Stern der Gravitation widerstehen konnte, wird schwächer und schwächer, und der Stern kollabiert, nur um beim Erreichen einer gewissen Dichte schließlich zur Nova zu werden.

Bei der Supernova verhält es sich ähnlich, jedoch sind für deren Explosion die Neutrinos in wesentlichem Maße verantwortlich.

Durch die zunehmende und ungeheuer große Dichte im Kern des Sterns, der kurz vor seiner Explosion als Supernova steht, werden Neutrinos, die darin unterwegs sind, ausgebremst. Es ist zwar so, dass ein Neutrino mit etwa 50%iger Wahrscheinlichkeit eine mehr als 3.000 Lichtjahre dicke Bleiwand unbehindert passieren kann. Jedoch ist im Zentrum von derart massiven Sternen, dass diese zu Supernovae werden, die Materie ungeheuer dicht, also um viele Größenordnungen dichter als Blei, so dass darin auch Neutrinos nennenswert gebremst werden. Dadurch erreichen sie im Extremfall ihre Ruheenergie, die wesentlich größer ist als ihre durch die negative Bindungsenergie verringerte Massenenergie in den Atom-Analogons; nach ersten Schätzungen des Autors liegt die Neutrino-Ruhemasse übrigens zwischen einem Fünfhundertstel und einem Zweitausendstel der Elektronen-Ruhemasse. Dieses Ausbremsen der Neutrinos und der damit verbundene Anstieg der Neutrino-Massenenergie verschlingt jedoch so viel kinetische Energie im Sternen-Inneren, dass auch in diesem Fall ähnlich wie bei der Nova die Gravitation obsiegt und den Stern kollabieren lässt, was jedoch erheblich vehementer verläuft als bei der Nova, einfach deshalb, weil Sterne, die zu Supernovae werden, viel massiver sind.

Zurück zu Gl. (115.12). N_M bzw. N_p , die Gesamtzahl aller Protonen im Universum, falls alle Materie darin aus baryonischer Materie besteht (die Elektronenmasse wird hier vernachlässigt, da sie heutzutage ca. 1.836 Mal kleiner ist als die Protonenmasse), gilt so nur in einem idealen Eddingtonschen Uranoiden. In Wirklichkeit sind die Wasserstoff-

Atome von Anfang an nicht völlig gleichmäßig im Kosmos verteilt. Materie ballte sich im Laufe der universellen Expansion in weiten Regionen des Alls zusammen, was Auswirkungen auf die in diesem Modell berücksichtigten Neutrinos hatte, wie bereits weiter oben beschrieben. Also wurden und werden auch weiterhin viele Neutrinos durch die erläuterten physikalischen Effekte gebremst, dazu führend, dass nun ein erheblicher Teil der Materie im Universum als Dunkle Materie vorliegt.

Dieses Modell ist in der hier vorliegenden Fassung nicht in der Lage, Aussagen darüber zu treffen, wie hoch der Anteil an baryonischer und Dunkler Materie theoretisch sein muss.

Allenfalls kann das Modell zum Thema der Dunklen Energie genauere Aussagen machen, wobei der Autor die entsprechenden Berechnungen anderen überlassen möchte. Er selbst ist schlicht zu faul dazu.

Schaut man sich die Massenentstehungsrate C_{Un} im Universum an, so wird rasch deutlich, dass diese heute kaum kleiner als bei $M \approx 1$ ist. Ohne an dieser Stelle eine genauere Herleitung machen zu wollen, verweist der Autor nur darauf, dass die universelle Masse von $M = 1$ auf $M = 2$ gem. Gl. (96.5) um 75% angewachsen ist, was drei Planckschen Massen entspricht, während translatorisch (scheinbar) 9 Plancksche Zeiten vergangen sind, sich also die Entfernung zwischen universellem Horizont und Testmenge gegenüber $M = 1$ somit verzehnfacht hat. Da ergibt sich ein C_{Un1} von $1/3 c^3/G \approx 1,3 \cdot 10^{35} \text{ kg/s}$, während das Verhältnis von universeller Masse M_{Un} zum Weltalter T_{Un} heutzutage gem. Gl. (130.4) und (140) in Verbindung mit $cT_{Un} \approx 2 \cdot \Delta X$ recht genau bei 10^{35} kg/s zu liegen kommt, was den Schluss zulässt, dass die Massenentstehungsrate heute um etwa 30% kleiner als unmittelbar nach dem Urknall ist. Man kann vermuten, dass dieser Trend sich in Zukunft fortsetzt. Die Materiedichte im Universum ist in diesem Modell sowieso deutlich oberhalb der kritischen Grenze¹⁹ von $5 \cdot 10^{-27} \text{ kg/m}^3$, also mit (130.2) etwa bei

