

Einstein - Theorien VIII.

$\sigma - \alpha - \gamma$ - Theorien

1. Die Theorie der Gravitation.

Die Theorie der Relativität.

Erste 1945/46.

Die Theorie der Gravitation ist die Theorie der Relativität in
einem allgemeinen Fall.

Variationsprinzip für neue ~~alte~~ Feldgleichungen. (fortgesetzt).

$g_{ik} + f_{ik} = h_{ik}$ $g = \text{Det. } g_{ik}$ $r^2 = 1 + 2\gamma_1 - \gamma_2^2$ (Vorbereitungen. γ_1, γ_2 wie in Arbeit S. 4.45.)
 $h = \text{Det. } h_{ik} = g \cdot r^2$

$h^{ik} = g^{ik} + f^{ik}$
 $h^{ik} h_{io} = (g^{ik} + f^{ik})(g_{io} + f_{io}) = \delta^k_o + f^k_o + f^k_o + f^{ik} f_{io}$ Indes prüfen mit g_{ik} . h^{ik} sind allg. mit g_{ik} Minimum.

Prüfung δ :
 $\delta R^{ik}_{klm} = -(\delta \Delta^{ik}_{kl})_{:m} + (\delta \Delta^{ik}_{km})_{:l} = -\frac{\partial \delta \Delta^{ik}_{kl}}{\partial x_m} + \frac{\partial \delta \Delta^{ik}_{km}}{\partial x_l} +$
 $\left. \begin{aligned} & - \delta \Delta^{ik}_{kl} \cdot \Delta^{im}_{sm} + \delta \Delta^{ik}_{sl} \cdot \Delta^{sm}_{km} + \delta \Delta^{ik}_{ks} \cdot \Delta^{sm}_{lm} \\ & + \delta \Delta^{ik}_{km} \cdot \Delta^{im}_{sl} - \delta \Delta^{ik}_{sm} \cdot \Delta^{sm}_{kl} - \delta \Delta^{ik}_{ks} \cdot \Delta^{sm}_{ml} \end{aligned} \right\} =$ Zu bezeugend.
 $= -\frac{\partial \delta \Delta^{ik}_{kl}}{\partial x_m} + \frac{\partial \delta \Delta^{ik}_{km}}{\partial x_l} + \delta (\Delta^{sm}_{km} \Delta^{im}_{sl} - \Delta^{im}_{sm} \Delta^{sm}_{kl}) + 2U^s_{em} \delta \Delta^{ik}_{ks}$

$\delta R^{ik}_{klm} = -(\delta \Delta^{ik}_{kl})_{:m} + (\delta \Delta^{ik}_{km})_{:l} - 2U^s_{em} \delta \Delta^{ik}_{ks}$

$\delta R_{kl} = -(\delta \Delta^{\alpha}_{kl})_{:\alpha} + (\delta \Delta^{\alpha}_{kl})_{:l} - 2U^s_{e\alpha} \delta \Delta^{\alpha}_{ks}$

Gilt der Satz über partielle Integration mit dem Axiom auf p. 4.45. Δ , kann das alles nur die $\sqrt{-g}$ (oder auch durch K_{ik} usw.) in δ überführt.

$\int dx^4 \sqrt{-g} (A_{:l} B^{:l} + A^{:l} B_{:l}) = \int dx^4 \sqrt{-g} (AB)_{:l}$ höher richtig. $AB = \text{Konst.}$

$(AB) = p^{kl}$ $p^{m:l} = \frac{\partial p^m}{\partial x_l} + p^{\alpha} \Delta^m_{\alpha l}$ $p^{l:l} = \frac{\partial p^l}{\partial x_l} + p^{\alpha} \Delta^l_{\alpha l}$

$\sqrt{-g} p^{l:l} = \frac{\partial \sqrt{-g} p^l}{\partial x_l} - \cancel{\sqrt{-g} p^l \frac{\partial \sqrt{-g}}{\partial x_l}} + p^l \Delta^{\alpha}_{l\alpha} \sqrt{-g} =$
 $= \frac{\partial \sqrt{-g} p^l}{\partial x_l} + \sqrt{-g} p^l (\Delta^{\alpha}_{l\alpha} - \frac{1}{\sqrt{-g}} \frac{\partial \sqrt{-g}}{\partial x_l}) = \frac{\partial \sqrt{-g} p^l}{\partial x_l} + \sqrt{-g} p^l (\Delta^{\alpha}_{l\alpha} - \{\alpha l\})$
 $= \frac{\partial \sqrt{-g} p^l}{\partial x_l} + \sqrt{-g} p^l U^{\alpha}_{l\alpha}$ in unserem Falle. δp : gruppiert in δ .

Deswegen gelten $\delta h^{ik} \leftrightarrow \delta h_{ik}$ d. h. $\delta f^{ik} \leftrightarrow \delta f_{ik}$:

$f^{ik} = g^{ir} g^{ks} f_{rs}$ $\delta f^{ik} = g^{ir} g^{ks} \delta f_{rs} + g^{ir} f_{rs} \delta g^{ks} + g^{ks} f_{rs} \delta g^{ir} =$
 $= g^{ir} g^{ks} \delta f_{rs} = g^{ir} f_{rs} g^{kl} g^{sm} \delta g_{lm} - g^{ks} f_{rs} g^{il} g^{jm} \delta g_{lm}$
 $=$ ganz in üblicher Weise.

$$(g^{kl} + f^{kl}) R_{kl} = R, \text{ say.}$$

Toussaint Louverture 2. July 1793 Der ^{geoffenhalten} ~~Wirt~~ ^{Drumher}

Wir haben also, wie richtigst zu dem vorliegenden Fall:

$$\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial x} = \frac{\partial x'_2}{\partial x} \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial x'_2}$$

$$dx_1 = dx'_2 \frac{\partial x_2}{\partial x'_2}$$

$$\frac{\partial x_i}{\partial x'_n} \frac{\partial x_m}{\partial x'_s} \text{ is } \frac{\partial}{\partial x_n} \left(\frac{\partial x'_n}{\partial x_e} \frac{\partial x'_q}{\partial x_m} g_{pq} x^i + \dots \right)$$

$$\frac{\partial x_i}{\partial x'_i} g_{rs} \frac{\partial x'_r}{\partial x'_s} g_{rs} = \delta^i_l$$

$ds^2 = -dx_1^2 - dx_2^2 - dx_3^2 + dx_4^2$ ~~man~~ ~~magst~~ ~~mit~~ ~~Levitz~~ ~~transform~~ ~~also~~, ~~von~~
 geben die ~~man~~ ~~langen~~ ~~man~~ ~~der~~ ~~Erpt~~. $\frac{1}{c} = \kappa$ $\beta = \sqrt{\kappa^2 - 1}$

$$dx_4 = -dx_1 \sin \varphi + dx_2 \cos \varphi$$

$$dx_4 = \kappa dx_1' + \sqrt{\kappa^2 - 1} dx_4'$$

$$1. \quad \sqrt{1-x^2} \cdot dx' + \kappa dx_4$$

$$dx_4 = \sqrt{k-1} \, dx_1$$

$$x_1 = \kappa x'_1 + \sqrt{\kappa^2 - 1} x'_4$$

$$x_4 = \sqrt{\kappa^2 - 1} x_1' + \kappa x_4$$

$$\frac{1}{\sqrt{1-\rho^2}} = \kappa \quad \frac{\beta}{\sqrt{1-\rho^2}} = \sqrt{\kappa^2 - 1}$$

$$K^2 = \frac{1}{2}$$

$$1 - \beta^2 = \kappa^{-2} \quad \beta^2 = 1 - \frac{1}{\kappa^2} =$$

$$A = \frac{\sqrt{K^2 - 1}}{2}$$

$$\frac{1}{\pi}$$

$$dx_1 = \kappa dx_1' + \left(\frac{\lambda x_4}{\sqrt{\kappa^2 - 1}} + \sqrt{\kappa^2 - 1} \right) dx_4' \quad \left\{ \begin{array}{l} ds^2 = -dx_1'^2 - dx_2'^2 - dx_3'^2 + dx_4'^2 + \end{array} \right.$$

$$dx_4 = \sqrt{\kappa^2 - 1} \, dx_1' + \left(\frac{\lambda x_1}{\sqrt{\kappa^2 - 1}} + \kappa \right) dx_4' \Bigg\} + \mathcal{L}^{(2)}$$

$$Z = 2dx_1/dx_4 \left(-\frac{\kappa \cdot 2x_4}{\sqrt{\kappa^2-1}} + \frac{2\sqrt{\kappa^2-1} \cdot x_1}{\sqrt{\kappa^2-1}} \right) + dx_4^2 \left[\frac{2^2}{\kappa^2-1} (-x_4^2 + x_1^2) \right] = 2dx_4 + \frac{2dx_1}{\sqrt{\kappa^2-1}}$$

$$= -2 dx'_1 dx'_4 \cdot \frac{\lambda}{\sqrt{\kappa-1}} x'_4 + dx'^2_4 \left[\frac{\lambda^2}{\kappa-1} (x'^2_1 - x'^2_4) + 2 \frac{\lambda}{\sqrt{\kappa-1}} x'_1 \right] \text{ (exact)}$$

$$\text{for } \lambda = \frac{\epsilon}{\sqrt{\kappa^2 - 1}} = \frac{\partial \kappa}{\partial x_4} = \frac{d\kappa}{\sqrt{\cdot}} = \frac{\sum dx_i}{\sqrt{\cdot}} \quad \kappa = \text{Cot } \gamma \quad d\kappa = \frac{d\gamma}{\sin^2 \gamma}$$

$$\frac{dn}{\sqrt{n^2-1}} = \frac{z}{2} dx'_4 \quad n = \cosh z \quad \sqrt{n^2-1} = \sinh z$$

$$dy = \frac{\varepsilon}{2} dx_1' \quad \sqrt{k^2 - 1} = \operatorname{sn} y$$

$$y = \frac{\varepsilon}{\frac{1}{2}} x_u' + \text{const.}; \quad \kappa = \text{Cof} \left(\frac{\varepsilon x_u' + \dots}{\frac{1}{2}} \right)$$

$$Z = - \int \varepsilon x'_4 dx'_1 dx'_4 + \left(\frac{\varepsilon^2}{4} (x'_1{}^2 - x'_4{}^2) + \varepsilon x'_1 \right) dx'_4{}^2 \quad (\text{exact}).$$

flüchtig & klein ist oder bloß mit klein $\text{Dreieck } (x_1, x_2)$ beschriftet wird

$$ds^2 = -dx_1'^2 - dx_2'^2 - dx_3'^2 - \varepsilon x_4' dx_1' dx_4' + (1 + \varepsilon x_1') dx_4'^2 \quad (\text{angenähert})$$

$$= -dx_1'^2 - \dots - \sum x_4' dx_1' dx_4' + \left(1 + \sum x_1' + \frac{\sum}{4} (x_1'^2 - x_4'^2)\right) dx_4' \quad (\text{exact}).$$

$$\text{für: } x_1'' = x_1' + \frac{\varepsilon}{4} x_4'^2; \quad dx_1''^2 = dx_1'^2 + \varepsilon x_4' dx_1' dx_4' + \frac{\varepsilon}{4} x_4'^2 dx_4'^2; \quad \text{dann}$$

$$= -\alpha_1'^2 - \alpha_2'^2 - \alpha_3'^2 + (1 + \varepsilon \alpha_1') \alpha_4'^2 \quad (\text{angenähert}). \quad \text{mitgebt}$$

$$\left\{ x_1 = \kappa \left(x_1'' - \frac{\varepsilon}{4} x_4'^2 \right) + \sqrt{\kappa^2 - 1} x_4' \right\} \text{ near point } (\varepsilon \ll 1): \kappa = 1, \text{ ~~Wohl~~$$

$$x_4 = \sqrt{\kappa^2 - 1} \left(x_1'' - \frac{\varepsilon}{y} x_4' \right) + \kappa x_4'$$

$$x_1 = x_1' + \frac{\varepsilon}{4} x_4'^2 \quad \}$$

$$x_4 = \frac{\varepsilon}{2} x_4' x_1'' + x_4' \left\{ \begin{array}{l} \text{negligierbar,} \\ \varepsilon^2 \text{ vernachlässigt.} \end{array} \right.$$

Noten: Die Transformations:

$$\left. \begin{aligned} x &= x' + \frac{\epsilon}{4} t'^2 \\ t &= \frac{\epsilon}{2} t' x' + t' \end{aligned} \right\} \text{vermutlich } ds^2 = -dx^2 + dt^2 \text{ in } x, t?$$

$$dx = dx' + \frac{\epsilon}{2} t' dt' \quad dt = (1 + \frac{\epsilon}{2} x') dt' + \frac{\epsilon}{2} t' dx'$$

$$\begin{aligned} -dx^2 + dt^2 &= -dx'^2 - \epsilon t' dx' dt' + (1 + \epsilon x') dt'^2 + \epsilon t' dx' dt' \\ &= -dx'^2 + (1 + \epsilon x') dt'^2 \end{aligned} \quad \text{Mittel. } (\epsilon^2 \text{ vernachlässigt}).$$

In was vermutet ist bei dieser Transformation in x, t

Raumzeit für f_{12} -Tensor?

Man benötigt die Rücktransformation.

$$\frac{\partial f}{\partial x'_k} = \frac{\partial f}{\partial x_l} \frac{\partial x_l}{\partial x'_k}$$

$$\left. \begin{aligned} x' &= x - \frac{\epsilon}{4} t^2 \\ t' &= t - \frac{\epsilon}{2} tx \end{aligned} \right\}$$

in $\frac{\partial x_l}{\partial x'_k}$ sind

$$f'_{12} = f_{12} \frac{\partial x_l}{\partial x'_1} \frac{\partial x_m}{\partial x'_2}$$

$\frac{\partial x_l}{\partial x'_k}$	1	2	3	4
1'	1	0	0	$\frac{\epsilon}{2} t'$
2'	0	1	0	0
3'	0	0	1	0
4'	$\frac{\epsilon}{2} t'$	0	0	$1 + \frac{\epsilon}{2} x'$

$$f'_{23} = f_{23}$$

$$f'_{31} = f_{31} + f_{34} \frac{\epsilon}{2} t'$$

$$f'_{12} = f_{12} + f_{42} \frac{\epsilon}{2} t'$$

$$f'_{14} = f_{14} (1 + \frac{\epsilon}{2} x') + f_{44} \frac{\epsilon}{2} t'$$

$$f'_{24} = f_{24} (1 + \frac{\epsilon}{2} x') + f_{21} \frac{\epsilon}{2} t'$$

$$f'_{34} = f_{34} (1 + \frac{\epsilon}{2} x') + f_{30} \frac{\epsilon}{2} t'$$

freilich sind f_{23} und f_{14} von Null verschieden, dann muß bloß f'_{23} und f'_{14} sein:

$$f'_{23} = f_{23} \quad f'_{14} = f_{14} (1 + \frac{\epsilon}{2} x')$$

$$f'^{23} = f_{23} \quad f'^{14} = -f_{14} (1 - \frac{\epsilon}{2} x')$$

$$g_{11} = g_{22} = g_{33} = -1$$

$$g_{44} = (1 + \epsilon x')$$

$$g^{44} = (1 - \epsilon x')$$

$$\sqrt{-g} = 1 + \frac{\epsilon}{2} x'$$

$$I_1 = \frac{1}{2} (f'_{23} f'^{23} + f'_{14} f'^{14}) = \frac{1}{2} (f_{23}^2 - f_{14}^2)$$

$$I_2 = \frac{f'_{23} f'_{14}}{\sqrt{-g}} = f_{23} f_{14}$$

Beachte: $\sqrt{-g}$ hat $\sqrt{g}$.

also das ist richtig. Man oder irgendein anderer Raumzeit $\neq 0$ angenommen wird, so wird der f -Tensor zeitabhängig.

Das der f -Tensor auf die $\{\}$ in t übertragen wird, dann ist nicht zu erwarten.

Die Komponenten der Krümmungstensor 1. von Hand, d.h. werden der Ordnung ϵ^2 .

Die gekrümmten Riemann sind von der Ordnung ϵ .

Die ϵ abh. müssen auf bloß von der Ordnung ϵ^2 werden.

o B.c.m. wird ϵ viel wie $-B.c.m.$ sein.

Man hat hier wohl zwei zu berücksichtigen, dass wie der Krümmungstensor, so ist der Hesse Teil des Krümmungstensor nicht vernachlässigbar, und mit f zusammenhängt. Das ist aber nicht zu erwarten, wenn man das nachprüft. Das ist aber nicht zu erwarten.

Man kann hier jetzt zeigen, dass die Krümmungstensor f ist, und dass die Krümmungstensor f ist, und dass die Krümmungstensor f ist.

$$ds^2 = -g^{-1} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2 + g dt^2 \quad \text{(abwachen!)} \quad \left. \begin{aligned} -g &= r^4 \sin^2 \theta \\ \sqrt{-g} &= r^2 \sin \theta \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} g &= e^v \\ v &= 1 - \frac{2m}{r} \end{aligned} \right\}$$

Dann f_{23}, f_{14} Durchrechnen. r, θ, ϕ oder θ, r .

$$\begin{aligned} f'_{23} &= f_{23} r^2 \sin \theta & f'_{14} &= f_{14} \\ f'^{23} &= f_{23} \frac{1}{r^2 \sin \theta} & f'^{14} &= -f_{14} \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} f'_{23} &= f_{23} r^2 \sin \theta \\ f'^{23} &= f_{23} \frac{1}{r^2 \sin \theta} \end{aligned} \right\} \text{Dann sind die Zusammenhangskoeffizienten}$$

$$\delta f'_{14} = \Gamma_{1e}^s dx_e f'_{s4} + \Gamma_{4e}^s dx_e f'_{1s} \quad \delta f'_{23} = \Gamma_{2e}^s dx_e f'_{s3} + \Gamma_{3e}^s dx_e f'_{2s}$$

$$= \Gamma_{1e}^1 dx_e f'_{14} + \Gamma_{4e}^4 dx_e f'_{14} = (\Gamma_{1e}^1 + \Gamma_{4e}^4) dx_e f'_{14} \quad \left. \begin{aligned} \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \\ \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \\ \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \end{aligned} \right\} \quad (l=1)$$

$$\delta f'_{23} = \Gamma_{2e}^s dx_e f'_{s3} + \Gamma_{3e}^s dx_e f'_{2s} = (\Gamma_{2e}^2 + \Gamma_{3e}^3) dx_e f'_{23}$$

$$= (\frac{2}{r} dx_1 + \cot \theta dx_2) f'_{23} \quad \left. \begin{aligned} \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \\ \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \\ \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \end{aligned} \right\} \quad (l=1)$$

$$= (\frac{2}{r} dr + \cot \theta d\theta) f'_{23} \quad \left. \begin{aligned} \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \\ \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \\ \frac{1}{2} v' &= \frac{1}{2} \frac{v}{r} \end{aligned} \right\} \quad (l=2)$$

$$\text{de facto: } \delta (f_{23} r^2 \sin \theta) = f_{23} (2r \sin \theta dr + r^2 \cos \theta d\theta) = (\frac{2}{r} dr + \cot \theta d\theta) f_{23}$$

$$3. \text{ L. } \delta f'_{14} = \Gamma_{1e}^s dx_e f'_{s4} + \Gamma_{4e}^s dx_e f'_{1s} = \Gamma_{1e}^1 dx_e f'_{14} + \Gamma_{4e}^3 dx_e f'_{23}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{gib} & \Gamma_{4e}^3 \text{ mit} \\ \text{und} & f'_{23} = \pm f'_{14} \text{ sein.} \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} \text{aber nicht!} \\ \text{wegen} & \text{abw.} \end{aligned} \right\}$$

$$e_{ik,e} = e_{sk} \Delta^s_{ie} + e_{is} \Delta^s_{ek} \quad \Delta = \Gamma + U$$

$$e_{ik,e} = e_{sk} \Gamma^s_{ie} + e_{is} \Gamma^s_{ek} + e_{sk} U^s_{ie} + e_{is} U^s_{ek}$$

$$e_{ki,e} = e_{si} \Gamma^s_{ke} + e_{es} \Gamma^s_{ei} + e_{si} U^s_{ke} + e_{es} U^s_{ei}$$

~~Wiederholung~~

$$e_{ik,e} = \underbrace{g_{sk} \Gamma^s_{ie} + g_{is} \Gamma^s_{ek} + f_{sk} \Gamma^s_{ie} + f_{is} \Gamma^s_{ek}}_{\text{sym.}} + \underbrace{g_{sk} U^s_{ie} + g_{is} U^s_{ek} + f_{sk} U^s_{ie} + f_{is} U^s_{ek}}_{\text{sym.}}$$

$$\text{sym. } e_{ik,e} = g_{sk} \Gamma^s_{ie} + g_{is} \Gamma^s_{ek} + f_{sk} U^s_{ie} + f_{is} U^s_{ek} \quad (40)$$

$$\text{Hilf. } e_{ik,e} = f_{sk} \Gamma^s_{ie} + f_{is} \Gamma^s_{ek} + g_{sk} U^s_{ie} + g_{is} U^s_{ek} \quad (24)$$

Man kann aus den 40 Gleichungen berechnen die Γ durch die U , mit den 24 die U durch die Γ mit Drücken. Diese nachher wichtig sind, nicht mehr.

$$\underbrace{e_{ik,e} - f_{sk} U^s_{ie} - f_{is} U^s_{ek}}_{\text{Wickel (sym)}} = g_{sk} \Gamma^s_{ie} + g_{is} \Gamma^s_{ek}$$

Wickel (sym)

Lösung:

$$\Gamma^i_{ke} = \frac{1}{2} g^{im} (w_{emk} + w_{mek} - w_{kem})$$

$$U^i_{ke} = -\frac{1}{2} g^{im} (u_{emk} + u_{mek} - u_{kem})$$

isoliert:

$$[-f_{is} \Gamma^s_{ek}]$$

$$u_{ik} = e_{ik,e} - f_{sk} \Gamma^s_{ie} -$$

Dabei, ob in den runden Klammern mit Vorzeichen, die nicht auftritt, mit (-) - Zeichen (Normalbedingungen typen: $w_{ik} + w_{ke} = w_{eki}$):

$$f_{si} U^s_{ek} + f_{es} U^s_{ki} + f_{sk} U^s_{ie} + f_{is} U^s_{ek} - f_{se} U^s_{ki} - f_{es} U^s_{ie} =$$

$$2 (f_{es} U^s_{ki} - f_{es} U^s_{ie})$$

abhängig von! oder:

$$\Gamma^i_{ke} = \{^i_{ke}\} - g^{im} (f_{es} U^s_{em} + f_{es} U^s_{em})$$

Gosh!

$$g_{is} \Gamma^s_{ke} = [i, ke] - (f_{es} U^s_{ki} + f_{es} U^s_{ei}) \quad \times$$

$$\begin{pmatrix} e_{ki} \\ e_{kil} \end{pmatrix}$$

$$\text{Daher } g_{ls} \Gamma^s_{ik} = [l, ik] - (f_{es} U^s_{ie} + f_{is} U^s_{ke})$$

$$g_{es} \Gamma^s_{ik} = [l, ik] + g_{ik,e} - g_{sk} \Gamma^s_{ie} - g_{is} \Gamma^s_{ke}$$

keine Identität

hier!

$$g_{es} \Gamma^s_{ik} + g_{as} \Gamma^s_{ie} + g_{is} \Gamma^s_{ke} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial g_{ei}}{\partial x_k} + \frac{\partial g_{ek}}{\partial x_i} + \frac{\partial g_{ik}}{\partial x_e} \right) \quad 4 \text{ Gleichungen.}$$

Min 20!

