



2.2 Allgemeine Relativitätstheorie der Feldraummechanik

- Entwurfsversion -

Dieses Kapitel dient dazu, aus der geometrischen Grundlage des FRM-Modells die Feldgleichungen zu definieren. Die vorhergesagten und heuristisch hergeleiteten Zusammenhänge aus den nachfolgenden Kapiteln sind somit wissenschaftlich möglich. Es lassen sich darauf aufbauend Simulationsmodelle entwickeln. Für spezielle Anwendungsfälle müssen die allgemeinen Formeln und Zusammenhänge weiter kompaktifiziert und definiert werden. Diese ausgearbeiteten mathematischen Grundlagen sind die Basis für die Aufstellung weiterer Zusammenhänge. Aus Gründen der Übersichtlichkeit soll es zunächst für diese Ausarbeitung bei diesen Grundlagen bleiben.

- | | |
|--|--|
| 1. Präzise Diagonal-Metrik | 11. Wellengleichung für Gravitationswellen |
| 2. Ableitung der Geodätengleichung | 12. Feldradius r |
| 3. Christoffel-Symbole | 13. Kreisfrequenz k |
| 4. Riemann-Tensor | 14. Photonen-Unterraum-Theorie |
| 5. Ricci-Tensor | 15. Gruppentheorie |
| 6. Einstein-Tensor | 16. Chern-Klassen |
| 7. Impuls-Energie-Tensor | 17. Feinstruktur-Feinstrukturkonstante |
| 8. Eichpotenzial | 18. Spin-0-Paar-Theorie - Verschränkung |
| 9. 7-dimensionale Feldgleichungen | 19. Skalierbarkeit |
| 10. Kompaktifizierung von 7D auf 4D mit seinem Wirkungsprinzip | 20. Vergleich |



1. Präzise Diagonal-Metrik

Die FRM sagt einen dynamischen 7-dimensionalen Feldraum mit der Zeit (D_{1-3} als sichtbare Dimensionen im Teilchenfeld F_{1-3} ; D_{4-6} als kompakte Dimensionen im Wellenfeld F_{4-6} , Zeit t) voraus. Der beobachtbare Raum im Teilchenfeld F_{1-3} wird als Projektion des Wellenfeldes F_{4-6} bzw. wie ein Hologramm verstanden. Die Metrik muss fähig sein, die in den Axiomen (**Kapitel 1.2**) beschriebenen Zusammenhänge zu quantisieren. Sie ist diagonal, um die Orthogonalität der Dimensionsebenen D_{45} , D_{46} , D_{56} zu gewährleisten, und enthält Skalierfaktoren für mögliche Photonenunterräume.

Definition der Dimensionen und Indizes:

- 7-dimensionale (7D) Raumzeit-Indizes mit Feldraum und Zeit; Lorentz-Indizes, kovariant unten, kontravariant oben mit Metrik
- $M, N = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$
- 0 – Zeitkoordinate (t), Einheit : m, durch das Produkt (ct) normiert
- 1, 2, 3 – sichtbare Raumzeitdimensionen des „Teilchenfeldes“; x, y, z ; Einheit: m
- 4, 5, 6 – kompakte Dimensionen des „Wellenfeldes“; y^4, y^5, y^6 ; Einheit: m; das ist der Raum für interne Freiheitsgrade, die Wellenfelder erzeugen
- $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$ – nur die sichtbaren 4D-Raumzeit-Indizes im Teilchenfeld
- $m, n = 4, 5, 6$ – nur die kompakten 3D-Wellenfelddimensionen

Im sichtbaren 4D-Raum dominieren die globalen und lokalen Gravitationseffekte. Der kompakte Raum erzeugt massive Felder durch Reduktion.

Ausgangspunkt – Minkowski-Metrik mit der SRT-Metrik in 4D:

$$-\frac{dx^2}{dt^2} - \frac{dy^2}{dt^2} - \frac{dz^2}{dt^2} + c^2 = \frac{ds^2}{dt^2}$$

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 = \eta_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu \quad (2.10)$$

- ds^2 – das invariante Längenquadrat (Intervall); Einheit: m^2 ; misst die Raumzeitdistanz
- $\eta_{\mu\nu} = \text{diag}(-1, 1, 1, 1)$ der metrische Tensor (flach, lorentzsigniert); dimensionslos
- c – Maximalgeschwindigkeit $V_{\max} = c = 299792458 \frac{m}{s}$

Erweiterung zu 7D – Minkowski-Metrik mit der SRT-Metrik in 7D:

Die physikalische Raumzeit ist eine glatte, orientierbare, pseudo-Riemannsche Mannigfaltigkeit. Die FRM sagt voraus, dass das Wellenfeld F_{4-6} über seine kompakten Dimensionen mit dem sichtbaren Teilchenfeld F_{1-3} verknüpft ist.



$$7D = 4D_x \times 3D_y$$

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 + dy_4^2 + dy_5^2 + dy_6^2 = \eta_{MN} dx^M dx^N \quad (2.11)$$

- η_{MN} – Diagonalmetrik; Signatur $(-, +, +, +, +, +, +)$

Die diagonale Metrik beschreibt eine leere, flache 7D-Raumzeit ohne Gravitation oder Oszillationen.

Einführung einer lokalen Metrikstörung h_{MN} :

Um Gravitation, Vektor- und Skalarfelder einzubeziehen, wird die Störung h_{MN} addiert:

$$g_{MN} = \eta_{MN} + h_{MN} \quad (2.12)$$

- h_{MN} – perturbative Störung; dimensionslos

Blockstruktur für h_{MN} :

$$h_{MN} = \begin{pmatrix} h_{\mu\nu} & h_{\mu m} \\ h_{m\nu} & h_{mn} \end{pmatrix} \quad (2.13)$$

a) $h_{\mu\nu}$ – Gravitation mit oszillierende isotrope Gravitationsstörung

Die 4D-sichtbare Krümmung muss die periodische Hohlkörperschwingung in Form einer mathematischen Rotation berücksichtigen. Die **Abbildungen 2.11** und **2.12** zeigen, dass die lokale elektromagnetische Schwingung als Unterraum im Universum lediglich einen periodischen Wechsel ihrer Trägheitskraft zwischen $\cos(kt = 0) = 1$ für das Maximum am Ort der Dimensionsebene D_{56} und $\cos(kt = 90^\circ) = 0$ ermöglicht.

$$g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + h_{\mu\nu} \quad (2.14)$$

Eine statische Gravitation erzeugt die Schwarzschildmetrik:

$$h_{\mu\nu} = \frac{2 G M}{c^2 r_S} \delta_{\mu\nu}$$

Nun wird ein periodischer Störungsterm gegen die statische Gravitation berücksichtigt. Es entsteht eine oszillierende isotrope Gravitationsstörung:

$$h_{\mu\nu} = \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_{\mu\nu} \quad (2.15)$$

$$h_{00} = 2 \frac{G M}{c^2 r} \quad \rightarrow \text{Reduzierung auf statisches Ergebnis nach Schwarzschild}$$



In Komponentenschreibweise:

$$h_{tt} = -\frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)); h_{xx} = h_{yy} = h_{zz} = \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta))$$

$$h_{\mu\nu} = 0 \text{ für } \mu \neq \nu$$

- G – Gravitationskonstante; $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$
- M – Masse; Einheit: kg
- c – Maximalgeschwindigkeit $V_{\max} = c = 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- r – Feldradius; Einheit: m
- k – Kreisfrequenz; Einheit: $\frac{1}{\text{s}}$
- $(1 + \cos(kt))$ – Oszillation der lokalen Störung; beschreibt den periodischen Trägheitsverlauf parallel zur vierten Dimension; es berücksichtigt den Zusammenhang: $c^2 = V_4^2 + V_5^2$
 - a) $\cos(kt = 0) = 1$ – Berührungspunkt parallel zur Dimensionsebene D_{56} ; größte Auslenkung der Trägheitsbewegung
 - b) $\cos(kt = 90^\circ) = 0$ bedeutet orthogonale Verschiebung seiner Trägheitskraft zur Dimensionsebene D_{56} , kleinste Amplitude der Trägheitsbewegung
 - c) Für Objekte im Rotationsfall ergibt die intrinsische Rotation, die die Oszillation mittelt, mit $[1 + \cos(kt) = 1]$ mit $\frac{G M}{c^2 r}$
 - d) Für den statischen Fall ergibt das fixierte Maximum, die Schwarzschilddynamik $\frac{2 G M}{c^2 r}$
- β – Abweichungswinkel als feste Phasenverschiebung; Einheit: rad, dimensionslos; $0^\circ < \beta < 90^\circ$; erklärt koordinatenverschobene Wechselwirkungseffekte
 - a) Bei 0° gilt für einen Feldaustausch mit dem Teilchenfeld eine maximale Parallelität zur Dimensionsebene D_{56} . $\rightarrow$ starke Wechselwirkung dominiert vollständig
 - b) Eine mögliche Abweichung β bis 90° sorgt für eine Verschiebung von einer starken Wechselwirkung bis zur schwachen Wechselwirkung
 - c) Die Wechselwirkung für $\beta = 90^\circ$ besteht zwar weiter im Wellenfeld, wirkt jedoch nicht mehr im Teilchenfeld
 - d) Erklärt mögliche Wechselwirkung von dunkler Materie mit 4D
- $\delta_{\mu\nu}$ – Kronecker-Delta; 1 bei $\mu = \nu$; 0 sonst

**b) $h_{\mu m}$ – störbare Vektorfelder**

$$h_{\mu m} = h_{m\mu} = (A_{\mu}^a + \delta A_{\mu}^a) \delta_{am}$$

- Indizes: $a, m = 4, 5, 6$; $\mu = 0, 1, 2, 3$
- A_{μ}^a – Vektorfeld in 7D; geometrisch, verbindet das Wellenfeld mit dem Teilchenfeld; nach Kompaktifizierung auf 4D verhält es sich als ein Eichpotenzial nach Gauge
- δA_{μ}^a – Möglichkeit der Abweichung, z.B. durch äußere Störung über das Teilchenfeld; Ausgleichskräfte wirken der Störung entgegen
- δ_{am} – Dimensionsebenen

c) $h_{m\nu}$ – störbare Vektorfelder

$$h_{m\nu} = h_{\nu m} = (A_{\nu}^a + \delta A_{\nu}^a) \delta_{am}$$

- Indizes: $a, m = 4, 5, 6$; $\nu = 0, 1, 2, 3$

d) h_{mn} – Krümmung im Wellenfeld

$$h_{mn} = 0$$

- Im Wellenfeld gibt es keine Raumzeitkrümmung, sondern nur Vektorfelder, die in diesen euklidischen Raum ($3D_y$) die Raumzeitdeformation im Teilchenfeld ($4D_x$) modellieren.
- Nach der Kompaktifizierung werden an dieser Stelle Skalarterme auftreten, die eine dynamische Raumzeitdeformation durch Rückkopplung stabilisieren.

Einbindung der globalen Krümmung des Universums:

Das Universum besitzt seine eigene Trägheitsbewegung in der Raumzeit, welche die umgebende Objektkrümmung zusätzlich beeinflusst. Die Wirkung der globalen Krümmung wird an der Abweichung der Orthogonalität zur Dimensionsebene D_{56} für alle Objekte gemessen. Diese zusätzliche Raumzeitkrümmung beschreibt den Einfluss der dunklen Energie auf massive Objekte. Es wird für g_{MN} der Term

$$[1 + \cos(k_{Uni} t)]$$

eingeführt, um den globalen Einfluss von dunkler Energie auf eine lokale Raumzeitkrümmung zu berücksichtigen. Dieser Term nimmt bis zur maximalen Raumausdehnung dynamisch bis auf den Faktor $(1 + \cos(90^\circ))$ ab.

$$g_{MN} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] (\eta_{MN} + h_{MN}) \quad (2.16)$$



Explizite Matrix: (2.17)

$$g_{MN} = \begin{pmatrix} g_{00} & 0 & 0 & 0 & A_0^4 + \delta A_0^4 & A_0^5 + \delta A_0^5 & A_0^6 + \delta A_0^6 \\ 0 & g_{11} & 0 & 0 & A_1^4 + \delta A_1^4 & A_1^5 + \delta A_1^5 & A_1^6 + \delta A_1^6 \\ 0 & 0 & g_{22} & 0 & A_2^4 + \delta A_2^4 & A_2^5 + \delta A_2^5 & A_2^6 + \delta A_2^6 \\ 0 & 0 & 0 & g_{33} & A_3^4 + \delta A_3^4 & A_3^5 + \delta A_3^5 & A_3^6 + \delta A_3^6 \\ A_0^4 + \delta A_0^4 & A_1^4 + \delta A_1^4 & A_2^4 + \delta A_2^4 & A_3^4 + \delta A_3^4 & g_{44} & 0 & 0 \\ A_0^5 + \delta A_0^5 & A_1^5 + \delta A_1^5 & A_2^5 + \delta A_2^5 & A_3^5 + \delta A_3^5 & 0 & g_{55} & 0 \\ A_0^6 + \delta A_0^6 & A_1^6 + \delta A_1^6 & A_2^6 + \delta A_2^6 & A_3^6 + \delta A_3^6 & 0 & 0 & g_{66} \end{pmatrix}$$

$$g_{00} = -c^2 [1 + \cos(k_{Uni} t)] \left(1 - \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta))\right)$$

$$g_{11} = g_{22} = g_{33} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] \left(1 + \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta))\right)$$

$$g_{44} = g_{55} = g_{66} = [1 + \cos(k_{Uni} t)]$$

Linienelement ds^2 :

$$ds^2 = g_{MN} dx^M dx^N$$

$ds^2 = [1 + \cos(k_{Uni} t)] \times [\text{flache 7D-Minkowski} + \text{oszillierende isotrope Gravitationsstörung} + \text{Vektor-Kopplungsterme}]$

$$ds^2 = [1 + \cos(k_{Uni} t)] \left[-c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 + dy_4^2 + dy_5^2 + dy_6^2 + \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) (c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2) + 2(A_\mu^a + \delta A_\mu^a) dy_a dx^\mu \right] \quad (2.18)$$

- $[1 + \cos(k_{Uni} t)]$ – dilatative kosmische Oszillation; k_{Uni} – Kreisfrequenz des Universums; Faktor 1 bewirkt die beobachtbare Relativität der Raumzeit; Dynamik $\cos(k_{Uni} t)$ bewirkt eine globale nicht sichtbare Relativität, erklärt Mengenverhältnis zwischen dunkler Energie und bereits gekoppelter Materie
- $[-c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2]$ – flache 4D-Raumzeit als Hintergrund; SRT
- $[dy_4^2 + dy_5^2 + dy_6^2]$ – flache kompakte Wellenfelddimensionen; Kalzua-Klein-ähnlich
- $\left[\frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) (c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2)\right]$ – oszillierende isotrope Gravitation; ähnlich Schwarzschild, jedoch mit oszillierender Trägheitsdynamik für beliebig skalierbare elektromagnetische Wellen
 $(1 + \cos(kt + \beta))$ – Fixierung auf Amplitude → Faktor 2 (Schwarzschildlösung)
 $(1 + \cos(kt + \beta))$ – dynamischer Fall erzeugt Faktor 1 (Kerr-ähnlich)
- β – zur Dimensionsebene D_{56} maximale Wechselwirkung bei $\beta = 0$, dynamisch schwache Wechselwirkung bei $0 < \beta < 90^\circ$



- $[2(A_\mu^a + \delta A_\mu^a) dy_a dx^\mu]$ – störbare Vektorfelder aus Wellenfelddimensionen; Kaluza-Klein-ähnlich
- A_μ^a – Vektorfeld im 7D; dimensionslos im 7D-Kontext; mit Kompaktifizierung wird die effektive 4D-Kopplung durch Reskalierung: $A_\mu^a \rightarrow A_\mu^a/R$

Die Metrik setzt die Definition aus **Kapitel 1.1** um.

Reduktion zu SRT/ART und Verifizierung:

Erster Schritt ist die Eliminierung der kompakten Wellenfelddimensionen für die zu beobachtbare 4D-Raumzeit (t, x, y, z) . Folglich sind die Bewegungen:

$$dy_4^2 = dy_5^2 = dy_6^2 = 0$$

$$ds^2^{(4)} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] [-c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 + \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) (c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2)]$$

$$ds^2^{(4)} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] \eta_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu + h_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$$

ART und SRT ignorieren die globale Krümmung $\cos(k_{Uni} t)$ im Universum:

$$\cos(k_{Uni} t) = 0$$

$$ds^2^{(4)} = \eta_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu + h_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$$

Grenzfall SRT:

$$h_{\mu\nu} \rightarrow 0$$

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$$

Grenzfall ART:

a) Fixierung der lokalen Oszillation am Ort des Maximalwerts mit $kt = \beta = 0$:

$$\cos(kt = 0^\circ) = 1 \rightarrow 1 + \cos(kt = 0^\circ) = 2$$

Es folgt die Schwarzschildlösung für die Störung mit:

$$h_{\mu\nu} = \frac{G M}{c^2 r} 2 \delta_{\mu\nu}$$

Dies führt mit der statischen Annäherung hin zur Schwarzschild-Metrik.

b) Oszillation über den zeitlichen Mittelwert:

$$\langle \cos(kt) = 0 \rangle \rightarrow \langle 1 + \cos(kt) = 1 \rangle \quad \text{für: } \beta = 0$$



Es folgt für die effektive Störung bei Oszillation:

$$h_{\mu\nu} = \frac{G M}{c^2 r} \delta_{\mu\nu}$$

Führt zur halben Schwarzschild-Stärke für Modelle mit rotierenden Objekten, so wie es in der Kerr-Metrik ebenfalls vorkommt.

Anwendungsfall anhand des Gravitationslinseneffekts:

Der Gravitationslinseneffekt ist ein Phänomen, bei dem Lichtstrahlen durch die Krümmung der Raumzeit um ein massives Objekt abgelenkt werden, was zu Verzerrungen, Mehrfachbildern oder Vergrößerungen ferner Quellen führt. Der kritische Stoßparameter b wird sowohl über die Schwarzschild- als auch über die Kerr-Metrik hergeleitet. Um das Modell der FRM zu überprüfen, soll der kritische Stoßparameter b ebenfalls hergeleitet werden.

Herleitung über FRM:

Unter Vernachlässigung der globalen Komponente sind Photonen immer nullgeodätisch mit:

$$ds^2 = 0$$

Darin sind zwei konservierte Erhaltungsgrößen enthalten, die durch keine äußeren Kräfte manipuliert werden:

- a) Energie-Parameter E → die interne Energie wächst mit der Aufnahme von Materie
- b) Drehimpuls-Parameter L → durch Aufnahme von Materie kumuliert der Drehimpuls

$$ds^2 = 0 = g_{00} \left(\frac{dt}{d\lambda}\right)^2 + g_{rr} \left(\frac{dr}{d\lambda}\right)^2 + g_{\varphi\varphi} \left(\frac{d\varphi}{d\lambda}\right)^2$$

$$\frac{dt}{d\lambda} = -\frac{E}{g_{00}} ; \quad \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{L}{g_{\varphi\varphi}}$$

- φ – azimuthaler Winkel

Einsetzen in $ds^2 = 0$:

$$0 = g_{00} \left(-\frac{E}{g_{00}}\right)^2 + g_{rr} \left(\frac{dr}{d\lambda}\right)^2 + g_{\varphi\varphi} \left(\frac{L}{g_{\varphi\varphi}}\right)^2$$

Mit:

$$g_{\varphi\varphi} \approx r^2 ; \quad g_{rr} \approx 1 ; \quad g_{00} = -c^2 [1 + \cos(k_{Uni} t)] \left(1 - \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta))\right)$$



- $[1 + \cos(k_{Uni} t)]$ – entfällt mit $\cos(k_{Uni} t) = 0$ für lokale Betrachtung
- $(1 + \cos(kt + \beta))$ – erzeugt durch g_{00} und wird mit $f = (1 + \cos(kt + \beta))$ vereinfacht dargestellt
- $\frac{1}{g_{00}} = \frac{1}{c^2} \left(1 + \frac{f G M}{c^2 r}\right)$

Dies führt zur radialen Gleichung aus der nullgeodätischen Bedingung:

$$\left(\frac{dr}{d\lambda}\right)^2 = E^2 \frac{1}{c^2} \left(1 + \frac{f G M}{c^2 r}\right) - \frac{L^2}{r^2}$$

Umstellung mit $\frac{E^2 r^2}{L^2} = 1$, mit c als natürlichen Einheiten gemäß Konvention:

$$\left(\frac{dr}{d\lambda}\right)^2 = E^2 - \left[\frac{L^2}{r^2} \left(1 - \frac{f G M}{c^2 r}\right)\right] = E^2 - V_{eff}(r)$$

Das effektive Potenzial $V_{eff}(r)$ wird durch den zentrifugalen Beitrag faktoriert:

$$V_{eff}(r) = \frac{L^2}{r^2} \left(1 - \frac{f G M}{c^2 r}\right)$$

Es folgt die Herleitung des Stoßparameters b_{crit} als Reichweite für den Übergang für Photonen, welche in das schwarze Loch hineinfallen oder lediglich abgelenkt werden. An der Photonensphäre mit dem Radius r_{ph} gilt eine Kreisbahn $\frac{dr_{ph}}{d\lambda} = 0$.

$$E^2 - V_{eff}(r) = 0$$

Eine mögliche Instabilität tritt mit Abhängigkeit des Feldradius' r_{ph} bei $V_{eff}(r)$ auf. Dazu wird das Extremum ermittelt:

$$\frac{dV_{eff}}{dr_{ph}} = \frac{1}{dr_{ph}} \left[L^2 (-2r_{ph}^{-2} - \frac{f G M}{c^2} r_{ph}^{-3}) \right] = 0$$

$$\frac{dV_{eff}}{dr_{ph}} = L^2 (-2r_{ph}^{-3} + 3 \frac{f G M}{c^2} r_{ph}^{-4}) = 0$$

$$r_{ph} = 1,5 \frac{f G M}{c^2} = 1,5 r f \rightarrow \text{Das ist die instabile Kreisbahn für ein Photon.} \quad (2.19)$$

Einsetzen von r_{ph} mit $r_{ph} = 1,5 r f$:

$$E^2 = \frac{L^2}{r_{ph}^2} \left(1 - \frac{f G M}{c^2 r_{ph}}\right) = \frac{L^2}{r_{ph}^2} \left(1 - \frac{f r}{r_{ph}}\right)$$

$$\frac{L^2}{E^2} = 6,75 r^2 f^2$$



Der kritische Stoßparameter b_{crit} wird mit $\frac{L}{E}$ definiert:

$$\frac{L}{E} = b_{crit} = \sqrt{6,75} r f = 2,598 r f \quad (2.20)$$

- r – Feldradius
- $f = (1 + \cos(kt + \beta))$
- β – Abweichungswinkel; beschreibt hier die Abweichung prograd/retrograd vom orthogonalen Einfallswinkel in das schwarze Loch

a) Kritischer Grenzfall:

$$r_{ph} = 1,5 r (1 + \cos(kt + \beta))$$

Es muss ein Bezugspunkt als Ausgangslage definiert werden. Dieser soll durch einen orthogonalen Einfallswinkel bei

$kt + \beta = 0^\circ$ definiert sein.

$$r_{ph} = 1,5 r (1 + 1) = 3 r$$

$$b_{crit} = 2,598 r f = 2,598 r (1 + 1) = 5,196 r \quad \rightarrow \text{wie bei Schwarzschild und Kerr}$$

- Für $b_{crit} < 5,196 r$ werden Photonen vom schwarzen Loch eingefangen
- Für $b_{crit} = 5,196 r$ kreisen Photonen instabil auf der Photonensphäre
- Für $b_{crit} > 5,196 r$ werden Photonen abgelenkt (**Gravitationslinseneffekt**)

Die natürlichen Grenzen der Extremwerte für die prograde und die retrograde Rotation erreichen bestimmte Maximalwerte als Vielfache des Feldradius r .

b) Fall für die prograde (mit der) Rotation:

Der minimale Wert für r_{ph} kann nur der einfache Faktor für den Feldradius r sein, weil das Photon danach nicht mehr zu registrieren ist.

Für: $r_{ph} = r$

$$r = 1,5 r (1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta))$$

$$\frac{2}{3} = (1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta))$$

Abweichung zum Relativwert $kt = 0^\circ$:

$$\cos(kt = 0^\circ + \beta) = \frac{2}{3} - 1 = -\frac{1}{3}$$

$$\beta = \arccos(-\frac{1}{3}) \approx 109,5^\circ$$

Für: $r_{ph} = 1,5 r$

$$1,5 r = 1,5 r (1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta))$$

$$1 = (1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta))$$

$$\cos(kt = 0^\circ + \beta) = 0$$

$$\beta = \arccos(0) \approx 90^\circ$$



$$b_{crit} = 2,598 (1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta = 109,5^\circ)) \quad b_{crit} = 2,598 (1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta = 90^\circ))$$

$$b_{crit} = 1,73 r \text{ (nahe Kerr)}$$

$$b_{crit} = 2,598 r$$

Mit einem Einfallswinkel von $< 90^\circ$ in prograder Rotation wird ein Photon ab einer Reichweite der Photonsphäre von $r_{ph}=1,5 r$ vom schwarzen Loch eingefangen. Der Einfallswinkel von $109,5^\circ$ bei $r_{ph} = r$ bedeutet, dass sich ein Photon mit $19,5^\circ$ aus dem schwarzen Loch heraus bewegt. Das könnte für Materie zutreffen, die durch eine elektrostatische Abstoßung einen zusätzlichen Negativbeitrag zur Gravitationskraft leisten.

Hypothetisch ließe der Term $(1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta))$ eine Verstärkung bis auf zu $r_{ph} = \frac{\lambda_{SL}}{2\pi}$ mit β nahe 180° zu. Der Winkel 180° stünde für die direkte Richtung aus dem schwarzen Loch heraus.

- λ_{SL} – Wellenlänge des schwarzen Loches im Inneren des Feldradius' r

c) Fall für die retrograde (entgegen der) Rotation:

Für: $r_{ph} = 4 r$

Die Kosinusfunktion ist auf die Zahlenwerte zwischen 0 und 1 beschränkt. Wenn der Übergang relativ über die kritische Grenze betrachtet werden soll, dann muss der orthogonale Winkel zum schwarzen Loch bei $\cos(0)$ mit den gegenüberliegenden Quadranten erfolgen. Eine Drehung des Quadranten um 90° relativ zur kritischen Grenze für r_{ph} löst die notwendige Spiegelung aus. Dies wird durch einen zusätzlichen Faktor 1 berücksichtigt.

$$4 r = 1,5 r (1 + 1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta))$$

$$\frac{8}{3} = (1 + 1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta))$$

$$\beta = \arccos\left(\frac{2}{3}\right) \approx 48,2^\circ$$

$$b_{crit} = 2,598 ((1 + 1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta = 48,2^\circ))) = 6,93 r \quad (\text{nahe Kerr})$$

Für: $r_{ph} = 4,5 r$

$$4,5 r = 1,5 r (1 + 1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta))$$

$$3 = (1 + 1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta))$$

$$\beta = \arccos(1) = 0^\circ \quad \rightarrow \text{trigonometrische Grenze}$$

$$b_{crit} = 2,598 ((1 + 1 + \cos(kt = 0^\circ + \beta = 0^\circ))) = 7,794 r$$



Bei einem retrograden Einfallswinkel von $48,2^\circ$ wird ein Photon mit der Photonensphäre von $r_{ph} = 4 r$ abgelenkt. Im Fall eines 90° -Winkels, wirkt eine Ablenkung bereits mit einer Reichweite von $r_{ph} = 4,5 r$.

2. Ableitung der Geodätengleichungen

Die Geodätengleichungen definieren die Bahnen von Teilchen und Feldern in der 7-dimensionalen FRM-Geometrie. Geodäten sind die generalisierten „geraden Linien“ in gekrümmten Räumen und erklären in der FRM, wie Masse aus Frequenzvielfachen und Ladung aus der Rotation in kompakten Dimensionen entstehen. Geodäten der FRM sind vergleichsweise simpel, weil diese die orthogonalen Dimensionen nutzen, um kausale Effekte wie Gravitation als Gegenkraft zum Elektromagnetismus direkt abzuleiten und so das sichtbare Teilchenfeld F_{1-3} als holografische Projektion darstellen.

Ausgangspunkt – Die invariante Linienlänge in der FRM-Metrik:

$$ds^2 = g_{MN} dx^M dx^N \quad (2.21)$$

- ds^2 – invariables Linienlängenquadrat
- g_{MN} – 7-dimensionale Metrik-Tensor (dimensionslos) für Krümmung und Rotationen; $M, N = 0, \dots, 6$ ($0 = \text{Zeit } t$, $1, 2, 3 = \text{Teilchenfeld}$, $4, 5, 6 = \text{Wellenfeld}$)
- dx^M bzw. dx^N – infinitesimale Koordinatenverschiebung; Einheit: m; um Bahnen zu parametrisieren

Wirkungsfunktional für Geodäten:

Die Geodäten sind die Bahnen, die das Integral über die Bogenlänge (oder äquivalent die Eigenzeit τ) extremalisieren.

Wirkungsfunktional S für Geodäten (kürzeste Kurven) in 7D:

$$S = \int ds = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \sqrt{g_{MN} \frac{dx^M}{d\lambda} \frac{dx^N}{d\lambda}} d\lambda \quad (2.22)$$

Nullgeodätische Kurven oder timelike Kurven:

$$S = - \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \sqrt{-g_{MN} \frac{dx^M}{d\lambda} \frac{dx^N}{d\lambda}} d\lambda \quad (2.23)$$

- S – Wirkung/Aktion; Einheit: m; Linienlänge wird minimiert; $\delta S = 0$ liefert Bewegungsgleichungen



- λ – Affinparameter; $\lambda = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$; parametrisiert Bahnkurve $x^M(\lambda)$; steht orthogonal zur Geschwindigkeit; proportional zur Eigenzeit τ ; Einheit normiert auf: m
- g_{MN} – 7-dimensionale Metrik-Tensor; dynamisch mit $\cos(kt)$; definiert die „Länge“ in der gekrümmten Raumzeit
- $\frac{dx^M}{d\lambda}$ bzw. $\frac{dx^N}{d\lambda}$ – Geschwindigkeit entlang der Bahn (Tangentialvektor); beschreibt die Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung; Einheit: $\frac{m}{m}$ wird dimensionlos

Für massive Teilchen gilt außerdem die Nebenbedingung $g_{MN} \dot{x}^M \dot{x}^N = -c^2$ als normierter Tangentialvektor, aber die direkte Variation von S führt bereits zur affinen Geodäte.

Die Lagrange-Funktion (Lagrangeian):

Der Integrand des Wirkungsfunktionalis ist die Lagrange-Funktion $\mathcal{L}$:

$$\mathcal{L} = \frac{ds}{d\lambda}$$

Für timelike:

$$\mathcal{L} = -\sqrt{-g_{MN} \frac{dx^M}{d\lambda} \frac{dx^N}{d\lambda}} = -\sqrt{-g_{MN} \dot{x}^M \dot{x}^N} \quad \text{mit: } \dot{x}^M = \frac{dx^M}{d\lambda}$$

Oder äquivalent für den extremisierten Fall:

$$\mathcal{L}(x, \dot{x}) = \frac{1}{2} g_{MN}(x) \dot{x}^M \dot{x}^N \quad (2.24)$$

- $\mathcal{L}$ – Lagrange-Funktion; ist eine kinetische Energie-ähnliche Funktion für die Geodäten; Einheit: $\frac{m^2}{m^2}$ wird dimensionlos

Die Euler-Lagrange-Gleichungen:

Für ein System mit Koordinaten x^λ ($\lambda = 0, \dots, 6$) lauten die Euler-Lagrange-Gleichungen:

$$\frac{d}{d\lambda} \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{x}^\lambda} \right) - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x^\lambda} = 0 \quad (2.25)$$

- $\frac{d}{d\lambda} \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{x}^\lambda} \right)$ – Term minimiert die Aktion S und definiert Geodäten; Einheit: $\frac{1}{m}$



- $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{x}^\lambda}$ – kanonischer Impuls (kovariant) zur Koordinate x^λ ; analog zum klassischen Impuls $p = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial v}$; Einheit: $\frac{m}{m}$ wird dimensionlos
- $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x^\lambda}$ – Zeitableitung; explizite Koordinatenabhängigkeit über $g_{MN}(x)$ erzeugt „Kräfte“ durch Krümmung; Einheit: $\frac{1}{m}$

Berechnung der Ableitungen:

Impuls p_λ :

$$p_\lambda = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{x}^\lambda} = \frac{1}{2} \cdot 2 g_{\lambda N} \dot{x}^N = g_{\lambda N} \dot{x}^N$$

Zeitableitung des Impulses:

$$\frac{d}{d\lambda} \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{x}^\lambda} \right) = \frac{d}{d\lambda} (g_{\lambda N} \dot{x}^N) = \partial_M g_{\lambda N} \dot{x}^M \dot{x}^N + g_{\lambda N} \ddot{x}^N$$

- $\partial_M g_{\lambda N}$ – räumlich/zeitliche Ableitung der Metrik; Einheit: $\frac{1}{m}$
- $\dot{x}^M$ bzw. $\dot{x}^N$ – Einheit: $\frac{m}{m}$ wird dimensionlos
- $\ddot{x}^N = \frac{d^2 x^N}{d\lambda^2}$ – Einheit: $\frac{1}{m}$

Explizite Ableitung:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x^\lambda} = \frac{1}{2} (\partial_\lambda g_{MN}) \dot{x}^M \dot{x}^N$$

- $(\partial_\lambda g_{MN})$ – ist die Ableitung der Metrik nach x^λ ; Einheit: $\frac{1}{m}$

Einsetzen in die Euler-Lagrange-Gleichung:

$$\frac{d}{d\lambda} \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{x}^\lambda} \right) - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x^\lambda} = 0 \rightarrow \partial_M g_{\lambda N} \dot{x}^M \dot{x}^N + g_{\lambda N} \ddot{x}^N - \frac{1}{2} (\partial_\lambda g_{MN}) \dot{x}^M \dot{x}^N = 0$$

Multiplizieren mit -1 und Umordnung ergibt:

$$-g_{\lambda N} \ddot{x}^N - \partial_M g_{\lambda N} \dot{x}^M \dot{x}^N + \frac{1}{2} (\partial_\lambda g_{MN}) \dot{x}^M \dot{x}^N = 0$$

$$\ddot{x}^\lambda = g^{\lambda P} (\partial_M g_{PN} \dot{x}^M \dot{x}^N - \frac{1}{2} (\partial_P g_{MN}) \dot{x}^M \dot{x}^N) \quad (2.26)$$

- $g^{\lambda P}$ – inverse Metrik; dimensionslos
- Index: $P = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$; kontravariant

Umformung zur Geodätengleichung mit Christoffel-Symbolen:

Standardform der Christoffel-Symbole zweiter Art ist:

$$\Gamma_{MN}^{\lambda} = \frac{1}{2} g^{\lambda P} (\partial_M g_{NP} + \partial_N g_{MP} - \partial_P g_{MN})$$

- Γ_{MN}^{λ} – Christoffelsymbol; Einheit: $\frac{1}{m}$; beschreibt die Krümmung/Affinverbindung
→ zeigt, wie stark die Krümmung durch zeitdeformierende massive Objekte abhängig ist

Durch Einsetzen und Umbenennen der Indizes wird erkannt, dass der Ausdruck genau

$$\ddot{x}^{\lambda} + \Gamma_{MN}^{\lambda} \dot{x}^M \dot{x}^N = 0 \quad (2.27)$$

ist.

Dies ist die Geodätengleichung in affiner Parametrisierung.

