

## Stöße erzeugen die Feinstrukturkonstante (Collisions generate the fine structure constant)

### Zusammenfassung:

Es werden einfache Stöße mit Kugeln ohne Orte simuliert. Dabei werden Geschwindigkeitsbeträge parallel zur Stoßachse ausgetauscht. Die Durchschnittswerte der Änderungen streben gegen die **Feinstrukturkonstante**. Das ist ein starker Hinweis darauf, dass das Vakuum diskrete Objekte enthält, welche wir uns als sehr kleine Kugeln vorstellen können. Diese können effektive Felder der Standardmodelle von Elementarteilchen und der Kosmologie erzeugen.

### Abstract:

A simulation of simple balls colliding is carried out. Besides, absolute speed values are exchanged parallel with collision axis. After the collisions, the average values of changes lie in the scale of the **fine structure constant**. This indicates the fact that the vacuum contains discreet objects, which we can interpret as very small balls. These can generate standardmodel fields.

### Inhalt

1. Grundlagen einer diskreten Erweiterung der Standardphysik
2. Stoßtransformationen
3. Simulation zufälliger Stöße mit speziellen Symmetrien
4. Auswertung der Stoßversuche
5. Ausblick
6. Literatur

### 1. Grundlagen einer diskreten Erweiterung der Standardphysik

In den Standardmodellen der Elementarteilchen und der Kosmologie, also der bewährten Standardphysik, werden Felder verwendet, welche sich durchaus auch als effektive Felder interpretieren lassen. Im einfachen Fall, dass ein einziges, unendlich oft vorkommendes, diskretes Objekt alle Felder erzeugt, bietet sich folgendes Axiom für weitere Untersuchungen an, was in einem so einfachen Gas geschehen kann:

**AXIOM: Es existiert einzig und allein eine Menge unendlich vieler, sich im dreidimensionalen Raum bewegender diskreter Objekte, die hier als gleich große Kugeln beschrieben werden. Diese durchdringen den leeren Raum gleichförmig geradlinig. Eine Annäherung an eine andere Kugel erfolgt bis zum Zusammenstoß (Berührung), bei dem nur die Geschwindigkeitskomponenten in Richtung der Stoßachse (Berührungsnormale) ausgetauscht werden.**

Den von der Raumzeit abhängigen Lagrangefunktionen  $L = T - V$ , mit denen Theorien innerhalb der Standardphysik hergeleitet werden, müssen demnach Parameter zur Beschreibung der Geschwindigkeits- und Anzahldichteverteilungen diskreter Objekte zugeordnet werden. In diesem Gas sollten nun vor allem die bisher noch hinein zu steckenden Parameter erklärt und möglichst auch quantitativ bestimmt werden können. Für  $\hbar$  und  $c$  haben wir den Ansatz schon im "Diskret erweiterten Standardmodell" ([Wi 10]), wo sich diese Naturkonstanten in den natürlichen Einheiten mit dem Mittelwert 1 aus den vom Vakuuminhalt zugeordneten Größen Anzahl mal Geschwindigkeit mal freie Weglänge bzw. aus der Durchschnittsgeschwindigkeit ergeben. Als weitere wichtige Naturkonstante wird die **Feinstrukturkonstante**  $\alpha \approx 1/137$  angesehen, welche schon in "2005-ZufallsstößeFSK" ([Wi 05]) herzuleiten versucht wurde. Hier wird das mit etwas besseren Mitteln wiederholt. Deutlich wird dabei, dass die Annäherung an die Feinstrukturkonstante nach vielen Millionen Stößen immer besser wird. Einflüsse vom verwendeten Zufallsgenerator sind zwar nicht auszuschließen, es zeigt sich aber wegen der Untersuchung im skaleninvarianten (ortslosen) Gas eine Unabhängigkeit von Raum, Zeit und Art der durch das Axiom hier als Punkte beschreibbaren Objekte.

Durch **Thermalisierung** ([Wi 09] erzeugen Stöße aus beliebigen Anfangsgeschwindigkeiten eine **Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung**. Deren Parameter definieren hier die Durchschnittsgeschwindigkeitsbeträge von untersuchten Stoßpartnern.

Folgender **Satz** soll bewiesen werden:

**Bei Stößen einfacher gleicher Kugeln ergibt sich im Durchschnitt der Änderungen von Geschwindigkeitsbeträgen ein Grenzwert, welcher bei geeigneter Zuordnung zu Drehungen (Spin), unabhängig vom betrachteten Ort, gegen die Feinstrukturkonstante strebt.**

Energie und Impuls bleiben, wie die Relativgeschwindigkeitsbeträge, bei jedem Stoß erhalten. Der aktuelle Stand der Überlegungen zum Diskrete Objekte Modell ([Wi 10]) wird dadurch ergänzt.

