Die Identifikation mit dem Vierer-Vektorpotential: allgemeine Metrik in fünf Dimensionen

$$g = g_{\mu\nu} + A_{\mu} \otimes A_{\nu}$$

$$g_{55} = u\phi$$

$$g_{05} = \alpha\kappa_{em}\frac{\varphi}{c}$$

$$g_{r5} = \beta\kappa_{em}\vec{A}$$

$$g_{00}{}' = g_{00} + \gamma{\kappa_{em}}^{2}\frac{\varphi^{2}}{c^{2}}$$

$$g_{ab}{}' = g_{ab} + \delta{\kappa_{em}}^{2}A_{a}A_{b}$$

Die Bestimmung des Umrechnungsfaktors k_{em}: wann kommt beim Christoffelsymbol in linearer Näherung die richtige Kraft heraus, unter der Annahme dass die Skalierfaktoren u,α,β,γ und δ eins sind?

Masse sei hier proportional Ladung über die Wechselwirkungskonstanten, welche in der Quantenmechanik verwendet werden:

$$\alpha_{g} = \alpha_{em}$$

$$\frac{\gamma m^{*2}}{\hbar c} = \frac{e^{2}}{4\pi\,\varepsilon_{0}\,\hbar c}$$

$$m^{*} = \frac{e}{\sqrt{\gamma\,4\pi\,\varepsilon_{0}}}$$

$$\Gamma_{\mu\nu}^{k} = \frac{1}{2}g^{km}\cdot\left(g_{\mu m;\nu} + g_{m\nu;\mu} - g_{\mu\nu;m}\right)$$

$$\Gamma_{05}^{r} = \frac{1}{2}\Big(g^{r5}\cdot\left(g_{05;5} + g_{55;0} - g_{05;5}\right) + g^{r0}\cdot\left(g_{00;5} + g_{05;0} - g_{05;0}\right) + g^{rr} \cdot\left(g_{0r;5} + g_{r5;0} - g_{05;r}\right)\Big)$$

$$\Gamma_{05}^{r} = \frac{1}{2}\Big(g^{r5}\cdot g_{55;0} + g^{r0}\cdot g_{00;5} + g^{rr}\cdot\left(g_{0r;5} + g_{r5;0} - g_{05;r}\right)\Big)$$

Die typischen Felder E und B bestimmen sich über die räumlichen und zeitlichen Ableitungen von g05 für das elektrische Potential und gr5 für das magnetische Vektorpotential

$$\Gamma_{05}^{r} = \frac{1}{2}\Big(g^{rr}\cdot\left(g_{r5;0} - g_{05;r}\right)\Big)$$

Hier geht die zeitliche Veränderung des magnetischen Vektorpotentials und die räumliche des elektrischen Potentials ein. Wird die Metrik des normalen Raumes als ungestört vorausgesetzt und nur das elektrische Potential betrachtet bleibt:

$$\Gamma_{05}^{r} = -\frac{1}{2}g_{05;r}$$

$$\Gamma_{\mu\nu}^{r} = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\gamma\, m^{*}}{c^{2}r^{2}} = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\gamma\, e}{c^{2}r^{2}\sqrt{\gamma\, 4\pi\,\varepsilon_{0}}}$$

Für die Umrechnung des Christoffelsymbols in eine Kraft wird nochmals die Äquivalenzmasse m^{*}eingesetzt. Dies repräsentiert die Frage nach der Kraft, die typischerweise zwischen zwei Elementarladungen wirkt. Dann stellt sich die Frage nicht mehr, ob der Unterschied zwischen Ladung und Masse auf eine erhöhte Lichtgeschwindigkeit zurück zu führen ist (Annahme von Kaluza: c_5>>c!). Vielmehr muss nun zwingend die Lichtgeschwindigkeit c_4 eingehen, welche in der ART und SRT in den Geschwindigkeits-Vierervektor und in den nichthomogenen Maxwell-Gleichungen in die Nullkomponente des Strom-Vierervektors eingeht. Dies wird bei der Bestimmung des fünfdimensionalen Wegelements weiter erörtert.