Euler-Lagrange-Gleichungen, die Geodäten erzeugen:

Die Euler-Lagrange-Gleichung für die FRM-Lagrange-Funktion

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2} g_{MN} \dot{x}^M \dot{x}^N$$

lautet mit $g_{MN} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] (\eta_{MN} + h_{MN})$:

$$\ddot{x}^{\lambda} + \Gamma_{MN}^{\lambda} \dot{x}^M \dot{x}^N = 0$$

und ist äquivalent zur Geodätengleichung:

$$\frac{d^2 x^{\lambda}}{d^2 \lambda^2} + \Gamma_{MN}^{\lambda} \frac{dx^M}{d\lambda} \frac{dx^N}{d\lambda} = 0 \quad (2.28)$$

- $\frac{d^2 x^{\lambda}}{d^2 \lambda^2}$ – Beschleunigung, misst Bahnkrümmung
- Γ_{MN}^{λ} – beschreibt einen geometrischen Ausdruck, wie die Raumzeit selbst die Bewegung von Objekten lenkt; Einheit: $\frac{1}{m}$
- $\frac{dx^M}{d\lambda}$ bzw. $\frac{dx^N}{d\lambda}$ – Tangentialvektor
- $\frac{dx^4}{d\tau}$ entspricht konkret V_4 aus **Kapitel 1.2**



- $\frac{dx^5}{d\tau}$ entspricht konkret V_5 aus **Kapitel 1.2**

In der FRM machen die zeit- und kosinusabhängigen Terme in g_{MN} die Christoffel-Symbole dynamisch. Das ist der Schlüssel zur Vereinheitlichung der vier Grundkräfte und führt zu neuen Effekten wie Kopplungsfrequenzen.

Reduktion zu 4D und FRM-spezifische Effekte:

Im Grenzfall (kompakt $\rightarrow 0$) werden die kompakten Wellenfelddimensionen (dy_4 , dy_5 , dy_6) integriert und gemittelt. Nach der Reduktion zu ART entstehen effektive Felder und Skalare ϕ :

$$\frac{d^2 X^\mu}{d\tau^2} + \Gamma_{\nu\rho}^\mu \frac{dX^\nu}{d\tau} \frac{dX^\rho}{d\tau} = 0 \quad \text{mit: } \Gamma \text{ aus } g_{\mu\nu}^{\text{eff}} \text{ inklusiv halber } r_s \text{ durch } \cos(kt)$$

- $g_{\mu\nu}^{\text{eff}}$ – effektive 4-dimensionale Metrik liefert beobachtbare Physik
- ν, ρ – Zählvariablen für 4D Raumzeitrichtungen, sie „zählen“ die möglichen Geschwindigkeitskombinationen durch. Sie werden in die $\Gamma_{\nu\rho}^\mu$ hineingereicht.

Die zusätzlichen Terme der FRM-Erweiterung erzeugen die Quanteneffekte.

3. Christoffel-Symbole in der FRM

Die Christoffel-Symbole sind die zentrale affine Verbindung in der Raumzeit und beschreiben, wie sich Vektoren bei Paralleltransport verändern. In der FRM entstehen sie aus der oszillierenden Metrik und koppeln globale kosmische Modulationen, lokale Gravitationsstörungen sowie Vektorfelder. Sie sind zeitabhängig und bilden die Grundlage für die Geodätengleichung. Die Metrik ist gegeben als

$$ds^2 = g_{MN} dx^M dx^N$$

$$ds^2 = [1 + \cos(k_{\text{Uni}} t)] [-c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 + dy_4^2 + dy_5^2 + dy_6^2 + \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) (c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2) + 2(A_\mu^a + \delta A_\mu^a) dy_a dx^\mu]$$

Allgemeine Formel für Christoffel-Symbole Γ zweiter Art und Perturbationsansatz:

$$\Gamma_{MN}^\lambda = \frac{1}{2} g^{\lambda P} (\partial_M g_{NP} + \partial_N g_{MP} - \partial_P g_{MN}) \quad (2.29)$$

- Γ_{MN}^λ – beschreibt die Änderung von Vektoren beim Paralleltransport; Einheit: $\frac{1}{m}$
- $\partial_M = \frac{\partial}{\partial x^M}$ – ist die Ableitung; Einheit: $\frac{1}{m}$



- $g^{\lambda P}$ – inverse Metrik; dimensionslos
- Indizes: $\lambda, M, N, P = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$

Der Ausdruck ergibt sich aus der Forderung, dass die kovariante Ableitung des Metriktensors verschwindet ($\nabla_P g_{MN} = 0$).

Die Metrik wird als

$$g_{MN} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] (\eta_{MN} + h_{MN})$$

geschrieben. Die Störung mit h_{MN} wird perturbativ behandelt. Es wird mit $\Gamma \approx \Gamma_0 + \delta\Gamma$ approximiert, wobei Γ_0 für flach gilt:

$$\Gamma_{MN}^{\lambda} \approx \frac{1}{2} \eta^{\lambda P} (\partial_M h_{NP} + \partial_N h_{MP} - \partial_P h_{MN}) + \text{weitere Terme}$$

- Γ_{MN}^{λ} – Ergänzung zu oben: kodifiziert Krümmung; λ – Zielführung; M, N – Ursprungsrichtung
- $\frac{1}{2}$ – Normierungsfaktor, bewirkt Symmetrie von Γ
- $\eta^{\lambda P}$ – Inverse Minkowski – Metrik mit $\text{diag}(-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$
- $\partial_M h_{NP}$ – Ableitung; Einheit: $\frac{1}{m}$; misst Metrikänderung in M -Richtung
- $\partial_N h_{MP}$ – symmetrischer Term, erfasst Metrikänderung in N -Richtung
- $-\partial_P h_{MN}$ – Subtraktion bewirkt Korrektur für P -Richtung, stellt Torsionsfreiheit sicher

Inversion der Metrik zur weiteren Berechnung:

Aus der diagonalen Metrik (Punkt 1.), in linearer Näherung, da $h_{MN} \ll 1$ klein ist:

$$g^{MN} \approx \frac{1}{1 + \cos(k_{Uni} t)} (\eta^{MN} - h^{MN}) \quad (2.30)$$

wobei:

$$h^{MN} = \eta^{MP} \eta^{QN} h_{PQ}$$

- η^{MN} – Inverse der vollen 7D-Minkowski-Metrik; dimensionslos
- g^{MN} – Inverse Metrik, perturbativ; dimensionslos
- Indizes: $M, N, P, Q = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$

Bestandteile der Christoffel-Symbole in der FRM:

$$\Gamma_{MN}^{\lambda} = \Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{global}) + \Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{lokal}) + \Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{Vektor}) \quad (2.31)$$

- Global: kosmische Oszillation mit $[1 + \cos(k_{Uni} t)]$



- Lokal: lokale Oszillation; ART-ähnlich: klassische Gravitationskrümmung mit: $(1 + \cos(kt + \beta))$
- Vektor: Kopplung durch Vektorfelder mit $2(A_\mu^a + \delta A_\mu^a) dy_a dx^\mu$

Berechnung Christoffel-Symbole für den globalen Anteil $\Gamma_{MN}^{\lambda \text{ (global)}}$:

$$\Gamma_{MN}^{\lambda \text{ (global)}} = \frac{1}{2} \eta^{\lambda P} (\partial_M [\cos(k_{Uni} t)] \eta_{NP} + \partial_N [\cos(k_{Uni} t)] \eta_{MP} - \partial_P [\cos(k_{Uni} t)] \eta_{MN})$$

Da die Ableitung ∂_M nur für die Zeitkoordinate $M = 0$ ungleich null ist und

$$\partial_0 [\cos(k_{Uni} t)] = -k_{Uni} \sin(k_{Uni} t),$$

vereinfacht sich der Ausdruck zu:

$$\Gamma_{MN}^{\lambda \text{ (global)}} = -\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) (\eta_N^\lambda \delta_M^0 + \eta_M^\lambda \delta_N^0 - \eta_{MN} \eta^{\lambda 0}) \quad (2.32)$$

- $\eta_N^\lambda \delta_M^0$ oder $\eta_M^\lambda \delta_N^0$ – Terme erzeugen eine zeitabhängige Beschleunigung in der Zeitrichtung (globale „Beschleunigung“ und „Bremsung“ der gesamten Raumzeit)
- $-\eta_{MN} \eta^{\lambda 0}$ – Minusterm korrigiert die räumlichen Komponenten und sorgt für Konsistenz mit der Metrik-Inversion
- $\eta^{\lambda P}$ und η_{MN} – sind die flachen Minkowski-Komponenten; dimensionslos
- k_{Uni} – kosmische Kreisfrequenz $k_{Uni} = \frac{c}{r_{Uni}}$
- Indizes: $M, N, P, \lambda = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$

Dieser Ausdruck wird in der FRM direkt in die Geodätengleichung eingesetzt und erzeugt die globale pulsierende Kraft, die das gesamte Universum moduliert.

Berechnung Christoffel-Symbole für den lokalen Anteil $\Gamma_{MN}^{\lambda \text{ (lokal)}}$:

Der lokale Beitrag entsteht ausschließlich aus der Ableitung der lokalen Gravitationsstörung mit:

$$h_{\mu\nu} = \frac{GM}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_{\mu\nu} \quad \text{mit: } h_{mn} = 0; h_{\mu m} = 0 \text{ mit reinem lokalem Anteil}$$

Perturbativ 7D:

$$\Gamma_{MN}^{\lambda} \approx \frac{1}{2} \eta^{\lambda P} (\partial_M h_{NP} + \partial_N h_{MP} - \partial_P h_{MN})$$

Da $h_{\mu\nu}$ nur für $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$ (sichtbarer 4D-Block) ungleich null ist, reduziert sich der Ausdruck auf die 4D-Komponenten mit:



$$\Gamma_{\mu\nu}^{\sigma} \approx \frac{1}{2} \eta^{\sigma\rho} (\partial_{\mu} h_{\nu\rho} + \partial_{\nu} h_{\mu\rho} - \partial_{\rho} h_{\mu\nu}) \quad (2.33)$$

- $\eta^{\sigma\rho}$ – inverse Minkowski mit diag(-1, 1, 1, 1); für flache Basis
- $h_{\mu\nu}$ – dynamischer Term, erzeugt Gravitation mit:

$$h_{\mu\nu} = \frac{GM}{c^2 r} \delta_{\mu\nu}$$

Für den dominierenden Anteil Γ_{tt}^r , radial, schwaches Feld, $r \gg \frac{GM}{c^2}$ mit $-\partial_{\rho} h_{\mu\nu}$:

$$\Gamma_{tt}^r = -\frac{1}{2} \partial_r \left[\frac{GM}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) \right]$$

$$\Gamma_{tt}^r = \frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} (1 + \cos(kt + \beta)) \quad (2.34)$$

- ∂_r – Radialableitung nach $\left(\frac{1}{r}\right)$ bewirkt Feldstärke $\sim \left(\frac{1}{r^2}\right)$
- $\Gamma_{tt}^r = \frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2}$ – ART-Lösung; bewirkt rein statische Krümmung
- $(1 + \cos(kt + \beta))$ – Mittelung reproduziert Newton-Gravitation, jedoch in der FRM dynamisch; siehe Ansatz **Kapitel 2.3** Sinusperiodizität
- $\partial_r h_{tt}$ – liefert den radialen Gradienten der lokalen Oszillation und erzeugt die anziehende Krümmung, die durch den Faktor $(1 + \cos(kt + \beta))$ moduliert wird
- Andere Ableitungen, z.B. ∂_t – Terme, ergeben zusätzlich zeitabhängige Beiträge, die in der Geodätengleichung die oszillierende Kraft beschreiben.

Berechnung Christoffel-Symbole für den Vektor-Anteil Γ_{MN}^{λ} (Vektor):

Der Vektor-Kopplungsanteil entsteht aus dem gemischten Metrikterm der FRM:

$$2(A_P^a + \delta A_P^a) dy_a dx^{\mu}$$

$$\Gamma_{MN}^{\lambda} = \frac{1}{2} g^{\lambda P} (\partial_M g_{NP} + \partial_N g_{MP} - \partial_P g_{MN}) \quad \text{mit: } g^{\lambda P} \approx \eta^{\lambda P} \text{ in linearer Näherung}$$

$$\Gamma_{MN}^{\lambda} \approx \frac{1}{2} g^{\lambda P} \partial_M [2(A_P^a + \delta A_P^a) dy_a dx^{\mu}] \delta_{aN} \quad (2.35)$$

- $g^{\lambda P} \approx \eta^{\lambda P}$; flache inverse Metrik in linearer Ordnung
- ∂_M – Ableitung nach Koordinate M ; bewirkt die Feldstärke $F_{MP} = \partial_M A_P - \partial_P A_M$
- A_P^a – Hintergrund Vektorfeld
- δA_P^a – kleine Fluktuationen/Störungen des Vektorfeldes
- δ_{aN} – Kronecker-Delta; projiziert auf die Richtung der kompakten Wellenfelddimensionen oder des Vektor-Indexes a



Explizit 7D für alle Komponenten:

$$\Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{Vektor}) = \frac{1}{2} g^{\lambda P} [\partial_M (A_P^a + \delta A_P^a) + \partial_N (A_M^a + \delta A_M^a) - \partial_P (A_M^a + \delta A_N^a)] \quad (2.36)$$

Explizit 4D für die Wechselwirkung/Kopplung zwischen 4D-sichtbar und 3D-kompakt:

$$\Gamma_{\mu a}^{\lambda}(\text{Vektor}) = \frac{1}{2} g^{\lambda P} [\partial_{\mu} (A_P^a + \delta A_P^a) + \partial_a (A_{\mu}^a + \delta A_{\mu}^a) - \partial_P (A_{\mu}^a + \delta A_{\mu}^a)]$$

Dominierender Teil:

$$\Gamma_{\mu a}^{\lambda}(\text{Vektor}) = \frac{1}{2} \eta^{\lambda P} \partial_{\mu} (A_P^a + \delta A_P^a)$$

- Dieser Term beschreibt die Wechselwirkung der Vektorfelder zwischen der sichtbaren 4D Raumzeit (0, 1, 2, 3) und den kompakten Wellenfeld-dimensionen (4, 5, 6).
- δA_P^a – Störterm; ermöglicht lokale Ausgleichskräfte bei Deformationen
- Indizes: $\lambda, P = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$; $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$; $a = 4, 5, 6$

Ergebnis für die Christoffel-Symbole in der FRM:

Die Christoffel-Symbole in der FRM sind zeitabhängig und enthalten globale sowie lokale Oszillationen.

$$\Gamma_{MN}^{\lambda} = \Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{global}) + \Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{lokal}) + \Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{Vektor})$$

- $\Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{global}) = -\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) (\eta_N^{\lambda} \delta_M^0 + \eta_M^{\lambda} \delta_N^0 - \eta_{MN} \eta^{\lambda 0})$
- $\Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{lokal}) \approx \frac{1}{2} \eta^{\lambda P} (\partial_M h_{NP} + \partial_N h_{MP} - \partial_P h_{MN})$
- $\Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{Vektor}) = \frac{1}{2} g^{\lambda P} [\partial_M (A_P^a + \delta A_P^a) + \partial_N (A_M^a + \delta A_M^a) - \partial_P (A_M^a + \delta A_N^a)]$

Dominante Anteile für 4D: (2.37)

$$\Gamma_{MN}^{\lambda} = \frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} [1 + \cos(kt + \beta)] + \frac{1}{2} \eta^{\lambda P} \partial_{\mu} (A_P^a + \delta A_P^a) - \frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) (\eta_N^{\lambda} \delta_M^0 + \eta_M^{\lambda} \delta_N^0 - \eta_{MN} \eta^{\lambda 0})$$

4. Der Riemann-Tensor in der FRM

Der Riemann-Tensor misst die intrinsische Krümmung der Raumzeit, indem dieser Vektoren quantifiziert, die sich bei parallelem Transport um eine geschlossene Schleife verändern. Es ist ein Maß dafür, ob ein Raum gekrümmt oder flach ist. In flachen Räumen wie dem Minkowski-Raum verschwindet der Riemann-Tensor



vollständig. Für die FRM wird der Riemann-Tensor erweitert, um die Krümmung nicht nur in der 4-dimensionalen beobachtbaren Raumzeit, sondern auch in kompakten Dimensionen im Wellenfeld zu erfassen. Dieser ist essenziell für die Feldgleichungen. In der FRM enthält dieser zeitabhängige Beiträge aus globaler kosmischer Oszillation, lokaler Gravitationsstörung und Vektor-Kopplung.

Paralleler Transport eines Vektors V^σ :

Ein Vektor V^P wird entlang einer Kurve mit Tangentenvektor $u^M = \frac{dx^M}{d\lambda}$ parallel transportiert, wenn seine kovariante Ableitung verschwindet:

$$\nabla_M V^P = \partial_M V^P + \Gamma_{MQ}^P V^Q = 0$$

Wird derselbe Vektor auf zwei verschiedenen Wegen um eine infinitesimal kleine Schleife (Fläche mit Seiten δx^M und δx^N) transportiert, ergibt sich eine Differenz ΔV^P . Diese Differenz definiert den Riemann-Tensor:

$$\Delta V^P = -R_{QMN}^P V^Q \delta x^M \delta x^N \quad (2.38)$$

- V^P – Verschiebungsvektor; Einheit: m
- R_{QMN}^P – Riemann-Tensor; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; quantifiziert Krümmung; Indizes: P oben ist Vektorrichtung; Q unten ist Vektorindex; M, N sind die Schleifenrichtungen
- Indizes: P, Q oben – kontravariant; $P, Q = 0, \dots, 6$; Vektor-Komponenten
- Indizes: $M, N = 0, \dots, 6$; Richtungen der Schleife

Definition - Riemann-Tensor aus Christoffel-Symbolen 7D:

$$R_{QMN}^P = \partial_M \Gamma_{NQ}^P - \partial_N \Gamma_{MQ}^P + \Gamma_{ML}^P \Gamma_{NQ}^L - \Gamma_{NL}^P \Gamma_{MQ}^L \quad (2.39)$$

- ∂_M – partielle Ableitung nach x^M ; Einheit: $\frac{1}{m}$; misst Änderung der Γ ; Index M unten entspricht der Richtung
- Γ_{NQ}^P – Christoffel-Symbol; Einheit: $\frac{1}{m}$; Verbindungsterm; Indizes: P oben ist das Ziel; N, Q unten entsprechen dem Ursprung
- $\Gamma_{ML}^P \Gamma_{NQ}^L$ – quadratische Korrektur aus der nicht-kommutativen Natur der Verbindung; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; bewirkt nichtlineare Terme, die Krümmung durch Γ -Interaktionen erzeugen; L summiert gemäß Laufindex $0, \dots, 6$
- $-\Gamma_{NL}^P \Gamma_{MQ}^L$ – quadratische Korrektur aus der nicht-kommutativen Natur der Verbindung; bewirkt Antisymmetrie in M, N für Krümmung
- Indizes von R_{QMN}^P – P oben ist der Vektor; Q unten ist der Vektorindex; M, N unten stehen für die Richtungen; antisymmetrisch

Perturbative Näherung in der FRM:

In linearer Näherung mit $h_{MN} \ll 1$ und mit den bereits hergeleiteten Christoffel-Symbolen vereinfacht sich der Riemann-Tensor. In erster Ordnung mit linearer Krümmung werden $\Gamma\Gamma$ für schwache Felder vernachlässigt:

$$R_{QMN}^P \approx \partial_M \Gamma_{NQ}^P - \partial_N \Gamma_{MQ}^P \quad (2.40)$$

Die Christoffel-Symbole setzen sich zusammen aus:

$$\Gamma_{MN}^\lambda = \Gamma_{MN}^\lambda(\text{global}) + \Gamma_{MN}^\lambda(\text{lokal}) + \Gamma_{MN}^\lambda(\text{Vektor})$$

Spezifische Beiträge aus Γ_{MN}^λ :

Beispiel: ein radialer Term im schwachen Feld, zu registrieren im sichtbaren Raum

Globaler Beitrag (kosmische Oszillation):

$$R_{QMN}^{P(\text{global})} \approx \partial_M \left(-\frac{1}{2} k_{\text{Uni}} \sin(k_{\text{Uni}} t) \eta_Q^P \delta_0^N \right) - \partial_N \left(-\frac{1}{2} k_{\text{Uni}} \sin(k_{\text{Uni}} t) \eta_Q^P \delta_0^M \right) \quad (2.41)$$

Lokaler Beitrag (Gravitationsstörung):

$$R_{QMN}^{r(\text{lokal})} \approx \partial_r \left(\frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} (1 + \cos(kt + \beta)) \right) = -\frac{2}{2} \frac{GM}{c^2 r^3} (1 + \cos(kt + \beta))$$

$$R_{QMN}^{r(\text{lokal})} = -\frac{GM}{c^2 r^3} (1 + \cos(kt + \beta)) \quad (2.42)$$

- $\partial_r h_{tt} \rightarrow$ liefert Beitrag zu Γ_{tt}^r
- $\partial_r h_{rr} \approx 0$
- $\partial_r h_{tr} \approx 0$
- $\partial_r h_{rt} \approx 0$

Vektorieller Beitrag (Kopplung):

$$R_{\mu ab}^{\lambda(\text{Vektor})} \approx \partial_\mu \left(\frac{1}{2} \eta^{\lambda P} \partial_a (A_P^a + \delta A_P^a) \right) \quad (2.43)$$

- $\frac{GM}{c^2 r^3}$ – Kugelsymmetrischer Term; bewirkt höhere Krümmungsmomente
- $R_{\mu ab}^{\lambda(\text{Vektor})}$ – beschreibt genau die Wechselwirkung zwischen sichtbarem 4D-Raum und den kompakten 3D Wellenfelddimensionen
- Indizes: λ – Ereigniskomponente, $\lambda = 0, \dots, 6$; μ unten ist sichtbarer 4D-Index, $\mu = 0, 1, 2, 3$; a, b – erste und zweite kompakte Index, $a, b = 4, 5, 6$;



ρ – Summationsindex, $\rho = 0, \dots, 6$; a in A_P^a – kennzeichnet, welches der drei Vektorfelder A^4, A^5, A^6 aus den kompakten Dimensionen stammt

Reduzierung von 7D auf 4D:

Nach Integration über die kompakten Dimensionen y_4, y_5, y_6 und Mittelung entsteht der effektive 4D-Riemann-Tensor:

$$R_{\sigma\mu\nu}^\rho = R_{\sigma\mu\nu}^{\rho(\text{global})} + R_{\sigma\mu\nu}^{\rho(\text{lokal})} + R_{\sigma\mu\nu}^{\rho(\text{Vektor})}$$

5. Der Ricci-Tensor in der FRM

Der Ricci-Tensor beschreibt eine Kontraktion des Riemann-Tensors aus Punkt 4. und reduziert die lokale Krümmung von einer 4- auf eine symmetrische 2-Tensor-Form. Dieser Tensor misst die durchschnittliche Krümmung in jeder Richtung und ist entscheidend für die Einstein-Feldgleichungen, die die Energiedichte und den Impuls von Materie verbinden. In der FRM ist der Ricci-Tensor zeitabhängig.

Kontraktion des Riemann-Tensors:

Der Ricci-Tensor entsteht durch die Kontraktion des ersten und dritten Index des Riemann-Tensors, d. h. Summation über einen gemeinsamen Index. In voller Form:

$$R_{MN} = \sum_P R_{MPN}^P \quad (2.44)$$

- R_{MN} – Ricci-Tensor, Einheit: $\frac{1}{m^2}$; bewirkt zusammengefasste Krümmung in Richtungen M und N
- R_{MPN}^P – Riemann-Tensor; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; bewirkt vollständige Krümmung; Indizes hier: P oben/unten ist kontrahiert, summiert über $P = 0, \dots, 6$
- $\sum_P$ – Summation über P , reduziert 4-Index-Riemann-Tensor zu einem 2-Index-Tensor, der die lokale Energiedichte misst

Einsetzen der Riemann-Formel:

$$R_{QMN}^P = \partial_M \Gamma_{NQ}^P - \partial_N \Gamma_{MQ}^P + \Gamma_{ML}^P \Gamma_{NQ}^L - \Gamma_{NL}^P \Gamma_{MQ}^L$$

Kontraktion über P (erster und dritter Index):

$$R_{MN} = \partial_P \Gamma_{NM}^P - \partial_N \Gamma_{PM}^P + \Gamma_{PL}^P \Gamma_{NM}^L - \Gamma_{NL}^P \Gamma_{PM}^L \quad (2.45)$$

- $\partial_P \Gamma_{NM}^P$ – Ableitung und Summe, Einheit: $\frac{1}{m^2}$; misst die Änderung der Verbindung in P -Richtung; P summiert $0, \dots, 6$



- $-\partial_N \Gamma_{PM}^P$ – Subtraktion; bewirkt eine Antisymmetrie; Korrektur für die N – Richtung
- $\Gamma_{PL}^P \Gamma_{NM}^L$ – Produkt; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; bewirkt nichtlineare Interaktionen der Γ ; P summiert
- $-\Gamma_{NL}^P \Gamma_{PM}^L$ – Subtraktion; bewirkt eine Antisymmetrie in den nichtlinearen Termen
- L – summierter Laufindex $L = 0, \dots, 6$; berücksichtigt alle Richtungen in den Produkten
- Indizes: $M, N = 0, \dots, 6$; Richtungsindizes

Die Formel (2.45) ist kovariant und machen den Γ in der FRM durch die Sinus/Kosinus-Terme dynamisch.

Perturbative Näherung in der FRM:

Da $\Gamma \sim \delta g$ (erste Ordnung) ist, sind die Γ -Produkte zweiter Ordnung $\sim (\delta g)^2$ und vernachlässigbar in linearer Näherung für $h_{MN} \ll 1$:

$$R_{MN} \approx \partial_P \Gamma_{NM}^P - \partial_N \Gamma_{PM}^P \quad (2.46)$$

Da die Christoffel-Symbole aus drei Teilen bestehen (global, lokal, Vektor), ergibt sich der Ricci-Tensor aus:

$$R_{MN} = R_{MN}^{(\text{global})} + R_{MN}^{(\text{lokal})} + R_{MN}^{(\text{Vektor})}$$

Jeder Christoffel-Anteil liefert einen eigenen Ricci-Beitrag. Die globale Oszillation moduliert die gesamte Raumzeitkrümmung, der lokale Anteil die Gravitationskrümmung um die Masse, der Vektor-Anteil die Kopplung zum Wellenfeld.

Beiträge und explizite Formen:

Globaler Beitrag:

$$R_{MN}^{(\text{global})} \approx \partial_P \left(-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_N^P \delta_M^0 \right) - \partial_N \left(-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_P^P \delta_M^0 \right) \quad (2.47)$$

Lokaler Beitrag:

$$R_{MN}^{(\text{lokal})} = \partial_P \left(\frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_N^r \delta_M^t \right) - \partial_N \Gamma_{PM}^P$$

$$R_{MN}^{(\text{lokal})} \approx \partial_P \left(\frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_N^r \delta_M^t \right) \quad (2.48)$$

- $\partial_N \Gamma_{PM}^P \approx 0$ für schwaches Feld, radial, $M = N = t$



Vektorieller Beitrag:

$$R_{MN}^{(\text{Vektor})} = \partial_P \left(\frac{1}{2} \eta^{PP} \partial_M (A_\rho^a + \delta A_\rho^a) \delta_a^N \right) \quad (2.49)$$

- δ_a^N – Kronecker-Delta; isoliert die Komponenten des Riemann-Tensors mit $N \in \{4, 5, 6\}$, die die kompakten Wellenfelddimensionen betreffen, und verhindert, dass dieser vektorielle Beitrag direkt im reinen 4D-Raum ($\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$) auftritt. Damit wird die Ursache der Wechselwirkung/Kopplung in das Wellenfeld verlegt.
- Summationsindex: $\rho = 0, \dots, 6$; kontrahiert die inverse Metrik mit der inneren Ableitung

Reduktion auf effektive 4D:

Indem die Indizes M, N auf $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$ reduziert werden, entsteht die 4D-Lösung von Ricci:

$$R_{\mu\nu}^{(4)} = R_{\mu\nu}^{(\text{global})} + R_{\mu\nu}^{(\text{lokal})} + R_{\mu\nu}^{(\text{Vektor})}$$

Ricci-Skalar R :

Der Ricci-Skalar ist die vollständige Kontraktion des Riemann-Tensors mit der inversen Metrik und gibt die lokale mittlere Krümmung der Raumzeit als skalare Zahl an.

$$R = g^{MN} R_{MN} = g^{MN} R_{MPN}^P \quad (2.50)$$

$$\text{mit: } g^{MN} \approx \frac{1}{1 + \cos(k_{Uni} t)} (\eta^{MN} - h^{MN})$$

- R – Krümmungsskalar, Einheit: $\frac{1}{\text{m}^2}$; gibt lokale skalare Krümmung an; positiv für Expansion, negativ für gebundene Systeme; in FRM dynamisch
- g^{MN} – inverse Metrik; erhöht die Indizes des Ricci-Tensors; Indizes M, N oben sind kontravariant; $M, N = 0, \dots, 6$; in 7D
- R_{MN} – Ricci-Tensor; Einheit: $\frac{1}{\text{m}^2}$; fasst Krümmung zusammen; Indizes M, N unten sind kovariant
- Kontraktion mit der impliziten Summation über M und N reduziert den 2-Index-Ricci-Tensor zu einem Skalar, der die Spur der Krümmung misst

Perturbative Näherung mit $h_{MN} \ll 1$:

$$R \approx \eta^{MN} R_{MN}$$

$$R = R^{(\text{global})} + R^{(\text{lokal})} + R^{(\text{Vektor})}$$



Globaler Beitrag:

$$R^{(\text{global})} \approx \eta^{MN} \left[\partial_P \left(-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_N^P \delta_M^0 \right) - \partial_N \left(-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_P^P \delta_M^0 \right) \right]$$

Lokaler Beitrag:

$$R^{(\text{lokal})} \approx \eta^{MN} \left[\partial_P \left(\frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_N^r \delta_M^t \right) \right] = -\frac{GM}{c^2 r^3} (1 + \cos(kt + \beta))$$

Vektorieller Beitrag:

$$R^{(\text{vektor})} \approx \eta^{MN} \left[\partial_P \left(\frac{1}{2} \eta^{P\rho} \partial_M (A_\rho^a + \delta A_\rho^a) \delta_a^N \right) \right]$$

Reduktion auf 4D:

Die kompakten Wellenfelddimensionen y_4, y_5, y_6 werden integriert und gemittelt.

$$R^{(4)} = R^{(\text{global})} + R^{(\text{lokal})} + R^{(\text{vektor})}$$

6. Der Einstein-Tensor in der FRM

Der Einstein-Tensor verknüpft die Krümmung der Geometrie mit der Energie-Impuls-Verteilung und bildet die Grundlage der Einstein-Feldgleichungen. Dieser Tensor kombiniert den Ricci-Tensor (Punkt 5.) und den Skalar-Krümmungsterm, um eine divergentfreie Form zu erzeugen, die Gravitation als geometrische Effekte beschreibt. In FRM erklärt dieser Tensor, wie Krümmung zu Gravitation und anderen Kräften führt.

Definition des Einstein-Tensors aus dem Ricci-Tensor und Skalar:

Der Einstein-Tensor ist eine lineare Kombination aus Ricci-Tensor, Metrik und Skalar.

$$G_{MN} = R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R \quad (2.51)$$

- G_{MN} – Einstein-Tensor; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; verknüpft Krümmung mit Materie/Energie; Indizes M, N unten sind kovariant; $M, N = 0, \dots, 6$; in 7D (0 = Zeit, 1, 2, 3 = sichtbar, 4, 5, 6 = kompakt)
- R_{MN} – Ricci-Tensor; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; bewirkt lokale Krümmung; Indizes: M, N
- $\frac{1}{2}$ – Normierungsfaktor; macht Einstein-Tensor G spurfrei
- g_{MN} – Metrik aus Punkt 1.; multipliziert Skalar zur Tensorform
- R – Krümmungsskalar für die durchschnittliche Krümmung; Einheit: $\frac{1}{m^2}$



Der Zweck dieser Definition ist die Herstellung einer Divergenzfreiheit, was die Energieerhaltung gewährleistet:

$$\nabla^M G_{MN} = 0 \quad (2.52)$$

Einfügen des Ricci-Tensors und Skalars aus Punkt 5.:

$$G_{MN} = (R_{MN}^{(\text{global})} + R_{MN}^{(\text{lokal})} + R_{MN}^{(\text{Vektor})}) - \frac{1}{2} g_{MN} (R^{(\text{global})} + R^{(\text{lokal})} + R^{(\text{Vektor})}) \quad (2.53)$$

- $-\frac{1}{2} g_{MN} ()$ – Kombination; macht G divergenzfrei, indem die Skalar-Krümmung isotrop auf alle Richtungen verteilt wird

Der Tensor ist kovariant und in FRM durch $\sin(kt)$ bzw. $\cos(kt)$ in den Γ zeitabhängig.

Perturbative Näherung in der FRM:

In der linearen Näherung wird $\Gamma \sim (\delta g)^2$, $g \approx g_0$ vernachlässigt und es gilt $h_{MN} \ll 1$:

$$G_{MN} \approx R_{MN} - \frac{1}{2} \eta_{MN} R \quad (2.54)$$

Spezifische Beiträge:

$$G_{MN} = G_{MN}^{(\text{global})} + G_{MN}^{(\text{lokal})} + G_{MN}^{(\text{Vektor})}$$

Globaler Beitrag:

$$G_{MN}^{(\text{global})} = R_{MN}^{(\text{global})} - \frac{1}{2} \eta_{MN} R^{(\text{global})} \quad (2.55)$$

- $R_{MN}^{(\text{global})} \approx \partial_P (-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_N^P \delta_M^0) - \partial_N (-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_P^0 \delta_M^0)$
- $R^{(\text{global})} \approx \eta^{MN} [\partial_P (-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_N^P \delta_M^0) - \partial_N (-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_P^0 \delta_M^0)]$

Lokaler Beitrag:

$$G_{MN}^{(\text{lokal})} = R_{MN}^{(\text{lokal})} - \frac{1}{2} \eta_{MN} R^{(\text{lokal})} \quad (2.56)$$

- $R_{MN}^{(\text{lokal})} = \partial_P (\frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_N^r \delta_M^t) - \partial_N \Gamma_{PM}^P$
- $\partial_N \Gamma_{PM}^P \approx 0$ für schwaches Feld, radial, $M = N = t$
- $R^{(\text{lokal})} \approx \eta^{MN} [\partial_P (\frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_N^r \delta_M^t)]$



Vektorieller Beitrag:

$$G_{MN}^{(\text{Vektor})} = R_{MN}^{(\text{Vektor})} - \frac{1}{2} \eta_{MN} R^{(\text{Vektor})} \quad (2.57)$$

- $R_{MN}^{(\text{Vektor})} = \partial_P \left(\frac{1}{2} \eta^{P\rho} \partial_M (A_\rho^a + \delta A_\rho^a) \delta_a^N \right)$
- $R^{(\text{Vektor})} \approx \eta^{MN} [\partial_P \left(\frac{1}{2} \eta^{P\rho} \partial_M (A_\rho^a + \delta A_\rho^a) \delta_a^N \right)]$

Divergenzfreiheit aus Bianchi-Identitäten gewährleistet Energieerhaltung:

Die zweiten Bianchi-Identitäten sind geometrische Identitäten für den Riemann-Tensor in torsionsfreien Räumen und lauten:

$$\nabla_R R_{QMN}^P + \nabla_M R_{QNR}^P + \nabla_N R_{QRM}^P = 0 \quad (2.58)$$

- ∇_R – kovariante Ableitung in Richtung R ; Einheit: $\frac{1}{m}$; berücksichtigt Krümmung; Index R unten ist kovariant; $R = 0, \dots, 6$ in 7D
- R_{QMN}^P – Riemann-Tensor; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; vollständige Krümmung, Indizes: P oben ist Vektor; Q unten ist Vektorindex; M, N unten sind Richtungen
- $\nabla_R R_{QMN}^P$ oder $\nabla_M R_{QNR}^P$ oder $\nabla_N R_{QRM}^P$ – zyklische Permutation bewirkt Antisymmetrie in R, M, N
- $\nabla_N R_{QRM}^P$ – schließt Zyklus; bewirkt die Identität mit null, d. h. die Krümmung ist konsistent
- 0 – Nulltensor; aufgrund der geometrischen Notwendigkeit
- Indizes: P oberer freier Index, Q unterer freier Index, M, N, R sind Schleifenrichtungen; $P, Q, M, N, R = 0, \dots, 6$

Diese Identitäten gelten immer für jede affine Verbindung (auch in der FRM mit Oszillationen und Vektorfeldern). Sie sind eine rein geometrische Eigenschaft der Christoffel-Symbole und besagen, dass die Krümmung „zyklisch“ ist.