Dabei wird jetzt, was in der 2. Linie immer wieder Plausibel ist.

Mit (-) Zeichen:

$$f_{si} \Gamma^s_{ek} + f_{es} \Gamma^s_{ki} + f_{sk} \Gamma^s_{ie} + f_{is} \Gamma^s_{ek} - f_{se} \Gamma^s_{ki} - f_{es} \Gamma^s_{ie} =$$

$$= 2 (f_{es} \Gamma^s_{ki} + f_{sk} \Gamma^s_{ie}) \quad \text{oder:}$$

$$-U^i_{ke} = \{^i_{ke}\}_f - g^{im} (f_{es} \Gamma^s_{em} + f_{sk} \Gamma^s_{me})$$

was man dann einfach gleich für die U ableiten kann. -

$$f_{es} - U^s_{ki} = \{^s_{ki}\}_f - g^{sm} (f_{in} \Gamma^r_{km} + f_{ek} \Gamma^r_{mi})$$

$$f_{es} - U^s_{ei} = \{^s_{ei}\}_f - g^{sm} (f_{in} \Gamma^r_{em} + f_{ek} \Gamma^r_{mi}) \quad \text{oder:}$$

$$g_{is} \Gamma^s_{ke} = [i, ke] + \{^s_{ki}\}_f + \{^s_{ei}\}_f + g^{sm} (f_{es} f_{in} \Gamma^r_{km} + f_{es} f_{ek} \Gamma^r_{mi} + f_{es} f_{in} \Gamma^r_{em} + f_{es} f_{ek} \Gamma^r_{mi})$$

(Dies sind 40 Gleichungen für die Γ).



Was bedeutet das formal? Formal ist das Problem? Indizes vorzeichen + Vorzeichen Ringelrechen. Aber was ist das? ~~Wiederholung~~ Es geht natürlich: die Indizes vorzeichen in 9 - in jedem Schritt wieder die Indizes vorzeichen. Es geht natürlich (in 9 Mittelrechen) wieder bedeutet: die Symmetrie Teil nehmen. Letztendlich (in 9 Mittelrechen) zum Offiziell $\Gamma - U$ übergeben. - Es geht also gleiches:

Von solchen Gleichungen, die U nicht nur in Ordnung aufstellen, sondern Symmetrien, von solchen, die es immer aufstellen, den Symmetrien Teil nehmen. Tatsächlich. - Aber klar, mit der i-Index.



Rechnung der bekannten Größen nach geübter Seite in Δ^s_{ik} .

$$e_{ik,e} = e_{ik,e} - e_{sk} \Delta^s_{ie} - e_{is} \Delta^s_{ek}$$

Es ist wichtig zu, dass, wenn man von e_{ik} zu e_{ki} übergeht

$$\Delta^s_{ik} + \Delta^s_{ki} = \Delta^s_{ik} + \Delta^s_{ki}$$

$$\Delta^s_{ik} + \Delta^s_{ki} = \Delta^s_{ik} + \Delta^s_{ki}$$

$$e_{ki,e} = e_{ki,e} - e_{ks} \Delta^s_{ie} - e_{si} \Delta^s_{ek}$$

$$\Delta^s_{ie} = \Delta^s_{ie}$$

D.h. zu $\tilde{e}$ gehört $\tilde{\Delta}$.

Ich bin zwei mal hier.

- Wird es nun die beiden Punkte, wenn man die ++
oder -- Definition wählt?

Jetzt so fast zum neuen Januar bei ein neubelb Δ

Δ ist also diese Dämpfung ϵ_{ik} beizubehalten zusammen mit ϵ_{ij} ,
 Prinzip. (NB.: im besonderen Fall, daß ϵ_{ik} symmetrisch ist -
 folgen die abh. Felder ist es nur mit Prinzip. Man ist das
 in anderen Fällen ?)

Der entsprechende Übergang der $(+ -)$ -Definition führt zu
 ein, das ist für symmetrisches ϵ (z. B. für $\epsilon = 0$), Δ
 das bestimmt bleibt. Ist das so? Man set von (40) (24):

Dr. so mein Brief in letzten Ludwig war ich, klyt:

former :

$$= U_{kil} = -U_{kli} = -U_{lki}$$

als ganz bei Klar,
helfe ich, in
mit den Ditteln.

$$g_{ik,e} = g_{sn} \Gamma_{ie}^s + g_{is} \Gamma_{en}^s + f_{sn} u_{ie}^s + f_{is} u_{en}^s \quad (40)$$

$$f_{ik, \ell} = f_{sk} \Gamma_{ie}^s + f_{is} \Gamma_{ek}^s + g_{sk} u_{ie}^s + g_{is} u_{ek}^s \quad (24)$$

$$\left. \begin{aligned} \Gamma_{ke}^i &= \{_{ke}^i\} - g^{im} (f_{ks} u_{sm}^s + f_{as} u_{em}^s) \\ u_{ke}^i &= \{_{ke}^i\}_f - g^{im} (f_{ks} \Gamma_{sm}^s + f_{sk} \Gamma_{me}^s) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{für } f=0 \text{ und } u=0 \\ &\text{in } \Gamma = \{ \} \\ &\Gamma \text{ gerade in den } f \end{aligned}$$

$$\Gamma_{ke}^i = \{k_e^i\} + \sigma_2$$

$$-u_{ke}^i = \left\{ i_{ke} \right\}_f - g^{im} \left(f_{es} \left\{ s_{km} \right\} + f_{sk} \left\{ s_{me} \right\} \right) + J_3$$

$$-u_{km}^s = \left\{_{km}^s\right\}_L - g^s \left(f_{mn} \left\{_{kn}^n\right\} + f_{nk} \left\{_{nm}^n\right\} \right) + \mathcal{O}_3$$

$$- \mathcal{U}^s_{em} = \{e_m^s\}_f - g^{sn} \left(f_{mn} \{e_n^r\} + f_{ne} \{m_m^r\} \right) + \mathcal{O}_3 \quad | + \mathcal{O}_4$$

$$\Gamma_{ke}^i = \{i_{ke}\} + g^{im} g^{sn} (f_{es} f_{mr} \{k_n\}^r + f_{es} f_{rk} \{n_m\}^r + f_{rs} f_{mr} \{e_n\}^r + f_{rs} f_{re} \{n_m\}^r)$$

Man kann die Reizung von U_{ke} vermindern soll, so muß man
es offenbar auf für jedes Glied der Reizung bewirken. Rep:

$$0 = [\bar{u}_{ke}^e] = \{u_{ke}^e\}_f - g^{em} (f_{es} \{u_{km}^s\} + f_{se} \{u_{me}^s\})$$

$$- [2U'_{ne}] = g^{lm} \left(\frac{\partial f_{em}}{\partial x_n} + \frac{\partial f_{mk}}{\partial x_e} - \frac{\partial f_{ke}}{\partial x_m} \right) - 2g^{lm} \left(f_{es} \{^s_{km}\} + f_{sk} \{^s_{me}\} \right)$$

$$= 2g^{lm} \frac{\partial f_{mk}}{\partial x_e} - g^{lm} g^{sr} \left(f_{es} \frac{\partial g_{kr}}{\partial x_m} + f_{ks} \frac{\partial g_{mr}}{\partial x_n} - f_{es} \frac{\partial g_{km}}{\partial x_n} \right. \\ \left. + f_{sk} \frac{\partial g_{mr}}{\partial x_e} + f_{sk} \frac{\partial g_{en}}{\partial x_m} - f_{sk} \frac{\partial g_{me}}{\partial x_n} \right) \left. \vphantom{\frac{\partial f_{mk}}{\partial x_e}} \right\} \text{mitij.}$$

$$[u_{ik}^e] = g^{em} \left(\frac{\partial f_{mk}}{\partial x_e} - \underbrace{f_{es} \{^s_{km}\} - f_{sk} \{^s_{me}\}}_{\text{symmetric } f_{ms} \{^s_{ke}\}} \right) = \underline{g^{em} f_{mke;e}}$$

Abp: fma muß (in der Gik-Matrix) eine verschwindende
Zinsung haben. Exakt. Offenbar ist das bei der selben
mit $\gamma_{\alpha}^{ia} = 0$.

$$\text{II } p_{\text{ges}} + f_{\text{es}} \{ \overset{s}{k_m} \}_f + f_{\text{es}} \{ \overset{s}{k_m} \}_f + \dots$$

From near spot
ms (24) oblique?

$$f_{ik,e} = f_{sk} \Gamma_{ie}^s + f_{is} \Gamma_{ke}^s + g_{sk} U_{ie}^s + g_{is} U_{ek}^s \quad (24)$$

$$g^{li} (f_{ik,e} - f_{sk} \Gamma_{ie}^s - f_{is} \Gamma_{ke}^s) = g^{li} g_{sk} U_{ie}^s + U_{ek}^e$$

$$g^{li} f_{ik,e}$$

Dies ist, bis auf das Vorzeichen, dasselbe was mit dem vorherigen Entwicklungsglied gefunden wurde.

Das Vorzeichen muss aber falsch sein, denn ist kann ja die f beliebig klein machen (verschwinden!).

Denn ist es aber schon vorhanden. Die letzten Glieder müssen identisch-verschwindend verschwinden.

§ Inspektion des Zwischenprodukts.

$$+ u_{ike} = g_{sk} U_{ie}^s + g_{is} U_{ek}^s$$

$$- u_{kei} = g_{se} U_{ki}^s + g_{ks} U_{ie}^s$$

$$+ u_{eik} = g_{si} U_{ek}^s + g_{is} U_{ki}^s$$

$$u_{eik} + u_{ike} - u_{kei} = 2 g_{is} U_{ek}^s$$

$$U_{ke}^i = -\frac{1}{2} g^{mi} (u_{emk} + u_{mke} - u_{kme})$$

Es handelt sich wirklich gerade das ausgerechnete Zwischenprodukt.

Nur die Prüfung.

$$- U_{ke}^i = \{i\}_{ke} - g^{im} (f_{es} \{s\}_{km} + f_{sk} \{s\}_{me}) + \sigma_3$$

$$\Gamma_{ke}^i = \{i\}_{ke} + g^{im} [f_{es} \{s\}_{km} + f_{ks} \{s\}_{em} - g^{sn} (f_{es} f_{mn} \{n\}_{kn} + f_{es} f_{kn} \{n\}_{mn} + f_{ks} f_{mn} \{n\}_{en} + f_{ks} f_{en} \{n\}_{mn})] + \sigma_4$$

Letzteres mischen in:

$$- U_{ke}^i = \{i\}_{ke} - g^{it} (f_{ea} \Gamma_{kt}^a + f_{ak} \Gamma_{te}^a)$$

$$g^{it} f_{ea} \left\{ \begin{array}{l} \Gamma_{kt}^a = \{a\}_{kt} + g^{am} [f_{ts} \{s\}_{km} + f_{ks} \{s\}_{tm} - g^{sn} (f_{ts} f_{mn} \{n\}_{kn} + f_{ts} f_{kn} \{n\}_{mn} + f_{ks} f_{mn} \{n\}_{en} + f_{ks} f_{en} \{n\}_{mn})] \\ \Gamma_{te}^a = \{a\}_{te} + g^{am} [f_{ts} \{s\}_{em} + f_{es} \{s\}_{tm} - g^{sn} (f_{ts} f_{mn} \{n\}_{en} + f_{ts} f_{en} \{n\}_{mn} + f_{es} f_{mn} \{n\}_{tn} + f_{es} f_{tn} \{n\}_{mn})] \end{array} \right.$$

Ein Teil der Entwicklungsglieder in $+ U_{ke}^i$ (d. h. die Glieder 3. Ordnung) werden $- g^{am} g^{sn} g^{it} \times [f_{ea} f_{ts} f_{mn} \{n\}_{kn} + f_{ea} f_{ts} f_{kn} \{n\}_{mn} + f_{ea} f_{ks} f_{mn} \{n\}_{tn} + f_{ea} f_{ks} f_{tn} \{n\}_{mn} + f_{ak} f_{ts} f_{mn} \{n\}_{en} + f_{ak} f_{ts} f_{en} \{n\}_{mn} + f_{ak} f_{es} f_{mn} \{n\}_{tn} + f_{ak} f_{es} f_{tn} \{n\}_{mn}]$

Der andere Teil, welcher die Entwicklung nur f enthält, lautet:

$$+ g^{it} g^{am} [f_{ea} f_{ts} \{s\}_{km} + f_{ea} f_{ks} \{s\}_{tm} + f_{ak} f_{ts} \{s\}_{em} + f_{ak} f_{es} \{s\}_{tm}]$$

Nur. Wieder nur auf nur Entwicklung.

Es ist überprüfbar die einzelnen Entwicklungsglieder - mit dem Maßstab von $\{i\}_{ke}$ - unvollständig? Ist ja $\{i\}_{ke}$

$$\{i\}_{ke} = \frac{1}{2} g^{im} \left(\frac{\partial f_{em}}{\partial x_k} + \frac{\partial f_{mk}}{\partial x_i} - \frac{\partial f_{ke}}{\partial x_m} \right)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_m} = \frac{\partial x_i}{\partial x_m} \frac{\partial f}{\partial x_i}$$

$$f_{ke} = \frac{\partial x_k}{\partial x_i} \frac{\partial x_i}{\partial x_e} f'_{ki} = a_k^i a_e^j f'_{kj}$$

$$\frac{\partial f_{ke}}{\partial x_m} = a_k^i a_e^j a_m^l \frac{\partial f'_{kl}}{\partial x_i} + (a_k^i a_m^j + a_k^j a_m^i) f'_{kl}$$

Denn als überprüfbar - nein, überprüfbar wieder zu sehen. Mit dem $+$ -Zeichen würde es, als zyklische Bildung mit f sein, als it es, is es it es, is es it es, is es it es.

Das ist aber nicht nötig. Denn das $\{i\}_{ke}$ ist ja nicht für it allein die nur Prüfung des U , sondern mit anderen Gliedern. Der Gley. (24) bei nur Überlegung gibt es, dass es eine unvollständige ist. - Also, die einzelnen Glieder sind offenbar für it

unvollständig.

Man kann die Gleyen. (24) offenbar zu prüfen

$$f_{ik,e} = g_{sk} U_{ie}^s + g_{is} U_{ek}^s \quad \text{abgelesen.}$$

Überprüfung der Symmetrie. Die Ergebnis

$$g^{ei} f_{ik,e} = U_{ek}^e$$

gilt erst, wenn der Druck nur einmal diffundiert nur den Γ bedeutet (nicht auf den $\{i\}$). Der Druck, dass die Ergebnis der einzelnen Entwicklungsglieder von offenbar mit ist selbst.

Man kann aber die nötige Prüfung auf in früheren Form bringen.
 In $\{l_m\}_{f, \{f\}}$ ist vollst., daß diese die invarianten Determinanten
 der f_{ik} , gebildet mit den $\{l_m\}$ verschwinden sind. Dann ist mit dem
 Satz:

$$\Gamma_{ke}^i = \{l_{ke}^i\} + O_2$$

$$U_{ke}^i = - \{l_{ke}^i\}_{f, \{f\}} + O_3$$

$$\Gamma_{ke}^i = \{l_{ke}^i\} + g^{im} \left(f_{ks} \{l_{km}^s\}_{f, \{f\}} + f_{ks} \{l_{km}^s\}_{f, \{f\}} \right) + O_4$$

Die nötige Prüfung für U wird nicht so auffallen, daß man
 sich in der $\{l_{ke}^i\}_f$ aufhält. Der $\{f\}$ der Γ 's mit der letzten
 Zeile bildet, um die invarianten Ableitungen der f zu bilden,
 in. f. m.



|| Ich möchte einmal wissen, wie tief die e^{ik} durch $f \rightarrow g$
 als Drücken.

Man verwandelt das tiefste spezifische Resultat in Matrix

e^{ik} in folgende:

$$\begin{vmatrix} 1 & f_{12} & f_{13} & f_{14} \\ f_{21} & 1 & f_{23} & f_{24} \\ f_{31} & f_{32} & 1 & f_{34} \\ f_{41} & f_{42} & f_{43} & 1 \end{vmatrix}$$

Die zu f_{23} gehörige Minor ist:

$$- \begin{vmatrix} 1 & f_{12} & f_{14} \\ f_{31} & f_{32} & f_{34} \\ f_{41} & f_{42} & 1 \end{vmatrix} = - [f_{32} - f_{34} f_{42}] + f_{12} (f_{31} - f_{34} f_{41})$$

$$= f_{14} (f_{31} f_{42} - f_{41} f_{32}) =$$

$$= f_{23} + f_{14} (f_{12} f_{34} + f_{31} f_{24} + f_{14} f_{23})$$

$$+ f_{34} f_{42} + f_{31} f_{12} + \dots$$

$$f_{31} = \frac{f_{31}}{\sqrt{g_{11} g_{33}}}$$

Zu multiplizieren mit: $\sqrt{g_{11} g_{33} g_{44} g_{11} g_{22} g_{44}} = g_{11} g_{44} \sqrt{g_{33} g_{11}}$

als wirklich: $= g_{22} g_{44} \sqrt{g_{33} g_{11}}$

Das, daß die Determinanten invariant, nicht in Frage sein.
 Es wird mir von 3. d. d. $g \rightarrow f$ sein.

$$\begin{vmatrix} 1 & f_{23} & f_{24} \\ f_{32} & 1 & f_{34} \\ f_{41} & f_{43} & f_{44} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} g_{11} & f_{13} & f_{14} \\ f_{31} & g_{33} & f_{34} \\ f_{41} & f_{43} & g_{44} \end{vmatrix} = 1 - f_{43} f_{34} - f_{13} (f_{31} - f_{34} f_{41}) +$$

$$+ f_{14} (f_{31} f_{43} - f_{41}) =$$

$$= 1 - g_{11} f_{43} f_{34} - g_{44} f_{13} f_{31} - g_{33} f_{14} f_{41} +$$

$$+ f_{12} f_{21} f_{32} f_{31} + f_{12} f_{21} f_{42} f_{41} + f_{12} f_{21} f_{32} f_{41} + f_{12} f_{21} f_{42} f_{31}$$

$$= 1 - \sum_i (f_{ii})^2 + f_{21} f_{12} + f_{23} f_{32} + f_{24} f_{42}$$

$g \dots (4) \quad (2)$

gültig ist in der Fall:

$$+ [g^{23}] + (g_{11} g_{44} - g_{14}^2) f_{23} + f_{14} (f_{12} f_{34} + \dots) + g_{11} f_{34} f_{42} + g_{22} f_{31} f_{12}$$

Nun, es sollen nur vier Glieder!
 aber man kann $g_{11}, g_{22}, g_{33}, g_{44} \neq 0$, g ist richtig.
 Durch g dividiert als wohl:

$$+ g^{23} + f^{23} + f^{23} \frac{J_2}{g} + f^{34} f_k^2$$

$$\left(g^{23} + f^{23} + f^{23} \frac{J_2}{\sqrt{g}} - f^{x2k} f_k^x \right) \frac{g}{e}$$

(3) (2) (0) (1) Durch in g.

Wozu ist das ganz klar. Alle sind:

$$[e^{ik}] = \left(e^{ik} + f^{xik} \frac{J_2}{\sqrt{g}} - f^{xik} f_e^x \right) \frac{g}{e}$$

Erster

$$e_{mi} [e^{ik}]_g = \left(e_{mi} e^{ik} + e_{mi} f^{xik} \frac{J_2}{\sqrt{g}} - e_{mi} f^{xik} f_e^x \right) \frac{g}{e}$$

$$= (g_{mi} + f_{mi}) (g^{ik} + f^{ik}) + (g_{mi} + f_{mi}) f^{xik} \frac{J_2}{\sqrt{g}} - (g_{mi} + f_{mi}) f^{xik} f_e^x$$

$$= [f_m^k + 2f_m^k + f_{mi} f^{ik} + (f_m^x f_k^x + f_{mi} f^{xik})] \frac{J_2}{\sqrt{g}} = (f_m^x f_k^x + f_{mi} f^{xik}) \frac{J_2}{\sqrt{g}}$$

$$= [f_m^k + 2f_m^k + f_{mi} f^{ik}]$$

Drückt man. Ist man nicht davon?

Vorgfälliger: es betrifft die Metrik, das

$$[e^{ik}]_{\text{Zust.}} = (g^{ik} + f^{ik} + f^{xik} \frac{J_2}{c} - f^{xil} f^{xk}) \frac{g}{c} \left| g_{im} + f_{im} \right|$$

$$e_{im} [e^{ik}]_g = (g_m^k + f_m^k + f_m^{xk} \frac{J_2}{c} - f_m^{xe} f_e^{xk}) \frac{g}{c} = g_{mi} - f_{mi}$$

$$= f_m^k - f_{mi} f^{ik} - f_{mi} f^{xik} \frac{J_2}{c} - f_{mi} f^{xil} f_e^{xk} \frac{g}{c}$$

$$- \sum_m f_m^k \frac{J_2}{c} - J_2 f_m^{xk}$$

J_2 bell.
die g^{-1}
habe wir,
habe ich.

$$f_{mi} f^{ik} = g^{in} g^{ks} f_{mi} f_{as}$$

$$f_{me} f^{xk} = g_{mt} g_{eu} f^{tu} f^{xk}$$

Kontinuum mechan. Langzeit.
jederfalls ist folgendes in Tensor:

$$f_{me} f^{xk} + f_{me} f^{lk}$$

wir machen ihn mit für $f_{ik} = \begin{pmatrix} 1 & & \\ & 1 & \\ & & 1 \end{pmatrix}$

$$g_{mn} = f_{me} f^{xk} + f_{me} f^{lk}$$

14 24 34 | 12 23 31

1.) $m=1, k=2$

$$f^{x13} f^{x32} + f^{x14} f^{x42} + f_{13} f_{32} + f_{14} f_{42}$$

$$= f_{42} f_{41} + f_{23} f_{13} + f_{13} f_{32} + f_{14} f_{42} = 0.$$

2.) $m=1, k=1$

$$f^{x12} f^{x21} = - \sum_i (f_{i1})^2$$

$$\text{also} = - \sum_{m,k} \sum_i (f_{ik})^2$$

$$\text{also allgemein} = - \sum_{m,k} \frac{1}{2} \sum_i f_{ik} f^{ik}$$

also:

$$e_{im} [e^{ik}]_g = (g_m^k + \frac{1}{2} \sum_{m,k} \sum_i f_{ik} f^{ik} - J_2^2) \frac{g}{c} = g_m^k$$

$$\text{Nun ist } c = g (1 + \frac{1}{2} \sum_i f_{ik} f^{ik} - J_2^2)$$

Prüfung:

also korrekt:

$$[e^{ik}]_{\text{Zust.}} = (g^{ik} + f^{ik} + f^{xik} J_2 - f^{xil} f_e^{xk}) \frac{g}{c}$$

(1) (3) (2)

Dabei in f.

