Anhang 1
GOTTES POLYEDER

Die heutige Wissenschaft ist extrem an die Medien angepasst. Sobald wir eine Idee, ein Projekt haben, geben wir ihm schnell einen sprechenden Namen, der die Phantasie der Leute anregt. Vor 50 Jahren konnte ein Objekt, das wir uns vorstellten, das Schicksal eines massereichen Neutronenstern beschreiben, da durch den Zufluss, der durch den stellaren Wind eines benachbarten Stern seinen Ursprung hatte, die kritische Masse von 2,5 Sonnenmassen überschritten wurde, wurde „SCHWARZSCHILD RADIUS“ (*) genannt. Nicht gerade ein guter Verkaufsname. Auch das Wort „COLLAPSAR“, zusammengesetzt aus kollabierendem Stern, hatte ebensowenig Erfolg. Aber als John Archibald Wheeler den Namen „SCHWARZES LOCH“ erfand, war er gleich weltweit erfolgreich. Gleiches gilt für TOE (Theory of Everything, Theorie von Allem) oder die „M-THEORIE“ der Superstring-Leute. Heute suchen unsere modernen Plutophysiker (von dem grichischen Wort ploutos, „Reichtum“) nach dem Higg´s Boson, das schon den Spitznamen „GOTTESTEILCHEN“ trägt.

Um mit dieser Unart weiterzumachen und dich zum lächeln zu bringen ist hier das Polyeder mit nur einer Fläche und einer Kante. Wir erinnern daran, dass das grichische Wort „hedron“ „Fläche“ bedeutet.

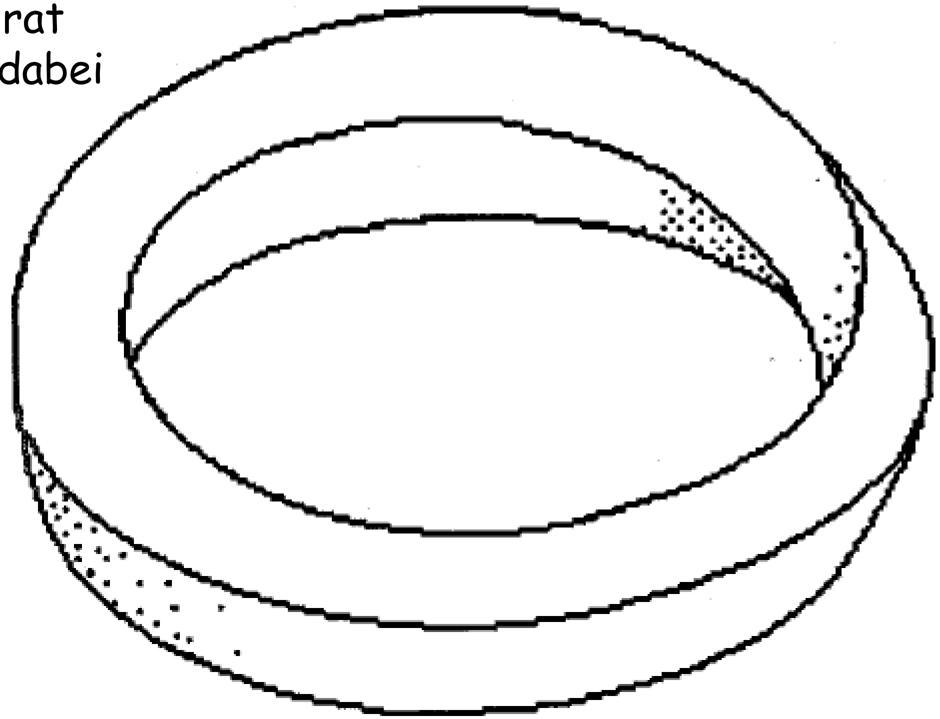
Also, hier ist das MONOEDER, oder ... „GOTTES POLYEDER“

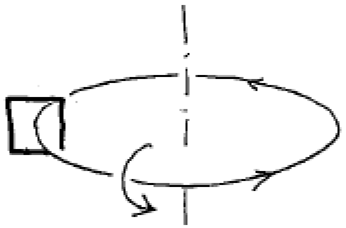
Das Management

(*) Das Modell eines „Schwarzen Lochs“ basiert auf dem Handwerk der Lösung der Einsteinschen Gleichung durch Schwarzschild (1917), basierend auf einer LEEREN Region des Universums. Wir werden darüber in einem späteren Album berichten.

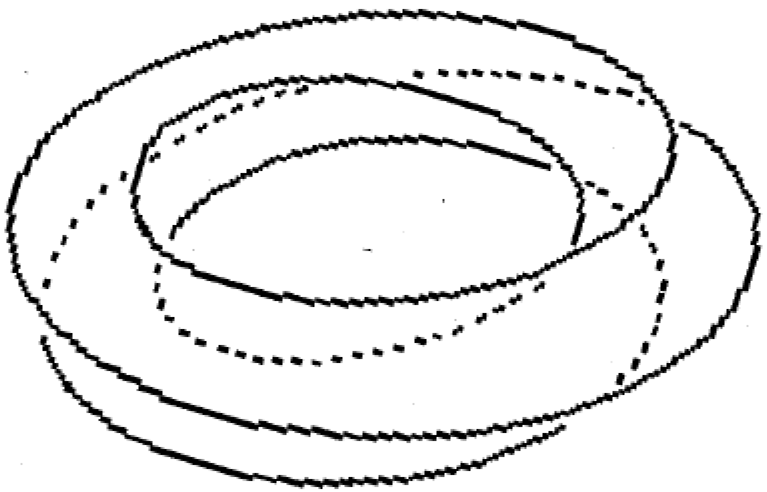
DAS MONOEDER

Wir können es generieren, im dem wir ein Quadrat um eine Achse in der Ebene drehen und dieses dabei während der Drehung um $\pi/2$ rotieren.





... oder in dem wir ein Möbius-Band verdicken.



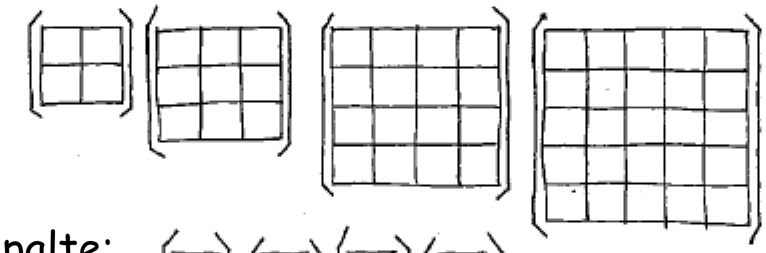
DIE INZIGE OBERFLÄCHE

ANHANG 2
RAUMZEIT UND GRUPPEN

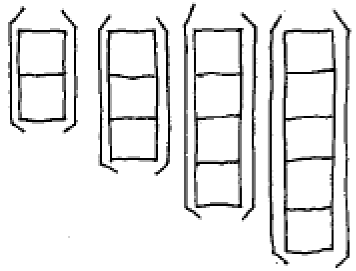
1850, Mikhail Valisevich Ostragradsky zu Bernhard Riemann

Zeit ist vergangen.
Die permanente Evolution der Wissenschaft zeigt uns, dass jeder Fortschritt nur geschieht, wenn wir einige naive Visionen unseres Sinne aufgeben. Fakten zeigen uns, dass Mathematiker, besonders Geometer, immer eine Vision der Dinge hatten, die sich näher an den Erfahrungen von Physikern und Beobachtungen von Astronomen zeigte als frühere Visionen, die eventuell bedeutungslos werden. Durch die Manipulation neuer Konzepte mit Bleistift und Papier schaffen sie, vielleicht ohne es zu erkennen, die Realität von morgen. Um zum Beispiel die SPEZIELLE RELATIVITÄT zu verstehen, musst du versuchen, deine Vision der Welt zu VERLASSEN.
Bist du bereit, mir zu folgen?

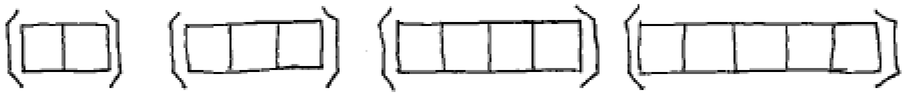
Der Buchstabe M benennt ein quadratische MATRIX
(n Zeilen, n Spalten)



Ein SPALTENVEKTOR ist eine Matrix mit n Zeilen und 1 Spalte:



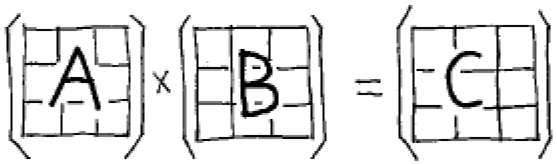
Ein ZEILENVEKTOR ist eine Matrix mit 1 Zeile und n Spalten:



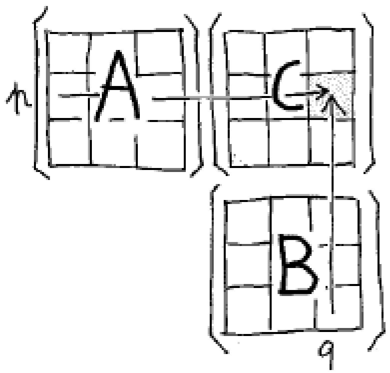
usw...

MULTIPLIKATION ZWEIER QUADRATISCHER MATRIZEN MIT DEM SELBEN FORMAT

(die die gleich Zahl an Zeilen und Spalten haben)



$C = A \times B$ Wir multiplizieren „ZEILEN – SPALTEN“



Mnemonische Technik: Wir setzen die beiden Matrizen A und B der Produktmatrix A x B wie links gezeigt und wir addieren die einzelnen Produkte aus der Zeile p der Matrix A und der Spalte q der Matrix B. Auf diesem Weg erhalten wir das Element der p-ten Zeile und q-ten Spalte der Matrix C = A x B.

WICHTIG: DIESES PRODUKT IST IM ALLGEMEINEN NICHT KOMMUTATIV.

$$\boxed{A \times B \neq B \times A \quad !}$$

IDENTITÄTSMATRIX I

Für alle quadratischen Matrizen mit n Zeilen und n Spalten [wir sagen „vom Format (n,n)"] erhalten wir eine Identitätsmatrix, genannt I

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

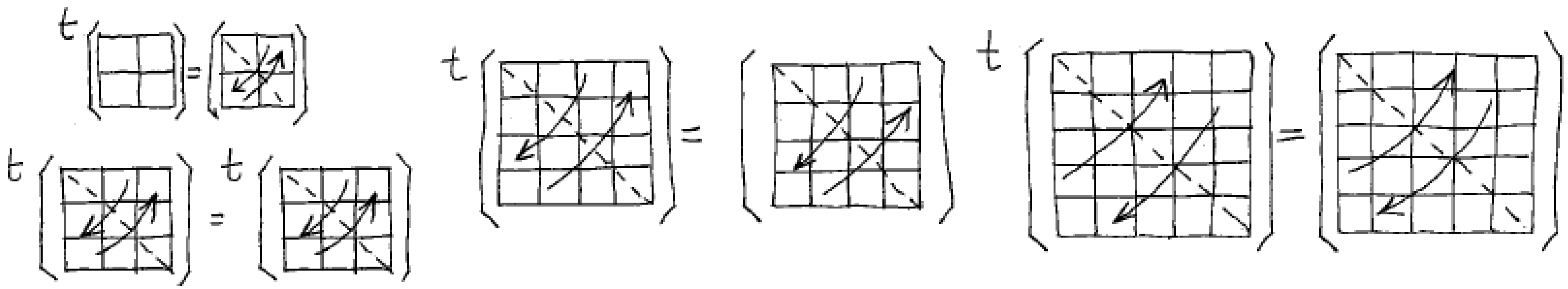
usw...

Dabei gilt:

$$A \times I = I \times A = A$$

TRANSPONIERTE DER MATRIX A, BEZEICHNET ${}^{t}A$

Es ist die symmetrisch invertierte der quadratischen Tabelle in Bezug auf die HAUPTDIAGONALE



usw...

