Quanten der Geometrie

Von Torsten Pieper

Kronberg 14. Mai 2016

In einer alten Arbeit ergab sich die Energie einer Gravitationswelle in den Grenzen Null bis einfache Wellenlänge zu

$$(p \times c) = h \times f \times (h_y^2 + h_x^2) = \pi \times A_0 \times \frac{c^4}{8 \times \pi \times \gamma} \times 2 \times \int \frac{d^2}{dz^2} e_{x,y}(z,t)dz$$

Es hat sich später gezeigt, dass der Ausdruck als Integral über den Pseudo-Tensor der Gravitations-Wellen-Energie-Dichte t_{uv}(grav) (lt. Fließbach) ausgedrückt werden kann, wenn man eine ausgezeichnete Richtung in einem festen Bezugssystem darauf anwendet.

Ich bekam also dieselbe Abhängigkeit zwischen Energie und Frequenz wie in der Quantenmechanik ohne die Schrödingergleichung überhaupt betrachtet zu haben. Es schien, dass linearisierte Gravitation der QM näher ist als alle anderen Kräfte.

Die nächste Erweiterung die mir hierzu in den Sinn gekommen ist, war, dass ich einen Wellen-Vektor als Linearkombination definieren kann. Die Lösung entspricht einfach den drei möglichen Richtungen im Raum. Außerdem gibt es je Achse zwei Richtungen: +-dx, +-dy, +- dz und damit immer 2 Richtungen der Wellenausbreitung. Ich erhalte so zunächst 6 mögliche Lösungsmengen für die reelle Wellengleichung. So kann ich aber nur Impulse durch den Raum erklären. Was ist mit der Masse, besonders als vierter Impulskomponente in einem relativistischem Vierervektor?

Kann man eine "Welle durch die Zeit" als Verallgemeinerung der Gravitationswelle definieren? Es entspräche einer räumlich stationären Schwingung der Metrik, einer Welle die nur vom Faktor Zeit abhängt. Diese müsste dann in ein Fernfeld übergehen, welche der Schwarzschild-Lösung entspricht. Ich hätte also eine Schwingung ganz allgemein der Raumzeit. Auch hier müsste es, wenn man symmetrisch denkt, 2 Lösungen geben, Impuls parallel zum Zeitfluss und antiparallel zum Zeitfluss. Jetzt habe ich zwei Lösungen wie in der Diracgleichung! Materie und Animaterie? Diese unterscheiden sich hier nur durch eine Phasenverschiebung zwischen den Wellen. Daraus folgt zum einen, dass der Unterschied nur eine relative Sichtweise ist! Zum anderen, dass eine destruktive Überlagerung von Welle und verschobener Welle im selben Raumgebiet denkbar ist. Damit könnte man Annihilitation als destruktive Interferenz erklären.

Ein Problem besteht noch! In der Gleichung zur Energie steht noch die Amplitude der Metrik (hy^2+hz^2). Diese müsste erstmal eliminiert, womöglich quantisiert werden!

Doch um so weit zu kommen, muss zunächst die ART insgesamt quantisiert werden.

Quantenmechanik ohne Wahrscheinlichkeitswelle - ein halbklassischer Ansatz

Allgemein folgt aus einem Vierer-Volumenintegral über eine Energie-Dichte der Ausdruck Wirkung mal Lichtgeschwindigkeit: h*c

Angewandt auf die rechte Seite der Einsteingleichung folgt im Prinzip ein Wirkungs-Tensor, multipliziert mit der Einsteinschen Gravitationskonstanten und der Lichtgeschwindigkeit.

$$\frac{8 \times \pi \times \gamma}{c^4} \times T_{\mu n} \times dV \times c \times dt = \frac{8 \times \pi \times \gamma}{c^3} \times H_{\mu n}$$

Zieht man jetzt aus dem Wirkungstensor das Wirkungsquant als Konstante heraus, bekommt man eine neue Konstante multipliziert mit einem Tensor, dessen Elemente reine Zahlen sind, nämlich, ganz im Sinne der Quantisierung der Wirkung, Quantenzahlen!

$$\frac{8 \times \pi \times \gamma \times h}{c^3} \times N_{\mu n}$$

Die Konstante entspricht nun aber, ohne dass dies irgendwie künstlich eingefügt werden müsste, der Planckfläche, nur noch multipliziert mit einem Vielfachen von Pi:

$$8\pi \times h \times y/c^3$$

$$16\pi^2 \times hq \times y/c^3 = 16\pi^2 \times A_{pl}$$

Nun ergab sich die Planckfläche aber als Produkt von reduzierter Wellenlänge und Gravitationsradius einer Masse.