Wesentliche Merkmale müssen wegen der Ortsfreiheit (Lokalität) von der Stoßfrequenz aus einem bestimmten Raumbereich (Stoßfrequenzraumwinkeldichte) (vgl. in [Br 07]) in Zufallsgeneratoren zur Erzeugung von Stoßpartnern übertragen werden. Trotzdem bleibt das ganze Modell deterministisch.

Aus dem Axiom der alleinigen Existenz von kleinsten Objekten folgt direkt, dass alle Felder des Standardmodells und der Allgemeinen Relativitätstheorie effektive Felder sein müssen. In diese werden momentan noch wichtige Parameter hinein gesteckt, welche nach dem Axiom erklärbar werden sollten. Dazu können nur die Geometrie, welche durch die Ortsveränderungen ständige Veränderungen von Auftreffwahrscheinlichkeiten hervorruft und die einzigen Ereignisse in diesem Gas einfacher Kugeln, also Stöße, beitragen. Unter der Annahme von punktförmigen kleinsten Objekten würde sich vermutlich gerade die Standardphysik ohne weitere Erklärungsmöglichkeit für die hinein zu steckenden Parameter ableiten lassen. Hier kommen zwei Stoßachsenwinkel hinzu. Im diskret erweiterten Standardmodell ist demnach die bisherige Standardphysik als Grenzwert enthalten.

Die Stoßtransformationen werden dabei wie in anderen vorgestellten Simulationsversuchen verwendet.

## 2. Stoßtransformationen

Eine räumliche Ausdehnung kleinster Objekte führt zwangsweise zu Stößen. Im einfachsten Fall können diese lokal betrachtet werden, ohne ein ausgehntes Feld mit seinen raumzeitlichen Veränderungen mit zu untersuchen. Ob daraus bereits ein Erkenntnisgewinn im Hinblick auf die gewünschte Erklärung von elementaren Naturkonstanten zu erzielen ist, kann nur mit Hilfe einer Untersuchung vieler Stöße und der dabei stattfindenden Veränderungen, überprüft werden. Dafür sind die Stoßtransformationen, also Bewegungsgleichungen zur Bestimmung der Geschwindigkeiten nach dem Stoß, erforderlich. Vektoren (3 Komponenten) sind hier (wie in Mathcad üblich) **fett** ohne Pfeil geschrieben.

Zuerst wird die Relativgeschwindigkeit der Stoßpartner bestimmt:

$$\mathbf{w}(\mathbf{u}, \mathbf{v}) := \mathbf{v} - \mathbf{u} \quad (1)$$

Die Richtung der Relativgeschwindigkeit wird mit der Kugelkoordinaten-Transformation ermittelt, für die hier die in Mathcad eingebaute Funktion verwendet wird:

$$\Phi(\mathbf{u}, \mathbf{v}) := \text{xyz2sph}(\mathbf{w}(\mathbf{u}, \mathbf{v})_0, \mathbf{w}(\mathbf{u}, \mathbf{v})_1, \mathbf{w}(\mathbf{u}, \mathbf{v})_2)_1 \quad (2)$$

$$\Theta(\mathbf{u}, \mathbf{v}) := \text{xyz2sph}(\mathbf{w}(\mathbf{u}, \mathbf{v})_0, \mathbf{w}(\mathbf{u}, \mathbf{v})_1, \mathbf{w}(\mathbf{u}, \mathbf{v})_2)_2 \quad (3)$$

Bei den Ergebnissen mit der ausführlichen Transformation gemäß dem Artikel über Kugelkoordinaten in Wikipedia, nimmt  $\Phi$  Werte von 0 bis  $2\pi$  an.

Die Stoßachsenwinkel ergeben sich i.A. zufallsabhängig, wobei gleichwahrscheinliche parallele Bahnen zur Richtung der Relativgeschwindigkeit angenommen werden. Das ist auf gleichwahrscheinliche parallele Bahnen bei den Stoßpartnern zurückzuführen. Damit ergibt sich in kartesischen Koordinaten der Stoßachsenvektor:

$$\mathbf{S}_z(\theta_s, \phi_s) := \begin{pmatrix} \cos(\phi_s) \cdot \sin(\theta_s) \\ \sin(\phi_s) \cdot \sin(\theta_s) \\ \cos(\theta_s) \end{pmatrix} \quad (4)$$

Dieser wurde relativ zur Richtung der Relativgeschwindigkeit  $w(\mathbf{u}, \mathbf{v})$  erzeugt und muss nun im ursprünglichen Koordinatensystem (dem Laborsystem von  $\mathbf{u}$  und  $\mathbf{v}$ ) ausgedrückt werden, was durch zwei hintereinander ausgeführte Drehungen erreicht wird:

$$\mathbf{Dz}(\mathbf{u}, \mathbf{v}) := \begin{pmatrix} \cos(\Phi(\mathbf{u}, \mathbf{v})) & \sin(\Phi(\mathbf{u}, \mathbf{v})) & 0 \\ -\sin(\Phi(\mathbf{u}, \mathbf{v})) & \cos(\Phi(\mathbf{u}, \mathbf{v})) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$\mathbf{Dy}(\mathbf{u}, \mathbf{v}) := \begin{pmatrix} \cos(\Theta(\mathbf{u}, \mathbf{v})) & 0 & -\sin(\Theta(\mathbf{u}, \mathbf{v})) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\Theta(\mathbf{u}, \mathbf{v})) & 0 & \cos(\Theta(\mathbf{u}, \mathbf{v})) \end{pmatrix} \quad (6)$$

