

Matrixbasierter Ansatz zur Quantisierung der Raumzeit über modifizierte Dirac-Spinor-Metriken

Autor: Michael Heilmann

Datum: 28.09.2026

Kontakt: m.heilmann61@googlemail.com

Abstract

In dieser Arbeit wird eine tensorielle 8×8 -Metrik sowohl aus den 4×4 -Dirac-Matrizen als auch den dazugehörigen zeitlichen und räumlichen 2×2 -Pauli-Bestandteilen als skalaren Ersatz für die üblichen einkomponentigen Dimensionen gebildet, welche in der Folge der Herleitung einer Feldgleichung invariant gegenüber allen Basen und konsistent mit der Allgemeinen Relativitätstheorie sein soll. Die alles, ohne die glatte Minkowski-Metrik der Dirac-Gleichung aufzugeben und inkonsistent zu beeinflussen, indem man über jedes raumzeitgekrümmte Inertial das dazugehörige über Dirac-Matrizen determinierte Inertial zusammen mit der obigen Einführung einer 8×8 -Metrik weiterlaufen lässt. Nach Auswertung und Charakterisierung dieser speziellen Metrik werden zeitlich-energetische und räumlich-impulsartige Separationen sowie deren hybride Zusammenhänge realisiert und gezielt über Faktoren, Wellenfunktionen, Lorentz-Gammaraten, zeitlichen und räumlichen Ableitungen und deren Operatoren über die dazugehörigen Tensoren zu einer Feldgleichung der Quantengravitation weiterentwickelt. Diese universelle Gleichung der Quantenmechanik möchte der Autor nun für eine sachgerechte Diskussion und Falsifizierung freigeben.

1. Einleitung und Motivation

In meinem letzten 88-seitigen Skript „100 Jahre Schrödinger-Gleichung: auf den Spuren von Fourier bis Dirac“ habe ich auf einem alternativen Wege, beginnend über sinusartige Funktionen und deren Fourier-Analysen, über die stationäre und zeitabhängige Schrödinger-Gleichung und über die Sackgasse der Klein-Gordon-Gleichung, die Dirac-Gleichung mathematisch hergeleitet. Dazu benötigt man, wie wir alle wissen, die 4x4-Dirac-Matrizen, welche auf den berühmten Pauli-Matrizen fußen. Dieses Skript ist die mathematisch-physikalische Fortsetzung, welche uns bis zu der von mir vorgestellten quantengravitativen Feldgleichung Schritt für Schritt hinführen soll. Fortsetzung deshalb, weil ich als Grundlage für die Herleitung der dafür benötigten Metriken und Tensoren sowohl die Dirac- als auch die Pauli-Matrizen in einer ganz speziellen komplexen Form ganz bewusst verwendet habe.

Falls ich mit diesen einleitenden Worten Ihr geschätztes Interesse geweckt habe, sollte der Lektüre dieses Skriptes nichts mehr im Wege stehen. Also, los geht's:

2. Konsistenzbedingungen Quantenphysik mit der Allgemeinen Relativitätstheorie

Quantenphysik und die Spezielle Relativitätstheorie konnten durch Dirac mittels der nach ihm benannten Wellengleichung konsistent vereinigt werden, nachdem sich viele Protagonisten und selbst auch Einstein davor die Zähne daran ausgebissen hatten. Die Herleitung dieser Dirac-Gleichung habe ich versucht in meinem vorangegangenen Skript mit einer alternativ unkonventionellen Herangehensweise auch außerhalb des quantenphysikalisch-akademischen Mainstreams verständlich zu machen.

Auch hundert Jahre nach Schrödinger, Heisenberg, Planck, Einstein, Pauli und Dirac fehlt noch immer der letzte, der Schlussstein, im gotischen Gebäude einer verallgemeinerten Theorie. Einer Theorie, die die Allgemeine Relativitätstheorie mit der Wellenmechanik der Quantenphysik widerspruchsfrei vereint und möglicherweise als Übertheorie alle physikalischen Fakultäten von den Kepler'schen Bewegungsgleichungen über die Newton'sche Mechanik und Gravitationstheorie über die Dirac-Gleichung bis zum Standardmodell der Quantenphysik in sich vereint: Eine Theorie der Quantengravitation.

Im letzten Kapitel des Skriptes „100 Jahre Schrödinger-Gleichung: auf den Spuren von Fourier bis Dirac“ hatte ich völlig heuristisch und spekulativ folgenden rein theoretischen Krümmungstensor $\mathbb{T}$ in die Dirac-Gleichung eingeführt:

$$(2.01) \quad [\mathbb{D} - (R + \Delta Pot) - m] \Psi = 0 \quad T \rightarrow (R + \Delta Pot)$$

Heuristisch und spekulativ allerdings nur in der Hinsicht, dass ich in Wirklichkeit keinen metrischen Tensor (deswegen jetzt statt Gleichheitszeichen mit einem Korrespondenzpfeil gekennzeichnet) hergeleitet und beschrieben habe, mit welchen erst über einen Krümmungstensor das Krümmungsverhalten im quantenphysikalisch-mathematischen Wellenfunktionsraum (Hilbert-Raum) beschrieben werden kann. Das hätte den Rahmen meines 88-seitigen Skriptes bezüglich der Herleitung der Dirac-Gleichung völlig gesprengt.

Durch die Herleitung der Schrödinger-Gleichung über die Einführung der inertialen totalen Ableitung nach der Zeit hatte ich aber den eindeutigen mathematischen Hinweis darauf erhalten, dass auch extreme, theoretisch bis unendlich gehenden, Potentiale auftreten können. Diese Potentiale erkannten wir schlussfolgernd als die entscheidenden Randbedingungen für die Existenz von Wellenfunktionen als gleichzeitig existierende Ursache und Wirkung dieser.

$$(2.02) \quad V = \frac{\hbar}{\Delta t} \left[\ln \frac{\Psi_{t_1}}{\Psi_{t_0}} + (\kappa_\Psi - \kappa_t) \right]$$

Jene Potentiale sind damit intrinsisch und nicht nur von außen übergestülpt. Damit laufen wir unweigerlich auf eine relativistische Interpretation von Potentialen, die ursachen- und wirkungsgleich miteinander verwoben sind, und damit wie in der Allgemeinen Relativitätstheorie, auf eine Krümmung der Raumzeit, zu.

In dem vergangenen Jahrhundert hat es unzählige Versuche bis hin zu 12-dimensionalen Raumzeiten diverser String-Theorien gegeben die Dirac'sche Wellengleichung mit der Allgemeinen Relativitätstheorie zu vereinigen. Völlig erfolglos. Dafür gibt es viele Gründe. Vor allem wird in der populärwissenschaftlichen Literatur immer darauf abgehoben, dass an den relativistischen Horizonten die mathematisch zu beschreibende Physik zusammenbricht. Das wird

dann immer mit auftretenden Unendlichkeiten begründet. Das ist zu flach gebohrt. Die Ursachen liegen viel, viel tiefer. Da dies jetzt alles zu beschreiben, das Kapitel sprengen würde, hebe ich hier nur auf das meiner Meinung nach entscheidende Hindernis ab.

Die Allgemeine Relativitätstheorie beschreibt rein theoretisch unendlich viele verschiedene, teilweise zwar inhomogene und asymmetrische positive und negative Krümmungen der Raumzeit. Die dazu benötigten Funktionen sind auch nicht linear, aber an jeder Stelle differenzierbar. Das heißt, alle Krümmungen in der Einstein'schen Relativitätstheorie sind streng kontinuierlich. An den Ereignishorizonten von Schwarzen Löchern bricht deshalb die Physik zusammen. Die dann auftretenden viel diskutierten Wurmlöcher und Risse in der Raumzeit sind mathematisch nicht mehr greifbar bzw. es entstehen eine Unmenge an Paradoxien, Widersprüche und Inkonsistenzen.

Die Quantenmechanik ist von ihrem Grundverständnis her dagegen gleichungsmäßig linear aufgebaut. Daher auch schon die ganzen Verrenkungen, um die Spezielle Relativitätstheorie zu integrieren. Gleichzeitig ist die Quantenmechanik seit Planck und Heisenberg eine Theorie der quantisierten Zustände.

Das zieht meiner Meinung nach **fünf entscheidende Konsequenzen** nach sich, welche ich hier als Definitionen bzw. **Randbedingungen** für alle weitere Betrachtungen einführen möchte:

1. Wenn die **Spezielle Relativitätstheorie** und die Wellenmechanik nur mittels **Matrizen** konsistent miteinander verbunden werden können, muss auch die **Allgemeine Relativitätstheorie** mittels Matrizen, also speziell angepassten **Tensoren**, eingeführt werden.
2. Die Allgemeine Relativitätstheorie muss in der **Wellenmechanik** zu **quantisierten raumzeitartigen, mathematisch komplexwertigen, Strukturen** transformieren können. Die Herangehensweise nur über bzw. zu kontinuierlich gekrümmten Raumzeiten muss aufgegeben werden.

3. Damit diese beiden Bedingungen nicht zu Inkonsistenten führen, dürfen die Dirac-Matrizen niemals ihre Wirkung durch die tensorielle Konstitution der Quantenmetrik und umgekehrt verlieren. Das heißt, dass man **Dirac-Matrizen in metrische Tensoren** und umgekehrt völlig widerspruchsfrei hin und her **transformieren** können muss.