WIR STELLEN FEST, dass die Transponierte eines Vectors oder einer Spaltenmatrix :

$$X = \begin{pmatrix} \square \\ \square \\ \square \\ \square \end{pmatrix}$$

die korrespondierende Zeilenmatrix ist :

$${}^tX = \begin{pmatrix} \square & \square & \square & \square \end{pmatrix}$$

MULTIPLIKATION EINE ZEILEN- ODER SPALTENMATRIX
MIT EINER QUADRATISCHEN MATRIX

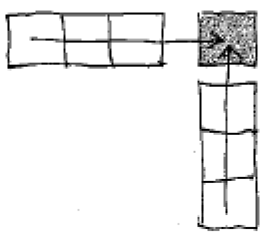
Für eine Spaltenmatrix, MULTIPLIZIERE VON LINKS :

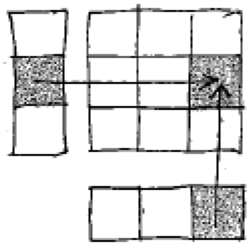
$$A \times X = \begin{pmatrix} \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \square \\ \square \\ \square \end{pmatrix}$$

Für eine Zeilenmatrix, MULTIPLIZIERE VON RECHTS :

$$A \times {}^tX = \begin{pmatrix} \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \square & \square & \square \end{pmatrix}$$

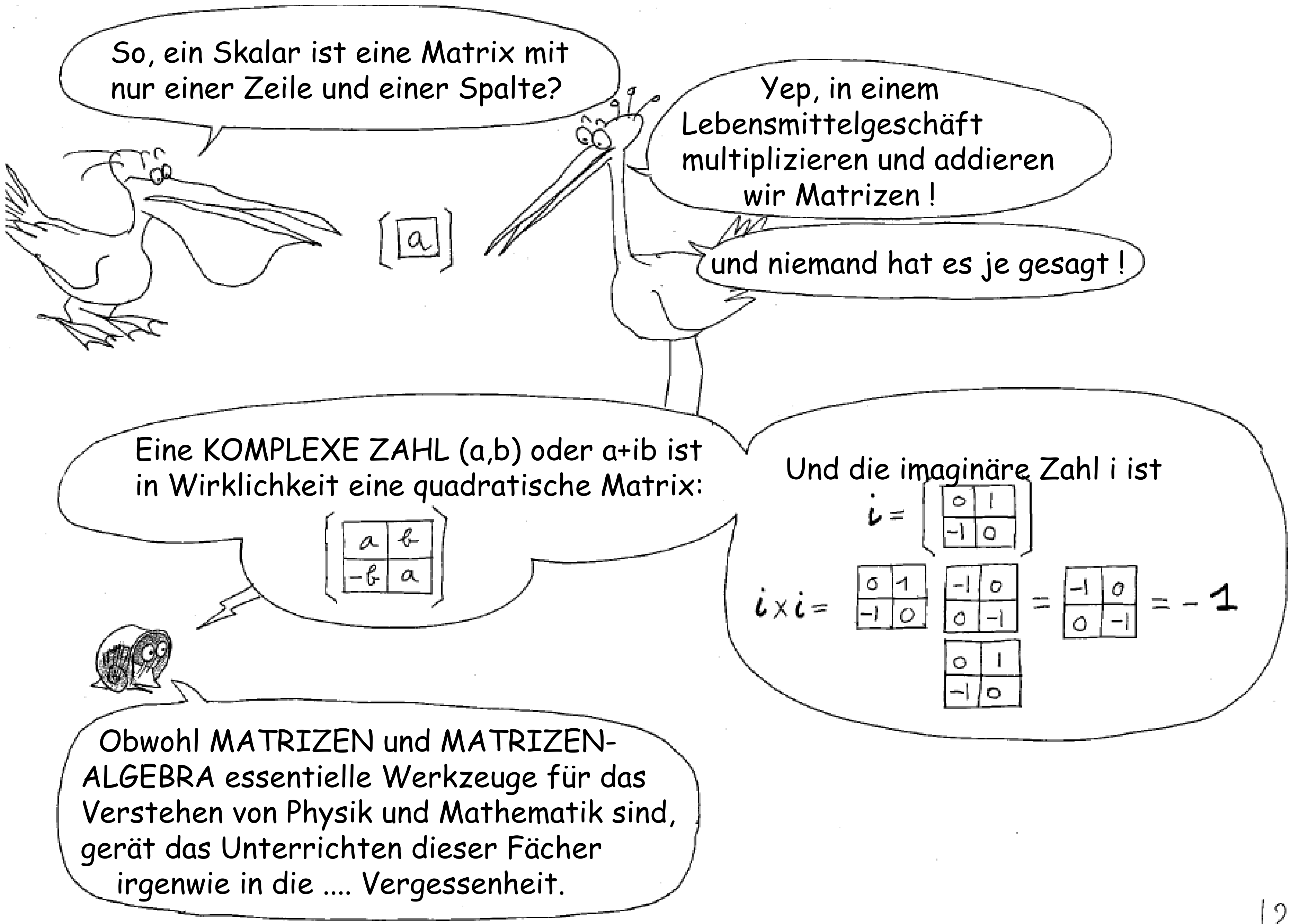
PRODUKT EINER SPALTENMATRIX ⇄ UND EINER ZEILENMATRIX :





${}^tX \times X =$ Matrix mit 1 Zeile, 1 Spalte = SKALAR

$X \times {}^tX =$ Quadratische Matrix des Formats (n,n)


So, ein Skalar ist eine Matrix mit nur einer Zeile und einer Spalte?
Yep, in einem Lebensmittelgeschäft multiplizieren und addieren wir Matrizen !
$\begin{bmatrix} a \end{bmatrix}$
und niemand hat es je gesagt !
Eine KOMPLEXE ZAHL (a,b) oder a+ib ist in Wirklichkeit eine quadratische Matrix:
$\begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix}$
Und die imaginäre Zahl i ist
$i = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$
$i \times i = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} = -1$
Obwohl MATRIZEN und MATRIZEN-ALGEBRA essentielle Werkzeuge für das Verstehen von Physik und Mathematik sind, gerät das Unterrichten dieser Fächer irgenwie in die .... Vergessenheit.

Quadratische Matrizen können eine Inverse haben, geschrieben A^{-1}, so dass:

$$\boxed{A^{-1} \times A = A \times A^{-1} = I}$$

Ein erstes Theorem, ohne Beweis:

$$\boxed{(A \times B)^{-1} = B^{-1} \times A^{-1}}$$

Ein zweites Theorem, ohne Beweis:

$$\boxed{{}^t(A \times B) = {}^tB \times {}^tA}$$

Die Beweise sind einfach, aber nicht von Interesse (aber wenn du wirklich willst ...)

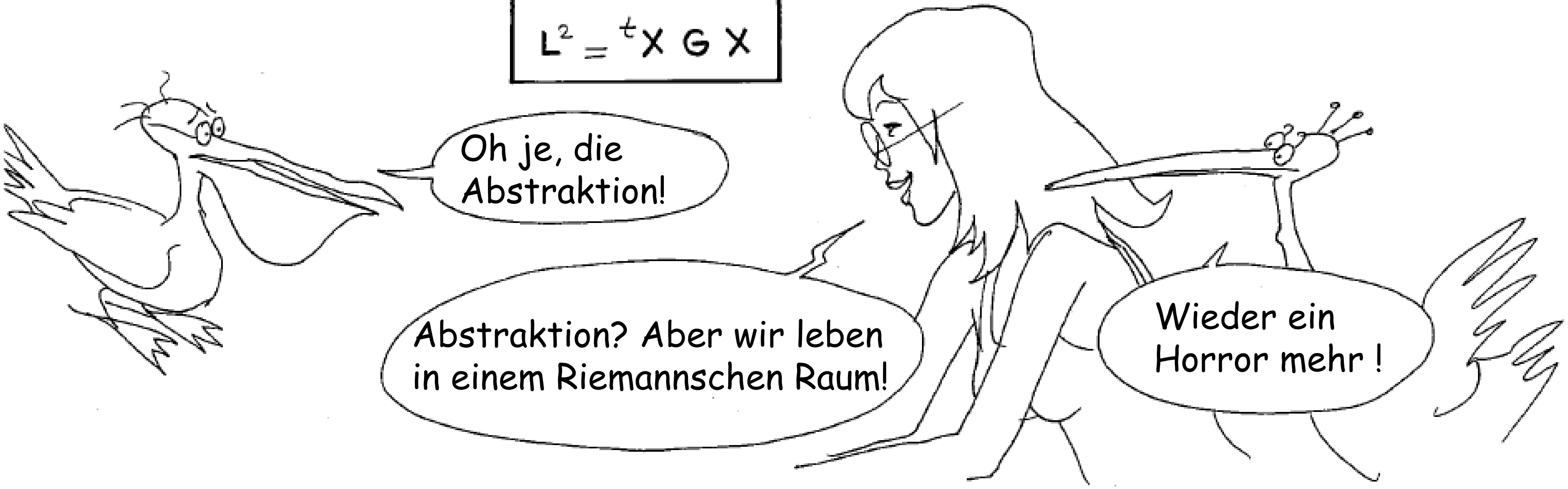
RIEMANNSCHE RÄUME (*)

Wir bezeichnen quadratische Matrizen, bei denen alle nicht-diagonalen Elemente gleich Null sind und alle Elemente der HAUPTDIAGONALEN den Wert ±1 haben, als Gram-Matrizen.

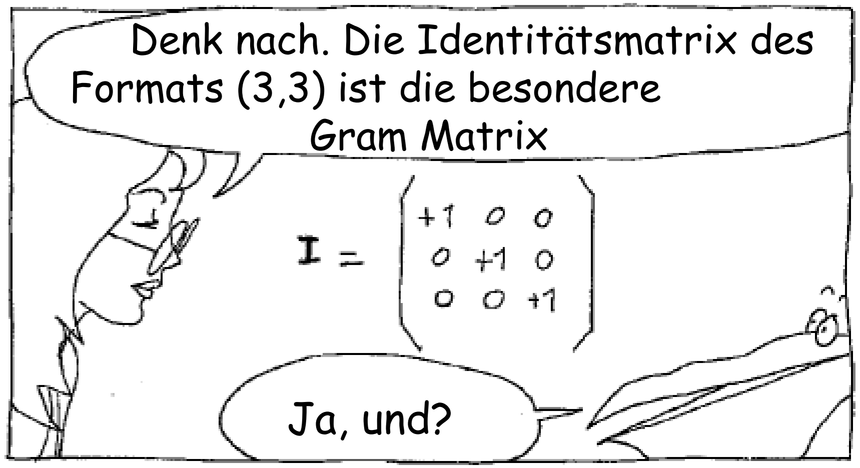
$$\begin{pmatrix} \pm1 & 0 \\ 0 & \pm1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \pm1 & 0 & 0 \\ 0 & \pm1 & 0 \\ 0 & 0 & \pm1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \pm1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pm1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \pm1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pm1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \pm1 \end{pmatrix} \quad \text{usw...}$$

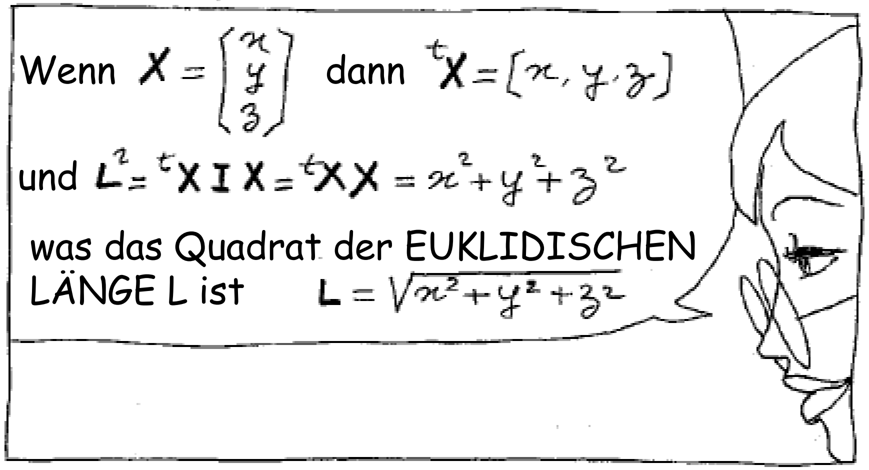
Ein Vektor X gehört zum Raum $\mathcal{E}$ mit n Dimensionen. Wir sagen dass dieser Raum ein Riemannscher ist, wenn das Quadrat der Länge des Vektor X definiert ist als:

$$\boxed{L^2 = {}^tX\,G\,X}$$



(*) Nicht alle Mathematiker stimmen mit dieser Terminologie überein. Wir haben uns entschlossen, unter diesem Namen alle Räume mit ±1 Signatur zusammenzu fassen.





SIGNATUR

Die Signatur dieser Räume ist die Folge von Vorzeichen der Gram Metrik. Im Fall des dreidimensionalen euklidischen Raumes ist das:

$$(+\ +\ +)$$

In einem zweidimensionalen Raum ist die zu dem euklidischen Raum korrespondierende Gram Matrix $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ und die Signatur $(+\ +)$

Wir stellen uns nun folgende Frage: Gibt es einen Satz von Matrizen M, die auf den Vektor $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ einwirken und dessen Länge erhalten?