Dringungstensor (mit $U_{me} = 0$) in rother Metrik bezgl. f.ik.

$$R_{kl} = (R_{kl})_r - U_{kl;\alpha} + U_{k\beta}^{\alpha} U_{\alpha l}^{\beta}$$

$$\Gamma_{kl}^i = \{^i_{kl}\} + \sigma_2 \quad U_{kl}^i = \{^i_{kl}\}_f - g^{im} (\{^s_{lm}\} + \{^s_{kl}\}) + \sigma_3$$

Es seien also hier Ergänzungsglieder 1. Ordnung mitgeschrieben.

$$U_{kl}^i = \{^i_{kl}\}_{ff} = \frac{1}{2} g^{im} (f_{em;k} + f_{mk;e} - f_{ke;m})$$

In dieser Metrik darf man auf unter (i) setzen!

$$U_{kl;\alpha}^{\alpha} = \frac{1}{2} g^{\alpha m} (f_{em;k} + f_{mk;e} - f_{ke;m})_{;\alpha}$$

$$= \frac{1}{2} g^{\alpha m} (f_{em;k;\alpha} + f_{mk;e;\alpha} - f_{ke;m;\alpha})$$

Leichte: $g^{lm} f_{mk;e} = 0$ (1)

Nun ist es aber so: in derartigen Metrik, in welcher $(R_{kl})_r = 0$ ist, sind die Differenzialen verschwindend. Also muss verschwinden wegen der zuletzt für σ ist einen Glt. die rother beiden Glieder, sind es nicht

(2) $g^{\alpha m} f_{ke;m;\alpha} = 0$ Nullungsgl. für alle 6 Bewegungsgl.

Das dürfte gehen weil die Glt. der rother Metrik selbst sind. Metrik selbst sind. Metrik selbst sind.

Die Glt. $U_{kl;\alpha}^{\alpha} = 0$ gilt selbst in 2. Glg., ist in der rother Γ 's $\frac{1}{2} g^{\alpha m} (f_{em;k;\alpha} + f_{mk;e;\alpha} - f_{ke;m;\alpha}) = 0$.

Glt. (1) gilt selbst in der rother Γ 's. Also die Γ Differenzialen sind dann nicht mehr verschwindend.

Es stehen aber oben in der Glt., der verschwinden muss.

Lehrsatz: $g^{\alpha m} f_{em; k; \alpha}$

$$f_{em; k; \alpha} = B^{\epsilon}_{lka} f_{em} + B^{\epsilon}_{mka} f_{le} \quad | \quad g^{\alpha m}$$

$$\text{Lehrsatz gleich: } = B^{\epsilon}_{mka} f_{le} g^{\alpha m} = \underline{\underline{B^{\epsilon}_{mka} f_{le} g^{\alpha m}}} =$$

$$= \underline{\underline{B^{\epsilon}_{mka} f_{le} g^{\alpha m}}} = \underline{\underline{B^{\epsilon}_{aek} f_{le}}}$$

$$= -B^{\epsilon}_{ekam} f_{le} g^{\alpha m} = 0 \quad \text{weil } (R_{\epsilon k}) = 0$$

$$\text{Lehrsatz gleich: } B^{\epsilon}_{ek\alpha} f_{em} g^{\alpha m} = B^{\epsilon}_{ek\alpha} f^{\epsilon\alpha} \neq 0$$

Es muss sein aber nach $f_{mk; l; \alpha} = -f_{km; l; \alpha}$ also
in ganzen:

$$B_{ek\alpha\epsilon} f^{\epsilon\alpha} - B_{ke\alpha\epsilon} f^{\epsilon\alpha} =$$

$$B_{ek\alpha\epsilon} f^{\epsilon\alpha} - B_{ke\alpha\epsilon} f^{\epsilon\alpha} =$$

$$B_{ek\alpha\epsilon} f^{\epsilon\alpha} + B_{ke\alpha\epsilon} f^{\alpha\epsilon} = 2 B_{ek\alpha\epsilon} f^{\epsilon\alpha}$$

$$B_{ek\alpha\epsilon} f^{\epsilon\alpha} = B_{ke\alpha\epsilon} f^{\epsilon\alpha} = B_{ke\alpha\epsilon} f^{\alpha\epsilon} = -B_{ke\alpha\epsilon} f^{\epsilon\alpha}$$

ist also richtig weil in k, l also nicht zu machen.

Quadratische Glieder (in der f).

Wenn man quadratisch arbeitet, so heißt man, dass man quadratische Glieder in der f , sondern in Form einer Division erfüllt, dass einige Glieder in der f in Form gewisser Divisionen.

Es ist also zu klären, dass die Glieder in der f nicht zu bekommen, wenn man die f selbst als $f_{\alpha\beta}$ nicht ansetzt!

Ich nehme daraufhin meine Rechnungen mit stark ungenauem Affinität wieder auf. Setze aber $U^{\alpha}_{\epsilon\alpha} = 0$, nenne das Ding dann W .

$$R_{ke} = (R_{ke})_{\Gamma} + W^{\alpha}_{kp} W^{\beta}_{\alpha e} = W^{\alpha}_{ke; \alpha}$$

$$S_{ke} = (S_{ke})_{\Gamma}$$

man ist offenbar 2 Dinge offen, entweder S_{ke} für irgendwas, oder nicht. Lassen wir es zunächst einmal weg und setzen $L^{ke} = \frac{\partial L}{\partial R_{ke}}$

$$0 = \int L(R_{ke}) d\tau = \int L^{ke} \delta R_{ke} d\tau$$

$$W^{\alpha}_{ke; \beta} = W^{\alpha}_{ke, \beta} + W^{\alpha}_{ke} \Gamma^{\alpha}_{\sigma\beta} - W^{\alpha}_{k\sigma} \Gamma^{\sigma}_{\epsilon\beta} - W^{\alpha}_{\sigma\epsilon} \Gamma^{\sigma}_{k\beta} = \gamma^{ke} + f^{ke}$$

$$W^{\alpha}_{ke; \alpha} = W^{\alpha}_{ke, \alpha} + W^{\alpha}_{ke} \Gamma^{\alpha}_{\sigma\alpha} - W^{\alpha}_{k\sigma} \Gamma^{\sigma}_{\epsilon\alpha} - W^{\alpha}_{\sigma\epsilon} \Gamma^{\sigma}_{k\alpha}$$

$$\delta(W^{\alpha}_{ke; \alpha}) = (\delta W^{\alpha}_{ke})_{; \alpha} + W^{\alpha}_{ke} \delta \Gamma^{\alpha}_{\sigma\alpha} - W^{\alpha}_{k\sigma} \delta \Gamma^{\sigma}_{\epsilon\alpha} - W^{\alpha}_{\sigma\epsilon} \delta \Gamma^{\sigma}_{k\alpha}$$

$$\text{weiter gilt: } L^{ke} (W^{\alpha}_{ke} \delta \Gamma^{\alpha}_{\sigma\alpha} - W^{\alpha}_{k\sigma} \delta \Gamma^{\sigma}_{\epsilon\alpha} - W^{\alpha}_{\sigma\epsilon} \delta \Gamma^{\sigma}_{k\alpha})$$

$$\text{oder: } L^{\mu\nu} (W^{\sigma}_{\mu\nu} \delta \Gamma^{\sigma}_{\alpha\alpha} - W^{\sigma}_{\mu\alpha} \delta \Gamma^{\alpha}_{\nu\alpha} - W^{\sigma}_{\alpha\nu} \delta \Gamma^{\sigma}_{\mu\alpha})$$

$$(-) \text{ folgen von } \delta \Gamma^{\alpha}_{ke}: L^{\mu\nu} W^k_{\mu\nu} \delta^{\epsilon}_{\alpha} - L^{\mu k} W^{\epsilon}_{\mu\alpha} - L^{k\nu} W^{\epsilon}_{\alpha\nu} + L^{\mu\nu} W^{\epsilon}_{\mu\nu} \delta^k_{\alpha} - L^{\mu\epsilon} W^k_{\mu\alpha} - L^{\epsilon\nu} W^k_{\alpha\nu}$$

$$\text{oder: } f^{\mu\nu} (W^k_{\mu\nu} \delta^{\epsilon}_{\alpha} + W^{\epsilon}_{\mu\nu} \delta^k_{\alpha}) - 2f^{\mu k} W^{\epsilon}_{\mu\alpha} - 2f^{\mu\epsilon} W^k_{\mu\alpha}$$

$$\text{Kontr. } (\alpha, \epsilon): 5f^{\mu\nu} W^k_{\mu\nu} - 2f^{\mu\alpha} W^k_{\mu\alpha} = 3f^{\mu\nu} W^k_{\mu\nu}$$

$$(3.8): -4 L^{kp}_{; \beta} + L^{\beta k}_{; \beta} = 3f^{\mu\nu} W^k_{\mu\nu} = 0$$

$$L^{kp}_{; \beta} = -\frac{2}{3} f^{kp}_{; \beta} = f^{\mu\nu} W^k_{\mu\nu}$$

$$f^{kp}_{; \beta} = i^k$$

$$(3.7): 2\gamma^{ke}_{; \alpha} - \delta^{\epsilon}_{\alpha} (-\frac{2}{3} f^{kp}_{; \beta} = f^{\mu\nu} W^k_{\mu\nu}) - \delta^k_{\alpha} (-\frac{2}{3} f^{\epsilon\beta}_{; \beta} = f^{\mu\nu} W^{\epsilon}_{\mu\nu}) + f^{\mu\nu} (W^k_{\mu\nu} \delta^{\epsilon}_{\alpha} + W^{\epsilon}_{\mu\nu} \delta^k_{\alpha}) + 2f^{\mu k} W^{\epsilon}_{\mu\alpha} + 2f^{\mu\epsilon} W^k_{\mu\alpha} = 0$$

$$\gamma^{ke}_{; \alpha} + \frac{1}{3} \delta^k_{\alpha} i^k + \frac{1}{3} \delta^{\epsilon}_{\alpha} i^{\epsilon} + f^{\mu k} W^{\epsilon}_{\mu\alpha} + f^{\mu\epsilon} W^k_{\mu\alpha} = 0$$

Dies entspricht von der Division der Γ^{α}_{ke} .

Nur der Variieren der W kommt folgender Beitrag zu δR_{kl} :

$$[\delta R_{kl}] = \delta (W^{\alpha}_{kp} W^{\beta}_{al} - W^{\alpha}_{kl};_{\alpha})$$

$$= W^{\alpha}_{kp} \delta W^{\beta}_{al} + W^{\beta}_{al} \delta W^{\alpha}_{kp} - (\delta W^{\alpha}_{kl});_{\alpha}$$

$$\text{oder } L^{kl} (W^{\alpha}_{kp} \delta W^{\beta}_{al} + W^{\beta}_{al} \delta W^{\alpha}_{kp}) + L^{kl};_{\alpha} \delta W^{\alpha}_{kl}$$

$$\text{oder } L^{\mu\nu} (W^{\alpha}_{\mu\rho} \delta W^{\beta}_{\alpha\nu} + W^{\beta}_{\alpha\nu} \delta W^{\alpha}_{\mu\rho}) + L^{kl};_{\alpha} \delta W^{\alpha}_{kl} =$$

$$= \delta W^{\alpha}_{kl} (L^{\mu l} W^k_{\mu\alpha} + L^{kv} W^l_{\alpha v} - L^{\mu k} W^l_{\mu\alpha} - L^{lv} W^k_{\alpha v} + L^{kl};_{\alpha} - L^{lk};_{\alpha})$$

$$\text{also ergibt sich: } f^{kl};_{\alpha} + \gamma^{\mu l} W^k_{\mu\alpha} + \gamma^{k\mu} W^l_{\alpha\mu} = 0$$

Dies ist das Ergebnis der Variation der W. Zusammen:

$$(40) \quad \gamma^{kl};_{\alpha} + \frac{1}{3} \delta^l_{\alpha} i^k + \frac{1}{3} \delta^k_{\alpha} i^l + f^{\mu k} W^l_{\mu\alpha} + f^{\mu l} W^k_{\mu\alpha} = 0$$

$$(24) \quad f^{kl};_{\alpha} + \gamma^k \delta^l_{\alpha} - \gamma^l \delta^k_{\alpha} + \gamma^{\mu l} W^k_{\mu\alpha} + \gamma^{k\mu} W^l_{\alpha\mu} = 0$$

Dies zusammen gefasst, nach (l, α) kontrahiert: $f^{kl};_{\alpha} + 3\gamma^k = 0$ $\gamma^k = -\frac{1}{3} i^k$

(Oben ist ja schon an der Annahme $W^l_{kl} = 0$). Also: $i^k = 0$.

$$\gamma^{kl};_{\alpha} = \gamma^{kl},_{\alpha} + \gamma^{k\sigma} \Gamma^l_{\sigma\alpha} + \gamma^{\sigma l} \Gamma^k_{\sigma\alpha} - \gamma^{kl} \Gamma^{\sigma}_{\sigma\alpha}$$

Man setzt $\Gamma^i_{kl} = \{i\}_{kl} + F^i_{kl}$ und liest die g_{ik} ab.

Man setzt nun ein: $\sqrt{-g} t^{kl}_{\alpha} = f^{\mu k} W^l_{\mu\alpha} + f^{\mu l} W^k_{\mu\alpha}$

$$\gamma^{k\sigma} F^l_{\sigma\alpha} + \gamma^{\sigma l} F^k_{\sigma\alpha} - \gamma^{kl} F^{\sigma}_{\sigma\alpha} + \sqrt{-g} t^{kl}_{\alpha} = 0$$

$$g_{kl} | \gamma^{k\sigma} F^l_{\sigma\alpha} + \gamma^{\sigma l} F^k_{\sigma\alpha} - \gamma^{kl} F^{\sigma}_{\sigma\alpha} + t^{kl}_{\alpha} = 0$$

$$\gamma^{k\sigma} F^l_{\sigma\alpha} + \gamma^{\sigma l} F^k_{\sigma\alpha} - \gamma^{kl} F^{\sigma}_{\sigma\alpha} + t^{kl}_{\alpha} = 0$$

$$F^l_{l\alpha} + F^l_{l\alpha} - 4 F^l_{l\alpha} + g_{kl} t^{kl}_{\alpha} = 0$$

$$F^l_{l\alpha} = \frac{1}{2} g_{kl} t^{kl}_{\alpha}$$

$$g^{k\sigma} F^l_{\sigma\alpha} + g^{\sigma l} F^k_{\sigma\alpha} + t^{kl}_{\alpha} - \frac{1}{2} g^{kl} g_{\mu\nu} t^{\mu\nu}_{\alpha} = 0$$

$$g_{km} | g^{k\sigma} F^l_{\sigma\alpha} + g^{\sigma l} F^k_{\sigma\alpha} + S^{kl}_{\alpha} = 0$$

$$F^l_{m\alpha} + g^{\sigma l} F_{m\sigma\alpha} + S^{kl}_{\alpha} = 0$$

$$F_{lma} + F_{m\alpha l} + S_{m\alpha l} = 0 \quad +$$

$$F_{mal} + F_{\alpha ml} + S_{\alpha ml} = 0 \quad +$$

$$F_{alm} + F_{l\alpha m} + S_{l\alpha m} = 0 \quad -$$

$$2 F_{mal} + S_{m\alpha l} + S_{\alpha ml} - S_{l\alpha m} = 0$$

Lösung.

$$t_{m\alpha l} = g_{mr} g_{ls} (f^{\mu r} W^s_{\mu\alpha} + f^{\mu s} W^r_{\mu\alpha})$$

$$t_{\alpha ml} = g_{\alpha r} g_{ms} (f^{\mu r} W^s_{\mu l} + f^{\mu s} W^r_{\mu l})$$

$$t_{l\alpha m} = g_{lr} g_{\alpha s} (f^{\mu r} W^s_{\mu m} + f^{\mu s} W^r_{\mu m})$$

Die Dichtigkeit der 24 Gleichungen für die W werden nun noch überprüft. Dies ist dann für die W möglich zu sein. Zu sehen, ob sich noch Widersprüche ergeben. Wir bleiben jetzt in der Ausgangslage. Es genügt die W in der Form zu schreiben, wie oben. (24) die (i) ist nur die $\{i\}_{kl}$ geteilt mit $\sqrt{-g}$. Dann ist:

$$f^{kl};_{\alpha} - \frac{1}{3} g_{\alpha l} i^k + \frac{1}{3} g_{\alpha k} i^l = p^{kl}_{\alpha} \quad ; \text{ denn}$$

$$p^{kl}_{\alpha} + W^{kl}_{\alpha} + W_{\alpha}^{kl} = 0 \quad +$$

$$p^{kl}_{\alpha} + W^{kl}_{\alpha} + W_{\alpha}^{kl} = 0 \quad -$$

$$p^{kl}_{\alpha} + W^{kl}_{\alpha} + W_{\alpha}^{kl} = 0 \quad +$$

$$\frac{1}{2} (p^{kl}_{\alpha} + p^{kl}_{\alpha} - p^{kl}_{\alpha}) + W^{kl}_{\alpha} = 0 \quad | \quad W_{\alpha}^{kl} = -\frac{1}{2} (p^{kl}_{\alpha} + p^{kl}_{\alpha} - p^{kl}_{\alpha})$$

$$W^{\alpha}_{kl} = -\{i\}_{kl} - \frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} \delta^{\alpha}_{kl} i^k - \frac{2}{3} \delta^{\alpha}_{kl} i^l \right) = -\{i\}_{kl} - \frac{1}{3} \delta^{\alpha}_{kl} i^k + \frac{1}{3} \delta^{\alpha}_{kl} i^l$$

$$\text{Dann: } p^{kl}_{\alpha} = g^{\alpha m} f_{kl;m} - \frac{1}{3} \delta^{\alpha}_{kl} i^k + \frac{1}{3} \delta^{\alpha}_{kl} i^l \quad -1 \quad (\text{Densifizierung!})$$

$$p^{kl}_{\alpha} = \dots - \frac{1}{3} g_{\alpha k} i^l + \frac{1}{3} g_{\alpha l} i^k$$

$$p^{kl}_{\alpha} = \dots - \frac{1}{3} \delta^{\alpha}_{kl} i^l + \frac{1}{3} g_{\alpha l} i^k \quad +1$$

$$p^{kl}_{\alpha} = \dots - \frac{1}{3} g_{\alpha l} i^k + \frac{1}{3} g_{\alpha k} i^l$$

$$p^{kl}_{\alpha} = \dots - \frac{1}{3} g_{\alpha k} i^l + \frac{1}{3} \delta^{\alpha}_{kl} i^k \quad +1$$

Vollmetrische Affinität.

$$0 = \delta \int [L(R_{kl}, S_{kl}) + 2y^k W_{ka}^a] d\tau = \int [L^k \delta R_{kl} + \delta^k \delta S_{kl} + 2W_{ka}^a \delta y^k]$$

$$\Delta^i_{kl} = \Gamma^i_{kl} + U^i_{kl} \quad U^l_{kl} = 3V_k \quad 0 \text{ in Übereinstimmung mit der Bedingung.}$$

$$U^i_{kl} = W^i_{kl} + S^i_k V_l - S^i_l V_k \quad | \quad U^i_{il} = 3V_l = W^i_{il} + 3V_l$$

$$R_{kl} = [R_{kl}]_\Gamma - V_{l;k} - 2V_{k;l} - 3V_l V_k - W^a_{kl};_a + W^a_{kb} W^b_{al} + 3V_\beta W^\beta_{kl}$$

$$S_{kl} = [S_{kl}]_\Gamma - 3V_{k;l} + 3V_{l;k} = \frac{\partial \Gamma^a_{al}}{\partial x_k} - \frac{\partial \Gamma^a_{ak}}{\partial x_l} + 3(V_{l;k} - V_{k;l})$$

Variation der Γ . In R_{kl} haben die R und V Glieder die bereits in der dritten Arbeit mit gewissen Bedingungen, trotz der Überflüssigkeit, weil sie der Rotor von V die Γ nicht enthält. Der Beitrag der W -Glieder in R_{kl} haben wir oben bereits mitbewiesen. Das gemittelte Glied gibt in Γ nichts. Es bleibt also bloß der Beitrag von S_{kl} übrig. Es lautet

$$- \delta^k_{;k} \delta \Gamma^a_{al} + \delta^k_{;l} \delta \Gamma^a_{ak} \quad | \quad \text{wird zu}$$

$$= - \delta^k_{;l} \delta \Gamma^a_{ak} + \delta^k_{;k} \delta \Gamma^a_{al} = 2 \delta^k_{;\beta} \delta \Gamma^a_{ak}$$

$$\text{hierbei: } 2(\delta^l_a \delta^k_{;\beta} + \delta^k_a \delta^l_{;\beta}) \quad \text{bei hierbei: } \delta^k_{;\beta} = x^k$$

Kommt mit dem Faktor $+\frac{1}{2}$ in meine frühere Gleichung; 2. ist es Kommt dort hinein

$$\delta^l_a x^k + \delta^k_a x^l \quad (\text{Korrigiert auf gemittelte Werte!})$$

Das lautet also:

$$y^k_{;a} + \delta^l_a (\frac{1}{3} i^k - y^k_{;\beta} V_\beta - \frac{2}{3} x^k) + \delta^k_a (\frac{1}{3} i^l - y^l_{;\beta} V_\beta - \frac{2}{3} x^l) + 3y^k_{;\alpha} V_\alpha + f^{\mu k} W^l_{\mu\alpha} + f^{\mu l} W^k_{\mu\alpha} = 0$$

Dies sind die 40 Variationsgleichungen, die mit der Variation der Γ entsprechen. Die Zuspitzglieder sind mit den i -Gleichungen konform und geben keine algebraischen Zusatzbedingungen.

Variation der W . Die S_{kl} enthalten es nicht. Aber es kommt in Leistung mit dem gemittelten V - W Glied, nämlich:

$$3V_\beta \delta W^\beta_{kl} L^{kl}; \text{ gilt } 3V_\alpha (L^{kl} - L^{lk}) = 6f^{kl} V_\alpha$$

Das ist ein Normen. (Es ist natürlich zu fordern). Es ist übrigens wohl klar, dass der gemittelte Ausdruck negativ ist.

gibt also gemittelt:

$$f^{kl};_a + 3f^{kl} V_\alpha + \delta^l_a y^k - \delta^k_a y^l + y^{\mu l} W^k_{\mu\alpha} + y^{\mu k} W^l_{\mu\alpha} = 0$$

wobei (l, α) konstant ist, da $f^{k\beta};_\beta = i^k$:

$$i^k + 3f^{k\beta} V_\beta + 3y^k = 0; \text{ also } y^k = -\frac{1}{3} i^k - f^{k\beta} V_\beta$$

Wird:

$$f^{kl};_a + 3f^{kl} V_\alpha - \delta^l_a (\frac{1}{3} i^k + f^{k\beta} V_\beta) + \delta^k_a (\frac{1}{3} i^l + f^{l\beta} V_\beta) + y^{\mu l} W^k_{\mu\alpha} + y^{\mu k} W^l_{\mu\alpha} = 0$$

Dies sind die 24 Gleichungen von Rang 20, die mit der Variation der W entsprechen.