4. Im Zusammenhang von 2. und 3. muss ebenso stringent eingepreist werden, dass in der Allgemeinen Relativitätstheorie, um auf Krümmungen abzuheben, räumlich-zeitliche Ableitungen zweiter Ordnung realisiert werden müssen. In der Dirac-Gleichung mit seinen 4×4 -Matrizen muss dazu im Gegensatz nur einmal nach Ort und Zeit abgeleitet werden, um die Spin $\frac{1}{2}$ - Eigenschaften übernehmen zu können. Das passiert ebenfalls diametral zur Allgemeinen Relativitätstheorie, da hier eine flache Spinorstruktur benötigt wird. Dies alles würde die Einbindung der Dirac-Gleichung in eine universelle Feldgleichung torpedieren. Deshalb muss die flache Minkowski-Metrik jedes der unendlich vielen flachen Inertialen der Dirac-Gleichung mit jedem der unendlich vielen gekrümmten Feldgleichungs-Inertiale verschmolzen werden. Vergleichbar, als pinne man **an jedem Punkt im gekrümmten Raum tangential** diese **unendlich vielen flachen Minkowski-Metriken** an. Denn dann, und nur dann verstehen sich die Dirac- und die universelle Feldgleichung der Quantenphysik. In diesen lokalen Systemen transformieren sich dann nämlich die Spinoren durch rotationsmäßige Überlagerungen zur **lokalen Gruppe $SL(2, \mathbb{C})$** . Alle inertialen Beobachter an den unendlich vielen Punkten der Raumzeit können nun unabhängig voneinander ihre Achsen drehen oder beschleunigen.

5. Die dann zu erfolgenden **Aufsummierungen** bzw. **Integrationen über definierte Inertialgrenzen** erzeugen aus den einzelnen inertialen **Quanten, Quantensysteme, Teilchen** und **Teilchensysteme** bis hin zu den **kosmologischen Strukturen**.

Diese fünf Randbedingungen müssen alle samt in die herzuleitende universelle quantenphysikalische Feldgleichung einfließen, damit diese unter lokalen Lorentz-Transformationen zu jeder Zeit an jedem Ort invariant und damit schlüssig und konsistent bleibt.

3. Invariante Abstandsmaßbetrachtungen und Herleitung des metrischen Tensors

Wir nehmen uns die Dirac-Matrizen und zerpfücken diese in ihre oberen σ_n und unteren σ^n Pauli-Bestandteile:

$$(3.01) \quad \beta = \gamma^0 = \begin{vmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & -1 & \\ & & & -1 \end{vmatrix} \quad \sigma_0 = \begin{vmatrix} 1 & \\ & 1 \end{vmatrix} \quad \sigma^0 = \begin{vmatrix} -1 & \\ & -1 \end{vmatrix}$$

$$(3.02) \quad \gamma^1 = \begin{vmatrix} & & & 1 \\ & & 1 & \\ & -1 & & \\ -1 & & & \end{vmatrix} \quad \sigma_1 = \begin{vmatrix} & 1 \\ 1 & \end{vmatrix} \quad \sigma^1 = \begin{vmatrix} & -1 \\ -1 & \end{vmatrix}$$

$$(3.03) \quad \gamma^2 = \begin{vmatrix} & & & -i \\ & & i & \\ & i & & \\ -i & & & \end{vmatrix} \quad \sigma_2 = \begin{vmatrix} & -i \\ i & \end{vmatrix} \quad \sigma^2 = \begin{vmatrix} & i \\ -i & \end{vmatrix}$$

$$(3.04) \quad \gamma^3 = \begin{vmatrix} & & 1 & \\ & & & -1 \\ -1 & & & \\ & 1 & & \end{vmatrix} \quad \sigma_3 = \begin{vmatrix} 1 & \\ & -1 \end{vmatrix} \quad \sigma^3 = \begin{vmatrix} -1 & \\ & 1 \end{vmatrix}$$

Wegen der im Kapitel 2 festgelegten Konsistenzbedingungen definieren wir das Lorentz-invariante Abstandsmaß für alle möglichen Inertiale bzw. Basen nun nicht mehr mittels der drei einkomponentigen räumlichen (1,2,3) und der einen einkomponentigen zeitlichen Dimension (0). Stattdessen transformieren wir diese als Platzhalter zu skalaren dimensionslosen Indizes ($\mu\nu$) für unsere neuen raum- und zeitartigen Komponenten eines ebenfalls völlig neuartigen metrischen Tensors $\mathbb{M}$. Wir erweitern also die Dimensionsbegriffe Zeit ($t \rightarrow 0$) und Raum ($x \rightarrow 1$), (y

→ 2), ($z \rightarrow 3$) letztendlich skalar auf die 2x2-Pauli-Matrizen $\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, welche uns nun zu unserer neuen Metrik führen sollen.

Im nichtrelativistischen Fall unseres neu zu konstruierenden metrischen Tensors muss dieser über die Minkowski-Metrik einer glatten Raumzeit bis auf den euklidischen Raum zurückfallen. Die zeitlich-gemischten Komponenten müssen dagegen im relativistischen, hochenergetischen Fall weiterhin Anti-Fermionen initiieren können. Gleichzeitig darf im gesamten relativistischen Spektrum die Charakteristik der Spineigenschaften nicht verloren gehen. Deshalb muss der durch uns zu entwickelnde metrische Tensor über die zeitliche Dirac-Matrize mit den räumlichen Pauli-Matrizen auf das engste verknüpft sein. Folgendes Grundgerüst sollte diese Voraussetzungen erfüllen und muss im Weiteren einer Falsifizierung standhalten:

$$(3.05) \quad M_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} = \begin{pmatrix} \sigma_0\sigma^0 & \sigma_0\sigma_1 & \sigma_0\sigma_2 & \sigma_0\sigma_3 \\ \sigma_1\sigma^0 & \sigma_1\sigma_1 & \sigma_1\sigma_2 & \sigma_1\sigma_3 \\ \sigma_2\sigma^0 & \sigma_2\sigma_1 & \sigma_2\sigma_2 & \sigma_2\sigma_3 \\ \sigma_3\sigma^0 & \sigma_3\sigma_1 & \sigma_3\sigma_2 & \sigma_3\sigma_3 \end{pmatrix} = \sum_{\substack{0 \\ 1 \rightarrow 3 \\ 0 \downarrow 3}}^3 \sum_{\substack{1 \\ 1 \downarrow 3}}^3 M_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} (\bar{e}_\mu \otimes \bar{e}_\nu)^{\sigma\gamma}$$

Nun multiplizieren wir die 2x2-Matrix-Einträge miteinander. Der metrische Tensor $\mathbb{M}$ sieht nun folgendermaßen aus:

$$(3.06) \quad M_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} = \begin{vmatrix} -\underline{1} & \sigma_1 & \sigma_2 & \sigma_3 \\ -\sigma_1 & \underline{1} & i\sigma_3 & -i\sigma_2 \\ -\sigma_2 & -i\sigma_3 & \underline{1} & i\sigma_1 \\ -\sigma_3 & i\sigma_2 & -i\sigma_1 & \underline{1} \end{vmatrix} \quad \underline{1} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Als Hauptdiagonale entsteht so in der Metrik die Abfolge der 2x2-Einheitsmatrizen $(-1, 1, 1, 1)$, was konsistent mit der Minkowski-Metrik der Speziellen Relativitätstheorie ist. Wenn wir nun die Summation über die drei Einzelsummen bilden, verschwinden durch die Schiefsymmetrie des Tensors im zeitlich-hybriden Rand und im räumlichen Rest alle reellen Komponenten, während die komplexen Komponenten erhalten bleiben müssen.

$$(3.07) \quad M_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} = \begin{vmatrix} -\underline{1} & 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & \underline{1} & i\sigma_3 & 0 \\ -\sigma_2 & -i\sigma_3 & \underline{1} & i\sigma_1 \\ 0 & 0 & -i\sigma_1 & \underline{1} \end{vmatrix} \quad \underline{1} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Durch die Charakteristik der Pauli-Matrizen bedingt, sind diese reellen Komponenten σ_1 und $-\sigma_1$, σ_3 und $-\sigma_3$ sowie $i\sigma_2$ und $-i\sigma_2$. So erhalten wir unseren **metrischen quantenmechanischen 8x8-Tensor $\mathbb{M}$** . Aus 3.072 Möglichkeiten der Variation von Einträgen reeller und imaginärer Einheitsvektoren $e_{\mu\nu}$ bleibt durch die Definition unserer Ausgangsbedingungen, ergo der gezielten Nutzung von Dirac- und Pauli-Matrizen, nur der eine in (3.07) aufgezeigte metrische Tensor übrig.

4. Charakteristische Eigenschaften des metrischen Tensors

Unser metrischer Tensor $\mathbb{M}$ ist eine 8x8-Matrize. Ihre Hauptdiagonale bilden von oben links die negative 2x2-Einheitsmatrize, gefolgt von den drei 2x2-Einheitsmatrizen. Dieses 2x2-Einheitsmuster bildet perfekt die Minkowski-Metrik der Speziellen Relativitätstheorie ab. Alle nichtverschwindenden restlichen Einträge sind imaginäre bzw. über die Einheit $\pm i$ imaginär transformierte 2x2-Pauli-Matrizen. ¹⁾ Unsere **8x8-Matrize** hat eine „**Fast-Eins-Kähler-Struktur**“. Da ihre Metrik komplexe Einträge besitzt und misch-symmetrisch ist, beschreibt diese im mathematischen Sinne keine rein Riemann'sche Metrik, welche ja immer rein reell und symmetrisch ist. Es sollte sich deshalb formal um eine „**Hermiteische-Fast-Symplektische Struktur**“ auf dem Bündel der **Dirac-Spinoren** handeln. ¹⁾ Folgende numerische Eigenschaften bezüglich den Eigenwerten λ und Determinanten $\det(\mathbb{M})$ können wir zusammenfassen:

$$(4.01) \quad 2 \cdot \begin{vmatrix} \lambda_1 = 1,0000 & \lambda_3 \approx -0,6348 + 0,6916i \\ \lambda_2 \approx 2,2695 & \lambda_4 \approx -0,6348 - 0,6916i \end{vmatrix} \quad 1)$$

$$(4.02) \quad \begin{aligned} \det(M) &= -\underline{1} + \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 & \underline{1} &\equiv \sigma_0^2 \\ \det(M) &= -\sigma_0^2 + \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 & |\det(M)|_{Skalar} &= 4 \end{aligned} \quad 1)$$

¹⁾ Ergebnisse berechnet und Charakterisierung sowohl mittels ChatGPT als auch Google KI

Als Determinante in (4.02) berechnet sich exakt die Pauli-Matrizen-Entsprechung der Lorentz-invarianten Minkowski-Metrik. Wir sind der Überzeugung, dass es sich dabei um die neue **inertial-invariante Metrik der Quantengravitation** handeln könnte. Damit sollte unsere Matrize in (3.07) wirklich wie oben behauptet der neue quantenphysikalische metrische Tensor $\mathbb{M}$ sein.