$$F_{stat} = \Gamma_{05}^{r}\, m^{*}c^{2} = \frac{-1}{2}\cdot\frac{\gamma\, e^{2}\, c^{2}}{c^{2}r^{2}\gamma\, 4\pi\,\varepsilon_{0}} = \frac{-1}{2}\cdot\frac{2\, e^{2}}{r^{2}\, 4\pi\,\varepsilon_{0}}$$

$$g_{05} = \frac{2\,\gamma\, e}{c^{2}r\sqrt{\gamma\, 4\pi\,\varepsilon_{0}}}$$

$$\varphi = \frac{e}{r\, 4\pi\,\varepsilon_{0}}$$

$$\varphi r\, 4\pi\,\varepsilon_{0} = e$$

$$g_{05} = \frac{2\,\gamma\,\varphi r\, 4\pi\,\varepsilon_{0}}{c^{2}r\sqrt{\gamma\, 4\pi\,\varepsilon_{0}}} = \varphi\sqrt{\frac{\gamma\;\, 16\pi\,\varepsilon_{0}}{c^{4}}}$$

$$g_{\mu 5} = \frac{\varphi}{c}\sqrt{\frac{\gamma\quad 16\pi\,\varepsilon_{0}}{c^{2}}} = A_{\mu}\sqrt{\frac{16\pi\,\gamma}{c^{4}\,\mu_{0}}}$$

$$\kappa_{em} = \sqrt{\frac{16\pi\,\gamma}{c^{4}\,\mu_{0}}}$$

$$L^{*} = \sqrt{\frac{16\pi\,\gamma}{c^{4}\,\mu_{0}}} * \mu_{0} * c * e = 2{,}14695\; L_{p}$$

da größer 2*L_p stark nichtlinear. Ladung e eher Minimum einer Funktion?

Zur Rolle von Φ und der fünften Achse

ϕ ist ein metrischer Ausdruck und sollte daher relativ sein. Φ eins zu setzen ist also völlig legitim. Interessant sind dann nur seine Abhängigkeiten von den möglichen Koordinaten!

$$G_{\mu v} = k\, T_{\mu v}$$

$$R_{\mu v} - \frac{1}{2} g_{\mu v}\, R = k\, T_{\mu v}$$

linearisiert folgt:

$$R_{\mu\mu} - \frac{1}{2} g_{\mu\mu}\, R = k\, T_{\mu\mu}$$

$$R_{\mu v} - 0\, R = R_{\mu v} = k\, T_{\mu v}\, f\text{ür}\ \mu <> v$$

$$R_{\mu\mu} - \frac{1}{2} g_{\mu\mu}\, (g^{aa}\, R_{aa}) = k\, T_{\mu\mu}$$

$$R_{\mu\mu} - \frac{1}{2}(\pm 1)\left(\sum (\pm 1)\, R_{aa}\right) = k\, T_{\mu\mu}$$

jeder Ricci-Term kann in linearisierter Fassung als n-dimensionale Wellengleichung bzw. Poisson-Gleichung aufgefasst werden.

Dann mischen die elektromagnetischen und gravitativen Terme wie folgend:

$$R_{05} = k_{em} \Box A_0 = k\, T_{05} = k_{em} \mu_0\, \rho_{em}\, c$$

$$R_{r5} = k_{em} \Box A_r = k\, T_{r5} = k_{em} \mu_0\, \overrightarrow{Jem}$$

$$R_{r0} = k\, T_{r0} = k * w\, v/c$$

$$R_{55} - \frac{1}{2} g_{55}\, (g^{00}\, R_{00} + g^{11}\, R_{11} + g^{22}\, R_{22} + g^{33}\, R_{33} + g^{55}\, R_{55}) = k\, T_{55} = ?$$

$$R_{00} - \frac{1}{2} g_{00}\, (g^{00}\, R_{00} + g^{11}\, R_{11} + g^{22}\, R_{22} + g^{33}\, R_{33} + g^{55}\, R_{55}) = k\, T_{00} = k * w$$