$$\frac{M_{Un}}{V_{Un}} \approx \frac{\frac{1}{2} \Delta X c^2 / G}{2 \pi^2 (2 \cdot \Delta X / \pi)^3}, \quad (149)$$

wobei V_{Un} die 3–Oberfläche einer 4–Kugel mit dem Krümmungsradius $R = 2 \cdot \Delta X / \pi$ ist. Der Autor geht von einer Hyperkugel als Uranoid aus, ebenso, wie dies Eddington seinerzeit tat.

Aus (149) erhält man

$$\frac{M_{Un}}{V_{Un}} \approx \frac{c^2 / G}{32 (\Delta X)^2 / \pi};$$

daraus:

$$\frac{M_{Un}}{V_{Un}} \approx \frac{\pi \cdot c^2 / G}{32 (\Delta X)^2};$$

numerisch mit (136), (140) sowie $c = 2,99792458 \cdot 10^8$ m/s und $\pi \approx 3,141592654$ ergibt sich daraus:

$$\frac{M_{Un}}{V_{Un}} \approx 3,10359 \cdot 10^{-26} \text{ kg / m}^3 ; \quad (149.1)$$

dieser Wert liegt deutlich über der weiter oben genannten Dichtegrenze von $5 \cdot 10^{-27}$ kg/m³, oberhalb der das Universum gem. Einstein nach der Expansionsphase wieder kollabieren muss.¹⁹

Da mit Gl. (149) davon ausgegangen wird, dass das Universum eine 3–Oberfläche einer 4–Kugel ist, deren Krümmungsradius $R = 2 \cdot \Delta X / \pi$ ist, steht dieses Modell im Konflikt mit den Modellen der Kosmischen Inflation. Doch ist das Universum, was die großen Maßstäbe betrifft, sehr „eben“; von der Raumkrümmung ist nichts zu merken, mal abgesehen von der im Bereich großer Massenansammlungen. Inflationäre Modelle erklären diese Tatsache damit, dass sie eine universelle Ausdehnung weit über den Horizont hinaus postulieren, so dass der „kleine Bereich“ innerhalb des Horizonts ungekrümmt erscheint. Doch das steht in völligem Widerspruch zu den Grundannahmen des in dieser Arbeit vorgestellten kosmologischen Modells. Was bietet der Autor, um das offenkundige Fehlen von Indizien für eine Raumkrümmung zu erklären?

Dazu möge sich der Leser nochmals mit Abb. 2 in Kapitel I. befassen.

Dort wird ein niederdimensionales Abbild der universellen Hyperkugel präsentiert. Man erkennt, dass die Punkte A und B, die sich auf dem Äquator der 3–Kugel, also des niederdimensionalen Abbilds befinden und zwei Elemente eines Testteilchens darstellen, welche füreinander nicht existent sind, orthogonale Verbindungslinien zum Punkt C haben. Das gleichschenkelige Dreieck, das da in der Oberfläche der Kugel zu sehen ist, besitzt im Gegensatz zu einem Dreieck in einer ungekrümmten Fläche keine Winkelsumme von 180°, diese beläuft sich statt dessen auf 270°.

Die Krümmung der Kugel ist für die Elemente der Testmenge, für die die Punkte A und B stehen, ohne Belang; sie ist nicht erkennbar. Erst, wenn man sich überlegt, dass auch aus „Sicht“ der Punkte B und C Verbindungslinien B–A und C–A einen 90°–Winkel bilden, ebenso wie es sich aus „Sicht“ der Punkte A und C mit den Verbindungslinien A–B sowie C–B verhält, wird klar, dass das nur funktioniert, wenn die Oberfläche dieses niederdimensionalen Abbilds gekrümmt ist.

Das alles gilt natürlich nicht nur für das Universum bei $M = 1$, sondern auch für alle anderen. Um die Krümmung des Universums nachzuweisen, müsste man eine Sonde in sehr große Entfernung vom Sonnensystem schicken, so dass die Raumkrümmung des Gesamt–Universums, von lokalen Störungen abgesehen, relevant wird; diese Sonde müsste dann Winkelbestimmungen zu sehr entfernten Objekten durchführen, welche man schließlich mit entsprechenden Messungen auf der Erde vergleichen müsste. Nicht praktikabel, so etwas.