Wir werden die Rechnung formell für den häufigsten Fall durchführen, den Riemannschen Raum mit n Dimensionen definiert durch sein Gram Matrix G. M sei die Matrix die den Vektor X in einen anderen Vektor transformiert:

$$X' = MX$$

Das Quadrat der Länge der Norm des Vektor X' ist

$$L'^2 = {}^tX' G X' = {}^t(MX)\, G\, (MX) = ({}^tX\, {}^tM)\, G'\, (MX) = {}^tX({}^tM G M)X$$

Die Längen L und L' sind gleich, wenn:

$$\boxed{{}^tM\, G M = G}$$

Wenden wir dieses auf den Euklidischen Raum mit n Dimensionen an:

$$\boxed{{}^tM M = I}$$

Das bedeutet einfach:

$$\boxed{M^{-1} = {}^tM}$$

Diese Matrizen heißen orthogonale Matrizen. Wir zeigen es im zweidimensionalen Fall:

$$M = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a & c \\ b & d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$a^2 + b^2 = 1 \quad ; \quad c^2 + d^2 = 1 \quad ; \quad ac + bd = 0$$

Wir suchen eine Matrix $M = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$, die diese Bedingungen erfüllt.

Diese Matrizen M formen eine Menge ... $\mathcal{M}$

Wir werden sehen, dass diese Matrizen auch eine **GRUPPE** formen.

Hier kommt das magische Wort der Physik, aber was ist eine Gruppe?
Es ist eine Menge von Tricks, mit denen man eine Menge Dinge machen kann ...
In unserem Fall sind die Tricks Matrizen und die Dinge sind Punkte oder Mengen von Punkten im Raum.
Souriau pflegt zu sagen:

- eine Gruppe ist dazu da, um etwas zu transportieren
- die Tatsache, dass wir etwas transportieren ist bedeutender als das, was transportiert wird.

Im Comic haben wir gelesen "Sag mir, wie du dich bewegst und ich sgae dir, WAS du bist"
Hier können wir nun sagen:

> Sag mir, wie du dich bewegen läßt und ich werde dir sagen, zu welcher Familie geometrischer Wesen du gehörst, in Kürze, in welchem Raum du wohnst.

Also gibt es eine enge Verbindung zwischen Gruppe $\rightleftarrows$ Geometrie

Die Axiome, die eine Gruppe definieren, wurden von dem Norweger Sophus Lie eingeführt. Wir bezeichnen Gruppen von Matrizen auch als LIE GRUPPEN. Lasst uns die Axiome ansehen:

Betrachte eine Menge von Dingen, die miteinander agieren, lass sie uns α, β, γ .. nennen. Sie formen eine Menge ε

Wir können sie durch das GESETZ DER KOMPOSITION zusammensetzen, wobei wir schreiben $\gamma = \alpha \circ \beta$

1: Wenn α und β zu einer Menge gehören, so gehört auch $\alpha \circ \beta$ zu der Menge. Wir sagen, dass dieses Gesetz der Komposition geschlossen ist unter der Gruppe ε. (Hunde machen keine Katzen)

2: Es gibt ein Element e, das heißt EINHEITSELEMENT, so das für alle Elemente α der Gruppe gilt: $\boxed{e \circ \alpha - \alpha \circ e = \alpha}$

3: Jedes Element der Gruppe hat eine INVERSE, geschrieben α^{-1}, so dass:

$$\boxed{\alpha \circ \alpha^{-1} = e}$$

4: Die Kompositionsoperation ist assoziativ, das heißt:

$$\boxed{(\alpha \circ \beta) \circ \gamma = \alpha \circ (\beta \circ \gamma)}$$

Wir werden das 4. Axiom fast NIE benutzen. In Wirklichkeit ist es sehr schwer, Kompositionsoperationen zu finden, die NICHT ASSOZIATIV sind.

Die Physiker werden NUR mit GRUPPEN VON MATRIZEN arbeiten, sogenannten LIE GRUPPEN.

- Wir werden Mengen von quadratischen Matrizen M betrachten
- die Kompositionsoperation o wird ein NICHT-KOMMUTATIVES MATRIX PRODUKT $M_1 \times M_2$ sein
- das Einheitselement e wird systematisch die Identitätsmatrix I im vorliegenden Format (n, n) sein

DISKRETE GRUPPEN

Wir nennen solche Gruppen diskret, die eine Menge von abgeschlossenen Elementen bilden (hier von Matrizen)
Gram Matrizen im Format (2, 2) bilden eine Gruppe aus 4 Elementen.

$$g = \begin{bmatrix} \pm 1 & 0 \\ 0 & \pm 1 \end{bmatrix} \qquad \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \right\}$$

Im Übrigen sind diese Matrizen identisch mit ihren Inversen. Was bilden diese ab?
Lass sie AGIEREN mit Vektoren $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ im 2D Raum:

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -x \\ y \end{bmatrix}$$ Symmetrie bzgl. der y-Achse

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ -y \end{bmatrix}$$ Symmetrie bzgl. der x-Achse

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -x \\ -y \end{bmatrix}$$ Symmetrie bzgl. des Ursprungs

Unsere Bedingungen sind erfüllt:
Diese Symmetrien bewahren die Länge.

Gruppe mit einem (oder mehreren) Parametern

Diese Matrizen $\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$ entsprechen unseren Kriterien und bildet die Gruppe der Rotationen einer Ebene um den Ursprung

Die Matrizen $\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$ formen eine Gruppe SO(2), "Spezial Orthogonal"

ORIENTIERUNG

Multipliziert man diese Matrix mit einer der zwei Matrizen, die Objekte (R ⇄ Я) invertieren, z.B. die der Symmetrie bzgl. der y-Achse, erhalten wir:

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

Beachte, dass wenn $\theta = \pi$ ist, haben wir eine Symmetrie bzgl. der x-Achse

Wir bekommen eine zweite Menge orthogonaler Matrizen, da diese die Bedingung ${}^{+}MM = I$ auch erfüllen. Die Vereinigung dieser beiden Mengen bildet die ORTHOGONAL GRUPPE O(2). Die Elemente dieser Gruppe werden mit a bezeichnet und wir sagen, dass diese Gruppe ZWEI KOMPONENTEN hat.

$$\begin{tikzcd} & \boxed{SO(2)} \arrow[r] & \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \\ \boxed{O(2)} \arrow[ur, dash] \arrow[drr] & & \\ & & \begin{pmatrix} -\cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \end{tikzcd}$$

$\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$ bildet eine UNTERGRUPPE der Gruppe O(2), die Objekte nicht invertiert: **R → R**

$\begin{pmatrix} -\cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$ bildet keine Gruppe (die Menge beinhaltet nicht das Einheitselement). Die Elemente invertieren die Objekte: **R ⇄ Я**

ISOMETRISCHE GRUPPEN

Die Menge an Aktionen, die Längen in zwei Dimensionen beibehalten, beinhalten:
- **Drehungen**
- **Symmetrien**
- **Translationen,**

die sich durch Matrizen ausdrücken lassen:

$E(2)$ → $SE(2)$ →

$$\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & \Delta x \\ \sin\theta & \cos\theta & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} x\cos\theta - y\sin\theta + \Delta x \\ x\sin\theta + y\cos\theta + \Delta y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$\boxed{R \rightarrow R}$

$E(2)$ →

$$\begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta & \Delta x \\ \sin\theta & \cos\theta & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x\cos\theta + y\sin\theta + \Delta y \\ x\sin\theta + y\cos\theta + \Delta y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$\boxed{R \rightleftarrows Я}$

Wir erhalten die 2D EUKLIDISCHE GRUPPE E(2), die die ISOMETRISCHE GRUPPE des EUKLIDISCHEN RAUMS in ZWEI DIMENSIONEN darstellt. Ihre erste KOMPONENTE SE(2) ("Spezial Euklid 2d") ist eine UNTERGRUPPE. Die zweite KOMPONENTE ist eine Menge von Matrizen, DIE OBJEKTE INVERTIERT, diese bildet aber keine Gruppe.

Im 2D kann man die Berechnungen explizit durchführen. Was man im 2D kann, kann man auf den 3D erweitern. Die Gram Matrix ist die 3D Identitäts-Matrx.

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \qquad X = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Das Quadrat der Länge ist: $L^2 = {}^tX\,I\,X$ die Signatur: $(+\ +\ +)$

Lass eine Matrix M mit dem Vektor X agieren, dass $X = MX'$

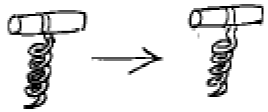
Die Erhaltung der Länge führt uns zu $L'^2 = {}^tX'IX' = {}^t(MX)(MX) = {}^tX({}^tMM)X$

$L' = L$ wenn:

$$\boxed{{}^tMM = I \text{ oder } M^{-1} = {}^tM}$$

Matrizen mit dieser Eigenschaft, die quadratisch Matrizen (3, 3) sind, heißen ORTHOGONAL und bilden die ORTHOGONALE GRUPPE O(3), die aus ZWEI KOMPONENTEN besteht:

$O(3) \to \boxed{SO(3)} \to$ invertiert 3D Objekte nicht



$O(3) \to$ invertiert 3D Objekte

(SPIEGEL SYMMETRIE)

Durch Addition des Translationsvektors

$$\mathbf{c} = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$

konstruieren wir die 3D Euklidische Gruppe E(3), die ihre Eigenschaften von der orthogonalen Gruppe O(3) erbt, auf die sie aufbaut. Wir nennen a das Element aus O(3) und schreiben:

$$\mathbf{0} = \left(\boxed{0}\ \boxed{0}\ \boxed{0} \right) \qquad \begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boxed{\begin{matrix} & a & \\ & (3,3) & \end{matrix}} & \begin{matrix} \boxed{\Delta x} \\ \boxed{\Delta y} \\ \boxed{\Delta z} \end{matrix} \\ \boxed{0}\ \boxed{0}\ \boxed{0} & \boxed{1} \end{pmatrix} \text{ agiert mit } \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

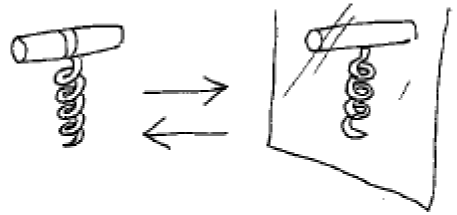
Diese AKTION, in Matrizenschreibweise, die es Elementen der 3D euklidischen Gruppe E(3) erlaubt, mit dem Vektor x zu agieren, unterscheidet sich von der normalen Matrizenmultiplikation wie

$$X' = M X$$

die nur eine Form der AKTION unter anderen ist. Das Konzept der Aktion ist wesentlich und wir werden später darauf zurückkommen.

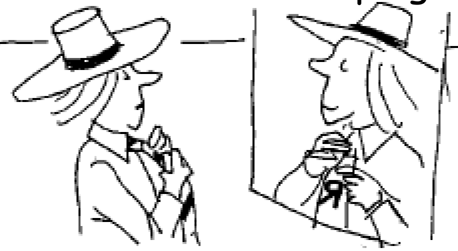
Die Hälfte der Matrizen, die die euklidische Gruppe bilden, tranformieren orientierte Objekte in ihr Spiegelbild. Wir sagen, sie operieren nach einer

P-SYMMETRIE oder "Symmetrie der Parität"



WENN MATHEMATIKER SPIEGEL ERFINDEN

Hier geht der Mathematiker dem Physiker ein paar Schritte voraus. nachdem sie die Rotation und Translation praktizierten, haben Mathematiker die Gruppennotation erfunden, Gram Matrizen, haben die SE(3) Untergruppe gebaut, die Objekte nicht spiegelt sondern PHYSIKALISCH BEWEGT. Aber die Gruppe kreiert auch Elemente, die ein einfacher physikalischer Transport nicht erschaffen kann. Durch Kombination von Rotation und Translation können wir aus einem "links-händigen" niemals einen "rechts-händigen" machen. Aber die vollständige Gruppe sagt die "Existenz" solcher ENANTIOMORPHEN Objekte voraus, die "auf der anderen Seite des Spiegels" wohnen.




Also wir denken, wir wohnen in einem ELLIPTISCHEN RIEMANNSCHEN Raum oder 3D EUKLIDISCHEN RAUM, mit der Signatur (+ + +), die uns unter anderem das PYTAGORÄISCHE THEOREM beschert hat. Aber was ist mit Räumen mit der Signatur (- - -)?
Wir nennen sie UNEIGENTLICHE EUKLIDISCHE Räume. Ihre Längen sind REIN IMAGINÄR:
$L = \sqrt{-x^2 - y^2 - z^2}$
Wir werden am Ende darauf zurückkommen, wenn wir kuriose Raumzeiten mit rein imaginären Zeiten betrachten.
Ok, lasst uns nicht über-treiben. eine rein imaginäre Zeit kann nur das Ergebnis der Vorstellung sein.
Ja, aber was ist Vorstellung?
Mathematische Objekte, haben sie eine Seele?

HYPERBOLISCHE RIEMANNSCHE RÄUME

Das sind Räume, die sowohl + Zeichen als auch - Zeichen in ihrer Signatur haben. Das Auftreten der SPEZIELLEN RELATIVITÄTSTHEORIE bestand einfach darin zu erkennen, dass wir nicht in einem Euklidischen Raum mit der Signatur (+ + +) leben: einer 3D HYPERFLÄCHE die senkrecht zur Zeit liegt, wir leben in einem hyperbolischen Riemannschen Raum mit der Signatur (+ - - -), einem MINKOWSKI RAUM.