So nämlich, wie die Determinante der 4x4 Matrize mit den verschmolzenen (aufsummierten) komplexen Dimensionseinträge der Pauli-Matrizen exakt die Minkowski-Metrik der flachen Raumzeit der Speziellen Relativitätstheorie ausspuckt, genauso reproduziert die Determinante des neuen metrischen 8x8-Tensors (mit den ineinander kommutativ und antikommutativ verschmolzenen Dimensionseinträgen kombinierter Pauli- und Dirac-Matrizen) eine übergeordnete Minkowski-Metrik, welche nun aber genau aus den Summen der einzelnen quadrierten Pauli-Matrizen aufgebaut ist.

Die 8x8-Matrize des metrischen Tensors kann man nun in den rein räumlichen Kern und in die zeitlich-hybride Randschale zerlegen.

Der rein räumliche Matrizenteil erhält noch im weiteren eine immanent wichtige Bedeutung innerhalb der Konstruktion und Herleitung der quantenphysikalischen Feldgleichung. Aus diesem Grunde habe ich auch diese Matrize in einen Rahmen gesetzt. Im Folgenden werden wir deshalb diese als **Metrik des Quantenvakuums $q_{\mu\nu}^\sigma$** bezeichnen. ¹⁾Der **räumliche Teil** dieser **6x6-Matrize $q_{\mu\nu}^\sigma$** ist **hermitesch**, aber **nicht symmetrisch**.¹⁾

$$(4.03) \quad q_{\mu\nu}^\sigma = \begin{vmatrix} \underline{1} & i\sigma_3 & 0 \\ -i\sigma_3 & \underline{1} & i\sigma_1 \\ 0 & -i\sigma_1 & \underline{1} \end{vmatrix} \quad \underline{1} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Auch hier haben wir wieder Eigenwerte und die Determinanten berechnen lassen:

$$(4.04) \quad 2 \cdot \begin{vmatrix} \lambda_1 = 1,0000 \\ \lambda_2 = 1 + \sqrt{2} \\ \lambda_3 = 1 - \sqrt{2} \end{vmatrix} \quad {}^1)$$

$$(4.05) \quad \det(q) = \underline{1} - \underline{1} - \underline{1} \quad \underline{1} \equiv \sigma_0^2$$

$$\det(q) = (\sigma_0^2 - \sigma_1^2 - \sigma_3^2)^2 \quad |\det(q)|_{Skalar} = 1 \quad 1)$$

¹⁾ Ergebnisse berechnet und Charakterisierung sowohl mittels ChatGPT als auch Google KI

Es verbleibt noch die blockschiefsymmetrische auf Blockebene mit hermiteschen Blöcken¹⁾ versehene 8x8-Matrize, der **zeitlich-hybride Teil** $t_{\mu\nu}^\gamma$:

$$(4.06) \quad t_{\mu\nu}^\gamma = \begin{vmatrix} -\underline{1} & 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\sigma_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad \underline{1} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Ebenso hier haben wir wieder Eigenwerte und Determinanten bestimmen lassen:

$$(4.07) \quad \begin{matrix} 4 \cdot \lambda_1 = 0,0000000 \\ 2 \cdot \lambda_2 = -\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2} \\ 2 \cdot \lambda_3 = -\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2} \end{matrix} \quad 1)$$

$$(4.08) \quad \det(t) = 0 \quad |\det(t)|_{Skalar} = 0 \quad 1)$$

¹⁾ Ergebnisse berechnet und Charakterisierung sowohl mittels ChatGPT als auch Google KI

Auch die Matrize t soll im weiteren noch eine sehr wichtige Rolle spielen. Deshalb habe ich auch diese mit einem Rahmen hervorgehoben.

Zum Abschluss und Vollständigkeit dieses Kapitels wollen wir noch unseren metrischen Tensor M quadrieren und aus diesem ebenfalls die resultierenden Eigenwerte und Determinanten berechnen lassen:

$$(4.09) \quad M^2 = \begin{vmatrix} 0 & \sigma_1 & 0 & \sigma_3 \\ -\sigma_1 & 2 & 2i\sigma_3 & -i\sigma_2 \\ 0 & -2i\sigma_3 & 2 & 2i\sigma_1 \\ -\sigma_3 & i\sigma_2 & -2i\sigma_1 & 2 \end{vmatrix} \quad 1)$$

¹⁾ Ergebnisse berechnet und Charakterisierung sowohl mittels ChatGPT als auch Google KI

Diese Matrize ist weder reell, symmetrisch, schiefsymmetrisch, hermitesch, antihermitesch oder normal. Sie ist allerdings diagonalisierbar¹⁾.

Folgende Eigenwertstruktur konnte berechnet werden:

$$(4.01) \quad 2 \cdot \begin{vmatrix} \lambda_1 = 1,000 & \lambda_3 = -0,075 + 0,878i \\ \lambda_2 \approx 1,151 & \lambda_4 = -0,075 - 0,878i \end{vmatrix} \quad 1)$$

$$(4.02) \quad \left| \det(M^2) \right|_{8 \times 8} = 16$$

$$\left| \det(M^2) \right|_{Pauliblock} = -4\sigma_1^2 \Rightarrow -4 \quad \left| \det(M^2) \right|_{Pauliblock}^{Skalar} = 16 \quad 1)$$

¹⁾ Ergebnisse berechnet und Charakterisierung sowohl mittels ChatGPT als auch Google KI

¹⁾ Da die Matricelemente von $\mathbf{M}^2$ Elemente der nichtkommutativen Clifford-Algebra $Cl_{1,3}(\mathbb{R})$ sind, lässt sich die auf Blockebene berechnete Determinante formal über dem Schiefkörper der Quaternionen interpretieren. Die in (4.02) quantifizierte, strikt von Null verschiedene Determinante von $(\mathbf{M}^2)_{8 \times 8} = 16$ zeigt präzise, dass der Operator im komplexen Hilbert-Raum **keinen singulären Kern** besitzt. Physikalisch entspricht dieser Zustand somit **nicht einem** leeren **Quantenvakuum**, sondern beschreibt ein **dynamisch stabiles, invertierbares System mit kontinuierlicher Feldpräsenz**.¹⁾

Wir haben jetzt unsere metrische 8x8-Matrize $\mathbf{M}$, die 6x6-Matrize $\mathbf{q}$ und die 8x8-Matrize $\mathbf{t}$ hergeleitet, die Eigenwerte und Determinanten berechnet und hinreichend charakterisiert. Sicherlich ist es aufgefallen, dass wir bei diesen sehr oft zwischen den Begriffen metrischer Tensor, Metrik und Matrize hin- und hergesprungen sind. Diese Unsicherheit hatte einen Grund. Bis hierher waren wir eigentlich nicht berechtigt, die Matrizen auch als Tensoren zu bezeichnen. Der Begriff Metrik war wahrscheinlich noch der am meisten korrekte. Wir dürfen die Metriken noch nicht als Tensoren bezeichnen, weil sie statisch sind und man mit ihnen so kein dynamisches Krümmungsverhalten der Raumzeit bzw. weitere universelle Eigenschaften des Raumes beschreiben kann.

Wir müssen ihnen also Leben einhauchen. Das machen wir im nächsten Kapitel zuerst mit unserer Metrik $\mathbf{M}$. Über eine konsistente Modifizierung der Formel (2.02) und weiterer Schritte, so ähnlich wie Albert Einstein schon vor gut 115 Jahren vorgegangen ist.

5. Herleitung des Potential-Impuls-Tensors

Kräfte werden durch die Krümmung der Raumzeit, wenn sich ein Körper sozusagen dem freien Fall hingibt, lokal wegtransformiert. Entsprechend betrachtet entstehen Kräfte, wenn das „hineingebungsvolle“ freie Fallen durch zum Beispiel massive Körper wie die Erde versperrt wird. Es entstehen dann Beschleunigungskräfte (im Falle der Erde die Erdbeschleunigung), welche sich über physikalisch greifbare Scheinkräfte widerspiegeln. Deshalb müssen wir die Energiegleichung für das Potential V (2.02) auf eine Kraftgleichung herunterbrechen. Dazu dividieren wir als erstes die reduzierte Planck'sche Wirkungskonstante $\hbar$ durch die Planck-Wellenlänge λ_P :

$$(5.01) \quad F_V = \frac{\hbar}{\lambda_P \Delta t} \left[\ln \frac{\Psi_{t_1}}{\Psi_{t_0}} + (\kappa_\Psi - \kappa_t) \right] \quad t_0 = a(hier) \quad t_1 = b(dort)$$

Gleichzeitig verändern wir die Notation des Logarithmus der Wellenfunktionen etwas und nehmen die Integrationskonstanten einschließlich ihres Vorfaktors auf die linke Seite der Gleichung. Es ergibt sich also:

$$(5.02) \quad F_V - \frac{\hbar}{\lambda_P \Delta t} (\kappa_\Psi - \kappa_t) = \frac{\hbar}{\lambda_P \Delta t} \ln \Psi_{ab}$$