Die Raumkrümmung sorgt aber für ein anderes Phänomen. Auf der 3–Kugel in Abb. 1 ist der Abstand der Punkte A, B und C gleich. Ist die Fläche jedoch ungekrümmt, ist gemäß Pythagoras die Strecke zwischen den Punkten A und B das $\sqrt{2}$ -fache der Strecke A–C und B–C und somit fast anderthalb mal größer. Also erscheint dem Testteilchen, das durch die Elemente A und B definiert ist, die Ausdehnung eines Objekts C (falls dieses nicht nur ein mathematischer Punkt ist) größer, als es in seiner eigenen Gegenwart ist.

Und das passt gut mit den Aussagen des Modells zusammen. Beispielsweise ist ein Proton, das aus heutiger Sicht einen Radius r_p hat, sich jedoch etwa 6,9 Milliarden Lichtjahre entfernt von einem heutigen Beobachter befindet, also quasi auf halber Strecke zum universellen Horizont, dort, in seiner eigenen Gegenwart, um den Faktor $\sqrt{2}$ kleiner. Und das gilt natürlich nicht nur für das Proton, sondern auch für alles Andere, z.B. seine Compton–Wellenlänge. Und wenn die um den besagten Faktor kleiner ist, geht das natürlich mit einer um genau diesen Faktor größeren Ruheenergie des Protons einher!

Der Grund für all das liegt im Postulat des Autors dieser Arbeit begründet, dass die Testmenge das „Maß aller Dinge“ ist. Das Proton, das dort in 6,9 Milliarden Lichtjahren Entfernung dahinschwebt, ist ein durch Elemente der Testmenge definiertes Quant. Diese Elemente haben immer die Eigenschaften, die sie in der gegenwärtigen Testmenge haben; alles, was sich dem heutigen Beobachter in der Ferne des Alls präsentiert, muss demnach alle Eigenschaften der jetzt existierenden Materie haben. Ginge man allerdings in der Zeit zurück und betrachtete man die Welt, wie sie sich einem Testteilchen darbot, das sich aus heutiger Sicht am universellen Äquator befindet, so würde man z.B. einen Protonenradius von $r_p/\sqrt{2}$ messen, und die Protonen–Ruhemasse wäre um den Faktor $\sqrt{2}$ größer als heute; der Abstand zwischen Testteilchen und universellem Antipol wäre auch um den Faktor $\sqrt{2}$ kleiner, weshalb das Universum um diesen Faktor jünger wäre.

Je näher man dem universellen Horizont käme, umso extremer wäre dieser Effekt. Der Autor hat es noch nicht rechnerisch überprüft, doch hegt er den Verdacht, dass die von vielen Kosmologen vermutete anfängliche Inflation auf den hier beschriebenen Effekt zurückzuführen ist; obwohl die Expansion des Universums zu keiner Zeit mit Überlichtgeschwindigkeit ablief, erscheint es dem heutigen Beobachter so, einfach deshalb, weil das Universum sich aus heutiger Sicht extrem rasch ausdehnte, um bereits in sehr kurzer Zeit eine stattliche Größe zu erreichen – die, würde man sich als Beobachter in diese Zeit zurückbegeben, nur winzigsten Entfernungen und einem sehr kleinen Weltalter entspräche. Die im Rahmen des BICEP–Programms²⁰ nachgewiesenen Gravitationswellen sagt auch das Modell des Autors voraus; im ultradichten Anfangszustand des Kosmos muss es so gewesen sein, dass die Neutrinos, die damals noch wesentlich massiver waren als heute, aufgrund der raschen Verringerung der Dichte des Universums entlang der translatorischen Zeitachse auf zuvor durch das weiter oben bereits beschriebene Pauli–Prinzip blockierte Orbitale der Atom–Analogons gesprungen sein und dabei sehr energiereiche Gravitationswellen generiert haben müssen.

Abschließend nun noch ein paar Bemerkungen zur Bildzahl M.

Der Quantenzustand, der durch M definiert wird, ist ja nicht der des Universums, was aus Sicht des Autors völliger Quatsch wäre. Sondern es ist ein Quantenzustand der Testmenge.