Variation der V .

$$\delta R_{kl} = -\delta V_{l;k} - 2\delta V_{k;l} - 3V_l \delta V_k - 3V_k \delta V_l + 3W^\beta_{kl} \delta V_\beta$$

$$\delta S_{kl} = -3\delta V_{k;l} + 3\delta V_{l;k} \quad \text{also (mit } \delta V_k)$$

$$0 = L^{kl};_l + 2L^{kl};_k - 3L^{kl} V_l - 3L^{kl} V_k + 3L^{\mu\nu} W^k_{\mu\nu} + 3\delta^k_{;l} - 3\delta^l_{;k}$$

$$0 = 3y^k_{;l} + f^{kl};_l - 6y^k_{;\beta} V_\beta + 3(y^{\mu\nu} + f^{\mu\nu}) W^k_{\mu\nu} + 6\delta^k_{;l}$$

$$\text{Nun ist: } f^{kl};_l = i^k \quad | \quad y^k_{;l} + \frac{5}{3} i^k - 5y^k_{;\beta} V_\beta - \frac{10}{3} x^k = 0$$

$$y^k_{;l} = -\frac{5}{3} i^k + 2y^k_{;\alpha} V_\alpha + \frac{10}{3} x^k - f^{\mu\nu} W^k_{\mu\nu}$$

$$0 = -5i^k + 6y^k_{;\alpha} V_\alpha + 10x^k + i^k - 6y^k_{;\beta} V_\beta + 3f^{\mu\nu} W^k_{\mu\nu} + 6\delta^k_{;l}$$

$$0 = -4i^k + 10x^k \quad \text{wobei } x^k = -\frac{4}{9} i^k$$

$$\text{also unter der Bedingung: } \frac{1}{3} i^k + x^k = -\frac{1}{9} i^k$$

Dies sind die 4 Gleichungen, die mit der Variation der V entsprechen. Die Bedingung 4: -9 ist mir unangenehm, muss aber sein.

$$0 = -i^k + 4x^k \quad \text{das ist jetzt Korrektur.}$$

$$x^k = +\frac{1}{4} i^k \quad \frac{1}{3} i^k - \frac{2}{3} x^k = \frac{1}{6} i^k$$

1944: $Wd = L^{kq}SR_{kq}$

$$J_{ni} \quad P_{ni} = \rho R_{ni} + \alpha R_{ni} + \beta S_{ni}$$

$$R_{ke} = R_{\underline{ke}} + R_{\underline{ke}} = P_{ke} + \alpha R_{\underline{ke}}$$

$$S_{ke} = \beta M_{ke}$$

$$\begin{array}{l} 4 \quad | \quad -2 \quad | \quad M_{kl} = \frac{1}{4} S_{kl} + \frac{1}{2} R_{kl} \\ -1 \quad | \quad 1 \quad | \quad P_{kl} = \frac{1}{2} S_{kl} + 2 R_{kl} = 2 M_{kl} + R_{kl} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} -2 M_{kl} + P_{kl} = R_{kl} \\ 4 M_{kl} - P_{kl} = \frac{1}{2} S_{kl} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} R_{kl} = P_{kl} - 2 M_{kl} \\ S_{kl} = -2 P_{kl} + 8 M_{kl} \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \delta \mathcal{L} &= \dots f^{kl} (\delta P_{kl} - 2 \delta M_{kl}) + \delta^{kl} (-2 \delta P_{kl} + 8 \delta M_{kl}) \\ &= (f^{kl} - 2 \delta^{kl}) \delta P_{kl} + (-2 f^{kl} + 8 \delta^{kl}) \delta M_{kl} \end{aligned}$$

Die y-Gly ist sehr selten. Also von neu an:

$$\begin{aligned} & L^{kl}_{, \alpha} - \sum_{\alpha} L^{k\beta}_{, \beta} + L^{lk}_{, \alpha} - \sum_{\alpha} L^{l\beta}_{, \beta} + \\ & + \delta_{\gamma}^{kl} v_{\alpha} + 2 \left(\sum_{\alpha} \delta^{k\beta}_{, \beta} + \sum_{\alpha} \delta^{l\beta}_{, \beta} \right) = 0 \\ & - 4 L^{k\beta}_{, \beta} + L^{\beta l}_{, \beta} + \delta_{\gamma}^{kl} v_{\beta} + 10 v^k = 0 \end{aligned}$$

$$\mathcal{L}^{\kappa\beta}_{;\beta} = -\frac{2}{3} f^{\kappa\beta}_{;\beta} + 2\gamma^{\kappa\beta} V_{\beta} + \frac{10}{3} v^{\kappa} \quad \text{also:}$$

$$y^{kl};_{\alpha} + \int_{\alpha}^l \left(\frac{1}{3} i^k - y^{\kappa\beta} v_{\beta}^k - \frac{2}{3} v^k \right) + \int_{\alpha}^k \left(\frac{1}{3} i^k - y^{\kappa\beta} v_{\beta}^k - \frac{2}{3} v^k \right) + 3 y^{kl} v_{\alpha} = 0$$

$$2 - \frac{10}{3} = -\frac{4}{3}$$

Definition:
$$V_{e; k} = V_{e, k} - V_{\alpha} \Gamma_{e k}^{\alpha}$$

gilt: $\quad + L^{kl} \psi_a \sigma_{lk}^a \quad m. l. m.$

Wir wollen uns jetzt die erste Linie der (24) nach dem W verschaffen.

$$f^{kl}_{;\alpha} - \int_{\alpha}^l (\frac{1}{3}i^k + f^{kp}V_p) + \int_{\alpha}^k (\frac{1}{3}i^l + f^{lp}V_p) + 3f^{kl}V_{\alpha} + y^{\mu l}W_{\mu\alpha}^k + y^{\mu k}W_{\alpha\mu}^l = 0$$

Man fñft die g-Zustände ein $\rightarrow$ groß & klein; $\rightarrow$ letzter:

$$\cancel{g} p^{kl\alpha} = -\frac{g^{\alpha\beta}}{\sqrt{-g}} f_{;\beta} + g^{\alpha\ell} \left(\frac{1}{3} i^k + f^{k\beta} v_\beta \right) - g^{\alpha k} \left(\frac{1}{3} i^\ell + f^{\ell\beta} v_\beta \right) - 3 f^{kl} v^\alpha; \text{ dann}$$

$$W_{\alpha}^{kl\alpha} + W_{\alpha}^{l\alpha k} = p^{kl\alpha} + \text{ref: } W^{kl\alpha} = \frac{i}{2} (p^{kl\alpha} + p^{\alpha kl} - p^{l\alpha k})$$

$$W^{lat} + W^{atc} = p^{lat}$$

$$W^{\alpha kl} + W^{kl\alpha} = p^{\alpha kl} +$$

$$p^{\alpha k l} = -\frac{g}{\sqrt{2}} f^{\ell \beta \alpha k} i_{\beta} + g^{\ell k} \left(\frac{1}{3} i^{\alpha} + f^{\alpha \beta} V_{\beta} \right) - g^{\ell \alpha} \left(\frac{1}{3} i^k + f^{k \beta} V_{\beta} \right) - 3 f^{\alpha k} V^{\ell} \quad l \alpha$$

$$r^{\alpha\kappa} = -\frac{g^{\kappa\beta}}{\sqrt{-g}} f^{\alpha}_{;\beta} + g^{\kappa\alpha} \left(\frac{1}{3} i^{\ell} + f^{\ell\beta} V_{\beta} \right) - g^{\kappa\ell} \left(\frac{1}{3} i^{\alpha} + f^{\alpha\beta} V_{\beta} \right) - 3 f^{\ell\alpha} V^{\kappa}$$

$$p_{\alpha}^k = -\frac{1}{\sqrt{-g}} g_{\alpha s} f^{ks} + g_{\alpha\ell} \left(\frac{1}{3} \dot{v}^k + f^{k\beta} v_{\beta} \right) - \delta_{\alpha}^k \left(\frac{1}{3} \dot{v}_{\ell} + f_{\ell\beta} v^{\beta} \right) - 3 f_{\ell}^k v_{\alpha}$$

$$p_{\alpha}^k = -\frac{1}{\sqrt{-g}} g_{\alpha s} f^{sk}{}_{;l} + \delta_{\alpha}^k \left(\frac{1}{3} i_{\alpha} + f_{\alpha\beta} v^{\beta} \right) - g_{\alpha\gamma} \left(\frac{1}{3} i^k + f^{kp} v_p \right) - 3 f_{\alpha}^k v_l$$

$$-p_{\alpha}{}^{\kappa} = + \frac{1}{\sqrt{-g}} g^{\kappa\beta} g_{\alpha\gamma} g_{\delta\epsilon} f^{\gamma\delta}{}_{\beta} - \delta_{\alpha}^{\kappa} \left(\frac{1}{3} i\epsilon + f_{\delta\epsilon} v^{\delta} \right) + \delta_{\alpha}^{\kappa} \left(\frac{1}{3} i\alpha + f_{\alpha\beta} v^{\beta} \right) + 3 f_{\alpha\epsilon} v^{\epsilon}$$

$$W_{\ell\alpha}^k = -\frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{-g}} \left[g_{\ell s} (f^{ks}{}_{;\alpha} + 3 f^{ks} v_\alpha) + g_{\alpha s} (f^{sk}{}_{; \ell} + 3 f^{sk} v_\ell) - g^{k\beta} g_{\alpha\gamma} g_{se} (f^{sr}{}_{i\beta} + 3 f^{sr} v_\beta) \right] \\ + \delta_\ell^k \left(\frac{1}{3} i_\alpha + 4 f_{\alpha\gamma} v^\beta \right) - \delta_\alpha^k \left(\frac{1}{3} i_\ell + 4 f_{\ell\gamma} v^\beta \right) \quad (\text{Unit.})$$

Proba: ob. Jung. Bone has Minn. (k, l) in Mill Road:

Probe: ob Lsg. von hier (2,1) in Null Rand:

$$W_{\alpha}^{\beta} = -\frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{-g}} [g_{\alpha s} (i^s + 3f^{s\beta} v_{\beta}) - g_{\alpha\gamma} (-i^{\gamma} + 3f^{\gamma\beta} v_{\beta})] + i_{\alpha} + 3f_{\alpha\beta} v^{\beta}$$

Schiefe Felder.

$$-\frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{12} = \frac{-3+4+1}{12} = \frac{1}{6}$$

$$\begin{aligned}\Gamma_{\alpha\ell}^{\alpha} &= \{\alpha\ell\} - \frac{1}{4}i_{\ell} + \frac{1}{3}i_{\ell} + 4V_{\ell} + \frac{1}{12}i_{\ell} + V_{\ell} \\ &= \{\alpha\ell\} + \frac{1}{6}i_{\ell} + 5V_{\ell}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}g_{\ell\ell} &= -\frac{1}{2} \left(\frac{1}{6} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} + 5 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - \dots \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - \dots \right) \\ &= -\frac{1}{12} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - 2 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - \frac{1}{3} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - W_{\ell\ell}^{\alpha}; \alpha\end{aligned}$$

$$W_{\ell\ell}^{\alpha} \text{ erfüllt } \frac{1}{3} \delta_{\ell}^{\alpha} i_{\ell} - \frac{1}{3} \delta_{\ell}^{\alpha} i_{\ell}$$

$$W_{\ell\ell}^{\alpha}; \alpha \text{ liefert } \frac{1}{3} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - \frac{1}{3} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}}$$

$$\underline{g_{\ell\ell} = -\frac{5}{12} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - 2 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} + \dots}$$

$$\begin{aligned}\underline{S_{\ell\ell} = \frac{1}{6} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} + 5 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} + 3 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}}} \\ = \underline{\frac{1}{6} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} + 8 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - \dots}\end{aligned}$$

2

Donnerstag.

$$g_{\ell\ell} = -\frac{1}{2} \frac{\partial \Gamma_{\ell\ell}^{\alpha}}{\partial x_{\ell}} + \frac{1}{2} \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - \text{am gekippt} - W_{\ell\ell}^{\alpha}; \alpha$$

$$\Gamma_{\ell\ell}^m = \{m\ell\} - \frac{1}{4}g_{\ell\ell}i^m + \delta_{\ell}^m \left(\frac{1}{12}i_{\ell} + V_{\ell} \right) + \delta_{\ell}^m \left(\frac{1}{12}i_{\ell} + V_{\ell} \right)$$

$$W_{\ell\ell}^k = -\frac{1}{4} \{k\ell\} + \delta_{\ell}^k \frac{1}{3} i_{\ell} - \delta_{\ell}^k \frac{1}{3} i_{\ell}$$

$$\Gamma_{\ell\ell}^{\alpha} = -\frac{1}{4}i_{\ell} + \frac{5}{12}i_{\ell} + 5V_{\ell} = \frac{1}{6}i_{\ell} + 5V_{\ell}$$

$$W_{\ell\ell}^k; k = -\{k\ell\} + \frac{1}{3} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - \frac{1}{3} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}}$$

$$g_{\ell\ell} = -\frac{1}{12} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - \frac{5}{2} \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} + \frac{1}{2} \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} = \frac{1}{3} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}}$$

$$= -\frac{5}{12} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - 2 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} \text{ hier zu hier.}$$

$$S_{\ell\ell} = \frac{\partial \Gamma_{\ell\ell}^{\alpha}}{\partial x_{\ell}} + 3 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} - \dots = \frac{1}{6} \frac{\partial i_{\ell}}{\partial x_{\ell}} + 5 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} + 3 \frac{\partial V_{\ell}}{\partial x_{\ell}} \text{ abgefr.}$$

Transformation.

$$a_{21} = 0$$

$$a_{11} : a_{12} = 4 : 1$$

$$a_{11} = 24$$

$$a_{11} a_{22} - a_{12} a_{21} = 1$$

$$a_{12} = 1$$

$$24 a_{22} = 1$$

$$a_{21} = 4$$

$$a_{11} = 1$$

$$a_{12} = \frac{1}{4}$$

$$a_{21} = 0$$

$$a_{22} = 1$$

$$f = a_{11} \hat{f} + a_{21} \hat{5}$$

$$5 = a_{12} \hat{f} + a_{22} \hat{5}$$

$$-\frac{5}{12} + \frac{1}{24} = \frac{-10+1}{24} = -\frac{9}{24} = -\frac{3}{8}$$

Werte der Koeffizienten der meson-gly.

Mit $\begin{pmatrix} +1 \\ +1 \\ -1 \end{pmatrix}$ lösen die Mesengleichungen:

$$\mu \chi_{\alpha\beta} = \frac{\partial f_{\beta}}{\partial x_{\alpha}} - \frac{\partial f_{\alpha}}{\partial x_{\beta}} \quad \text{Wir vertauschen } \mu \text{ mit } -\mu.$$

$$\frac{\partial \chi^{\alpha\beta}}{\partial x_{\alpha}} = \mu \varphi^{\beta}$$

$$-\frac{\partial}{\partial x_{\alpha}} \chi^{\alpha\beta} = -\frac{1}{\mu^2} \left(\frac{\partial f_{\beta}}{\partial x_{\alpha}} - \frac{\partial f_{\alpha}}{\partial x_{\beta}} \right)$$

$$\frac{\partial \chi^{\beta\alpha}}{\partial x_{\alpha}} = \chi^{\beta\alpha}$$

$$\chi^{\alpha\beta} = -\frac{1}{\mu^2} \left(\frac{\partial^2 \chi_{\beta}^{\sigma}}{\partial x_{\alpha} \partial x_{\sigma}} - \frac{\partial^2 \chi_{\alpha}^{\sigma}}{\partial x_{\beta} \partial x_{\sigma}} \right) \quad \text{führt mit weiter.}$$

$$\frac{\partial^2 \chi_{\beta}^{\sigma}}{\partial x_{\alpha} \partial x_{\sigma}} = \frac{\partial^2 \chi_{\alpha}^{\sigma}}{\partial x_{\beta} \partial x_{\sigma}}$$

$$\chi^{\alpha\beta} = -\frac{1}{\mu} \left(g^{\sigma\alpha} \frac{\partial \varphi^{\beta}}{\partial x_{\sigma}} - g^{\sigma\beta} \frac{\partial \varphi^{\alpha}}{\partial x_{\sigma}} \right)$$

$$\mu \varphi^{\beta} = + \frac{\partial \chi^{\beta\alpha}}{\partial x_{\alpha}} = + \frac{1}{\mu} \left(g^{\sigma\alpha} \frac{\partial^2 \varphi^{\beta}}{\partial x_{\sigma} \partial x_{\alpha}} - g^{\sigma\beta} \frac{\partial^2 \varphi^{\alpha}}{\partial x_{\sigma} \partial x_{\alpha}} \right)$$

$$\mu^2 \varphi^{\beta} = g^{\sigma\beta} \frac{\partial^2 \varphi^{\beta}}{\partial x_{\sigma} \partial x_{\sigma}} - \frac{1}{\mu} \frac{\partial}{\partial x_{\alpha}}$$

$$\mu^2 \varphi_{\alpha} = g^{\sigma\beta} \frac{\partial^2 \varphi_{\alpha}}{\partial x_{\sigma} \partial x_{\beta}} + \frac{1}{\mu} \frac{\partial}{\partial x_{\beta}}$$

$$\mu^2 \chi_{\alpha\beta} = g^{\sigma\beta} \frac{\partial^2 \chi_{\alpha\beta}}{\partial x_{\sigma} \partial x_{\sigma}} \quad \text{resp:}$$

$$\left\{ \right\}^f = \frac{1}{2} \left(\mu \frac{\partial i_e}{\partial x_h} - \mu \frac{\partial i_h}{\partial x_e} - \mu^2 \hat{f}_{he} \right) \quad \text{resp in der Gyl.}$$

$$\hat{f}_{he} = -\frac{3}{8} \left(\frac{\partial i_e}{\partial x_h} - \frac{\partial i_h}{\partial x_e} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial i_e}{\partial x_h} - \frac{\partial i_h}{\partial x_e} \right) - \alpha \frac{\mu^2}{2} \hat{f}_{he}$$

$$\left(1 + \frac{\mu^2}{2} \right) \hat{f}_{he} = \left(-\frac{3}{8} + \frac{1}{2} \right) \left(\frac{\partial i_e}{\partial x_h} - \frac{\partial i_h}{\partial x_e} \right)$$

$$-\frac{1}{\mu} = \frac{-\frac{3}{8} + \frac{\mu}{2}}{1 + \frac{\mu^2}{2}}$$

$$-1 - \frac{\mu^2}{2} = -\frac{3}{8} \mu + \frac{\mu^2}{2}$$

$$\mu^2 - \frac{3}{8} \mu + 1 = 0$$

$$\mu = \frac{3}{4} \pm \sqrt{\frac{9}{16} - 1}$$

$$-\frac{1}{\mu^2} = \frac{\frac{1}{8}}{1 + \frac{\mu^2}{2}}$$

Das führt zu $\mu^2 = -1$ oder $\mu^2 = -\frac{8}{5}$.

$$\text{Probe: } 1 - \frac{8}{10} \neq + \frac{1}{8}$$

$$\text{Oder: } 1 + \alpha \frac{\mu^2}{2}$$

$$-\frac{1}{\mu^2} = \frac{\frac{1}{8}}{1 + \alpha \frac{\mu^2}{2}}$$

$$-1 - \frac{\alpha}{2} \mu^2 = \frac{\mu^2}{8}$$

$$-1 = \mu^2 \left(\frac{1}{8} + \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$-\frac{1}{\mu^2} = \frac{1}{8} + \frac{\alpha}{2}$$

Die messung der Längen ist. Wir stellen mit μ^2 allein mit dem Resultat.

$$\frac{5\mu^2}{8} = -1$$

$$\mu^2 = -\frac{8}{5}$$

Wie gross ist α für das meson? (Vollständig korrekt ab und die
Klapp der Bewegung der in f. zündenden Gläser).

$$f = \alpha g \quad \text{wobei } f \text{ ist die Grav. Gley. } \alpha g g.$$

$$4\pi\alpha g^{-1}\beta^2 = \frac{8\pi k}{c^2} \quad \text{mit der Grav. Gley.}$$

$$\hat{A}_k = \frac{1}{\beta} i_k \quad (\alpha \alpha? \text{ } \frac{\alpha}{8\beta} i_k)$$

$$\alpha g^{-2}\beta \cdot g \hat{i}_0 = -i_0 \sqrt{-g}$$

$$\hat{i}_0 = -\frac{g}{\alpha\beta} i_k \sqrt{-g}$$

$$\hat{i}_0 = -\frac{g}{\alpha\beta} 8\beta \hat{A}_k \sqrt{-g} = -\frac{8g}{\alpha} \hat{A}_k \sqrt{-g} \quad \alpha \text{ klein}$$

$$\text{oder } \mu^2 = \frac{8g}{\alpha} = \frac{8c^2}{2k} \beta^2 \left(\frac{1}{\alpha}\right) \quad \beta \text{ muss klein sein.}$$

$$\frac{8c^2}{2k} = \frac{8 \cdot 9 \cdot 10^{20}}{1334 \cdot 10^{-8}} = 8.068 \cdot 10^{28} = 5.5 \cdot 10^{28}$$

$$\mu^2 = \beta^2 \times 5.5 \cdot 10^{28} \text{ cm}^{-2} \quad \left\{ \begin{array}{l} \beta^2 = \frac{1.94}{5.5} 10^{-3} \\ \beta^2 = 3.5 \cdot 10^{-2} \end{array} \right.$$

$$\text{Es ist aber } \mu^2 = 1.94 \cdot 10^{25} \text{ cm}^{-2} \quad = 3.5 \cdot 10^{-2}$$

Wir haben uns bereits in einem Gley $\rightarrow$ das α klein
Denn. Aber das reicht nicht, wir wollen das α klein
klein haben!

Aber (mit den i. Gläsern in der Grav. Gley. das die
Praxis):

$$\beta^2 = \mu^2 \frac{2k}{c^2} \quad \text{oder dasselbe mal 10}^8$$

Es ist so mit ab ab ab ab ab möglich sein die
Messungsfeldpunkte klein zu setzen und das die richtigen
Messungspunkte für das Messen zu erhalten (und die
richtigen Gravitationskonstanten). α ist fast irrelevant

$$\beta = 1.9 \cdot 10^{-1} = 0.19.$$

Wir ist das auf plywood. Eine Feldstärke in c.g.s. Dgff
für die Dimensionen?

$$\left[\frac{e^2}{r}\right] = g \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-2}$$

$$[e] = g^{\frac{1}{2}} \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ sec}^{-1}$$

$$\left[\frac{e}{r^2}\right] = g^{\frac{1}{2}} \text{ cm}^{-\frac{1}{2}} \text{ sec}^{-1} = g^{\frac{1}{2}} \text{ cm}^{-\frac{3}{2}} \cdot \text{cm sec}^{-1}$$

Die $\hat{F}$ in Feldstärke in g.c.s. das ist die richtige Gley.

$$\hat{F} = 1 \cdot F$$

$$\hat{F} \text{ Messzahl in g.c.m}$$

$$F' \text{ Messzahl in c.g.s.}$$

$$\hat{F} \cdot c = F'$$

$$\hat{F} = \frac{F'}{c} \quad c = 3 \cdot 10^{10}$$

$$1 \text{ Lichtsec.} = \frac{1}{c} \text{ sec}$$

$$\text{sec}^{-1} = \frac{1}{c} \text{ Lichtsec}^{-1}$$

Ausdruck:

$$F' g^{\frac{1}{2}} \text{ cm}^{-\frac{1}{2}} \text{ sec}^{-1} =$$

$$= F' \cdot g^{\frac{1}{2}} \text{ cm}^{-\frac{1}{2}} (\text{Lichtsec})^{-1} \frac{1}{c}$$

$$\frac{F'}{c} = \hat{F}^*$$

Das sieht sehr.

Die $\hat{F}$ Messzahlen sind $3 \cdot 10^{10}$ mal kleiner.

$$\text{Das mit c.g.s. bezogen } \beta \text{ ist also etwa } 0.06 \cdot 10^{-10} \\ = 6 \cdot 10^{-12}$$

Das würde besser sein weil es sich um α
zu helfen. β^2 multipliziert mit α .
oder hier.

Es ist mit fortgesetzt g ganz zu setzen in der
Liniennetze zu setzen. D. h. die Linie ist α Menge die auf
für das Messen mit fortgesetzt sein.