Doch die Änderung einer Wirkung h pro Planckzeit als Periodendauer entspricht nicht der Planck-Energie. Man müsste jede Periodendauer und jede Wellenlänge um den Faktor 2π länger ansetzen - oder die Änderung des reduzierten Wirkungsquants betrachten.

Zudem ist aus Symmetrie-Gründen ....

Damit ergibt sich nach dem Streichen eines Faktors 4π als kleinste, sinnvoll beschreibbare Fläche das 4π fache der Planckfläche, die ein dreidimensionales Volumen symmetrisch umschließt, besonders ein Volumen der ungestörten Minkowski-Raumzeit. Ein vorstellbares pseudo-euklidisches Gitter sollte auch in Kugelkoordinaten ohne Widersprüche beschreibbar sein, also auch unter Rotation und Boost.

Hier ergibt sich zudem eine besonders elegante Quantisierung des Ereignishorizontes EH schwarzer Löcher und ihrer inneren Struktur. Quantisierte schwarze Löcher hätten nur noch ganzzahlige Vielfache der Plankmasse als Masse:

$$EH = 16\pi \times A_{pl}$$

$$Mges = N \times M_{pl}$$

Ich hoffe diese Streichung später mathematisch korrekt begründen zu können. Ursprünglich habe ich sie eingefügt um die Masse Schwarzer Löcher zu quantisieren.

Der verfolgte Ansatz quantisiert energetische Vorgänge nur und ist in dem Sinne erst halbklassisch. Die global definierte Wellenfunktion wird nicht betrachtet um überhaupt erstmal einen Zugang zur Nichtlinearität der Gravitation zu finden.

In der Einsteingleichung steht auf der linken Seite die Geometrie der Raumzeit und auf der rechten Seite, als Quellterm, der physikalische Energie-Impuls-Dichte-Tensor. Nunmehr steht auf beiden Seiten reine Geometrie! Und zwar Geometrie welche Wirkungen proportional ist. Man kann eigentlich nicht mehr unterscheiden was Quelle und was Feld ist.

Aber zunächst einmal: Was bedeutet dieser Flächentensor? Er ist, wenn ich das recht sehe, die koordinaten-unabhängige Schreibweise eines Flächen-Vektors. Dieser definiert aber nur Betrag und Ausrichtung einer Fläche ohne eine explizite Form vorzugeben. Sie kann rund sein oder eckig, das ist zunächst einmal offen. Welche Ausrichtung hat diese Fläche? Um dies zu begreifen, betrachte ich den einfachsten (?) Fall: die Ruh-Energie z.B. eines Schwarzen Loches.

Die Energie entspricht dem zeitlichen Element P_0 des Impuls-Vierervektors. Die anderen Elemente sind Null. Das Vierer-Integral ergibt nur dann eine Fläche A_0 proportional h, wenn die Energiedichte ungleich Null ist.

Ich bin der Auffassung, dass die Richtung des Flächenvektors identisch mit der Richtung des Vierer-Impulsvektors sein muss und die Fläche an sich gewissermaßen die von der Energie durchströmte Fläche ist (wenn man erstmal von bekannter Physik ausgeht).

Denn das ergibt automatisch eine sehr einfache Möglichkeit Symmetrie-Bedingungen abzuleiten.

Wenn Elemente des Flächentensors Null sind, andererseits einen ausgedehnten Raumbereich definieren und als beschreibende Bezugsfläche umschließen (sie sind ja quantisiert und können nicht null werden), bedeutet dies faktisch, dass sie in einem bestimmten Unterraum richtungslos sein müssen.

Hier punktsymmetrisch in einem Unterraum, der senkrecht zum Impuls-Strom steht.

Im Fall des Impulsanteils $P_0=P_t$ haben wir eine Fläche "senkrecht" zur Zeitachse, die Richtung ist die Zeit. Die drei Raumdimensionen sind gewissermaßen auch alle drei "senkrecht" zur Zeit.

Die einfachste Interpretation wäre nun, dass jede Fläche, die senkrecht zur berechneten Fläche steht ein gewisses dreidimensionales Volumen begrenzt. Die Punktsymmetrie fordert, dass sie im dreidimensionalen Sinn zusammenhängen: sphärisch. Wenn ich einen Ereignishorizont damit identifiziere, lässt sich dieser sehr einfach quantisieren.