Der dreidimensionale Spannungstensor wird vorübergehend in die Betrachtung nicht einbezogen! Das umfasst auch:

$$R_{aa} - \frac{1}{2} g_{aa}\, (g^{00}\, R_{00} + g^{11}\, R_{11} + g^{22}\, R_{22} + g^{33}\, R_{33} + g^{55}\, R_{55}) = k\, T_{aa} = k\, p_{aa}$$

Weiter sollen druckartige Terme in den restlichen Summen verschwinden:

$$R_{05} = k_{em} \Box A_0 = k\, T_{05} = k_{em} \mu_0\, \rho_{em}\, c$$

$$R_{r5} = k_{em} \Box A_r = k\, T_{r5} = k_{em} \mu_0\, \overrightarrow{Jem}$$

$$R_{r0} = k\, T_{r0} = k * w\, v/c$$

$$R_{55} - \frac{1}{2} g_{55} \left(g^{00}\, R_{00} + g^{55}\, R_{55}\right) = k\, T_{55} = ?$$

$$\frac{1}{2} R_{55} - \frac{1}{2} R_{00} = k\, T_{55} = ?$$

$$\frac{1}{2} R_{00} - \frac{1}{2} R_{55} = k\, T_{00} = k * w$$

In dieser Näherung entkoppeln el. Ladung, el. Strom, Masse und Massestrom (Impulse) voneinander.

Doch die unbekannte Dichte, die für die Divergenz von Φ steht, koppelt auch mit Energiedichte, bzw. Ruhmassedichte (sofern räumliche Impulse verschwinden). Im direkten Vergleich unterscheiden sich die zwei letzten Gleichungen nur um ein Vorzeichen. Dann müsste T_{55} für eine negative Energiedichte stehen.

$$\frac{1}{2} R_{55} - \frac{1}{2} R_{00} = k\, T_{55} = -k * w!$$

Auf dieses Ergebnis kamen schon Kaluza und Klein. Doch wie kann das gedeutet werden??

Reell oder imaginär? Einfluss auf die allgemeine Null-Divergenz klassischer Felder in linearer Näherung

$$div(\varphi(n)) = \gamma\, m \frac{\partial}{\partial x^{\mu}} \frac{\partial}{\partial x_{v}} \left(\frac{1}{r^{d-2+n}}\right)$$

$$div(\varphi(n)) = \gamma\, m \frac{\partial}{\partial x^{\mu}} \left(\frac{1}{r^{d-2+n+2}} * \begin{pmatrix} x \\ y \\ .. \end{pmatrix}\right)$$

$$div(\varphi(n)) = \gamma\, m \frac{\partial}{\partial x^{\mu}} \left(\frac{1}{(++)^{\frac{d+n}{2}}} * \begin{pmatrix} x \\ y \\ .. \end{pmatrix}\right)$$

$$div(\varphi(n)) = \gamma\, m\left(d * r^{-(d+n)} + (-d-n) * r^{-(d+n)-2+2}\right)$$

$$div(\varphi(n)) = \gamma\, m\left(d - (d+n)\right) * r^{-(d+n)}$$

Die Leerraum-Bedingung trifft allgemein zu, wenn n=0, d.h. wenn in einem d-dimensionalen Raum das Potential mit d-2 fällt. Dies trifft für alle bekannten weitreichenden Felder zu. Daraus müsste geschlossen werden, dass große Extradimensionen imaginär eingehen. Dies führt dann auf eine erweiterte d-dimensionale Wellengleichung, denn Formeln der Art

$$\Box \varphi = -\frac{\partial^2}{\partial u^2} \varphi + div(\varphi)$$

können Wellen-Lösungen ergeben. Voll ausgeschrieben und unter Berücksichtigung der Zeitabhängigkeit folgen mehrere Lösungsklassen (**x_{μ}** stehen hier nur für den reellen Raum):