Die Gravitationsgleichung.

$$\Gamma^m_{ke} = \{^m_{ke}\} - \frac{1}{4} g_{ke} i^m + \delta^m_k (\frac{1}{12} i^e + V_e) + \delta^m_e (\frac{1}{12} i_k + V_k) + \Theta^m_{ke}$$

$$g_{ke} = - \frac{\partial \Gamma^{\alpha}_{ke}}{\partial x^{\alpha}} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \Gamma^{\alpha}_{ke}}{\partial x^e} + \frac{\partial \Gamma^{\alpha}_{ke}}{\partial x^k} \right) - \frac{3}{2} (V_{k;e} + V_{e;k}) - 3 V_e V_k + W^{\alpha}_{kp} W^{\beta}_{\alpha e}$$

(wir brauchen in gewöhnlichen Systemen nur $\{\} = 0$)

$$+ \Gamma^{\alpha}_{kp} \Gamma^{\beta}_{\alpha e} - \Gamma^{\alpha}_{\beta\alpha} \Gamma^{\beta}_{ke}$$

$$\Gamma^{\alpha}_{\alpha e} = \left\{ \frac{1}{6} i_e + 5 V_e + \Theta^{\alpha}_{\alpha e} \right\}$$

Nun ist:

$$+ \frac{\partial \Gamma^{\alpha}_{ke}}{\partial x^{\alpha}} = + \frac{\partial \{^{\alpha}_{ke}\}}{\partial x^{\alpha}} + \left(\frac{1}{12} \frac{\partial i^e}{\partial x^k} + \frac{\partial V_e}{\partial x^k} + \frac{1}{12} \frac{\partial i^k}{\partial x^e} + \frac{\partial V_k}{\partial x^e} + \frac{\partial \Theta^{\alpha}_{ke}}{\partial x^{\alpha}} \right)$$

$$\frac{\partial \Gamma^{\alpha}_{ke}}{\partial x^e} = \frac{1}{6} \frac{\partial i^k}{\partial x^e} + 5 \frac{\partial V_k}{\partial x^e} + \frac{\partial \Theta^{\alpha}_{ke}}{\partial x^e} + \frac{\partial \{^{\alpha}_{ke}\}}{\partial x^e} \quad \frac{5}{2} - 1 = + \frac{3}{2}$$

$$\frac{\partial \Gamma^{\alpha}_{ke}}{\partial x^k} = \frac{1}{6} \frac{\partial i^e}{\partial x^k} + 5 \frac{\partial V_e}{\partial x^k} + \frac{\partial \Theta^{\alpha}_{ke}}{\partial x^k}$$

$$\Gamma^{\alpha}_{kp} \Gamma^{\beta}_{\alpha e} = \left[-\frac{1}{4} g_{kp} i^{\alpha} + \delta^{\alpha}_k (\frac{1}{12} i^p + V_p) + \delta^{\alpha}_p (\frac{1}{12} i_k + V_k) \right] \cdot \left[-\frac{1}{4} g_{\alpha e} i^{\beta} + \delta^{\beta}_{\alpha} (\frac{1}{12} i_e + V_e) + \delta^{\beta}_e (\frac{1}{12} i_{\alpha} + V_{\alpha}) \right]$$

$$= \frac{1}{16} i_k i_e - \frac{1}{48} g_{ke} i^p i_p - \frac{1}{4} g_{ke} i^p V_p - \frac{1}{48} i_k i_e - \frac{1}{4} i^e V_k - \frac{1}{48} g_{ke} i^p i_p - \frac{1}{4} g_{ke} i^p V_p + \left(\frac{1}{144} i_k i_e + \frac{1}{12} i_k V_e + \frac{1}{12} i^e V_k + V_k V_e \right) - \frac{1}{48} i_k i_e - \frac{1}{4} i_k V_e$$

$$= \frac{10}{144} i_k i_e - \frac{1}{24} g_{ke} i^p i_p - \frac{1}{2} g_{ke} i^p V_p + \frac{1}{3} (i^e V_k + i_k V_e) + 7 V_k V_e$$

$$\Gamma^{\alpha}_{\beta\alpha} \Gamma^{\beta}_{ke} = \left(\frac{1}{6} i^{\beta} + 5 V_{\beta} \right) \left[-\frac{1}{4} g_{ke} i^{\beta} + \delta^{\beta}_k (\frac{1}{12} i^e + V_e) + \delta^{\beta}_e (\frac{1}{12} i_k + V_k) \right]$$

$$= -\frac{1}{24} g_{ke} i^{\beta} i^{\beta} + \frac{1}{72} i^e i_k + \frac{1}{6} i_k V_e + \frac{1}{72} i^e i_k + \frac{1}{6} i^e V_k - \frac{5}{4} g_{ke} V_{\beta} i^{\beta} + \frac{5}{12} i^e V_k + 5 V_k V_e + \frac{5}{12} i_k V_e + 5 V_e V_k$$

$$= -\frac{1}{24} g_{ke} i^{\beta} i^{\beta} + \frac{1}{36} i^e i_k + \frac{7}{12} (i^e V_k + i_k V_e) - \frac{5}{4} g_{ke} V_{\beta} i^{\beta} + 10 V_k V_e$$

$$V_{k;e} = \frac{\partial V_k}{\partial x^e} - V_{\alpha} \Gamma^{\alpha}_{ke}$$

$$= \frac{\partial V_k}{\partial x^e} - V_{\alpha} \left[-\frac{1}{4} g_{ke} i^{\alpha} + \delta^{\alpha}_k (\frac{1}{12} i^e + V_e) + \delta^{\alpha}_e (\frac{1}{12} i_k + V_k) \right]$$

$$= \frac{\partial V_k}{\partial x^e} + \frac{1}{4} g_{ke} i^{\alpha} V_{\alpha} - \frac{1}{12} i^e V_k - V_e V_k - \frac{1}{12} i_k V_e - V_e V_k$$

$$- \frac{3}{2} (V_{k;e} + V_{e;k}) = - \frac{3}{2} \left(\frac{\partial V_k}{\partial x^e} + \frac{\partial V_e}{\partial x^k} \right) - \frac{3}{4} g_{ke} i^{\alpha} V_{\alpha} + \frac{1}{4} (i^e V_k + i_k V_e) + 6 V_e V_k$$

Es gilt alles ordentlich. Es bleibt:

$$g_{ke} = G_{ke} - \Theta^{\alpha}_{ke;\alpha} + \frac{1}{2} (\Theta^{\alpha}_{\alpha k;e} + \Theta^{\alpha}_{\alpha e;k}) + W^{\alpha}_{kp} W^{\beta}_{\alpha e} + \frac{1}{24} i^{\alpha} i_{\alpha}$$

NB.: Die gewöhnlichen mit uns allgemein ist offenbar, dass die Doppelte auf der Diff. auf der $\{\}$

G und die Punkte mit der $\{\}$ liegen

$$g^{\alpha\beta} = g^{\mu\nu} g_{\mu\nu} = G + \Theta^{\alpha\beta}_{\alpha;\beta} - \Theta^{\alpha\beta}_{\beta;\alpha} + W^{\alpha\sigma}_{\beta} W^{\beta}_{\alpha\sigma} + \frac{1}{24} i^{\alpha} i_{\alpha}$$

$$- \Theta^{\alpha\beta}_{\beta;\alpha} + \frac{1}{2} \Theta^{\alpha\beta}_{\alpha;\beta} + \frac{1}{2} \Theta^{\alpha\beta}_{\alpha;\beta}$$

$$\text{d.h.} - \Theta^{\alpha\beta}_{\beta;\alpha} + \Theta^{\alpha\beta}_{\alpha;\beta}$$

$$- (G_{ke} - \frac{1}{2} g_{ke} G) = - (g_{ke} - \frac{1}{2} g_{ke} g^{\alpha\beta}) + \frac{1}{24} (i^{\alpha} i_{\alpha} - \frac{1}{2} g_{ke} i^{\alpha} i_{\alpha}) -$$

$$\text{überflüssig} \left\{ -\Theta^{\alpha}_{ke;\alpha} + \frac{1}{2} (\Theta^{\alpha}_{\alpha k;e} + \Theta^{\alpha}_{\alpha e;k}) - \frac{1}{4} g_{ke} (\Theta^{\alpha\beta}_{\alpha;\beta} - \Theta^{\alpha\beta}_{\beta;\alpha}) \right.$$

$$\text{Lorenz} \left\{ + W^{\alpha}_{kp} W^{\beta}_{\alpha e} - \frac{1}{2} g_{ke} W^{\alpha\sigma}_{\beta} W^{\beta}_{\alpha\sigma} \right.$$

Ordung. Man kann auf mit den W Lorenz $\Rightarrow$ auf mit den i -Lorenz für die W - Lorenz.

$$W^{\alpha}_{kp} = - \{^{\alpha}_{kp}\}^t + \frac{1}{3} \delta^{\alpha}_k i_p - \frac{1}{3} \delta^{\alpha}_p i_k$$

$$W^{\beta}_{\alpha e} = - \{^{\beta}_{\alpha e}\}^t + \frac{1}{3} \delta^{\beta}_{\alpha} i_e - \frac{1}{3} \delta^{\beta}_e i_{\alpha}$$

$$W^{\alpha}_{kp} W^{\beta}_{\alpha e} = + \{^{\alpha}_{kp}\}^t \{^{\beta}_{\alpha e}\}^t - \frac{1}{3} \{^{\alpha}_{kp}\}^t i^{\beta} + \frac{1}{3} \{^{\alpha}_{\alpha e}\}^t i_k - \frac{1}{3} \{^{\alpha}_{kp}\}^t i^{\beta} + \frac{1}{3} \{^{\alpha}_{\alpha e}\}^t i_k$$

$$+ \frac{1}{9} i^{\alpha} i_{\alpha} - \frac{4}{9} i^{\alpha} i_{\alpha} - \frac{1}{9} i^{\alpha} i_{\alpha} + \frac{1}{9} i^{\alpha} i_{\alpha} = -\frac{1}{3} i^{\alpha} i_{\alpha} + \{^{\alpha}_{kp}\}^t \{^{\beta}_{\alpha e}\}^t + \frac{1}{3} \{^{\alpha}_{\alpha e}\}^t i_k - \frac{1}{3} \{^{\alpha}_{kp}\}^t i^{\beta}$$

$$\{^{\alpha}_{kp}\}^t = \frac{1}{2} g^{\alpha i} (f_{ai/k} + f_{ik/a} - f_{ka/i})$$

$$\frac{1}{24} - \frac{1}{3} = - \frac{7}{24}$$

$$- \{^{\alpha}_{kp}\}^t \{^{\beta}_{\alpha e}\}^t + \frac{1}{3} (\{^{\alpha}_{\alpha e}\}^t i^{\beta} + \{^{\alpha}_{kp}\}^t i^{\beta}) + \frac{1}{2} g_{ke} \{^{\alpha\sigma}_{\beta} \} \{^{\beta}_{\alpha\sigma}\}^t - \frac{1}{3} \{^{\alpha}_{\alpha\sigma}\}^t i^{\beta}$$

Einsetzen in Gravitationsgl.:

$$g^{\mu\nu} g_{\mu\nu} + f^{\mu\nu} g_{\mu\nu} = \frac{1}{2} S^{\mu}_{\mu} L$$

$$g^{\mu\nu} g_{\mu\nu} + f^{\mu\nu} g_{\mu\nu} = 2L$$

$$g^{\mu\nu} g_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g^{\alpha\beta} g_{\alpha\beta} + f^{\mu\nu} g_{\mu\nu} - \frac{1}{2} f^{\alpha\beta} g_{\alpha\beta} = -\frac{1}{2} S^{\mu}_{\mu} L$$

$$g^{\mu\nu} g_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g^{\mu\nu} g_{\mu\nu} + f^{\mu\nu} g_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g^{\mu\nu} f^{\alpha\beta} g_{\alpha\beta} = -\frac{1}{2} g^{\mu\nu} \frac{L}{\sqrt{-g}}$$

Also sind die Krümmungen

$$-(g^{\mu\nu} g_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g^{\mu\nu} g_{\mu\nu}) = f^{\mu\nu} g_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g^{\mu\nu} f^{\alpha\beta} g_{\alpha\beta} + \hat{S}^{\mu}_{\mu} \hat{S}_{\mu\alpha} - \frac{1}{2} g^{\mu\nu} \hat{S}^{\alpha\beta} \hat{S}_{\alpha\beta} + \frac{1}{2} g^{\mu\nu} \frac{L}{\sqrt{-g}}$$

Zurück zu Krümm. Tensor.

$$G_{\mu\nu} = \lambda g_{\mu\nu}$$

$$G = 4\lambda$$

$$G_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} G = -\lambda g_{\mu\nu}$$

$$-(G_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} G) = \lambda g_{\mu\nu}$$

Frage: Füllt V überall denselben Wert aus?

Man betrachtet die V -Gleichung in der Diff. Gl. für f ?

$$\Delta f = + f^{\mu\nu} \Gamma^{\sigma}_{\sigma\alpha} + f^{\sigma\ell} \Gamma^{\mu}_{\sigma\alpha} - f^{\mu\ell} \Gamma^{\sigma}_{\sigma\alpha} \quad \text{und:}$$

$$\Gamma^{\mu}_{\mu\ell} = \dots S^{\mu}_{\mu} V_{\ell} + S^{\mu}_{\ell} V_{\mu} \quad \Gamma^{\alpha}_{\alpha\ell} = \dots 5V_{\ell}$$

$$\Delta f = f^{\mu\sigma} (S^{\ell}_{\sigma} V_{\alpha} + S^{\ell}_{\alpha} V_{\sigma}) + f^{\sigma\ell} (S^{\mu}_{\sigma} V_{\alpha} + S^{\mu}_{\alpha} V_{\sigma}) - 5f^{\mu\ell} V_{\alpha} \\ = f^{\mu\ell} V_{\alpha} + S^{\ell}_{\alpha} f^{\mu\sigma} V_{\sigma} + \dots + f^{\mu\ell} V_{\alpha} + S^{\mu}_{\alpha} f^{\sigma\ell} V_{\sigma} - 5f^{\mu\ell} V_{\alpha}$$

Frage: V füllt überall denselben Wert aus?

make a point of not neglecting the term containing V (as if it could be as large)

Der Term $+3V_{\beta} W^{\beta}_{\mu\ell}$ in der $\bar{f}$ -Gleichung.

$$W^{\alpha}_{\mu\ell;\sigma} \text{ erfüllt: } + W^{\beta}_{\mu\ell} \Gamma^{\alpha}_{\beta\sigma} - W^{\alpha}_{\beta\ell} \Gamma^{\beta}_{\mu\sigma} - W^{\alpha}_{\mu\sigma} \Gamma^{\beta}_{\beta\ell}$$

$$W^{\alpha}_{\mu\ell;\alpha} \text{ also: } W^{\beta}_{\mu\ell} \Gamma^{\alpha}_{\beta\alpha} - W^{\alpha}_{\beta\ell} \Gamma^{\beta}_{\mu\alpha} - W^{\alpha}_{\mu\alpha} \Gamma^{\beta}_{\beta\ell}$$

$$\text{D.h.} \quad \left\{ \begin{array}{l} W^{\beta}_{\mu\ell} \{ 5V_{\beta} \} = 5V_{\beta} W^{\beta}_{\mu\ell} \\ -W^{\alpha}_{\beta\ell} [S^{\beta}_{\mu} V_{\alpha} + S^{\beta}_{\alpha} V_{\mu}] = -W^{\alpha}_{\mu\ell} V_{\alpha} \\ -W^{\alpha}_{\mu\beta} [S^{\beta}_{\ell} V_{\alpha} + S^{\beta}_{\alpha} V_{\ell}] = -W^{\alpha}_{\mu\ell} V_{\alpha} \end{array} \right. \quad \text{Frage.}$$

Die Auflösung des fraglichen Gleichungssystems kann noch im Wesentlichen
gezeigt werden mit Hilfe:

$$\Gamma^i_{kl} = -g^{im} (f^l_{ks} U^s_{km} + f^s_{kl} U^s_{ms}) + \dots$$

$$U^i_{kl} = g^{im} (f^l_{ks} \Gamma^s_{km} + f^s_{kl} \Gamma^s_{ms}) + \dots$$

$$\Gamma^i_{kl} = -\delta^i_m (f^l_{ks} U^s_{km} + f^s_{kl} U^s_{ms}) \quad \left. \vphantom{\Gamma^i_{kl}} \right\} -f^k_s \text{ steht man}$$

$$U^i_{kl} = \delta^i_m (f^l_{ks} \Gamma^s_{km} + f^s_{kl} \Gamma^s_{ms})$$

$$\Gamma^i_{kl} = -(\delta^i_m \delta^k_n f^l_s - \delta^i_n \delta^k_m f^l_s) U^{sr m} + \dots$$

$$U^i_{kl} = +(\delta^i_m \delta^k_n f^l_s - \delta^i_n \delta^k_m f^l_s) \Gamma^{sr m}$$

$$U^{sr m} = +(\delta^s_\gamma \delta^r_\beta f^m_\alpha - \delta^s_\beta \delta^r_\gamma f^m_\alpha) \Gamma^{\alpha\beta\gamma} \quad \times \Gamma^{\alpha\beta\gamma}$$

$$\Gamma^i_{kl} = -(\delta^i_m \delta^k_n f^l_s - \delta^i_n \delta^k_m f^l_s) (\delta^s_\gamma \delta^r_\beta f^m_\alpha - \delta^s_\beta \delta^r_\gamma f^m_\alpha)$$

$$= -(\delta^i_m \delta^k_n f^l_s f^r_\alpha - \delta^i_n \delta^k_m f^l_s f^r_\alpha - \delta^i_\beta f^k_\gamma f^l_\alpha + \delta^i_\gamma f^k_\beta f^l_\alpha) \Gamma^{\alpha\beta\gamma}$$

Man darf in jedem einzelnen Glied unabhängig ρ, γ vertauschen.

$$\Gamma^i_{kl} = -(\delta^i_\beta f^k_\gamma f^l_\alpha + \delta^i_\gamma f^k_\beta f^l_\alpha - \delta^i_\rho (f^l_\gamma f^k_\alpha + f^k_\gamma f^l_\alpha)) \Gamma^{\alpha\beta\gamma}$$

Es bleibt noch fest zu machen, dass dieser Klammer den Eigenwert -1 hat, bei beliebigem f . für αf fällt er dem Eigenwert α .

Es bleibt zu zeigen, dass dieses Problem lösbar ist. Die U-Gl. ist ein inhomogenes Gleich.

In Matrixform kann es als (lineare) Gleichungssystem:

$$\Gamma = -A U \quad \left. \vphantom{\Gamma} \right\} M \times$$

$$U = A \Gamma + C \quad \left. \vphantom{U} \right\} U = -A^2 U + C$$

$$(1+A^2) U = C \quad U = (1+A^2)^{-1} C$$

$$\Gamma = -A(A\Gamma + C)$$

$$\Gamma = -(1+A^2)^{-1} A C$$

oder es ist die vergebene Matrix gleich zu

$$1 + (\delta^k_\rho f^l_\gamma f^i_\alpha + \dots)$$

Die wird ist durch die f^x nicht mit den (normale!).

$$\delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma + \delta^k_\beta \delta^l_\gamma \delta^i_\alpha + \delta^l_\gamma \delta^i_\alpha \delta^k_\beta - \delta^i_\beta \delta^l_\gamma \delta^k_\alpha - \delta^k_\alpha \delta^l_\gamma \delta^i_\beta \quad (X)$$

$$\delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma + \delta^k_\beta \delta^l_\gamma \delta^i_\alpha + \delta^l_\gamma \delta^i_\alpha \delta^k_\beta - \delta^i_\beta \delta^l_\gamma \delta^k_\alpha - \delta^k_\alpha \delta^l_\gamma \delta^i_\beta$$

Man kann das noch in 2 Fällen zerlegen:

$$\delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma \pm i(\delta^i_m \delta^k_n f^l_s - \delta^i_n \delta^k_m f^l_s) \quad (X \times)$$

Das kann man separat zerlegen? Nachprüfen. (Nicht!).

$$\delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma + i \cdot \delta^i_m f^l_s$$

$$\delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma = i \cdot \delta^i_\gamma f^l_\alpha$$

Man symmetrisch zerlegt $\alpha \geq m$, das

$$\epsilon_{ikl} \mid \delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma \pm i \delta^i_m (\delta^k_n f^l_s - \delta^l_n f^k_s) \quad \delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma$$

~~Normalkoordinaten: $\epsilon_{ikl} \mid \delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma \pm i \delta^i_m (\delta^k_n f^l_s - \delta^l_n f^k_s)$~~

~~Normalkoordinaten: $\epsilon_{ikl} \mid \delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma$~~

Normalkoordinaten. ϵ_{ikl}

$$\delta^i_\alpha \epsilon_{ikl} \mid \delta^k_\beta \delta^l_\gamma \pm 2i \epsilon_{ikl} \delta^i_m f^l_s$$

$$\left[\delta^i_s \delta^k_r \delta^l_m \pm i (\delta^i_m \delta^k_r f^l_s - \delta^i_m \delta^l_r f^k_s) \right. \\ \left. \delta^s_\alpha \delta^r_\beta \delta^m_\gamma - i (\delta^s_\gamma \delta^r_\beta f^m_\alpha - \delta^s_\gamma \delta^m_\beta f^r_\alpha) \right]$$

Prod: $\delta^i_\alpha \delta^k_\beta \delta^l_\gamma + i (\delta^i_\gamma \delta^k_\beta f^l_\alpha - \delta^i_\gamma \delta^l_\beta f^k_\alpha) \\ - i (\delta^i_\gamma \delta^k_\beta f^l_\alpha - \delta^i_\gamma \delta^l_\beta f^k_\alpha)$

$$+ (\delta^k_\beta f^l_\gamma f^i_\alpha - \delta^l_\beta f^i_\alpha f^k_\gamma - \delta^i_\beta f^l_\gamma f^k_\alpha + \delta^i_\beta f^k_\gamma f^l_\alpha)$$

foolish!

Wenn man das mit:

$$\left[\delta^s_\alpha \delta^r_\beta \delta^m_\gamma - i (\delta^m_\gamma \delta^r_\beta f^s_\alpha - \delta^r_\gamma \delta^m_\beta f^s_\alpha) \right]$$

in f. beibehalten.

voll. Torken.
wollen wir auf.