Außerdem muss daraus folgen, dass Größen wie Krümmung, Gravitation und Potential auf einer solchen Fläche konstant sind, sonst wäre sie nicht symmetrisch (jetzt im physikalischen Sinne).

Es war hier notwendig, für jede Halbachse eine Fläche zu definieren, deren Normale zunächst einfach nur zu einer Halbachse parallel ist, auch für die Zeit. Anders ließen sich Zusammenhänge der Flächen in mehr als drei Dimensionen nicht definieren, da eine Hyperfläche eigentlich immer von der Dimension D-1 ist. Im Fall der vierdimensionalen Raumzeit wäre dies eine dreidimensionale Hyperfläche. Deren zweidimensionaler Rand muss nun in einem Zusammenhang zur impulsdurchsetzten Fläche stehen.

Wenn einfach die Hyperflaeche senkrecht zur Zeit als variable Größe betrachtet wird, diese aber in sich symmetrisch variieren soll, muss ihr zweidimensionaler Rand proportional zum Quadrat eines Durchmessers der Hyperfläche sein. Dies bedeutet, alle Achsen senkrecht zur Zeit erleiden eine Dilatation. Da aus der Schwarzschild-Lösung bekannt ist, dass Radial- und Zeitdilatation einander bedingen, muss ich schließen, dass in diesem Fall impulsdurchstroemtes Flächenquant und dreidimensionale Randfläche von identischer Größe sind. Gleichzeitig muss folgen, dass die radialen Abstände zwischen solchen Flächen, über den Lichtkegel abgebildet, bestimmten Zeitschritten entsprechen.

Daraus folgt zweierlei:

Es herrscht eine Symmetrie in der Abhängigkeit von Zeit und Raum von Feldern.

Kausal zusammenhängende Veränderungen von Strukturen erfolgen immer zeitverzögert.

Im rein Dreidimensionalen lässt sich Richtungs-Losigkeit senkrecht zu einer Impuls-Komponente sehr viel einfacher auf andere Fälle anwenden:

Impuls eines Teilchenstroms durch den Raum -> Flächenquant-Vektor in Bewegungsrichtung -> Punkt-Symmetrie senkrecht dazu -> "Schlauch" konstanter Größen : zylindrisches Aussehen wie Magnetfeld eines geraden Leiters;

Teilchen mit Drehimpuls um ein Zentrum-> Symmetrie jeweils senkrecht zu v = w x r -> Aussehen wie Magnetfeld eines Ringstroms;

USW

Die Richtungs-Losigkeit lässt sich auch anders beschreiben, besonders um die glatte Minkowski-Raumzeit zu beschreiben: es gibt immer zwei ein Volumen begrenzende Flächen, welche gleich groß aber auf einen gemeinsamen Schwerpunkt bezogen entgegengesetzt gerichtet sind.

Wobei die Richtung ohnehin für eine Einzelfläche hier noch nicht allgemein definiert ist. Sie hat nur eine Orientierung, aber keine explizite Richtung.

Ich habe nun zuerst ein Vierervolumen (-Integral) betrachtet, ohne eine Richtung auszuzeichnen. Wenn ich aber analog zur Gravitationwelle vorgehen will, muss ich ein echtes Integral in Ausbreitungsrichtung, eine durchströmte Fläche und ein Integral über die zeitliche Entwicklung betrachten, um zur Wirkung eines Vorganges zu kommen. Dies passt auch dazu, dass die Einsteingleichung durch zweifache kovariante Ableitung definiert ist, und Energie und Impuls in der Quantenmechanik durch Ableitung der Wellengleichung.

Um die allgemeinste Lösung zu betrachten, müsste ich zunächst versuchen den Energie-Impuls-Dichte-Tensor, der ja zweiter Stufe ist, zu einem Tensor vierter Stufe, analog zum Riemann-Tensor, umzuschreiben:

$$T_{\mu n} \to T_{\mu n w x}$$

Dann erst könnte ich zwei kovariante Ableitungen durch Integration rückgängig machen.

Umgekehrt kann ich nun die kovariante Ableitung des Flächen-Tensors bzw Wirkungstensors bestimmen:

$$dx_w\, H_{\mu n} \to P_{\mu n}^{w}$$

Diese allgemeinste Lösung ist ein quantisierter Energie-Impuls-Tensor dritter Stufe, der gemischtvariant ist!