Und wie alle anständigen Atome tendiert auch letztere dazu, einen energiearmen Zustand zu erreichen. Ist M also eine Zahl in der Gegend von 10^{40} , wie es ja heutzutage der Fall ist, so spricht nichts dagegen, dass die Testmenge aus diesem Zustand schlagartig in den energieärmsten Grundzustand zurückfällt, also den bei $M = 1$. Dieses „Schlagartige“ ist aber quasi metazeitlich; es hat mit der translatorischen Zeit rein gar nichts zu tun. Letztere ist ja nur ein Effekt, der einem Subjekt, das eine bestimmte Testmenge ausgewählt hat, den Eindruck vermittelt, es verginge Zeit, während das Subjekt tatsächlich nur eine Reihenfolge von Testmengen gemäß einem entsprechenden Algorithmus auswählt, bei der die Bildzahl M stetig ansteigt. Das Subjekt könnte durchaus auch etwas anderes auswählen, z.B. eine Abfolge von Zuständen zyklischer Zeit.

Am hier vorgestellten kosmologischen Modell ist noch etwas bemerkenswert; der offenkundige Bezug zum Periodensystem der Elemente. Während bei $M = 1$ nur Wasserstoffatome möglich sind, ist bei $M = 2$ bereits Deuterium als Testmenge realisierbar. Ein D-Atom enthält ein Proton und ein Neutron. Das Proton hat ein Down-Quark, das Neutron hingegen zwei. Und jedes Down-Quark hat ein Anti-T-Rishon als Element, von denen drei nötig sind, um ein Elektron zu bilden. Also genügt bei $M = 2$ ein Deuterium-Atomkern als Testmenge; außer ihm gäbe es dann noch ein Elektron, elf Neutrinos/Antineutrinos (denn ein Neutrino ist für die Bildung des Neutrons im Deuterium nötig) und ein Elektron-Positron-Paar bzw. entsprechend Photonen im restlichen Universum. Das macht auch deutlich, dass ab $M = 2$ auch kleine Mengen Antimaterie im Universum auftreten, die allerdings nicht dauerhaft existieren können, da Kollisionen mit Materie gewissermaßen an der Tagesordnung sind.

Tritium ist bei $M = 2$ noch nicht realisierbar, denn in dessen Kernbausteinen finden sich bereits fünf Anti-T-Rishonen, was eine Bildzahl von mindestens 3 voraussetzt. Gleiches gilt für Helium-3, in dessen Kernbausteinen man vier Anti-T-Rishonen findet.

Fazit

Das hier beschriebene kosmologische Modell führt zu Ergebnissen, die mit beobachteten Größen innerhalb akzeptabler Fehlergrenzen übereinstimmen, wenn man den in seinen Grundzügen in Kapitel I. beschriebenen, einfachen mengentheoretischen Ansatz verwendet. Die Welt ist also nicht nur mit Hilfe der Mathematik beschreibbar, sondern sie ist selbst eine mathematische Struktur, womit sich auf elegante Weise erklären lässt, wieso sie mathematischen Gesetzen gehorcht.

Der Autor hegt keinerlei Zweifel daran, dass die meisten Leser dieser Arbeit Schwierigkeiten mit der Vorstellung haben werden, die Welt bestünde aus Elementen einer Testmenge, wobei es wohl vollkommen klar sein dürfte, dass diese Testmenge dem Geist bzw. dem Bewusstsein eines Beobachters (dem sog. „Subjekt“) entsprechen muss, obwohl dies so direkt in dieser Arbeit bisher nicht behauptet wurde. Mit anderen Worten, der Beobachter strukturiert sich selbst und damit die Testmenge; er wählt diese aus, ob bewusst oder unbewusst, und beeinflusst damit in entscheidendem Ausmaß die Struktur des Universums, das wiederum von der Struktur der Testmenge abhängt.