Gilt die Relativierung. ganz allgemein?

$$R^i_{k,lm} = - \frac{\partial \Delta^i_{kl}}{\partial x_m} + \frac{\partial \Delta^i_{km}}{\partial x_l} + \Delta^i_{\alpha l} \Delta^{\alpha}_{km} - \Delta^i_{\alpha m} \Delta^{\alpha}_{kl}$$

$$(\delta \Delta^i_{kl})_{;m} = \frac{\partial \Delta^i_{kl}}{\partial x_m} + \delta \Delta^{\alpha}_{kl} \cdot \Delta^i_{\alpha m} - \delta \Delta^i_{\alpha l} \cdot \Delta^{\alpha}_{km} - \delta \Delta^i_{k\alpha} \cdot \Delta^{\alpha}_{lm}$$

$$(\delta \Delta^i_{km})_{;l} = \frac{\partial \Delta^i_{km}}{\partial x_l} + \delta \Delta^{\alpha}_{km} \cdot \Delta^i_{\alpha l} - \delta \Delta^i_{\alpha m} \Delta^{\alpha}_{kl} - \delta \Delta^i_{k\alpha} \cdot \Delta^{\alpha}_{ml}$$

oder gilt folgendes:

$$\delta R^i_{k,lm} = - (\delta \Delta^i_{kl})_{;m} + (\delta \Delta^i_{km})_{;l} + \delta \Delta^i_{k\alpha} (\Delta^{\alpha}_{ml} - \Delta^{\alpha}_{lm})$$

Vergleichen bzgl. i, m:

$$\delta R_{ke} = - (\delta \Delta^{\alpha}_{ke})_{; \alpha} + (\delta \Delta^{\alpha}_{k\alpha})_{; e} + \delta \Delta^{\beta}_{k\alpha} (\Delta^{\alpha}_{\beta e} - \Delta^{\alpha}_{e\beta})$$

Man merke, im des gleichgestellten, in nur der beiden Lini
die „+“ Ableitung wissen. - Für wir nicht. Jetzt:

Versuch: meine Feldgleichungen durch direkte Variation der Δ :

$$\delta S_{ke} = \Delta^{\alpha}_{\alpha e; k} - \Delta^{\alpha}_{\alpha k; e}$$

Prüfung geht jetzt
man auf die Δ 's.

$$\delta L = \int_{ke} \delta R_{ke} + \underbrace{S^{kl} \delta S_{kl}}_{L^{kp} (\Delta^l_{\alpha p} - \Delta^l_{p\alpha}) \delta \Delta^{\alpha}_{kl}} \\ + L^{kl; \alpha} \delta \Delta^{\alpha}_{kl} - L^{kl; e} \delta \Delta^{\alpha}_{ke} + L^{kl} (\Delta^{\alpha}_{pe} - \Delta^{\alpha}_{ep}) \delta \Delta^{\beta}_{ke} - \\ - S^{kl; k} \delta \Delta^{\alpha}_{\alpha e} + 2 S^{kl; e} \delta \Delta^{\alpha}_{\alpha k} \quad S^{kl; e} = \delta^k_e$$

$$0 = L^{kl; \alpha} - \delta^{\alpha}_k L^{kl; \beta} + L^{kp} (\Delta^l_{\alpha p} - \Delta^l_{p\alpha}) + 2 \delta^k_{\alpha} L^{kl} \quad 2 S^{kl; k} \delta \Delta^{\alpha}_{\alpha e}$$

Vergleichen bzgl. l, α :

$$0 = -3 L^{kp; \beta} + L^{kp} (\Delta^{\alpha}_{\alpha p} - \Delta^{\alpha}_{p\alpha}) + 2 \delta^k_p$$

$$L^{kp; \beta} = \frac{1}{3} L^{kp} (\Delta^{\alpha}_{\alpha p} - \Delta^{\alpha}_{p\alpha}) + \frac{2}{3} \delta^k_p$$

oder:

$$0 = L^{kl; \alpha} + L^{kp} (\Delta^l_{\alpha p} - \Delta^l_{p\alpha}) - \frac{1}{3} \delta^l_{\alpha} L^{kp} (\Delta^{\sigma}_{\sigma p} - \Delta^{\sigma}_{p\sigma}) - \\ - \frac{2}{3} \delta^l_{\alpha} \delta^k_p + 2 \delta^k_{\alpha} \delta^l_p$$

NB.: Was ist dann $S^{kl; e}$? 5 Hinf!

$$S^{kl; \alpha} = S^{kl, \alpha} + S^{\beta l} \Delta^k_{\beta \alpha} + S^{kp} \Delta^l_{p \alpha} - S^{kl} \Delta^{\sigma}_{\sigma \alpha}$$

$$S^{kl; e} = S^{kl, e} + S^{\beta l} \Delta^k_{\beta e} + S^{kp} \Delta^l_{p e} - S^{kl} \Delta^{\beta}_{\beta e} \\ = S^{kl, e} + \frac{1}{2} S^{\beta l} (\Delta^k_{\beta e} - \Delta^k_{e\beta}) + S^{kl} (\Delta^{\beta}_{e\beta} - \Delta^{\beta}_{\beta e})$$

Das stimmt ist, das für S nicht falsch ist. - Ist nicht
falsche Integration nicht? Worin liegt die? Die liegt
darin das nur $A \cdot B_{; \alpha} + A_{; \alpha} B = (AB)_{; \alpha}$ ist
mit Lemma, gerade AB mit Produkt ∇^{α} ist nicht.
Nur ist

$$\nabla^{\alpha}_{; \beta} = \nabla^{\alpha}_{, \beta} + \nabla^{\sigma} \Delta^{\alpha}_{\sigma \beta} - \nabla^{\alpha} \Delta^{\sigma}_{\sigma \beta}$$

$$\nabla^{\alpha}_{; \alpha} = \nabla^{\alpha}_{, \alpha} + \nabla^{\sigma} \Delta^{\alpha}_{\sigma \alpha} - \nabla^{\alpha} \Delta^{\sigma}_{\sigma \alpha}$$

Es ist also alles ganz leicht, die falsche Integration ist nicht
nur zu prüfen. Die Methode ist zu verstehen, aber man
muss sie gut lernen.

Vermutliche Lösung für Klein:

$$\sqrt{\text{Det } R_{\mu\nu}} \dots \frac{1}{4} R S$$

$$\frac{\partial}{\partial R_{\mu\nu}} \sqrt{\dots}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{\text{Minor } R_{\mu\nu}}{\sqrt{\dots}}$$

Dies muß man mit $\bar{S}^{\mu\nu}$ kombinieren!

Also ist:

$$\sqrt{\text{Det } R_{\mu\nu} + \frac{1}{4} S_{\mu\nu}}$$

Ofters:

unter:

$$\bar{S}^{\mu\nu} = S^{\mu\nu} - \frac{1}{4} f^{\mu\nu}$$

folgt man mir als oben Links richtig (gewisse Annahme):

$$L = \sqrt{\text{Det. } R_{\mu\nu}}$$

schreiben wir den Haken los!

$$R_{\mu\nu} = \lambda(g_{\mu\nu} + f_{\mu\nu})$$

$$g_{\mu\nu} = g_{\nu\mu} \quad f_{\mu\nu} = -f_{\nu\mu}$$

$$L = \sqrt{\text{Det. } g_{\mu\nu}} \sqrt{1 + \frac{1}{2} f^{\mu\nu} f_{\mu\nu} - \frac{(\sum f_{12} f_{34})^2}{-8}}$$

zum ersten sind die f invariant!

$$g^{\mu\nu} = \frac{\partial L}{\partial g_{\mu\nu}}$$

$$f^{\mu\nu} = \frac{\partial L}{\partial f_{\mu\nu}}$$

Es genügt zu nehmen:

$$L = \sqrt{\text{Det } g_{\mu\nu}} (1 + \frac{1}{4} f^{\mu\nu} f_{\mu\nu})$$

$$g^{\mu\nu} = \frac{\text{Minor}}{\text{Det } g_{\mu\nu}}$$

$$g^{\mu\nu} = \frac{\partial L}{\partial g_{\mu\nu}} = \sqrt{\text{Det } g_{\mu\nu}} \cdot f^{\mu\nu} (1 + \frac{1}{4} f^{\mu\nu} f_{\mu\nu}) + \sqrt{\text{Det } g_{\mu\nu}} \cdot \frac{1}{4} \frac{\partial}{\partial g_{\mu\nu}} (f^{\mu\nu} f_{\mu\nu})$$

Dies ist nun, das die g-Größen $\approx$ die g-Größen ist
bleibt in Größen 2. Ordnung in den f-Größen unterhalb. Aber
man muß bei der Definition von L, g, f auf einen Faktor 2
achten. Man kriegt als ein Gleich. steht

$$R_{\mu\nu} = \lambda(g_{\mu\nu} + [g, g])$$

Nun. Es soll auf sich
wirken.

Aber man braucht ja f nicht, wenn man g-Größen will.

Neuüberlegung der quantitativen Schwierigkeit, die in
Einsteins erster Formulierung 1923 aufgetreten war.

(Frage: ist sie jetzt vermieden?)

18.12.1943 hat. $\sqrt{g}$ hat 1/2 mal

$$2\alpha g^2 \sim 1 \text{ oder } \sim 10^{-55}$$

$$g \rho^{-1} \sim 10^5 g^{\frac{1}{2}} \text{cm}^{-\frac{3}{2}} = \frac{c}{c}$$

$$\alpha g^2 \rho^2 = \frac{2k}{c^2}$$

$$\alpha g = \frac{2k b^2}{c^4} \sim 10^{-17}$$

$$\alpha g^2 \approx 10^{-55} \quad \left. \begin{array}{l} \alpha g^2 \approx 10^{-55} \\ g \rho^{-1} \approx 10^5 \\ \alpha g \approx 10^{-17} \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} g = 10^{-38} \\ \rho = 10^{-43} \\ \alpha = 10^{-21} \end{array}$$

$$g \rho^{-1} \approx 10^5$$

$$\alpha g \approx 10^{-17}$$

Dies sagt uns nichts. Das ist es mit man 1943
Prinzip, das nicht hier ist.

Hier bei den Hainern nachher.

$$\Gamma_{ke}^i = + g^{im} (f_{se} U_{km}^s + f_{ks} U_{me}^s) + \dots$$

$$U_{ke}^i = g^{im} ($$

$$\Gamma_{ke}^i = g^{im} (-f_{se} U_{mk}^s - f_{ks} U_{em}^s) + \dots$$

$$U_{ke}^i = g^{im} (-f_{se} \Gamma_{mk}^s - f_{ks} \Gamma_{em}^s) + \dots \left. \vphantom{\Gamma_{ke}^i} \right\} \text{Lefungsmittel.}$$

$$\Delta_{ke}^i + g^{im} (f_{ks} \Delta_{em}^s + f_{se} \Delta_{mk}^s) = h_{ke}^i$$

$$\Delta_{ke}^i + g^{im} (f_{ks}^l \Delta_{em}^{sl} + f_{se}^l \Delta_{mk}^{sl}) = h_{ke}^i$$

$$\Delta_{ke}^i + (f_{ks}^l \Delta_{em}^{sl} - f_{se}^l \Delta_{mk}^{sl}) = h_{ke}^i$$

$$\Delta_{ke}^i + (f_{ks}^l \Delta_{em}^{sl} - f_{se}^l \Delta_{mk}^{sl}) \Delta^{rst} = h_{ke}^i$$

$$\begin{array}{c} \alpha \quad \beta \quad \gamma \\ \hline \delta \quad \epsilon \quad \zeta \\ \hline \eta \quad \theta \quad \iota \\ \hline \kappa \quad \lambda \quad \mu \\ \hline \nu \quad \xi \quad \omicron \\ \hline \pi \quad \rho \quad \sigma \end{array} \quad \begin{array}{c} 2. \\ \\ 3. \\ 4. \end{array}$$

Algebrae Mediane!

$$\begin{array}{c} \delta^e \delta^i f^k \\ \hline \delta^r \delta^s f^t \\ \hline \delta^l f^k f^i \\ \hline \alpha \quad \beta \quad \gamma \\ \hline \delta \quad \epsilon \quad \zeta \\ \hline \delta^l f^k f^i \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Min.} \\ \text{mit } \delta \text{ nicht.} \end{array}$$

$$\delta_s^l \delta_t^i f_r^k - \delta_s^i \delta_t^k f_r^l = M_{nst}^{ike}$$

$$\delta_k^t \delta_l^r f_i^s - \delta_k^s \delta_l^r f_i^t = M_{rst}^{ike}$$

Zu: Überprüfung mit Einheits.

Was ergibt $L^{kl}_{+-;\alpha} = 0$ in manchen Fällen und nicht in
mit (1,7) und (1,8) überein (mit $S = R = 0$).

$$L^{kl}_{+-;\alpha} = L^{kl}_{;\alpha} + L^{sl} \Delta^k_{s\alpha} + L^{ks} \Delta^l_{\alpha s} - \frac{1}{2} L^{kl} (\Delta^s_{\alpha s} + \Delta^s_{s\alpha}).$$

$$\Delta^k_{s\alpha} = \Gamma^k_{s\alpha} + W^k_{s\alpha} + \delta^k_s V_\alpha - \delta^k_\alpha V_s \quad \underline{W^s_{s\alpha} = 0.}$$

$$\Delta^s_{s\alpha} = \Gamma^s_{s\alpha} + 3 V_\alpha \quad \Delta^s_{\alpha s} = \Gamma^s_{s\alpha} - 3 V_\alpha$$

$$L^{kl}_{+-;\alpha} = L^{kl}_{;\alpha} + L^{sl} W^k_{s\alpha} + L^{ks} W^l_{\alpha s} + \left. \begin{aligned} &+ L^{kl} V_\alpha - \delta^k_\alpha L^{sl} V_s \\ &+ L^{ks} (\delta^l_\alpha V_s - \delta^l_s V_\alpha) \end{aligned} \right\} = L^{kl}_{;\alpha} + L^{sl} W^k_{s\alpha} + L^{ks} W^l_{\alpha s} + \delta^l_\alpha L^{ks} V_s - \delta^k_\alpha L^{sl} V_s$$

Formen in gew. und in d. h. f. $L^{kl} = g^{kl} + f^{kl}$; Nullstellen.

Gew. Teil:

$$0 = g^{kl}_{;\alpha} + f^{sl} W^k_{s\alpha} + f^{ks} W^l_{\alpha s} + \delta^l_\alpha f^{ks} V_s - \delta^k_\alpha f^{sl} V_s$$

$$0 = f^{kl}_{;\alpha} + g^{sl} W^k_{s\alpha} + g^{ks} W^l_{\alpha s} + \delta^l_\alpha g^{ks} V_s - \delta^k_\alpha g^{sl} V_s$$

Dies ist also nicht. U. zw. ist es gerade in den V-Gleichungen nicht. Und damit will Einheits $V=0$.

Jetzt wollen wir nachsehen, was unter diesen Bedingungen, wenn man die gegebenen Voraussetzungen.

$$L^{kl}_{;\alpha} - \delta^l_\alpha L^{kp} V_p - \delta^k_\alpha L^{pl} V_p + 3 L^{kl} V_\alpha + L^{pl} W^k_{p\alpha} + L^{kp} W^l_{\alpha p} = 0$$

Man beachte nun die Affinitäten:

$$E^i_{\alpha\beta} = \Gamma^i_{\alpha\beta} + W^i_{\alpha\beta} - \delta^i_\alpha V_\beta - \delta^i_\beta V_\alpha \quad \text{und}$$

$$L^{kl}_{+-;\alpha} = L^{kl}_{;\alpha} + L^{pl} E^k_{p\alpha} + L^{kp} E^l_{\alpha p} - \frac{1}{2} L^{kl} (E^p_{\beta\alpha} + E^p_{\alpha\beta})$$

$$E^\alpha_{\alpha\beta} = \Gamma^\alpha_{\alpha\beta} - 5 V_\beta = E^\alpha_{\beta\alpha}$$

$$L^{pl} E^k_{p\alpha} = L^{pl} (\Gamma^k_{p\alpha} + W^k_{p\alpha}) - L^{pl} (\delta^k_p V_\alpha + \delta^k_\alpha V_p) = L^{kl} V_\alpha - \delta^k_\alpha L^{pl} V_p$$

$$L^{kp} E^l_{\alpha\beta} = L^{kp} (\Gamma^l_{\alpha\beta} + W^l_{\alpha\beta}) - L^{kp} (\delta^l_\alpha V_\beta + \delta^l_\beta V_\alpha)$$

$$= \quad \quad \quad - \delta^l_\alpha L^{kp} V_\beta - L^{kp} V_\alpha \quad \text{Minut.}$$

Ergebnis: Man erfüllt also $L^{kl}_{+-;\alpha} = 0$, aber nicht bezüglich

der Affinität Δ , sondern bezüglich

$$E^i_{\alpha\beta} = \Delta^i_{\alpha\beta} - 2 \delta^i_\alpha V_\beta \quad 3 V_\beta = W^l_{\beta\alpha} = \frac{1}{2} (\Delta^l_{\beta\alpha} - \Delta^l_{\alpha\beta})$$

$$= \Delta^i_{\alpha\beta} - \delta^i_\alpha \cdot \frac{1}{3} (\Delta^l_{\beta\alpha} - \Delta^l_{\alpha\beta})$$

wobei also:

$$E^\alpha_{\alpha\beta} = \Delta^\alpha_{\alpha\beta} - \frac{4}{3} (\Delta^\alpha_{\alpha\beta} - \Delta^\alpha_{\beta\alpha}) = \Delta^\alpha_{\beta\alpha} - \frac{4}{3} \Delta^\alpha_{\beta\alpha} + \frac{4}{3} \Delta^\alpha_{\alpha\beta} = \frac{4}{3} \Delta^\alpha_{\alpha\beta} - \frac{1}{3} \Delta^\alpha_{\alpha\beta}$$

$$E^\alpha_{\beta\alpha} = \Delta^\alpha_{\beta\alpha} - \delta^\alpha_\beta \frac{1}{3} (\Delta^l_{\alpha\alpha} - \Delta^l_{\alpha\alpha}) = \Delta^\alpha_{\beta\alpha} - \frac{1}{3} \Delta^\alpha_{\alpha\beta} + \frac{1}{3} \Delta^\alpha_{\beta\alpha} = \frac{4}{3} \Delta^\alpha_{\beta\alpha} - \frac{1}{3} \Delta^\alpha_{\alpha\beta}$$

$$\text{Minut: } E^\alpha_{\alpha\beta} = E^\alpha_{\beta\alpha}.$$

Regeln für das Arbeiten mit unsymmetrischen Affinitäten.

1.) $(AB)_{;\alpha} = A_{;\alpha} B + A B_{;\alpha}$ bleibt.

Wir setzen voraus: $3 V_k = \frac{1}{2} (\Delta^\alpha_{\alpha k} - \Delta^k_{k\alpha})$.

Es gilt: $\mathcal{O}^\alpha = -\omega^\alpha \omega^\alpha$.

$$\begin{aligned} \mathcal{O}^\alpha_{;\alpha} &= \mathcal{O}^\alpha_{;\alpha} + \mathcal{O}^\sigma \Delta^\alpha_{\sigma\alpha} - \mathcal{O}^\alpha \Delta^\sigma_{\sigma\alpha} \\ &= \mathcal{O}^\alpha_{;\alpha} - \mathcal{O}^\alpha \cdot 6 V_\alpha \end{aligned}$$

$\mathcal{O}^\alpha_{;\alpha} + 6 \mathcal{O}^\alpha V_\alpha = \mathcal{O}^\alpha_{;\alpha}$ in Symmetrie: $\mathcal{O} = AB$.

Integrierungsregel:

2.) $\int AB_{;\alpha} dx^\alpha = - \int (A_{;\alpha} B + 6 AB V_\alpha) dx^\alpha$

Wichtig! Bedingung der G!

Es gilt:

3.) $\delta R_{kl} = -(\delta \Delta^\alpha_{kl})_{;\alpha} + (\delta \Delta^\alpha_{k\alpha})_{;l} + \delta \Delta^\beta_{kl} (\Delta^\alpha_{\beta\alpha} - \Delta^\alpha_{\alpha\beta})$

oder

$$\delta \int L dx^\alpha = \int L^{kl} \delta R_{kl} dx^\alpha$$

$$= \int [-L^{kl} (\delta \Delta^\alpha_{kl})_{;\alpha} + L^{kl} (\delta \Delta^\alpha_{k\alpha})_{;l} + L^{kl} (\Delta^\beta_{\alpha\alpha} - \Delta^\alpha_{\alpha\beta}) \delta \Delta^\alpha_{kl}] dx^\alpha$$

$$\begin{aligned} &= \int dx^\alpha [L^{kl}_{;\alpha} \delta \Delta^\alpha_{kl} + L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) \delta \Delta^\alpha_{kl} \\ &\quad - L^{kl}_{;l} \delta \Delta^\alpha_{k\alpha} - L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta l} - \Delta^\beta_{l\beta}) \delta \Delta^\alpha_{k\alpha} \\ &\quad + L^{kl} (\Delta^\beta_{\alpha\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\alpha}) \delta \Delta^\alpha_{kl}] \end{aligned}$$

$\bigcirc L^{kl}_{;\alpha} + L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) - \delta^\alpha_l L^{kl}_{;\beta} - \delta^\alpha_k L^{kl}_{;\beta} (\Delta^\sigma_{\sigma\beta} - \Delta^\sigma_{\beta\sigma}) + L^{kl\beta} (\Delta^\alpha_{\alpha\beta} - \Delta^\alpha_{\beta\alpha}) = 0$

$$\begin{aligned} L^{kl}_{;\alpha} + L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) - 4 L^{kl}_{;\alpha} - 4 L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) + \\ + L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) = 0 \end{aligned}$$

$$- 3 L^{kl}_{;\alpha} - 2 L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) = 0$$

$$- L^{kl}_{;\alpha} = + \frac{2}{3} L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) \quad \text{Schritt 1:}$$

$$0 = L^{kl}_{;\alpha} + L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) - \frac{1}{3} \delta^\alpha_l L^{kl\beta} (\Delta^\sigma_{\sigma\beta} - \Delta^\sigma_{\beta\sigma}) + L^{kl\beta} (\Delta^\alpha_{\alpha\beta} - \Delta^\alpha_{\beta\alpha})$$

Nun ist

$$L^{kl}_{;\alpha} = L^{kl}_{;\alpha} + L^{\beta l} \Delta^k_{\beta\alpha} + L^{kl\beta} \Delta^l_{\beta\alpha} - L^{kl\beta} \Delta^\beta_{\beta\alpha}$$

$$L^{kl}_{;\alpha} = L^{kl}_{;\alpha} + L^{\beta l} \Delta^k_{\beta\alpha} + L^{kl\beta} \Delta^l_{\alpha\beta} - \frac{1}{2} L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} + \Delta^\beta_{\alpha\beta})$$

oder kann die rechte Seite gleich geschrieben werden:

$$0 = L^{kl}_{;\alpha} + \frac{1}{2} L^{kl} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) - \frac{1}{3} \delta^\alpha_l L^{kl\beta} (\Delta^\sigma_{\sigma\beta} - \Delta^\sigma_{\beta\sigma})$$

Wenn wir nun in der rechten (-) Ableitung das Δ^α_{kl} ableiten:

$$E^\alpha_{kl} = \Delta^\alpha_{kl} - \frac{1}{3} \delta^\alpha_k (\Delta^\sigma_{\sigma l} - \Delta^\sigma_{l\sigma})$$

Es entstehen folgende Zusatzglieder in der (+) - Ableitung:

$$- \frac{1}{3} L^{\beta l} \delta^\alpha_k (\Delta^\sigma_{\sigma\alpha} - \Delta^\sigma_{\alpha\sigma}) - \frac{1}{3} L^{kl\beta} \delta^\alpha_l (\Delta^\sigma_{\sigma\beta} - \Delta^\sigma_{\beta\sigma}) + \frac{5}{6} (\Delta^\beta_{\beta\alpha} - \Delta^\beta_{\alpha\beta}) L^{kl}$$

[weil: $E^\alpha_{\alpha l} = \Delta^\alpha_{\alpha l} - \frac{1}{3} (\Delta^\alpha_{\alpha l} - \Delta^\alpha_{l\alpha}) = -\frac{1}{3} \Delta^\alpha_{\alpha l} + \frac{1}{3} \Delta^\alpha_{l\alpha}$

$$E^\alpha_{l\alpha} = \Delta^\alpha_{l\alpha} - \frac{1}{3} (\Delta^\alpha_{\alpha l} - \Delta^\alpha_{l\alpha}) = -\frac{1}{3} \Delta^\alpha_{\alpha l} + \frac{1}{3} \Delta^\alpha_{l\alpha}$$

$$\frac{1}{2} (E^\alpha_{\alpha l} + E^\alpha_{l\alpha}) = -\frac{1}{3} \Delta^\alpha_{\alpha l} + \frac{1}{3} \Delta^\alpha_{l\alpha} = \frac{1}{2} (\Delta^\alpha_{\alpha l} + \Delta^\alpha_{l\alpha}) - \frac{5}{6} (\Delta^\alpha_{\alpha l} - \Delta^\alpha_{l\alpha})$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

Die Zusatzglieder lauten also:

$$\frac{1}{2} L^{kl} (\Delta^\sigma_{\sigma\alpha} - \Delta^\sigma_{\alpha\sigma}) - \frac{1}{3} \delta^\alpha_l L^{kl\beta} (\Delta^\sigma_{\sigma\beta} - \Delta^\sigma_{\beta\sigma})$$

Es sind also wirklich genau die Bestandteile in der Variante, gleich. bleibt (wie ich schon in meinem Skizze):

$$0 = L^{kl}_{;\alpha} \quad \text{mit der (+) Ableitung bezüglich der Affinitäten E-Affinität bedacht.}$$

general affine
 The model of space-time structure that I have recently¹⁾ described, ~~namely~~ is capable of a specialization that seems to me nearest to actuality. In this I am aided by two recent papers of Eisterlin.²⁾ I shall expose the situation a'new, without any reference to previous treatment. Critical and ^{ative}comparing remarks will follow.