Kontraktion über ersten und dritten Index ($P = Q$):

$$\nabla_R R_{MPN}^P + \nabla_M R_{NPR}^P + \nabla_N R_{RPM}^P = 0$$

Die kontrahierte Form ergibt:

$$\nabla_R R_{MN}^R + \nabla_M R - \nabla_N R_{MR}^R = 0 \quad \text{mit: } R = R_P^P \text{ als Ricci-Skalar}$$

Einsetzen in den Einstein-Tensor:

$$G_{MN} = R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R$$



Die kontrahierte Bianchi-Identität wird mit g^{MN} multipliziert und die Metrik-Kompatibilität $\nabla_g = 0$ angewendet:

$$\nabla^M G_{MN} = \nabla^M R_{MN} - \frac{1}{2} \nabla_N R - \frac{1}{2} g_{MN} \nabla^M R + \frac{1}{2} \nabla_N R = 0$$

$$\boxed{\nabla^M G_{MN} = 0} \quad (2.59)$$

- $\nabla^M G_{MN}$ – kovariante Divergenz; Einheit: $\frac{1}{m^3}$; bewirkt den Erhaltungssatz

Die Divergenzfreiheit sorgt dafür, dass die linke Seite der Feldgleichung mit

$$G_{MN} = \frac{8\pi G_7}{c^4} T_{MN}$$

automatisch die lokale Impuls-Energie-Erhaltung in der FRM für

$$\nabla^M T_{MN} = 0$$

erzwingt.

Es wird gezeigt, dass der Einstein-Tensor G in der FRM-Geometrie divergenzfrei ist und die Erhaltung trotz Rotationen gewährleistet wird.

Reduzierung für 4D mit $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$:

Nach Integration über die kompakten Dimensionen y_4, y_5, y_6 und Mittelung entsteht die effektive 4D-Reduktion:

$$\nabla^\mu G_{\mu\nu}^{(4)} = 0$$

Die oszillierenden Terme und Vektorfelder stören diese Identitäten nicht, weil die Bianchi-Identitäten geometrisch invariant sind.

7. Impuls-Energie-Tensor in der FRM

Der Impuls-Energie-Tensor in der FRM beschreibt die Verteilung von Energie, Impuls und Spannung im 7-dimensionalen Feldraum. Dieser ist symmetrisch $T_{MN} = T_{NM}$ und divergenzfrei $\nabla^M T_{MN} = 0$, um die Erhaltungssätze zu gewährleisten. In der FRM entsteht der Impuls-Energie-Tensor aus dem elektrischen/gravitativen Potenzial des Universums und Photonenfeldern. Dieser verknüpft Geometrie mit physikalischen Effekten. Dieser Tensor wird basierend auf der Methode des Variationsprinzips der ART hergeleitet und auf ein 7-dimensionales Modell erweitert.

Variationsprinzipielle Definition aus der Materie-Aktion:

$$T_{MN} = - \frac{2}{\sqrt{-g}} \frac{\delta S_m}{\delta g^{MN}} \quad ; \text{ mit: } S_m = \int \mathcal{L}_m \sqrt{-g} d^7x \text{ die Materie-Aktion} \quad (2.60)$$

- T_{MN} – Impuls-Energie-Tensor; normiert pro Volumensegment des Wellenfeldes mit Einheit: $\frac{\text{J}}{\text{m}^3} \frac{1}{\text{m}^3} = \frac{\text{J}}{\text{m}^6} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; Quelle der Krümmung; Indizes: M, N unten sind kovariant; $M, N = 0, \dots, 6$ in 7D (0 = Zeit; 1, 2, 3 = sichtbar; 4, 5, 6 = kompakt)
- - 2 – Normierungsfaktor; passende Skalierung zu Feldgleichungen
- $\sqrt{-g}$ – Wurzel der Metrik-Determinante in 7D; bewirkt invariantes Volumenelement aus der Metrik (Punkt 1.); mit $g = \det g_{MN}$
- $\frac{\delta S_m}{\delta g^{MN}}$ – funktionale normierte Variation; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; misst Metrikabhängigkeit der Materie; δ entspricht einer kleinen Variation
- S_m – Aktion, Maß für Dynamik; Einheit: Js; bewirkt das Integral über den Lagrangian der Materie/Felder
- g^{MN} – inverse Metrik bewirkt Variation der Indizes oben
- d^7x – Integral über 7D- Volumenelement, inklusive kompakte Dimensionen
- $\mathcal{L}_m$ – Lagrangedichte aus Feldern, in FRM aus Photonenfeld

Der Tensor T_{MN} ist als Reaktion der Materie auf eine Metrikänderung definiert. In der FRM enthält S_m geometrische Felder in Form von sinusförmigen Schwingungen.

Phänomenologische Form für perfektes Fluid, klassische Basis in der FRM:

Für das perfekte Fluid gilt der isotrope und viskositätsfreie Zustand:

$$T_{MN}^{(\text{klassisch})} = \left(\rho + \frac{p}{c^2} \right) u_M u_N - p g_{MN} \quad (2.61)$$

Dieser Term modelliert ruhende Energiedichte (ρ) und Druck (p) entlang der Bahn (u_M). In FRM entsteht die Energiedichte ρ aus elektrisch interner Photonen-Masse innerhalb eines Bündels und p entsteht aus der Feldspannung eines Austauschteilchens im Vakuum. In der FRM übernehmen die sogenannten **Fione** (**Kapitel 3.2**) die physikalische Rolle von Photonen in einem Bündel. Sie kommen vergleichsweise einer Erweiterung des klassischen Gluons nahe. Fione können darüber hinaus aktiv ein Potenzial relativ zur Dimensionsebene D_{56} generieren, können sich aufspalten, indem sie ein Austauschteilchen und passives (dunkles) Fion erzeugen, sowie nach einem Feldaustausch rekombinieren.

- ρ – normierte Energiedichte; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; Gesamtenergie pro 6D Volumen (inkl. Ruhemasse)



- $\frac{p}{c^2}$ – normierter Druck; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4\text{s}^2}$; ist isotrope Kraft; $p = 0$ für Staub; $p = \frac{\rho}{3}$ für Strahlung
- u_M – Viererimpuls; ohne konkrete Index-Zuordnung dimensionslos; bewirkt die skalare Bewegungsrichtung; z.B.: $u^M u_M = -c^2$ mit Index M unten für kovariante Komponente (transformiert wie Gradienten ∂_M); M oben für kontravariante Komponente (transformiert wie Differenziale dx^M);
- $(\rho + \frac{p}{c^2})$ – Enthalpiedichte
- $(\rho + \frac{p}{c^2}) u_M u_N$ – dynamischer Term; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4\text{s}^2}$; Impulsfluss
- $-p g_{MN}$ – isotroper Druck in allen Richtungen
- g_{MN} – komplette Metrik aus Punkt 1.; bewirkt Projektion

Relativistische Felder passen zu Photonen als Hohlkörperoszillation, indem der Drehimpuls eine Impulsdichte erzeugt. Es reproduziert die klassische Physik, wobei in der FRM die Energiedichte ρ aus der geometrischen Masse als Widerstand gegen Felder hervorgeht.

Erweiterung durch globalen Anteil des Wellenfeldes:

Metrik:

$$g_{MN} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] (\eta_{MN} + h_{MN})$$

Für den globalen Anteil gilt $h_{MN} = 0$:

$$g_{MN}^{\text{global}} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] \eta_{MN}$$

Globaler Christoffel-Anteil:

$$\Gamma_{MN}^{\lambda}(\text{global}) = -\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) (\eta_N^{\lambda} \delta_M^0 + \eta_M^{\lambda} \delta_N^0 - \eta_{MN} \eta^{\lambda 0})$$

Globaler Ricci-Tensor:

$$R_{MN}^{(\text{global})} \approx \partial_P (-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_N^P \delta_M^0) - \partial_N (-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_P^P \delta_M^0)$$

$$R_{MN}^{(\text{global})} = (-\frac{1}{2} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t)) (\eta_{MN} \eta^{00} - \eta_M^0 \eta_N^0 - \eta_N^0 \eta_M^0)$$

- $\eta_{MN} \eta^{00} = -\eta_{MN}$
- $-\eta_M^0 \eta_N^0 - \eta_N^0 \eta_M^0$ – Zeitprojektoren

Globaler Ricci-Skalar:

$$R^{\text{global}} = \eta^{MN} R_{MN}^{(\text{global})} = (-\frac{1}{2} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t)) \eta^{MN} (\eta_{MN} \eta^{00} - \eta_M^0 \eta_N^0 - \eta_N^0 \eta_M^0)$$



- $\eta^{MN} \eta_{MN} \eta^{00} = -7$
- $-\eta^{MN} \eta_M^0 \eta_N^0 = 1$
- $-\eta^{MN} \eta_N^0 \eta_M^0 = 1$

$$R^{\text{global}} = -\frac{1}{2} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) [-7 + 1 + 1]$$

$$R^{\text{global}} = \frac{5}{2} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t)$$

Einsetzen in Einstein-Tensor G_{MN} mit $g_{MN} \approx \eta_{MN}$:

$$G_{MN} = R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R$$

$$G_{MN}^{(\text{global})} = \frac{1}{2} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) \eta_{MN} + \frac{1}{2} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) (-\eta_M^0 \eta_N^0 - \eta_N^0 \eta_M^0) - \frac{5}{4} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) \eta_{MN}$$

Vereinfachung der Zeit-Projektionsterme:

Die Zeit-Projektionsterme $(-\eta_M^0 \eta_N^0 - \eta_N^0 \eta_M^0)$ tragen in der 7D-Kontraktion genau den Anteil bei, der die verbleibenden Faktoren kompensiert. Die Struktur des Projektors ist so gewählt, dass:

$$\frac{1}{2} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) (-\eta_M^0 \eta_N^0 - \eta_N^0 \eta_M^0) - \frac{5}{4} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) \eta_{MN} = 0$$

Isotrope Näherung des Projektors in linearer Ordnung für $G_{MN}^{(\text{global})}$:

$$G_{MN}^{(\text{global})} = \frac{1}{2} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) \eta_{MN}$$

Reduzierter Impuls-Energie-Tensor als „effektive Quelle“ der Krümmung ist definiert:

$$T_{MN}^{(\text{global})} = \frac{c^4}{8\pi G} \frac{1}{2} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) \eta_{MN}$$

$$T_{MN}^{(\text{global})} = \frac{c^4}{16\pi G} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) \eta_{MN} \quad (2.62)$$

- G – Gravitationskonstante auf 7D normiert

Erweiterung durch Vektoranteil des Wellenfeldes:

Die Kopplungskomponente $T_{MN}^{(\text{Vektor})}$ entsteht aus der Dimensionsreduktion der 7D-Gravitationstheorie auf 4D. Explizit 4D für die Wechselwirkung/Kopplung zwischen 4D-sichtbar und 3D-kompakt:



$$\Gamma_{\mu a}^{\lambda (\text{Vektor})} = \frac{1}{2} g^{\lambda \rho} [\partial_{\mu} (A_{\rho}^a + \delta A_{\rho}^a) + \partial_a (A_{\mu}^a + \delta A_{\mu}^a) - \partial_{\rho} (A_{\mu}^a + \delta A_{\mu}^a)]$$

Dominierender Teil:

$$\Gamma_{\mu a}^{\lambda (\text{Vektor})} = \frac{1}{2} \eta^{\lambda \rho} \partial_{\mu} (A_{\rho}^a + \delta A_{\rho}^a)$$

Ausgangspunkt ist die Lagrange-Dichte des Yang-Mills-Feldes gemäß Konvention, angewandt für 7D:

$$\mathcal{L}_{YM}^{(7)} = -\frac{1}{4} F_{MN}^a F^{aMN},$$

wobei die Feldstärke F wie folgt definiert ist:

$$F_{\mu\nu}^a = \partial_{\mu} (A_{\nu}^a + \delta A_{\nu}^a) - \partial_{\nu} (A_{\mu}^a + \delta A_{\mu}^a) + g_M^{(7)} f^{abc} A_M^b A_N^c$$

- Indizes: $M, N = 0, \dots, 6$; Eichgruppenindex $a = 4, 5, 6$ für $SU(3)$, summiert über a
- A_{ν}^a bzw. A_{μ}^a – 7D Eichvektor
- Indizes: M, N zerfallen in $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$
- $g_M^{(7)}$ – Kopplung
- f^{abc} – Strukturkonstante

$$\mathcal{L}_{YM}^{(4)} = -\frac{1}{4} \frac{1}{g_{(YM)}^2} F_{\mu\nu}^a F^{a\mu\nu} = -\frac{1}{4} \frac{1}{\pi} F_{\mu\nu}^a F^{a\mu\nu}, \quad (2.63)$$

- $g_{(YM)}^2 = g_{eff}^2$ – effective 4D-Kopplung, wird zu π normalisiert
- $g_{eff}^2 = \frac{g_{(7)}^2}{V_{(3)}} = \pi$

$$\mathcal{L}_{YM}^{(4)} = -\frac{1}{4} \frac{1}{g_{(YM)}^2} F_{\mu\nu}^a F^{a\mu\nu} = -\frac{1}{4} \frac{1}{\pi} F_{\mu\nu}^a F^{a\mu\nu}$$

Yang-Mills-Ausdruck für den reduzierten Fall mit der Wechselwirkung als Kopplungseffekt zwischen 4D-sichtbar und 3D-kompakt:

$$T_{\mu\nu}^{(\text{Vektor})} = \frac{1}{4\pi} (F_{\mu}^{\lambda} F_{a\lambda\rho} - \frac{1}{4} g_{\mu a} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma}) \eta^{\rho\nu} \quad (2.64)$$

- $\frac{1}{4\pi}$ – entspricht einer spezifischen Normalisierung der Eichkopplung
- Indizes:
 - $\mu = 0, 1, 2, 3$; Richtung im sichtbaren 4D
 - $\nu = 0, 1, 2, 3$; freier sichtbarer Index nach Kontraktion mit $\eta^{\rho\nu}$



$a = 4, 5, 6$; kompakter Gruppen-Index für Vektorfeld A^4, A^5, A^6

$\lambda, \rho, \sigma, K = 0, \dots, 6$; Summationsindizes über 7D

- $F_{\mu}^{a\lambda} = \eta^{\lambda\rho} F_{\mu\rho}^a = \eta^{\lambda\rho} [\partial_{\mu} (A_{\rho}^a + \delta A_{\rho}^a) - \partial_{\rho} (A_{\mu}^a + \delta A_{\mu}^a)]$
- $F_{a\lambda\rho} = \partial_{\lambda} (A_{a\rho} + \delta A_{a\rho}) - \partial_{\rho} (A_{a\lambda} + \delta A_{a\lambda})$
- $F_{\rho\sigma}^a = \partial_{\rho} (A_{\sigma}^a + \delta A_{\sigma}^a) - \partial_{\sigma} (A_{\rho}^a + \delta A_{\rho}^a)$
- $F^{a\rho\sigma} = \eta^{\rho\lambda} \eta^{\sigma K} F_{\mu K}^a = \eta^{\rho\lambda} \eta^{\sigma K} [\partial_{\lambda} (A_K^a + \delta A_K^a) - \partial_K (A_{\lambda}^a + \delta A_{\lambda}^a)]$
- $\eta^{\rho\nu} = \text{diag}(-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)^{\rho\nu}$

Für den vollständigen 7D-Fall:

$$T_{MN}^{(\text{Vektor})} = \frac{1}{4\pi} (F_M^{\lambda a} F_{Na\lambda} - \frac{1}{4} g_{MN} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma})$$

Erweiterung zu 7D mit FRM-spezifischen Beiträgen:

$$T_{MN} = T_{MN}^{(\text{klassisch})} + T_{MN}^{(\text{global})} + T_{MN}^{(\text{Vektor})} \quad (2.65)$$

$$T_{MN} = [(\rho + \frac{p}{c^2}) u_M u_N - p g_{MN}] + [\frac{c^4}{16\pi G} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \eta_{MN}] + [\frac{1}{4\pi} (F_M^{\lambda a} F_{Na\lambda} - \frac{1}{4} g_{MN} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma})]$$

- T_{MN} – Impuls-Energie-Tensor; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; normiert mit 6D Volumen
- $T_{MN}^{(\text{klassisch})}$ – klassischer Term; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; sichtbare Materie; Indizes: $M, N = 0, \dots, 6$
- $T_{MN}^{(\text{global})}$ – globaler Term; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; beinhaltet dunkle Energie bzw. unsichtbare Photonen (**Kapitel 2.3** und **3.2**) aus Oszillationen; Indizes: $M, N = 0, \dots, 6$; metrisch ist nur Minkowski η_{MN} relevant
- k – Kreisfrequenz, Zeitnormierung von $\frac{1}{s^2}$ auf $\frac{1}{\text{m}^2}$; als Windungszahl interpretierbar
- G – Gravitationskonstante; 4D Einheit: $G_{\text{eff}} = 6,674 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$; liegt über 7D verdünnt vor; $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^6}{\text{kg s}^2}$
- $T_{MN}^{(\text{Vektor})}$ – Kopplung von Feldern aus Rotationen; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; beschreibt die Energie, Impuls und Spannungen der nicht-abelschen Eichfelder (z.B. Fionen, Bosonen); Indizes: $M, N = 0, \dots, 6$
- $/4\pi$ – Normierung; bewirkt Gauß-Einheiten; aus: $g_{\text{eff}}^2 = \frac{g_{(7)}^2}{V_{(3)}} = \pi$
- $F_M^{\lambda a} F_{Na\lambda}$ – gerichteter, nicht spuriger Teil; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; erzeugt Energiefluss und Spannungen der Eichfelder
Bei T_{00} Hauptbeitrag zur Energiedichte der Eichfelder
Bei T_{0i} Hauptbeitrag zum Impulsfluss der Eichfelder



- $-\frac{1}{4} g_{MN} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma}$ – Spurterm der Energiedichte; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; erzeugt elektromagnetische und gleiche Felder; bewirkt den isotropen Beitrag zur Metrik g_{MN} , der dem Druck mit $p = -\rho$ ein negatives Vorzeichen gibt und den Tensor spurfrei hält

Die Herleitung zeigt, wie der Impuls-Energie-Tensor T in der FRM direkt aus der geometrischen Interpretation von Masse und Energie als Felddeformation und kosinusörmiger Rotation (kt) folgt. Materie ist somit kein fundamentales Konzept, sondern ein emergenter Effekt des Widerstands gegen die dynamischen Felder.

8. Eichpotenzial A_μ^a anhand des FRM – Teilchenmodells

Das Eichpotenzial A_μ^a ist der fundamentale Vermittler der elektromagnetischen und schwachen Wechselwirkung in der FRM. Es entsteht direkt aus den off-diagonalen Komponenten der 7D-Metrik und koppelt zwischen den sichtbaren Dimensionen ($\mu = 0, 1, 2, 3$: Zeit sowie Teilchenfeld F_{1-3}) und den drei kompakten Wellenfeld-Dimensionen ($a = 4, 5, 6$; F_{4-6}). Durch seine Ableitung entsteht die Feldstärke F , die wiederum Ladung, Potenzialgefälle und Rekombination erzeugt. Diese geometrischen Effekte werden anhand der (Trägheits-) Rotation von Fionen in den Dimensionsebenen $D_{45/46/56}$ modelliert.

Die FRM-Metrik (2.18) aus Punkt 1. lautet:

$$ds^2 \supset 2(A_\mu^a + \delta A_\mu^a) dy_a dx^\mu$$

A_μ^a erzeugt die kompakten Koordinaten y_a an die sichtbaren Dimensionen x^μ .

- A_μ^a – Off-diagonale Komponente; ungestörtes Eichpotenzial; dimensionslos in 7D; erzeugt Felder aus der Geometrie heraus
- dy_a – dynamische Länge des Radius parallel zum Einheitsvektor für $a = 4, 5, 6$
- Gruppenindex $a = 4, 5, 6$; $\mu = 0, 1, 2, 3$

Die Feldstärke F , die Wechselwirkung erzeugt, entsteht aus der kovarianten Ableitung des Eichpotenzials.

7D:

$$F_{MN}^a = \partial_M (A_N^a + \delta A_N^a) - \partial_N (A_M^a + \delta A_M^a) + g_M^{(7)} f^{abc} (A_M^b + \delta A_M^b)(A_N^c + \delta A_N^c) \quad (5.66)$$

4D (nach Kompaktifizierung):

$$F_{\mu\nu}^a = \partial_\mu (A_\nu^a + \delta A_\nu^a) - \partial_\nu (A_\mu^a + \delta A_\mu^a) + g_\mu^{(4)} f^{abc} (A_\mu^b + \delta A_\mu^b)(A_\nu^c + \delta A_\nu^c) \quad (5.67)$$

- F – Feldstärke aus Potenzial A definiert die erzeugte Dynamik



- $\partial_\mu A_\nu^a - \partial_\nu A_\mu^a$ – abelsche Teil
- $g^{(4)} f^{abc} A_\mu^b A_\nu^c$ – nicht abelsche Teil; erzeugt die Selbstwechselwirkung der Eichbosonen (Fionen)
- Indizes: $b, c = 4, 5, 6$

Es muss das Potenzial A ermittelt werden, damit ein Aufschluss auf die Feldkräfte geschlossen werden kann.

Verbindung zum Teilchenmodell – Rotation der aktiven Fione:

Teilchen bestehen aus Sphären S mit aktiven Fionen, die in 4-dimensionalen Rotationsbahnen schwingen. Rotationen relativ zur Dimensionsebene D_{56} generieren eine Ladung Q durch Potenzialgefälle parallel zur vierten Dimension. Das **Axiom 11** führt das universelle elektrische Potenzial auf einen Verschiebungsstrom zurück, der sich durch die Ausrichtung seines Photonenfeldes im Wellenfeld mit der gleichzeitigen dynamischen Ausdehnung der Raumzeit ergibt.

$$A_\mu^a = \phi_a \delta_b^a \delta_\mu^c$$

- ϕ_a – Skalarpotenzial einer Objektschwingung im kompakten Wellenfeld parallel zu einer Richtung $a = 4, 5, 6$; erzeugt die Amplitude
- δ_b^a – Kronecker-Delta; (1, wenn $a = b$; sonst 0); $a = 6$ gilt, wenn der Ort des Feldaustauschs in der Dimensionsebene D_{56} zwischen Wellenfeld und Teilchenfeld stattfindet; sonst bedeutet „0“ $\rightarrow$ unsichtbare Materie; b entspricht hier der Dimensionsebene, wo die Rotation im Wellenfeld stattfindet; für D_{45} : δ_4^a ; für $D_{45/46}$: δ_5^a ; für $D_{45/46/56}$: δ_6^a
- $\delta_\mu^c = \delta_\mu^0 = 1$ nur wenn $\mu = c = 0 \rightarrow$ Beitrag nur zur Zeitkomponente A_0^a elektrisches Potenzial (Ladungseffekt) $\rightarrow \mu = 0$
- $\delta_\mu^c = \delta_\mu^i = 1$ nur wenn $\mu = c = i \rightarrow$ Beitrag nur zur räumlichen Komponente A_i^a magnetisches-/Vektorpotenzial (Bewegungs-/Rotationseffekt) $\rightarrow \mu = i = 1, 2, 3$ bzw. $\mu = 1$ für D_{14} , $\mu = 2$ für D_{24} , $\mu = 3$ für D_{34} ; $i = D_{14/24/34}$

Das Potenzial A_μ^a wird durch die Kopplung zwischen x^μ und y_a erzeugt. Die Off-diagonalen Einträge liegen in der Metrik im Bereich des Wellenfeldes. Die Kompaktifizierung erfolgt durch die Integration über das Volumen der kompakten Dimensionen y_4, y_5, y_6 . Die Volumenintegration führt schließlich zum Potenzial.

Die effektive Aktion lautet:

$$S_{\text{eff}}^{(4)} = \frac{1}{V} \int \mathcal{L}_{(7)} d^7x = \int \mathcal{L}_{(4)} d^4x d^3y = \frac{1}{V} \int \mathcal{L}_{(4)} d^4x \sqrt{-g} d^3y$$

$$\text{mit: } \int d^3y = V = (2\pi R)^3 \quad \text{und: } \mathcal{L}_{(4)}^{(\text{vektoriell})} = -\frac{1}{4} g^{\mu\sigma} g^{\nu\rho} F_{\mu\nu}^a F_{\sigma\rho a} = -\frac{1}{4} 2\Delta A_\mu^a$$



und: $\sqrt{-g} \rightarrow \sqrt{g_{aa}} \approx R \rightarrow A_\mu^{a(7)} = A_\mu^{a(4)} \sqrt{g_{aa}} = A_\mu^{a(4)} R$

- Nach der Kompaktifizierung gilt für das Potenzial: $A_\mu^{a(4)} = \frac{A_\mu^{a(7)}}{R}$

Mit $dy_a = R (\cos(kt+\beta))$ als Auslenkungslänge wird der Weg für Generierung des Potenzial in einer Richtung a im Wellenfeld beschrieben:

$$\int A_\mu^{a(4)} dy_a = \frac{A_\mu^{a(7)}}{R} R (\cos(kt+\beta)) = A_\mu^{a(7)} \cos(kt+\beta)$$

Poisson-Gleichung liefert:

$$\nabla^2 \phi_a = -\frac{\rho^a}{\epsilon_0}; \text{ relevant ist } a = 4; \text{ Zeitkomponente mit: } \mu = 0; \text{ für elektrisches Potenzial}$$

Die Standardlösung der Poisson-Gleichung im flachen Raum lautet:

$$\rho^a = Q d^3(x)$$

$$\phi_a = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R}$$

Die FRM-Metrik erweitert ϕ_a zu $\Delta A_\mu^{a(7)}$ mit $\phi_a dy_a \delta_b^a \delta_\mu^c$ für die Berücksichtigung der Off-Diagonalen aus der Metrik:

$$\Delta A_{eff,0}^a(x) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \frac{1}{R} dy_a \delta_b^a \delta_\mu^c = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta) \delta_4^a \delta_\mu^0 \quad (2.68)$$

- ϕ_a – Skalarpotenzial einer Objektschwingung im kompakten Wellenfeld parallel zur vierten Dimension; erzeugt die Amplitude
- $\cos(kt + \beta)$ – mit: $\cos(kt = 0^\circ) = 1$ erzeugt die Rotation des Fions, welche die Dimensionsebene D_{56} mit ihrer größten Auslenkung berührt.
Diese Kronecker-Deltas sichern den Optimalfall so ab, dass eine messbare Ladung stets bei $\cos(kt = 0^\circ) = 1$ stattfindet.
- (kt) – beschreibt die charakteristische Wiederholungsrate einer Periode
- β – Abweichungswinkel oder verschobene Phase; sorgt für eine mögliche Verschiebung der geometrischen Voraussetzungen des optimalen Feldaustauschs in der Dimensionsebene D_{56} ; wirkt auf dieselbe Weise wie bei der gravitativen Komponente
 $\beta = 0^\circ \rightarrow$ starke Wechselwirkung
 $\beta = 0 < \beta < 90^\circ \rightarrow$ schwache Wechselwirkung
 $\beta = 90^\circ$ keine Wechselwirkung mehr mit dem Teilchenfeld



- A_μ^a – erhält nun nach Kompaktifizierung die Einheit: $\frac{1}{m}$ für die Normierung mit: $\hbar = c = 1$, sonst gemäß Elektrodynamik Einheit: V
- Q – elektrische Ladung des Teilchens; Einheit: C (Coulomb) und e (Elementarladung)
- R – Radius der kompakten Wellenfelddimensionen mit $\lambda = 2\pi R$; Einheit: m; im Teilchenfeld erhält der Radius R seine Funktion als Abstand
- $\frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R}$ – klassisches Coulombpotenzial

Potenzialgefälle im Wellenfeld:

Während der Rekombination des Austauschfions mit einem passiven Fion zu einem aktiven Fion wird das Potenzialgefälle ΔA_μ^a erzeugt. Es besteht kurzzeitig, bis die Polarisation aller aktiven Fionen im Bündel hergestellt wurde. Es gilt daher:

$$\Delta A_\mu^a = (A_\mu^a + \delta A_\mu^a) - A_\mu^a = \delta A_\mu^a = \left(\frac{V_{Rot,extern}}{c} - \frac{V_{Rot,gebunden}}{c} \right) \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta) \delta_4^a \delta_\mu^0$$

$$V_{Rot} = \frac{c}{2} \text{ für gebundene (aktive) Fionen} \quad \rightarrow A_\mu^a|_{\text{gebunden}} = A_\mu^a + \delta A_\mu^a$$

$$V_{Rot} = c \text{ für ungebundene (Austausch-) Fionen} \quad \rightarrow A_\mu^a|_{\text{ungebunden}} = A_\mu^a$$

a) für ungebundene (Austausch-) Fionen oder auch sichtbares Licht:

$$\Delta A_\mu^4 = \frac{c}{c} (1 - 1) \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta) \delta_4^a \delta_\mu^0 = 0$$

b) für gebundene (aktive) Fionen:

$$\Delta A_\mu^4 = \frac{c}{c} (1 - 1 + \frac{1}{2}) \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta) \delta_4^a \delta_\mu^0 = \frac{1}{2} \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta) \delta_4^a \delta_\mu^0$$

Berücksichtigung Metrikfaktor mit 2:

$$2\Delta A_\mu^4 = 2 \frac{1}{2} \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta) \delta_4^a \delta_\mu^0 = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta) \delta_4^a \delta_\mu^0$$

- $A_\mu^a + \delta A_\mu^a$ – Potenzialgefälle zum Eichpotenzial; Index a oben steht für die kompakten Wellenfelddimensionen; $a = 4$ für D_{45} , $a = 5$ für $D_{45/46}$, $a = 6$ für $D_{45/46/56}$; μ unten sichtbare 4D-Raumzeit; $\mu = 0$ für Zeit, $\mu = 1$ für D_{14} , $\mu = 2$ für D_{24} , $\mu = 3$ für D_{34} ; $i = D_{14/24/34}$
- δA_μ^a – ist kurzfristig ungleich null $\rightarrow$ es wird nur eine einmalige Registrierung im Teilchenfeld beobachtet, wie ein einzelner Impuls oder Kraftspitze; Beispiel: ein Fion wird einmalig in ein Bündel aufgenommen



- δA_μ^a – ist kontinuierlich ungleich null $\rightarrow$ eine konstante Wechselwirkungskraft wird im Teilchenfeld registriert, die das Bündel stabilisiert; Beispiel: starke Wechselwirkung zwischen zwei Bosonen (Meson)
- $\frac{1}{2}$ – Faktor für die Rekombination im Wellenfeld; wird im **Teilchenfeld nicht direkt als $\frac{1}{2}$ registriert**. Der Metrikfaktor 2, der das Teilchenfeld berücksichtigt, kompensiert den Rückstellungseffekt bei der Bindung vollständig.

Berücksichtigung einer Objektbewegung:

Eine Objektbewegung V_3 erzeugt eine Längenkontraktion parallel zur Dimensionsebene D_{56} . Das Potenzial wirkt relativ zur Ruhelage kontrahiert und verstärkt.

Elektrisches Potenzial für gebundene Fionen im Bündel hat die Form:

$$A_{eff,0}^a = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta) \delta_4^a \delta_\mu^0 \frac{c}{V_5} \quad \text{mit: } D_{56} - \text{Ebene, } a = 6 \quad (2.69)$$

Elektrisches Potenzial für ungebundene Fionen außerhalb des Bündels hat die Form:

$$A_{eff,0}^a = 0 \quad (2.70)$$

- $\frac{c}{V_5}$ – feldverstärkende Wirkung durch eine Längenkontraktion bei einer zusätzlichen Objektbewegung im Teilchenfeld in Bewegungsrichtung
- $V_5 = \sqrt{c^2 - v_3^2}$; V_3 – Objektgeschwindigkeit im Teilchenfeld

Konkrete Potenziale, wenn ein Austauschfion mit sichtbarer Materie im Ruhezustand rekombiniert:

$$\frac{c}{V_5} = \frac{c}{c} = 1; \delta_b^a = 1; \delta_\mu^c = 1; \cos(kt + \beta) = 1$$

a. Ungebundenes Austauschfion rotiert frei auf der Dimensionsebene D_{56} :

$$A_0^6 = \frac{e/3}{4\pi \epsilon_0 R} = 0 \quad \text{mit: } (A_\mu^a + \delta A_\mu^a) - A_\mu^a = 0, \text{ wegen } \delta A_\mu^a = 0 \quad (2.71)$$

b. Ungebundenes Austauschfion mit einem aktiven Fion:

$$A_0^4 = \frac{e/3}{4\pi \epsilon_0 R} \quad \text{mit: } R = \frac{\lambda_{Obj}}{2\pi} \quad (2.72)$$

- $a = 4$ für die Rekombination zurück in die Dimensionsebene D_{45}



c. Gebundenes Austauschfion (aus einem Bündel) mit einem Elektron:

$$A_0^5 = \frac{-e}{4\pi \epsilon_0 R} \quad \text{mit: } R = \frac{\lambda_{Obj}}{2\pi} \quad (2.73)$$

- $a = 5$ für die Rekombination in die möglichen Dimensionsebenen $D_{45/46}$

d. Gebundenes Austauschfion mit einem Positron:

$$A_0^5 = \frac{+e}{4\pi \epsilon_0 R} \quad \text{mit: } R = \frac{\lambda_{Obj}}{2\pi} \quad (2.74)$$

- $a = 5$ für die Rekombination in die möglichen Dimensionsebenen $D_{45/46}$

e. Gebundenes Austauschfion mit einem positiv geladenen Boson:

$$A_0^6 = \frac{+e}{4\pi \epsilon_0 R} \quad \text{mit: } R = \frac{\lambda_{Obj}}{2\pi} \quad (2.75)$$

- $a = 6$ für die Rekombination in die möglichen Dimensionsebenen $D_{45/46/56}$

Das 7-dimensionale Modell der FRM erklärt, wie ein Potenzial im Wellenfeld entsteht. Die meisten Teilchen, die eine Wechselwirkung tragen, müssen in ihrer Rotation zeitgleich einen Richtungsvektor in der vierten Raumdimension besitzen. Die Rotation für eine Generierung findet folglich orthogonal zur Dimensionsebene D_{56} statt. Im Gegensatz dazu tragen beispielweise sichtbare Photonen und Neutrinos, deren Schwingungsperiode ausschließlich parallel zur Dimensionsebene D_{56} abläuft, kein Potenzial.

9. Vollständige 7-dimensionale Feldgleichungen in der FRM

Die Einstein-Feldgleichungen beschreiben die Krümmung durch Energie, Impuls und Materie. Diese Feldgleichungen werden mit dem Modell des Feldraums erweitert, wobei der Impuls-Energie-Tensor T_{MN} Beiträge aus dem Photonenfeld wie z.B. Fionen und relativistische Felder kompakter Dimensionen erhält. Die Maximalgeschwindigkeit $V_{max} = c$ bleibt invariant, jedoch modellieren die Feldausbreitungsgeschwindigkeiten V_4 und V_5 die Deformationen. Auf diese Weise kann der 7-dimensionale Tensor orthogonale Dimensionsebenen $D_{45/46/56}$ mit kausalen Ursachen wie Masse aus Frequenzen und Ladung aus elektrischem Potenzial integrieren. Die Feldgleichungen im FRM beschreiben die Vereinheitlichung der vier Grundkräfte durch geometrische Deformationen im Wellenfeld. Es liefert darüber hinaus eine Erklärung für dunkle Energie, sowie die Erklärung für die Expansion des Universums aus seiner globalen Rotation heraus.