Dass eine solche Betrachtungsweise nicht nur physikalisch, sondern sogar auf metaphysischer Ebene außerordentlich bedeutsam wäre, sollte sie der Realität entsprechen, kann nicht von der Hand gewiesen werden. Daraus folgen sicherlich auch theologisch relevante Konsequenzen, deren Erörterung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

Erwähnt werden soll hier nur, dass das Modell sich stark an Platons Höhlengleichnis anlehnt; die Potenzmenge der Testmenge hat ja durchaus Ähnlichkeit mit dem Platonischen Ideenraum.²¹

Anhang A: Werte fundamentaler Naturkonstanten

Gravitationskonstante	$G = 6,67384(80) \cdot 10^{-11} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$;
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;
Plancksches Wirkungsquantum / 2π	$h = 1,054571726(47) \cdot 10^{-34} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$;
Elementarladung	$e^* = 1,518906630(33) \cdot 10^{-14} \cdot \text{kg}^{1/2} \cdot \text{m}^{3/2} \cdot \text{s}^{-1}$;
Protonen–Ruhemasse	$m_p = 1,672621777(74) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$;
Neutronen–Ruhemasse	$m_n = 1,674927351(74) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$;
Elektronen–Ruhemasse	$m_e = 9,10938291(40) \cdot 10^{-31} \text{ kg}$;
Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante	$\alpha = 7,2973525698(24) \cdot 10^{-3}$;
Verhältnis v. Protonen– zu Elektronenmasse	$\beta = 1836,15267245(75)$;
Verhältnis von elektrischer zu gravitationeller Anziehungskraft im Bohrschen Modell des Wasserstoffatoms	$\gamma = 2,26881(25) \cdot 10^{39}$;
Plancksche Masse	$M_p = 2,17650(2) \cdot 10^{-8} \text{ kg}$;
Plancksche Länge	$R_p = 1,61620(1) \cdot 10^{-35} \text{ m}$;
Plancksche Zeit	$T_p = 1,70480(1) \cdot 10^{-43} \text{ s}$;

Anhang B: Umrechnungsfaktoren

$1 \text{ C} = 9,48026993 \cdot 10^4 \cdot \text{kg}^{1/2} \cdot \text{m}^{3/2} \cdot \text{s}^{-1}$;
$1 \text{ A} = 9,48026993 \cdot 10^4 \cdot \text{kg}^{1/2} \cdot \text{m}^{3/2} \cdot \text{s}^{-2}$;
$1 \text{ V} = 1,05482229 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg}^{1/2} \cdot \text{m}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$;
$1 \text{ Lj} = 9,4604715 \cdot 10^{15} \text{ m}$;
$1 \text{ a} = 31556736 \text{ s}$.

Anhang C: Spezielle Terminologie

- Bild:** Der Quantenzustand des Subjekts. Er wird durch die Bildzahl M definiert. Letztere wird im Laufe der translatorischen Zeit offenbar immer größer. M bleibt im Kontext der zyklischen Zeit konstant.
- Bunt:** Teilchen, die aus Epsilonen unterschiedlicher Farbe zusammengesetzt sind.
- Epsilon:** Das fundamentalste (und „kleinste“) Teilchen im Universum. Abhängig von der Bildzahl M trägt es eine bestimmte elektrische Ladung, bewegt sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit und hat eine bestimmte Masse (es wird genau durch diese drei Größen definiert). Es kann sich nur in eine von drei verschiedenen Richtungen bewegen, und dieses Attribut wird „Farbe“ genannt. Epsilonen haben keine beschreibbare innere Struktur, weshalb man sie als Schwarze Löcher betrachten kann. Wenn translatorische Zeit vergeht, werden Epsilonen immer kleiner.
- Farbe:** Eine Eigenschaft der Epsilonen und folglich aller Teilchen, die nicht aus Epsilonen, die zu jeweils einem Drittel ihrer Zahl „rote“, „grüne“ oder „blaue“ Farbe haben, zusammengesetzt sind. Die bekanntesten farbigen Teilchen sind die Quarks.
- Gemischtfarbig:**
Ein Adjektiv, das Teilchen beschreibt, die wiederum selbst aus unifarbenen und bunten Partikeln zusammengesetzt sind.
- Objekt:** Ein beobachtetes Ereignis. Mengentheoretisch betrachtet ist ein Objekt ein Element eines Subjekts. „Positive“ Objekte sind Wahrnehmungen, „negative“ Objekte sog. „Wahrnehmungspausen“.
- Rishon:** Fundamentales, von Haim Harari vorgeschlagenes Teilchen.¹⁰ Hier in dieser Arbeit besteht ein Rishon immer aus einem Paar Epsilonen und ist deshalb farbig.
- Subjekt:** Ein Beobachter. Hier in dieser Arbeit ist ein Subjekt eine Menge, die durch seine „Objekte“ genannten Elemente definiert wird. Ein Subjekt befindet sich immer in Ruhe.
- Testmenge:** Eine vom Subjekt gewählte Menge. Er wählt sie, indem er seine Struktur an diejenige der Testmenge anpasst. Sie muss mit der Struktur des Subjekts (oder einem Teilbereich davon) übereinstimmen. Die kleinstmögliche Testmenge ist ein Quant, auch „Test-Teilchen“ genannt, das in diesem Universum ein Proton ist.
- Translatorisch:**
Hier in dieser Arbeit wird das Adjektiv „translatorisch“ zur Bezeichnung der Zeitdimension benutzt, die vom Menschen (normalerweise?) wahrgenommen wird.
- Unifarben:** Teilchen, die aus Epsilonen gleicher Farbe bestehen.