Wie ist dieser zu verstehen? Ist er wie ein Christoffel-Symbol wegtransformierbar? Das wäre zumindest teilweise richtig, denn wir wissen ja, dass für den mitbewegten Beobachter alle relevanten Größen des Gravitationsfelds verschwinden. Doch muss es auch nicht-wegtransformierbare Elemente geben, die zumindest Ruhmassen entsprechen.

Ist er divergenzfrei oder widerspricht er vielmehr der Energie-Impuls-Erhaltung? Um diese Frage zu beantworten, brauche ich Hilfe!

Jedenfalls sehe ich hier keinen Grund diesen Tensor dritter in einen Tensor zweiter Stufe in 8 Dimensionen umzudeuten, wie es Burkhard Heim getan hat, um die Energieerhaltung zu gewährleisten.

Eine Idee wäre, diesen Tensor als Tensorprodukt aufzufassen. Dann erhält man einen kontravarianten Vierervektor für Energie und Impuls und einen kovarianten Tensor zweiter Stufe.

$$dx_w\, H_{\mu n} \to P_{\mu n}^{w} \to P^{w} \times N_{\mu n}$$

Dieser könnte, im Sinne der Quantenmechanik, einer verallgemeinerten Basis-Funktion entsprechen (ich spreche absichtlich nicht von Wellenfunktion). Dessen Elemente sind aber gekoppelt. Die herkömmliche, lineare Quantenmechanik wäre hier deswegen nicht allgemein gültig, sondern nur als Grenzfall enthalten. Nämlich dann, wenn eine Linearisierung der ART (wie die Herleitung der Gravitationswellen) die Elemente voneinander entkoppelt (Korrespondenzprinzip um zur QM zu kommen).

Wir haben also eine nichtlineare Basisfunktion. Das Prinzip der ungestörten Überlagerung gilt hier gewiss nicht allgemein! Eine Summe zweier Lösungen ist vermutlich keine neue Lösung. Dieser

Basistensor ist hier ursprünglich über das Vierervolumen-Integral geometrisch als Flächentensor und physikalisch als Quantenzahlen-Tensor identifiziert worden.

$$dx_w\, H_{\mu n} \rightarrow dx_w\, h \times \psi_{\mu n} \rightarrow P^w \times \psi_{\mu n}$$

Kann er noch allgemeiner aufgefasst werden? Er müsste für eine nichtlineare Feldfunktion stehen, welche die quantenmechanische lineare Wellenfunktion als Grenzfall enthält. Da es um eine reelle Funktion geht, ist der imaginäre Faktor hier nicht enthalten!

Zurück zu Gravitations-Wellen.

Betrachten wir zunächst eine Fläche vom Betrag 1 als nichtverschwindenden Grundzustand eines quantisierten pseudo-euklidischen Gitters.

Dann bedeutet die Ableitung des Wirkungs-Tensors nichts anderes, dass ich benachbarte Flächen miteinander vergleiche und ihren Abstand bestimme. Solange alle benachbarten Flächen im selben Zustand sind, passiert gar nichts. Die Ableitung ist null.

Dieser Grundzustand könnte auch größer oder allgemein ungleich eins sein. Vorausgesetzt, der Zustand ist im ganzen Universum derselbe. Er ließe sich wegtransformieren zB wie ein Potential.

Betrachten wir jetzt eine Fläche vom Betrag 2, also um eins grösser als seine Nachbarn. Wenn die Abstände der Plancklänge entsprechen, dann entspricht die Änderungsrate der Wirkung hq in dieser Richtung der Planck-Energie, bzw. dem entsprechenden Impuls.

Man könnte auch noch höhere Anregungen, also Flächenunterschiede, über denselben Abstand betrachten und erhielte noch höhere Energien. Doch wie kommen wir zu kleineren Energien? Den einzigen Weg den ich sehe, ist die Einbeziehung des Begriffs der Lebensdauer. Ich müsste die eine angeregte Fläche quasi länger als die Planckzeit festhalten, so dass sich proportional zur Dauer die Nachbarflächen dem "Zug" nachgeben.

So erhalten wir eine größere Wellenlänge und umgerechnet eine verringerte Änderungsrate, also eine Frequenz. Damit bekommen wir Energie proportional zur Frequenz. Die Amplitude hingegen ist 1, eine Planckfläche, ein Wirkungsquant. Die Energie ist in dem Fall nur von der Lebensdauer und damit ausschließlich von der Wellenlänge abhängig. Wie in der Quantenmechanik.