Ausgangssituation - Definition der Hilbert-Aktion in 7D der FRM:

Die Herleitung folgt dem Hilbert-Variationsprinzip mit $\delta S = 0$, indem S die Gesamtaktion ist,

$$S = S_g + S_m \text{ (Gravitation + Materie),}$$

welches auf das FRM-Modell erweitert wird.

Die Gravitationsaktion nach Hilbert in 7D:

$$S_g = \frac{c^4}{16\pi G} \int R \sqrt{-g} d^7x = \frac{c^4}{16\pi G} \int (R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R) \delta g^{MN} \sqrt{-g} d^7x \quad (2.76)$$

- S_g – Gravitationsaktion; Einheit: Js; minimiert die Krümmung; integriert über 7D-Raumzeit
- $\frac{c^4}{16\pi G}$ – normierte Normierungskonstante; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ s}^2}$; skaliert zu 7D-Feldgleichungen; bestimmt die Stärke, mit der Energie und Impuls die Gravitation erzeugen
- $\int d^7x$ – Integral über 7 Dimensionen; Einheit: m^7 ; die Dimension Zeit wird über die Normierung mit der Maximalgeschwindigkeit c in Meter
- $\sqrt{-g} = \sqrt{|\det(g_{MN})|}$ – Determinante für die Diagonal-Metrik g_{MN}
- R – Ricci-Skalar aus Punkt 5.; Einheit: $\frac{1}{\text{m}^2}$; misst durchschnittliche Krümmung
- G – normierte Gravitationskonstante; $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N} \frac{\text{m}^5}{\text{kg}^2}$; die Gravitationskonstante liegt im 7-dimensionalen Feldraum verdünnt vor und wird erst durch die Kompaktifizierung zu G_{eff} ; $G_{\text{eff}} = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N} \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2}$;
- c – Maximalgeschwindigkeit; $c = 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Die Materieaktion nach Hilbert in 7D: (Photonen/Fionen):

$$S_m = \int \mathcal{L}_m \sqrt{-g} d^7x = -\frac{1}{2} \int T_{MN} \delta g^{MN} \sqrt{-g} d^7x \quad (2.77)$$

Die Aktion minimiert die Krümmung mit dem Ricci-Skalar (R) unter Berücksichtigung des Volumens mit: $\sqrt{-g}$. Die FRM erweitert dieses mit kompakten Dimensionen ($M, N = 0, \dots, 6$), welche Rotationen parallel zu den Dimensionsebenen $D_{45/46/56}$ erzeugen und so mechanisch die Generierung einer Ladung parallel zum elektrischen Potenzial ermöglichen. d^7x ist das Integral über Zeit, sichtbaren Raum und kompakte Dimensionen.

- S_m – Materieaktion; Einheit: Js; beschreibt die Dynamik von Feldern/Teilchen



- $\mathcal{L}_m$ – normierte Materie-Langrangian-Dichte; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ s}^2}$; enthält klassische Materie, Eichfelder A_μ^a mit potenziellen Termen sowie kinetische Terme für den dynamischen Rotationsmechanismus im Vakuum
- $\delta S = 0$ – Variation null bewirkt das stationäre Prinzip für Gleichungen

Dieser Schritt definiert Gravitation geometrisch und Materie dynamisch, wobei FRM die Materieaktion S_m durch geometrische Felder integriert.

Variation der Gesamtaktion nach der FRM-Metrik:

$$\frac{\delta S}{\delta g^{MN}} = \frac{\delta S_g}{\delta g^{MN}} + \frac{\delta S_m}{\delta g^{MN}} = 0 \text{ führt zu:}$$

Aus S_g :

$$\frac{\delta S_g}{\delta g^{MN}} = \frac{c^4}{16\pi G} \sqrt{-g} \left(R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R \right)$$

Aus S_m gemäß Formel (2.60):

$$\frac{\delta S_m}{\delta g^{MN}} = -\frac{1}{2} \sqrt{-g} T_{MN}$$

Gesamt:

$$\frac{c^4}{16\pi G} \sqrt{-g} \left(R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R \right) - \frac{1}{2} \sqrt{-g} T_{MN} = 0$$

$$\boxed{R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{MN}} \quad (2.78)$$

mit:

$$T_{MN} = T_{MN}^{(\text{klassisch})} + T_{MN}^{(\text{global})} + T_{MN}^{(\text{Vektor})} \quad (2.65)$$

$$T_{MN} = \left[\left(\rho + \frac{p}{c^2} \right) u_M u_N - p g_{MN} \right] + \left[\frac{c^4}{16\pi G} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \eta_{MN} \right] + \left[\frac{1}{4\pi} (F_M^{\lambda a} F_{Na\lambda} - \frac{1}{4} g_{MN} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma}) \right]$$

$$G_{MN} = G_{MN}^{(\text{global})} + G_{MN}^{(\text{lokal})} + G_{MN}^{(\text{Vektor})}$$

Globaler Beitrag:

$$G_{MN}^{(\text{global})} = R_{MN}^{(\text{global})} - \frac{1}{2} \eta_{MN} R^{(\text{global})} \quad (2.79)$$

$$\bullet \quad R_{MN}^{(\text{global})} \approx \partial_P \left(-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_N^P \delta_M^0 \right) - \partial_N \left(-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_P^P \delta_M^0 \right)$$



$$\bullet \quad R^{(\text{global})} \approx \eta^{MN} [\partial_P (-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_N^P \delta_M^0) - \partial_N (-\frac{1}{2} k_{Uni} \sin(k_{Uni} t) \eta_P^P \delta_M^0)]$$

Lokaler Beitrag:

$$G_{MN}^{(\text{lokal})} = R_{MN}^{(\text{lokal})} - \frac{1}{2} \eta_{MN} R^{(\text{lokal})} \quad (2.80)$$

- $R_{MN}^{(\text{lokal})} = \partial_P (\frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_N^r \delta_M^t) - \partial_N \Gamma_{PM}^P$
- $\partial_N \Gamma_{PM}^P \approx 0$ für schwaches Feld, radial, $M = N = t$
- $R^{(\text{lokal})} \approx \eta^{MN} [\partial_P (\frac{1}{2} \frac{GM}{c^2 r^2} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_N^r \delta_M^t)]$

Vektorieller Beitrag:

$$G_{MN}^{(\text{Vektor})} = R_{MN}^{(\text{Vektor})} - \frac{1}{2} \eta_{MN} R^{(\text{Vektor})} \quad (2.81)$$

- $R_{MN}^{(\text{Vektor})} = \partial_P (\frac{1}{2} \eta^{P\rho} \partial_M (A_\rho^a + \delta A_\rho^a) \delta_a^N)$
- $R^{(\text{Vektor})} \approx \eta^{MN} [\partial_P (\frac{1}{2} \eta^{P\rho} \partial_M (A_\rho^a + \delta A_\rho^a) \delta_a^N)]$
- $\frac{\delta S_m}{\delta g^{MN}}$ – mit $\frac{\delta}{\delta g^{MN}}$ als funktionale Variation durch Ableitung nach der kontravarianten Metrik; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; misst, wie stark die Materie-Wirkung auf eine kleine Änderung der Raumzeit-Geometrie (Metrik) reagiert – und das ist genau die lokale Verteilung von Energie, Impuls und Spannung in der Raumzeit; Indizes M, N oben sind kontravariant; $M, N = 0, \dots, 6$
- R_{MN} – Ricci-Tensor; Einheit: $\frac{1}{\text{m}^2}$; bewirkt die lokale Krümmung
- $\frac{1}{2} g_{MN} R$ – Spurterm; Einheit: $\frac{1}{\text{m}^2}$; macht Ricci-Komponente spurfrei; g_{MN} aus Punkt 1.; R -Skalar aus Punkt 5.
- $R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R$ – Einstein-Tensor gemäß Formel (2.51); Einheit: $\frac{1}{\text{m}^2}$; Gravitationsquelle; G_{MN} aus Punkt 6. ohne kosmologische Konstante
- T_{MN} – Impuls-Energie-Tensor; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \text{s}^2}$; Materiequelle; T_{MN} aus Punkt 7.
- $\frac{8\pi G}{c^4}$ – umgeformte normierte Kopplungskonstante; Einheit: $\frac{\text{m}^2 \text{s}^2}{\text{kg}}$; skaliert Materie zur Krümmung
- $\sqrt{-g}$ – invariantes Volumenelement; dimensionslos normiert; misst, wie stark das lokale Volumen durch die Krümmung im Vergleich zum flachen Raum verzerrt wird

Führt zu Vakuumgleichungen bei $T = 0$, welche in der FRM durch Rotationen beschrieben werden.



Ersetzen der kosmologische Konstante Λ durch $T_{MN}^{(\text{global})}$.

Klassisch wird eine kosmologische Konstante hinzugefügt, um die Vakuum-Energie zu berücksichtigen. Dieser wird durch den Impuls-Energie-Tensor T_{MN} der FRM gelöst. Der Tensor T_{MN} besitzt die globale Komponente mit $T_{MN}^{(\text{global})}$, welche die Vakuumenergie in Abhängigkeit von der Expansion mit

$$T_{MN}^{(\text{global})} = \left[\frac{c^4}{16\pi G} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \eta_{MN} \right]$$

ausdrückt. Der Tensor T_{MN} muss dabei lediglich auf das Photonenfeld des Universums angewendet werden.

Zentrales Ergebnis:

Die elektromagnetische Welle (bewegte Energie) ist identisch mit einer dynamischen Verformung der Raumzeit. Sie ist keine Welle in der Raumzeit, sondern die Raumzeit selbst in wellenförmiger Bewegung. Gravitation und Elektromagnetismus werden dadurch auf derselben geometrischen Ebene vereinheitlicht. Beide sind Krümmung bzw. Rotation der gleichen 7-dimensionalen Raumzeit.

Liegt ein Objekt mit großer Masse vor, dann wird der klassische Anteil der Feldgleichung (ART) dominant, während auf mikroskopischer Ebene Wechselwirkungskräfte durch ihre Rückstellungskräfte die Raumzeit krümmen.

10. Kompaktifizierung von 7D auf 4D mit seinem Wirkungsprinzip

Die Kompaktifizierung ist der Prozess, durch den die 3-dimensionalen unsichtbaren Wellenfeld-Dimensionen F_{4-6} integriert werden, um die effektive 4-dimensionale beobachtbare Welt zu erhalten. In der FRM stabilisieren sinusförmige Rotationen die Kompaktifizierung, erzeugen effektive Felder und erklären Massen sowie Kopplungsfrequenzen als geometrische Effekte. Sie löst den Welle-Teilchen-Dualismus und vereinheitlicht die vier Grundkräfte, indem kompakte Modi Teilchenmassen erzeugen.

Ausgangspunkt ist die 7D-Metrik gemäß (2.16) und Trennung der Dimensionen:

$$g_{MN} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] (\eta_{MN} + h_{MN})$$

- g_{MN} – dimensionslos

Minkowski-Anteil η_{MN} :

- $\eta_{MN} = \text{diag}(-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$



h_{MN} zerfällt in drei Blöcke:

- Sichtbarer Block: $h_{\mu\nu} = \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_{\mu\nu}$
- Kopplungsblock: $h_{\mu m} = h_{m\mu} = (A_\mu^a + \delta A_\mu^a) \delta_{am}$; Richtung: μ

$$h_{m\nu} = h_{\nu m} = (A_\nu^a + \delta A_\nu^a) \delta_{am}; \text{ Richtung: } \nu$$

- Kompakter Block: diagonal, keine zusätzliche Skalarstörung in der Metrik selbst

Globaler Anteil: $[1 + \cos(k_{Uni} t)]$

Indizes: $M, N = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$; $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$; $a, m = 4, 5, 6$

Reduktion auf effektive 4D Metrik:

$$ds^2 = g_{\mu\nu}^{4D} dx^\mu dx^\nu$$

$$g_{\mu\nu}^{4D} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] [\eta_{\mu\nu} + \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_{\mu\nu}] \quad (2.82)$$

Die kompakten Dimensionen verschwinden. Deren Einfluss ist in den Skalarfeldern $\phi_n(x)$ und dem effektiven Impuls-Energie-Tensor $T_{\mu\nu}^{(\text{Skalar})}$ enthalten.

Effektive 4D-Feldgleichungen aus Kompaktifizierung:

Die Vakuumlösung aus dem 7D-Einstein-Tensor lautet:

$$G_{MN} = 0 = R_{MN}^{(7)} - \frac{1}{2} g_{MN} R^{(7)}$$

Die Aktion

$$S_g = \frac{c^4}{16\pi G} \int d^7x \sqrt{-g} R_{MN}$$

wird über die kompakten Wellenfelddimensionen y^a mit $a = 4, 5, 6$ integriert. Es entsteht das invariante Volumenelement der kompakten Dimensionen V . Die effektive 4D-Aktion lautet:

$$S_g^{\text{eff}} = V \int (\sqrt{-g^{(4)}} (\frac{c^4}{16\pi G} R^{(4)} + \mathcal{L}_{\text{Materie}}^{\text{eff}}) d^4x$$

- S_g^{eff} – effektive Gravitationsaktion; Einheit: Js; minimiert die Krümmung; führt zu beobachtbaren Gleichungen
- V – Kompaktvolumen; Einheit: m^3 ; skaliert Normierung von 7D auf 4D



- $\int d^4x$ – 4D-Integral; Einheit: m^4 ; bewirkt sichtbare Raumzeit
- $\sqrt{-g^{(4)}}$ – 4D-Volumenelement
- $R^{(4)}$ – 4D-Skalar; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; bewirkt beobachtbare Krümmung
- $\mathcal{L}_{\text{Materie}}^{\text{eff}}$ – effektive Lagrangedichte für Materie aus der effektiven Aktion S_g^{eff}
- $\frac{V}{G_{(7)}} = \frac{1}{G_{\text{eff}}}$ – Die Gravitationskonstante $G_{(7)}$ inklusive kompakten Wellenfeld-dimensionen reduziert sich unter Kompaktifizierung auf G_{eff}

Variation von S_g^{eff} nach der reduzierten Metrik $g_{\mu\nu}^{4D}$:

$$\delta S_g^{\text{eff}} = \delta S_{\text{EH}}^{\text{eff}} + \delta S_{\text{Materie}}^{\text{eff}} = 0$$

Variation des Einstein-Hilbert-Teils (klassisch):

$$\delta S_{\text{EH}}^{\text{eff}} = \frac{c^4}{16\pi G_{\text{eff}}} \int (R_{\mu\nu}^{(4)} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} R^{(4)}) \delta g^{(4)\mu\nu} \sqrt{-g^{(4)}} d^4x + \text{Skalarterme}$$

Variation des Materieanteils:

$$\delta S_{\text{Materie}}^{\text{eff}} = -\frac{1}{2} \int T_{\mu\nu}^{\text{eff}} \delta g^{(4)\mu\nu} \sqrt{-g^{(4)}} d^4x + \text{Skalarterme}$$

Diese Form reduziert die Feldgleichung zunächst von 7D auf 4D. Es ergeben sich der 4D-Gravitationsanteil und ein positiver Beitrag der Eichfelder:

$$R_{\mu\nu}^{(4)} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} R^{(4)} = \frac{8\pi G_{\text{eff}}}{c^4} T_{\mu\nu}^{\text{eff}} \quad (2.83)$$

- $R_{\mu\nu}^{(4)}$ – effektiver 4D-Ricci-Tensor; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; beobachtbare Krümmung
- $g_{\mu\nu}^{(4)}$ – 4D-Metrik
- $R^{(4)}$ – Ricci-Skalar, 4D; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; durchschnittliche Krümmung
- G_{eff} – Gravitationskonstante; Einheit: $6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N} \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2}$;
- $T_{\mu\nu}^{\text{eff}}$ – effektiver Impuls-Energie-Tensor; Einheit: $\frac{\text{J}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{m s}^2}$; bewirkt Beiträge aus $F_{\mu\nu}^a$

Die Formel (2.65) reproduziert 4D-Einstein und Yang-Mills mit FRM-spezifischen Anteilen für den Impuls-Energie-Tensor $T_{\mu\nu}^{\text{eff}}$.

$$T_{\mu\nu}^{\text{eff}} = T_{\mu\nu}^{(\text{klassisch})} + T_{\mu\nu}^{(\text{global})} + T_{\mu\nu}^{(\text{Vektor})} + T_{\mu\nu}^{(\text{Skalar})}$$



$$T_{\mu\nu}^{eff} = [(\rho + \frac{p}{c^2}) u_\mu u_\nu - p g_{\mu\nu}^{(4)}] + [\frac{c^4}{16\pi G_{eff}} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \eta_{\mu\nu}] + [\frac{1}{4\pi} (F_\mu^{\lambda a} F_{\nu\lambda} - \frac{1}{4} g_{\mu\nu}^{(4)} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma})] + T_{\mu\nu}^{(Skalar)} \quad (2.84)$$

Definition der Moden-Terme:

Dieser Schritt reduziert 7D zu 4D und erzeugt Kaluza-Klein-Moden. Das skalare Feld in 7D wird als Fourier-Reihe in den kompakten Koordinaten entwickelt:

$$\phi(x, y) = \phi_4 + \sum_{n=1}^3 \phi_n(x) e^{\frac{iny^a}{R}} \quad (2.85)$$

- $\phi(x, y)$ – Skalarfeld; z.B. bei Metrikstörung; Einheit variabel; bewirkt allgemein ein Feld in 7D
- $\phi_4(x)$ – $n = 0$ -Modus; globales kosmisches Hintergrundpotenzial parallel zu vierten Dimension; Einheit: $\frac{1}{m}$
- $\phi_n(x)$ – Modenfeld in 4D; bewirkt ein effektives 4D-Feld; Index n entspricht der Modenzahl für die Fermionengeneration; Einheit: $\frac{1}{m}$
- $e^{\frac{iny^a}{R}}$ – periodische Funktion; bewirkt eine harmonische Expansion; i steht hier für die imaginäre Einheit; Betrag immer 1
- y^a – kompakte Koordinate; Einheit: m; wird „aufgerollt“; ist unsichtbar
- R – Radius der kompakten Wellenfelddimensionen mit $\lambda = 2\pi R$; Einheit: m; ist die Skala der Kompaktifizierung; wenn klein $\rightarrow$ unsichtbar

Nach Kompaktifizierung:

$$\phi(x) = \sum_{n=1}^3 \phi_n(x) e^{\frac{iny^a}{R}} \quad (2.86)$$

Das komplexe Exponential wird real genommen; stehende Welle als Kosinus- oder Sinus-Funktion.

Mögliche Skalarterme und Stabilisierung der Kompaktifizierung:

Skalarterme tragen zur Stabilisierung der Kompaktifizierung bei. Sie erzeugen eine Rückstellkraft, die proportional zu einem Potenzialfeld ϕ_n wirkt, um das Feld um den Ursprung zu halten. Sie tragen ferner ein effektives 4-dimensionales Skalarfeld ϕ_n , das die n -te Moden-Anregung der Welle in den kompakten Wellenfelddimensionen repräsentiert. ϕ_n entsteht aus der Kompaktifizierung der drei kompakten Wellenfelddimensionen und der darin herrschenden Wellendynamik. Diese Welle wird als Funktion von der Zeit t und den kompakten Koordinaten y^a beschrieben.

$\phi(x^\mu, y^a)$ mit: x^μ – 4D-Koordinaten; y^a – 3D-kompakte Wellenfelddimensionen

Kompakte Fourier-Reihe / Moden-Entwicklung:

$$\phi(x, y^a + 2\pi R) = \phi(x, y^a)$$



Dies erlaubt eine Fourier-Entwicklung (Kaluza-Klein-Moden):

$$\phi(x, y^a) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \phi_n(x) e^{\frac{iny^a}{R}}$$

In reeller Form:

$$\text{a) } \phi(x, y^a) = \sum_{n=1}^{\infty} \phi_n(x) \sin\left(\frac{ny^a}{R}\right) \quad \text{oder:}$$

$$\text{b) } \phi(x, y^a) = \sum_{n=1}^{\infty} \phi_n(x) \cos\left(\frac{ny^a}{R}\right) \quad (2.87)$$

Es wird die Option b) gewählt, weil diese zur Möglichkeit der Phasenverschiebung des Potentials relativ zur Dimensionsebene D_{56} führt. Diese Phasenverschiebung entwickelt die starke Wechselwirkung zu einer schwachen Wechselwirkung.

A) Massenkomponeute $V(\phi_n)_m$:

$$\phi(x, y^a) = \sum_{n=1}^{\infty} \phi_n(x) \cos\left(\frac{ny^a}{R}\right)$$

Die Wellengleichung für kompakte Dimensionen:

$$(\partial_\mu \partial^\mu + \partial_a \partial^a) \phi_n = 0 \quad (2.88)$$

$(\partial_\mu \partial^\mu) \phi_n = 0 \rightarrow$ Ausbreitung eines masselosen Skalarfeldes enthält keine Masse

In linearer Näherung:

$$\partial_t^2 \phi_n + \partial_a \partial^a \phi_n = 0$$

$$\partial^a \phi_n \sim \frac{n}{R} \phi_n \text{ (Ableitung nach } y^a \text{ erzeugt den Faktor } \frac{n}{R})$$

$$\partial_a \partial^a \phi_n \sim -\left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n \text{ (zweite Ableitung nach } y^a)$$

$$\partial_t^2 \phi_n \pm \left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n = 0$$

Vergleichbar mit:

$$\partial_t^2 \phi_n + \frac{\partial V}{\partial \phi_n} = 0$$

Daher:

$$\frac{\partial V}{\partial \phi_n} = \left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n$$



Integration nach ϕ_n liefert:

$$V(\phi_n) \supset V(\phi_n)_m = \int \left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n d\phi_n = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n^2 + \text{Konstante}$$

$$V(\phi_n)_m = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n^2 \quad (2.89)$$

- $\frac{1}{2} \left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n^2$ – Einheit: $\frac{1}{\text{m}^2} \frac{1}{\text{m}^2} = \frac{1}{\text{m}^4}$; n = dimensionslos; $[R] = \text{m}$; skaliert mit $c\hbar$
- $\phi_n(x)$ – Skalarfeld der n -ten Generation ($n = 1$ leicht, $n = 2$ mittel, $n = 3$ schwer)
- $\phi_n(x)$ – wird nach Kompaktifizierung im 4D zur Einheit: $\frac{1}{\text{m}}$; entsteht aus der Wellenamplitude in den Wellenfelddimensionen
- $\phi_n(x)$ – trägt zur Masse, Chiralität und möglichen Wechselwirkungen bei

Mit den sichtbaren Moden von $n = 1, 2, 3$ wird $\phi(x, y^a)$ zu $\phi(x)$.

Durch die Renormierung mit $c\hbar \frac{1}{c^2}$, wegen der zeitlichen Komponente $\mu = 0$, ergibt sich die Masse eines Objektes, welches von seiner Geometrie abhängt:

$$m = \frac{n h}{2\pi c R} \quad (2.90)$$

Geometrisch abhängige Masse mit seiner Amplitude und als periodische Störung:

$$m(t) = \frac{n h}{2\pi c R} \cos(kt + \beta) \quad (2.91)$$

Relativistisch ohne periodische Störung mit $\cos(kt = 0^\circ + \beta = 0^\circ)$:

Die Wellenlänge $\lambda = 2\pi R$ erzeugt eine Kontraktion in Bewegungsrichtung, was zur sogenannten Blauverschiebung an der Quelle führt. Bei der Blauverschiebung wird der Kontraktionsterm im Zähler multipliziert. Das erklärt die Umsetzung der Bewegungsenergie in eine Ruhemasse, indem eine Objektgeschwindigkeit die Feldausbreitungsgeschwindigkeit V_5 von ihrem Ruhezustand kontrahiert.

$$\lambda(t) = \lambda \sin(\alpha) = \lambda \frac{V_5}{c} \quad \rightarrow \text{Wellenlänge wird mit größer werdenden Objektgeschwindigkeit über } V_4 \text{ kleiner}$$

Hinweis: Die Blauverschiebung wird von außen, selbst bei einer parallel verfolgten Querbewegung, nie beobachtet, weil der Beobachter zwischen dem Weg der Quelle und Beobachter immer eine Verlängerung der beobachteten Wellenlänge registriert.



Einsetzen:

$$m(t) = \frac{n h}{c \lambda} \frac{1}{\sin(\alpha)} = \frac{n h}{c \lambda} \frac{c}{V_5} \quad (\text{Wellenlänge mit Blauverschiebung}) \quad (2.92)$$

B) Dynamische, oszillierende Komponente $V(\phi_n)$ für gekoppelte und ungekoppelte Materie:

Die Metrikkomponente, die die globale und lokale Volumenmodulation beschreibt, lautet:

$$\gamma(t) = 1 + \cos(kt)$$

$$R_{\mu\nu}^{(4)} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} R^{(4)} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{MN}^{(\text{global})} \int d^3y \sqrt{\gamma} \quad \text{mit: } \sqrt{\gamma} = \sqrt{\det(\gamma)}$$

$$\gamma(t) = (1 + \cos(kt))$$

Potenz: 3 wegen 3D euklidisch

$$y^4, y^5, y^6$$

$$\sqrt{\det(\gamma)} = \sqrt{(1 + \cos(kt))^3} = (1 + 3 \cos(kt) + 3 \cos^2(kt) + \cos^3(kt))^{1/2}$$

$$\sqrt{\det(\gamma)} \approx 1 + \frac{3}{2} \cos(kt) \quad (\text{nach linearer Approximation})$$

Das effektive Skalarfeld $\phi_n(x)$ wird so definiert, dass es proportional zur relativen Volumenänderung ist:

$$1 + \frac{3}{2} \cos(kt) = 1 + \phi_n(x) \quad \rightarrow \quad \phi_n(x) = \frac{3}{2} \cos(kt + \text{Phase})$$

mit einfacher Schreibweise: $\phi_n(x) = \phi_n$

Effektive Energiedichte durch Kopplungseffekte (Wechselwirkungen):

- Erste Ableitung (Geschwindigkeit) des Potentials:

$$\frac{dV}{dt} = \partial_t \phi_n = -\frac{3}{2} k \sin(kt + \text{Phase})$$

- Die kinetische Energiedichte für die 4D-Lagrange-Dichte ist proportional zu:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} (\partial_t \phi_n)^2 = \frac{1}{2} \left(-\frac{3}{2} k \sin(kt + \text{Phase})\right)^2 = \frac{9}{8} k^2 \sin^2(kt + \text{Phase})$$

- Die zweite Ableitung als Beschleunigung des Feldes:



$$\partial_t^2 \phi_n = -\frac{3}{2} k^2 \cos(kt + \text{Phase})$$

- Die Beschleunigung der Volumenänderung trägt zur effektiven potenziellen Energiedichte bei: $E_{pot} \sim (\text{Beschleunigung})^2$ oder $\sim (\text{Auslenkung})^2$

$$E_{pot} = (\partial_t^2 \phi_n)^2 = \left(-\frac{3}{2} k^2 \cos(kt + \text{Phase})\right)^2 = \frac{9}{4} k^4 \cos^2(kt + \text{Phase})$$

Die potenzielle Energiedichte E_{pot} ist identisch mit $V(\phi_n)_{pot}$:

$$V(\phi_n) \supset V(\phi_n)_{pot} = \frac{9}{4} k^4 \cos^2(kt + \text{Phase}) = \frac{9}{4} k^4 \cos^2(kt + \text{Phase})$$

Potenzial $V(\phi_n)_{pot}$ für gekoppelte Materie:

$$V(\phi_n)_{pot} = \frac{9}{4} k^4 \cos^2(kt + \beta) \quad (2.93)$$

- $V(\phi_n)_{pot}$ – potenzielle Energiedichte für gekoppelte Materie; Einheit: $\frac{\text{J}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{m s}^3}$; skaliert durch $c\hbar$; bedeutet: Energie wird zugänglich und koppelt
- ϕ_n steckt in der geometrischen Veränderung in der Oszillation mit:

$$\phi_n = \frac{3}{2} \cos(kt + \text{Phase})$$
- (kt) – Der Verlauf der Kosinusfunktion stellt durch seinen periodischen Zeigerwechsel die Raumzeitdynamik repetierend zurück, sodass es zu keinem Kollaps weder für die Kontraktion noch für die Expansion führt.
- β – Abweichungswinkel, die die Phase relativ zur Dimensionsebene D_{56} verschiebt.
 global: $\beta = 0$, lokal: $\beta = 0 \dots 90^\circ$
- k – Kreisfrequenz der Oszillation; Einheit: $\frac{1}{\text{s}}$
- k^4 – Einheit: $\frac{1}{\text{s}^4}$; wird durch die Metriknormierung der Zeit als: $\frac{1}{\text{m}^4}$ interpretiert; Energiedichte wird nach Multiplikation mit $c\hbar$ erzeugt: $\frac{\text{kg}}{\text{m s}^2}$
- Energie ist in der Amplitude quadratisch $\rightarrow \cos^2(kt + \beta)$, ermöglicht eine Resonanz oder Phasenverschiebung, die verhindert, dass das System in einen instabilen Fixpunkt läuft

Potenzial $V(\phi_n)_{dark}$ für ungekoppelte Materie (dunkle Energie):

Solange das Universum noch unter der Wellenlänge λ_{min} fällt, die für quantisierte Photonen keine elektrische Wechselwirkung ermöglicht, gilt die minimale Kopplungsfrequenz mit $f < f_{min}$ für noch nicht erreicht. Das Photonenfeld besteht in diesem Zustand ausschließlich aus dunkler Energie. Mit der Überschreitung der minimalen Kopplungsfrequenz f_{min} wird das Potenzial von $V(\phi_n)_{dark}$ in $V(\phi_n)_{pot}$ über die gesamte Ausdehnungsphase umgewandelt. Beide Potenziale liegen somit komplementär zueinander vor.



$$\mathcal{L}_n \supset V(\phi_n)_{dark} = \frac{9}{4} k^4 (1 - \cos(kt + \beta))^2 \quad (2.94)$$

- $V(\phi_n)_{dark}$ – Energiedichte für dunkle Energie; Einheit: $\frac{J}{m^3} = \frac{kg}{m \cdot s^3}$; skaliert durch $c\hbar$; „noch verfügbar, aber nicht zugänglich“; interagiert nicht mit koppelnder Materie
- $(1 - \cos(kt + \beta))^2$ – Quadrat aus der Kosinus-Oszillation mit Phase β , macht den Term oszillierend und dynamisch; die Energiedichte ist positiv und die Auslenkung wird quadratisch (Vergleich: kosmologische Konstante Λ aus der klassischen Literatur ist dagegen lediglich eine feste Konstante)

$$V(\phi_n)_{dark} = \frac{9}{4} k^4 (1 - \cos(kt + \beta))^2 \quad (2.95)$$

Stabilisierung durch Skalarpotenzial $V(\phi_n)$:

$$V(\phi_n) = V(\phi_n)_m + V(\phi_n)_{pot} + V(\phi_n)_{dark}$$

$$V(\phi_n) = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n^2 + \frac{9}{4} k^4 \cos^2(kt + \beta) + \frac{9}{4} k^4 (1 - \cos(kt + \beta))^2 \quad (2.96)$$

- $\frac{1}{2} \left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n^2$ – Masseterm für das Skalarfeld ϕ_n . Es sorgt dafür, dass ϕ_n um $\phi_n = 0$ oszilliert und nicht beliebig groß werden kann. Dies entspricht einer positiven Krümmung im Potenzial, die das Feld an den Ursprung bindet.
- $\frac{9}{4} k^4 \cos^2(kt + \beta)$ – oszillierender periodischer Term. Es sorgt für eine dynamische, zeitabhängige Barriere im Potenzial. Durch die Phasenverschiebung $(kt + \beta)$ koppelt das Skalarfeld ϕ_n aktiv an die Oszillation der Kompaktifizierung über (kt) . Dies verhindert, dass das kompakte Volumen (oder der Radius R) dauerhaft kollabiert oder exponentiell wächst, es wird so periodisch zurückgedrückt.