- Uranoid: Ein Modell der Welt, worin gleichförmig verteilte Teilchen (also Protonen und Elektronen) existieren, deren Temperatur 0°Kelvin beträgt, die also somit relativ zueinander in Ruhe sind.
- Welt: Eine Menge, die durch Elemente definiert ist, die Teilmengen des Subjekts sind; deshalb ist die Welt mindestens eine Teilmenge der Potenzmenge des Subjekts.
- Zyklisch: Ein Adjektiv, das eine Zeitdimension charakterisiert, die orthogonal zur translatorischen, von Menschen (normalerweise?) wahrgenommenen Zeitdimension ist.

Anhang D: Quellennachweise

- 1: Singh, Jagjit: Modern Cosmology. Penguin Books Ltd., England, 1970. Die hier gemeinten Überlegungen Eddingtons finden sich auf den Seiten 248–250.
- 2: Sartre, Jean–Paul: Das Sein und das Nichts. 1. vollständige deutsche Ausgabe. Übersetzung von Justus Streller, Rowohlt, Hamburg, 1962 (1. Auflage der französischen Ausgabe 1943). Seiten 9–10.
- 3: Andrade e Silva, J. und Lochak, G.: Quanta, World University Library, 1969. Ss. 179ff.
- 4: Kasch, F., Pareigis, B.: Grundbegriffe der Mathematik. 2. verbesserte und erweiterte Auflage. Verlag Uni–Druck, München, 1978. ISBN 3–87821–057–4. Seiten 38–39 u. Seite 31:
 „In der historischen Entwicklung der Mengenlehre hat man sich zunächst bei der Bildung von Mengen keine Beschränkung auferlegt. Man glaubte, daß durch jede 'Bedingung' (Prädikat) die 'Erfüllungsmenge dieser Bedingung', das heißt die Menge aller Objekte, die dieser Bedingung genügen, definiert würde. Danach wäre es also sinnvoll, von der 'Menge aller Mengen' zu sprechen. B. Russell (1872–1970) bemerkte als erster, daß dieses Verfahren zu Widersprüchen (Russellsche Antinomie) führt.

Wir wollen überlegen, daß zu jeder Menge A eine Menge B mit $B \not\subseteq A$ existiert, so daß es keine Menge geben kann, die jede Menge als Element enthält. [Das] Teilmengenaxiom [lautet:]

'Sei B eine Menge und sei $A(x)$ ein Prädikat. Dann gibt es eine Teilmenge A von B, die genau die Elemente $b \in B$ enthält, für die $A(b)$ wahr ist. Für A wird

$$A = \{ b \mid b \in B \wedge A(b) \}$$

geschrieben.'

[Nach diesem Axiom] gibt es zu jeder Menge A die Teilmenge

$$U := \{ a \mid a \in A \wedge a \text{ ist Menge} \wedge a \notin a \};$$

da jede Menge auch Element ist ($A \in \{A\}$), hat die Aussage $a \notin a$ einen Sinn.

Behauptung: $U \notin A$.

Beweis: Angenommen $U \in A$, dann unterscheiden wir zwei Fälle.

1. Fall: $U \notin U$, dann folgt (da $U \in A$) $U \in U$. Widerspruch!

2. Fall: $U \in U$, dann folgt (da $U \in A$) $U \notin U$. Widerspruch!

Also führt die Annahme $U \in A$ in jedem Falle zum Widerspruch, das heißt, es muß $U \notin A$ gelten.“

5: Einstein, Albert: The Meaning of Relativity. Fifth Edition. Including the Relativistic Theory of the Non-Symmetric Field. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, U.S.A., 2. Princeton Paperback Printing, 1970. ISBN 0-691-02352-2.