E	$\frac{\partial}{\partial x^{\mu}}\frac{\partial}{\partial x_{\nu}}\varphi$	statische Divergenz
A	$-\frac{\partial^2}{c^2\partial t^2}\varphi+\frac{\partial}{\partial x^{\mu}}\frac{\partial}{\partial x_{\nu}}\varphi$	normale 4d-Wellengleichung
B	$-\frac{\partial^2}{\partial u^2}\varphi+\frac{\partial}{\partial x^{\mu}}\frac{\partial}{\partial x_{\nu}}\varphi$	wellenartig in Abhängigkeit von x_5
C	$-\frac{\partial^2}{\partial u^2}\varphi-\frac{\partial^2}{c^2\partial t^2}\varphi$	?
D	$-\frac{\partial^2}{\partial u^2}\varphi-\frac{\partial^2}{c^2\partial t^2}\varphi+\frac{\partial}{\partial x^{\mu}}\frac{\partial}{\partial x_{\nu}}\varphi$	allgemein

A ist die bekannte Wellengleichung. Dann ist **B** eine Wellengleichung, die in gewissem Sinne zeitlos ist. Sie verknüpft eine Verteilung im Raum mit einer Verteilung in der Extradimension. Wir könnten nur die Verteilung im Raum als statische Verteilung wahrnehmen. **C** ist quasi eine rein imaginäre Divergenz, die Zeit und Extradimension verknüpft. **D** ist der allgemeine Fall. **E** ist die statische Vakuum-Lösung.

Was bedeutet der Fall **B**? Unter Annahme einer Wellenlösung verändert sich die Verteilung im Raum nur für einen Beobachter, der in der Lage ist, seinen Ort in fünf Dimensionen zu ändern. Dies bedingt eine Phasenverschiebung **α** proportional der Translation entlang der Extradimension. Im normalen Raum tritt eine von Null verschiedene Divergenz auf, deren räumliches Integral einer Energie oder allgemein einer Ladung entsprechen kann.

Was bedeutet der Fall **C**? Hier tritt eine Zeitabhängigkeit zutage, die keine normale Wellengleichung sein kann. Die Ableitung nach der Zeit muss entgegengesetzt der Ableitung nach x_5 ein.

Bestimmung der fünf Skalierfaktoren über die Erhaltungssätze

Ladungs-Strom-Erhaltung unter der Annahme, dass (vorerst) konstante Skalierungsfaktoren eingehen:

$$\frac{\partial}{\partial x_{\mu}}T_{\mu 5}=\frac{\partial}{\partial x_5}\square u\phi+\frac{\partial}{\partial x_0}k_{em}\square\alpha A_0+\frac{\partial}{\partial x_b}k_{em}\square\beta A_b=0$$

$$\frac{\partial}{\partial x_{\mu}}T_{\mu 5}=\left(u_{;5}*\square\phi+u*\square\phi_{;5}\right)+k_{em}\left(\alpha_{;0}*\square A_0+\alpha\square A_{0;0}\right)$$
$$+k_{em}\left(\beta_{;b}*\square A_b+\beta*\square A_{b;b}\right)=0$$

$$\frac{\partial}{\partial x_{\mu}}T_{\mu 5}=\left(u*\square\phi_{;5}\right)+k_{em}\left(\alpha\square A_{0;0}\right)+k_{em}\left(\beta*\square A_{b;b}\right)=0$$

Die typische Erhaltung geht nur auf, wenn **α=β** und geht fünfdimensional auf, wenn der Faktor **u** gleichartig skaliert. Eine Metrik kann als relative Skalierung aufgefasst werden, daher wird die Skalierung mit dem neuen Skalarfeld identifiziert.

$$\frac{\partial}{\partial x_{\mu}}T_{\mu 5}=\left(\phi*\square\phi_{;5}\right)+k_{em}\left(\phi*\square A_{0;0}\right)+k_{em}\left(\phi*\square A_{b;b}\right)=0$$

die erweiterte Energie-Impuls-Erhaltung

$$\frac{\partial}{\partial x_{\mu}} T_{\mu 0} = \frac{\partial}{\partial x_5} \Box g_{50} + \frac{\partial}{\partial x_0} \Box g_{00} + \frac{\partial}{\partial x_b} \Box g_{b0} = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x_{\mu}} T_{\mu 0} = k_{em} \left(\phi \Box A_{0;5} \right) + \left(\Box g_{00;0} + {k_{em}}^2 \left(\gamma \Box (A_0 A_0) \right)_{;0} \right) + \left(\Box g_{bb;b} + {k_{em}}^2 \left(\delta \Box (A_b A_b) \right)_{;b} \right) = 0$$