Ich habe hierbei schon stillschweigend unterschlagen, dass die ein Volumenelement begrenzenden Flächen gekoppelt sein müssten, im Sinne der zusammenhängenden Geometrie der ART. Insofern habe ich den Zusammenhang schon linearisiert und die Fläche hat die Metrik als Amplitude abgelöst.

Man müsste nun eigentlich in der Lage sein, durch Verschwindenlassen des Wirkungsquants und damit der Planckfläche wieder zum rein metrischen Zusammenhang zu kommen (Korrespondenzprinzip um zur ART als Spezialfall zu kommen).

Theoretisch bekommt man dieselbe Energie, wenn eine Fläche den Betrag 5 und die Nachbarn den Betrag 4 haben. Quantenmechanisch ist nur die Relation relevant. Aber die durchströmte Fläche wäre grösser und damit auch das Volumen. Das bedeutet die Energiedichte wäre geringer, was einer geringeren Krümmung der Raumzeit entspricht. Wir wissen aber, dass durch die gegenseitige Gravitation Energien sich stets anziehen und die Dichte sich erhöht. In der ART bis hin zum

Schwarzen Loch. Kann dies hier neu interpretiert werden? Man könnte vermutlich sagen, dass die angeregte Fläche das Bestreben hat sich zusammen zu ziehen, was identisch mit der Aussage wäre sie strebt zum Grundzustand minimaler Wirkung. Da der Betrag der Energie hiervon unabhängig ist, strebt lediglich ihre Dichte einen Maximalwert an. Da aber der Grundzustand ungleich Null ist, können Dichte und mit ihr die Krümmung der Raumzeit niemals unendlich werden. Im Gegenteil entspräche eine noch kleinere Fläche wieder einem angeregten Zustand, der nun nach außen strebt. Diese Aussage macht ja auch die Loop-Quantengeometrie.

Es gibt prinzipiell also verschiedene Lösungen der Grundgleichung derselben Energie aber unterschiedlicher Dichte.

Doch ich habe eben definiert, dass über eine gewisse Lebensdauer der Abstand des angeregten zum Grundzustand wächst. Welche Zustände nimmt der Raum zwischen diesen Extremen an, wenn man nicht annehmen will, es gibt kein dazwischen? Wenn ich eine gewisse Grundstruktur voraussetze, eben das sich aus Planckvolumen und Planckflächen konstituierende pseudo-euklidische Gitter, dann müssten alle Flächen, welche sich zwischen angeregter Fläche und nicht angeregter, hier lediglich durch die Lebensdauer definierte Fläche, befinden, Zwischenzustände annehmen. Diese wären im quantenmechanischem Sinne eigentlich nicht erlaubt, da sie keiner ganzzahligen Wirkung entsprechen. Andererseits würden die Zwischenwerte zB eine Wellengleichung approximieren und damit eine Gravitationswelle. Wie lässt sich der Gegensatz auflösen?

Unter Einbeziehung der Lebensdauer eines angeregten Zustands - was eigentlich immer gegeben ist (Planckzeit) - kann im Grunde nicht mehr gesagt werden, wo die eigentliche Anregung stattfindet. Die einfachste Darstellung entspräche einer konstanten Anregung über die gesamte Lebensdauer und einem sprunghaften Übergang zum Grundzustand an ihrem Ende. Ähnlich wie in einem Signallauf-Diagramm der digitalen Nachrichtentechnik.

Der Ort der Anregung ist allgemein verschmiert, unbestimmt, nicht hundertprozentig lokal. Eine gute Approximation ist es jedoch nicht. Es soll nur zeigen, dass die Verschmierung einer einzelnen Wellenlänge entspricht. Es ist immer noch eine lokale Störung, im Gegensatz zur unendlichen Wellenfunktion der QM.

Warum ist die Quantenmechanik überhaupt so fundamental linearer Natur? Warum sind die komplexen Wellenfunktionen unendlich ausgedehnt? Es wäre möglich, dass dies an der grundlegend notwendigen Annahme einer konstanten, flachen Hintergrundmetrik liegt: die Phasenfunktion ist linear in Raum und Zeit. Sie hat, wenn keine Randbedingungen vorliegen, einen unbeschränkten Gültigkeitsbereich. Daher gibt es auch keine natürliche Einschränkung für Wellenlängen offener Schwingungen. Erst mit Nebenbedingungen, etwa geschlossenen Bahnen in einem Potential - Feld, ergeben sich tatsächlich quantisierte Zustände.