6: Hawking, Stephen W.: Eine kurze Geschichte der Zeit. Die Suche nach der Urkraft des Universums. 6. Auflage. Rowohlt, Hamburg, 2011. ISBN-10: 3499626004. ISBN-13: 978-3499626005. Seite 165.

7: Gerthsen/Kneser/Vogel: Physik. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1977 (13. Auflage). ISBN 3-540-07876-2. Seiten 29-30.

8: Misner, C., Thorne, K. S., Wheeler, J. A.: Gravitation. W. H. Freeman, San Francisco, 1973. ISBN 0-7167-0344-0. Seite 878-883, Box 33.2 (Kerr-Newman Geometry and Electromagnetic Field).

9: Zeidler, E. (Hrsg.): Taschenbuch der Mathematik, Teil I. B. G. Teubner, Stuttgart, Leipzig, 1996. ISBN 3-8154-2001-6. Seite 353.

10: Harari, Haim: The Structure of Quarks and Leptons. Scientific American, Volume 248, New York, April 1983. ISSN 0036-8733. Seiten 48-60.

11: Adams, Douglas: Per Anhalter durch die Galaxis. Sonderausgabe. Ullstein, Frankfurt/Main, Berlin, 1993. ISBN 3-548-23284-1. Seite 158 unten.

12: <http://wwwex.physik.uni-ulm.de/lehre/ap-2012/ap-2012se11.html> :

Ein „Klassischer Protonenradius“ lässt sich völlig analog zur Herleitung des Klassischen Elektronenradius unter o.g. Weblink berechnen.

Sei die Ladungsdichte ρ_{el} einer homogen geladenen Kugel mit dem Radius r_p ; dann ist die Ladung dieser Kugel

$$Q(r_p) = \frac{4 \cdot \pi}{3} \cdot \rho_{el} \cdot r_p^3 ; \quad (150)$$

wenn bei der gleichen Ladungsdichte eine Kugelschale mit der Dicke dr_p dazugefügt wird, trägt diese eine Ladung

$$dQ(r_p) = 4 \cdot \pi \cdot \rho_{el} \cdot r_p^2 dr_p . \quad (151)$$

Die Ladung Q wirkt auf eine Probeladung dQ im Abstand r_p vom Zentrum von Q mit der Kraft

$$F(r_p) = \frac{Q dQ}{r_p^2};$$

Hält man nun Q fest und führt dQ vom Unendlichen auf die Distanz r_p heran, so muss die folgende Energie zugeführt werden:

$$dE_{\text{pot}}(r_p) = - \int_{\infty}^{r_p} F(r_p) dr_p = - Q dQ \int_{\infty}^{r_p} r_p^{-2} dr_p = Q dQ r_p^{-1};$$

die gesamte Energie in der homogen geladenen Kugel ist mit (150) und (151) :

$$E_{\text{pot.tot}} = \int_0^{r_p} dE_{\text{pot}} = \int_0^{r_p} Q dQ r_p^{-1} = \int_0^{r_p} 1/3 \cdot 4 \cdot \pi \cdot \rho_{\text{el}} \cdot r_p^3 \cdot 4 \cdot \pi \cdot \rho_{\text{el}} \cdot r_p^2 \cdot r_p^{-1} dr_p = \frac{(4\pi)^2 \cdot \rho_{\text{el}}^2 \cdot r_p^5}{15};$$

die Ladungsdichte kann mit

$$e^* = \frac{4\pi\rho_{\text{el}}r_p^3}{3}$$

ersetzt werden, so dass man für eine homogen geladene Kugel

$$E_{\text{selbst.homogen}}(e^*, r_p) = \frac{3 e^{*2}}{5 r_p}$$

bekommt. Diese Energie setzt man der relativistischen Ruheenergie der Masse m_p gleich.

$$m_p c^2 = \frac{3 e^{*2}}{5 r_p};$$

daraus:

$$r_p = \frac{3 e^{*2}}{5 m_p c^2};$$

und das ist der „Klassische Protonenradius“, falls die elektrische Ladung des Protons völlig gleichmäßig in dessen kugelförmigen Inneren verteilt ist.

Andererseits kann man den klassischen Protonenradius auch berechnen, wenn man annimmt, dass die gesamte Ladung an der Oberfläche konzentriert sei.