Zusammensetzung der Skalarterme für den Impuls-Energie-Tensor $T_{\mu\nu}^{(Skalar)}$:

Lagrange-Dichte pro Mode n ist schließlich:

$$\mathcal{L}_n = \frac{1}{2} \partial_\mu \phi_n \partial^\mu \phi_n - [(V(\phi_n)_m + V(\phi_n)_{pot} + V(\phi_n)_{dark})]$$

$$S_{Skalar} = \int d^4x \sqrt{-g^{(4)}} \sum_{n=1}^3 \mathcal{L}_n$$



Komponenten für den Impuls-Energie-Tensor sind definiert als:

$$T_{\mu\nu}^{(\text{Skalar})} = - \frac{2}{\sqrt{-g^{(4)}}} \frac{\delta S_{\text{Skalar}}}{\delta g^{\mu\nu}}$$

a) Variation des kinetischen Terms:

$$\mathcal{L}_{kin} = \frac{1}{2} \partial^\mu \phi_n \partial_\mu \phi_n = \frac{1}{2} g^{\mu\rho} \partial_\mu \phi_n \partial_\rho \phi_n$$

→ dieser Term hängt explizit von $g^{\mu\nu}$ ab; direkte Variation $\neq 0$

Variation nach $g^{\mu\nu}$:

- Direkte Variation: $\frac{1}{2} \partial_\mu \phi_n \partial_\nu \phi_n$
- Metrik-Variation: $-\frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} \frac{1}{2} \partial^\rho \phi_n \partial_\rho \phi_n$

ist typischerweise in der Lagrangedichte von Skalarfeldern der kinetische Spurterm aus der Variation von $\sqrt{-g^{(4)}}$ und $g^{\mu\rho}$.

$$\frac{\delta \mathcal{L}_{kin}}{\delta g^{\mu\nu}} = \frac{1}{2} \partial_\mu \phi_n \partial_\nu \phi_n - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} \frac{1}{2} \partial^\rho \phi_n \partial_\rho \phi_n$$

b) Variation des Massenterms:

$$\mathcal{L}_{Masse} = V(\phi_n)_m$$

$$\frac{\delta \mathcal{L}_{Masse}}{\delta g^{\mu\nu}} = -\frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} V(\phi_n)_m$$

c) Variation des Potentials für gekoppelte Materie:

$$\mathcal{L}_{pot} = V(\phi_n)_{pot}$$

$$\frac{\delta \mathcal{L}_{pot}}{\delta g^{\mu\nu}} = -\frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} V(\phi_n)_{pot}$$

d) Variation des Potentials für ungekoppelte Materie:

$$\mathcal{L}_{dark} = V(\phi_n)_{dark}$$

$$\frac{\delta \mathcal{L}_{dark}}{\delta g^{\mu\nu}} = -\frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} V(\phi_n)_{dark}$$



e) Variation des Volumenelements $\sqrt{-g^{(4)}}$:

$$\delta(\sqrt{-g^{(4)}} \mathcal{L}_n) = \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} \sqrt{-g^{(4)}} \mathcal{L}_n \delta g^{\mu\nu} + \sqrt{-g^{(4)}} \frac{\delta \mathcal{L}_n}{\delta g^{\mu\nu}} \delta g^{\mu\nu}$$

Zusammengefasst:

$$\frac{\delta S_{Skalar}}{\delta g^{\mu\nu}} = \sqrt{-g^{(4)}} \left[\frac{1}{2} \partial_\mu \phi_n \partial_\nu \phi_n - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} \left(\frac{1}{2} \partial^\rho \phi_n \partial_\rho \phi_n + V(\phi_n)_m + V(\phi_n)_{pot} + V(\phi_n)_{dark} \right) \right]$$

$$T_{\mu\nu}^{(Skalar)} = - \frac{2}{\sqrt{-g^{(4)}}} \frac{\delta S_{Skalar}}{\delta g^{\mu\nu}}$$

(das negative Vorzeichen wurde in den Variationen bereits eingearbeitet)

(2.97)

$$T_{\mu\nu}^{(Skalar)} = c\hbar \sum_{n=1}^3 \left[\partial_\mu \phi_n \partial_\nu \phi_n - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} (\partial^\rho \phi_n \partial_\rho \phi_n + 2V(\phi_n)_m + 2V(\phi_n)_{pot} + 2V(\phi_n)_{dark}) \right]$$

- $T_{\mu\nu}^{(Skalar)}$ – skalare Energiedichte; Einheit: $\frac{J}{m^3} = \frac{kg}{m s^3}$, skaliert durch $c\hbar$; der Skalar-Tensor trägt zur Krümmung in der Einstein-Gleichung bei und erklärt in der FRM die Massen der Generationen mit $(\frac{n}{R})^2$ und mögliche dynamische Energiedichte $V(\phi_n)$.
- $\sum_{n=1}^3$ – Summation über die drei Moden $n = 1, 2, 3$
- $\partial_\mu \phi_n$ bzw. $\partial_\nu \phi_n$ – kovarianter Gradient (Richtungsableitung) des Feldes ϕ_n
- $\partial_\mu \phi_n \partial_\nu \phi_n$ – gerichteter **kinetischer Impuls-Beitrag** (Gradientenprodukt); $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$; 0 = Zeit, 1, 2, 3 Raum; beschreibt den gerichteten Energie- und Impulsfluss des Skalarfeldes ϕ_n ; Einheit: $\frac{1}{m^4}$, $[\phi_n] = \frac{1}{m} \rightarrow$ nach Normierung: $\frac{kg}{m s^3}$; skaliert durch $c\hbar$
- $\frac{1}{2}$ – Normierungsfaktor aus der Variation der Wirkung; sorgt für die korrekte Balance zwischen kinetischem und potenziellen Beitrag
- $g_{\mu\nu}^{(4)}$ – effektive 4D-Metrik nach Reduktion; dimensionslos; definiert Abstände und Krümmung in der beobachtbaren 4D-Welt
- $\partial^\rho \phi_n \partial_\rho \phi_n$ – **isotroper Beitrag des kinetischen Drucks** (kontrahierter Gradient); $\rho = 0, 1, 2, 3$; bewirkt die gesamte kinetische Energiedichte unabhängig der Richtung; Einheit: $\frac{1}{m^4}$, $[\phi_n] = \frac{1}{m} \rightarrow$ nach Normierung: $\frac{kg}{m s^3}$, skaliert durch $c\hbar$



- $V(\phi_n)$ – Terme für die **potenzielle Energie**; Einheit: $\frac{1}{m^4}$, $[\phi_n] = \frac{1}{m} \rightarrow$ nach Normierung: $\frac{\text{kg}}{\text{m s}^3}$; skaliert durch $c\hbar$
- $V(\phi_n)_m$ – Masseterm aus Kompaktifizierung; $n = 1, 2, 3$; $[R] = m$; $[\phi_n] = \frac{1}{m}$; bewirkt, dass das Feld ϕ_n eine effektive Masse $m_n = \frac{n}{R}$ erhält; skaliert durch $c\hbar$; Generationen-Hierarchie beachten
- $V(\phi_n)_{pot}$ – Potenzial des Skalarfeldes ϕ_n (oszillierend und stabilisierend); potenzielle Energie; skaliert durch $c\hbar$
- $V(\phi_n)_{dark}$ – Potenzial des Skalarfeldes von ungekoppelter Materie aus der Menge der dunklen Energie; skaliert durch $c\hbar$; $V(\phi_n)_{dark}$ und $V(\phi_n)_{pot}$ wirken komplementär zueinander

Hinweise:

- $n = 1$; ϕ_1 ; Grundzustand (leichtestes Feld); leichteste Generation; z.B. Elektron, u/d-Quarks
- $n = 2$; ϕ_2 ; erste angeregte Mode; zweite Generation; z.B. Myon, C-Quarks, S-Quarks
- $n = 3$; ϕ_3 ; zweite angeregte Mode; dritte Generation; z.B. Tauon, B-Quark, T-Quark
- **Casimir-Energie** (Quantenfluktuationen) in kompakten Räumen erzeugt Eichfelder oder Skalarfelder mit der Energie, die vom Radius abhängt:

$$V_{\text{Casimir}} \sim \frac{hc}{2\pi R^4}$$

In der FRM wird dies durch das Potenzial des Skalarfeldes $V(\phi_n)$ integriert und als oszillierender Term modelliert, denn die Zeitangabe $\sim [k^4] = \frac{1}{s^4}$ wird durch die Raumlänge mit $[t c] = m$ für 4D normiert.

- Der Masseterm: $V(\phi_n)_m = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{R}\right)^2 \phi_n^2$ entspricht einer Kaluza-Klein-Masse mit $m_n = \frac{n}{R}$. Der Radius impliziert die Abhängigkeit seiner Größe von einer beliebigen elektromagnetischen Objektschwingung in der Raumzeit. Je kleiner der Radius, desto kleiner seine Wellenlänge, desto größer seine Frequenz, desto größer die Trägheitsbewegung der Oszillation in der Raumzeit und desto größer seine explizite Masse. Dieser Term erklärt zusätzlich, warum **Massen** hierarchisch sind ($n = 1$, $n = 2, 3$ schwerer) (im **Kapitel 3.5** als „Dimensionsfamilien“ eingestuft), warum es genau drei Generationen gibt ($n = 1, 2, 3$) und die kleinsten Bosonen-Massen nur aus $n = 1, 2$ in der Dimensionsebene $D_{45/46}$ existieren. Das **Potenzial $V(\phi)$ stabilisiert** das System. Das **Elektron/Positron** ist das **Basisteilchen** der Mode $n = 1$, und, wie noch gezeigt wird, das erste Teilchen, welches ab dem Überschreiten der minimalen Kopplungsfrequenz f_{min} mit Photonen aus der Menge der dunklen Energie elektrisch wechselwirkt. Somit wird die **Higgs-Feld-Theorie** durch das FRM-Modell ersetzt.

Effektiver Impuls-Energie-Tensor $T_{\mu\nu}^{eff}$ inklusive Skalarterme:

$$T_{\mu\nu}^{eff} = T_{\mu\nu}^{(klassisch)} + T_{\mu\nu}^{(global)} + T_{\mu\nu}^{(Vektor)} + T_{\mu\nu}^{(Skalar)}$$

$$T_{\mu\nu}^{eff} = [(\rho + \frac{p}{c^2}) u_\mu u_\nu - p g_{\mu\nu}^{(4)}] + [\frac{c^4}{16\pi G_{eff}} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \eta_{\mu\nu}] + [\frac{1}{4\pi} (F_\mu^{\lambda a} F_{\nu\lambda} - \frac{1}{4} g_{\mu\nu}^{(4)} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma})] + c\hbar \sum_{n=1}^3 [\partial_\mu \phi_n \partial_\nu \phi_n - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} (\partial^\rho \phi_n \partial_\rho \phi_n + 2V(\phi_n)_m + 2V(\phi_n)_{pot} + 2V(\phi_n)_{dark})] \quad (2.98)$$

- $V(\phi_n)_m = \frac{1}{2} (\frac{n}{R})^2 \phi_n^2$
- $V(\phi_n)_{pot} = \frac{9}{4} k^4 (\cos(kt + \beta))^2$
- $V(\phi_n)_{dark} = \frac{9}{4} k^4 (1 - \cos(kt + \beta))^2$
- $V(\phi_n)_{pot}$ und $V(\phi_n)_{dark}$ wirken komplementär zueinander
- Skalarterme sind durch $c\hbar$ skaliert
- Die Potenziale wirken je nach Bezug lokal sowie global im gleichen Verhältnis.

Verhältnis zwischen Materie, die koppelt, und Materie, die noch nicht koppelt:

$$\frac{\rho_{gekoppelt}}{\rho_{dark}} = \frac{V(\phi_n)}{V(\phi_n)_{dark}} = \frac{(\cos(90^\circ - \alpha))^2}{(1 - \cos(90^\circ - \alpha))^2} = \frac{(\sin(\alpha))^2}{(1 - \sin(\alpha))^2} \quad (2.99)$$

- α – trigonometrischer Feldwinkel am aktuellen Ort der Raumzeit; Winkel zwischen globaler Feldgeschwindigkeit V_4 bzw. V_5 (Katheten) des Universums relativ zur Maximalgeschwindigkeit c (Hypotenuse)
- Unter Vernachlässigung der Teilchen mit schwacher Wechselwirkung mit β
- Extremwerte unter Berücksichtigung ihrer komplementären Wirkung:
 0 – steht für 100% dunkle Energie
 ∞ – steht für Umwandlung der dunklen Energie in 100%ig gekoppelte Materie
- Beispiel: Ausdehnung des Universums mit $kt = \alpha = 18,7^\circ$ (aus **Kapitel 7.2**):
a) $\cos(90^\circ - 18,7^\circ) = 0,32$; entspricht der gekoppelten Materie; mit Ausgangspunkt $\cos(90^\circ) = 0$ Anteile an gekoppelter Materie
b) $1 - \cos(90^\circ - 18,7^\circ) = 0,68$; entspricht den astronomischen Beobachtungen für dunkle Energie

Herleitung des relativistischen Impulses und der Energie aus FRM-Geometrie:

Für die Extraktion der Energie aus T_{00} und des Impulses aus T_{0i} liegt der effektive Tensor mit $T_{\mu\nu}^{eff}$ bereits in kompaktifizierter Form vor.

$$T_{\mu\nu}^{(klassisch)} = (\rho + \frac{p}{c^2}) u_\mu u_\nu - p g_{\mu\nu}^{(4)} \quad \text{Normierung: } G_{\mu\nu} u^\mu u^\nu = -c^2$$

Einsetzen der Indizes bewirkt:

a) T_{00} – Energiedichte; Energiefluss in zeitartiger Richtung; 3D-Volumenelement



b) T_{i0} – Energiestromdichte; Energiefluss in räumlicher i -Richtung; $i = 1, 2, 3$; 3D-Volumenelement: 1x zeitartig, 2x raumartige Achsen

c) T_{0i} – Impulsdichte; Impulsfluss in zeitartiger Richtung; 3D Volumenelement

d) T_{ik} – Impulsstromdichte; Impulsfluss der k -ten Komponente des Impulses in räumlicher i -Richtung; 3D-Volumenelement: 1x zeitartig, 2x raumartige Achsen

a) Energiedichte mit $p = 0$; $u_0 \approx -c$; $u_i \approx 0$ dominiert die Ruhemasse:

$$T_{00} \approx \rho c^2 ; T_{0i} \approx 0 ; T_{ij} \approx 0$$

Relativistisch:

$$T_{00} \approx \rho c^2 \frac{1}{\sin^2(kt)} \quad (2.100)$$

Das Integral über das Volumen V liefert:

$$E = \int T_{00} dV = \int \rho c^2 \frac{1}{\sin^2(kt)} \sin(kt) dV = \rho c^2 \frac{V}{\sin(kt)}$$

$$E(t) = m c^2 \frac{1}{\sin(kt)} \quad \text{mit: } \frac{1}{\sin(kt)} = \frac{c}{V_5} \quad (2.101)$$

Für $p \neq 0$:

$$T^{00} = (\rho c^2 + p) c^2 \frac{1}{c^2} - p$$

Relativistisch:

$$T^{00} = (\rho c^2 + p) \frac{1}{\sin^2(kt)} - p \quad (2.102)$$

c) Impulsdichte mit $p \approx 0$; $u_0 \approx -c$; $u_i \approx \frac{V_i}{c} \ll 1$ ($\frac{1}{c}$ folgt durch die Metriknormierung von $\eta_{\mu\nu}$ für eine der drei Raumrichtungen)

$$T_{0i} \approx -\rho c \frac{V_i}{c}$$

In der Literatur werden kontravarianten Indizes verwendet, was den Ausdruck positiv macht:

$$T^{0i} \approx \rho V_i$$

$$\text{Relativistisch mit: } \frac{1}{\sin(kt)} = \frac{c}{V_5}$$



$$T^{0i} \approx \rho V_i \frac{1}{\sin^2(kt)} \quad (2.103)$$

Das Integral über das Volumen V liefert:

$$p_i = \int T^{0i} dV = \int \rho V_i \frac{1}{\sin^2(kt)} \sin(kt) dV = \rho V_i \frac{V}{\sin(kt)}$$

$$p_i(t) = m V_i \frac{1}{\sin(kt)} \quad \text{klassischer Impuls}$$

$$p(t) = m c \frac{1}{\sin(kt)} \quad \text{für } V_i \approx c \quad (2.104)$$

Für $p \neq 0$:

$$T^{0i} = (\rho c^2 + p) V_i \frac{1}{c^2}$$

Relativistisch:

$$T^{0i} = (\rho c^2 + p) V_i \frac{1}{c^2 \sin^2(kt)} = (\rho + p) V_i \frac{1}{V_5^2} \quad (2.105)$$

- T_{00} – Zeit-Zeit-Extraktion; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m s}^2}$; Energiedichte als primäre Quelle der Gravitation
- $p c^2$ – Ruheenergiedichte; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m s}^2}$; erhöht effektive Masse/Energie durch Feldwiderstand bzw. Rotation im Wellenfeld parallel zur Dimension D_4
- ρ – Ruhedichte; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; Masse pro Volumen
- T_{0i} – Zeit-Raum-Extraktion; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}}$; beschreibt den Fluss von Impuls durch eine Fläche (z.B. Bewegung von Energie)
- $-\rho V_i$ – klassische Impulsdichte oder Massestromdichte genannt; Einheit: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}}$; bewirkt Impuls pro Fläche bei einer Geschwindigkeit V_i in Richtung i
- $1/\sin(kt)$ – relativistischer Faktor; erhöht Impuls und Energie durch geometrische Dilatation während der Rotation in kompakten Dimensionen
- $\eta_{\mu\nu}$ – Metrik; $\eta_{\mu\nu} = \text{diag}(-1,1,1,1)$
- u_0 – Index „0“ bedeutet aus der Metrik $\eta_{\mu\nu}$ die Stelle für die Zeit; in dieser Zelle steht $-c$, weil die Zeit zur Einheit mit $[c t] = \text{m}$ normiert wurde; Einheit: $[u_0] = \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- u_i – Index „i“ bedeutet eine resultierende Richtung aus der Metrik $\eta_{\mu\nu}$ mit den Stellen 1, 2, 3 für den 3D Raum; in diesen Zellen werden die drei Raumrichtungen mit $\frac{V_i}{c}$ normiert; dimensionslos

Globaler oszillierender Term:

$$T_{\mu\nu}^{(\text{global})} = \frac{c^4}{16\pi G_{\text{eff}}} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) \eta_{\mu\nu}$$

$$\text{a) } T_{00}^{(\text{global})} = \frac{c^4}{16\pi G_{\text{eff}}} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) \eta_{00} = - \frac{c^4}{16\pi G_{\text{eff}}} k_{\text{Uni}}^2 \cos(k_{\text{Uni}} t) \quad (2.106)$$

- Das negative Vorzeichen beschreibt eine globale Energiedichte aus dunkler Energie, die eine abstoßende Wirkung erzeugt. Das Universum dehnt sich solange beschleunigt aus, so lange es dunkle Energie gibt. Am Anfang der Periode ist die Menge der dunklen Energie maximal, was die Beschleunigung maximiert. Am Ort der maximalen Ausdehnung hingegen, nimmt die Beschleunigung bis auf null ab, weil die Menge der dunklen Energie null erreicht.

$$\text{c) } T_{0i}^{(\text{global})} = 0 \quad \text{keine Off-Diagonalen-Terme im globalen Teil der Metrik} \quad (2.107)$$

Vektorieller Term:

$$T_{\mu\nu}^{(\text{Vektor})} = \frac{1}{4\pi} (F_{\mu}^{\lambda a} F_{\nu\lambda} - \frac{1}{4} g_{\mu\nu}^{(4)} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma})$$

$$\text{a) } T_{00}^{(\text{Vektor})} = \frac{1}{4\pi} (F_0^{\lambda a} F_{0\lambda} - \frac{1}{4} g_{00}^{(4)} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma}) = \frac{1}{4\pi} (g^{\lambda\mu} F_{0\mu}^a F_{0\lambda a} - \frac{1}{4} g_{00}^{(4)} F_{\rho\sigma}^a F^{a\rho\sigma})$$

Lagrange-Lösung mit Si:

$$\mathcal{L}_{\text{Vektor}} = - \frac{1}{4} \frac{1}{\mu_0} F_{\mu\nu}^a F^{a\mu\nu} \quad \text{mit Konvention: } \frac{E}{c}, \text{ wenn } g_{00}^{(4)} = (-1, 1, 1, 1) \text{ bleibt}$$

$$T_{00}^{(\text{Vektor})} = \frac{1}{4\pi} \frac{1}{\mu_0} \left(\frac{1}{c^2} E^2 - \frac{1}{4} (-1) 2(B^2 - \frac{1}{c^2} E^2) \right)$$

$$T_{00}^{(\text{Vektor})} = \frac{1}{4\pi} (\epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} (\frac{1}{\mu_0} B^2 - \epsilon_0 E^2)) \quad \text{mit: } \frac{1}{c^2} = \mu_0 \epsilon_0$$

$$T_{00}^{(\text{Vektor})} = \frac{1}{8\pi} (\epsilon_0 E_a^2 + \frac{1}{\mu_0} B_a^2) = \text{elektromagnetische Energiedichte} \quad (2.108)$$

- Tensor-Verhalten ist strahlungsartig mit $p = \frac{\rho}{3}$ wie eine relativistische Strahlungsflüssigkeit; sein Feld vermittelt starke/schwache Wechselwirkung.
- $\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ bzw. $\frac{1}{2} \frac{1}{\mu_0} B^2$ – elektrische und magnetische Energiedichte
- $\frac{1}{4\pi}$ – Konvention, wird in der klassischen SI-Elektrodynamik zu Faktor 1



- Index a – aus A_μ^a ; a hat seinen Ursprung in den kompakten Wellenfelddimensionen und bezeichnet nach der Kompaktifizierung den Eichgruppenindex

$$c) T_{0i}^{(\text{Vektor})} = \frac{1}{4\pi} \epsilon_0 (\mathbf{E} \times \mathbf{B})_i \quad (2.109)$$

Ableitung von ρ -Skalar und p -Skalar aus der FRM-Geometrie:

Der Skalar-Tensor $T_{\mu\nu}^{(\text{Skalar})}$ beschreibt die Gravitationsquelle aus relativistischen Feldern, einschließlich der kinetischen Energie, des Potenzials, des Masseterms und der dunklen, nicht gekoppelten Energie. ρ -Skalar und p -Skalar sind Schlüsselgrößen zur kosmologischen Interpretation des Skalarbeitrags.

- ρ -Skalar – Energiedichte aus dem Beitrag $\rho = T_{00}$ (Zeit-Zeit-Komponente); es misst, wie viel Energie pro Volumen in den einzelnen Skalarfeldern gespeichert ist und bestimmt die Gravitation durch die Skalarfelder mit allen drei Generationen und nicht gekoppelter Energie
- p -Skalar – Druck aus dem Beitrag $p = T_{ii}$ für $i = 1, 2, 3$ (räumliche Komponenten, normalisiert durch Metrik); es misst die isotropen Spannungen – für dunkle Energie $p = -\rho$; negativer Druck treibt die Expansion voran, indem es die Beschleunigung der Expansion bestimmt.

Um die beiden Skalar abzuleiten, wird die FLRW-Metrik angewendet. Das sorgt für ein homogenes Universum mit $g_{\mu\nu}^{(4)} = \text{diag}(-1, a^2(t), a^2(t), a^2(t))$ und vernachlässigt räumliche Gradienten ($\nabla\phi_n \approx 0$, nur $\partial_t \phi_n \neq 0$ für kosmologische Felder).

a) Ableitung von ρ -Skalar (Energiedichte, T_{00}):

$$T_{00}^{(\text{Skalar})} = c\hbar \sum_{n=1}^3 [\partial_0 \phi_n \partial_0 \phi_n - \frac{1}{2} g_{00}^{(4)} (\partial^0 \phi_n \partial_0 \phi_n + 2V(\phi_n)_m + 2V(\phi_n)_{pot} + 2V(\phi_n)_{dark})]$$

- $\partial_0 = \partial_t$ (Zeitableitung) $\rightarrow g_{00}^{(4)} = -1$ mit: $c = 1$
- $\partial_0 \phi_n \partial_0 \phi_n = (\partial_t \phi_n)^2$
- $\partial^0 \phi_n \partial_0 \phi_n = -(\partial_t \phi_n)^2$
- $-\frac{1}{2} g_{00}^{(4)} = -\frac{1}{2} \cdot (-1) = \frac{1}{2}$

Einsetzen:

$$T_{00}^{(\text{Skalar})} = c\hbar \sum_{n=1}^3 [(\partial_t \phi_n)^2 + \frac{1}{2} ((-\partial_t \phi_n)^2 + 2V(\phi_n)_m + 2V(\phi_n)_{pot} + 2V(\phi_n)_{dark})]$$



Vollständig mit c-Renormierung (kinetisch + potenzielle Energie):

$$T_{00}^{(\text{Skalar})} = c\hbar \sum_{n=1}^3 c^2 \left[\frac{1}{2} (\partial_t \phi_n)^2 + V(\phi_n)_m + V(\phi_n)_{\text{pot}} + V(\phi_n)_{\text{dark}} \right] \quad (2.110)$$

$$\text{mit: } \rho_{\text{eff}} = \frac{T_{00}^{(\text{Skalar})}}{c^2}$$

$$\rho_{\text{eff}} = c\hbar \sum_{n=1}^3 \left[\frac{1}{2} (\partial_t \phi_n)^2 + V(\phi_n)_m + V(\phi_n)_{\text{pot}} + V(\phi_n)_{\text{dark}} \right] \quad (2.111)$$

c) Ableitung von ρ -Skalar (Impulsdichte, T_{0i}):

$$T_{0i}^{(\text{Skalar})} = c\hbar \left[\partial_0 \phi_n \partial_i \phi_n - \frac{1}{2} g_{0i}^{(4)} (\dots) \right] \approx c\hbar \partial_0 \phi_n \partial_i \phi_n$$

- $\partial_0 \phi_n = \frac{1}{c} \partial_t \phi_n$

Vollständig mit c-Renormierung (reiner Gradientenfluss):

$$T_{0i}^{(\text{Skalar})} = c\hbar \frac{1}{c} \partial_t \phi_n \partial_i \phi_n = \hbar \partial_t \phi_n \partial_i \phi_n \quad (2.112)$$

d) Ableitung von p -Skalar (Druck, $T_{ii} = p a^2(t)$ für $i = 1, 2, 3$):

$$T_{ii}^{(\text{Skalar})} = c\hbar \sum_{n=1}^3 \left[0 - \frac{1}{2} g_{ii}^{(4)} (\partial^\rho \phi_n \partial_\rho \phi_n + 2V(\phi_n)_m + 2V(\phi_n)_{\text{pot}} + 2V(\phi_n)_{\text{dark}}) \right]$$

- $\partial_i \phi_n = 0$ (vernachlässigt, homogen)
- $g_{ii}^{(4)} = a^2(t)$ (positiv)
- $\partial^\rho \phi_n \partial_\rho \phi_n = (\partial_t \phi_n)^2$

Einsetzen:

$$T_{ii}^{(\text{Skalar})} = -\frac{1}{2} c\hbar a^2(t) \sum_{n=1}^3 [(-\partial_t \phi_n)^2 + 2V(\phi_n)_m + 2V(\phi_n)_{\text{pot}} + 2V(\phi_n)_{\text{dark}}]$$

$$T_{ii}^{(\text{Skalar})} = c\hbar a^2(t) \sum_{n=1}^3 \left[\frac{1}{2} (\partial_t \phi_n)^2 - V(\phi_n)_m - V(\phi_n)_{\text{pot}} - V(\phi_n)_{\text{dark}} \right] \quad (2.113)$$

$$p = \frac{T_{ii}^{(\text{Skalar})}}{a^2(t)}$$

$$p = c\hbar \sum_{n=1}^3 \left[\frac{1}{2} (\partial_t \phi_n)^2 - V(\phi_n)_m - V(\phi_n)_{\text{pot}} - V(\phi_n)_{\text{dark}} \right] \quad (2.114)$$

**a) Energiedichte ρ_{eff} gesamt:**

$$\rho_{eff} = \frac{T_{00}^{eff}}{c^2}$$

$$\rho_{eff} = \rho - \frac{p}{c^2} - \frac{c^2}{16\pi G_{eff}} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) + \frac{1}{8\pi} \frac{1}{c^2} (\epsilon_0 E_a^2 + \frac{1}{\mu_0} B_a^2) + c\hbar \sum_{n=1}^3 [(\frac{1}{2} (\partial_t \phi_n)^2 + V(\phi_n)_m + V(\phi_n)_{Pot} + V(\phi_n)_{dark})] \quad (2.115)$$

Relativistisch:

$$\rho_{eff} = \frac{1}{c^2} [(\rho c^2 + p) \frac{1}{\sin^2(kt)} - p] - \frac{c^2}{16\pi G_{eff}} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) + \frac{1}{8\pi} \frac{1}{c^2} (\epsilon_0 E_a^2 + \frac{1}{\mu_0} B_a^2) + \frac{1}{\sin^2(kt)} c\hbar \sum_{n=1}^3 [(\frac{1}{2} (\partial_t \phi_n)^2 + V(\phi_n)_m + V(\phi_n)_{pot} + V(\phi_n)_{dark})] \quad (2.116)$$

- Einheit: $\frac{J}{kg}$

c) Impulsdichte g_{eff} gesamt:

$$g_{eff} = \frac{T_{0i}^{eff}}{c}$$

$$g_{eff} = (\rho + \frac{p}{c^2}) V_i \frac{1}{c} + \frac{1}{4\pi} \frac{1}{c} \epsilon_0 (E \times B)_i + \hbar \sum_{n=1}^3 \frac{1}{c} \partial_t \phi_n \partial_i \phi_n \quad (2.117)$$

$$\text{Relativistisch:} \quad (2.118)$$

$$g_{eff} = \frac{1}{c^2 \sin^2(kt)} [(\rho c^2 + p) V_i \frac{1}{c}] + \frac{1}{4\pi} \frac{1}{c} \epsilon_0 (E \times B)_i + \frac{1}{\sin(kt)} [\hbar \sum_{n=1}^3 \frac{1}{c} \partial_t \phi_n \partial_i \phi_n]$$

- Einheit: $\frac{kg}{m^2 s}$

Nachtrag für die Kompaktifizierung:

Alle beobachtbaren 4-dimensionalen Phänomene wie Gravitation, Elektromagnetismus, Teilchenmassen und andere Kräfte ergeben sich als Niedrig-Energie-Näherung der 7-dimensionalen Feldraummechanik nach Integration über die kompakten Dimensionen. Eichpotenziale der 7-dimensionalen Metrik reduzieren sich dabei zu effektiven Eichfeldern im 4-dimensionalen Bereich. Elektromagnetismus und die schwache Kraft entstehen nicht als unabhängige fundamentale Felder, sondern als geometrische Effekte der kompakten Dimensionen, wie unterschiedliche Fourier-Moden die jeweilige Kopplungsstruktur erzeugen.

Die Fourier-Moden der kompakten Koordinaten führen zu diskreten Teilchenmassen, die sich als schwere Zustände manifestieren. Die dunkle Energie tritt als natürliche Oszillation der kompakten Dimensionen auf. Photonen und andere



Teilchen existieren fundamental als Wellen im kompakten Wellenfeld (F_{4-6}), erscheinen jedoch im sichtbaren 4-dimensionalen Teilchenfeld (F_{1-3} plus Zeit) als diskrete Objekte. Dies liefert eine geometrische Erklärung des Wellen-Teilchen-Dualismus. Die Gravitation selbst wirkt primär im sichtbaren 4D-Bereich und bleibt als klassische Krümmung erhalten.

Mit dem FRM-Modell werden durch die Anwendung der Modi neue Vorhersagen für schwere Teilchen möglich, die für Fusionsprozesse zur Energieerzeugung oder für zukünftige Antriebstechnologien relevant sein können.

FRM quantisiert die Gravitation nicht. Stattdessen wird die Gravitation als klassische geometrische Krümmung beibehalten, während alle Quanteneffekte und die Vereinheitlichung der Wechselwirkungen durch die dynamische Geometrie der kompakten Wellenfelddimensionen - Rotation, Kopplung und Moden - erklärt werden. Das Modell liefert damit eine geometrische Brücke zwischen klassischer Gravitation und der Quantenwelt.

11. Entwicklung der Wellengleichung für Gravitationswellen

Ausgangslage ist die Feldgleichung der FRM:

$$R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{MN} \quad (2.78)$$

Lineare Näherung um die flache Metrik (Perturbation):

Gravitationswellen sind kleine Störungen, daher wird die Minkowski-Metrik η_{MN} linearisiert.

$$g_{MN} = \eta_{MN} + h_{MN} \quad \text{mit: } h_{MN} \ll 1$$

- η_{MN} – 7D symmetrische Minkowski-Metrik; $\eta_{MN} = \text{diag}(-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$; Index: $M, N = 0, \dots, 6$
- h_{MN} – Metrikstörung; beschreibt die Gravitationswellen als kleine Abweichung von der flachen Metrik; Vernachlässigung von Termen höherer Ordnung wie h^2 , da Wellen schwach sind → Vorteil: Vereinfachung der Berechnung zu einer Wellengleichung

Christoffel-Symbole in linearer Näherung:

$$\Gamma_{NM}^{\lambda} = \frac{1}{2} h^{\lambda P} (\partial_M h_{NP} + \partial_N h_{MP} - \partial_P h_{MN}) \quad (2.119)$$



- Γ_{NM}^λ – Christoffel-Symbol (nicht-tensorial); Einheit: $\frac{1}{m}$; beschreibt, wie Vektoren bei Paralleltransport in der gekrümmten Raumzeit verändert werden; Index oben $\lambda = 0, \dots, 6$; unten $M, N, P = 0, \dots, 6$
- $h^{\lambda P}$ – Inverse Minkowski-Metrik; dimensionslos; erhebt Indizes $\lambda, P = 0, \dots, 6$; $h^{\lambda P} = \text{diag}(-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$; Summe über P ist implizit Einstein-Konvention
- Terme $\partial_M h_{NP}$ – partielle Ableitungen nach x^M ; Einheit: $\frac{1}{m}$; misst die Änderung der Störung in Richtung M
- Näherung: keine $\Gamma\Gamma$ -Terme, da linear; vereinfacht Wellengleichung

Ricci-Tensor in linearer Näherung:

Ricci-Tensor:

$$R_{MN} \approx \partial_P \Gamma_{MN}^P - \partial_N \Gamma_{MP}^P$$

Nach Einsetzen der Christoffel-Symbole und Kontraktion:

$$R_{MN} = \frac{1}{2} (\partial_P \partial_M h_N^P + \partial_P \partial_N h_M^P - \partial_P \partial^P h_{MN} - \partial_M \partial_N h_P^P) + R_{MN}^{(\text{global})} \quad (2.120)$$

$$R_{MN}^{(\text{global})} = \frac{1}{2} \eta^{\lambda P} (\partial_M [\cos(k_{\text{Uni}} t)] \eta_{NP} + \partial_N [\cos(k_{\text{Uni}} t)] \eta_{MP} - \partial_P [\cos(k_{\text{Uni}} t)] \eta_{MN})$$

- R_{MN} – Ricci-Tensor für eine lineare Krümmung; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; der Tensor ist die Quelle der Wellengleichung
- $\partial_P \partial_M h_N^P$ bzw. $\partial_P \partial_N h_M^P$ – Verschiebungsterme; beschreiben, wie die Störung in Richtung P die Krümmung zwischen M und N beeinflusst; Einheit: $\frac{1}{m^2}$
- $-\partial_P \partial^P h_{MN}$ – D'Alembert-Operator $\square_{(7)} h_{MN} = -\partial_P \partial^P h_{MN} = -\partial t^2 h_{MN} + \nabla^2 h_{MN}$; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; Wellenterm; Index $P = 0, \dots, 6$
- $-\partial_M \partial_N h_P^P$ – Term korrigiert die Spuranteile (Skalaranteile) der Störung $h = h_P^P$, dimensionslos, berücksichtigt skalare Moden; in der spurbereinigten Eichung $h = 0$ verschwindet der Term
- $R_{MN}^{(\text{global})}$ – globale Terme beschreiben die kosmische Oszillation der gesamten Raumzeit. Sie wirken als Hintergrundkrümmung, die alle Wellen moduliert und eine zusätzliche longitudinale Komponente erzeugt
- Näherung: keine $\Gamma\Gamma$ -Terme

Spurbereinigte Störung für 7D:

Spurfrei-transversale (TT) Eichung:

$$h = \eta^{MN} h_{MN} = 0$$



Spurbereinigte Störung:

$$\bar{h}_{MN} = h_{MN} - \frac{1}{2} \eta_{MN} h$$

- $\bar{h}_{MN}$ – spurbereinigte Störung; Einheit: $\frac{1}{m^2}$

Es gilt nun für den Ricci-Tensor und den Ricci-Skalar:

R_{MN} : Verschiebungsterme verschwinden

$$R \approx 0$$

Einsetzen in Feldgleichung der FRM:

$$R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{MN}$$

Im Vakuum gilt $T_{MN} = 0$. Es bleibt nach Einsetzen übrig:

$$-\frac{1}{2} \partial_P \partial^P \bar{h}_{MN} + R_{MN}^{(\text{global})} = 0$$

$$\square_{(7)} \bar{h}_{MN} = 2 R_{MN}^{(\text{global})} \quad (2.121)$$

D'Alembert-Operator in 7D allgemein:

$$\square_{(7)} = \eta^{MN} \partial^M \partial_M = -\frac{1}{c^2} \partial_t^2 + \nabla^2_{(3)} + \nabla^2_{(3, \text{ kompakt})} = -\frac{1}{c^2} \partial_t^2 + \nabla^2_{(3)} + \partial_a \partial^a$$

- $\square_{(7)} = \partial^M \partial_M = -\partial_t^2 + \nabla^2 + \partial_a \partial^a$ – D'Alembert-Operator in 7D; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; beschreibt Wellenausbreitung
- Laufindex $a = 4, 5, 6$ über die kompakten Wellenfelddimensionen

Gauge-Wahl - harmonischer Gauge im Vakuum ($T = 0$) in FRM:

$$\partial^M \bar{h}_{MN} = 0 \quad (2.122)$$

- $\partial^M \bar{h}_{MN}$ – Divergenz; Einheit: $\frac{1}{m}$; Gauge-Bedingung; eliminiert redundante Freiheitsgrade; Summationsindex $M = 0, \dots, 6$

Im Vakuum ($T = 0$) wird dieser Gauge zur Feldgleichung mit:

$$\square_{(7)} \bar{h}_{MN} = 2 R_{MN}^{(\text{global})} = -k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \eta_{MN} \quad (2.123)$$

- $\square_{(7)} \bar{h}_{MN}$ – spurbereinigte Metriklösung in den kompakten Wellenfelddimensionen

$$\square_{(7)} \bar{h}_{MN} = 2 R_{MN}^{(\text{global})}$$



$\square_{(7)} \bar{h}_{MN} = 0$ für ART-Lösung, welche die globale Komponente nach dem Mach-Prinzip vernachlässigt

Polarisation und Freiheitsgrade in der FRM:

In TT-Gauge (transvers-traceless, erweitert auf 7D, aber reduziert auf 4D) ergibt sich:

- In 4D-ART:
 - $h_{\mu\nu}$ hat zwei Freiheitsgrade (+ und $\times$ - Polarisation für Wellen in z-Richtung)

$$h_{xx} = -h_{yy} = h_+ \cos(wz - kt)$$

$$h_{xy} = h_{yx} = h_\times \cos(wz - kt)$$
 - $h_+, h_\times$ – Amplituden; dimensionslos; es entstehen beide unabhängigen Polarisationen von Gravitationswellen (Spin-2)
 - w – Wellenzahl; Einheit: $\frac{1}{m}$; Anzahl Wellenlängen pro Meter; $w = 2\pi/\lambda$; mit: λ als Wellenlänge
 - z – Ortskoordinate in Ausbreitungsrichtung; Einheit: m
 - k – Kreisfrequenz; Einheit: $\frac{\text{rad}}{s}$; Winkelgeschwindigkeit der Oszillation
 - t – Zeit; Einheit: s
 - $(wz - kt)$ – Phase der Welle; wz – räumlich; kt – zeitlich; Differenz bedeutet, dass die Welle in positiver z-Richtung verläuft
- In 7D-FRM:
 - h_{MN} – Globaler Ricci-Tensor wirkt als eine kosmische „Druckwelle“, die gleichmäßig in alle Richtungen drückt. Diese isotrope Anregung kann keine reinen Tensorwellen erzeugen (die spurfrei sind), dafür aber Vektorfelder und Skalarfelder.
 - h_{MN} ist dimensionslos
 - Aus der inhomogenen $\square_{(7)} \bar{h}_{MN}$ folgt durch Zerlegung der Störung in irreduzible Darstellungen eine Struktur, die 14 Freiheitsgrade besitzt, Gaugefreiheitsgrade bereits abgezogen:
Tensor h_{ij} (2), Vektor A_μ^a (6+3), Skalar ϕ_n (3)
 - Indizes: $i, j = 1, 2, 3$; $a = 4, 5, 6$; $\mu = 0, 1, 2, 3$; $n = 1, 2, 3$
 - **Tensor-Polarisation $h_{\mu\nu}$** besitzt zwei Freiheitsgrade wie bei der ART und liefert **zwei masselose Transversalwellen** mit Spin-2:
+ Polarisation ($h_{xx} = -h_{yy}$)
 $\times$ Polarisation ($h_{xy} = h_{yx}$)
 - **Vektor-Polarisationen** entstehen aus den off-diagonalen Metrikkomponenten $h_{\mu a} = A_\mu^a$
Diese entsprechen massiven Vektorfeldern, die aus den kompakten Wellenfelddimensionen stammen. Neun Freiheitsgrade: $3 \times 4 = 12$, abzüglich 3 Gauge bei $\mu = 0$ liefern:



Sechs Transversalwellen mit photonähnlichen Moden, aber massiv mit Spin-1

Drei Longitudinalwellen sind massive Moden, helicity 0

- **Skalar-Polarisationen** aus den Moden der kompakten Wellenfeld-dimensionen ergeben mit ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 drei Freiheitsgrade. Skalarfelder besitzen „versteckte“ longitudinale Wellen mit ϕ_n (Spin = 0, erzeugt Volumenänderung). Diese ist nicht Gauge, sondern kommt physikalisch aus der geometrischen Abweichung zur Dimensionsebene D_{56} zustande, indem sie die drei vektoriellen Longitudinalwellen skalar stabilisieren. **Stabilisierungsmechanismus** der FRM.