Energie-Impuls-Erhaltung geht auf, wenn **γ=δ**. Dies bedingt fünfdimensional die Einsetzung des Quadrats des Skalarfelds. Dann lautet die Kaluza-Klein-Metrik

$$g_{55} = \phi^2$$

$$g_{a5} = g_{5a} = \phi * k_{em} * A_a$$

$$g_{\mu v}{}' = g_{\mu v} + \phi^2 * {k_{em}}^2 * A_{\mu} A_v$$

Bestimmung der fünften Geschwindigkeitskomponente im differentiellen Wegelement

Fünfdimensionale Anteile der Metrik definieren nur dann eine Abweichung vom typischen differentiellen Wegelement, wenn der Weg eines Probeteilchens eine Komponente entlang X_5 aufweist:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 = g_{\mu v}\, dx^{\mu}\, dx^{v} = g_{\mu v}\, v^{\mu}\, dt\, v^{v}\, dt$$

Diese führt auf eine fünfdimensionale Invarianz, die die vierdimensionale theoretisch verletzen kann.

$$c^2 = \phi^2 \cdot v^5 v^5 + g_{00}\, c^2 + g_{05}\, v^5 c + g_{r5}\, v^5 c + g_{0r}\, v\, c + g_{rr}\, v\, v$$

$$c^2 = \phi^2 \cdot v^5 v^5 + g_{00} c^2 + \frac{k_{em}}{c} \frac{e}{4\pi\, \varepsilon_0\, r}\, v^5 c + k_{em} A\, v\, v^5 + g_{0r}\, v\, c\, + g_{rr}\, v\, v$$

Da nun $dx_5/dt=v_5$ auch in das elektrostatische Potential und das magnetische Vektorpotential eingeht, muss es, zumindest in unserem Universum, eine konstante Größe wie die Lichtgeschwindigkeit sein.

$$\Gamma^{\mu}_{5v} = \frac{1}{2} g^{\mu\mu} \cdot \left(g_{5\mu;v} - g_{5v;\mu} \right) \sim F_{\mu v}$$

$$F_{\mu v} = \left(\frac{\partial}{\partial x^{\mu}} A_v - \frac{\partial}{\partial x^{v}} A_{\mu} \right) \sim B, E/c$$

$$F_{lorentz} = e\, (c, \vec{v}) \times \left(\frac{\partial}{\partial x^{\mu}} A_v - \frac{\partial}{\partial x^{v}} A_{\mu} \right)$$

$$a = \Gamma^{\mu}_{5v} * v^5 * v^v = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{16\pi\, \gamma}{c^4\, \mu_0}} \left(A_{\mu;v} - A_{v;\mu} \right) * v^5 * v^v$$

$$F = \Gamma^{\mu}_{5v} * v^5 * v^v * m^* = v^5 * v^v * \frac{e}{\sqrt{\gamma\, 4\pi\, \varepsilon_0}} \sqrt{\frac{4\pi\, \gamma}{c^4\, \mu_0}} \left(A_{\mu;v} - A_{v;c}\right)$$

$$\Gamma^{\mu}_{5v} * v^5 * v^v * m^* = v^5 * v^v * e \frac{1}{c} \left(A_{\mu;v} - A_{v;\mu}\right)$$

In dieser Näherung folgt die Lorentzkraft auf eine gegebene Ladung dann korrekt, wenn $\mathbf{v_5}$ ebenfalls vom Betrag der Lichtgeschwindigkeit **c** ist. Das ist natürlich eine Konvention, die der Empirie geschuldet ist! Es mag immer noch möglich sein, dass der Betrag vom Ort im fünfdimensionalen Raum abhängt. Aber um die Theorie möglichst einfach zu halten, sollte davon ausgegangen werden, dass diese Naturkonstante auch bei Einbeziehung zusätzlicher Koordinaten eine solche bleibt. Diese ist ein Ausdruck der allgemeinen Invarianz aller Naturgesetze gegenüber Koordinatentransformationen.