Um dynamische Beschleunigungskräfte berechnen zu können, müsste man eigentlich Geschwindigkeiten nach der Zeit ableiten. Und um die Spezielle Relativitätstheorie in unserer Kräfte-Beschleunigungs-Debatte nicht außen vor zu lassen, muss auch ganz dringend der Lorentz-invariante Gammafaktor Berücksichtigung finden. Da muss man doch was machen können! Wir wollten doch die Allgemeine Relativitätstheorie mit der Quantenmechanik versöhnen. Die Allgemeine Relativitätstheorie und der Gammafaktor der Speziellen Relativitätstheorie kommen aber erst dann miteinander krümmungsmäßig ins Geschäft, wenn sich das Gamma zeitlich ändert. Erst dann nämlich kommen Kräfte, Beschleunigungen bzw. Krümmungen der Raumzeit ins Spiel. Ja natürlich, das passt wie die Faust auf das Auge. Denn den Gammafaktor kann man als quasi Geschwindigkeit interpretieren. Nämlich genau die Geschwindigkeit, mit der sich Zeiten und Längen dehnen oder kontrahieren. Und dessen Ableitung nach der Zeit

ist damit einer Beschleunigung gleichzusetzen. Nun hindert uns niemand daran, das Δt in Gleichung (5.02) infinitesimal zu einem dt kollabieren zu lassen und die Änderung unseres Gammafaktors $d\gamma$ ebenfalls. Und da das Gamma immer dimensionslos ist, werden die Einheiten in Gleichung (5.02) auch nicht verfälscht, sodass jetzt stehenbleibt:

$$(5.03) \quad F_V - \frac{\hbar}{\lambda_P} \left(\frac{1}{t_P} \kappa_\Psi - \frac{d\gamma_\phi}{dt} \kappa_t \right) = \frac{\hbar d\gamma_\phi}{\lambda_P dt} \ln \Psi_{a,b} \quad \gamma_\phi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\phi}{c^2}}}$$

Nun bezieht sich die Konstante κ_Ψ ganz im Gegensatz zur Konstanten κ_t (welche ausschließlich von den zeitlich-hybriden Dimensionen abhängt) nur auf rein räumliche Dimensionen der Pauli-Matrizen-Form, so dass bei ersteren der Gammafaktor nicht zur Anwendung kommt. Stattdessen setzen wir dort die infinitesimale Zeit t aus völlig nachvollziehbaren Gründen mit der Planck-Zeit t_P gleich. Da der Gammafaktor auf alle Potentiale dimensionslos zugeschnitten werden kann, haben wir jetzt sowohl die Spezielle Relativitätstheorie als auch die dynamischen Änderungsraten von sowohl rein räumlichen, zeitlich-hybriden sowie den wohlbekannten Raumzeitkrümmungen der Allgemeinen Relativitätstheorie erfolgreich in unsere Gleichung integriert. In (5.04) habe ich fünf Beispiele von potentialbehafteten Gammafaktoren (nur die Quotienten in der reziproken Wurzel-Klammer hinter der 1+) für das relativistische (starke) Gravitationspotential, das schwache Gravitationspotential (z.B. der Sonne oder der Erde), die Annäherung an einen Schwarzschildradius, ein elektrisches Potential und Geschwindigkeitspotentiale aufgeführt:

$$(5.04) \quad \frac{\phi}{c^2} = -\frac{GM}{rc^2} \quad \frac{\phi}{c^2} = \frac{2GM}{rc^2} \quad \frac{\phi}{c^2} = -\frac{R_S}{r} \quad \frac{\phi}{c^2} = \pm \frac{N \cdot e}{4\pi\epsilon_0 rc^2} \quad \frac{\phi}{c^2} = -\frac{v^2}{c^2} \quad \dots$$

Wir übernehmen nun die physikalisch gängige Schreibweise der Differenzierung nach der Zeit und lassen den rechten Teil der Gleichung (5.03) auf unsere dimensionslose und noch völlig statische quantenphysikalische Raum-Zeit-Metrik M einwirken:

$$(5.05) \quad F_V - \frac{\hbar}{\lambda_P} \left(\frac{1}{t_P} \kappa_\Psi - \dot{\gamma}_\phi \kappa_t \right) = \left(\frac{\hbar}{\lambda_P} \dot{\gamma}_\phi \ln \Psi_{a,b} \right) M_{\mu\nu}^{\sigma\gamma}$$

Nun werden in der Allgemeinen Relativitätstheorie dynamische Krümmungen über komplexe und komplizierte Berechnungen, ähnlich der Analyse von Gradienten und Geodäten, aber mittels Tensoren bestimmt. Was in der klassischen Physik über zweifache partielle räumliche Ableitungen realisiert wird, um eine Krümmungsstruktur mit den Einheiten m^{-2} zu bekommen, wird in der Allgemeinen Relativitätstheorie tensoriell mit einem hohen mathematischen Aufwand durchgeführt. Die zweifachen Matrizenableitungen sind hochkompliziert und in der Regel ellenlange Summationen unter Verwendung des Christoffel-Formalismus und der Anwendung diverser Korrekturterme mit einem subtil-komplexen, völlig anderen, Einheitsbegriff für m^{-2} für die Krümmung als in der klassischen Physik.

Genau an dieser Stelle entstand Einstein's berühmter Ausspruch: „Seitdem sich die Mathematiker über meine Allgemeine Relativitätstheorie hergemacht haben, verstehe ich sie selbst nicht mehr.“

Wir werden uns also für diese komplizierten zweifachen Ableitungsoperationen einen Operator basteln ohne den Anspruch, mit diesem die wabernden vierdimensionalen Krümmungsräume berechnen zu wollen. Dieser Operator muss aus Lorentz-invarianten Gründen die Gamma-Änderungsrate mit einpreisen. Da man in der Raumzeit operiert, ist es deshalb mit einer reinen Spielart des Laplace-Operators nicht getan. Stattdessen müssen wir die Form eines Wellenoperators wählen, welcher uns schon als der d'Alembert-Operator aus der Klein-Gordon-Gleichung hinlänglich bekannt ist, um die relativistische Kovarianz zu wahren. Spielart einfach deshalb, weil in unserem Falle nun die üblichen Dimensionsgrößen Zeit und Raum durch die räumlichen und zeitlich sowie zeitlich-hybriden Pauli-Dirac-Matrizen-Konfigurationen ersetzt werden müssen. In Unterscheidung der Schrödinger- und Klein-Gordon-Gleichung führen wir eine Kreis-Notation $\hat{O}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma}$ eines modifizierten d'Alembert-Operatoren ein. Dieser Operator ist ebenso wie in der Klein-Gordon-Gleichung eine Differenz aus einem Operator für eine zweite partielle Ableitung nach den zeitlichen und einem Operator der Einheit m^{-2} für eine zweite partielle Ableitung nach den räumlichen Koordinaten. Daraus gießen wir nun letztendlich einen Sonderoperator $\hat{O}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma}$ und lassen diesen wie folgt auf unsere Gleichung (5.05) los:

$$(5.06) \quad F_V - \frac{\hbar}{\lambda_p} \left(\frac{1}{t_p} \kappa_\Psi - \dot{\gamma}_\phi \kappa_t \right) = \left[\frac{\hbar \dot{\gamma}_\phi}{\lambda_p} \ln \Psi_{ab} \right] \hat{O}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} [M_{\mu\nu}^{\sigma\gamma}]$$

Um nun reine zeit- und räumliche invariante Informationen nur über die eigentlichen Krümmungseigenschaften zu bekommen, dividieren wir die Gleichung links und rechts durch die Planck-Kraft F_P :

$$(5.07) \quad \frac{8\pi G}{c^4} \left[|F_V|_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} - \frac{\hbar}{\lambda_P} \left(\frac{1}{t_P} |\kappa_\Psi|_{\mu\nu}^\sigma - \dot{\gamma}_\phi |\kappa_t|_{\mu\nu}^\gamma \right) \right] = \frac{8\pi G}{c^4} \left[\frac{\hbar \dot{\gamma}_\phi}{\lambda_P} \ln \Psi_{ab} \right] \hat{O}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} [M]_{\mu\nu}^{\sigma\gamma}$$

Nun setzen wir den gesamten Ausdruck rechts des Gleichheitszeichens und der Proportionalitätskonstanten mit unserem **Potential-Impulstensor** $\mathbb{T}$ gleich:

$$(5.08) \quad T_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} = \left[\frac{\hbar \dot{\gamma}_\phi}{\lambda_P} \ln \Psi_{ab} \right] \hat{O}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} [M]_{\mu\nu}^{\sigma\gamma}$$

6. Der Quantentensor, die Vakuumenergie, Vektorfelder und Quantenzustände

Der linke Teil der Gleichung (5.07) muss natürlich wieder auf Matrizen angewendet werden, damit die Gleichung stimmt. Dies habe ich oben mit den Indizes rechts an den Längsstrichen angedeutet und präzisiere es dadurch, dass ich für F_V/F_P den Quanten-Tensor $\mathbb{Q}$ einführe. Damit sowohl die Einheiten stimmig sind als auch die Gesamtgleichung den Symmetrieerhaltungssätzen (neben der CPT-Symmetrie, den aller Noether-Theoreme) genügen, muss unser Quanten-Tensor folgender Identität entsprechen:

$$(6.01) \quad \mathbb{Q}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} \equiv \mathbb{P}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} - \left(\vec{\nabla}_{\mu\nu}^{\sigma_n} \left[\omega_S \Lambda_q \vec{r}_0 \ln \left(\frac{\vec{r}_n(\sigma_n^1, \sigma_n^2, \sigma_n^3)}{\vec{r}_0(\sigma_0^1, \sigma_0^2, \sigma_0^3)} \right) \right] [q_{\mu\nu}^\sigma] \right)$$

Der **Quanten-Tensor** $\mathbb{Q}$ ist damit der **bereinigte Gesamtkrümmungstensor** $\mathbb{P}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma}$ auf der linken Seite der noch komplett herzuleitenden Feldgleichung. Er ist die mathematische Verbindungsstelle, welche dafür sorgt, dass die kovariante Divergenz der gesamten linken Seite verschwinden kann. Dieser **Quanten-Tensor** beschreibt die **fundamentale Krümmung des Hilbert-Raumes**.

Den **räumlich und zeitlich-hybriden Tensor** $\mathbf{P}_{\mu\nu}{}^{\sigma\gamma}$ nenne ich **Pauli-Dirac-Tensor**. Dieser ist der **Repräsentant der starren Clifford-Algebra der Dirac- und Pauli-Matrizen** sowie aller **diskreten Zustände auf der Planck-Skala**.