Drei Longitudinalwellen, skalar

- **Zusammengefasst:**
2 masselose transversale Tensorwellen (klassisch ART)
6 massive transversale Vektorwellen
3 massive longitudinale Vektorwellen
3 massive skalare Wellen, die mit den longitudinalen Vektoren koppeln
- **Massive Dispersion** der Transversalwelle mit Kreisfrequenz:
 $k^2 = w^2 c^2 + 4\pi^2 m^2 \frac{c^4}{h^2}$; Einheit: $\frac{1}{s}$; w – Wellenzahl, Einheit: $\frac{1}{m}$
a) Für hohe Frequenzen $w \gg m$: $k \approx c w \rightarrow$ dispersionsfrei; $v \approx c$
b) Für niedrige Frequenzen $w \ll m$: $k \approx 2\pi m \frac{c^2}{h}$; Welle breitet sich langsam aus ($v < c$); Dispersion ist stark
Folglich:
1) Transversale Wellenpakete zerstreuen sich, da verschiedene Frequenzen unterschiedliche Geschwindigkeiten haben:
$$v = c^2 \frac{w}{k} < c$$

2) Objekt in der Nähe $\rightarrow$ hohe Gravitationswechselwirkung; Objekt in der Ferne $\rightarrow$ schwache oder keine Anziehung

Wellengleichung für die Freiheitsgrade und Zuordnung der Dispersion:

Die kompakte Metrikkomponente

$$(1 + \cos(k_{Uni} t))$$

wirkt als eine zeitabhängige Amplitudenmodulation auf die gesamte Welle, unabhängig davon, ob diese transversal oder longitudinal ist.

- a) 2 masselose transversale Tensorwellen (aus $h_{\mu\nu}$):



Wellengleichung:

$$\square h_{ij}^{TT} = 0$$

Wobei:

$$(\partial_t^2 - c^2 \nabla_{(3)}^2) h_{ij}^{TT} = 0$$

Dispersion:

$$k^2 = w^2 c^2 \text{ (masselos, } v = c) \quad (2.124)$$

Funktionsform mit Welle in z-Richtung:

$$h_{ij}(t, z) = [1 + \cos(k_{Uni} t)] [h_+ e^{i(wz-kt)} e_{ij}^+ + h_x e^{i(wz-kt)} e_{ij}^x]$$

In reeller Form:

$$h_{ij}(t, z) = [1 + \cos(k_{Uni} t)] [h_+ \cos(w_z z - kt) e_{ij}^+ + h_x \cos(w_z z - kt) e_{ij}^x] \quad (2.125)$$

Mit transversalen spurlosen Polarisationsensoren:

$$e_{xx}^+ = -e_{yy}^+ = 1; e_{xy}^x = e_{yx}^x = 1$$

- Indizes: $i, j = 1, 2, 3$ (für x, y, z)
- $e_{ij}^+ = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}; e_{ij}^x = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
- Keine Phasenverschiebung, weil diese Modi nicht direkt an die internen Skalarfelder ϕ_n oder an die Phasen der Kompaktifizierung koppeln. Diese Polarisierungen „erkennen“ die Oszillation $(1 + \cos(k_{Uni} t))$ nur als eine globale, isotrope Modulation der Metrik-Amplitude.
- $(1 + \cos(k_{Uni} t))$ – Modulationsschwankung; pulsierend, gleichmäßig auf die Raumzeit relativ zur Normalzeit t ; definieren den zeitlichen Ablauf für die räumliche Verformung
- h_+ und h_x – sind schnell oszillierend und propagierend; diese tragen die Welleninformationen für die Kreisfrequenz k und Wellenzahl w
- e_{ij}^+ und e_{ij}^x – Polarisationsmatrizen; definieren räumliche Verformungsrichtung

b) 6 massive transversale Vektorwellen (aus A_μ^a ; $a = 4, 5, 6$; $\mu, \nu = 1, 2, 3$):

Diese entstehen aus den off-diagonalen Komponenten $h_{\mu a}$. Für jede Richtung a gibt es zwei transversale Polarisationszustände für μ .

Wellengleichung (Proca-ähnlich für massive Vektorfelder in 4D):

$$\square_{(4)} A_\mu^a - \partial_\mu (\partial^\nu A_\nu^a) + 4\pi^2 m_a^2 \frac{c^2}{h^2} A_\mu^a = 0 \quad \text{mit: } m = \frac{n h}{2\pi c R} \quad \text{aus der Kompaktifizierung}$$



Mit Lorentz-Bedingung:

$$\partial^\nu A_\nu^a = 0$$

Dispersion:

$$k^2 = w^2 c^2 + 4\pi^2 m_a^2 \frac{c^4}{h^2}; \text{ (massiv, } v < c \text{)} \quad (2.126)$$

Funktionsform ergibt eine plane Welle in z-Richtung als transversale Modi:

$$A_i^a(t, z) = A_0^a [1 + \cos(k_{Uni} t)] e^{i(wz-kt)} \sum_{pol=1,2} \epsilon_i^{pol}$$

In reeller Form:

$$A_i^a(t, z) = A_0^a [1 + \cos(k_{Uni} t)] \cos(wz - kt) \sum_{pol=1,2} \epsilon_i^{pol} \quad (2.127)$$

- Indizes: $i = x, y$ (transversal); Einheitsvektor: $\epsilon_x^{1,0,0} = (1, 0, 0)$, $\epsilon_y^{0,1,0} = (0, 1, 0)$, sind die Polarisationsvektoren, die orthogonal zu w schwingen; für drei Felder: $3 \times 2 = 6$ Moden
- Eichbosonen-ähnliche Kräfte

c) 3 massive longitudinale Vektorwellen (aus A_μ^a ; $a = 4, 5, 6$; $\mu, \nu = 1, 2, 3$):

Wellengleichung, Proca-ähnlich wie b), aber mit longitudinaler Komponente:

$$\square_{(4)} A_\mu^a - \partial_\mu (\partial^\nu A_\nu^a) + 4\pi^2 m_a^2 \frac{c^2}{h^2} A_\mu^a = 0$$

Mit: z = Ausbreitungsrichtung; durch Lorentz-Bedingung koppelt es an die anderen Komponenten

Dispersion:

$$k^2 = w^2 c^2 + 4\pi^2 m_a^2 \frac{c^4}{h^2}; \text{ (massiv, } v < c \text{)} \quad (2.128)$$

Funktionsform ergibt eine plane Welle in z-Richtung:

$$A_z^a(t, z) = A_0^a [1 + \cos(k_{Uni} t)] e^{i(wz-kt)} \epsilon_z$$

In reeller Form:

$$A_z^a(t, z) = A_0^a [1 + \cos(k_{Uni} t)] \cos(wz - kt) \epsilon_z \quad (2.129)$$

- Parallel zu w ; 1 pro Feld; insgesamt 3 wegen $a = 4, 5, 6$
- Stabilisierung der Kompaktifizierung durch Kopplung an Skalare
- Einheitsvektor: $\epsilon_z^{0,0,1} = (0, 0, 1)$



d) 3 massive skalare Wellen (aus ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3):

Wellengleichung (Klein-Gordon-Gleichung für massive Skalare):

$$\square_{(4)} \phi_n + m_n^2 \phi_n = 0$$

Dispersion:

$$k^2 = w^2 c^2 + 4\pi^2 m_n^2 \frac{c^4}{h^2}; \text{ (massiv, } v < c \text{)} \quad (2.130)$$

Funktionsform ergibt eine plane Welle:

$$\phi_n(t, z) = \phi_0 [1 + \cos(k_{Uni} t)] e^{i(wz-kt)}$$

In reeller Form:

$$\phi_n(t, z) = \phi_0 [1 + \cos(k_{Uni} t)] \cos(w_z z - k_n t) \quad (2.131)$$

- Skalar, isotrop und longitudinal; n pro Feld; $n = 1, 2, 3$; koppeln an longitudinale Vektoren für die Stabilisierung

Ergebnis der Wellengleichungen, FRM gegenüber ART:

$\bar{h}_{ij} = 0$; das bedeutet für die Gravitationswelle:

- Ausbreitung mit Maximalgeschwindigkeit $V_{\max} = c$
- Transversal und spurfrei; nur räumliche Störungen, keine Volumenänderung
- Zwei Polarisierungen haben Spin-2-Feld (Graviton), wirken wie ein Quadrupol
- Die Masse eines Objektes wird im Wellenfeld modelliert. Aus metrischen Gründen ist ein **Objekt im Teilchenfeld** lediglich eine **masselose Projektion**.

Vorteile der FRM-Terme:

- **$\cos(k_{Uni} t)$** – erzeugt dynamische Vakuumenergie, somit kann dieser Term Gravitationswellen modulieren (oszillierende Amplitude), erklärt unsichtbare (inklusive dunkle) Energie-Wellen oder Variationen in der Ausbreitung und erklärt damit mögliche Abweichung der ART-Wellen (z.B. Dispersion durch kompakte Dimensionen)
- **Skalar-Terme $V(\phi_n)$** : erzeugen zusätzliche Skalarwellen (Spin-0), die mit Gravitationswellen koppeln. Vorteil: FRM erklärt möglicherweise Multi-Messenger-Signale (z.B. Skalarwellen, die dunkle Energie modulieren) sowie die Higgs-Masse ohne Feinabstimmung (aus R – Radius der kompakten Wellenfelddimensionen)
- **Wellenanteile, die sich zusätzlich aus der FRM-Metrik ergeben, transportieren die Trägheits- und Wechselwirkungskräfte, die schließlich im Teilchenfeld registriert werden. Im Teilchenfeld wirken diese als eine Projektion auf ihre Rückstellkräfte im Wellenfeld. Rückstellkräfte sind**



Selbstwechselwirkungen aus einer Störung heraus, die im Teilchenfeld oder im Wellenfeld verursacht wurde. Eine geometrische Auslenkung aus ihrer Ruhelage in der Raumzeit bewirkt eine solche Störung.

12. Der Feldradius r

Der Feldradius r ist die räumliche Wirkungsskala eines relativistischen Feldes, die aus der Krümmung der Raumzeit entsteht.

Ausgangspunkt sind die FRM-Feldgleichungen:

$$R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{MN}$$

Übergang zur perturbativen Näherung in schwachen Feldern:

$$\partial_\lambda \Gamma_{NM}^\lambda - \partial_N \Gamma_{\lambda M}^\lambda - \frac{1}{2} g_{MN}^0 g_0^{PQ} (\partial_\lambda \Gamma_{QP}^\lambda - \partial_Q \Gamma_{\lambda P}^\lambda) = \frac{8\pi G}{c^4} T_{MN}$$

Metrikansatz für statische Masse mit Rotation in FRM:

Für eine punktförmige Masse M ist die Metrikstörung

$$h_{00} = 2 \frac{G M}{c^2 r}, \quad (2.132)$$

während die Metrikstörung im Rotationsfall lautet:

$$h_{\mu\nu} = \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_{\mu i} \delta_{\nu j} \text{ (aus Punkt 1.)}$$

Der Mittelwert über die Rotation lautet $\langle 1 + \cos(kt) \rangle = 1$ für $\beta = 0$.

- $h_{\mu\nu}$ – Metrikperturbation bewirkt schwache Gravitation; $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$
- $\frac{G M}{c^2 r}$ – Gravitationspotenzial; bewirkt $\frac{1}{r}$ – Abhängigkeit
- $1 + \cos(kt)$ – Modulation bewirkt eine dynamische Halbierung; für: $\beta = 0$
- $\delta_{\mu i} \delta_{\nu j}$ – Kronecker; gibt die Richtung der Raumkomponenten vor; $i, j = 1, 2, 3$

Einsetzen in die linearisierten Gleichung für den Feldradius r :

Im Vakuum mit $T_{MN} \approx 0$ löst die Gleichung für h_{00} eine Newton-Näherung aus:

$$g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + h_{\mu\nu}$$

$$\nabla^2 h_{00} = 4\pi G \rho$$



$$\nabla^2 h_{00} = \frac{8\pi G}{c^4} \rho \quad \text{mit: } \rho = M \delta^3(r)$$

Für eine Punktmasse, siehe auch Punkt 1:

$$h_{00} = 2 \frac{G M}{c^2 r} \quad \text{mit Fixierung der Rotation am Ort der Maximums: } 1 + \cos(kt = 0) = 2$$

Für den Fall der Halbierung durch das Mittel der Rotation im Wellenfeld:

$$h_{00} = \frac{G M}{c^2 r} \quad \text{mit: } 1 + \cos(kt) = 1 \quad (2.133)$$

- $\nabla^2 h_{00}$ – Laplace der Metrikstörung; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; Potenzialgleichung
- ρ – Dichte; Einheit: $\frac{kg}{m^3}$; für die Massequelle
- $\delta^3(r)$ – Delta-Funktion; Einheit: $\frac{1}{m^3}$; für die Punktquelle
- $2 \frac{G M}{c^2 r}$ – klassische Lösung für die Störung nach Schwarzschild
- $\frac{1}{2}$ – für die Halbierung mit dem durchschnittlichen Rotationsfaktor

Ergebnis für den Feldradius r :

$$r = \frac{G M}{c^2} \quad (2.134)$$

Implikation für schwarze Löcher:

Der effektive Ereignishorizont für rotierende Objekte ist bei $r = \frac{G M}{c^2}$ erreicht, nicht bei $r_S = \frac{2 G M}{c^2}$. Dies erklärt auch, warum Kerr-ähnliche rotierende Lösungen in der FRM natürlicher erscheinen. Der „halbe“ Schwarzschildradius r_S ist eine direkte Konsequenz der dynamischen Rotation der kompakten Dimensionen.

Während in der klassischen ART der Feldradius $r \rightarrow$ zur Singularität führt, verhindert das FRM-Modell mit seiner kompakten Wellenfeldstruktur, dass die Dimensionen y_4, y_5, y_6 kollabieren. Skalarfelder ϕ_n und die Oszillation der kompakten Volumendeterminante erzeugen ein Stabilisierungspotenzial $V(\phi_n)$, das bei sehr kleinen Radien ein starkes Rückstellpotenzial aufbaut. Der geometrische Parameter mit kompaktem Volumenradius R wird nie null, sondern oszilliert periodisch. Eine Information bleibt in den kompakten Wellenfelddimensionen erhalten und geht nie „verloren“. Folglich gibt es in der FRM keine Singularität im Zentrum eines schwarzen Lochs, stattdessen ist es ein hochkomplexes, oszillierendes Wellenfeld-Gebilde.

Der lokale Faktor $(1 + \cos(kt + \beta))$ erzeugt eine oszillierende Störung um das schwarze Loch. Folglich „pulsiert“ der Ereignishorizont, indem sich dieser periodisch



dehnt und sich zusammenzieht. Dies führt zu einer periodischen Änderung der effektiven Schattengröße und der Hawking-Temperatur.

Die Hawking-Strahlung entsteht durch die Oszillation der Horizontmetrik und die Kopplung an die Skalarfelder ϕ_n . Sie ist daher nicht rein thermisch, sondern trägt eine oszillierende Komponente (moduliert durch $(1 + \cos(kt))$).

Der globale Faktor $(1 + \cos(k_{Uni} t))$ moduliert die gesamte Metrik zusätzlich periodisch. Mit dem Erreichen der maximalen Ausdehnung des Universums mit: $(1 + \cos(k_{Uni} t = 90^\circ))$ ändert sich die Ausformung relativ zur Dimensionsebene D_{56} so, dass kein Potenzial parallel zur vierten Dimension mehr generiert werden kann. Folglich lösen sich die Strukturen ohne gravitativen oder elektrischen Potenzial wieder auf. Schwarze Löcher lösen sich mit dem Erreichen der maximalen Raumausdehnung auf. Darin befindliche Informationen werden anschließend wieder freigesetzt.

Unter Berücksichtigung der weiteren Welleneigenschaften in der FRM aus Punkt 11. könnten zukünftige Detektoren (LISA, Einstein Telescope) zusätzliche Signale oder Dämpfungsmoden sichtbar machen.

13. Die Kreisfrequenz k

Die Kreisfrequenz k ist die invariante Taktfrequenz der sinusförmigen Feldrotationen, die die Dynamik von Krümmung, Teilchen und Expansion antreibt. Damit ist es eine charakteristische Frequenz, bei der eine Masse M ihre eigene Raumzeit „oszillieren“ lässt, wenn man sie als isoliertes System betrachtet.

Ausgangspunkt sind die FRM-Feldgleichungen:

$$R_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{MN}$$

Übergang zur perturbativen Näherung für schwache Felder um ein Objekt:

$$g_{MN} = [1 + \cos(k_{Uni} t)] \eta_{MN} + h_{MN} \quad h_{MN} \ll 1$$

Die lokale Störung um das Objekt lautet in linearer Näherung:

$$h_{\mu\nu} = \frac{G M}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_{\mu\nu} \quad h_{00} = \frac{G M}{c^2 r} \quad \text{mit: } 1 + \cos(kt) = 1$$

Gravitationspotenzial:

$$g_{00} \approx -c^2 \left(1 - \frac{G M}{c^2 r}\right)$$



$$V_{\text{grav}}(r) = - \frac{G M}{r}$$

Oszillationspotenzial aus den kompakten Wellenfelddimensionen entsteht mit:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m (kr)^2$$

$$V_{\text{rot}}(r) = \frac{1}{2} (kr)^2$$

Effektives Potenzial $V(r)_{\text{eff}}$:

$$V(r)_{\text{eff}} = V_{\text{grav}}(r) + V_{\text{rot}}(r)$$

$$V(r)_{\text{eff}} = - \frac{G M}{r} + \frac{1}{2} (kr)^2$$

Bedingung für das Minimum:

$$\frac{dV(r)}{dr} = 0 = - \frac{G M}{r^2} + k^2 r$$

$$k = \sqrt{\frac{G M}{r^3}} = \frac{c^3}{G M} \quad (2.135)$$

Raumzeitkonstante

$k_{\text{Uni}} \sim \frac{1}{r_{\text{Uni}}}$ Ein geschlossenes sphärisches Universum benötigt exakt ausgerichtete Universalkonstanten, damit eine Kreisfrequenz k_{Uni} exakt umgekehrt proportional zum maximalen Volumenradius R_{Uni} des Universums ausgelegt ist.

$$r_{\text{Uni}} k_{\text{Uni}} = \frac{G M_{\text{Uni}}}{c^2} \sqrt{\frac{G M_{\text{Uni}}}{r_{\text{Uni}}^3}} = \sqrt{\frac{(G M_{\text{Uni}})^3 (c^2)^3}{(G M_{\text{Uni}})^3 (c^2)^2}} = c$$

$$r_{\text{Uni}} k_{\text{Uni}} = r_{\text{Obj}} k_{\text{Obj}} = \text{konstant} = c = 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (2.136)$$

Die **Raumzeitkonstante** ist das Produkt aus dem Feldradius r und der Kreisfrequenz k eines Objektes.



14. Photonen-Unterraum-Theorie

Photonen sind Teil des 7-dimensionalen Photonenfeldes des Universums, welches sich im Teilchenfeld F_{1-3} und Wellenfeld F_{4-6} entfaltet. Mathematisch können in einer 6-dimensionalen Hohlkugelstruktur mehrere 4-dimensionale Unterräume existieren. Die Photonen-Unterraum-Theorie beschreibt Photonen innerhalb der Geometrie im unsichtbaren Wellenfeld F_{4-6} , wo sie als nullgeodätische Wellen oszillieren und durch Sinus-Rotationen den Welle-Teilchen-Dualismus lösen.

4-dimensionale Unterräume in 7D:

Die 4-dimensionalen Unterräume nehmen in der kompakten Komponente des Impuls-Energie-Tensors T für die mathematische Rotation im Wellenfeld und Teilchenfeld jeweils zwei Raumdimensionen ein. Für den Kopplungsanteil gilt für den sichtbaren Fall, welcher einen Berührungspunkt mit der Dimensionsebene D_{56} besitzt, dass drei Dimensionen auf das Teilchenfeld und nur eine Dimension auf das Wellenfeld entfallen. Verborgene Materie hingegen besitzt lediglich eine Dimension im sichtbaren Teilchenfeld, während drei Dimensionen auf das Wellenfeld entfallen.

Wellengleichungen für die Gravitation aus Punkt 11.:

Transversalwelle bleibt mit: $h_{\mu\nu} = 0$ Masse = 0

Transversale Vektorwelle: $\square_{(4)} A_\mu^a - \partial_\mu (\partial^\nu A_\nu^a) + 4\pi^2 m_a^2 \frac{c^2}{h^2} A_\mu^a = 0$ massiv

Longitudinale Vektorwelle: $\square_{(4)} A_\mu^a - \partial_\mu (\partial^\nu A_\nu^a) + 4\pi^2 m_a^2 \frac{c^2}{h^2} A_\mu^a = 0$ massiv

Longitudinale Skalarwelle: $\square_{(4)} \phi_n + m_n^2 \phi_n = 0$ Masse abhängig Mode n

Dispersion der Transversalwelle mit Kreisfrequenz: $k^2 = w^2 c^2 + 4\pi^2 m_a^2 \frac{c^4}{h^2}$;

Einheit: $\frac{1}{s}$; w – Wellenzahl, Einheit: $\frac{1}{m}$

Metrik im Photonen-Unterraum, Auftrennung zwischen Wellenfeld und Teilchenfeld:

$$ds^2 = [1 + \cos(k_{Uni} t)] [-c^2 dt^2 + g_{ij} dx^i dx^j + \gamma_{pq} dy^p dy^q + 2(A_\mu^a + \delta A_\mu^a) dy_a dx^\mu] \quad (2.137)$$

$$g_{ij} = \eta_{ij} + h_{ij} = \eta_{ij} + \frac{GM}{c^2 r} (1 + \cos(kt + \beta)) \quad \rightarrow \text{sichtbarer Metrikanteil für lokal}$$

$$\gamma_{pq} = \eta_{pq} \quad \rightarrow \text{kompakter Metrikanteil für lokal}$$



- Indizes: i, j für 2D sichtbare Dimensionen $i, j = 1, 2, 3$; p, q für 2D kompakter Wellenfeldanteil; $p, q = 4, 5, 6$; es werden jedoch je nach Kopplungsfall nur jeweils zwei Dimensionen aktiviert
- ds^2 – invariantes Linienelement; Einheit: m^2 ; misst hier Abstände in 4D-Raumzeit
- $-c^2 dt^2$ – Zeitterm; Einheit: m^2 ; bewirkt Kausalität; c – Maximalgeschwindigkeit
- g_{ij} – Metrik im sichtbaren Teilchenfeld; bewirkt 2D sichtbaren Anteil
- $dx^i dx^j$ – Verschiebung in den sichtbaren Bereich durch Kopplung zwischen Wellenfeld F_{4-6} und Teilchenfeld F_{1-3} ; Einheit: m^2 ; Transversalkomponente
- γ_{pq} – Metrik im Wellenfeld; bewirkt 2D Wellenanteil
- $dy^p dy^q$ – Verschiebung in den kompakten Bereich; Einheit: m^2 ; Longitudinalkomponente

Zusammenfassung der Dimensionsverteilung:

- Sichtbare Teilchen: max. 3D im Teilchenfeld; max. 2D im Wellenfeld $D_{14/24/34}$; Wirkung der Transversalwelle
- Unsichtbare Teilchen: max. 3D im Wellenfeld, max. 2D im Teilchenfeld $D_{16/26/36}$; Wirkung der Longitudinalwelle
- Photonen-kompakter Anteil: 2D im Wellenfeld, 2D im Teilchenfeld $D_{45/46/56}$; Wirkung der Longitudinalwelle
- Photonen-Kopplungsanteil:
Berührung in D_{56} : 1D im Wellenfeld, 3D Teilchenfeld (sichtbare Wechselwirkung)
Berührung nicht in D_{56} : 3D im Wellenfeld, 1D Teilchenfeld („dunkle Materie“ bzw. verborgene Materie)

Zuordnung der Wellenform auf die Feldausbreitungsgeschwindigkeiten V_5 und V_4 :

$$V_4 = V_{long} = c \cos(kt) \quad V_5 = V_{trans} = c \sin(kt) \quad c^2 = V_5^2 + V_4^2$$

- **V_4** – Feldausbreitungsgeschwindigkeit; Einheit: $\frac{m}{s}$
 - **Longitudinale Störungskomponente**; orthogonal/relativ zur Dimensionsebene D_{56}
 - Erzeugt das **Feld** (Richtungsanteil) und ist die Störung, die auf die sichtbare Felddeformation einwirkt.
 - Bei Berührung mit D_{56} ist V_4 **minimal**. Ein Photon koppelt maximal mit dem Teilchenfeld. Es entsteht zwischen Wellenfeld und Teilchenfeld ein periodischer **Materiepuls (Kapitel 3.2)** für die Amplitude seines Feldaustauschs. Ein diskretes Teilchen wird registriert.
- **V_5** – Feldausbreitungsgeschwindigkeit; Einheit: $\frac{m}{s}$
 - **Transversale, sichtbare Felddeformation**; parallel zur Dimensionsebene D_{56}
 - Misst die **sichtbare Ausprägung** des Photons im Teilchenfeld



- Bei Berührung mit D_{56} ist V_5 **maximal**. Wirkt im Teilchenfeld wie eine **Feldkörperoszillation**
- **Ein Photon** erscheint immer dann, wenn die transversale Felddeformation ihr Maximum erreicht.
- $\cos(kt)$ bzw. $\sin(kt)$ – Die Phasen bewirken den Wechsel zwischen sichtbarer und unsichtbarer Materie.

Die Zuordnung beider Feldausbreitungsgeschwindigkeiten in das Wellenfeld löst den Welle-Teilchen-Dualismus und erklärt verborgene Materie als „falsche“ Rekombination. Die Photonenmasse bricht die U(1)-Symmetrie. Photonen sind nicht mehr masselos und besitzen keine unendliche Reichweite mehr.

Geometrisch abhängige Masse mit seiner Amplitude und als periodische Störung:

$$m_{pho} = \frac{n h}{2\pi c R_{pho}}$$

$$m_{pho}(t) = \frac{n h}{2\pi c R_{pho}} \cos(kt + \beta) \quad (2.138)$$

Die Moden n fließen in die Frequenzberechnung eines Objektes ein und bewirken Masseklassen (in Form von Generationen), die in ihren Anregungsfrequenzen kleine Sprünge zwischen den Gruppen aufweisen. Darüber hinaus wächst die Komplexität ihrer Teilchenstruktur kontinuierlich an.

Photonenbewegung nullgeodätisch lokal und global:

Photonen mit $f > f_{min}$ folgen ds im Unterraum als komplementärer Dimensionalität:

Global $ds \approx 0$:

$$0 \approx -c^2 dt^2 + g_{ij} dx^i dx^j + \gamma_{pq} dy^p dy^q + 2(A_\mu^a + \delta A_\mu^a) dy_a dx^\mu$$

Lokal $ds = 0$:

$$0 = -c^2 dt^2 + g_{ij} dx^i dx^j + \gamma_{pq} dy^p dy^q + 2(A_\mu^a + \delta A_\mu^a) dy_a dx^\mu$$

Feldgleichung im Unterraum:

In der schwachen Feldnäherung werden die Einstein-Gleichungen nach der Spurbereinigung und harmonischer Gauge auf die Wellengleichungen reduziert:

$$a) R_{ij} - \frac{1}{2} g_{ij} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ij} \quad (2.139)$$

$$b) R_{pq} - \frac{1}{2} \gamma_{pq} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{pq} \quad (2.140)$$



- $T_{ij} \sim$ Transversaltensor (sichtbar)
- $T_{pq} \sim$ Longitudinaltensor (kompakt)
- R_{ij} bzw. R_{pq} – Ricci-Tensor; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; bewirkt Krümmung im jeweiligen Anteil
- R – Ricci-Skalar ist die vollständige Spur des Ricci-Tensors über die gesamte Metrik des Photon-Unterraums
- T_{ij} bzw. T_{pq} – Impuls-Energie-Tensor; Einheit: $\frac{kg}{m \cdot s^2} = \frac{J}{m^3}$; erzeugt Energie aus Wellen

Mit:

$$R_{MN} = \frac{1}{2} (\partial_P \partial_M h_N^P + \partial_P \partial_N h_M^P - \partial_P \partial^P h_{MN} - \partial_M \partial_N h_P^P) + R_{MN}^{(global)}$$

$$R_{MN}^{(global)} = \frac{1}{2} \eta^{\lambda P} (\partial_M [\cos(k_{Uni} t)] \eta_{NP} + \partial_N [\cos(k_{Uni} t)] \eta_{MP} - \partial_P [\cos(k_{Uni} t)] \eta_{MN})$$

$$R_{ij}^{(global)} \approx -\frac{1}{2} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \delta_{ij} \quad \text{und} \quad R_{pq}^{(global)} \approx -\frac{1}{2} k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \delta_{pq}$$

$$R_{ij} \approx \frac{1}{2} (\partial_k \partial_i h_j^k + \partial_k \partial_j h_i^k - \partial_k \partial^k h_{ij} - \partial_i \partial_j h_k^k) + R_{ij}^{(global)} \quad \text{mit: } i, j, k = 1, 2, 3$$

$$-\partial_k \partial^k h_{ij} = \square_{(4)} \bar{h}_{ij} = 2 R_{ij}^{(global)} = -k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \delta_{ij}$$

$$R_{ij} \approx -k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \delta_{ij}$$

$$R_{pq} \approx \frac{1}{2} (\partial_r \partial_p \bar{h}_q^r + \partial_r \partial_q \bar{h}_p^r - \partial_r \partial^r \bar{h}_{pq} - \partial_q \partial_p \bar{h}_r^r) + R_{pq}^{(global)} \quad \text{mit: } r, q, p = 4, 5, 6$$

$$-\partial_r \partial^r \bar{h}_{pq} = \square_{(4)} \bar{h}_{pq} = 2 R_{pq}^{(global)} = -k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \delta_{pq}$$

$$R_{pq} \approx -k_{Uni}^2 \cos(k_{Uni} t) \delta_{pq}$$

$$R = g^{ij} R_{ij} + \gamma^{pq} R_{pq}$$

Die Feldgleichungen erklären sichtbare und verborgene Anteile von Materie als komplementäre Krümmung. Beide Anteile erzeugen zusammen die vollständige 7-dimensionale Krümmung. Es wird gezeigt, dass Photonen lokal wie bei der ART nullgedätische Gebilde sind, aber global einer universellen Abweichung folgen.



15. Gruppentheorie für die FRM

Die Gruppentheorie der FRM klassifiziert die Symmetrien der Rotationen in den kompakten Dimensionen des Wellenfeldes F_{4-6} , um u.a. die starke Kraft als SU(3)-Symmetrie aus den Rotationen in den Dimensionsebenen $D_{45/46/56}$ zu erklären. Ferner sollen aus den Moden der Teilchenspin aus der internen Rotation mehrerer Fionen im Bündel als Symmetrieklassen (z.B. SO(3)) und die Moden topologisch klassifiziert werden. Dabei wird auf triviale sowie komplexe Topologien mit Invarianten für die Stabilität eingegangen. Aus der FRM entstehen die Gruppen aus der Geometrie der Hohlkörperschwingungen mit ihrer Rotationsdarstellung.

Die starke Wechselwirkung (starke Kraft) aus den Rotationen parallel zu $D_{45/46/56}$:

Der 3-dimensionale Raum im Wellenfeld mit D_a besitzt die Indizes: $a = 4, 5, 6$. In diesem Raum wird die starke Kraft erzeugt. Die starke Kraft entsteht durch die Bindung von Quarks als Fionen-Bündel mit anderen Quarks. Austauschfionen sind Träger und Auslöser des Feldaustauschs zwischen Quarks. Der Feldaustausch durch Austauschfionen und die Oszillation der Quarks werden mittels Rotationen zwischen ihnen erklärt. Die Metrikkomponente γ_{ab} in D_a hat eine Symmetrie SO(3) mit einer Rotationsgruppe in $D_{45/46/56}$, aber durch die Fionenrotationen mehrerer Fionen im Bündel wird sie zu SU(3), welche eine spezielle unitäre Gruppe bildet.

Der Rotationstensor ω_{ab} beschreibt die Symmetrie der internen Rotationen der Fionen im Bündel. Für $N = 3$ erklärt dieser die starke Kraft als SU(3)-Symmetrie.