Die Erweiterung des differentiellen Wegelements lautet dann:

$$ds^2 = \phi^2 \cdot\ dx_5^2 + g_{00}c^2dt^2 + \phi \quad k_{em}\frac{\varphi}{c}\ c\ dt\ dx_5 + \phi \quad k_{em}A\ dr\ dx_5\ + g_{0r}\ dr\ c\ dt\ + g_{rr}\ dr^2$$

$$ds^2 = \phi^2 \cdot\ c^2dt'^2 + g_{00}c^2dt^2 + \phi \quad k_{em}\frac{\varphi}{c}\ c^2\ dt\ dt' + \phi \quad k_{em}A\ dr\ c\ dt'\ + g_{0r}\ dr\ c\ dt \\ + g_{rr}\ dr^2$$

dx_5 kann -rein mathematisch- als zeitartiges Intervall dt‘ dargestellt werden.

Ein veränderliches Φ verändert somit das differentielle Wegelement. Zum Beispiel verändert sich ein bestimmter räumlicher Abstand. Die einfachste Variation wäre

$$ds' = \sqrt{dr^2 + \phi^2 \cdot dx_5^2}$$

Dies betrifft also keine Veränderung im normalen Raum. Der Effekt bestimmt die Veränderung mit zunehmendem x_5. Ein bestimmter räumlicher Abstand nimmt mit x_5 zu oder ab, auch bei konstantem Φ (erweiterte Minkowski-Metrik). Der Zusammenhang ist dem Raumzeit-Zusammenhang ähnlich, wenn x_5 hier imaginär angesetzt wird und der quadratische Abstand somit negativ eingeht.

$$ds'(x_5 = 0) = dr$$

$$ds'(x_5, -\phi^2) < dr$$

Eine gegebene Länge (z.B. Wellenlänge) erscheint dann um den Faktor γ^5 relativistisch verkürzt:

$$\frac{ds'}{dr} = \gamma^5 = \sqrt{1 - \phi^2 \cdot \frac{dx_5^2}{dr^2}}$$

Dies ist ein relativistischer Effekt, der auch bei Teilchen in relativer Ruhe auftreten würde. Dies bedingt auch eine erhöhte Dichte:

$$\rho' = \rho * \gamma^{5^{-1}} = \frac{\rho}{\sqrt{1 - \phi^2 \cdot \frac{dx_5^2}{dr^2}}}$$

Das kann, je nach Art des betrachteten Systems, verschieden interpretiert werden. Angewandt auf ein Ensemble gleicher Teilchen entspricht die Erhöhung der Dichte möglicherweise einer Abnahme der Entropie. Diese Interpretation hängt vom Verhältnis von x_5 zur Zeitachse ab. Ausgehend von dieser Interpretation entspräche der neue geometrische Freiheitsgrad einer Organisationsstufe (abnehmende Entropie – zunehmende Struktur).

Realität und Realitätsgradient, Quantenmechanik.

Allgemein bedeutet eine Verschiebung entlang x_5 ein „Herausdriften" aus einem bestimmten dreidimensionalen Unterraum.

Ein möglicher Ansatz soll wesentliche Eigenschaften ergeben:

$$g(r^{\mu}) = \gamma \frac{m}{(r^2 + x_5^2)} = \gamma \frac{m(x_5)}{r^2}$$

bei konstantem Abstand r erscheint mit zunehmender Entrückung x_5 die Schwerkraft zunehmend schwächer. Aus dreidimensionaler Sicht scheint die Masse m in einem bestimmten Volumen zu verschwinden.

$$g(r^{\mu})4\pi\, r^2 = \gamma \frac{4\,\pi\, m}{(1 + x_5^2/r^2)} = \gamma 4\,\pi\, m(x_5)$$

$$\frac{m_0}{(1 + x_5^2/r^2)} = m(x_5)$$

Das grundlegende Verhalten muss alle bekannten Ladungstypen betreffen, welche normalerweise als vierdimensionale Erhaltungsgrößen angesehen werden. Somit kann verallgemeinert werden. Eine Größe erscheint **reell**, wenn sie im bekannten Erfahrungsraum $\mathbf{R_3}$ verortet ist. Entsprechend sei der Realitäts-Faktor $\mathbf{R(x_5)}$ eine Beschreibung der Realität oder Realisierung eines physischen Objekts in diesem Erfahrungsraum.