Angenommen die Zeit verliefe nichtlinear und für zwei Wellenfunktionen verschieden, dann wäre eine globale Superposition schon deswegen nicht erlaubt. Man müsste vielmehr für jeden Punkt der Raumzeit den passenden Parallel-Transport durchführen und von Fall zu Fall neu entscheiden. Um wieder einen allgemeinen Zusammenhang zu finden, wäre eine nichtlineare Quantenmechanik nötig.

In der linearen QM bestimmt sich eine Energie durch die Ableitung nach der globalen Phasenfunktion. Sie ist immer dieselbe, egal wo die Ableitung betrachtet wird. Insbesondere ist die Form der Wellenfunktion, die zudem komplexwertig und nicht reell ist, nicht entscheidend.

Bei der Herleitung der Energie einer Gravitationswelle war im Gegensatz die Sinusform maßgebend, da sie die lokale Krümmung der Raumzeit und damit eine lokale Energiedichte bestimmte. Die Integration über die reelle Funktion musste in bestimmten Grenzen betrachtet werden, um zu einer endlichen Energie zu kommen. Was übrigens für jedes reelle Feld gilt! Über eine unendlich ausgedehnte reelle Funktion ergibt sich immer ein unendliches Integral.

Stationäre Felder!

Feldquanten werden bisher als strukturlose Punktteilchen aufgefasst.

In einer quantisierten Gravitationstheorie ergibt sich jedoch eine lokale Anregung der Geometrie als energetischer Vorgang. Diese muss nun als Entität betrachtet werden. Sie hat eine endliche Ausdehnung und Dauer. Eine in ihren Grenzen endliche Energie, die eben über diese Grenzen definiert ist. Daher muss die Anregung als solitäres Feldquant gesehen werden.

Ursprünglich wurde es als durch einen Punkt laufende Schwingung der Raumzeit-Geometrie hergeleitet.

Man kann aber den Ausdruck -k*x in einer Wellengleichung als mitbewegte Koordinate -k*c*t schreiben. Aus diesem Bezugssystem ist die Feldform konstant.

Dies ist gerade für eine solitäre Feldform sinnvoll, die ein Punktteilchen nun ersetzten soll.

Letzten Endes handelt es sich aber, wie bei jeder anderen Welle, um die Weitergabe eines Zustands. Da bewegen sich keine Teilchen durch den Raum, sondern der Raum selbst verändert sich.

Das Prinzip des mitbewegten Punktes ist gerade auch für die Anregung der Raumzeit, ausschließlich in Abhängigkeit der Zeit, eine wichtige Sichtweise. Damit erhalten wir ein im vierdimensionalen Sinn stationäres Feld, wenn wir von nur einer möglichen Gegenwarts-Schwelle ausgehen mit der das Feld wandert. Dieses hat aber nicht nur eine räumliche, sondern auch eine zeitliche Reichweite. Diese bestimmt im Sinne einer Periodendauer nicht nur die Energie des Feldes, sondern auch die Krümmung der Raumzeit um die Anregung herum. An ihren Grenzen geht die Krümmung gegen Null. Dass dies auch für ihre zeitlichen Grenzen gilt, können wir nie direkt feststellen. Denn dazu müssten wir von der Gegenwart aus gesehen ein Stück in die Zukunft vor- oder in die Vergangenheit zurückgehen.

Indirekt können wir es schon erschließen. So wie die Anregung in einigem temporalen Abstand gegen Null geht, geht sie auch mit zunehmenden räumlichen Abstand gegen Null. Beides hängt über die konstante Lichtgeschwindigkeit zusammen. Die Änderung mit der Zeit strömt ja quasi durch eine Fläche, die als senkrecht zum Zeitstrom interpretiert wurde, andererseits im räumlichen Sinne symmetrisch sein soll. Damit wird der Zeitstrom proportional zur radialen Komponente des Raums in Kugelkoordinaten.

Damit können wir nun auch den Gravitationsradius und seinen Bezug zur Wellenlänge eines energetischen Vorgangs identifizieren.