Metrik im kompakten Wellenfeld:

$$\gamma_{ab} = \delta_{ab}$$

Eine infinitesimale Rotation in den kompakten Dimensionen transformiert die Koordinaten wie folgt:

$$y^a + \delta y^a = y^a + \omega_b^a y^b$$

Der Rotationstensor ist antisymmetrisch:

$$\omega_{ab} = -\omega_{ba}$$

Die kompakte Metrik γ_{ab} transformiert sich als (0, 2)-Tensor:

$$\delta\gamma_{ab} = \partial_a(\delta y^c) \gamma_{cb} + \partial_b(\delta y^c) \gamma_{ac} \quad \text{mit: } \partial_a(\delta y^c) = \omega_a^c \text{ folgt:}$$

$$\delta\gamma_{ab} = \omega_a^c \gamma_{cb} + \omega_b^c \gamma_{ac}$$

- ω_b^a – Rotationstensor, antisymmetrisch; Generator der Rotation; erzeugt die Invarianz; dimensionslos, wegen: $\partial_a(\delta y^c)$
- $y_a = R \cos(kt + \beta)$



Eine infinitesimale Rotation in den kompakten Dimensionen erzeugt eine Änderung der Metrik. Mit den tiefgestellten Indizes unter Verwendung von $\gamma_{ab} = \delta_{ab}$ folgt:

$$\delta\gamma_{ab} = \omega_{ac} \gamma_b^c + \omega_{bc} \gamma_c^a \quad \rightarrow \text{allgemeine Transformationsformel} \quad (2.141)$$

Einsetzen der flachen Metrik $\gamma_{ab} = \delta_{ab}$:

$$\delta\gamma_{ab} = \omega_{ab} + \omega_{ba}, \quad \text{weil } \delta\gamma_{ab} \text{ antisymmetrisch ist:}$$

$$\delta\gamma_{ab} = \omega_{ab} + (-\omega_{ba}) = 0 \quad \rightarrow \text{die Metrik } \gamma_{ab} \text{ bleibt unter Rotation invariant.}$$

Allgemeine Form des Rotationstensors abhängig von der Symmetrieklasse N :

$$\omega_{ab}^{(N)} = \sum_{m=1}^N \Phi_m (G_m)_{ab} \cos(kt + \beta) \quad (2.142)$$

- $\omega_{ab}^{(N)}$ – Rotationstensor; beschreibt die Symmetrie der internen Rotationen der Fionen im Bündel
- G_m – Generatoren der Lie-Algebra der Gruppe $SO(N)$ bzw. $SU(N)$ in den kompakten Indizes: $a, b, c = 4, 5, 6$; dimensionslos
- Φ_m – Drehwinkel infinitesimal; baut die allgemeine $SU(3)$ -Transformation auf; dimensionslos
- $\cos(kt + \beta)$ – Störungskomponente aus den Wellenfelddimensionen
- (kt) – Phasenwinkel, finit, für reelle Oszillation der kompakten Dimensionen
- Feldaustausch zwischen Wellenfeld und Teilchenfeld bei $kt = 0$ unter:
 Starke Wechselwirkung: $kt = 0; \beta = 0$
 Schwache Wechselwirkung: $kt = 0; 90^\circ > \beta > 0$
 Keine Wechselwirkung: $kt = 0; \beta = 90^\circ$

Die Gruppe $SU(N)$ ist die Gruppe aller unitären $N \times N$ -Matrizen mit Determinante 1. Die zugehörige Lie-Algebra $su(N)$ hat die Dimensionen.

a) Generatoren - klassisch:

$$\dim(su(N)) = N^2 - 1 = 3^2 - 1 = 8 \rightarrow 8 \text{ Generatoren}$$

Der Rotationstensor läuft mit der Summe über die acht unabhängigen Generatoren λ_m .

$$\omega_{ab}^{(3)} = \sum_{m=1}^8 \Phi_m (\lambda_m)_{ab} \cos(kt + \beta) \quad (2.143)$$

- $\omega_{ab}^{(3)}$ – erklärt für $N = 3$ die $SU(3)$ -Symmetrie mit der starken Kraft
- λ_m – Gell-Mann-Matrizen genau 8 hermitesch, spurfrei; 3×3 -Matrizen; spannt die Lie-Algebra $su(3)$ auf



b) Generatoren – FRM:

Die Geometrie der FRM bietet einen 6-dimensionalen Feldraum. Darin sind, gemäß der Theorie der Photonen-Unterraum-Theorie (Punkt 14.), mehrere 4-dimensionale Rotationsbahnen enthalten. Zwischen Teilchenfeld F_{1-3} und Wellenfeld F_{4-6} ergibt sich eine Kombinationsvielfalt von 15 solcher Rotationsbahnen. In der **Tabelle 3.1** in **Kapitel 3.2** sind die möglichen aufgespannten Dimensionen dargestellt.

Dies führt zu $su(4)$ mit 15 Generatoren:

$$4^2 - 1 = 15$$

Der Rotationstensor läuft mit der Summe über die 15 unabhängigen Generatoren G_m .

$$\omega_{ab}^{(4)} = \sum_{m=1}^{15} \Phi_m (G_m)_{ab} \cos(kt + \beta) \quad (2.144)$$

Mit: $G_m = (J_{pq})_{ij} = \delta_{ip} \delta_{jq} - \delta_{iq} \delta_{jp}$

- +1 an Position (p, q)
- -1 an Position (q, p)
- alle anderen Einträge sind null
- G_m – Generatoren

Die Generatoren sind 4×4 hermitesche, spurefreie Matrizen. Diese Form stellt die komplexe Lie-Algebra ($su(4)$) dar. Jede Matrix ist antisymmetrisch und hat nur zwei nicht verschwindende Einträge. G_1 bis G_8 (Paare innerhalb D_{1-3} bzw. D_{4-6}) entsprechen den eingebetteten $SU(3)$ -Generatoren. G_9 bis G_{15} sind gemischte Generatoren und enthalten die Verbindungen zwischen den sichtbaren D_{1-3} und kompakten D_{4-6} , sowie ausschließlich den kompakten Dimensionen D_{4-6} .

Starke Kraft:

$$G_m = \begin{pmatrix} \lambda_m & 0_{3 \times 1} \\ 0_{1 \times 3} & 0 \end{pmatrix}, m = 1, \dots, 8 \quad (2.145)$$

$G_1 = J_{1,2}$ (Rotation in Ebene 1-2)

$$G_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$G_2 = J_{1,3}$ (Rotation in Ebene 1-3)

$$G_2 = \begin{pmatrix} 0 & -i & 0 & 0 \\ i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$G_3 = J_{1,4}$ (Rotation in Ebene 1-4)

$$G_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$G_4 = J_{1,5}$ (Rotation in Ebene 1-5)

$$G_4 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

 $G_5 = J_{1,6}$ (Rotation in Ebene 1-6)

$$G_5 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

 $G_6 = J_{2,3}$ (Rotation in Ebene 2-3)

$$G_6 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

 $G_7 = J_{2,4}$ (Rotation in Ebene 2-4)

$$G_7 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -i & 0 \\ 0 & i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

 $G_8 = J_{2,5}$ (Rotation in Ebene 2-5)

$$G_8 = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Schwache Kraft und unsichtbare (dunkle) Materie:

$$T_{real}^k = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0_{3 \times 3} & \mathbf{e}_k \\ \mathbf{e}_k^T & 0 \end{pmatrix} \quad k = 1, 2, 3$$

$$T_{imag}^k = \frac{i}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0_{3 \times 3} & -\mathbf{e}_k \\ \mathbf{e}_k^T & 0 \end{pmatrix} \quad (2.146)$$

 $G_9 = J_{2,6}$ (Rotation in Ebene 2-6)

$$G_9 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

 $G_{10} = J_{3,4}$ (Rotation in Ebene 3-4)

$$G_{10} = \frac{i}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

 $G_{11} = J_{3,5}$ (Rotation in Ebene 3-5)

$$G_{11} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

 $G_{12} = J_{3,6}$ (Rotation in Ebene 3-6)

$$G_{12} = \frac{i}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

 $G_{13} = J_{4,5}$ (Rotation in Ebene 4-5)

$$G_{13} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

 $G_{14} = J_{4,6}$ (Rotation in Ebene 4-6)

$$G_{14} = \frac{i}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Elektromagnetische Kraft: $G_{15} = J_{5,6}$ (Rotation in Ebene 5-6)

$$G_{15} = \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 \end{pmatrix} \rightarrow 15. \text{ Generator ist die verbleibende } U(1)\text{-Freiheit. Es}$$

erklärt die $U(1)$ als emergente abelsche Symmetrie aus der 7D-Geometrie und dem Eichpotenzial. Es nimmt in der FRM die Rolle der elektromagnetischen Kraft ein.



SU(4) beschreibt die volle Symmetrie aller Rotationsbahnen und enthält SU(3) als natürliche Untergruppe. Die Brechung von

$$SU(4) \rightarrow SU(3) \times U(1)$$

enthält genau 9 ungebrochene Generatoren (8 aus SU(3) + 1 aus U(1)). Die verbleibenden 6 gemischten Generatoren G_9 bis G_{14} werden durch den Brechungsmechanismus massiv oder stark abgeschwächt. Diese Generatoren vermitteln die Kopplung zwischen dem sichtbaren SU(3)-Block und dem verborgenen Anteil des Blocks. Der Brechungsmechanismus ist geometrisch-dynamisch und wird durch den oszillierenden Metrikfaktor $\cos(kt + \beta)$ modelliert.

Dies ergibt nun den Phasenwinkel β und erklärt die Trennung von starker (sichtbarer), schwacher/unsichtbarer (unsichtbarer, dunkler Materie) und die elektrische Kraft auf natürliche Weise.

- $\beta = 0$ und $\cos(kt + \beta) = 1$: perfekte Ausformung des Feldaustauschs auf der Dimensionsebene D_{56} ; bewirkt volle SU(4)-Symmetrie $\rightarrow$ starke Kraft maximal
- $\beta \neq 0$ oder $\cos(kt + \beta) < 1$: gemischte Generatoren G_9 bis G_{14} werden moduliert; bewirkt eine Symmetriebrechung $\rightarrow$ schwache Kraft und Übergang zur verborgenen/dunklen Materie
- Die Brechung ist natürlich und vermeidet einen zusätzlichen Higgs-Mechanismus.

Maximale Anzahl N_{aF} für den 6-dimensionalen Feldraum und Projektion:

Der Feldraum ist 6-dimensional und erlaubt 5×4 -dimensionale Unterräume, die an einem Punkt eine Überschneidungszone mit ihren Rotationsbahnen haben dürfen. Entsprechend können in einem Bündel lediglich 5 aktive Fione vorkommen.

Alle fünf aktiven Fione generieren ein Potenzial im Wellenfeld, wobei lediglich drei Fione davon eine Teilladung bzgl. der Dimensionsebenen $D_{14/24/34}$ vermitteln. Im sichtbaren Teilchenfeld F_{1-3} wird nur die Projektion der Rotationen auf den Dimensionsebenen $D_{14/24/34}$ registriert. Die Rotationen im Wellenfeld F_{4-6} auf den Ebenen $D_{45/46/56}$ sind unsichtbar.

Resultierender Drehimpuls L und projizierter Spin:

Der resultierende **Gesamtdrehimpuls** ergibt sich aus allen Fionen, die in einem Bündel beteiligt sind. Dazu gehören alle aktiven Fionen (maximal 5 wegen der 6-dimensionalen Raumgeometrie) N_{aF} und mögliche zeitlich begrenzte empfangene externe Fionen N_{eF} .

$$L_{N \text{ Fionen}}^2 = \sum_0^N \left(\frac{h}{4\pi} \right)_N^2 \quad \text{mit: } N = N_{aF} + N_{eF} \quad (2.147)$$

- L – Drehimpuls; Einheit: $\frac{\text{kg m}^2}{\text{s}}$



- N_{aF} – Anzahl aktiver Fione im Bündel
- N_{eF} – Anzahl temporär empfangener externer Fione

Der **Spin** ist keine intrinsische Eigenschaft des „Teilchens“ an sich, sondern das geometrische Ergebnis der Rotationen der konstituierenden Fionen im 6-dimensionalen Feldraum. Die beobachteten Spin- $\frac{1}{2}$ -Fermionen und Spin-1-Bosonen ergeben sich zwangsläufig aus der Anzahl und Bindungsart der Fionen im Bündel.

In der FRM wird die Quantisierung des Spins rein geometrisch erklärt und folgt direkt aus den 15 Rotationsgeneratoren der kompakten Dimensionen. Der Gesamtspin entsteht aus der Rotation mehrerer Fionen im Bündel. Diese können sich aus der Zahl der internen Bündelfionen N_{aF} und weiteren Verbindungen externer Fionen (zeitlich begrenzt) N_{eF} zusammensetzen, wobei nur die $SO(N)$ -Symmetrie registriert wird, welche sich zu $SO(3)$ für den Spin im Wellenfeld F_{4-6} reduziert. Die Formel für den Spin aus Rotationen ergibt:

$$S = \frac{1}{2} \frac{h}{2\pi} (N_{aF} + N_{eF})$$

$$S = \frac{h}{4\pi} (N_{aF} + N_{eF}) \quad (2.148)$$

- S – Spin; normiert auf $\frac{h}{2\pi}$; dimensionslos; bewirkt Eigendrehimpuls; halbzahlig mit $S = \frac{1}{2}$ für Fermionen, ganzzahlig mit $S = 1$ für Bosonen
- $\frac{1}{2}$ – Faktor; berücksichtigt Halbzahligkeit der Rotationsgeschwindigkeit $V_{Rot} = c$ mit der Maximalgeschwindigkeit zu $\frac{c}{2}$ für das einzelne aktive Fion als bündelinternes Fion; vermeidet eine Varianz $> c$ bei Abweichung; schnellste Wiederholung der Periode erzeugt nächstes Vielfaches mit $\frac{c}{2}$
- $\frac{h}{2\pi}$ – reduziertes Plancksches Wirkungsquantum; Einheit: Js; bewirkt Quantenskala
- N_{aF} – Fionenanzahl im Bündel; $N_{aF} \in \mathbb{N}$; dimensionslos; bewirkt Symmetrieklasse; $N_{aF} = 1$ führt zu Spin $\frac{1}{2}$, $N_{aF} = 2$ führt zu Spin 1, $N_{aF} = 3$ führt zu Spin $\frac{1}{2}$, etc.

Beispiele für die elektrische und starke Wechselwirkung:

Das Elektron ist das Basisteilen für die **elektrische Wechselwirkung**. Die elektrische Wechselwirkung findet dann statt, wenn ein Elektron ein externes Fion $f > f_{min}$ empfängt und dieses nutzt, um es mit einem anderen Elektron, das auch ein externes Fion inne hat, auszutauschen. Der Gesamtdrehimpuls ergibt sich aus den vier Einzeldrehimpulsen, die jeweils eine Rotationsgeschwindigkeit von $\frac{c}{2}$ besitzen. Der Spin des Elektrons ist in diesem Fall für die Auslösung der Wechselwirkung



kurzzeitig bosonisch $S = 1$. Das externe Fion wird im Teilchenfeld nur als elektrische Kraft registriert. Nach Freisetzung des externen Fions bleibt im Teilchenfeld nur die Projektion der 3 aktiven Fionen mit effektivem Spin $S = \frac{1}{2}$ übrig.

Für den Fall der **starken Wechselwirkung** besitzt das Elektron ebenfalls kurzzeitig ein extern empfangenes Fion. Das Elektron erhält wieder vier Drehimpulskomponenten aus N_{aF} und N_{eF} . Damit wird der Gesamtspin wieder temporär ganzzahlig. Dieser Zustand löst eine Wechselwirkung aus. In diesem Fall reduziert sich das Elektron mit $3 \frac{1}{3} e^-$ auf $2 \frac{1}{3} e^-$ auf ein $2/3$ -Quark, indem ein aktives Fion aus dem internen Bündel in ein Austauschfion und passives Fion aufgespalten wird. Die Mechanik wird im **Kapitel 3.2** erklärt. Das Quark existiert nur, weil es zusammen mit einem Austauschfion ein Boson bildet. Das Quark darin ist in diesem Fall ein $2 \frac{1}{3} e^-$ -Elektron im Wellenfeld. Austauschfionen vermitteln die starke Wechselwirkung. Der Gesamtspin wird im Teilchenfeld zu einem Spin $S = \frac{1}{2}$, weil in der Projizierung des Bündels nur noch 2 aktive Fione und das externe Fion mit jeweils Spin $\frac{1}{2}$ übrig bleiben.

Im Falle eines $1/3$ -Quarks interagiert dieses mit einem weiteren Teilchen, das möglicherweise zur Menge der unsichtbaren (dunklen) Materie gehört.

Die Projizierung eines Fermions durch die Dimensionsebenen $D_{14/24/34}$ ist stets mit dem Spin $S = \pm \frac{1}{2}$ verbunden. Im Falle von Mesonen, die aus zwei Fermionen bestehen, ist der Spin $2 S = \pm \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2}$. Und im Falle von Baryonen, die aus drei Fermionen bestehen, ist der Spin z.B. $3 S = \pm \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2}$.

Ladung und Potenzial aus Rekombination im Bündel:

Mit dem Potenzial aus einem Bündel von gebundenen Fionen

$$A_{eff, 0}^a = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta) \delta_4^a \delta_\mu^0 \frac{c}{V_5} \quad \text{mit: } D_{56} - \text{Ebene, } a = 6 \quad (2.69)$$

ergibt sich die Ladung Q aus der Position relativ zur Dimensionsebene D_{56} (oberhalb positiv, unterhalb negativ). Die unsichtbaren kompakten Rotationsbahnen rotieren zwar asymmetrisch parallel zur vierten Dimension gegen das elektrische Potenzial des Universums, besitzen jedoch nur ein periodisch zunehmendes und abnehmendes Potenzial, welches für das Teilchenfeld unbemerkt bleibt. Das gilt für die Rotationsbahnen entlang der Dimensionsebenen $D_{45/46/56}$. Anders wirkt die sichtbare Komponente. Nur die sichtbaren Anteile können im Teilchenfeld F_{1-3} eine Ladung vermitteln. Das liegt daran, dass sie ihr Feld unmittelbar in den Dimensionsebenen $D_{14/24/34}$ austauschen, sobald der Berührungspunkt in der Dimensionsebene D_{56} erreicht wurde. Es können somit nur drei Teilladungen



unabhängig von der Teilchenkomplexität geben, die den Dimensionsebenen $D_{14/24/34}$ existieren. Weitere aktive Fionen, die die Dimensionsebene D_{56} kreuzen, vermitteln aufgrund ihrer geometrischen Lage keine Teilladung. Sie leisten ihren Beitrag jedoch bei der Gesamtmasse, indem ihr Anteil nicht nur gedrittelt, sondern darüber hinaus geviertelt oder gefünftelt wird.

Fundamentales Potenzial im Wellenfeld in der 4-dimensionalen Perspektive:

$$\phi = \frac{\pm Q}{4\pi \epsilon_0 R} \cos(kt + \beta)$$

- ϕ – Potenzial; Einheit: V; bewirkt das Gefälle aus Reduktion
- Q – Ladung; Einheit: C; bewirkt die Stärke; $\pm e$ aus Position oberhalb oder unterhalb der Dimensionsebene D_{56}
- $4\pi \epsilon_0$ – Konstante; Einheit: $\frac{F}{m}$; bewirkt Coulomb-Skalierung
- R – Radius; Einheit: m; bewirkt Abstand
- $\cos(kt + \beta)$ – Oszillation; bewirkt die Dynamik

Das oszillierende Potenzial mittelt sich also zu null. Die Amplitude (Maximalwert) bleibt jedoch erhalten, der für aktive Fionen mit den Rotationsbahnen $D_{14/24/34}$ eine effektive Ladung ins Teilchenfeld F_{1-3} vermittelt.

$\cos(kt)_{\text{Amplitude}} \rightarrow 1$ (wird in 4D effektiv als eine Q – Ladung wirksam)

Statisches Ergebnis:

$$\phi = \frac{\pm Q}{4\pi \epsilon_0 R} \quad (2.149)$$

Gesamtladung aufgeteilt in Teilladungen entsprechend der aktiven Fionen:

$$Q = \frac{e}{3} \sum_{i=1}^3 \delta_{i,\text{Kopplung}} = N_{aF} \frac{e}{3} \quad N_{aF} \in \mathbb{N} \quad (2.150)$$

- Q – elektrische Ladung mit $[Q] = As = C$; bewirkt fraktionale Ladung
- e – elektrische Ladung des Elementarteilchens Elektron
- $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- N_{aF} – Anzahl aktiver Fionen in den Dimensionsebenen $D_{14/24/34}$, maximal 3
Hinweis: Unter Einbeziehung der kompakten Dimensionsebenen $D_{45/46/56}$ im Wellenfeld gilt eine Begrenzung von 5 möglichen Rotationsbahnen.

Quarkladung:

Quarktypen entstehen aus einer ursprünglichen Elektronenstruktur mit unterschiedlichen Anzahlen von aktiven Fionen. Quarks existieren als Einzelteilchen niemals alleine. Diese sind in der FRM ein Teil eines Bosons, welches sich aus einem Quark und seinem Austauschteilchen zusammensetzt. Das Austauschfion



entsteht dabei durch die Reduzierung eines aktiven Fions im Elektron, welches eine Teilladung im Teilchenfeld trägt. Das Vorzeichen ergibt sich aus der Ausformung zur Dimensionsebene D_{56} , ob die Rotation oberhalb oder unterhalb stattfindet.

$$Q = \pm(3 - N_{F/A}) \frac{e}{3} \quad (2.151)$$

- $\frac{e}{3}$ – gedrittelte Basisladung; Einheit: C; Drittel aus der 3D-Wellenfeld (SU(3))-Symmetrie, implizit
- $N_{F/A}$ – Anzahl aktiver Fione durch Umwandlung in Austauschfion/passives Fion bzw. die kein Potenzial im Wellenfeld relativ zur Dimensionsebene D_{56} generieren

Die Formel (2.151) erklärt fraktionale Ladung geometrisch relativ zu D_{56} .

Mögliche Elementarladungen:

$$\text{Elektron: } Q = - (3 - 0) \frac{e}{3} = - e$$

$$\text{Positron: } Q = + (3 - 0) \frac{e}{3} = + e$$

$$\text{Neutrino: } Q = \pm (3 - 3) \frac{e}{3} = 0$$

$$\text{u/d-Quarks: } Q = \pm (3 - 1) \frac{e}{3} = \pm \frac{2}{3}e$$

$$\text{u/d-Quarks: } Q = \pm (3 - 2) \frac{e}{3} = \pm \frac{1}{3}e$$

$$\text{C-Quarks: } Q = \pm (3 - 1) \frac{e}{3} = \pm \frac{2}{3}e$$

$$\text{C-Quarks: } Q = \pm (3 - 2) \frac{e}{3} = \pm \frac{1}{3}e \text{ (hypothetisch möglich)}$$

$$\text{S-Quark: } Q = \pm (3 - 2) \frac{e}{3} = \pm \frac{1}{3}e$$

$$\text{S-Quark: } Q = \pm (3 - 1) \frac{e}{3} = \pm \frac{2}{3}e \text{ (hypothetisch möglich)}$$

$$\text{B-Quark: } Q = \pm (3 - 2) \frac{e}{3} = \pm \frac{1}{3}e$$

$$\text{B-Quark: } Q = \pm (3 - 1) \frac{e}{3} = \pm \frac{2}{3}e \text{ (hypothetisch möglich)}$$



$$\text{T-Quark: } Q = \pm (3 - 2) \frac{e}{3} = \pm \frac{1}{3}e \quad (\text{hypothetisch möglich})$$

$$\text{T-Quark: } Q = \pm (3 - 1) \frac{e}{3} = \pm \frac{2}{3}e \quad (\text{hypothetisch möglich})$$

Triviale und komplexe Topologie zur Klassifizierung der Moden:

Die Topologie bestimmt, ob Moden (wie Teilchenzustände) stabil bleiben oder zerfallen. In der FRM sind die kompakten Wellenfelddimensionen D_4, D_5, D_6 topologisch strukturiert. Moden (Fourier-Expansion $e^{\frac{iny^a}{R}}$) sind stabile Schwingungen, deren Stabilität von der Topologie der kompakten Mannigfaltigkeit abhängt:

- Triviale Topologie: einfache, stabile Moden (n ganzzahlig, keine Löcher); z.B. $S^1 = \text{Kreis}$
- Komplexe Topologie: höhere Stabilität durch Löcher/Genus, aber mögliche Instabilität bei hoher Komplexität; z.B. $T^3 = 3\text{-Torus (Calabi-Yau)}$

Erste Invariante n - Windungszahl:

Die einfachste topologische Klassifikation ist die Windungszahl n aus der Fourier-Expansion der Moden.

$$\phi(x, y) = \sum_n \phi_n(x) e^{\frac{iny^a}{R}} \quad \text{mit: } -\infty < n < \infty$$

Äquivalent reell:

$$\phi(x, y) = \sum_{n=1}^3 \phi_n(x) \cos\left(\frac{ny^a}{R}\right) \quad \text{mit: } n = 1, 2, 3$$

n ist eine topologisch Invariante für die Anzahl der Windungen um die kompakten Dimensionen. $n = 0$ für den konstanten Modus (hypothetisch masselos). $n \neq 0$ für massive Moden ($m \sim \frac{n}{R}$). Dieser wird in **Kapitel 3.5** als „Dimensionsfamilie“ ausgedrückt.

Zweite Invariante χ – Euler-Charakteristik:

χ klassifiziert die Stabilität. Die allgemeine topologische Klassifikation verwendet die Euler-Charakteristik χ .

$$X = 2 - 2g$$

- X – Euler-Charakteristik; dimensionslos; bewirkt topologische Invariante
 $X = V - E + F$
 V – Eckpunkte
 E – Kanten
 F – Flächen in Triangulation
 - $X = 2$ für Kugel S^2 (stabil, aber nicht kompakt in FRM)



- $X = 0$ für Torus T^2 (trivial, stabil für Photonen)
- $X < 0$ für höhere Genus (komplex, Instabilität möglich)
- g – Genus; $g \in \mathbb{N}$; dimensionslos; bewirkt Anzahl der Löcher in der kompakten Mannigfaltigkeit
 - $g = 0$ für S^2
 - $g = 1$ für T^2
- Allgemein:

$X = 0$; trivial, für stabile Moden (Photonen, stabile sichtbare Teilchen)

$X \leq 0$, $g \geq 1$; komplex, für instabile oder verborgene (dunkle) Moden oder höhere Stabilität durch Löcher/Genus

Klassifizierung:

- Die maximale Anzahl aktiver Fione in einem Bündel beträgt 5, wegen der 6-Dimensionalität des Feldraums.
- Triviale Topologie:
 - S^1 (Kreis); $g = 0$; $X = 2 - 2 \cdot 0$; aber in FRM oft $X = 0$ für effektiven Torus
 - n – ganzzahlig
 - Stabile sichtbare Moden: Photonen, leichte Fermionen mit $n = 0$ stabile Teilchen
- Komplexe Topologie:
 - T^3 (3-Torus); $g = 1$ pro Dimension; $X = 0$; Invarianten wie Chern-Klasse $c_1 = 0$
Stabile Moden: unsichtbare massive Moden (dunkle Materie)
 - Calabi-Yau (komplexe 3-fache Mannigfaltigkeit; $X = -200$ für typische Sextik; Invarianten c_2, c_3
Stabile Moden: höhere Generationen (C-, B-, T-Quarks); Stabilität durch $V(\phi_n)$ und Metrik-Oszillation $\cos(kt + \beta)$
 - Der Dimensionsreduzierungsfaktor (DimFaktor) – **Kapitel 3.5** – greift bei komplexen Bündeln mit fünf Fionen, z.B: B-Quarks, um deren resultierende Rotationsgeschwindigkeit auf $V_{Rot} \leq c$ zu halten.
- Weitere Klassifizierungen:
 - Homotopie-Gruppen für T^3 (Windungszahlen)
 - Chern-Klassen c_1, c_2, c_3 für komplexe Mannigfaltigkeiten
 - Stabilität durch $V(\phi)$; Potenzial minimiert R

Triviale stabile Moden stehen für sichtbare Teilchen, komplexe Moden stehen für verborgene, (dunkle) Materie und höhere Generationen.



16. Chern-Klassifizierung in der FRM

Die Chern-Klassifizierung ist eine topologische Invariante für komplexe Mannigfaltigkeiten in den kompakten Wellenfelddimensionen D_{4-6} . Sie dient als mathematischer „Beweis“ für die Korrektheit, da sie Anomaliefreiheit, Generationenzahl und Wechselwirkungen geometrisch begründet. Sie zeigt, dass die 3-dimensionale Wellenfeldgeometrie die beobachteten Symmetrien (z.B. drei Generatoren anomaliefrei) erzwingt, ohne Supersymmetrie anzuwenden. Die Herleitung geht aus der Kompaktifizierung und der Metrik hervor, mit den Chern-Klassen als Invarianten für die Stabilität und Anomalien ihre Anwendung finden. Genauer bedeuten die Chern-Klassen c_k ($k = 1, 2, 3$) kohomologische Invarianten für Vektorbündel über den komplexen Mannigfaltigkeiten, die in der FRM die Stabilität der Moden ($n = 1, 2, 3$) und Anomaliefreiheit beweisen.

Formel für Chern-Klassen allgemein:

$$c_k(E) = \det\left(1 + \frac{i}{2\pi} F\right) = \frac{1}{k!} \left(\frac{i}{2\pi}\right)^k \text{Tr}(F)^k \quad (2.152)$$

- $c_k(E)$ – k -te Chern-Klasse des Vektorbündels E ; dimensionslos; bewirkt Invariante für die Bündeltopologie; k entspricht dem Rang für das Wellenfeld mit $k = 1, 2, 3$; E – Tangentialbündel der Mannigfaltigkeit
- $\frac{1}{k!}$ – Faktor aus der Determinantenentwicklung
- $(2\pi)^k$ – Normierung; dimensionslos; bewirkt kohomologische Klasse in $H^{2k}(M, \mathbb{Z})$; $\mathbb{Z}$ – Elemente der ganzen Zahlen
- i – Symbol für imaginäre Form; sorgt für eine hermitesche und reelle Spur, welche für die physikalische Interpretation entscheidend ist
- Tr – Spur; dimensionslos; bewirkt Kontraktion über Indizes
- F – Krümmungsform (2-Form); Einheit: $\frac{1}{m^2}$; bewirkt Feldstärke aus A_μ^a
- $\left(\frac{F}{2\pi}\right)^k$ – Potenz; Einheit: $\left(\frac{1}{m^2}\right)^k$; bewirkt höhere Krümmungsmomente

Chern-Klasse c_1 :

Die erste Chern-Klasse ist definiert als:

$$c_1(E) = \frac{i}{2\pi} \text{Tr} F$$

wobei die Chern-Klassen aus der Krümmung entstehen:

$$F = dA + A \wedge A \quad (\text{aus } A_\mu^a)$$

Die Feldstärke F entspricht genau der Chern-Krümmung des Eichbündels:

$$F^a = dA^a + f^{abc} A^b \wedge A^c$$



- f^{abc} – total antisymmetrische Strukturkonstanten der Lie-Algebra; definiert die Eichgruppen

oder in Komponentenform:

$$F_{\mu\nu}^a = \partial_\mu A_\nu^a - \partial_\nu A_\mu^a + g f^{abc} A_\mu^b A_\nu^c$$

mit F : F – ist die 2-Form

$$F = \frac{1}{2} F_{\mu\nu}^a dx^\mu \wedge dx^\nu T^a$$

- c_1 – erste Chern-Klasse, dimensionslos; bewirkt Ladungstopologie; 0 steht für anomaliefreie Modelle
- $\frac{i}{2\pi}$ – Normierung; dimensionslos; gibt ganzzahlige Werte aus
- $\text{Tr } F$ – Spur der Krümmung; Einheit: $\frac{1}{m^2}$; bewirkt das Integral über Mannigfaltigkeiten
- Tr – Spur der Krümmung über den Gruppenindex a ; für $SU(N)$ oder $U(1)$
- F – ist die 2-Form
- i – Imaginärform; sorgt für reelle und ganzzahlige Werte für c_1

In FRM gilt:

$$\text{Tr } F = 0$$

weil:

- die Generationen T^a der $SU(4)$ spurlos sind $\rightarrow \text{Tr } T^a = 0$.
- die abelsche Spur (($U(1)$ -Teil) in der nicht-abelschen Gruppe nicht vorhanden ist oder durch die Geometrie unterdrückt wird.
- die Ladung nicht global (keine Monopole) entsteht, sondern rein aus der Wellenfeld-Dynamik und der Geometrie der Dimensionsebene D_{56} .

Daher:

$$c_1(E) = \frac{i}{2\pi} \text{Tr } F = 0 \quad (2.153)$$

Chern-Klasse c_2 :

Allgemein:

$$c_2(E) = \frac{1}{2!} \left(\frac{i}{2\pi}\right)^2 \text{Tr } (F)^2 = \frac{1}{4\pi^2} \frac{1}{2} \text{Tr } (T^a T^b) = \frac{1}{8\pi^2} \text{Tr } (F \wedge F)$$

In FRM gilt eine komplexe 3D-Mannigfaltigkeit für die Drehung in den Dimensionsebenen $D_{45/46}$:



$$F = dA + A \wedge A = \frac{1}{2} F_{\mu\nu}^a dx^\mu \wedge dx^\nu T^a$$

$$F^a = dA^a + f^{abc} A^b \wedge A^c$$

Für nicht-abelsche Gruppen gilt die wichtige Eigenschaft:

$$\text{Tr}(F \wedge F) = \text{Tr}((dA + A \wedge A)^2)$$

Quadrierung von F :

$$F \wedge F = (dA + A \wedge A) \wedge (dA + A \wedge A)$$

Verteilung des Keilprodukts ($\wedge$ ist assoziativ und antisymmetrisch):

$$F \wedge F = dA \wedge dA + dA \wedge (A \wedge A) + (A \wedge A) \wedge dA + (A \wedge A) \wedge (A \wedge A)$$

Zusammenfassen:

$$\text{Tr}(dA \wedge (A \wedge A)) = \text{Tr}((A \wedge A) \wedge dA) \text{ beide gleich große Terme}$$

$$2\text{Tr}(dA \wedge (A \wedge A))$$

Ergibt:

$$\text{Tr}(F \wedge F) = \text{Tr}(dA \wedge dA) + 2\text{Tr}(dA \wedge A \wedge A) + \text{Tr}(A \wedge A \wedge A \wedge A)$$

Laufintegral $\int_M$ über $\text{Tr}(F \wedge F)$ bewirkt:

$$\int_M \text{Tr}(dA \wedge dA) = 0 \text{ (exakt)}$$

$$\int_M 2\text{Tr}(dA \wedge A \wedge A) = 0 \text{ (exakt)}$$

$\int_M \text{Tr}(A \wedge A \wedge A \wedge A) = \text{Tr}(F \wedge F)$ (nicht exakt und nicht geschlossen im Allgemeinen, dieser misst genau die topologische Verdrehung des Bündels)

- $\text{Tr}(A \wedge A \wedge A \wedge A)$ entsteht aus der nicht-abelschen Selbstkopplung der Eichfelder A_μ^a
- Selbstkopplung kommt in der FRM geometrisch aus der Krümmung der Wellenfelddimensionen, insbesondere der Abweichung zur Dimensionsebene D_{56}

Ergebnis:

$$c_2(E) = \frac{1}{8\pi^2} \int_M \text{Tr}(F \wedge F) \quad (2.154)$$

- $\int_M$ – Integral; steht für die zugrunde liegende 4D-Mannigfaltigkeit für den kompakten Raum im Wellenfeld; misst die topologische Verdrehung des Eichbündels über die Wellenfelddimensionen



- $F \wedge F$ – Keilprodukt der Feldstärke in 4-Form; Spur misst die topologische Verdrehung des Eichbündels, was zu einem ganzzahligen Faktor führt; Bereich $D_{45/46}$
- $c_2(E) \neq 0$ erzeugt lokale Abweichungen, die die Bindung von Quarks (als 3-Fion-Bündel) stabilisieren.
- In der FRM wird k so gewählt, dass Index = 3 für die chiralen Generationen entsteht.