$$R(x_5) = \frac{1}{(1 + x_5^2/r^2)}$$

Die allgemeine Ableitung ist dann ein **Realitäts-Gradient**.

$$R'(x_5) = \frac{-2x_5\ /r^2}{(1 + x_5^2/r^2)^2}$$

Der erste Ansatz liefert wichtige Eigenschaften des Realitäts-Faktors: Er muss maximal gegen eins gehen und sollte in Analogie zu einer Wahrscheinlichkeitsdichte immer positiv ausfallen.

Warum wird der Begriff der Realität hier angewandt? Die bekannten Wechselwirkungen werden mit zunehmender Drift gedämpft. Unter anderem lässt so zum Beispiel elektrostatische Abstoßung nach. Diese ist aber essentiell für jegliche Wahrnehmung eines Objektes im Allgemeinen.

Wie immer spielt die Relativität von Koordinaten eine wesentliche Rolle. Was zu der Frage führt, warum Verletzungen des Erhaltungsprinzips im Allgemeinen nicht beobachtet werden. Was hält etwa einen Planeten in unserem Universum? Auch eine vermutete Imaginarität zusätzlicher Dimensionen kann die Frage nicht insgesamt beantworten.

Ein fünfdimensionales Modell des Universums

Die mathematische Beschreibung des Elektromagnetismus im Rahmen der Kaluza Klein Theorie erfordert für elektromagnetische Ladungen eine Geschwindigkeitskomponente in Richtung der Zusatzdimension. Das bedingt einen elementaren Impuls proportional zur elektrischen Ladung.

$$p^5 = v^5 * m^* = c * \frac{e}{\sqrt{\gamma\, 4\pi\, \varepsilon_0}} = \sqrt{\frac{c^2 e^2}{\gamma\, 4\pi\, \varepsilon_0}}$$

$$\frac{p^5}{p_{Lp}} = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\, \varepsilon_0 * \hbar * c}} = \alpha_{em}^{1/2} \approx \frac{1}{11{,}7}$$

Dieser Impuls entspricht dem 11,7ten Teil des Planckimpulses.

Dann stellt sich die Frage, warum geladene Teilchen – gemäß aller Beobachtung – keine Tendenz zeigen, „abzudriften“. Hier bieten sich verschiedene Möglichkeiten an. Bekannte Möglichkeiten involvieren besondere Geometrie oder Bindungen für die es weder empirische noch nachvollziehbare mathematische Herleitungen gibt. Sie werden als Zusatzbedingungen in die Theorie gegeben und verkomplizieren diese in vielen Fällen:

- „Confinement“ für alle Teilchen außer Gravitonen
- Kompaktifizierung der Zusatz-Dimensionen
- Bulk-Modelle

Eine neue Möglichkeit soll hinzugefügt und auf ihre Konsequenzen geprüft werden:

1) die Zusatzdimensionen seien reell und unendlich ausgedehnt; erst spezielle Umstände sollen sie imaginär erscheinen lassen
2) das bekannte Universum sei in seiner Gesamtheit eine dreidimensionale Äquipotential-Hyperfläche der Skalarfelder $\mathbf{g_{55}}$ und $\mathbf{g_{00}}$
3) das bekannte Universum sei in seiner Gesamtheit eine Art begrenzte Anregungszone im größeren, fünfdimensionalen Makroraum und das Extremum der Skalarfelder $\mathbf{g_{55}}$ und $\mathbf{g_{00}}$. Alle Teilchen mit Impuls $\mathbf{p_5}$ folgen der fünfdimensionalen Krümmung in Richtung zu diesem extremalen Potential, dass unserem Erfahrungsraum entspricht.
4) Quantenmechanisch betrachtet könnte dieser Ansatz zu stehenden Wellenformen führen, somit könnten die bekannten elektrischen Ladungen Minima einer Lösungsfunktion darstellen

Dieser Ansatz kann über Christoffel-Symbole definiert und quantifiziert werden.