Der **differentielle Korrekturterm** in (6.01) **zieht die räumlichen Gradienten des Vakuums** als partielle Ableitungen 1. Ordnung nach dem Radius r_n direkt **mit Hilfe einer Form eines Nabla-Operators** $\vec{\nabla}_{\mu\nu}{}^{\sigma}$ **vom rein statischen Tensor** $\mathbf{P}_{\mu\nu}{}^{\sigma\gamma}$ **ab**. Die Konstante r_0 ist hierbei der Grenzbereich als Abstand eines gravitativen Systemzentrums, von wo die Statistik der Masseverteilungsgeschwindigkeiten eines quasi starren Körpers beispielsweise in die Kepler-Bahn außerhalb dieses Bereiches übergehen bzw. relativistische Horizonte auftreten. Dies betrifft im kosmischen Maßstab sowohl die nichtrelativistische Gesamtbetrachtung eines Systems von z.B. Galaxien als auch die relativistischen und extrem relativistischen Zonen von beispielweise Neutronensternensysteme und der Systeme von Schwarzen Löchern. Zur Logarithmus-initiierten Vorzeichenumkehr innerhalb dieser Bereiche wird weiter hinten im Kapitel näher eingegangen werden. Nur so viel schon: Die außerhalb der besagten Grenzen auftretenden räumlichen Krümmungen und die damit entstehenden positiven Drücke auf großen kosmischen Skalen erklären die **Dunkle Materie** mit einem Anteil von ca. 27% an der Gesamtenergiedichte unseres Universums.

Unsere kompaktifizierte, neu aufgeschriebene, Quanten-Feldgleichung sieht nun folgendermaßen aus:

$$(6.02) \quad \mathcal{Q}_{\mu\nu}{}^{\sigma\gamma} - \frac{8\pi G \hbar}{c^4 \lambda_p} \left(\frac{1}{t_p} |\kappa_\Psi|_{\mu\nu}{}^\sigma - \dot{\gamma}_\phi |\kappa_t|_{\mu\nu}{}^\gamma \right) = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}{}^{\sigma\gamma}$$

Multiplizieren wir nun den Subtrahenden auf der linken Seite der Gleichung durch, erhalten wir diese kompakte Gleichung, in welcher dann noch die Planck-Zeit auf den zeitlichen Konstanten-Term wechselt und dabei gleichzeitig vom reziproken zum nichtreziproken Vorfaktor switcht.

$$(6.03) \quad \mathcal{Q}_{\mu\nu}{}^{\sigma\gamma} - |\kappa_\Psi|_{\mu\nu}{}^\sigma + t_p \dot{\gamma}_\phi |\kappa_t|_{\mu\nu}{}^\gamma = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}{}^{\sigma\gamma}$$

Was aber bedeuten die Zusammenhänge auf der linken Seite der Gleichung rechts neben dem Quanten-Tensor im Zusammenhang mit den Konstanten in den Querstrichen? Und muss man diese dann nicht auch mittels Tensoren aufhübschen? Ja, das muss man, denn man kann letztendlich in unserer tensorendeterminierten Feldgleichung nur auf Tensoren wirkende Terme miteinander addieren oder subtrahieren. Und was bedeuten nun die Konstanten konkret? Dass diese Konstanten letztendlich die Einheit der reinen räumlichen Dimension hoch minus 2, genauso wie die rechte Seite der Gleichung haben müssen, ist trivial.

Aber nicht so schnell. Wenn wir uns einmal obige Gleichung ohne den Multiplikator-Konstanten-Term auf der linken Seite vorstellen, würde dieses Grundgerüst genauso aussehen wie Einstein's erste Version seiner Feldgleichung der Allgemeinen Relativitätstheorie.

Albert Einstein merkte sofort, dass seine Gleichung so wie sie ist instabil sein musste. Denn die Gleichung würde bei der nur kleinsten auftretenden Inhomogenität im Gravitationsfeld sofort in sich zusammenfallen, da sich jegliche Energie und Masse gegenseitig anzieht und so alles in kürzester Zeit zu einem Schwarzen Loch und weiter zu einer Singularität kollabieren würde. Deshalb führte er seine berühmte Kosmologische Konstante Λ ein, die er, wie kolportiert, mit dem flapsigen Spruch über seine „größte Eselei“ sofort wieder einkassierte, als Hubble mit seinem Teleskop die Ausdehnung des Universums nachwies. Dass genau seine Kosmologische Konstante die Ursache dieser Ausdehnung war und er die Expansion noch vor Hubbles Beobachtung hätte voraussagen können, kam ihm im Traum nicht in den Sinn. Diese Kosmologische Konstante nämlich versucht mit ihrem konstanten negativen Druck über einen stetig zunehmenden Skalenfaktor an jedem Punkt im Raum diesen unweigerlich gegen die Gravitation aufzudehnen. Durch die Friedmann-Gleichungen und die modernen kosmologischen Modelle haben wir eine Ahnung, wie sich durch diese beidseitige Konkurrenz das Universum dynamisch vom Urknall bis heute entwickelt hat.

Dieses Abschweifen in die Kosmologie hat uns wie ein Geistesblitz in Erinnerung gerufen, dass dieses Einstein'sche Lambda bei Massfreiheit eine exponentielle Ausdehnung der Längenskalen verursacht. Von Zeitdehnung oder zeitlicher Kontraktion war und ist hier nicht die Rede. Für diesen Fakt stehen die Friedmann- und die anerkannten kosmologischen Modelle Pate und sind sowohl über Beobachtungsdaten von erd- und satelittengestützten Teleskopen als auch quantenphysikalischen Experimenten unzählige Male bestätigt worden.

Dafür eben passt doch unsere rein räumliche Metrik unseres Produkt-Konstanten-Terms des Quantenvakuums wie der Deckel auf den Topf. Er scheint also nur darauf gewartet zu haben, seine ihn von der Mathematik zugewiesenen Rollen zu übernehmen: Aus den gleichen Gründen wie Einstein's Feldgleichung würde nämlich auch unsere Gleichung ohne Konstante auf quantenphysikalischen wie auch auf kosmischen Längen kollabieren.

Da unsere räumliche Metrik dimensionslos und statisch ist, muss nun auf jene eine Krümmungskomponente wirken, welche für jedes einzelne Inertial von $k_{\uparrow} = P$ (Planckskaala) bis $k_{\downarrow} = n$ (dasjenige durch einen Messprozess beobachtete Inertial) eine Konstante darstellt und die dementsprechende Einheit für die Krümmung m^{-2} mitliefert: Und genau dies ist der quadrierte Hubble-Parameter zuzüglich der Proportionalitätsgröße c^2 . Und wenn man darüber hinaus bis zu über massenhaft viele Linearkombinationen aufsummiert, kommt sowohl über die diskreten Summationen als auch über die kontinuierlichen Integralbetrachtungen innerhalb der durch die Beobachtung oder den Messprozess gesetzten Grenzen, ein entropiegetriebener Faktor ω_s zur Geltung. Dieser basiert auf den Berechnungen von Stephen Hawking und ich hatte diesen im Rahmen meiner Ursprungstheorie schon vor 15 Jahren ausgiebig diskutiert und auch alternativ hergeleitet. Und dieses ω_s , also die Entropie und damit die Wahrscheinlichkeit der Besetzung von Energieniveaus, sorgt dafür, dass die Vakuumdichte immer genau den Wert hat, den sie haben muss: Auf der Planck-Skala riesengroß und auf der Skala unseres Universums 10^{123} - mal kleiner. Nur, dass jetzt das entropisch determinierte ω_s als Türsteher diesen größten Fehler der Geschichte brutal glattbügelt: Diese absolut muskulöse und Respekt einflößende Person, welche schon Planck „aus lauter Verzweiflung“ in seine Strahlungsformel, dort allerdings über eine abklingende e-Funktion, eingreifen lassen musste und welche wir im Skript „100 Jahre Schrödinger-Gleichung: auf den Spuren von Fourier bis Dirac“ ausgiebig angewendet und hergeleitet haben. Nicht nur, dass dadurch jetzt immer der quantenphysikalische Vakuum Erwartungswert durchgeboxt wird. Hier leistet die Entropie auch die Arbeit des Boxrichters und verhindert so permanent den Einsturz oder das Auseinanderbersten unseres universellen Kampfringes. Und so ganz nebenbei erhält die Entropie für hinreichend viele Linearkombinationen ebenfalls den in die Zukunft gerichteten Zeitpfeil am Leben und uns die ganzen Paradoxien vom Leib.

Der Konstantenterm um κ_{ψ} löst sich in Wohlgefallen auf, indem wir also nach dieser ganzen Argumentationsflut sowohl die **Energie des falschen Vakuums** als auch die Entropie in un-

sere Feldgleichung der Quantenphysik einziehen lassen, dadurch, dass wir unsere diskutierten Komponenten mit dem dafür genau dafür zugeschnittenen Planck-Wert Λ_q multiplizieren und auf den in Kapitel 4 vorgestellten und charakterisierten **Tensor des falschen Vakuums** $q_{\mu\nu}^\sigma$ einwirken lassen:

$$(6.04) \quad \left| \mathcal{Q}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} - \left(-\omega_S \Lambda_q q_{\mu\nu}^\sigma \right)_{DE} + t_P \dot{\gamma}_\phi \left| \kappa_t \right|_{\mu\nu}^\gamma \right| = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} \Big|_{n \leftarrow}^{P \uparrow} \quad \omega_S = \left(\frac{H_n}{H_p} \right)^2 \quad \Lambda_q = \frac{3H_p^2}{c^2}$$

Das **falsche Vakuum** generiert einen **negativen Druck**, deshalb auch das Minuszeichen in der Klammer. Die Klammerfolge ist also der **entropisch determinierte Vakuumterm**, welcher die großräumige, rein räumliche **Expansion durch das falsche Vakuum** steuert. Die Wirkung dessen ist die für das Kosmologische Modell so wichtige **Dunkle Energie DE** mit einem Anteil von ca. 68% der Gesamtenergiedichte unseres Universums: Weil, und zwar nur dann, wenn verschwindende Potentialgradienten vorhanden sind. Im kosmologisch kleineren Maßstab ist das der leeren Raum zwischen den Galaxienhaufen und den Galaxien, auf kosmologisch größeren Skalen die sogenannten Voids. Bezüglich der Wirkung auf den Mikrokosmos wird in diesem Zusammenhang (ebenso bei positiven Drücken, siehe weiter unten) noch im folgenden Kapitel näher eingegangen.