We assume the structure of space-time to be determined by an affine connexion $\Gamma'_{\mu\nu}$, whose 64 components are complex numbers. Forming from them the Eistein tensor

$$R_{kl} =$$

we assume them to be subject to the variational principle

$$\int L dt = \int \mathcal{G}^{kl} \int R_{kl} dt = 0,$$

where L is an invariant density, ^{function}~~depending~~ only of the R_{kl} and $\mathcal{G}^{kl}$. However the $\mathcal{G}^{kl}$ shall be restricted to a domain such that

i) $\mathcal{G}^{kl}$ is an hermitian matrix;

ii) the ~~phase~~ integral ~~variance~~ $\int L dt$ is real.

The second demand refers to a fixed domain, but it will ~~now~~ be generalized presently.

$$\mathcal{F} \mathcal{G}^{kl} = \frac{\partial L}{\partial R_{kl}}, \text{ and is a tensor density.}$$

$$\gamma^{kl},_{\alpha} + \gamma^{\rho l} E^k_{\rho\alpha} + \gamma^{k\rho} E^l_{\alpha\rho} - \frac{1}{2} \gamma^{kl} (E^{\rho}_{\alpha\rho} + E^{\rho}_{\rho\alpha}) + 2 \delta^k_{\alpha} x^l - \frac{2}{3} \delta^l_{\alpha} x^k = 0$$

$$E'^k_{\rho\alpha} = E^k_{\rho\alpha} - \lambda g_{\rho\alpha} n^k + \mu \delta^k_{\rho} n_{(\alpha)} + \mu' \delta^k_{\alpha} n_{\rho)}$$

$$\xrightarrow{-\lambda' g_{\alpha\rho} n^k} \quad \frac{-\lambda \delta^l_{\alpha} x^k - \lambda \delta^k_{\alpha} x^l}{\mu \gamma^{\rho l} \delta^k_{\alpha} n_{\rho)} + \mu' \gamma^{kl} \delta^{\rho}_{\alpha} n_{\rho)}$$

$$\frac{n_{\alpha}}{n(n)} \quad E'^{\rho}_{\rho\alpha} = E^{\rho}_{\rho\alpha} - \lambda g_{\rho\alpha} n^{\rho} + \mu n_{(\alpha)}$$

$$E'^{\rho}_{\alpha\rho} = E^{\rho}_{\alpha\rho} - \lambda g_{\alpha\rho} n^{\rho} + \mu n_{(\alpha)}$$

$$-\frac{1}{2} \gamma^{kl} (-\lambda g_{\rho\alpha} n^{\rho} - \lambda g_{\alpha\rho} n^{\rho} + 5 \mu n_{(\alpha)}) \quad \mu' n_{(\alpha)} = \frac{1}{2} (g_{\rho\alpha} n^{\rho} + g_{\alpha\rho} n^{\rho})$$

$$- 2 \lambda n_{(\alpha)}$$

$$\mu \gamma^{\rho l} \delta^k_{\alpha} n_{\rho)} + \mu' \gamma^{\rho l} \delta^k_{\alpha} n_{\rho)} =$$

wir = 0 Bedingungen!

$$= \frac{1}{2} \mu \gamma^{kl} \delta^{\rho}_{\alpha} (g_{\sigma\rho} n^{\sigma} + g_{\rho\sigma} n^{\sigma}) + \frac{1}{2} \mu' \gamma^{\rho l} \delta^k_{\alpha} (g_{\sigma\rho} n^{\sigma} + g_{\rho\sigma} n^{\sigma})$$

Es handelt sich um:

$$\Gamma^m_{kl} + \frac{1}{4} g_{kl} i^m + \frac{1}{12} \delta^m_k i_l + \frac{1}{12} \delta^m_l i_k$$

$$W^m_{kl} - \frac{1}{3} \delta^m_k i_l + \frac{1}{3} \delta^m_l i_k$$

$$i_k = 4 n_k$$

$$\Gamma^m_{kl} + \frac{1}{4} g_{kl} n^m - \delta^m_k n_l + \frac{5}{3} \delta^m_l n_k$$

Wichtig!

ceolov

$$g^{kl}_{\alpha} \quad \text{ab.} \quad \alpha^2;$$

$$g^{k\alpha}_{\alpha} = -3 L^{k\alpha}_{;\alpha} - 2 L^{k\alpha} (\Delta^{\rho}_{\rho\alpha} - \Delta^{\rho}_{\alpha\rho})$$

Now, more terms:

$$g^{kl}_{\alpha} = g^{kl}_{;\alpha} + g^{kl} (\Delta^{\rho}_{\rho\alpha} - \Delta^{\rho}_{\alpha\rho}) - \frac{1}{3} \delta^{\rho\sigma}_{\alpha} (\Delta^{\sigma}_{\sigma\rho} - \Delta^{\sigma}_{\rho\sigma}) +$$

$$g^{k\alpha}_{\alpha} = g^{k\alpha}_{;\alpha} + g^{k\alpha} (\Delta^{\rho}_{\rho\alpha} - \Delta^{\rho}_{\alpha\rho}) - \frac{4}{3} g^{k\rho} (\Delta^{\sigma}_{\sigma\rho} - \Delta^{\sigma}_{\rho\sigma}) + g^{k\rho} (\Delta^{\rho}_{\alpha\rho} - \Delta^{\rho}_{\rho\alpha})$$

$$- \delta^{\rho\sigma}_{\alpha} = g^{k\rho}_{;\beta} + \frac{2}{3} g^{k\rho} (\Delta^{\sigma}_{\sigma\rho} - \Delta^{\sigma}_{\rho\sigma}) + g^{k\rho} (\Delta^{\sigma}_{\sigma\rho} - \Delta^{\sigma}_{\rho\sigma})$$

$$g^{k\alpha}_{\alpha} - \delta^{\rho\sigma}_{\alpha} g^{k\rho}_{\rho}$$

Wenn man Einsteins 1945-er Ansatz so modifiziert. (also richtig)

$$L = \int (\gamma^{kl} R_{kl} + 2\sqrt{g}) dx^i$$

$$\text{man ist: } g^{kl} g_{km} = \delta^l_m$$

$$\gamma^{kl} g_{km} = \delta^l_m \sqrt{g}$$

Ja. Man sieht im ersten Satz. Bei ungenutzten g 's sind aber die oben in γ enthaltenen g 's in einem Ringzug, von γ her. Und die verdrängten Güterglieder müssen ab sein.

Formel oben: δ geht ab. Der δ -Zusatz muss sein. Das ist noch nicht ganz klar. Das muss irgendwie sein, vielleicht kann man es noch klären.

Fortsetzung der ungenutzten Variationsüberlegung.

Man will den Strom i , man will formel überführt auf δ und α finden bekommen.

Letzte Frage: ist δ wie es jetzt steht, der Strom ist richtig Null, wie er sein sollte? Wir konstatieren die Gltg. δ auf k und α :

$$L^{\alpha l}_{; \alpha} + L^{\alpha l} (\Delta^{\beta}_{\beta \alpha} - \Delta^{\beta}_{\alpha \beta}) - L^{\epsilon \beta}_{; \beta} - L^{\epsilon \beta} (\Delta^{\sigma}_{\sigma \beta} - \Delta^{\sigma}_{\beta \sigma}) + L^{\alpha \beta} (\Delta^l_{\alpha \beta} - \Delta^l_{\beta \alpha}) = 0$$

Das sagt offenbar das Verschwinden von i mit. Man sollte jetzt: $\frac{1}{2}(L^{kl} - L^{lk}) = f^{kl}$. Dann

$$0 = f^{\beta l}_{; \beta} + f^{\beta l} (\Delta^{\sigma}_{\sigma \beta} - \Delta^{\sigma}_{\beta \sigma}) + \frac{1}{2} f^{\alpha \beta} (\Delta^l_{\alpha \beta} - \Delta^l_{\beta \alpha}) \equiv -f^{\epsilon \beta}_{; \beta}$$

Man ist für jeden Hilfspunkt δ identisch: $\equiv -i^l$

$$S^{kl}_{; l} \equiv S^{kl}_{; l} + \frac{1}{2} S^{\beta l} (\Delta^k_{\beta l} - \Delta^k_{l \beta}) + S^{\beta l} (\Delta^{\beta}_{\beta l} - \Delta^{\beta}_{l \beta})$$

$$\equiv -S^{\epsilon k}_{; l} \text{ mit einem Indizel getauscht:}$$

$$-S^{\epsilon \beta}_{; \beta} \equiv S^{\beta l}_{; \beta} + \frac{1}{2} S^{\alpha \beta} (\Delta^l_{\alpha \beta} - \Delta^l_{\beta \alpha}) + S^{\alpha \beta} (\Delta^{\sigma}_{\sigma \beta} - \Delta^{\sigma}_{\beta \sigma})$$

Daraus folgen die verbleibenden Identitäten.

Jetzt nehmen wir in das Variationsprinzip noch hinzu

$$S^{kl} \delta S_{kl} = S^{kl} \delta \left(-\frac{\partial \Delta^{\alpha}_{\alpha k}}{\partial x^l} + \frac{\partial \Delta^{\alpha}_{\alpha l}}{\partial x^k} \right)$$

gewählt integriert:

$$+ S^{kl}_{; l} \delta \Delta^{\alpha}_{\alpha k} - S^{kl}_{; k} \delta \Delta^{\alpha}_{\alpha l} = 2 S^{kl}_{; l} \delta \Delta^{\alpha}_{\alpha k}$$

Hilfsgröße!

Dies gibt in die δ Gltg., also verschwindet $\delta \Delta^{\alpha}_{\alpha k}$ abgesehen von, die Güterglieder:

$$2 S^k_{\alpha} x^l$$

In der oben vorfinden wir nun die Divergenz von (k, α) liefert das $\delta = -2i^l + 8x^l$ $i^l = 4x^l$ mit Punkt.

Die letzten Divergenzen von (l, α) sind δ modifiziert:

$$-3 L^{k \alpha}_{; \alpha} - 2 L^{k \alpha} (\Delta^{\beta}_{\beta \alpha} - \Delta^{\beta}_{\alpha \beta}) + 2 x^k_{\alpha} = 0 \text{ resp. jetzt:}$$

$$-L^{k \alpha}_{; \alpha} = \frac{2}{3} L^{k \alpha} (\Delta^{\beta}_{\beta \alpha} - \Delta^{\beta}_{\alpha \beta}) - \frac{2}{3} x^k_{\alpha} \leftarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

Wenn wir setzen in die δ Gltg. gilt dies das Güterglied:

$$-\frac{2}{3} S^l_{\alpha} x^k = -\frac{1}{3} (S^l_{\alpha} x^k + S^k_{\alpha} x^l) - \frac{1}{3} (S^l_{\alpha} x^k - S^k_{\alpha} x^l)$$

Dies sind die Güterglieder, die auf der linken Seite stehen. Gltg. mit $\gamma^{kl}_{; \alpha}$ bzw. $f^{kl}_{; \alpha}$ müssen fallen.

$$\rightarrow 2 S^k_{\alpha} x^l - \frac{2}{3} S^l_{\alpha} x^k = \left. \begin{aligned} &S^k_{\alpha} x^l + S^l_{\alpha} x^k + S^k_{\alpha} x^l - S^l_{\alpha} x^k \\ &-\frac{1}{3} (S^k_{\alpha} x^l + S^l_{\alpha} x^k) + \frac{1}{3} (S^k_{\alpha} x^l - S^l_{\alpha} x^k) \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{2}{3} (S^k_{\alpha} x^l + S^l_{\alpha} x^k) + \frac{4}{3} (S^k_{\alpha} x^l - S^l_{\alpha} x^k)$$

jetzt ist es vollkommen.

Ende der allgemeinen Theorie.

Aufgaben: 1) Auflösung der 64 linearen Gltg. 2) Speziell Lagrange-Funktion

Wirklich exakte Aufstellung der Glnen die zu lösen sind.

(i) bedeutet gilt nun $E^{\alpha}_{kl} = \Delta^{\alpha}_{kl} - \frac{1}{3} S^{\alpha}_k (S^{\alpha}_{cl} - \Delta^{\alpha}_{cl})$
 $(= \Gamma^{\alpha}_{kl} + W^{\alpha}_{kl} - S^{\alpha}_k V_l - S^{\alpha}_l V_k)$

Damit folgen mir

$$L^{kl}_{+,-;\alpha} + 2 S^k_{\alpha} x^l - \frac{2}{3} S^l_{\alpha} x^k = 0$$

↑
 $E^{\beta}_{\rho\alpha} = E^{\beta}_{\alpha\rho}$, aber
 man braucht das nicht.

$$\rightarrow L^{kl}_{+,-;\alpha} + L^{\beta\epsilon} E^k_{\rho\alpha} + L^{k\beta} E^{\epsilon}_{\alpha\rho} - \frac{1}{2} L^{kl} (E^{\beta}_{\rho\alpha} + E^{\beta}_{\alpha\rho}) + 2 S^k_{\alpha} x^l - \frac{2}{3} S^l_{\alpha} x^k = 0$$

$$2 S^k_{\alpha} x^l - \frac{2}{3} S^l_{\alpha} x^k = \frac{2}{3} (S^k_{\alpha} x^l + S^l_{\alpha} x^k) + \frac{4}{3} (S^k_{\alpha} x^l - S^l_{\alpha} x^k)$$

$$L^{kl} = g^{kl} + f^{kl} \quad E^{\alpha}_{kl} = \Gamma^{\alpha}_{kl} + W^{\alpha}_{kl} \quad \text{[nicht verwenden!]}$$

wir werden den Trick probieren, aber merken, wir werden $W^{\alpha}_{cl} = 0$ Lösung in geword und in geword. (NB.: möglichste fallen wir es aber das noch leicht (?)..)

$$0 = \begin{cases} g^{kl}_{+,-;\alpha} + g^{\beta\epsilon} \Gamma^k_{\rho\alpha} + g^{k\beta} \Gamma^{\epsilon}_{\alpha\rho} + f^{\beta\epsilon} W^k_{\rho\alpha} + f^{k\beta} W^{\epsilon}_{\alpha\rho} - \frac{1}{2} g^{kl} (\Gamma^{\beta}_{\rho\alpha} + \Gamma^{\beta}_{\alpha\rho}) - \\ \quad - \frac{1}{2} g^{kl} (W^{\beta}_{\rho\alpha} + W^{\beta}_{\alpha\rho}) + \frac{2}{3} (S^k_{\alpha} x^l + S^l_{\alpha} x^k) \\ f^{kl}_{+,-;\alpha} + f^{\beta\epsilon} \Gamma^k_{\rho\alpha} + f^{k\beta} \Gamma^{\epsilon}_{\alpha\rho} + g^{\beta\epsilon} W^k_{\rho\alpha} + g^{k\beta} W^{\epsilon}_{\alpha\rho} - \frac{1}{2} f^{kl} (\Gamma^{\beta}_{\rho\alpha} + \Gamma^{\beta}_{\alpha\rho}) \\ \quad - \frac{1}{2} f^{kl} (W^{\beta}_{\rho\alpha} + W^{\beta}_{\alpha\rho}) + \frac{4}{3} (S^k_{\alpha} x^l - S^l_{\alpha} x^k) \end{cases}$$

ganz genau

Man muss hier das inoffizielle die Lösung für W zu bekommen, dass gilt die Bedingung der neuen Gln. (1a):

$$0 = g^{k\alpha}_{+,-;\alpha} + g^{\beta\alpha} \Gamma^k_{\rho\alpha} + g^{k\beta} \Gamma^{\alpha}_{\alpha\rho} + f^{\beta\alpha} W^k_{\rho\alpha} - \frac{1}{2} g^{k\alpha} (\Gamma^{\beta}_{\rho\alpha} + \Gamma^{\beta}_{\alpha\rho}) + \frac{10}{3} x^k$$

Es ist offensichtlich das die Bedingung, dass die L-Gln. mit der "bestimmten", bestimmten Form zu kommen.

Man betrachtet nun (nicht symmetrisch) die Größe L_{kl} , Determinante L , $L^{kl} = \frac{\text{Minor}}{L}$, so dass also

$$L_{kl} L^{il} = L_{lk} L^{li} = \delta^i_k$$

Man kann dabei auf die L^{kl} für wir haben. Ihre Determinante ist L^{-1} .

Man verlangt

$$\sqrt{L} \cdot L^{kl} = L^{kl}$$

was heißt zu berücksichtigen, dass wir nicht wissen:

$$\text{Det } \sqrt{L} \cdot L^{kl} = \text{Det } L^{kl} = \frac{L^2}{L} = L$$

Dann ist

$$L_{kl} L^{il} = \delta^i_k \sqrt{L}$$

$$L_{kl} L^{kl} = 4 \sqrt{L}$$

Jetzt multiplizieren wir die Gln. mit L_{kl} ; ~~man~~ $L_{kl} L^{kl} = 4 \sqrt{L}$ ~~man~~ $L_{kl} L^{kl} = 4 \sqrt{L}$

$$0 = L_{kl} L^{kl}_{+,-;\alpha} + L_{kl} L^{\beta\epsilon} E^k_{\rho\alpha} + L_{kl} L^{k\beta} E^{\epsilon}_{\alpha\rho} - \frac{1}{2} L_{kl} L^{kl} (E^{\beta}_{\rho\alpha} + E^{\beta}_{\alpha\rho}) +$$

Nun ist: $4 = L_{kl} L^{kl}$; $0 = L_{kl,\alpha} L^{kl} + L_{kl} L^{kl}_{+,-;\alpha}$. Letzter sieht:

$$L_{kl,\alpha} = L_{kl} L^{kl}_{+,-;\alpha}$$

$$L^{kl}_{+,-;\alpha} = (\sqrt{L} L^{kl})_{+,-;\alpha} = \frac{1}{2} \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}} L^{kl} + \sqrt{L} L^{kl}_{+,-;\alpha} \quad \text{also}$$

$$L_{kl} L^{kl}_{+,-;\alpha} = 2 \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}} + \sqrt{L} L_{kl} L^{kl}_{+,-;\alpha} = 2 \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}} - \sqrt{L} L_{kl,\alpha} L^{kl}$$

$$L_{kl} L^{kl}_{+,-;\alpha} = 2 \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}} - \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}} = \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}}, \quad \text{also}$$

$$L_{kl} L^{kl}_{+,-;\alpha} = 2 \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}} - \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}} = \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}}, \quad \text{mitglied:}$$

$$0 = \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}} + \sqrt{L} (E^{\beta}_{\rho\alpha} + E^{\beta}_{\alpha\rho}) - 2 \sqrt{L} (E^{\beta}_{\rho\alpha} + E^{\beta}_{\alpha\rho}) + 2 L_{\alpha\epsilon} x^l - \frac{2}{3} L_{k\alpha} x^k$$

$$\frac{1}{2} \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}} = \frac{1}{2} \sqrt{L} (E^{\beta}_{\rho\alpha} + E^{\beta}_{\alpha\rho}) - L_{\alpha\epsilon} x^l + \frac{1}{3} L_{k\alpha} x^k$$

Jetzt kann man die Gln. "bestimmen" (mit $\sqrt{L}$ ~~multiplizieren~~),
 weil $L^{kl}_{+,-;\alpha} = \sqrt{L} L^{kl}_{+,-;\alpha} + \frac{1}{2} L^{kl}_{+,-;\alpha} \frac{L_{,\alpha}}{\sqrt{L}}$. Die lautet dann

$$0 = L^{kl}_{+,-;\alpha} + L^{\beta\epsilon} E^k_{\rho\alpha} + L^{k\beta} E^{\epsilon}_{\alpha\rho} - L^{kl} L_{\alpha\beta} x^{\beta} + \frac{1}{3} L^{kl} L_{\rho\alpha} x^{\rho} + 2 S^k_{\alpha} x^l - \frac{2}{3} S^l_{\alpha} x^k$$

$$0 = L^{kl}_{+,-;\alpha} + L^{\beta\epsilon} E^k_{\rho\alpha} + L^{k\beta} E^{\epsilon}_{\alpha\rho} + 2 S^k_{\alpha} x^l - \frac{2}{3} S^l_{\alpha} x^k - L^{kl} (L_{\alpha\beta} x^{\beta} - \frac{1}{3} L_{\rho\alpha} x^{\rho})$$

Wiederholt:

$$0 = L^{kl}_{,\alpha} + L^{\beta l} E^k_{\beta\alpha} + L^{k\beta} E^l_{\alpha\beta} + 2 \delta^k_{\alpha} n^l - \frac{2}{3} \delta^l_{\alpha} n^k - L^{kl} (L_{\alpha\beta} n^{\beta} - \frac{1}{3} L_{\beta\alpha} n^{\beta})$$

Jetzt könnte man auf die Indizes hinüberziehen.

Multiplizieren mit $-L_{kp} L_{ml}$

$$-L_{kp} L_{ml} L^{kl}_{,\alpha} = +L_{kp} L^{kl} L_{ml,\alpha} = L_{\mu\nu,\alpha}, \text{ also}$$

$$0 = L_{\mu\nu,\alpha} - L_{kv} E^k_{\mu\alpha} - L_{\mu l} E^l_{\alpha\nu} - 2 L_{\alpha\nu} L_{\mu l} n^l + \frac{2}{3} L_{kv} L_{\mu\alpha} n^k + L_{\mu\nu} (L_{\alpha\beta} n^{\beta} - \frac{1}{3} L_{\beta\alpha} n^{\beta})$$

$$0 = L_{\mu\nu,\alpha} - L_{kv} E^k_{\mu\alpha} - L_{\mu l} E^l_{\alpha\nu} - 2 L_{\alpha\nu} L_{\mu\beta} n^{\beta} + \frac{2}{3} L_{\mu\alpha} L_{\beta\nu} n^{\beta} + L_{\mu\nu} (L_{\alpha\beta} n^{\beta} - \frac{1}{3} L_{\beta\alpha} n^{\beta})$$

Aber mein Vorteil bietet dieses Herüberziehen nicht auf, im Gegenteil. Denn L^{kl} sind, da L^{kl} symmetrisch auf „proportional“. Die Umkehrung ist ebenfalls möglich. Für die Spaltprodukte der $L_{\alpha\beta}$ gilt das nicht mehr. - Außerdem bin ich aber nicht zufrieden, in den 12-Gliedern!