- Ein (vierdimensional) skalares Feld sei gegeben, welches im gesamten Raum $\mathbf{R}_3$ konstant und zeitunabhängig ist. Dieses soll so wirken, dass Teilchen mit Impulskomponenten $\mathbf{p}_5$ immer in den Raum $\mathbf{R}_3$ zurückgeführt werden. Dieses Potential-Feld hängt fünfdimensional gesehen nur von $\mathbf{x}_5$ ab und ergänzt die Geometrie des Universums an sich, die Geometrie des leeren Raums.
- Weiterhin soll auch die Zeit eine reelle Dimension darstellen, aber unter zu bestimmenden Umständen imaginär erscheinen.

Ergänzt man die FLRW-Metrik so, dass der zeitartige Basisvektor stets orthogonal zu den räumlichen Basisvektoren ist, zeigt sich, dass die Krümmung der so beschriebenen Raumzeit stets Null ist. Bedenkt man, wie die FLRW-Metrik ursächlich hergeleitet wird, war das zu erwarten. Unser Raum ist hier ein Unterraum eines flachen 4d-Raums, dessen vierte Komponente lediglich „versteckt“ wird.

Soll dennoch eine Krümmung folgen, kommt man zu dem Schluss, dass entlang der „Entwicklungsrichtung“ eine weitere Komponente ins Spiel kommen muss. Eine Möglichkeit wäre eine Art Retardierung der Metrik entlang der Entwicklungsrichtung. Dies ist aus unserer Sicht aber die Zeit selbst! Dieser Schluss bedingt, dass unser 3d-Raum nur eine Art Wellenfront konstanter Phase, hier konstanter Metrik ist und Teil einer vierdimensional ausgebreiteten Anregungszone in einem größeren Raum. Dies lässt sich nur teilweise als Blockuniversum darstellen.

Diese Interpretation ermöglicht es, eine Wirkung auf die im Raum enthaltene Energie und Materie darzustellen. Sie folgen bestimmten Geodäten, die über Komponenten der Christoffelsymbole bestimmbar sind.

$$\Gamma^{r}_{\mu\nu} = \frac{1}{2} g^{rm} \cdot \left(g_{\mu m;\nu} + g_{m\nu;\mu} - g_{\mu\nu;m} \right) = 0$$

$$\Gamma^{0}_{\mu\nu} = \frac{1}{2} g^{0m} \cdot \left(g_{\mu m;\nu} + g_{m\nu;\mu} - g_{\mu\nu;m} \right) <> 0$$

Eine Erweiterung auf fünf Dimensionen ist möglich. Doch müsste man aus empirischen Gründen annehmen, dass eine Ausbreitung oder Unschärfe eng begrenzt und wohl zeitlich konstant ist. Sie darf also nur von der fünften Dimension abhängen.

$$\Gamma^{5}_{\mu\nu} = \frac{1}{2} g^{5m} \cdot \left(g_{\mu m;\nu} + g_{m\nu;\mu} - g_{\mu\nu;m} \right) <> 0$$

Die Vorgabe der erlaubten Christoffelsymbole kann man als Zwangsbedingung an die enthaltene Materie auffassen! Besonders, da in der ART alle Materie, unabhängig von ihrer Masse, denselben Geodäten folgen muss. Sie ist frei bezüglich der ungestörten räumlichen Koordinaten, aber nicht in Zeit und Extradimension.

Materie unterläge dann einer gewissen Zwangsbedingung, wenn sie in Extrema der postulierten Felder liegend diese nicht verlassen kann und ev. – im Sinne der Quantenmechanik – sogar gerade deshalb als Resultat stehender Wellenfelder in Erscheinung tritt. Das könnte auch als Erklärung dafür dienen, dass bestimmte Teilchen stabil sind, andere instabil. Denn es wären natürlich auch angeregte Zustände vorstellbar. Somit wären Eigenschaften der bekannten Materie mit Eigenschaften des Universums als Ganzem gekoppelt.