Dazu betrachtet man das elektrische Feld einer Ladung e^* :

$$E(r_p) = -\frac{e^*}{r_p^2}$$

und die Energiedichte dieser Ladung außerhalb ist

$$w(r) = \frac{1}{8\pi} \cdot \left[-\frac{e^*}{r^2} \right]^2 = \frac{e^{*2}}{8\pi \cdot r^4} ; \quad (152)$$

der Energieinhalt des elektrischen Feldes außerhalb in Kugelkoordinaten ist

$$E_{\text{Feld}} = \int_{r_p}^{\infty} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} w(r) \cdot r^2 \cdot \sin(\vartheta) \cdot dr \cdot d\vartheta \cdot d\phi ;$$

$$E_{\text{Feld}} = 4\pi \cdot \int_{r_p}^{\infty} w(r) \cdot r^2 \cdot dr ;$$

mit (152) :

$$E_{\text{Feld}} = 4\pi \cdot \int_{r_p}^{\infty} e^{*2} \cdot 1/8\pi \cdot r^{-4} \cdot r^2 \cdot dr ;$$

$$E_{\text{Feld}} = 1/2 \cdot \int_{r_p}^{\infty} e^{*2} \cdot r^{-2} \cdot dr ;$$

$$E_{\text{Feld}} = e^{*2}/2 \cdot \int_{r_p}^{\infty} r^{-2} \cdot dr ;$$

$$E_{\text{Feld}} = \frac{e^{*2}}{2} \cdot \frac{1}{r} \Big|_{r_p}^{\infty} ;$$

$$E_{\text{Feld}} = \frac{e^{*2}}{2r_p} ;$$

und durch Gleichsetzen mit der relativistischen Ruheenergie der Masse m_p erhält man

$$m_p c^2 = \frac{e^{*2}}{2r_p} ;$$

umgeformt:

$$r_p = \frac{e^*2}{2m_p c^2} .$$

- 13: <http://www.nist.gov/pml/index.cfm>, Stand Mai 2015.
- 14: Gerthsen/Kneser/Vogel: Physik. Springer–Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1977 (13. Auflage). ISBN 3–540–07876–2. Seite 450.
- 15: Planck Collaboration (2013) – Ade, P.A.R. et al. (275 weitere Autoren): Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results, Table 9. Astronomy & Astrophysics, 2013. arXiv:1303.5062 [astro–ph.CO].
- 16: Planck 2013 Results Papers, European Space Agency, 2013.
- 17: Planck Collaboration (2013) – Ade, P.A.R. et al. (275 weitere Autoren): Planck 2013 results. XVI. Cosmological Parameters. Astronomy & Astrophysics, 2013. arXiv:1303.5076 [astro–ph.CO].
- 18: <http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/1302654>
- 19: Gerthsen/Kneser/Vogel: Physik. Springer–Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1977 (13. Auflage). ISBN 3–540–07876–2. Seiten 728–729.
- 20: Misner, C., Thorne, K. S., Wheeler, J. A.: Gravitation. W. H. Freeman, San Francisco, U.S.A., 1973. ISBN 0–7167–0344–0. Seite 782.
- 21: <http://www.seti.org/weekly-lecture/inflationary-cosmology-biceps>
- 22: Rehn, Rudolf (Hrsg.): Platons Höhlengleichnis. Das Siebte Buch der Politeia. Dieterich'sche Verlagsbuchhandlung, Mainz 2005, ISBN 3–87162–062–9 (griechischer Text ohne kritischen Apparat mit Übersetzung und Erläuterungen; Einleitung von Burkhard Mojsisch).
- 23: Evans, Lawrence C.: Partial Differential Equations. American Mathematical Society, Providence (RI), U.S.A., 1998. ISBN 0–8218–0772–2

© Alfred Kühne, Teufelsgrabenweg 2A, 83626 Valley, Ortsteil Grub, Bayern, Deutschland
Tel.: +49(0)8095–35.83.862
E–Mail: alfred@snake.de

Urheberrechtlicher Hinweis:

Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung–Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland zugänglich. Eine Kopie dieser Lizenz können Sie unter <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de/> einsehen, oder Sie wenden sich brieflich an Creative Commons, Postfach 1866, Mountain View, California, 94042, USA.

[Datum der Fertigstellung dieser Arbeit: 11. Februar 2016]