→

Es muss zuerst unter Vorzeichen auf korrekt beschriftet werden, um den 2-dimensionalen Fall vollständig zu lösen:

$$\Gamma^{ikl} = -(\delta^i_m \delta^k_n f^l_s - \delta^i_n \delta^k_m f^l_s) U^{snm} + A^{ikl}$$

$$U^{ikl} = +(\delta^i_m \delta^k_n f^l_s - \delta^i_n \delta^k_m f^l_s) \Gamma^{snm} + B^{ikl}$$

$$U^{snm} = +(\delta^s_\gamma \delta^n_\beta f^m_\alpha - \delta^s_\beta \delta^n_\gamma f^m_\alpha) \Gamma^{\alpha\beta\gamma} + B^{snm}$$

$$\Gamma^{snm} = -(\delta^s_\gamma \delta^n_\beta f^m_\alpha - \delta^s_\beta \delta^n_\gamma f^m_\alpha) U^{\alpha\beta\gamma} + A^{snm} [+C^{ikl}]$$

$$U^{ikl} = -(\delta^i_m \delta^k_n f^l_s - \delta^i_n \delta^k_m f^l_s) (\delta^s_\gamma \delta^n_\beta f^m_\alpha - \delta^s_\beta \delta^n_\gamma f^m_\alpha) U^{\alpha\beta\gamma} = -(\delta^k_\beta f^l_\gamma f^i_\alpha - \delta^i_\gamma f^l_\beta f^k_\alpha - \delta^i_\beta f^l_\alpha f^k_\gamma + \delta^k_\gamma f^l_\alpha f^i_\beta) U^{\alpha\beta\gamma} + C^{ikl}$$

$$C^{ikl} = B^{ikl} + (\delta^i_m \delta^k_n f^l_s - \delta^i_n \delta^k_m f^l_s) A^{snm}$$

Zweidimensionalen Fall. Dann kann ~~WAAW~~ entwickelt sein mit Hilfe. $f_{12} \neq 0 = -f_{21}$. . also also $U^{1'2}$, $U^{2'2}$.

$$U^{1'2} = -(\delta^1_\beta f^2_\gamma f^1_\alpha - \delta^1_\gamma f^2_\beta f^1_\alpha - \delta^1_\beta f^2_\alpha f^1_\gamma + \delta^2_\beta f^1_\alpha f^1_\gamma) U^{\alpha\beta\gamma} + C^{1'2}$$

$$= -f_{12}^2 (-U^{2'1} + U^{2'1} + U^{1'2} + U^{2'2}) + C^{1'2}$$

$$U^{1'2} = -f_{12}^2 U^{1'2} + C^{1'2}$$

$$U^{2'2} = -(\delta^2_\beta f^2_\gamma f^2_\alpha - \delta^2_\gamma f^2_\beta f^2_\alpha - \delta^2_\beta f^2_\alpha f^2_\gamma + \delta^2_\gamma f^2_\alpha f^2_\gamma) U^{\alpha\beta\gamma} + C^{2'2}$$

$$= -f_{12}^2 (U^{1'1} + U^{2'2} + U^{1'2} - U^{1'2}) + C^{2'2}$$

$$U^{2'2} = -f_{12}^2 U^{2'2} + C^{2'2}$$

$$U^{1'2} = \frac{C^{1'2}}{1+f_{12}^2} \quad U^{2'2} = \frac{C^{2'2}}{1+f_{12}^2}$$

~~f_{12}~~ für f_{12} ist ein Zusammenhang. Was ist der Fehler?

Der Fehler steht im richtigen Fall zu sein.

$$U^{ikl} = \frac{C^{ikl}}{1 + \frac{1}{2} f^{ik} f_{ik}} \quad \text{dieses richtig sein.}$$

Demnach muss man in ~~WAA~~ 4-er Fall (also $f_{12} \neq 0$, $f_{34} \neq 0$) für diese ganzen Dimensionen das gleiche! für die also 3,4 in Fallenden das analoge.

$$U^{ikl} = - (\overset{(A)}{\underset{(i \quad kl)}{\gamma_{\rho\gamma\tau\alpha}^k}} - \overset{(A')}{\underset{(2 \quad kl)}{\gamma_{\delta\tau\beta\alpha}^l}} - \overset{(B)}{\underset{(1 \quad kl)}{\gamma_{\rho\tau\alpha\gamma}^i}} + \overset{(B')}{\underset{(3 \quad kl)}{\gamma_{\delta\tau\alpha\beta}^k}}) U^{\alpha\beta\gamma} + \overset{(C)}{\underset{(1 \quad kl)}{C^{ikl}}}$$

nur B-Grüpp: $\begin{pmatrix} ikl \\ 134 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} f_{12} \\ f_{34} \end{pmatrix}$

$$U^{134} = - (\gamma_{\rho\tau\gamma\alpha}^3 - \gamma_{\delta\tau\beta\alpha}^4 - \gamma_{\rho\tau\alpha\gamma}^1 + \gamma_{\delta\tau\alpha\beta}^2) U^{\alpha\beta\gamma} + C^{134}$$

$$= + f_{12} f_{34} U^{233} - f_{34}^2 U^{431} - f_{34}^2 U^{314} - f_{12} f_{34} U^{244} + C^{134}$$

nur C'-Grüpp: $\begin{pmatrix} ikl \\ 314 \end{pmatrix}$

$$\begin{cases} U^{314} = - (\gamma_{\rho\tau\gamma\alpha}^3 - \gamma_{\delta\tau\beta\alpha}^4 - \gamma_{\rho\tau\alpha\gamma}^1 + \gamma_{\delta\tau\alpha\beta}^2) U^{\alpha\beta\gamma} + C^{314} \\ = + f_{34}^2 U^{413} - f_{12} f_{34} U^{233} - f_{12} f_{34} U^{332} - f_{12} f_{34} U^{244} + C^{314} \\ U^{413} = f_{34}^2 U^{314} + f_{12} f_{34} U^{442} + f_{12} f_{34} U^{323} + C^{413} \end{cases}$$

$$U^{314} + U^{431} = - f_{34}^2 U^{431} - f_{34}^2 U^{314} + C^{314} + C^{431}$$

$$U^{314} + U^{431} = \frac{C^{314} + C^{431}}{1 + f_{34}^2}$$

Dieser mit der B-Grupp:

$$U^{134} = - \frac{f_{34}^2}{1 + f_{34}^2} (C^{314} + C^{431}) + C^{134}$$

Nur leben in der C-C'-Grüpp das auf einem Gleichzeit nicht möglich:

nur C'-Grüpp: $\begin{pmatrix} ikl \\ 313 \end{pmatrix}$

$$U^{313} = - (\gamma_{\rho\tau\gamma\alpha}^3 - \gamma_{\delta\tau\beta\alpha}^4 - \gamma_{\rho\tau\alpha\gamma}^1 + \gamma_{\delta\tau\alpha\beta}^2) U^{\alpha\beta\gamma} + C^{313}$$

$$= - f_{34}^2 U^{414} + f_{12} f_{34} U^{243} + 2 f_{12} f_{34} U^{432} - f_{12} f_{34} U^{423} + C^{313}$$

$$(34) \quad U^{414} = - f_{34}^2 U^{313} - f_{12} f_{34} U^{234} - 2 f_{12} f_{34} U^{342} + C^{414}$$

$$U^{313} - U^{414} = f_{34}^2 (U^{313} - U^{414}) + 2 f_{12} f_{34} (U^{432} + U^{342}) + C^{313} - C^{414}$$

$$(U^{313} - U^{414}) (1 - f_{34}^2) = 2 f_{12} f_{34} (U^{432} + U^{342}) + C^{313} - C^{414}$$

$$(12) \quad (U^{323} - U^{424}) (1 - f_{34}^2) = - 2 f_{12} f_{34} (U^{431} + U^{341}) + C^{323} - C^{424}$$

Jetzt müß man die zwei { geklammerten Gruppen addieren!

$$U^{314} + U^{413} = f_{34}^2 (U^{314} + U^{413}) + 2 f_{12} f_{34} (U^{323} - U^{424}) + C^{314} + C^{413}$$

$$(U^{341} + U^{431}) (1 - f_{34}^2) = - 2 f_{12} f_{34} (U^{323} - U^{424}) + C^{431} - C^{314} \quad (1 - f_{34}^2)$$

$$(U^{323} - U^{424}) (1 - f_{34}^2) = - 2 f_{12} f_{34} (U^{341} + U^{431}) + C^{323} - C^{424} \quad - 2 f_{12} f_{34}$$

$$(U^{341} + U^{431}) [(1 - f_{34}^2)^2 - 4 f_{12}^2 f_{34}^2] = (1 - f_{34}^2) (C^{341} + C^{431}) - 2 f_{12} f_{34} (C^{323} - C^{424})$$

$$(U^{323} - U^{424}) [(1 - f_{34}^2)^2 - 4 f_{12}^2 f_{34}^2] = (1 - f_{34}^2) (C^{323} - C^{424}) - 2 f_{12} f_{34} (C^{341} + C^{431})$$

$$\begin{cases} U^{431} + U^{341} = \Delta^{-1} (1 - f_{34}^2) (C^{341} + C^{431}) - 2 \Delta^{-1} f_{12} f_{34} (C^{323} - C^{424}) \\ U^{431} - U^{341} = \frac{1}{1 + f_{34}^2} (C^{431} - C^{341}) \end{cases}$$

$$\Delta = (1 - f_{34}^2)^2 - 4 f_{12}^2 f_{34}^2$$

$$(U^{313} + U^{414}) (1 + f_{34}^2) = 2 f_{12} f_{34} (U^{243} + 2 f_{12} f_{34} (U^{432} - U^{342}) + C^{313} + C^{414})$$

$$(12) \quad (U^{323} + U^{424}) (1 + f_{34}^2) = - 2 f_{12} f_{34} U^{143} + 2 f_{12} f_{34} (U^{431} - U^{341}) + C^{323} + C^{424}$$

$$U^{323} + U^{424} = - \frac{2 f_{12} f_{34}}{1 + f_{34}^2} \left[\frac{f_{34}^2}{1 + f_{34}^2} (C^{314} + C^{431}) - C^{134} \right] - \frac{2 f_{12} f_{34}}{(1 + f_{34}^2)^2} (C^{431} - C^{341}) + \frac{C^{323} + C^{424}}{1 + f_{34}^2}$$

$$\begin{cases} U^{323} + U^{424} = - \frac{2 f_{12} f_{34}}{1 + f_{34}^2} (C^{431} - C^{341} - C^{134}) + \frac{C^{323} + C^{424}}{1 + f_{34}^2} \\ U^{323} - U^{424} = \Delta^{-1} (1 - f_{34}^2) (C^{323} - C^{424}) - 2 \Delta^{-1} f_{12} f_{34} (C^{341} + C^{431}) \end{cases}$$

$$U^{431} = \frac{1}{2} \left(\frac{1 - f_{34}^2}{\Delta} + \frac{1}{1 + f_{34}^2} \right) C^{431} + \frac{1}{2} \left(\frac{1 - f_{34}^2}{\Delta} - \frac{1}{1 + f_{34}^2} \right) C^{341} - \frac{f_{12} f_{34}}{\Delta} (C^{323} - C^{424})$$

$$U^{323} = \frac{1}{2} \left(\frac{1 - f_{34}^2}{\Delta} + \frac{1}{1 + f_{34}^2} \right) C^{323} - \frac{1}{2} \left(\frac{1 - f_{34}^2}{\Delta} - \frac{1}{1 + f_{34}^2} \right) C^{424} - f_{12} f_{34} \left(\frac{1}{\Delta} + \frac{1}{1 + f_{34}^2} \right) C^{431} - f_{12} f_{34} \left(\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{1 + f_{34}^2} \right) C^{341} + \frac{f_{12} f_{34}}{1 + f_{34}^2} C^{134}$$

Man bilde nun die für die Matrix von 24 Größen:

$$\frac{2}{1 + f_{12}^2} + \frac{2}{1 + f_{34}^2} + 4 + 4 \left(\frac{1 - f_{34}^2}{\Delta} + \frac{1}{1 + f_{34}^2} \right) + 4 \left(\frac{1 - f_{12}^2}{\Delta'} + \frac{1}{1 + f_{12}^2} \right) =$$

$$\begin{aligned} & \textcircled{2} \quad \textcircled{2} \quad \textcircled{4} \quad \textcircled{8} \quad \textcircled{8} \\ & = \frac{6}{1 + f_{12}^2} + \frac{6}{1 + f_{34}^2} + \frac{4(1 - f_{34}^2)}{\Delta} + \frac{4(1 - f_{12}^2)}{\Delta'} + 4 = \end{aligned}$$

$$= 4 + [\Delta \Delta' (1 + f_{12}^2)(1 + f_{34}^2)]^{-1} [6 \Delta \Delta' (2 + f_{12}^2 + f_{34}^2) + 4 (1 + f_{12}^2)(1 + f_{34}^2)(1 - f_{34}^2) \Delta' + (1 - f_{12}^2) \Delta]$$

$$(1 + f_{12}^2)(1 + f_{34}^2) = 1 + J_1 + J_2^2; \quad \Delta \Delta' = (1 - f_{34}^2)^2 (1 - f_{12}^2)^2 - 4 f_{12}^2 f_{34}^2 (1 - f_{12}^2)^2 + (1 - f_{34}^2)^2 + 16 J_2^4$$

$$\Delta \Delta' = (1 - J_1 + J_2^2)^2 - 4 J_2^2 (1 - 2 J_1 + f_{12}^2 + f_{34}^2) + 16 J_2^4 = (1 - J_1 + J_2^2)^2 - 4 J_2^2 (1 - 2 J_1 + J_1^2 - 2 J_2^4) + 16 J_2^4$$

folgt zu nicht.

Chel!

$$f_{12}^2 + f_{34}^2 = J_1$$

$$2f_{12}f_{34} = J_2$$

$$(f_{12}^2 + f_{34}^2)^2 = J_1 + J_2$$

$$(f_{12} - f_{34})^2 = J_1 - J_2$$

$$f_{12} = \frac{1}{2} (\sqrt{J_1 + J_2} + \sqrt{J_1 - J_2})$$

$$f_{34} = \frac{1}{2} (\sqrt{J_1 + J_2} - \sqrt{J_1 - J_2})$$

$$f_{12}^2 = \frac{1}{4} (2J_1 + 2\sqrt{J_1^2 - J_2^2}) = \frac{1}{2} (J_1 + \sqrt{J_1^2 - J_2^2})$$

$$f_{34}^2 = \frac{1}{4} (2J_1 - 2\sqrt{J_1^2 - J_2^2}) = \frac{1}{2} (J_1 - \sqrt{J_1^2 - J_2^2})$$

4
12
32
40
88

Anzahl der nicht verschwindenden Matrixglieder:

$$4 \cdot 1 + 4 \cdot 3 + 8 \cdot 4 + 8 \cdot 5 = 4 + 12 + 32 + 40 = 88$$

$$\text{gegen } \frac{24}{48} \times 24 = 576.$$

$$\frac{96}{576}$$

Es sind, gleich zusammen 4 Typen von Gliedern. Es handelt sich wesentlich darum, die wieder unter einem Fuß zu bringen, so wie sie es waren im direkten Prozess. Dabei wird "Dreh-ist-mit" auch eine Rolle spielen.

Es dürfte gut sein, die Einheits wieder abzugeben.

Dadurch wird man nicht weiterkommen.

Man wollen von nun an unter $\bar{U}^{ikl}$ verstehen $U^{ikl} - C^{ikl}$.

$$\bar{U}^{112} = - \frac{f_{12}^2}{1+f_{12}^2} C^{112}$$

$$\bar{U}^{334} = - \frac{f_{34}^2}{1+f_{34}^2} C^{334}$$

12 34
34 12

$$\bar{U}^{134} = - \frac{f_{34}^2}{1+f_{34}^2} (C^{134} + C^{431})$$

$$\bar{U}^{312} = - \frac{f_{12}^2}{1+f_{12}^2} (C^{132} + C^{213})$$

ikl
112

$$\bar{U}^{ikl} = \frac{\delta_{\beta}^i f_{\alpha}^k f_{\gamma}^l}{1+f_{12}^2} C^{\alpha\beta\gamma}$$

$$\delta_{\beta}^k f_{\alpha}^l f_{\gamma}^i$$

ikl
134

C 332

Das einzige Resultat, das ich zu mir
(1+f_{12}^2)(1+f_{34}^2) = 1 + J_1 + \frac{1}{4} J_2^2 = J_2

$$\left. \begin{aligned} J \bar{U}^{112} &= - (f_{12}^2 + \frac{J_2}{2} f_{12} f_{34}) C^{112} \\ J \bar{U}^{134} &= - (f_{34}^2 + \frac{J_2}{2} f_{12} f_{34}) (C^{134} + C^{431}) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} J \bar{U}^{334} &= - (f_{34}^2 + \frac{J_2}{2} f_{12} f_{34}) C^{334} \\ J \bar{U}^{312} &= - (f_{12}^2 + \frac{J_2}{2} f_{12} f_{34}) (C^{132} + C^{213}) \end{aligned}$$

$$J \bar{U}^{ikl} = \delta_{\beta}^i f_{\alpha}^k f_{\gamma}^l C^{\alpha\beta\gamma} + \frac{J_2}{2} (\delta_{\beta}^i f_{\alpha}^k f_{\gamma}^l - \delta_{\beta}^i f_{\alpha}^l f_{\gamma}^k) C^{\alpha\beta\gamma}$$

Das heißt, das 8. Glied zu denken (vergehen!). Man muß hier, wie es in den 16 anderen gilt, so als ob die Rolle auf sich bedachten. Es folgt aber noch, offenbar:

$$- \delta_{\beta}^i f_{\alpha}^k f_{\gamma}^l C^{\alpha\beta\gamma}, \text{ also also:}$$

$$J \bar{U}^{ikl} = \delta_{\beta}^i [f_{\alpha}^k f_{\gamma}^l - f_{\alpha}^l f_{\gamma}^k + \frac{J_2}{2} (f_{\alpha}^k f_{\gamma}^l - f_{\alpha}^l f_{\gamma}^k)] C^{\alpha\beta\gamma}$$

folgt nicht
man auf
die 16 anderen
so das Doppelte
für bringen.

Probe: ikl
334

$$J \bar{U}^{334} = \delta_{\beta}^3 [f_{\alpha}^3 f_{\gamma}^4 - f_{\alpha}^4 f_{\gamma}^3 + \frac{J_2}{2} (f_{\alpha}^3 f_{\gamma}^4 - f_{\alpha}^4 f_{\gamma}^3)] C^{\alpha\beta\gamma}$$

$$= - f_{34}^2 C^{334} + f_{34}^2 C^{433} + \frac{J_2}{2} f_{12} f_{34} C^{334} + \frac{J_2}{2} f_{12} f_{34} C^{433}$$

cor-
rect.

$$J \bar{U}^{312} = \delta_{\beta}^3 [f_{\alpha}^1 f_{\gamma}^2 - f_{\alpha}^2 f_{\gamma}^1 + \frac{J_2}{2} (f_{\alpha}^1 f_{\gamma}^2 - f_{\alpha}^2 f_{\gamma}^1)] C^{\alpha\beta\gamma}$$

$$= - f_{12}^2 C^{132} + f_{12}^2 C^{231} - \frac{J_2}{2} f_{12} f_{34} C^{132} + \frac{J_2}{2} f_{12} f_{34} C^{231}$$

folgt nunmehr wegen Detail als in U^{431} und U^{323} liefert.

$$i_{kl} \quad y[\bar{U}^{431}] = \delta_{\beta}^4 [f_{\alpha}^3 f_{\gamma}^1 - f_{\alpha}^1 f_{\gamma}^3 + \frac{J_2}{2} (f_{\alpha}^3 f_{\gamma}^1 - f_{\alpha}^1 f_{\gamma}^3)] C^{\alpha\beta\gamma}$$

$$= f_{12} f_{34} C^{124} - f_{12} f_{34} C^{442} + \frac{J_2}{2} f_{12}^2 C^{244} - \frac{J_2}{2} f_{12}^2 C^{442}$$

$$= (f_{12} f_{34} + \frac{J_2}{2} f_{12}^2) C^{424} = f_{12} f_{34} (1 + f_{12}^2) C^{424}$$

$$[\bar{U}^{431}] = \frac{f_{12} f_{34}}{1+f_{34}^2} C^{424} \quad \text{so ein Glied ist wenigstens vorhanden.}$$

ikl
323

$$y[\bar{U}^{323}] = \delta_{\beta}^3 [f_{\alpha}^2 f_{\gamma}^3 - f_{\alpha}^3 f_{\gamma}^2 + \frac{J_2}{2} (f_{\alpha}^2 f_{\gamma}^3 - f_{\alpha}^3 f_{\gamma}^2)] C^{\alpha\beta\gamma}$$

$$= - f_{12} f_{34} C^{431} + f_{12} f_{34} C^{134} - \frac{J_2}{2} f_{34}^2 C^{431} + \frac{J_2}{2} f_{34}^2 C^{134}$$

$$= (- f_{12} f_{34} - \frac{J_2}{2} f_{34}^2) C^{431} + (f_{12} f_{34} + \frac{J_2}{2} f_{34}^2) C^{134}$$

$$[\bar{U}^{323}] = - \frac{f_{12} f_{34}}{1+f_{12}^2} C^{431} + \frac{f_{12} f_{34}}{1+f_{12}^2} C^{134}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & a_{12} \\ -a_{12} & 0 \end{pmatrix}$$

$$a_{12} x_2 = y_1 = \lambda x_1$$

$$\lambda = i a_{12} \quad \lambda = -i a_{12}$$

$$-a_{12} x_1 = y_2 = \lambda x_2$$

$$x_2 = i x_1 \quad x_2 = -i x_1$$

$$a_{12} x_2 = y_1$$

$$x_2 + i x_1 = x_1'$$

$$y_2 + i y_1 = y_1'$$

$$-i \mid -a_{12} x_1 = y_2$$

$$x_2 - i x_1 = x_2'$$

$$y_2 - i y_1 = y_2'$$

$$\begin{pmatrix} i a_{12} & . \\ . & -i a_{12} \end{pmatrix}$$

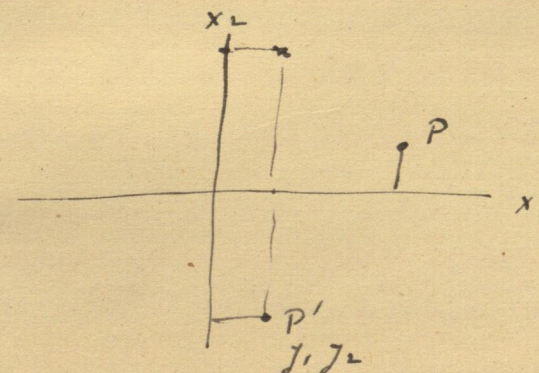
$$a_{12} (x_2 + i x_1) = y_1 - i y_2 = -i (y_2 + i y_1)$$

$$a_{12} (x_2 - i x_1) = y_1 + i y_2 = i (y_2 - i y_1)$$

$$\text{Add} \quad x_1 = \frac{i}{2} (x_2' - x_1')$$

$$x_2 = \frac{x_2' + x_1'}{2}$$

$$a_{12}' = \frac{\partial x_1}{\partial x_1'} \frac{\partial x_2}{\partial x_2'} a_{12} + \frac{\partial x_2}{\partial x_1'} \frac{\partial x_1}{\partial x_2'} a_{21} = \left(-\frac{i}{2}\right) \frac{1}{2} a_{12} - \frac{1}{2} \cdot \frac{i}{2} a_{12}$$



$$a_{12} = 1$$

$$y_1' \quad \omega - \text{contra.}$$

$$a_{12}'$$