In diesem Zusammenhang muss man die Gelegenheit an dem Schopfe packen und ein für alle Mal mit der String-Theorie brechen, denn unser Universum kann nur dadurch evolutionär lang genug existieren, um uns Menschen hervorzubringen (und welche erst auf den Mikro- und Makrokosmos zurückblicken können), wenn es genau drei räumliche und eine zeitliche Dimension gibt. Das ist nicht nur optimal, sondern streng diskret notwendig. Da sind keine Dimensionen zu Planck-energiehaltigen Ungetümen aufgerollt (Kaluza-Klein-Räume). Die physikalisch-mathematische Begründung dafür ist nahezu banal:

Die Auswertung des Frequenzspektrums von Photonen der kosmischen Hintergrundstrahlung offenbart eine fast perfekte Übereinstimmung mit dem mathematischen Kurvenverlauf der Planck'schen Strahlungsformel. Im letzten Skript zum 100. Jahrestag der Schrödinger-Gleichung haben wir diese ausführlich behandelt. Da die Hintergrundstrahlung rund 380.000 Jahre nach dem Urknall aus einem thermodynamischen Gleichgewicht heraus mittels Photonen über

die Expansion „versendet“ wurde und nach knapp 14 Milliarden Jahren heute durch uns rotverschoben empfangen und ausgewertet wurde, bedeutet das: Während dieser ganzen fast 14 Milliarden Jahre befand sich unser Universum im Zustand eines nahezu idealen schwarzen Körpers. Und zwar in einem Zustand eines ebenfalls fast perfekten thermodynamischen Gleichgewichtes mit einer Entropieänderung von $\Delta S \rightarrow \lim 0$. Die mathematische Struktur der Strahlungsformel sagt eigentlich voraus, dass bei Änderungen der Längenskalen dieser ideale Zustand in sich zusammenfällt. Man dürfte also keine solch übereinstimmenden experimentellen Daten erhalten. In einem einzigen Falle jedoch, wenn sich symmetrisch radial mit einer Rate einer dritten Potenz in Abhängigkeit der Dimension der Zeit das Volumen verdünnt, bleiben diese idealen Eigenschaften erhalten. Aus welchen Gründen auch immer, ist die Planck'sche Strahlungsformel so und nicht anders konstituiert. Das führt dazu, dass während der dynamischen dreidimensionalen Entwicklung unseres Universums die darin enthaltenen Systeme auf einem fast, aber nicht ganz, hundertprozentigen Entropieniveau permanent dynamisch diesem „hinterher hetzen“ mussten, ohne das thermodynamische Gleichgewicht ganz zu erreichen. Jedenfalls solange, solange die Expansion des Universums anhält und das scheint ja so für alle Ewigkeiten zu sein. Lange Rede, kurzer Sinn: So lange wir in der Hintergrundstrahlung diese fast perfekte Verteilungskurve messen, muss unser Universum drei räumliche Dimensionen besitzen. Bis jetzt jedenfalls war dies der Fall. Und Abweichungen davon deuten höchstens auf Inhomogenitäten innerhalb der dreidimensionalen Ausdehnungsraten durch universelle inhomogene gravitative Verteilungsgradienten hin.

Ebenso erzeugt das falsche Vakuum auch einen positiven Druck: siehe Pluszeichen in der großen Klammer in (6.05). Und zwar dann, wenn gleichzeitig auf größeren kosmischen Skalen (siehe die logarithmische Relevanz von r zu r_0 in der folgenden Formulierung) und Potentialgradienten (Veränderung der Gravitationspotentiale über die Nabla-Operatorform) gemäß (6.05) zum Tragen kommen. Dies betrifft im kosmischen Maßstab die Außenbereiche von Galaxien, sodass die beobachteten flachen Rotationskurven entstehen sowie die in Galaxienhaufen beobachtete viel größere Bewegungsenergie, als es die Allgemeine Relativitätstheorie ohne postulierte Dunkle Materie voraussagt. Diesen **positiven Druckanteil an Vakuumenergie**, die **Dunkle Materie DM**, hatten wir schon einmal in Gleichung (6.01) am Anfang dieses Kapitels diskutiert.

$$(6.05) \quad \mathcal{Q}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} \equiv P_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} - \left(+ \vec{\nabla}_{\mu\nu}^{\sigma_n} \left[\omega_S \Lambda_q \vec{r}_0 \ln \left(\frac{\vec{r}_n(\sigma_n^1, \sigma_n^2, \sigma_n^3)}{\vec{r}_0(\sigma_0^1, \sigma_0^2, \sigma_0^3)} \right) \right] \left[q_{\mu\nu}^{\sigma} \right] \right)_{DM}$$

Und letztendlich bringt sich noch die Konstante κ_t als Primärteil für die Erklärung von **elektromagnetischer Wechselwirkung** (EMW), der anderen **zwei quantenphysikalischen Grundkräfte** (Starke Wechselwirkung StW, Schwache Wechselwirkung SW) als auch der gequantelten Entstehung der **Planckladung** E_P und damit auch über die Feinstrukturkonstante und Konvention der **Einheitsladung** e in Position. Gleichzeitig zeigt dieser Term auch für die **dynamische Evolution** sowie die **Spineigenschaften** Verantwortung. Sehr konsistent werden diese Feststellungen dann dadurch, dass links der Gleichung bis jetzt nur die rein räumliche 6x6-Metrik Metrik des falschen Vakuums $q_{\mu\nu}^{\sigma}$ steht. Denn erst, wenn man die 8x8-Metrik der in Kapitel 4 vorgestellten und charakterisierten **zeitlich-hybriden Metrik** $t_{\mu\nu}^{\gamma}$ dazu addiert, wird alles erst völlig stimmig. Und da wir diese Metrik mit der zeitlichen Rate des Gammafaktors verzerrt haben und alles mit einem zeitlichen **Operator** $\hat{\partial}_t$ erster Ordnung partiell ableiten lassen, haben wir einschließlich der korrekten Einheitsfindung nun hoffentlich alles komplett und richtiggemacht.

$$(6.06) \quad \left| \mathcal{Q}_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} + \left(\omega_S \Lambda_q q_{\mu\nu}^{\sigma} \right)_{DE} + \left(\frac{i}{c^2} \dot{\gamma}_{\phi} \hat{\partial}_t t_{\mu\nu}^{\gamma} \right)_{GrW \rightarrow StW \rightarrow SW \rightarrow EMW}^{E_P \rightarrow e} \right| = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} \Bigg|_{n \leftarrow}^{P \uparrow}$$

Diese **letzte Summe im linken Teil der Gleichung** korrespondiert, wie noch im nächsten Kapitel genauer beschrieben, sowohl mit der positiven als auch der negativen quadratischen **Elementarladung** e , welche wegen der Struktur unseres zeitlichen und damit im übertragenen Sinne auch energetischen Tensors gleichzeitig in Fermionen wie auch in den entsprechenden Antiteilchen auftauchen. Diese korrespondierende alternierende Elementarladung nach (6.07) ist damit intrinsisch quantisiert und mittels der jeweiligen konkreten **Kopplungskonstanten** α auf die jeweiligen **Felder der elektromagnetischen Kraft** und über weitere Herleitungen auch auf die **Felder der andere drei Grundkräfte** anwendbar. Auch dies hatte ich in meiner Ursprungstheorie vor 15 Jahren ausgiebig beschrieben und diskutiert.

$$(6.07) \quad \frac{i}{c^2} \dot{\gamma}_{\phi} \hat{\partial}_t t_{\mu\nu}^{\gamma} \xrightarrow{F_{t_{\mu\nu}^{\gamma}} \rightarrow E_P^2 \dot{\gamma}_{\phi} \hat{\partial}_t t_{\mu\nu}^{\gamma}} E_P^2 = \frac{\hbar}{c} [kg m] \xrightarrow{e = \pm \sqrt{\frac{\alpha \hbar \cdot 10^{-7}}{c}} [C]} e = \pm \sqrt{2\alpha \varepsilon_0 \hbar c} [C]$$

Dieser zeitlich partiell abzuleitende Term aus (6.06 und 6.07) ist aber nicht allein für die Implikation von Ladungen und Vektorfelder verantwortlich. Nehmen wir nämlich den differentiellen Korrekturterm bezüglich der räumlichen Gradienten des Vakuums aus (6.01 und 6.05) dazu, drängt uns die Mathematik direkt zur Vektoranalysis,

$$(6.08) \quad \left| \left(\frac{i}{c^2} \dot{\gamma}_{\phi} \hat{\partial}_t t_{\mu\nu}^{\gamma} \right)_{GrW \rightarrow StW \rightarrow SW \rightarrow EMW}^{E_p \rightarrow e} \right| + \left| \vec{\nabla}_{\mu\nu}^{\sigma_n} \left[\omega_S \Lambda_q \vec{r}_0 \ln \left(\frac{\vec{r}_n(\sigma_n^1, \sigma_n^2, \sigma_n^3)}{\vec{r}_0(\sigma_0^1, \sigma_0^2, \sigma_0^3)} \right) \right] q_{\mu\nu}^{\sigma} \right|_{DM}$$

denn im linken Klammerterm ist die Gammarate über seine Beschleunigungskomponente im Zusammenspiel mit dem Tensor t als ein veränderlicher Druck und damit eine dynamisierte Energiedichte zu interpretieren. Damit ist der **linke Term** nichts anderes als die **zeitliche partielle Ableitung** einer **Dichte**. Im **rechten Term** erkennt man das Produkt eines Nabla-Operators mit einem räumlichen Vektor $r_0 \ln(r_n/r_0)$ zuzüglich von Vorfaktoren. Und das ist die **Divergenz** bzw. der **räumliche Abfluss eines Stromes**. Und das führt uns direkt über die Notation **S** zur sogenannten **Quellendichte**. Jetzt steht sie also da, die **allgemeine Kontinuitätsgleichung der Vektoranalysis**:

$$(6.09) \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{J} = S \quad S > 0 : \text{Quellen} \quad S < 0 : \text{Senken} \quad S = 0 : \text{Vektorfeld}^{1)}$$

¹⁾ bei $S=0$:

Wenn die Dichte an einem Punkt zeitlich abnimmt, muss die Divergenz positiv sein. Dann fließt das Feld räumlich von diesem Punkt weg.