Tiresia, wie kannst du so einen Horror erzählen?

Die GRAM Matrix ist dann $G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$

Wir ändern den Buchstaben, um einen Raum-Zeit Vektor zu bestimmen:

$$\xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Wir definieren einen Raum-Zeit Translationsvektor, den wir schreiben:

$$C = \Delta\xi = \begin{pmatrix} \Delta t \\ \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$

Wir betrachten infinitesimale Vektoren:

$$d\xi = \begin{pmatrix} dt \\ dx \\ dy \\ dz \end{pmatrix}$$

Wir erhalten (wenn wir c, die Lichtgeschwindigkeit = 1 setzen) die infinitesimale Länge:

$$\boxed{ds^2 = {}^t d\boldsymbol{\xi}\, G\, d\boldsymbol{\xi} = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2}$$

Diese nennen wir MINKOWSKI METRIK und wir können diese schreiben durch eine einfache Änderung der Variablen:

$$\boxed{c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2}$$

Wir fahren fort wie vorhin bei der euklidischen Gruppe und dem euklidischen Raum. Wir fangen an, in dem wir die 2D Raum-Zeit betrachten:

$$\eta = \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix}$$

wo das Element der Länge, ihre 2D Metrik als $ds^2 = {}^t d\eta\, G\, d\eta$

definiert ist, als Gram Matrix: $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$

Wir werden die ISOMETRISCHE GRUPPE dieses Raumes konstruieren....

Wir fahren fort wie beim Euklidischen Raum. Wir lassen die andersartige Präsentation der Differenzialform für einen Moment beiseite. Wir suchen nach einer Gruppe von Matrizen L, die mit dem Vektor E agieren gemäß:

$$\xi' = L\xi$$

was die komische "hyperbolische Länge" erhält, damit ist gemeint:

$$L'^2 \quad {}^t\xi' G \xi' \quad {}^t(L\xi) G (L\xi) \quad {}^t\xi \left({}^tLGL\right) \xi = L^2 = {}^t\xi G \xi \quad \text{si :}$$

$$\boxed{{}^tLGL = G}$$

Im 4D sind dieses Matrizen mit 4 Zeilen und Spalten (vom Format (4, 4). Die obige Formel ist die Definition einer LORENTZ-Gruppe (aus Matrizen). Um das expliziet zu zeigen werden wir uns auf eine 2D Raum-Zeit beschränken (t, x)

es folgt $\mathbf{L} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$

$$\begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$a^2 - c^2 = 1 \quad ; \quad b^2 - d^2 = 1 \quad ; \quad ab - cd = 0$$

folglich $\begin{pmatrix} \mathrm{ch}\,\eta & \mathrm{sh}\,\eta \\ \mathrm{sh}\,\eta & \mathrm{ch}\,\eta \end{pmatrix}$

$$\mathrm{ch}^2\eta - \mathrm{sh}^2\eta = 1$$

$\Rightarrow$ Die trigonometrischen Linien werden durch hyperbolische Linien ersetzt

$$\begin{cases} \operatorname{ch}\eta = \dfrac{e^{\eta}+e^{-\eta}}{2} \\ \operatorname{sh}\eta = \dfrac{e^{\eta}-e^{-\eta}}{2} \end{cases} \qquad \begin{cases} \cos\theta = \dfrac{e^{i\theta}+e^{-i\theta}}{2} \\ \sin\theta = \dfrac{e^{i\theta}-e^{-i\theta}}{2i} \end{cases} \qquad z = e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$$

Die LORENTZ-GRUPPE ist das Equivalent von Rotationen im MINKOWSKI-Raum.

DISKRETE GRUPPE

Die 2D Gram Matrizen sind Lorentz Matrizn, es gilt

$$ {}^{t}LGL = G $$

${}^{t}GGG = G$ mit $GG = I$ und ${}^{t}G = G$, also haben wir im 2D die diskrete Gruppe:

$$\left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \right\}$$

Wir erhalten die abgeschlossene Lorentz-Gruppe mit vier Komponenten:

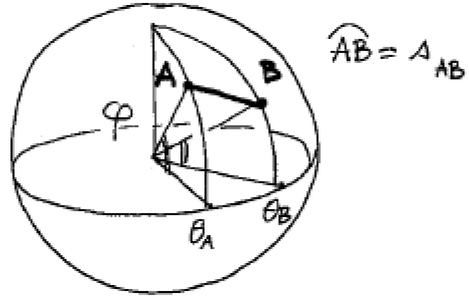
$$\underbrace{\begin{bmatrix} \operatorname{ch}\eta & \operatorname{sh}\eta \\ \operatorname{sh}\eta & \operatorname{ch}\eta \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \operatorname{ch}\eta & -\operatorname{sh}\eta \\ \operatorname{sh}\eta & -\operatorname{ch}\eta \end{bmatrix}}_{\text{orthochronische Untergruppe}} \quad \underbrace{\begin{bmatrix} -\operatorname{ch}\eta & \operatorname{sh}\eta \\ -\operatorname{sh}\eta & \operatorname{ch}\eta \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -\operatorname{ch}\eta & -\operatorname{sh}\eta \\ -\operatorname{sh}\eta & -\operatorname{ch}\eta \end{bmatrix}}_{\text{Antichroniche Untergruppe}}$$

SPEZIELLE RELATIVITÄT

Kehre zurück zur Längenberechnung in diesem hyperbolische riemannschen Raum, einem MINKOWSKI RAUM in differenzierbarer Form, gegeben durch die Metrik:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Das heißt unsere BEWEGUNGEN SIND BESCHRIEBEN auf einer 4D Hyperfläche. (x, y, z, t) sind die zugehörige Koordinaten. In SCHNELLER ALS DAS LICHT haben wir erklärt, dass das Schreiben eines Koordinatensystems auf diese Hyperfläche der Beobachtung eines Physikers dieser Hyperfläche entspricht, wobei der einzige INTRINSISCHE Wert die Länge S ist. Die selbe Relation gilt zwischen diesen Koordinaten und der Länge S, die in METERN gemessen wird und in eine GÜLTIG ZEIT t umgewandelt wird durch die Beziehung ds=cdt, wobei c die charcteristische Geschwindigkeit ist, die zwischen den Koordinaten der Longitude Phi and Latitude sigma für das Finden eines Punktes auf der Oberfläche gilt, sowie der Länge der Trajektorie $\widehat{AB}$. Mit dieser Formel wird gezeigt, was passiert, wenn wir die Koordinaten (x,y,z,t) nehmen, können wir auf eine Geschwindigkeit schließen $V = \frac{\sqrt{dx^2+dy^2+dz^2}}{dt}$



Um die Zeit $d\tau$ real zu halten muss V<c sein, die Grenzbewegung liegt bei V=c und $d\tau = 0$

⇨ die gültige Zeit des Photons ist "eingefroren"

(*) In arabisch: MEKTOUB

Für Partikel, die sich mit einer Geschwindigkeit V<c bewegen, gilt die LORENTZ KONTRAKTION

$$\boxed{c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 \Rightarrow \frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

τ ist die Zeit, die auf der Uhr des Reisenden bei der Geschwindigkeit V angezeigt wird, das wird im Buch ALLES IST RELATIV illustriert. Wenn sich V c nähert, "friert die Zeit des Chronometers ein". Laßt uns zur LORENTZ GRUPPE zurückkehren. Ihre Elemente agieren mit einer Serie von Punkten in der Raumzeit, die eine Bewegung darstellen. Wenn man ein Element der Lorentzgruppe mit einer Bewegung agieren läßt, erhält man eine andere Bewegung. Die Tatsache, dass die Gruppe ANTICHRONISCHE Elemente enthält, zeigt, dass man diese ZEIT-UMGEKEHRTEN Bewegungen mit betrachten muss. So gehört diese Matrix zu der Lorentz-Gruppe:

$$\mathbf{L} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \qquad {}^t\mathbf{L}\,\mathbf{G}\,\mathbf{L} = \mathbf{G} \text{ mit } \qquad \mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Die Aktion ist: $$\begin{pmatrix} t' \\ x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$ **ZEIT - INVERTIERUNG**

Als wir die ORTHOGONALGRUPPE definiert haben, eine Untergruppe der isometrischen Gruppe des EUKLIDISCHE Raums, vervollständigten wir sie mit dem RÄUMLICHEN TRANSLATIONS - Vektor

$$C = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$

durch Konstruktion der EUKLIDISCHEN GRUPPE, ihrer isometrischen Gruppe

Element der orthogonalen Gruppe O(3)

$$\begin{pmatrix} a & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} r \\ 1 \end{pmatrix} \qquad r = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Ebenso können wir aus der LORENTZ-GRUPPE die POINCARE-GRUPPE konstruieren, die isometrische Gruppe des MINKOWSKI RAUMES.

$$C = \begin{pmatrix} \Delta t \\ \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$ Raumzeit Translationen $$\begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ 1 \end{pmatrix} \qquad \xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Die Poincare Gruppe, durch ihre Untergruppe $\begin{pmatrix} L & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ erbt das Verhalten der Lorentz-Gruppe und hat ebenfalls vier Komponenten:
- ZWEI ORTHOCHRONISCHE (die die Zeit nicht invertieren)
- ZWEI ANTICHRONISCHE (die die Zeit invertieren)

Wir müssen immer noch die PHYSIKALISCHE WICHTIGKEIT dieser zeitlichen invertierung verstehen

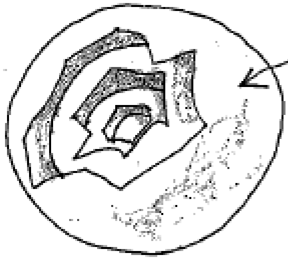
RAUM, GRUPPEN UND OBJEKTE

Wir haben mit dem euklidischen Raum angefangen und haben uns auf den 2D Raum beschränkt, um die Berechnungen explizit zu zeigen. Wir haben dann die ISOMETRISCHE GRUPPE konstruiert, die EUKLIDISCHE GRUPPE. Diese Gruppe bewegt sich im euklidischen Raum und kann EINWIRKEN auf Objekte, Punkte, die in diesem Raum leben. Aber wir können das Problem umdrehen: Nimm eine Gruppe als abstraktes Objekt, rein mathematisch, erlaube das Vergegenwärtigen von AKTIONEN und untersuche den "Raum, der mit ihm geht", der einzige, in dem diese Aktionen realisiert werden können - "den passenden Raum" mit anderen Worten. Daher geben sich der Raum und seine (Isometrische) Gruppe gegeneitig ihre Existenz.

Aber es gibt noch mehr - die Gruppe generiert die Objekte des Raumes mit dem sie verbunden ist durch die INVARIANZEN DER AKTIONEN EINER UNTERGRUPPE. Laßt uns ein Beispiel geben: Rotationen um einen Punkt im 2D euklidischen Raum schafft eine ihrer Untergruppen. Die invarianten Objekte sind dann die Familie aller Kreise die um diesen Punkt zentriert sind. So definieren wir Kreise druch Therme von Gruppen.

Lauretius, Dichter und römischer Philosoph, 1.Jhd nach Chr, stellte sich vor, dass Objekte aus Atomen bestehen durch Vergleich der Analogie von fließendem Wasser und fließendem Sand. (siehe auch FLIGHT OF FANCY Seite 5-7)

In der 3D euklidischen Gruppe bilden die Rotationen um einen Punkt auch eine ihrer Untergruppen. Wie sehen die Objekte aus, die durch die AKTIONEN DIESER UNTERGRUPPE INVARIANT bleiben? Die Antwort ist, alle Kugeln um diesen Punkt. Das Konzept der INVARIANZ bei dieser oder jener Aktion einer Gruppe oder einer ihrer Untergruppe ist ein fundamentales Konzept der GRUPPENTHEORIE. In der euklidischen Gruppe, in der es keine Zeit gibt, generiert die Gruppe selber die OBJEKTE, die den Raum bevölkern, der mit ihr verknüpft ist,



$$\begin{bmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Wenn wir die Zeit mit hinzunehmen, wird aus der Gruppe eine DYNAMISCHE GRUPPE. Sie kontrolliert nicht mehr statische Objekte, sondern MENGEN VON EVENT-PUNKTEN, die wir TRAJEKTORIEN oder BEWEGUNGEN nennen können. Zu Beginn des 20. Jhd. hat die herausragende deutsche Mathematikerin Emmy Noether (qualifiziert durch Einstein als "Monument der Physik") einem der bedeutensten Theoreme der Physik ihren Namen gegeben. Es besagt, dass es für jede Untergruppe einer dynamischen Gruppe eine INVARIANTE gibt.

In der POINCARE GRUPPE finden wird die UNTERGRUPPE DER ZEITVERSCHIEBUNGEN, dargestellt durch die rechte Matrix. Diese Gruppe hat einen Parameter, eine korrespondierende Invariante, einen Skalar: die Energie E. So definieren wir in Gruppentermen Energie!