Chern-Klasse c_3 :

Allgemein:

$$c_3(E) = \frac{1}{3!} \left(\frac{i}{2\pi} \right)^3 \text{Tr} (F)^3 = \frac{1}{6} \frac{1}{8\pi^3} \text{Tr} (F \wedge F \wedge F)$$

In FRM gilt eine komplexe 3D-Mannigfaltigkeit für die Drehung in den Dimensionsebenen $D_{45/46/56}$:

$$c_3(E) = \frac{1}{24\pi^3} \int_M \text{Tr} (F \wedge F \wedge F) = 0 \quad (2.155)$$

- c_3 – Determinantenkomponente für die dritte Klasse; misst die Krümmung; in FRM ist $F \sim k \cos(kt)$ diagonal, dann $\det(F) = 0$, da Rotationen in 3D-Wellenfeld vollständig antisymmetrisch sind ($D_{45/46/56}$); antisymmetrische Matrix aus: $\omega_{ab} = \omega_{ba}$
- $(F \wedge F \wedge F)$ – Keilprodukt der Feldstärke in 6-Form; Spur misst die topologische Verdrehung des Eichbündels, was allgemein zu einem ganzzahligen Faktor führt; Bereich $D_{45/46/56}$
- $\text{Tr} (F \wedge F \wedge F) = 0$, weil das Produkt von drei spurlosen Matrizen die Spur null hat; (in $SU(N)$, $N \geq 2$); $f^{abc} \neq 0$ führt dazu, dass die Spur $\text{Tr}(F^3)$ verschwindet; für $SU(N)$ mit $N \geq 2$ ist die Spur von drei Generatoren null
- Die kompakte Mannigfaltigkeit hat in der relevanten Dimension keine nicht-triviale 6-Kohomologie; für 3D-kompakt $\rightarrow$ keine 6-Form-Integrale vorhanden
- Die D_{56} – Abweichung erzeugt zwar effektive $SU(2)_L$ – Chiralität, aber keinen nicht-trivialen c_3 -Faktor
- Chiralität kommt rein aus der dynamischen Geometrie (D_{56} -Winkelabweichung, Frequenzverschiebung, $\cos(kt)$), nicht aber aus einem topologischen c_3 -Faktor
- $c_3 = 0$ folgt direkt aus der Tatsache, dass die Eichgruppe nicht-abelsch ist ($\text{Tr} (F^3) = 0$) $\rightarrow$ Das Integral verschwindet trivial.

Aussagen aus den Ergebnissen der Chern-Klassen:

1. Ladung:

- $c_1 = 0$ bedeutet, dass die FRM keine klassischen Monopole braucht, die Ladung ist nicht global, sondern sie entsteht rein aus der Wellenfeld-Dynamik



- Jede Generation n hat eine effektive Ladung Q_n , die aus der Geometrie der Dimensionsebene D_{56} kommt; Ladungstopologie:

$$\sum_{\text{gen}} \text{Tr } Q^3 = 0 \rightarrow Q_1^3 + Q_2^3 + Q_3^3 = 0$$

- Erzwingt Ladungsstruktur:

$n = 1$ (1. Generation): $Q = \pm 2/3e$; $Q = \pm 1/3e$; $Q = \pm e$;

$n = 2$ (2. Generation); $n = 3$ (3. Generation): analoge Struktur

Summen über alle Quarks + Leptonen pro Generation: $\text{Tr } Q^3 = 0$

Mögliche Kombination: $\frac{2}{3} \cdot 3$ „Farben“ + $(-\frac{1}{3} \cdot 3) + (-1) + 0 = 0$

Spiegelung der Ladungskombination entsprechend möglich

2. Die drei Generationen:

- ($n = 1, 2, 3$) müssen zusammen anomaliefrei sein
- Keine Gauge-Anomalien in $SU(2) \times U(1)$, da drei Generationen die Ladungen ausbalancieren.
- Es gibt genau drei Generationen im 7-dimensionalen FRM-Modell.
- Anomaliekancellation, da c_1 - Integral über Anomalie-Polynom geht.

3. Schwache Wechselwirkung:

- $c_1 = 0$ für die globale Freiheit, aber lokal $F \neq 0$ erlaubt Abweichungen für die F – Krümmung in $D_{45/46}$
- Schwache Kraft $SU(2)$ aus Rotation in $D_{45/46}$ mit 2D, Abweichung von $SO(3)$ durch komplexe Struktur
- $c_2 = \frac{1}{4\pi^2} \text{Tr } F^2 \neq 0$ misst mögliche lokale „Verzerrung“, erzeugt lokale Abweichungen, die die Bindung stabilisieren
- Schwache Wechselwirkung kann nur noch durch geometrische Abweichung der Metrik γ_{ab} in 2D-Unterräumen (relativ zur Dimensionsebene D_{56}) entstehen; F als Maß
- Schwache Wechselwirkung ist als „verschobene“ Rotation dargestellt (Paritätsverletzung aus Abweichung), da $F \wedge F$ antisymmetrisch ist (Chiralität); geometrisch bewiesen durch $c_1 = 0$

4. Starke Wechselwirkung (starke Kraft):

- $c_1 = 0$ gewährleistet Anomaliefreiheit und impliziert, dass die $SU(3)$ -Symmetrie (für starke Wechselwirkung zwischen Fionen) aus trivialer Topologie $X = 0$ entsteht
- $c_2 \neq 0$ erzeugt lokale Abweichungen, die die Bindung von Quarks (als 3-Fion Bündel) stabilisieren
- $c_3 = 0$ begrenzt die Generationen auf 3 und schließt im Rahmen der 7D FRM höhere Moden aus
- Die Chern-Ergebnisse zeigen, dass die starke Kraft keine separate Kraft ist, sondern eine geometrische Invariante der kompakten Krümmung. FRM stellt einen Mehrwert dar, da diese die QCD-Strukturen ohne Quantisierung oder Supersymmetrie erklärt, aber mit Konsequenzen wie anomaliefreier Baryonenbildung und „dunkler Materie“ als instabilen Moden.



5. Elektromagnetische Wechselwirkung:

- $c_1 = 0$ gewährleistet Anomaliefreiheit und impliziert, dass die U(1)-Ladung (elektrische Ladung) als triviale Topologie $X = 0$ entsteht
- $c_2 \neq 0$ erzeugt lokale Abweichungen, die die Photon-Polarisation stabilisieren
- $c_3 = 0$ begrenzt die elektromagnetische Wechselwirkung auf eine Generation und schließt im Rahmen der 7D FRM höhere Moden aus
- Die Chern-Ergebnisse zeigen, dass die elektromagnetische Wechselwirkung keine separate Kraft ist, sondern eine geometrische Invariante der kompakten Krümmung. FRM stellt einen Mehrwert dar, da diese die QED-Strukturen ohne Quantisierung oder Supersymmetrie erklärt, aber mit Konsequenzen wie anomaliefreier Photonen-Propagation und dunkler Energie aus elektromagnetisch-ähnlichen Vakuumtermen.

6. Keine zusätzlichen Generationen im 7D:

- $c_1 = 0$ für das Tangentialbündel impliziert triviales Bündel ohne höhere „Windungen“
- In der 7D-Version der FRM sind die Generationen Moden $n = 1, 2, 3$ aus 3D-kompakten Wellenfelddimensionen; höhere Faktoren für n erfordern $c_1 \neq 0$ als zusätzliche Ladungstopologie.
- Aus 7D (4D sichtbar + 3D unsichtbar kompakt) erzwingt durch die Dimensionalität von $D = 3$ genau drei Moden; das Maximum wird durch die Dimensionen im kompakten Wellenfeld bestimmt.
- $c_3 = 0$ schließt höhere Generationen aus, denn $n = 4$ würde $c_3 \neq 0$ erfordern

7. Gravitationsanomalie in 7D:

- $c_1 = 0$ impliziert keine Chiral Anomalie, da Anomalien $\sim \text{Tr } F$ in odd D wie 7D verschwinden $\rightarrow$ FRM ist bereits klassisch und quantenmechanisch konsistent
- Mögliche Gravitationsanomalien in D -Dimensionen entstehen aus $\text{Tr } R^{D/2+1}$; für FRM $D = 7 \sim \text{Tr } R^{4,5}$; wäre nur im Falle even D relevant
- $c_1 = 0$ für Gauge Bündel impliziert $\text{Tr } F = 0$; erweitert zu $\text{Tr } R = 0$ für Gravitation
- Folglich besitzt FRM im 7D keine Gravitationsanomalien; $c_1 = 0$ bestätigt Freiheit

Fazit:

Die Chern-Klassifizierung für das FRM-Modell ist ein mathematischer Beweis für die Korrektheit durch die gegebene Anomaliefreiheit und drei Generationen. Das FRM-Modell ist einfach, kommt ohne Supersymmetrie aus und ist durch die Moden der Topologie vorhersagbar. Dies erzeugt eine neue Geometrie für die Teilchenphysik als Alternative zu Strings, Anomaliefreiheit ohne Extra-Annahmen, mögliche Einbindung der dunklen Energie aus der Topologie heraus.



17. Feinstruktur-Feinstrukturkonstante in der FRM

Die Feinstrukturkonstante α ist die dimensionslose Kopplungsstärke der elektromagnetischen Wechselwirkung. Sie sagt aus, ab wann ein Photon sein Feld mit einem anderen Teilchen elektrisch austauschen kann. Gemäß Sommerfeld lautet der Zusammenhang für die Feinstrukturkonstante:

$$\alpha = \frac{e^2}{2 \epsilon_0 h c} \quad (2.156)$$

- α – Feinstrukturkonstante nach Sommerfeld; dimensionslos; $\alpha = \frac{1}{137,065}$; skaliert die elektromagnetische Kopplung
- e – Elementarladung; Einheit: C; $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C; bewirkt die Basisladung
- ϵ_0 – elektrische Feldkonstante; Einheit: $\frac{\text{As}}{\text{Vm}}$; $\epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$; skaliert das Coulomb-Potenzial
- h – Plancksches Wirkungsquantum; Einheit: Js; $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js; für Quantenskala
- c – Maximalgeschwindigkeit; Einheit: $\frac{\text{m}}{\text{s}}$; $c = 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Die FRM wird den reziproken Wert der Feinstrukturkonstante alternativ geometrisch herleiten, um eine Verifikation zu ermöglichen. Dies wird mithilfe der Generalformel für Kopplungs-frequenzen und Objektmassen im **Kapitel 3.7** Formel (3.34) gezeigt.

In der Gruppentheorie wurde erläutert, dass die elektrische Wechselwirkung über ein externes Fion geschieht, welches die minimale Kopplungsfrequenz überwunden haben muss. Mit dem Elektron als Basisteilchen mit dem Faktor 1 muss folgendes Verhältnis zwischen der Elektronenfrequenz und der minimalen Kopplungsfrequenz vorherrschen, um die Voraussetzung einer Wechselwirkung mit der geringsten Anregung zu schaffen:

$$\alpha = \frac{f_e}{f_{min}} \approx \frac{1}{137} \quad (2.157)$$

Die FRM sagt voraus, dass Teilchenfrequenzen und -massen als Vielfaches des Elektrons/Positrons mit dem Faktor der Feinstruktur modellierbar sind!



18. Spin-0-Paar-Theorie der FRM – die Verschränkung

Definition der Verschränkung:

Quantenverschränkung ist ein Zustand, in dem zwei oder mehr Teilchen (oder Systeme) so miteinander verbunden sind, dass der Quantenzustand des Gesamtsystems nicht als Produkt der Einzelzustände beschrieben werden kann, auch wenn die Teilchen räumlich weit voneinander entfernt sind.

- Die Messung an einem Teilchen bestimmt sofort und nicht lokal den Zustand des anderen, unabhängig von der Entfernung.
- Es gibt keine klassische Erklärung, wie z.B. für verborgene Variablen oder Signale über Lichtgeschwindigkeit.
- Verletzt Bellsche Ungleichungen, welche experimentell bestätigt sind.
- Wird in Photonenpaaren, Elektrospins, Ionenfallen, Supraleitern, Diamant-NV-Zentren bis hin in makroskopischen Systemen mit über $\sim 10^{12}$ Atomen beobachtet.

Annahmen, mit denen das Modell der FRM die Verschränkung erklärt:

1) Energieerhaltung und Teilchen-Antiteilchen-Symmetrie

- Die 7D-Aktion ist in den kompakten Wellenfelddimensionen unter Ladungskonjugation (C) und Parität (P) invariant.
- Die globale Komponente des Tensors $T_{MN}^{(\text{global})} = (1 + \cos(kt + \beta)) \delta_{MN}$ ist C-symmetrisch und erzeugt Elektronen und Positronen immer paarweise.
- Anzahl Elektronen = Anzahl Positronen (exakt, bis auf die CP-Verletzung durch eine Winkelabweichung zur Dimensionsebene D_{56} – Z-, W-, H-Boson; der natürliche Grund ist in **Abbildung 3.24-3.26** dargestellt)

2) Photon als Spin-1-Feld mit zwei möglichen Ausformungen seiner Rotationsbahnen

- Die Rotationsrichtung verläuft für beide Photonen entweder mit oder entgegen des Uhrzeigersinns.
- Dimensionsebene D_{56} trennt die globalen Potenziale des Universums. Es kann als „Äquatorebene“ der Rotation dargestellt werden, was die Rotation zueinander antisymmetrisch spiegelt.
- Helicity +1: rotiert oberhalb der Dimensionsebene D_{56}
- Helicity -1: rotiert unterhalb der Dimensionsebene D_{56}

3) Dunkle Energie als Spin-0-Paar im ungekoppelten Zustand $< f_{min}$

- Vor Erreichen der minimalen Kopplungsfrequenz f_{min} liegt Materie als ungebundenes Paar zweier Spin-1-Photonen vor, die aus einem gemeinsamen Feldkörper eines einzigen oszillierenden Wellenpakets relativ



zur Dimensionsebene D_{56} stammen. Eine mögliche Darstellung bietet **Abbildung 7.2** für das Universum in seinem Anfangszustand.

- Die beiden Teilphotonen haben entgegengesetzte Helicity (+1 und -1) mit Gesamtspin 0. Gesamtdrehimpuls $S_{\text{gesamt}} = 0 = S_1 + S_2$ (Singlet)
- Der gemeinsame Feldkörper bedeutet, dass ihre Wellenfunktion nicht separierbar ist. Trotz Zuordnung als positive oder negative Teilladung in Form eines aktiven Fion bleiben diese **verschränkt** zueinander.
- Eine Änderung der Helicity am einen Teilphoton mit Spin-1 (z.B. durch Messung oder Absorption) ändert instantan den Zustand des anderen, was zur klassischen Beobachtung der Verschränkung führt.
- Ihr elektrisches Potenzial wirkt intern maximal, aber nach außen hin neutral. Es ziehen sich beide Teilphotonen elektrisch an. Nur ihr global bestimmtes Gravitationspotenzial zwingt sie zu einer stabilen orthogonalen Ausformung zur Dimensionsebene D_{56} . Anders ausgedrückt: Die dunkle Energie ist der Träger des Gravitationspotenzials. Die Wellenfunktion verhindert mit dieser Ausformung eine klassische Annäherung und folglich eine Vernichtungsreaktion.

4) Übergang bei $f_{\min}$

- Sobald die Oszillationsfrequenz $f \geq f_{\min}$ erreicht, bricht der gemeinsame Feldkörper auf.
- Der Spin-0-Zustand zerfällt in zwei unabhängige Spin-1-Photonen, wodurch dunkle Energie elektrisch koppelt und somit „zugänglich“ wird.

Konsistenz mit dem Modell der FRM:

- $V(\phi_n)_{\text{dark}} = \frac{9}{4} k^4 (1 - \cos(kt + \beta))^2$ beschreibt genau das Potenzial des Spin-0-Paares, solange $f < f_{\min}$ gilt
- $T_{\mu\nu}^{(\text{dark})} = -\frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(4)} (2V(\phi_n)_{\text{dark}})$ ist der tensoriale kompaktifizierte 4D-Anteil des Impuls-Energie-Tensors
- Die longitudinale Komponente: Die longitudinale Polarisation des massiven Spin-1-Photons entspricht der unsichtbaren, ungekoppelten Komponente im gemeinsamen Feldkörper.
- Energieerhaltung: Der Spin-0-Zustand hat Energie $2 E_{\text{pho}}$. Nach dem Zerfall bleiben zwei Photonen mit jeweils E_{pho} erhalten.
- D_{56} -Abweichung: Die lokale Rotation mit dem Term $\cos(kt + \beta)$ relativ zur Dimensionsebene D_{56} erzeugt genau die Asymmetrie zwischen Helicity +1 und -1.



Wellenfunktion für das Spin-0-Paar (vor $f < f_{min}$):

$$|\psi_{pair}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|+1\rangle_1 |-1\rangle_2 - |-1\rangle_1 |+1\rangle_2) \otimes |\phi_{common}(x, y)\rangle \quad (2.158)$$

- $|+1\rangle_1 |-1\rangle_2$ – Anisymmetrische Helicityzustände der beiden Teilphotonen
 $+1$ = Ausformung der Rotation oberhalb der Dimensionsebene D_{56}
 -1 = Ausformung der Rotation unterhalb der Dimensionsebene D_{56}
- $\frac{1}{\sqrt{2}}$ – Vorfaktor sorgt für Antisymmetrie unter Vertauschung der beiden Photon-komponenten, welche für Bosonen mit Spin-0-Gesamtzustand notwendig ist.
- Subtraktion sorgt für den Gesamtspin 0 in der Helicity-Summe. Der Gesamtspin-0 kommt durch den Bahndrehimpuls des ungekoppelten Feldkörpers.
- $|\phi_{common}(x, y)\rangle$ – gemeinsamer Skalarfeld; beschrieben durch:

$$V(\phi_n)_{dark} = \frac{9}{4} k^4 (1 - \cos(kt + \beta))^2$$
 → Der Feldkörper ist ...
 - eine **stehende Welle** in der Dimensionsebene D_{56} , die beide Teilphotonen „trägt“.
 - vor $f < f_{min}$ **nicht separierbar**.
 - vor dem Zerfall **nicht** in der Lage **zu koppeln**.
- **Verschränkung:** Der antisymmetrische Helicity-Teil sorgt dafür, dass eine Messung der Helicity am ersten Photon instantan die Helicity des zweiten festlegt, was zur klassischen Verschränkung ohne Signalübertragung führt.

Modifizierte Proca-Gleichung nach dem Zerfall ($f \geq f_{min}$):

Nach Überschreiten von f_{min} zerfällt der Spin-0-Feldkörper in zwei unabhängige massive Spin-1-Photonen. Die beiden Spin-1-Photonen werden lokal unabhängig und elektrisch gekoppelt. Das effektive Vektorfeld des Photons A_μ gehorcht dann der Proca-Gleichung für ein massives Vektorfeld.

$$\square_{(4)} A_\mu^a - \partial_\mu (\partial^\nu A_\nu^a) + 4\pi^2 m_a^2 \frac{c^2}{h^2} A_\mu^a = 0 \quad \text{mit: } m = \frac{n h}{2\pi c R} \quad \text{und: } n = 1, 2, 3 \quad (2.159)$$

- Der Term $m_a^2 A_\mu^a$...
 - entsteht aus dem Potenzial $V(\phi_n)$ nach der Kompaktifizierung und beschreibt die effektive Masse der longitudinalen Komponente.
 - bricht die Eichinvarianz und erlaubt eine nicht-transversale (longitudinale) Lösung, physikalisch real und trägt Masse.
- Nach dem Zerfall...
 - wechselt das skalare Potenzialfeld von $V(\phi_n)_{dark}$ auf $V(\phi_n)_{pot}$.

$$V(\phi_n)_{pot} = \frac{9}{4} k^4 \cos^2(kt + \beta)$$



- wird die longitudinale Polarisierung aktiviert, was die **Masse** mit $m_a > 0$ erzeugt.

Physikalische Konsequenz:

- Photon führt nun eine Masse $m_{pho} = \frac{n h}{2\pi c R}$
- Dispersion: $k^2 = w^2 c^2 + 4\pi^2 m_a^2 \frac{c^4}{h^2}$; (massiv, $v < c$)
- Yukawa-Potenzial (effektive Wechselwirkung): $V(r) = \frac{e^{-mr}}{r}$ (2.160)
 - $V(r)$ – Yukawa-Potenzial sorgt dafür, dass die Wechselwirkung bei großen Abständen exponentiell abfällt.
 - r – Abstand zwischen Quelle und Beobachtungspunkt
 - $r \geq 0$ – Einheit: m, fm, Angström – je nach Kontext
 - $r = 0$ – steht für den Ort der Quelle selbst (dort divergiert das Potenzial überlicherweise)
 - r – steht im Kontext der Kern- und Elementarteilchenphysik für den Abstand zwischen Objekten, und wird in **Kapitel 3** Teilchenmodell angewendet
 - r – steht im Kontext der Kosmologie für den Feldradius (Ereignishorizont) und wird im **Kapitel 2.3** sowie **7** untersucht.
- Drei Polarisierungen für Spin-0-Feldkörper: 2 transversale + 1 longitudinale
- Nach dem Zerfall:
 - **Transversalwelle** bleibt mit: $h_{\mu\nu} = 0$ Masse = 0
 - **Longitudinalwelle** ist: $\square_{(4)} \phi_n = m_n^2 \phi_n$ Masse abhängig Mode n

Die Verschränkung wird als 7-dimensionaler geometrischer Effekt der Ausformung relativ zur Dimensionsebene D_{56} beschrieben. Auf diese Weise wird erklärt, warum Elektronen und Positronen immer paarweise entstehen, warum die dunkle Energie zunächst verborgen ist und warum die Verschränkung nicht-lokal ist. Die longitudinale Komponente und die Yukawa-Abschwächung sind direkte Konsequenzen der Massenerzeugung durch das Potenzial der dunklen Energie $V(\phi_n)_{dark}$. Am Beispiel des Universums (**Kapitel 7.1-2**) ist diese Eigenschaft verifizierbar. Durch die bruchfreie Skalierung liegen diese Eigenschaften bei jeder Quantisierung ab der minimalen Kopplungsfrequenz f_{min} vor.



19. Skalierbarkeit

Die Skalierbarkeit ist die Fähigkeit, Phänomene über alle Größenordnungen (vom Planck-Skala-Mikrokosmos bis zum Makrokosmos des Universums) einheitlich ohne Bruch zu beschreiben. In der FRM entsteht sie aus der geometrischen Natur von Materie als relativistische Oszillation, skalierbar durch den Feldradius r und die Kreisfrequenz k . Die FRM ist Supersymmetrie-frei, sagt explizit Massen voraus, besteht aus einer dynamischen Sinus-Stabilisierung und ist testbar.

Skalierbarkeit aus den Feldgleichungen:

Die Feldgleichungen werden durch den Feldradius r skaliert. Der Feldradius ist eine charakteristische Größe von Materie, die aus ihren relativistischen Feldern hervorgeht. Die Nominalgröße für r wird am Ort des Inertialsystems angegeben. Relativistisch wird die Nominalgröße r zu $r(t)$. In den Feldgleichungen tritt der Feldradius wie folgt auf:

$$\delta g \sim g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + h_{\mu\nu} \sim \frac{GM}{c^2 r} \quad \rightarrow \quad R_{MN} \sim \frac{1}{r^2} \quad \rightarrow \quad T_{MN} \sim \frac{c^4}{8\pi G r^2}$$

- $g_{\mu\nu}$ – Metrikstörung (Perturbation der Metrik); entspricht der Abweichung der Raumzeit von der flachen Minkowski-Metrik durch Gravitation; aus Punkt 1.
- $h_{\mu\nu}$ – Störungsterm für Gravitationswellen
- $\frac{GM}{c^2 r}$ – Stärke der gravitativen Krümmung; dimensionslos
- R_{MN} – Ricci-Tensor; Einheit: $\frac{1}{m^2}$
- r – Feldradius; Einheit: m; $r = \frac{GM}{c^2}$ (2.134)
- T_{MN} – Impuls-Energie-Tensor; Einheit: $\frac{kg}{m \ s^2}$

Makroskopische Gravitation:

Die Metrikstörung

$$h_{\mu\nu} = \frac{GM}{c^2 r} [1 + \cos(kt + \beta)]$$

wird direkt auf makroskopische Massen M und Radien r angewendet.

Globale Skala:

Die globale Metrik lautet:

$$\eta_{\mu\nu} [1 + \cos(k_{\text{Uni}} t)]$$

Die globale Oszillation $\cos(k_{\text{Uni}} t)$ ist immer noch dieselbe Funktion wie für Elementarteilchen. Wächst der Feldradius r , dann wird die Kreisfrequenz k kleiner.



Die Chern-Klassen $c_1 = 0$ und $c_3 = 0$ gelten unverändert für das gesamte Universum.

Skalierbarkeit durch Sinus-Rotation:

Die Rotation über $\cos(kt)$ mit der Kreisfrequenz k

$$k = \sqrt{\frac{G M}{r^3}} \quad (2.135)$$

zeigt die mögliche Skalierung von Frequenzen:

$$m_{Obj} = \frac{h c^2}{G \{m_{Obj} k_{Obj}\} \lambda_{Obj}} = \frac{h}{c \lambda_{Obj}} = \frac{h f_{Obj}}{c^2} \quad (2.192)$$

Skalierbarkeit durch FRM erkannte Universalkonstanten (Kapitel 2.3):

$$\text{Raumzeitkonstante:} \quad c = k r \quad \rightarrow \quad k = \frac{c}{r} \quad (2.136)/(2.174)$$

$$c = 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Massezeitkonstante:} \quad m k = 4,0396 \cdot 10^{35} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad (2.175)$$

$$\text{Masseraumkonstante:} \quad \frac{m}{r} = 1,34746 \cdot 10^{27} \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad (2.176)$$

Skalierbarkeit durch das Plancksche Wirkungsquantum gemäß Formel (2.185):

$$h = \lambda_{Obj} r_{Obj} m_{Obj} k_{Obj} = \lambda_{Obj} m_{Obj} c \quad [h] = \text{Js} \quad \text{mit: } c = k r$$

Skalierbarkeit der Energie gemäß Formeln (2.180) und (2.182):

$$E = r_{Obj} m_{Obj} k_{Obj} c \quad \text{mit: } c = k r$$

$$E = m_{Obj} r_{Obj}^2 k_{Obj}^2 = m_{Obj} c^2$$

$$E = m_{Obj} G \{m_{Obj} k_{Obj}\} \frac{1}{c}$$

Skalierbarkeit durch Frequenzen:

$$\alpha = \frac{f_e}{f_{min}} \approx \frac{1}{137} \quad (2.157)$$

In der Generalformel für Teilchen werden innerhalb der Wellenfeldgeometrie die bestehenden relativistischen Rotationen gezählt.



$$f_{Obj} = \frac{1}{2} (\text{BK} (\text{KK})^3)^n \cdot \text{TK} \cdot \text{DimFaktor} \cdot f_e \quad (3.27)$$

Warum das FRM-Modell so gut skaliert:

Einheitliche Geometrie: Alle Skalen verwenden dieselbe 7D-Metrik, denselben Rotationstensor $\omega_{ab}^{(4)}$ und dieselbe Oszillationsfunktion $\cos(kt + \beta)$.

Keine neuen Parameter: Es ändern sich nur die Größen R, n, r, k, β ; die Grundgleichungen bleiben gleich.

Projektionsprinzip: Was im Wellenfeld als Spin-0-Paar oder komplexe Topologie erscheint, projiziert sich im Teilchenfeld immer auf die beobachteten Spin- $\frac{1}{2}$ -Fermionen und Spin-1-Bosonen.

Topologische Invarianten: Die Generationszahl/Windungszahl n und die Euler-Charakteristik X sowie die Chern-Klassen c_k sind skalenunabhängig und erklären die Stabilität von der Planck-Skala bis zum Universum.

20. Vergleich der FRM mit klassischen Modellen und der Stringtheorie

Abschließend zu diesem **Teilkapitel 2.2** soll eine kleine Übersicht über den wesentlichen Mehrwert des FRM-Modells im Vergleich zu bisherigen Theorien zusammengefasst werden.

Vereinheitlichung aller Kräfte in einem Modell:

Gravitation, Elektromagnetismus, schwache/starke Wechselwirkung entstehen aus der geometrischen Krümmung (Rotationen) im 6-dimensionalen Feldraum, ganz ohne separate Felder oder Teilchen.

Erklärt ungelöste Phänomene:

- **Ladung** als Teilchenfeld-Projizierung $D_{14/24/34}$ des elektrisch generierten Potenzials aus der Rotation relativ zur Dimensionsebene D_{56}
- **SU(4)-Symmetrie** bricht dynamisch zu $\text{SU}(3) \times \text{U}(1)$, was zur schwachen Wechselwirkung führt, wobei β geometrisch die Verschiebung relativ zur Dimensionsebene D_{56} beschreibt.
- **Dunkle Energie** als Spin-0-Paar ungekoppelter Photonen mit Frequenzen f kleiner der minimalen Kopplungsfrequenz f_{min} ; nachdem Erreichen von f_{min} Zerfall in gekoppelte unsichtbare (dunkle) Materie und sichtbare Materie
- **Vermeidung der kosmologischen Konstante** (ART) durch $V(\phi_n)_{dark}$
- **Unsichtbare (dunkle) Materie** als kompakte Wellenfeldoszillationen mit komplexen topologischen Moden ($n \neq 0, g \geq 1$) mit Chern-Klassen $c_3 = 0$
- **Expansion** aus Felddeformation



- Lösung des **Welle-Teilchen-Dualismus** durch Sinus-Wechsel
- **Quantenverschränkung**: Spin-0-Paar-Zustand vor dem Zerfall
- **Feinstrukturkonstante**: FRM: $\alpha = \frac{1}{136,6875}$ (3.33) ; Sommerfeld: $\alpha = \frac{1}{137,065}$
- **Drei Generationen**: Windungszahl $n = 1, 2, 3$ aus der Fourier-Expansion
- **Anomaliefreiheit**: Chern-Klassen $c_1 = 0, c_3 = 0$

Skalierbarkeit über Ordnungen:

Das FRM-Modell gilt ohne Bruch von der Planck-Skala bis zur maximalen Ausdehnung des Universums. Hypothetisch sogar noch kleiner als die Planck-Skala, sobald der sichtbare Raum durch fortgesetzte Kontraktion verschwindet und das Universum in die Charakteristik eines Photons zurückfällt. Klassisch wird die ART bei Quanten gebrochen; die QFT wird bei der Gravitation gebrochen.

Neues Teilchenmodell:

Punktteilchen werden durch 4-dimensionale Hohlkörperschwingungen mit Vorhersagen für Teilchenmassen und Kopplungsfrequenzen ersetzt. Empirische Daten sind im Mittel mit 99-%iger Übereinstimmung bestätigt. Die Varianzen um den Mittelwert sind kleiner als die Standardabweichung der Messung selbst. Fione im Bündel erzeugen im Teilchenfeld die Ladung und den Spin, Austauschfione außerhalb des Bündels vermitteln Wechselwirkungen, passive Fione bilden dunkle Komponenten. Spin, Ladung und Verschränkung sind reine Rotationseffekte. Das Teilchenmodell ist endlich, geometrisch und vermeidet Singularitäten.

Praktische Anwendungen:

- **Neue Antriebsformen** für die Raumfahrt oder erdnahen Transport durch Ausnutzung der Dimensionierung eines Gravitationsfeldes auf der physikalischen Ebene von herkömmlichen Feldern.
- **Optimierte heiße/kalte Fusion** mit neuen schweren Moden und stabilen Fionen-Bündel
- **Computer** mit Zuständen der gesamten Photonen-Oszillationen oder Spin-0-Paar-Zustand für verschränkte Qubits über makroskopische Distanzen
- Herstellung von **Materie/Antimaterie-Zuständen** in stabilisierten Formen
- **Gravitationswellen-Detektion** zur Vorhersage longitudinaler und skalarer Moden neben den klassischen TT-Polarisationen
- **Dunkle-Energie-Technologie** für die gezielte Erzeugung von $f > f_{min}$ zur Umwandlung dunkler Energie in nutzbare Photonen

Mehrwert im Vergleich zur effektiven Feldtheorie im QFT-Sinne:

QFT ist eine effektive Theorie mit Renormierung, Divergenzen und willkürlichen Parametern. FRM ist eine fundamentale geometrische Theorie ohne Renormierung. Massen, Kopplungen und Ladungen entstehen direkt aus der Kompaktifizierung und



der Topologie heraus. Die Feinstrukturkonstante und die drei Generationen sind keine freien Parameter, sondern Vorhersagen. Quanteneffekte emergieren aus der Dynamik der kompakten Wellenfelddimensionen (Moden n/R , Rotationen), nicht aus einem Formalismus wie der kanonischen Quantisierung oder Pfadintegralen. Damit vermeidet die FRM Unendlichkeiten und Renormalisierung, die in QFT vorkommen, und löst Probleme wie den Dualismus geometrisch (Photonen als Wellen in 4-dimensionalen Unterräumen).

- **Welle-Teilchen-Dualismus:** Durch Sinus-Rotationen $V_{long} = c \cos(kt)$; $V_{trans} = c \sin(kt)$ wechselt das Photon zwischen Welle und Teilchen.
- **Diskrete Spektren:** Aus Kompaktifizierung (Moden $\frac{n}{R}$; f_{Obj} gemäß (3.27))
- **Unschärfe-ähnlich:** Aus periodischer Oszillation (kt), die Position und Impuls als Mittelwerte über Perioden T erzeugt.
- **Keine Pfadintegrale:** FRM verwendet keine Feynman-Pfadintegrale mit Summen über Pfade für Wahrscheinlichkeiten, stattdessen sind Photonen nullgeodätische Bahnen im Unterraum ($ds^2 = 0$), klassisch determiniert, aber mit statistischem Verhalten durch Mittelung über Rotationen.
- **Fundamentale Theorie:** Die FRM ist keine effektive Feldtheorie im QFT-Sinne (z.B. mit Cutoff und Renormalisierung) und besitzt auch keine Wilsonian EFT mit Pfadintegralen. Die FRM ist eine fundamentale Theorie, die Quanteneffekte emergieren lässt, ähnlich wie in kondensierter Materie, bei der Photonen aus klassischer Gitterdynamik entstehen.
- **Plancksches Wirkungsquantum:** h entsteht in der FRM aus geometrischen Skalen für $f_{Obj} \sim h f_e$. Es vermeidet Kommutatoren und Pfadintegrale.
- **Quantengravitation:** FRM vermeidet Probleme wie Quantengravitation mit Unendlichkeiten, indem sie Quanten klassisch emergieren lässt.

Mehrwert im Vergleich zur Stringtheorie:

Die Stringtheorie benötigt 10/11 Dimensionen, Supersymmetrie für die Stabilität, Strings sind darin fundamental. Es vereinheitlicht hypothetisch, aber komplex, ohne explizite Vorhersagen/testbare Parameter. Das FRM-Modell ist potenziell mächtiger:

- **Einfache Dimensionalität:** 7D statt 10/11D, ohne Supersymmetrie, FRM stabilisiert durch Sinus-Rotationen
- **Explizite Vorhersagen:** Massen/Frequenzen auf Elektronenbasis berechenbar. Die Stringtheorie hat hingegen eine unendliche Landschaft ohne Vorhersagen.
- **Geometrische Materie:** Materie als Felddeformation (keine Strings), skalierbar ohne Extra-Annahmen. Die Stringtheorie postuliert Strings, während FRM Materie aus der relativistischen Raumzeit heraus ableitet.
- **Erklärung dunkler Phänomene:** Unsichtbare/dunkle Energie/Materie aus kompakten Rotationen, Dualismus wird gelöst, während die Stringtheorie eine Lösung zwar ähnlich adressiert, ohne jedoch quantitative Formeln zu liefern.



- **Praktische Relevanz:** FRM ist testbar und konkret, eröffnet völlig neue Anwendungen. Die Stringtheorie ist dagegen abstrakt und empirisch schwer beweisbar.

Mehrwert im Vergleich zur allgemeinen Relativitätstheorie:

Die ART erklärt Gravitation über die Geometrie, bleibt aber klassisch und kann Quanteneffekte, dunkle Energie und Verschränkung nicht integrieren. FRM erweitert die ART um eine 7-dimensionale-Geometrie mit kompaktifizierten Dimensionen. Die Gravitation bleibt eine klassische Krümmung, während Quanteneffekte, Teilchen und dunkle Energie aus derselben Geometrie hervorgehen.

Fazit: Die FRM bieten einen einheitlichen, skalierbaren, geometrischen Rahmen, der klassische Lücken aus einer einzigen geometrischen Grundlage löst. Sie vermeidet die Komplexität der Stringtheorie und die Renormierungsprobleme der QFT, bleibt aber mathematisch rigoros und experimentell testbar. Zur Verifizierung wird auf das Teilchenmodell hingewiesen, indem bereits gemessene mit berechneten Teilchen verglichen werden können. **Die FRM ist nicht nur eine Theorie der Teilchen und Kräfte, sondern in ihrer vollen 7-dimensionalen Struktur eine Theorie der Raumzeit selbst.**