Wenn die Dichte an einem Punkt zeitlich zunimmt, muss die Divergenz negativ sein. Dann fließt das Feld räumlich auf diesem Punkt zu.

Das heißt für beide Fälle: Die zeitlichen Änderungen im linken Gleichungsteil erzeugen dadurch die Dynamik eines Vektorfeldes.

Diese ganzen Zusammenhänge haben phänomenale Auswirkungen und möglicherweise kann man jetzt alle vier physikalischen Grundkräfte in einem einzigen mathematischen Zusammenhang beschreiben. Ich belasse es aber hier bei unserer Hoffnung und vier ganz spezifischen Sonderfällen:

Die linke Seite der Gleichung wird Null, weil sich die Gammarate nicht ändert und damit auch keine Dichteveränderung da ist bzw. aus anderen Gründen bei einer definierten Gammarate die zeitliche Dichteänderung verschwindend ist.

Dann wird der Term der rechten Seite und damit S größer 0, wenn wir uns außerhalb von Horizonten r_0 bewegen. Nun haben wir die Quelle eines Potentials. Eine zusätzliche gravitative Anziehung, die Dunkle Materie, welche hier durch theoretisch vermittelnde Teilchen mit einem ganzzahligen Spin größer 1 beschrieben werden könnten.

Wenn wir uns innerhalb der Horizonte r_0 bewegen wird der rechte Term negativ und damit S auch. Es entsteht die Senke eines Potentials. Das wäre als das Abfließen von Gravitation durch Dunkle Materie (über theoretisch denkbare Teilchen mit Spin ganzzahlig größer 1 gekoppelt) und damit als eine Verminderung schon vorhandener Anziehung interpretierbar. Das hätte den charmanten Effekt, dass die gegen Unendlich gehenden positiven Attraktionen innerhalb von relativistischen gravitativen Zentren durch den negativ gegen Unendlich gehenden Logarithmus zu sehr kleinen Gesamtwerten ausgeglichen werden.

Die rechte Seite der Gleichung wird Null, weil Ereignisse räumlich auf der gleichen Skala stattfinden.

Die Dichteänderungen auf der linken Seite nehmen zu und bzw. der Gammafaktor auch. Dann wird die linke Gleichungsseite und damit wiederum S größer Null. Wir beobachten wieder eine Quelle. Da wir uns jetzt auf der zeitabhängigen, energetisch wirksamen Seite bewegen, kann dies nur mit einer positiven quantenphysikalischen Ladung, sich in Zeitrichtung bewegende Masse, einer Energie oder Quantenzahl mit halbzahligen Spin (Fermionen $\frac{1}{2}$, Baryonen $\frac{1}{2}$...) vergleichbar sein.

Die gegenteilige Entsprechung führt dann logischerweise zu S kleiner Null, was mit einer Senke und damit mit einer negativen quantenphysikalischen Ladung, sich gegen die Zeitrichtung bewegende Masse, einer Energie oder Quantenzahl mit halbzahligen Spin (Fermionen $\frac{1}{2}$, Baryonen $\frac{1}{2}$...) entspricht.

Die Summe in (6.08) ist verschwindend, weil beide Seiten der Gleichung Null sind. Dies ist genau dann der Fall, wenn sowohl die Änderungsraten des Gammafaktors und der Dichte als auch r_0 Null sind. Dann gäbe es im gesamten Quantensystem keinerlei Raumzeitkrümmungen, also auch nichts an dem man r_0 oder r_n festmachen könnte, da weit und breit kein dynamisches System mehr vorhanden ist oder im Umkehrschluss vorhanden war. So kann nach obigen Definitionen der Kontinuitätsgleichung auch kein wirkungsvolles Vektorfeld entstehen, da ein dynamisches Fließen entfällt. Und deshalb auch keine Senken und Quellen da sind.

Dieses System wäre quantenphysikalisch entweder im völligen Gleichgewicht oder ein kontinuierliches, divergenzfreies und stationäres Feld. Damit fällt unter dem Umstand der Kopplung mit räumlichen Parametern dieses Feld aus der Kategorie der Vektorfelder heraus und mutiert zu einem skalaren Feld mit einem Spin 0 (wie bei der Klein-Gordon-Gleichung): Also freie Mesonen, Pionen und das Higgs-Boson.

Die Summe in (6.08) verschwindet, weil sich beide Seite gegenseitig zu Null nivellieren. Dann entstehen wie oben definiert, abhängig wie sich die Raten auf den beiden Seiten der Gleichung verhalten, entweder von r_0 wegfließende oder sich auf r_0 zubewegende Vektorfelder. Die bekanntesten davon sind die elektromagnetischen Felder (gekoppelt über Photonen mit Spin 1) und postwendend sind wir über unsere allgemeine Feldgleichung der Quantenmechanik bei den Maxwell-Gleichungen gelandet. Aber auch die Quantenfelder der Schwachen ($W^\pm$ - und Z-Bosonen) und der Starken Kraft (Gluonen) mit Spin 1 sollten damit beschreibbar sein. Und ebenso das Gravitationsfeld der Quellen der Schwerkraft (vermittelt durch Gravitonen mit Spin 2): Die ganzen kompakten Massen und Energien.

Es gibt allerdings noch eine ganze Menge anderer Möglichkeiten dazwischen, welche uns das Gleichungssystem (6.08) bietet, um sowohl verschiedenartigste Quellen wie Massen und Energiekonzentrationen, Quellen und Senken für Energien, Ladungen und Quantenzustände als auch statische und dynamische Vektorfelder zu beschreiben, je nachdem wie man die beiden Seiten und die darin vorhandenen Faktoren mit Einträgen gewichtet und wie viele Inertiale aufsummiert oder innerhalb der inertialen Grenzen zu immer größeren Systemen integriert werden.

Was allerdings in allen möglichen Fällen in unserer Feldgleichung niemals verschwindet, ist die konstante Energiedichte des falschen Vakuums Λ_q . Diese ist hochgradig emergent. Sie kann sich einerseits niemals zu Null nivellieren, weil hier chaotische, komplexwertige Phasenrotationen auftreten, bei denen rein aus mathematischen Gründen kommutative Auslöschungen niemals möglich sind. Und genau das ist nicht nur die Ursache der berühmten Heisenberg'schen Unbestimmtheitsrelation, sondern auch die universelle Wirkung eines negativen Druckes auf die Skalen an allen Punkten in unserem Universum. Gäbe es dafür vermittelnde Teilchen, müssten diese über ein skalares Feld den Spin 0 besitzen.

$$(6.10) \quad p_{Vakuum} = F_P \left(-\omega_S \Lambda_q q_{\mu\nu}^\sigma \right)_{DE}$$

Wie schon angedeutet, könnte somit das gesamte Spektrum der Grundkräfte, deren Wechselwirkungsmechanismen mit den Quantenteilchen und viele andere Charakteristiken des Standardmodells der Quantenphysik, der inflationären Ausdehnung nach dem Urknall und des modernen kosmologischen Modells der dynamischen Entwicklung unseres Universums abgedeckt werden.

7. Die universelle Feldgleichung, Anwendungsoptionen und Fazit

Wir verzichten auf die Notationen bezüglich der Linearkombinationen, Aufsummierungen und der Integration über die inertialen Beobachter bzw. dem Messprozess und der Planck-Skala und schreiben unsere **universelle Feldgleichung der Quantenmechanik** noch einmal eingerahmt final auf:

$$(7.01) \quad Q_{\mu\nu}^{\sigma\gamma} + \omega_S \Lambda_q q_{\mu\nu}^\sigma + \frac{i}{c^2} \dot{\gamma}_\phi \hat{\partial}_t t_{\mu\nu}^\gamma = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}^{\sigma\gamma}$$

Damit könnte diese **Feldgleichung der Quantengravitation** hinsichtlich aller im Skript genannten Untertheorien bis hin zur Allgemeinen Relativitätstheorie und entropisch-thermodynamischer Betrachtungen in sich konsistent und widerspruchsfrei sein und harrt ab jetzt geduldig ihrer Falsifizierung.

Hier einige, aber längst noch nicht alle, Anwendungsoptionen. Viele davon wurden schon in den vorhergehenden Kapiteln unter die Lupe genommen, auch einige die allgemein zusammengefasst im Folgenden so nicht auftauchen werden. Möglicherweise habe ich mich bei einigen Aspekten zu weit aus dem Fenster gelehnt, bei anderen vielleicht auch nicht. Ich bin hier an einem Punkt angekommen, wo der Wust an Möglichkeiten und die komplexen und zunehmend komplizierter werdenden mathematischen Zusammenhänge anfangen mir meine Grenzen aufzuzeigen.

Anwendungsoption 1: Die zeitliche Änderung des Gammafaktors ist verschwindend und bzw. oder die komplexen Wellenfunktionen vom Hier zum Dort bleiben gleich:

Dann wird der rechte Teil der Gleichung über den Potential-Impuls-Tensor und bzw. den Logarithmus der Wellenfunktionen Null und Raumzeitkrümmungen haben keinen Einfluss. Die Gleichung (7.01) transformiert zurück zur Dirac-Gleichung, da sich die tangential angehefteten Minkowski-Metriken wie die Schuppen eines plattgefahrenen Gürteltieres geradelegen. Der im linken Teil der Gleichung verbliebene Pauli-Dirac-Tensor wird gleich dem Dunklen-Materie-Term abzüglich des Dunklen-Energie-Terms. Im absolut gravitativ leeren Raum gibt es lediglich entropisch determinierte chaotische Vakuumenergie, deren physikalische Aussagen im imaginären mathematischen Raum versteckt bleiben. Diese Vakuumenergie kommt allerdings erst zum reellen Tragen, wenn über inertielle Beobachter durch einen Beobachtungs- oder Messprozess Energie in das System gepumpt wird. Dann allerdings werden die Raten des Gammafaktors automatisch wieder größer als Null, so als wenn sich das verwesende Gürteltier unter dem Druck der Faulgase zu einem gekrümmten Kadaver aufbläst.