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \Delta t \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t + \Delta t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Zweite Untergruppe: die Untergruppe der VERSCHIEBUNGEN (Matrix rechts), eine Gruppe mit drei Parametern $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \Delta x \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \Delta y \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \Delta z \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ x + \Delta x \\ y + \Delta y \\ z + \Delta z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Eine neue Invariante korrespondiert mit dieser Untergruppe:

Das MOMENTUM $\begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$

so können wir mit Hilfe DYNAMISCHER GRUPPEN das Momentum definieren. So werden aus den quantifizierbaren Werten der Physik GEOMETRISCHE OBJEKTE und dieser Prozess der GEOMETRISIERUNG DER PHYSIK bildet die Pfeiler MODERNER PHYSIK.

In dem wir das kleine Spiel weiterspielen, können wir die Untergruppe der RAUMZEIT TRANSLATIONEN betrachten (Matrix rechts)

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \Delta t \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \Delta x \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \Delta y \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \Delta z \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t + \Delta t \\ x + \Delta x \\ y + \Delta y \\ z + \Delta z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Das invariante Objekt ist hier der MOMENTUM-ENERGIE VIER-VEKTOR $\begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$

Was ist der Sinn von QUANTISIERBAREN WERTEN IN DER PHYSIK?
Gute Frage, Antwort: WIR KÖNNEN SIE ADDIEREN!
Die Poincare Gruppe hängt ab von 10 Parametern (wir sagen sie hat 10 Dimensionen in einfacher mathematischer Nerd Terminologie). Es gibt 3 für die räumliche Translation, eine für die zeitliche Dimension. Es bleiben sechs, die die Dimensionen der LORENTZ-GRUPPE repräsentieren, die sich um "Rotationen in der Raumzeit" kümmert. Wir betrachten die Lorentz Gruppe als Untergruppe der Poincare Gruppe:

Noethers Theorem sagt, dass es ein korrespondierendes Objekt geben muss das durch sechs Parameter definiert wird, die invariant für die Aktionen dieser Untergruppe sind.

$$\begin{pmatrix} L & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L\xi \\ 1 \end{pmatrix} \qquad \xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

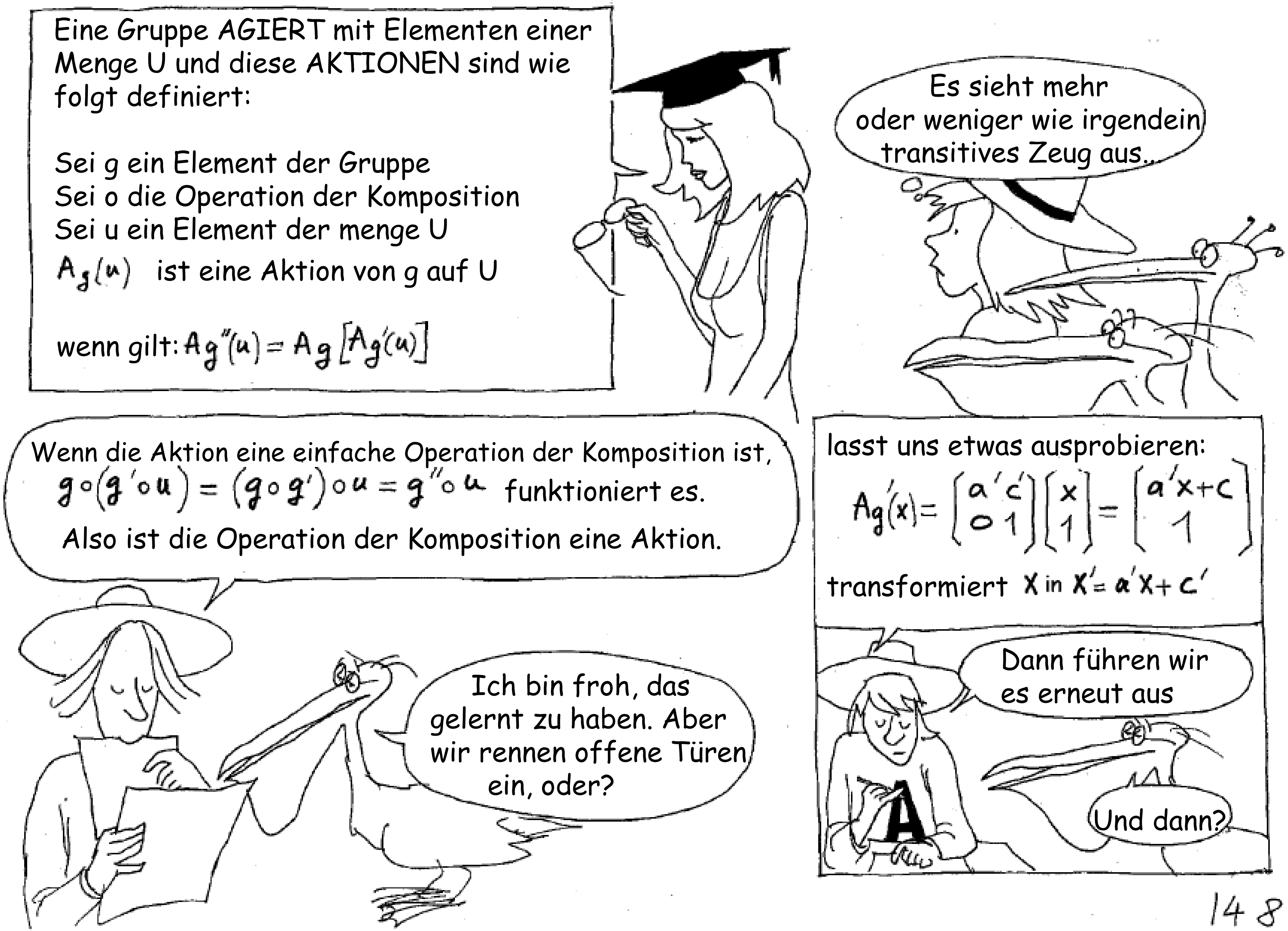
In diesem Objekt ist der SPIN versteckt. Souriau zeigte 1972 seine REIN GEOMETRISCHE Natur. Es hat die Dimension eines Winkel-Momentum. Jetzt stellt die Poincare Gruppe die Bewegungen eines RELATIVISTISCHEN MATERIE-PUNKTES dar. Die Interpretation des Spins als rein geometrisches Objekt wird dabei vorgezogen.

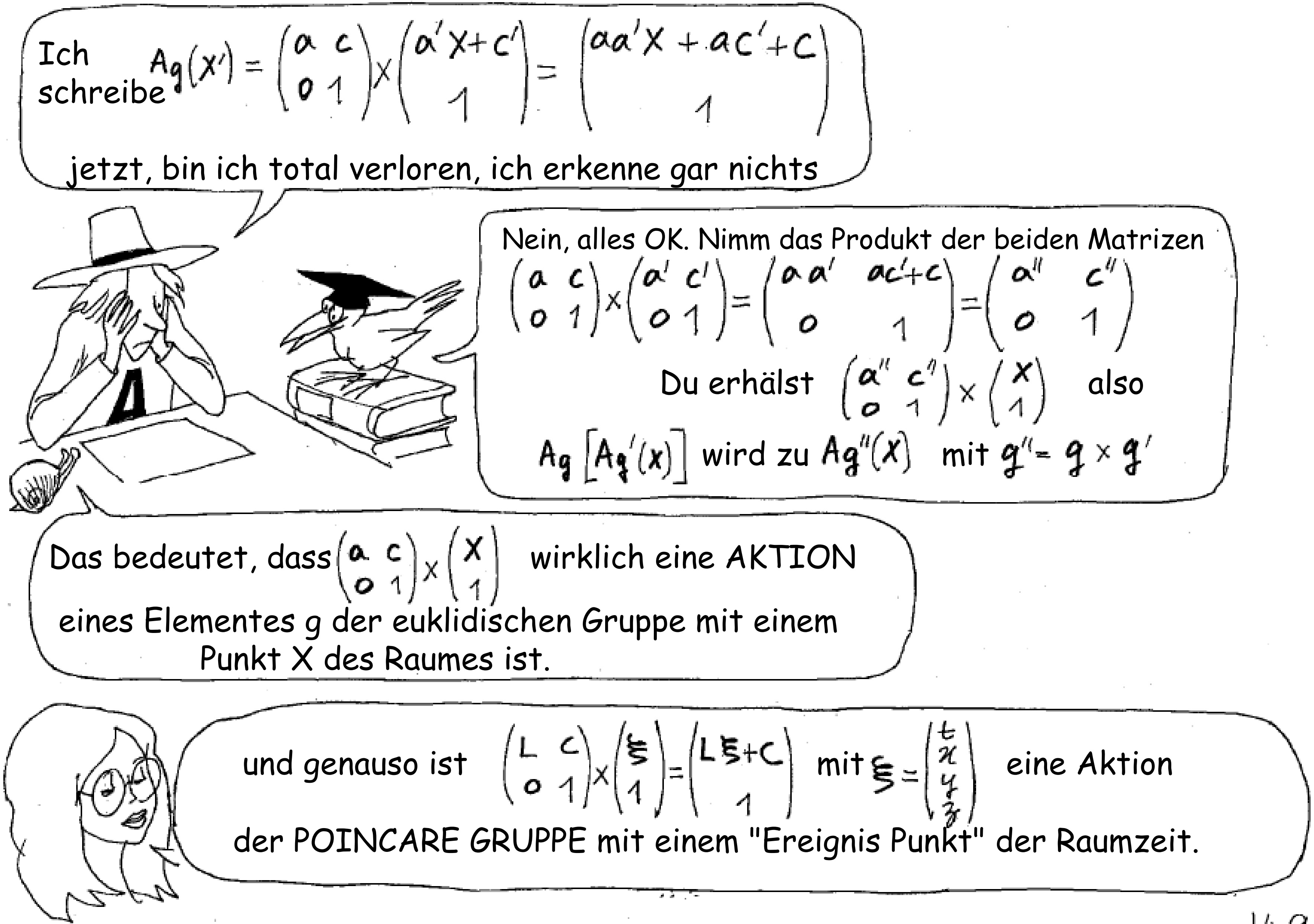
Das "MOMENT"

Die Untergruppen stellen eine Art "Abbau der Gruppe, Stück für Stück" dar. Wenn wir das Umgekehrte tun, bauen wir die Gruppe wieder zusammen. Die Menge an Invarianten, die wir vorher gefunden haben, bilden das, was. Souriau "Moment" genannt hat.

$$\text{Moment} = \{E, p_x, p_y, p_z, \ldots \text{SPIN}\}$$

AKTIONEN DER GRUPPE


Eine Gruppe AGIERT mit Elementen einer Menge U und diese AKTIONEN sind wie folgt definiert:
Sei g ein Element der Gruppe
Sei o die Operation der Komposition
Sei u ein Element der menge U
$A_g(u)$ ist eine Aktion von g auf U
wenn gilt: $A_{g''}(u) = A_g\left[A_{g'}(u)\right]$
Es sieht mehr oder weniger wie irgendein transitives Zeug aus...
Wenn die Aktion eine einfache Operation der Komposition ist, $g \circ (g' \circ u) = (g \circ g') \circ u = g'' \circ u$ funktioniert es. Also ist die Operation der Komposition eine Aktion.
Ich bin froh, das gelernt zu haben. Aber wir rennen offene Türen ein, oder?
lasst uns etwas ausprobieren:
$A_{g'}(x) = \begin{bmatrix} a' & c' \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a'x + c' \\ 1 \end{bmatrix}$
transformiert x in $x' = a'x + c'$
Dann führen wir es erneut aus
Und dann?
A


Ich schreibe $A_g(X') = \begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a'X + c' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} aa'X + ac' + c \\ 1 \end{pmatrix}$
jetzt, bin ich total verloren, ich erkenne gar nichts
Nein, alles OK. Nimm das Produkt der beiden Matrizen
$\begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a' & c' \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} aa' & ac'+c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a'' & c'' \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$
Du erhälst $\begin{pmatrix} a'' & c'' \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X \\ 1 \end{pmatrix}$ also
$A_g\left[A_{g'}(X)\right]$ wird zu $A_{g''}(X)$ mit $g'' = g \times g'$
Das bedeutet, dass $\begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X \\ 1 \end{pmatrix}$ wirklich eine AKTION eines Elementes g der euklidischen Gruppe mit einem Punkt X des Raumes ist.
und genauso ist $\begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L\xi + C \\ 1 \end{pmatrix}$ mit $\xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$ eine Aktion der POINCARE GRUPPE mit einem "Ereignis Punkt" der Raumzeit.