Die Wellenlänge bestimmt, als räumlicher oder zeitlicher Abstand über die eben die Raumzeit ihren Zustand ändert, die Gesamtenergie und die Ausdehnung senkrecht dazu als Aspekt diesen Zustands die Verteilung der Energie. Diese Ausdehnung kann in einem quasi-stationärem Zustand die Plancklänge nicht unterschreiten. Die kleinste Wellenlänge innerhalb der die Amplitude einer halben Wirkung angenommen und wieder verschwinden kann entspricht definitionsgemäss 2 Plancklaengen.

Die dadurch bedingte Energie entspricht einer halben Planck-Energie. Das mittlere Volumen definiert sich zu 4π A * 1 λ, damit folgt eine maximale Energie-Dichte $w_{pl}/4\pi$.

Wenn diese Dichte in den uns bekannten Fällen nicht überschritten werden kann, muss sie quasi in einen parallelen Raumabschnitt verdrängt werden und mit dem ersten eine Art Wellenfront bilden. Da sie sich dann aber immer noch gravitativ anziehen, und dies faktisch maximal, bleiben sie eng verknüpft. Sie bilden mit zunehmender Energie einen immer größeren Raumbereich maximaler Krümmung.

Der kleinste derartige Bereich hätte einen erhaltenen Radius von 2 Plancklaengen. Interpretiert man diesen Vorgang als Bildung eines Schwarzen Loches, kann man diesem eine Quantenstruktur zuordnen. In erster Linie hätte es immer ein ganzzahliges Vielfaches der Planckmasse.

Eines war noch nicht richtig durchdacht! Das ursprüngliche Integral über eine nicht genauer bestimmte Energie-Dichte und ein nicht genau spezifiziertes Volumen liefert einen allgemeinen Ausdruck für Energie. Jetzt haben wir allerdings festgestellt, dass Energie oder auch Impuls sich durch Ableitung eine Wirkung definiert. Und damit nur durch Flächenunterschiede! Eine Gesamtfläche ist damit noch nicht bestimmt und damit letztlich auch kein Gesamtvolumen und keine Energiedichte. Denn die Ableitung einer konstanten Größe ergibt Null. Sie sind vielmehr durch Aufsummation über nacheinander stattfindende Vorgänge zu bestimmen, so wie das Potential eines Feldes.

Bei einem alternierendem Vorgang, etwa einer Welle müsste sich im zeitlichen Mittel ein Querschnitt von 1 Planckfläche ergeben. Prinzipiell sind aber auch stetig zunehmende Geometrien vorstellbar.

Denn bei der Definition eines Impulses als Ableitung einer Wirkung tritt diese als positiver Skalar auf. Das Vorzeichen des Impulses ist darauf zurückzuführen, in welche Richtung, bezogen auf einen Startpunkt, abgeleitet wird. Wenn aber der Zu- und der Abnahme der Flächen unterschiedliche Vorzeichen zukämen, bekäme man ständig sich umkehrende Impulse. Wir müssen also die Planckfläche ebenfalls als stets positive Amplitude auffassen. Für die Definition eines Impulses ist nicht relevant ob eine bestimmte Geometrie expandiert oder kontrahiert, sondern nur um welchen Betrag sie sich ändert.

Das Vorzeichen müssen wir auf die Richtung aufschlagen, über die abgeleitet wird.

Eine in einem Punkt auftretende Störung hat im ersten Moment keine Richtung. Man kann ihr allenfalls eine Impulsunschärfe zuordnen, analog einer stehenden Welle. Ändert sich die Anregung wieder, fällt sie etwa auf den Grundzustand zurück, müssten sich zwei vom Anregungsort wegstrebende Wellenzüge ergeben, die sich exakt spiegelbildlich zueinander verhalten. Dieses Verhalten ist von allen Wellenformen bekannt. Wasserwellen verhalten sich im Prinzip genauso, auch wenn sich hier Kreiswellen ergeben.

In jedem Fall garantiert diese Spiegelbildlichkeit die Impulserhaltung.

Für einzelne quantenhafte Anregungen - wohlgemerkt ohne die quantenmechanische Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeits-Interpretation, dürfen sich allerdings keine ausbreitenden Wellenfronten ergeben, sie sind der Erfahrung nach stabil. Eben eine neue Sicht des Punktteilchen-Aspekts.

Die Vermutung liegt nahe, dass es zwei komplementäre, gegensätzliche Vorgänge gibt, welche das solitäre Feld im Mittel stabil erhalten. Solange es nicht zu Überlagerungen mit anderen Feldern kommt.