Anwendungsoption 2: Die komplexen Wellenfunktionen verändern sich vom Hier zum Dort und bzw. oder die Rate des Gammafaktors erhöht sich.

Dabei entstehen durch die Euler-Identitäten imaginäre Anteile, die unsere komplexen Nebeneinträge in den Tensoren über die transponierte Skalarproduktbildung reellwertig werden lassen. Damit verbunden erhöht sich die Gammarate über Null bis zum Limes Unendlich bei extrem relativistischen Energien. Dieser kausale Zusammenhang ist allerdings reversibel, das heißt, durch eine Erhöhung der Gammarate verändern sich im Rückkehrschluss auch die Wellenfunktionen. Es entstehen durch die komplexen und reellen Anteile sich immer mehr verstärkende dynamisch-chaotische fluktuierende Raumzeitstrukturen. Im extrem relativistischen Falle gehen diese Krümmungen dann allmählich in eine quantisierte Raumzeitstruktur (Quantenschaum) über.

Anwendungsoption 3: Über die sich ständig verändernden Wellenfunktionen projiziert die Änderungsrate Unendlich des Gammafaktors alle Energie genau auf die Lichtkugel bzw. auf einen Ereignishorizont.

Die Zeit bleibt stehen und die Längenskalen verschwinden mathematisch im Unendlichen: Es werden inertialbefreite Photonen beschrieben.

Anwendungsoption 4: Wie Anwendungsoption 2, nur wird hier auf stark relativistische Potentiale abgehoben.

Die Potentiale streben für mit Ruhemasse behafteter Teilchen zu Limes Unendlich und sind praktisch bis auf minimale Tunneleffekte nicht mehr zu überwinden. Die Raumzeitkrümmungen sind kurz vor dem Zerreißen ihrer einst eigenen Struktur. Die Zeit bleibt nahezu stehen und die Längenskalen krümmen sich in den Potentialzentren bis fast ins Unendliche. Der Übergang zu Wurmlochbildungen durch Krümmungs- und damit Tunneleffekte steht unmittelbar bevor und wird mittels Tunnelungswahrscheinlichkeiten wie schon bei Option 2, jetzt aber vermehrt, realisiert. Die Quantenverschränkung und damit einhergehende instantane Quantenreaktionen sind jetzt, wie auch bei Option 2, nun aber einhundertprozentig nachvollziehbar. Die Pauli-Spinoren determinieren die Spineigenschaften. Destruktive Interferenz auf ein und demselben Energieniveau verhindert die gleichzeitige Besetzung von Fermionen mit derselben Spinrichtung (Pauli-Verbot): Es werden Quanten und Quantensysteme wie Fermionen, Leptonen und Baryonen beschrieben.

Anwendungsoption 5: Durch immer weiter kollabierende Potentiale in die Energiebereiche der Planck-Skala hinein wird der Ereignishorizont in den raumartigen Bereich durchbrochen.

Dadurch wird die Änderungsrate des Gammafaktors (durch die dann negative Wurzel) imaginär. Diese imaginären Komponenten beeinflussen nun die immer noch vorhandenen reellen Anteile in unseren Tensoren, sodass es jetzt so richtig chaotisch wird. Die Phasenrotationen im komplexen Hilbert-Raum nehmen immer mehr an Fahrt auf. Überlichtgeschwindigkeiten und zeitliche Paradoxien konzentrieren sich auf nicht mehr strukturierte infinitesimale Quantenschaumbereiche. Ein maximaler Anteil an Quantenfluktuationen verschwindet für immer in der komplexen Zahlenebene. Diese komplexen Einträge sind in den Tensoren nicht mehr kommutativ. Es entsteht dadurch ein sogenanntes falsches Vakuum, einen negativen Druck auslösende Energiedichte, die niemals Null werden kann und den gemittelten Betrag der

Planck-Energiedichte hat. Diese Argumentationen führen im Weiteren ebenfalls direkt mathematisch zu der Heisenberg'schen Unbestimmtheitsrelation: Es wird hier also das falsche Vakuum als Ursache der Dunklen Energie beschrieben.

Vorausschau:

Da die Heisenberg'sche Unschärfe mit einem sogenannten Quantenschaum und beides wiederum mit der Existenz eines omnipräsenten falschen Vakuums auf den Planck-Skalen zusammenhängt, kann man postulieren, dass dies genau die Zustände während oder kurz vor dem Urknall waren. **Voraussage 1:** Wenn es gelingt, aus den quantengravitativen Zusammenhängen rein **geometrisch** den **Verlauf der Wechselwirkungskonstante** vom Wert 1 über den Wert 128^{-1} bei Energien des elektroschwachen Symmetriebruches bis hin zu dem der Feinstrukturkonstante der elektromagnetischen Kraft von 0,0072973525 nur über quantenphysikalische Zusammenhänge und der mathematischen Zahlentheorie zu **berechnen**, wäre dies ein deutlicher Hinweis auf die **Relevanz der hier vorgestellten Theorie**.

Die Fluktuationen, welche letztendlich zur exponentiellen Ausdehnung nach dem Urknall geführt haben, müssten ebenso noch als „Feinstruktur“ in der Hintergrundstrahlung hinterlegt sein. Und da diese vormaligen Fluktuationen als Quantenschaum gravitativ determiniert auf der Planck-Skala waren, müsste man irgendwann einmal, wenn die notwendige empfindliche Messseinrichtung dafür vorhanden ist, primordiale **extrem rotverschobene Gravitationswellen** messen, dessen **Energiedichte** nur unglaublich geringe ca. 10^{-132} J/m^3 betragen würden? Da man letzteres experimentell dann doch ausschließen muss, verbleibt nur der Hinweis auf die Hintergrundstrahlung. Also steht unsere **Voraussage 2** fest: Der experimentelle Nachweis der Quantengravitation vor bzw. mit dem Urknall muss anhand der **Auswertung** der „Feinstruktur“ der **Hintergrundstrahlung** erfolgen und wird zurückgerechnet zum Beginn unseres Universums auf eine **gravitative Energiedichte** von ca. 10^{114} J/m^3 (bezogen auf die Planck-Skala) führen.

Und, wenn wir diese beiden Werte dividieren und daraus die Wurzel ziehen (Stephen Hawking lässt uns von da Oben mit seiner von der Fläche eines Ereignishorizontes abhängigen Entropie grüßen), erscheint plötzlich unser brutaler **entropiebepackter** Bodyguard mit dem **ws**-Namensschild auf seiner muskulösen Brust in der Tür, lächelt uns an, und ruft uns 10^{123} -mal zu, damit wir das nie vergessen: „Nur durch mich funktioniert hier der ganze Laden!“

Vorläufiges Resümee:

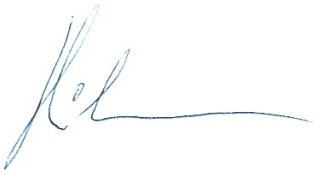
Auf den Planck-Skalen bilden sich quantisierte Raumzeitbereiche (Quantenschaum) mit den oben beschriebenen Effekten. Auf der Energieleiter absteigend unterhalb extrem relativistischer Energien transformieren sich die Quantengravitationseffekte zu einer wieder kontinuierlich gekrümmten Raumzeit zurück. Diese geht dann allmählich bei den üblichen Energien (und dann wieder hundertprozentig falsifizierbar) zu der Minkowski-Raumzeit der Speziellen Relativitätstheorie und damit in die Dirac-Gleichung über.

Unsere Feldgleichung beschreibt auch gleichzeitig die intrinsisch vorherrschende Aufweitung nur der räumlichen Skalen unabhängig von den dynamischen Krümmungsverhalten einzelner Raumzeitstrukturen. Damit sind sowohl das Modell der exponentiellen Expansion des Universums kurz nach dem Urknall, die Friedmann-Gleichungen als auch das moderne Modell der Kosmologie mit der Dunklen Materie und der Dunklen Energie in unserer Feldgleichung integriert. Außerdem sind wir auch dem Problem der 123 Potenzen auseinanderliegenden Vakuumenergien auf dem Leib gerückt um nicht zu sagen, wir haben es mittels der Thermodynamik gelöst.

Wir wissen, dass die die Planck-Skala betreffenden Einlassungen nicht direkt falsifiziert werden können, weil man experimentell niemals in diese Energieregionen vorstoßen kann bzw. die bei uns eintreffenden Energien zu gering sind. Man wird jedoch in der „Feinstruktur“ der Hintergrundstrahlung Anhaltspunkte für die Quantengravitation finden. Ebenso, wenn man mit einer Theorie dessen eine rein geometrisch exakte Berechnung der Wechselwirkungskonstanten bewerkstelligen kann.

Die ganzen mathematisch komplexen physikalischen Vorgänge sind allerdings auch deshalb schwer verifizierbar, weil uns die Evolution nur mit reellen Sinnen ausgestattet hat und jedes Messergebnis letztendlich über unsere Sinnesorgane durch das Gehirn fließen muss. Und das ganze komplexe Konjugieren und Transponieren gibt uns auch nur rein zufällige in irgendwelche Minima hereingepurzelten reellen Ergebnisse zurück. Aber das ist der Preis für die Aufstellung dieser Theorie. Das, was wir bezüglich der Quantengravitation auf den Planck-Skalen, durch die Mathematik dahingetrieben, machen müssen, ist nichts Anderes als das, was die ganzen Protagonisten in der flachen Metrik durch das Abschneiden bestimmter Größen machen, mit der dann tollen Auswirkung, sinnentstellende Unendlichkeiten, Wahrscheinlichkeiten

kleiner Null und größer hundert Prozent von vorherein ausschließen zu können. Und das Verschwindenlassen nichtgreifbarer Prozesse innerhalb des Ereignishorizontes in das komplexe Zahlen-Nirwana, ist deshalb nichts Weiteres, als die bessere, weil mathematisch saubere, Alternative gegenüber dem Renormieren, um auch noch die allerletzten Widersprüche zu neutralisieren.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'H' followed by a long horizontal stroke.

Michael Heilmann

Berlin, im September 2026