PASS AUF: EINE GEOMETRIE KANN EINE ANDERE VERSTECKEN

$$\boxed{J' = g \times J \times {}^t g}$$

wobei J eine ANTISYMMETRISCHE Matrix ist

wir können zeigen, dass dies wirklich eine AKTION ist

$$A_g[A_{g'}(J)] = g \times [g' \times J \times {}^t g'] \times {}^t g = g\, g'\, J\, {}^t g'\, {}^t g$$

$${}^t[AB] = {}^tB\, {}^tA \qquad {}^t g'\, {}^t g = {}^t(g\, g') \qquad g'' = g\, g'$$

$$A_g[A_{g'}(J)] = g'' \qquad {}^t g'' = A_{g''}(J)$$

Die J Matrix hat notwendigerweise das selbe Format (5, 5) wie die g Matrix der Gruppe. In einer antisymmetrischen Matrix haben die zur diagonalen symmetrischen Elemente gegensätzliche Vorzeichen. Die Elemente der Diagonalen sind null (und damit = ihrem eigenen Gegenteil). Wir können nun die Komponenten der Matrix zählen

$$\begin{pmatrix} 0 & l \\ -l & 0 \end{pmatrix}$$
(2,2)

$$\begin{pmatrix} 0 & -l_z & -l_y \\ l_z & 0 & -l_x \\ -l_y & l_x & 0 \end{pmatrix}$$
(3,3)

$$\begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_y \\ -l_y & l_x & 0 & f_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 \end{pmatrix}$$
(4,4)

$$\begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x & -p_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_y & -p_y \\ -l_y & l_x & 0 & f_z & -p_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 & -E \\ p_x & p_y & p_z & E & 0 \end{pmatrix}$$
(5,5)

Format	Anzahl Komponenten
(2,2)	1
(3,3)	3
(4,4)	6
(5,5)	10

$$J = \begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x & -p_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_y & -p_y \\ -l_y & l_x & 0 & f_z & -p_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 & -E \\ p_x & p_y & p_z & E & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_y \\ -l_y & l_x & 0 & f_z \\ -f_y & -f_y & -f_z & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -p_x \\ -p_y \\ -p_z \\ -E \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} p_x & p_y & p_z & E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \end{pmatrix}$$

$$M = \begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_x \\ -l_y & l_x & 0 & f_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 \end{pmatrix} \qquad P = \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \\ E \end{pmatrix}$$

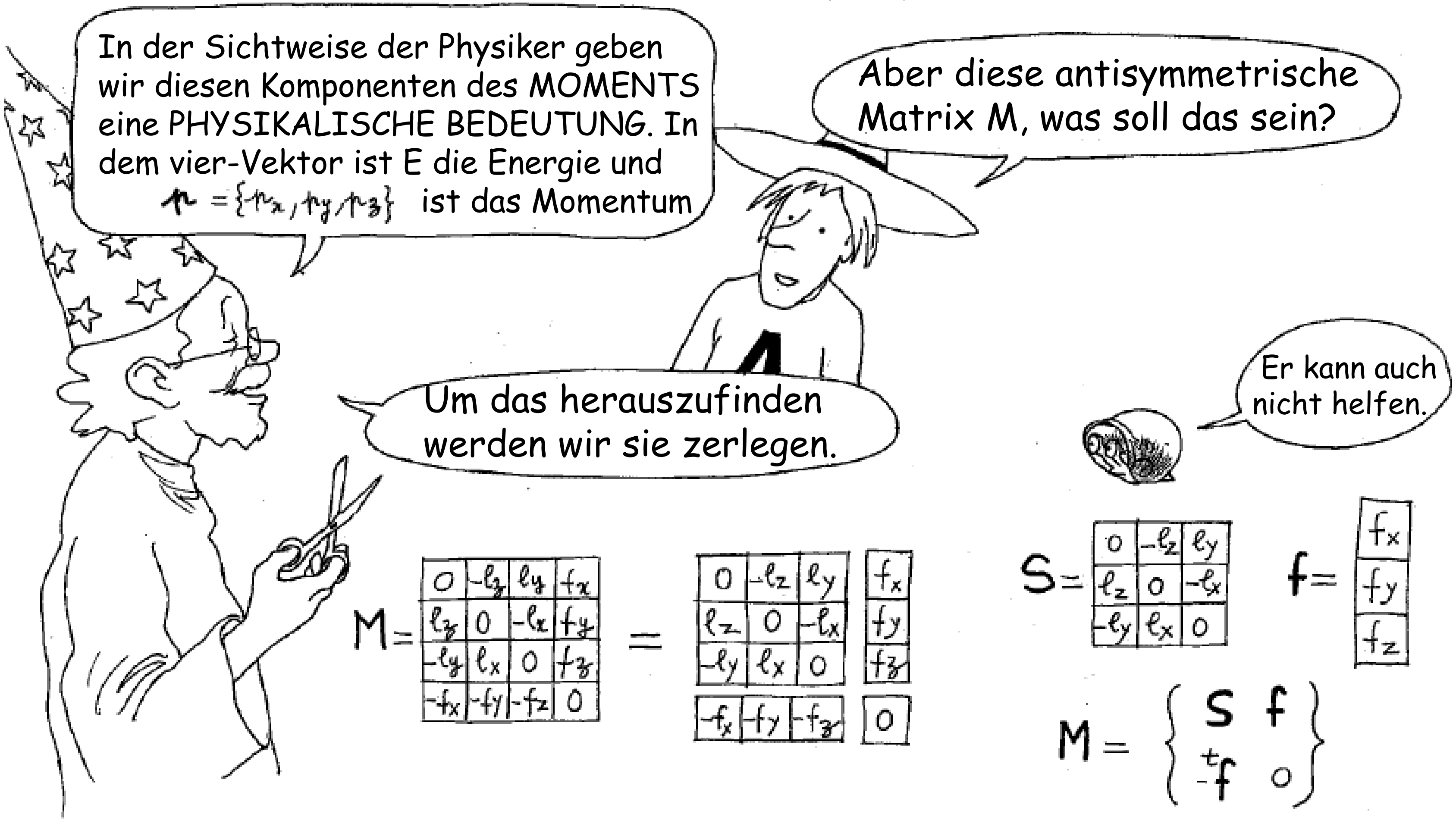
$${}^tP = \begin{pmatrix} p_x & p_y & p_z & E \end{pmatrix}$$

$$J = \begin{pmatrix} M & -P \\ {}^tP & 0 \end{pmatrix} \qquad g = \begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$ {}^t g = \begin{pmatrix} {}^tL & 0 \\ {}^tC & 1 \end{pmatrix} \qquad J' = \begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} M & -P \\ {}^tP & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} {}^tL & 0 \\ {}^tC & 1 \end{pmatrix} $$

$$ J' = \begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} M\,{}^tL - P\,{}^tC & -P \\ {}^tP\,{}^tL & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} LM\,{}^tL - LP\,{}^tC + C\,{}^tP\,{}^tL & -LP \\ {}^tP\,{}^tL & 0 \end{pmatrix} $$

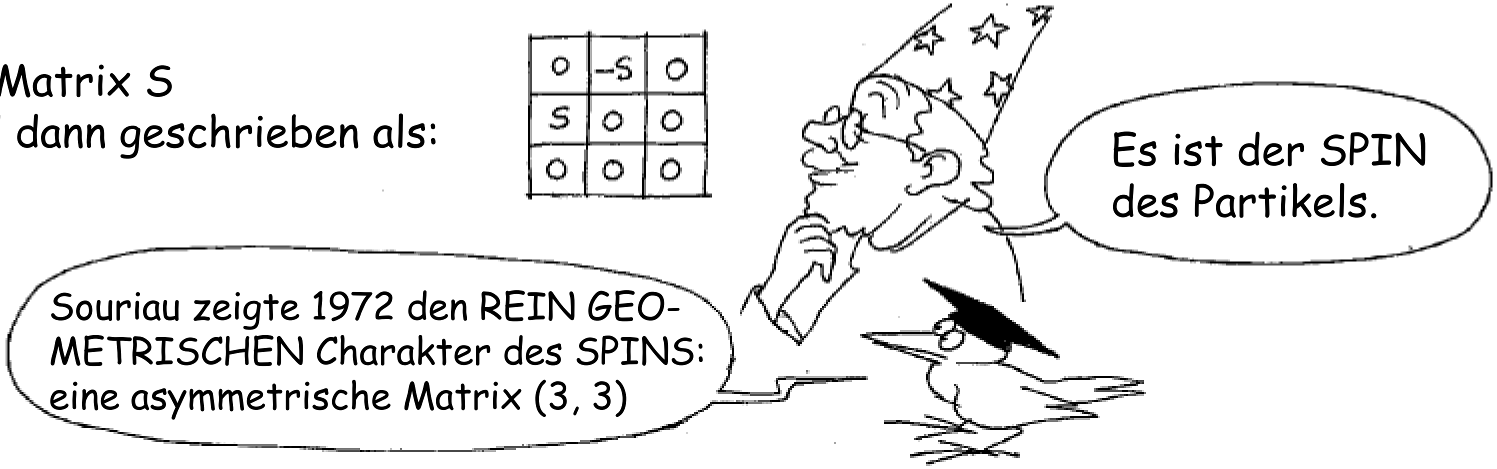
$$ \boxed{\begin{aligned} M' &= LM\,{}^tL - LP\,{}^tC + C\,{}^tP\,{}^tL \\ P' &= LP \end{aligned}} $$



Die Geschwindigkeit V wird impliziet angegeben in der Matrix L der Lorentz Gruppe. Wenn wir eine Bewegung in eine bestimmte Richtung betrachten, zum Beispiel z mit einer Geschwindigkeit V und einer Verschiebung $\Delta z = c$ und wenn $c = V \Delta t$ ist, dann sind wir in einem Koordinatensystem, wo wir der Bewegung eines Partikels entlang der Raumzeitverschiebung folgen.
Dann können wir zeigen, dass der Vektor f Null ist.

Die Matrix S
wird dann geschrieben als:

$$\begin{array}{|c|c|c|}\hline 0 & -S & 0 \\ \hline S & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array}$$



Die Methode der GEOMETRISCHEN QUANTIFIZIERUNG, die er entwarf, erlaubt es zu zeigen, dass dieser Spin S nur ein Vielfaches einer festen Größe sein kann: h. Wir haben gesehen, dass die Tatsache, dass ein Partikel eine elektrische Ladung hat, equivalent ist mit der Aussage dass es sich in einem Raum mit FÜNF DIMENSIONEN bewegt, den Dimensionen des KALUZA. Durch die Tatsache, dass diese Dimension in sich geschlossen ist, kann die elektrische Ladung quantifiziert werden. In der Raumzeit existiert eine "geschlossene Form" durch die ein Objekt identisch ist mit sich selbst unter einer Rotation von 360°. Die Quantifizierung des Spins bei einer bestimmten Messung folgt aus dieser Eigenschaft. Während der Erforschung des "Gruppen" Werkzeugs und der Geschlossenheit der 5. Dimension konnte Souriau die Entstehung der Klein-Gorden Gleichung der Poincare Gruppe zeigen (und die Schrödingergleichung der Galileon Gruppe, einer dynamischen Gruppe, die die Bewegung eines nicht-relativistischen Material Punktes betrachtet)

Structure of dynamic systems. Birkhauser ed.
und auf der Seite von J.M.Souriau http://www.jmsouriau.com

DIE INVERSION DER ENERGIE FOLGT AUS DER INVERSION DER ZEIT

Wir haben vorher gesehen, dass sich Elemente der Lorentz Gruppe schreiben lassen in der Form:

$$L = \mu L_o \qquad \mu = \pm 1$$

wobei L_o die Elemente der orthogonalen Untergruppe repräsentiert (die die Zeit nicht invertieren). In dieser Form wird die Aktion geschrieben als:

$$M' = L_o M\, {}^tL_o - \mu L_o P\, {}^tC + \mu C\, {}^tP L_o$$

$$P' = \mu L_o P$$

Lasst uns die einfachste Aktion betrachten, die die Zeit invertiert ($\mu = -1$). Wir wählen aus der orthochronen Untergruppe L_0 die Identitätsmstrix I. Lasst uns die Raumzeit-Verschiebungen C vergessen. Das Element dieser Gruppe wird geschrieben als:

$$g = \begin{pmatrix} -I & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Die Aktion in der Raumzeit, der Raum von Trajektorien, reduziert sich zu:

$$\xi' = -\xi \quad \Rightarrow \quad t \Rightarrow -t$$

Es ist die Inversion der Zeit auf der Trajektorie. Die Aktion auf dem Moment ist:

$M' = M \quad \Rightarrow$ also bleibt der Spin S unverändert

$$P' = -P \; : \quad E \to -E$$

ANHANG 4:
DIE ANTIMATERIE

Auf Seite 40 haben wir die Idee entwickelt, dass wenn ein Materiepunkt die elektrische Ladung e hat, wir seine Verschiebung nicht in vier, sondern in fünf Dimensionen betrachten müssen.

$$\{t, x, y, z, \zeta\}$$

ζ ist die fünfte Dimension oder KALUZA-DIMENSION.
Wir haben die MINKOWSKI-METRIK auf Seite 137 eingeführt:

$$\boxed{ds^2 = {}^t d\boldsymbol{\xi}\, G\, d\boldsymbol{\xi} = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2}$$

wir werden von einem hyperbolisch riemannschen KALUZA-RAUM starten, definiert durch seine Signatur (+ - - - -) und seine Gram Matrix:

$$\Gamma = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} G & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \text{ bei } G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Die Metrik des Kaluza-Raumes ist

$$d\Sigma^2 = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\zeta^2$$

$$\mathbf{r} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \qquad \boldsymbol{\xi} = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ \mathbf{r} \end{pmatrix} \qquad \boldsymbol{\Omega} = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ \zeta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\xi} \\ \zeta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ \mathbf{r} \\ \zeta \end{pmatrix}$$

$$d\Sigma^2 = {}^t d\boldsymbol{\Omega}\, \Gamma\, d\boldsymbol{\Omega}$$

Wenn wir nach der Isometriegruppe dieses Kaluza Raumes suchen, werden wir eine Gruppe finden, dessen Matrizenrepräsentation sehr nach der Poincare-Gruppe aussieht, allerdings mit einer extra Dimension:

$$\begin{pmatrix} \Lambda & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{mit} \quad {}^t\Lambda\,\Gamma\,\Lambda = \Gamma$$

Diese Gruppe agiert auf Punkten im Kaluza-Raum

$$\begin{pmatrix} \Lambda & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \boldsymbol{\Omega} \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Lambda\boldsymbol{\Omega} + C \\ 1 \end{pmatrix}$$

Der Vektor C repräsentiert dieses Mal eine Translation mit fünf Dimensionen:

$$C = \begin{pmatrix} \Delta t \\ \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ \Delta \zeta \end{pmatrix}$$

die Translationen entlang der Dimension ζ repräsentiert dabei eine Untergruppe dieser Gruppe:

wobei die Matrixrepräsentation dabei ist:

eine Untergruppe mit 1 Parameter

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \Delta\zeta \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ \zeta \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ \zeta + \Delta z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Nun besagt Noethers Theorem, dass ein neuer Skalar unter den Aktionen dieser Untergruppe invariant sein wird, und dieser Skalar ist

$$\boxed{\text{DIE ELEKTRISCHE LADUNG } e}$$

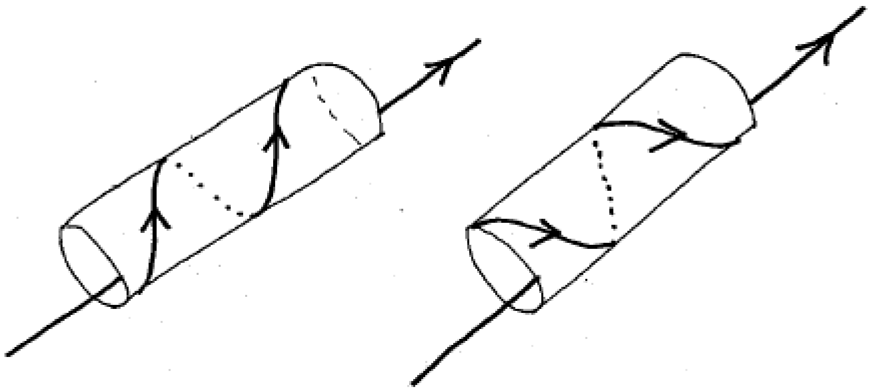
die Kaluza-Gruppe wird aus einer Gruppe Λ gebildet, die Lorentz-Gruppe ist eine ihrer Untergruppen:

$$\begin{pmatrix} L & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Hier ist eine weitere Untergruppe der Kaluza-Gruppe

$$\begin{bmatrix} L & 0 & 0 \\ 0 & \mu & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \xi \\ \zeta \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L\xi \\ \mu\zeta \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{mit} \quad \mu = \pm 1$$

die Elemente ($\mu = -1$) dieser Gruppe invertieren die fünfte Dimension. Wir nutzen wieder die Graphik auf Seite 42 (die fünfte Dimension ist geschlossen):



Die "einhüllende Richtung" der Bewegung des Partikels ist invertiert. Wir zeigen, dass dies zu einer Invertierung der elektrischen Ladung e führt

Das kann keine geometrische Definition von Antimaterie sein. “Ein Partikel hat QUANTENLADUNGEN und eine elektrische Ladung e” ist nur eine davon. Aber wir können die Idee dahinter erkennen: "die Satzung der Antimaterie hängt von der Art der Bewegung un höheren Dimensionen ab"

DIE ORTHOCHRONISCHE und ANTICHRONSCHE LORENTZ UNTERGRUPPE

Die LORENTZ-GRUPPE hat vier Komponenten

L_n (neutral), L_s (invertiert den Raum), L_t (invertiert die Zeit), L_{st} (invertiert Raum und Zeit)

Die "neutrale Komponente" ist eine Untergruppe, die das Einheitselement beinhaltet, anders als die drei anderen Mengen und die weder die Zeit noch den Raum invertiert. Unten sind einige Matrizen dargestellt, die zu den Mengen gehören ($\in$ heißt "gehört zu" und { } heißt Menge)

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \in \{L_n\} \; ; \; \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \in \{L_s\} \; ; \; \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \in \{L_t\} \; ; \; \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \in \{L_{st}\}$$

ANHANG 5
ZWILLINGSGRUPPE

Wir können diese vier Mengen von Matrizen in zwei Untermengen einteilen:

$$L_o \left(\begin{array}{l} \text{ortho-} \\ \text{chronisch} \end{array} \right) = \{ L_n , L_s \} \qquad L_a = \{ L_t ; L_{st} \}$$

Die erste Menge ist eine Untergruppe der Lorentz-Gruppe.
Die Neugruppierung erlaubt uns zu schreiben :

$$L = \mu L_o \text{ mit } \mu = \pm 1 \text{ da } L_t = -L_s \;;\; L_{st} = -L_n$$

In dieser langen Matrizenberechnugn, die wir uns nicht trauten, hier darzustellen (der man aber leicht folgen kann) beinhaltet die einfachste "AKTION" der Komponenten der Poincare-Gruppe auf dem "Moment-Raum" die Relation (Souriau 1972)

$$\begin{pmatrix} E' \\ p'_x \\ p'_y \\ p'_z \end{pmatrix} = L \times \begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix} = \mu L_o \times \begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$$

Das Element $\mu = -1$ korresponidert mit der ANTICHRONISCHEN Transfornation, die die Zeit invertiert. Die Identitätsmatrix (4, 4) ist Teil der Lorentz-Gruppe. Wenn wir uns limitieren und nur die Zeit invertieren, sehen wir, dass dies die Energie invertiert, aber auch das Momentum p

$$p = \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix} \qquad \boxed{E' = -E \qquad p' = -p}$$

Wenn wir die Kaluza-Gruppe nehmen $\begin{pmatrix} \Lambda & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

können alle Berechnungen im 5D wiederholt werden und wir erhalten unter anderem:

$$\pi = \begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \\ e \end{pmatrix} \qquad \pi' = \Lambda \pi$$

wir können diese Gruppe Λ in zwei Komponenten zerlegen, wobei eine orthochronisch, die andere antichronisch ist und schreiben

$$\Lambda = \mu \Lambda_o \quad \text{mit} \quad \mu = \pm 1$$

die ANTICHRONISCHE Komponente ($\mu = -1$)
invertiert

- Die Energie E
- Das Momentum p
- Die elektrische Ladung e

Wir können Λ ausdrücken durch die orthochrone Untermenge L_0 der Lorentz-Gruppe und durch Addition von ($\lambda = \pm 1$) führen wir (auf den zwei Blättern) die Materie-Antimaterie Dualität ein

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \mu L_0 & 0 \\ 0 & \lambda \end{pmatrix}$$

Die Untergruppe der Kaluza-Gruppe, die wir ausgewählt haben, wird dann geschrieben als

$$\begin{pmatrix} \mu L & 0 & \Delta \boldsymbol{\xi} \\ 0 & \lambda & \Delta \zeta \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \boldsymbol{\xi} \\ \zeta \\ 1 \end{pmatrix}$$

ANHANG 6: IMAGINÄRE RÄUME HAST DU EINE SEELE?

Wir erinnern uns, dass wir zwei kosmischen, sich gegenseitig beeinflussenden Untermengen von entgegengesetzten Massen und Energien durch zwei Blätter darstellen können, wie die Bedeckung einer Projektion, die im Fall von zwei Dimensionen (t, x) zu einer BOY-OBERFLÄCHE wird (*).
Wir haben auch gezeigt, dass die zwei "Pole", einer repräsentiert den BIG BANG, der andere den BIG CRUNCH, anstatt identifiziert zu werden, sich als Gateway darstellt, eine Brücke, die die beiden Blätter verbindet. Dadurch verschwindet die Singularität und weiterhin, im 2D, gibt es dem Objekt des Universums die Topologie eines Torus T2, eingerichtet durch eine Bedeckung zweier Blätter einer Klein K2 Flasche (nachzulesen in "Das Topologikon"). Der Grenzraum ist dann der Kreis S1.

(*) im Detail dargestellt in "Das Topologikon"

Wenn wir uns im 5D plazieren, müssen wir annehmen, dass wir eine Lösung mit zwei Metriken konstruieren können des Typs

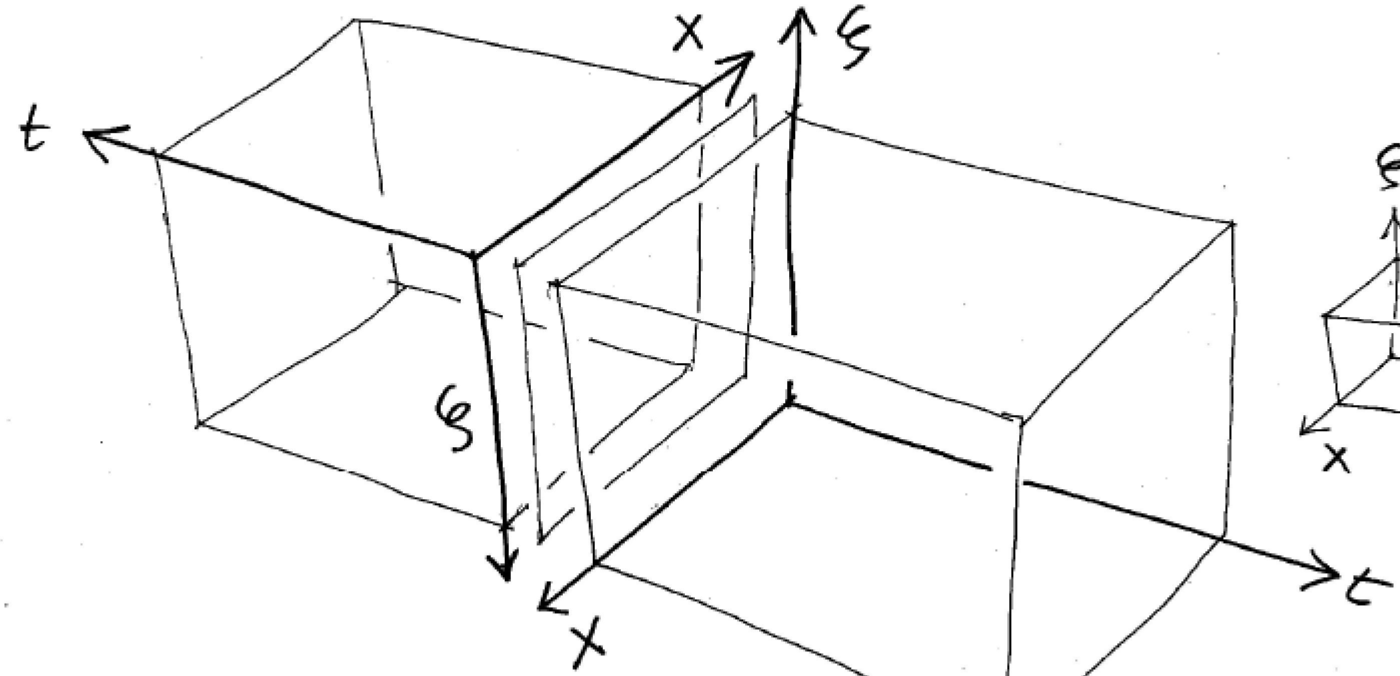
$$\boxed{d\Sigma^2 = R^2 \left[dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\zeta^2 \right]}$$

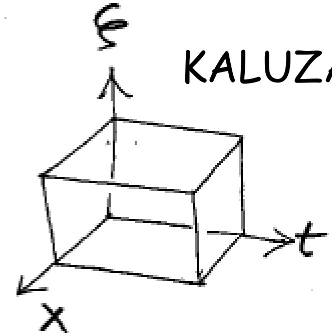
In dem primitiven Universum (siehe auch SCHNELLER ALS DAS LICHT) vor dem SYMMETRIEBRUCH waren die zwei Skalierungsfaktoren (Warpfaktoren) vermutlich gleich. An der Verzweigung gibt es eine Dimensionsdegeneration. Die Metrik des Grenzraumes wird dann zu:

$$\boxed{d\sigma^2 = R_{min}^2 \left[- dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\zeta^2 \right] < 0}$$

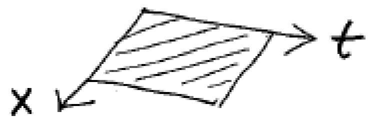
IN DIESEM GRENZRAUM IST DIE LÄNGE REIN IMAGINÄR.
KANN DAS AUF EINE REIN IMAGINÄRE ZEIT ÜBERTRAGEN WERDEN?

IN JEDEM FALL, WELCHE (META)PHYSIKALISCHE RELEVANZ SOLLEN WIR DIESER GEOMETRISCHEN STRUKTUR GEBEN?



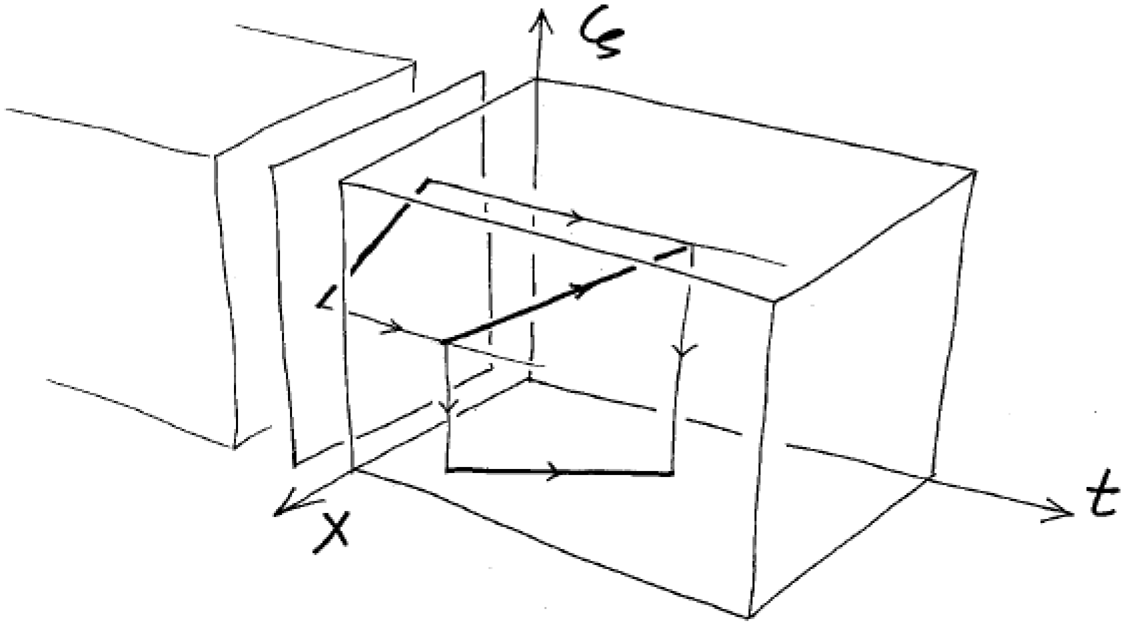


KALUZA



Das "TOY MODELL"

MINKOWSKI

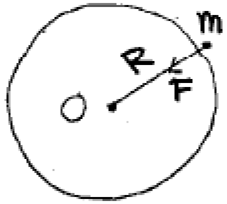


Niemand hat es jemals gewagt, ein Modell davon zu entwickeln, welche Folgerung diese Korrellation hat: DIE AUSWAHL. Oben haben wir ein vergnügliches Bild wo eine "Linie des Schicksals", achronisch, eingeschrieben in diesen Grenzraum (x, y, z, ζ) von Signatur (- - - -) sich auf sich selbst abbildet in einer unendlichen Anzahl möglicher Wege in einer der beiden Blätter der Raumzeit (X, t), die Auswahl einer solchen, oder die Wahl einer solchen Projektion repräsentiert den GRAD DER FREIHEIT

hier hören
wir auf...

ANHANG 7: NEWTONSCHE LÖSUNGEN

1934 sorgten Milne und Mac Crea für eine große Überrachsung, durch Nutzen der Newtonschen Gesetzes und einiger Berechnungen, kamen sie auf Friedmanns Gleichung, dem Gesetz Evolution einer charakteristischen Dimension R des Universums. Die Methode besteht aus der Betrachtung eines kleinen Teils des Universums, das eine Kugel mit dem Radius R beinhaltet, zentriert um O, p sei die Massedichte in dieser Kugel. Dann schauen wir, welcher Beschleunigung R'' diese Masse ausgesetzt ist, angenommen, der Punkt O bleibt fest. Dann können wir zeigen, dass die Radialkraft, der die Masse m ausgesetzt ist, limitiert ist durch eine Masse M = $\frac{4}{3}\pi R^3 \rho$ die an der Stelle O gelegen ist und die die Masse repräsetiert, die in der Kugel mit dem Radius R enthalten ist.



$$F = \frac{-Gm}{R^2}\frac{4}{3}\pi R^3 \rho = m R''$$

wir erhalten die Differentialgleichung:

$$R'' = -\frac{1}{R^2}\left(\frac{4\pi G \rho R^3}{3}\right)$$

Wenn die Masse erhalten bleibt $\rho R^3 = C^{te}$ erhalten wir die Friedmann'sche Gleichung.

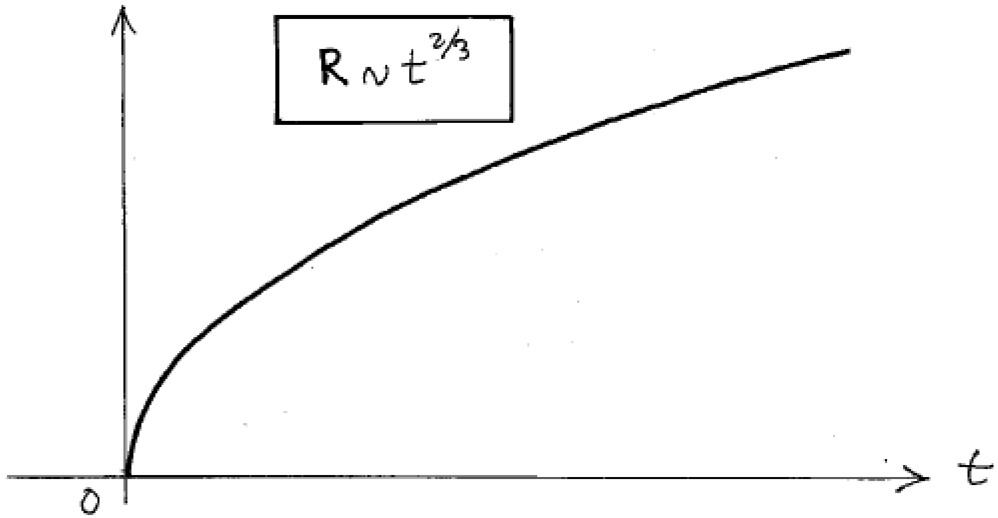
$$R'' = -\frac{a^2}{R^2}$$

die drei Lösungen hat, die alle eine Verzögerung darstellen, unendlich für R= 0, dann abnehmend, wenn die Zeit zunimmt und R(t) expandiert. wir werden nach einer Regel suchen in

$$R \sim t^n$$

$$R' = n a^2 t^{n-1} \quad ; \quad R'' = n(n-1) a^2 t^{n-2} \quad ; \quad R^2 R'' = n(n-1) a^6 t^{3n-2}$$

was zu einer parabolischen Lösung führt.



Stell dir vor, dass die Entwicklung des Universums beherrscht wird durch zwei Arten von Inhalten, eins ist die positive Masse m^+, das andere ist die negative Masse m^-. Vielmehr, das haben wir in diesem Comic Buch versucht zu erklären, wird diese Expansion getrieben durch zwei SKALIERUNGSFAKTOREN R^+ und R^- (Warp Faktoren).

Lasst uns eine positive Masse m^+ betrachten, die auf einer Kugel mit dem Radius R^+ liegt, dessen Zentrum als fest angenommen wird. Durch die Newtonsche Approximation kann die Beschleunigung $R^{+''}$ ausgerechnet werden, die auf diese Masse wirkt. Dies kann ausgerechnet werden wie vorher unter Berücksichtigung der Quantität positiver Masse, die in der Kugel enthalten ist (und auf den Mittelpunkt zurückgeführt wird).

$$\frac{4}{3}\pi \rho^+ R^{+3}$$

Wir müssen weiter die OFFENSICHTLICHE MENGE negativer Masse betrachten, die ebenfalls in der Kugel enthalten ist, die ist:

$$\frac{4}{3}\pi \rho^- R^{+3} \quad \text{mit} \quad \frac{\rho^-}{\rho^+} = \frac{R^{+3}}{R^{-3}}$$

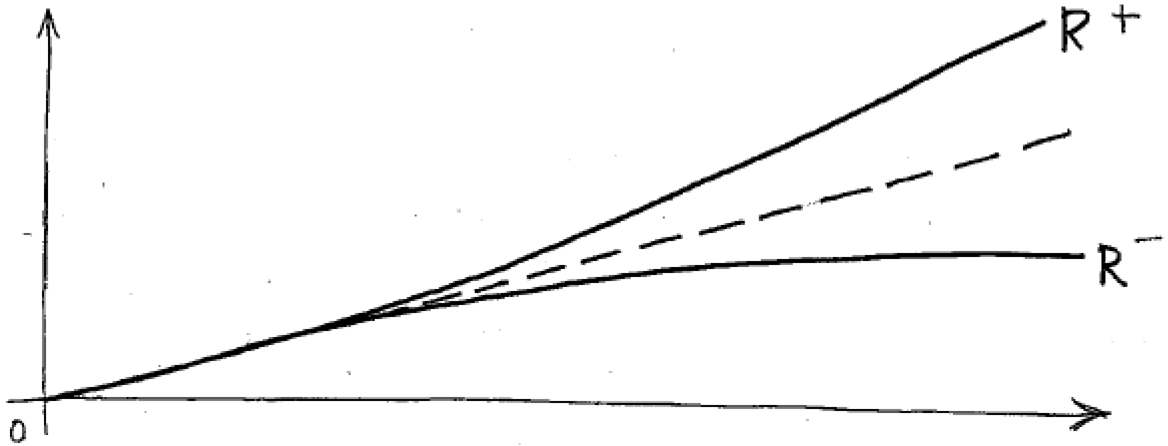
Die Differentialgleichung $R^+(+)$ ist dann:

$$R^{+''} = -\frac{Gm^+}{R^{+2}} \times \frac{4\pi R^{+3}}{3}\left(\rho^+ - \rho^-\right) = \frac{-a^2}{R^{+2}}\left(1 - \frac{R^{+3}}{R^{-3}}\right)$$

Durch die selben Überlegungen und diesmal unter Verwendung der $R^{-''}$ Beschleunigung durch eine negative Masse m^- und unter Berücksichtigung der (willkürlichen) Konstanten gleich 1, erhalten wir ein System von zwei gekoppelten Differrnzialgleichungen:

$$\begin{cases} R^{+''} = -\dfrac{1}{(R^+)^2}\left(1 - \dfrac{(R^+)^3}{(R^-)^3}\right) \\ R^{-''} = -\dfrac{1}{(R^-)^3}\left(1 - \dfrac{(R^-)^3}{(R^+)^3}\right) \end{cases}$$

die eine lineare (instabile) Lösung erlaubt $R^+ = R^- \sim t$



Die Instabilität dieser Lösung unter der Annahme, dass die positive Masse einer späten Beschleunigung ausgesetzt ist, wird uns die Illusion der Aktion DUNKLER ENERGIE zeigen.

Diese zwei Welten bestehend aus Energie und Masse mit unterschiedlichen Vorzeichen interagieren miteinander. In dem auf der vorhergehenden Seite diskutierten Fall beschleunigt die dichtere negative Masse das Phänomen der Expansion der positiven Masse, verbunden mit dem Skalierungsfaktor $R^+(+)$. Das gegenteilige Phänomen passiert in der "Negawelt", wo Beobachter, selber aus negativer Masse aufgebaut, und Signale erhaltend, die durch NEGATIVEENERGIE PHOTONEN übertragen werden, eine Verlangsamung der Expansion feststellen würden.

Der Start der Kurve, wo die Expasion linear aussieht, mag inkompatibel mit Beobachtungen sein. Aber an diesem Punkt kommt der SYMMETRIEBRUCH dazwischen und eine VARIATION DER KONSTANTEN, im Besonderen die Lichtgeschwindigkeit. Ohne das läßt sich die weitreichende Gleichheit des primitiven Universums nicht erklären. All das wurde beschrieben im Album:

SCHNELLER ALS DAS LICHT