Damit ergibt sich die Stoßachse im ursprünglichen Koordinatensystem durch das zweifache Zurückdrehen zu:

$$\mathbf{S}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{Dz}(\mathbf{u}, \mathbf{v})^{-1} \cdot \mathbf{Dy}(\mathbf{u}, \mathbf{v})^{-1} \cdot \mathbf{S}_z(\theta_s, \phi_s) \quad (7)$$

Dieses  $\mathbf{S}$  entspricht beim Zentralstoß auf eine ruhende Kugel dem ursprünglichen  $\mathbf{u}$  bzw. beim Zentralstoß auf ein beliebiges  $\mathbf{v}$  allgemeiner dem Relativgeschwindigkeitsvektor  $\mathbf{w}$  normiert auf 1.

Beim Stoß werden nun die zur Stoßachse parallelen Geschwindigkeiten der beiden beteiligten Kugeln ausgetauscht. **Das ist die elementare Wechselwirkung, welche durch das Axiom eingeführt wurde.** Alle Vektoren sollen jedoch weiterhin im ursprünglichen Koordinatensystem betrachtet werden.

$$\mathbf{u}_p(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{S}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) \cdot (\mathbf{S}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) \cdot \mathbf{u}) \quad (8)$$

parallele Geschwindigkeiten

$$\mathbf{v}_p(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{S}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) \cdot (\mathbf{S}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) \cdot \mathbf{v}) \quad (9)$$

$$\mathbf{u}_o(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{u} - \mathbf{u}_p(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) \quad (10)$$

orthogonale Geschwindigkeiten

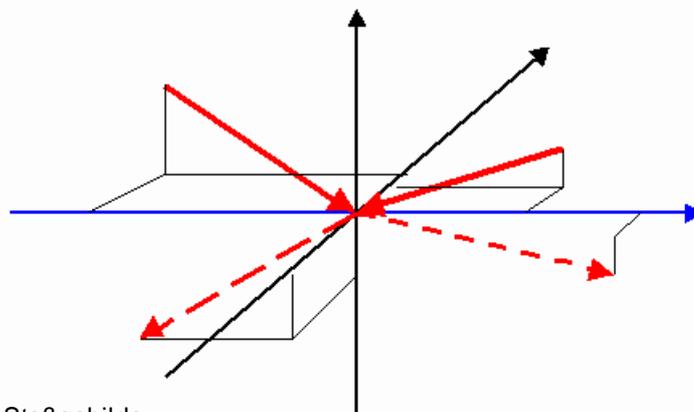
$$\mathbf{v}_o(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{v} - \mathbf{v}_p(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) \quad (11)$$

$$\mathbf{u}_s(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{v}_p(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) + \mathbf{u}_o(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) \quad (12)$$

Geschwindigkeiten nach Stoß

$$\mathbf{v}_s(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{u}_p(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) + \mathbf{v}_o(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \theta_s, \phi_s) \quad (13)$$

Sind demnach die erforderlichen **Stoßtransformationen** (ohne Differentiale), welche durch die zum Stoßachsenvektor (blau) parallelen Geschwindigkeitsüberträge in **Bild 1** verdeutlicht werden:



**Bild1:** Stoßgebilde

### 3. Simulation zufälliger Stöße mit speziellen Symmetrien

Zur Simulation von vielen Stößen wird ein interne `zähler := READPRN("zahl.prn")` verwendet.

Es werden  $N$  Kugeln in einem Durchlauf des gesamten Dokuments berechnet:

$N := 100000$  ist dabei die Zahl der bei einem Durchlauf erzeugten Stoßgebilde (Bild 1). (14)

Für  $i := 0..N - 1$  (15)

werden mit Zufallsgeneratoren zwei mal  $N$  Geschwindigkeitsbeträge generiert. Wegen der Erzeugung aus beliebigen Anfangsgeschwindigkeiten (stark gezackte Kurve) werden durch Thermalisierung [W1 09], also durch einfache Stöße im ebenfalls ortslos betrachteten Gas, immer mehr der **Maxwell-Boltzmannschen Geschwindigkeitsverteilung** angepasste (in Bild 2 durch deren Wahrscheinlichkeitsdichten mit immer weniger Zacken dargestellt) Wahrscheinlichkeitsdichten erzeugt. Deshalb kann diese zur Erzeugung von zufälligen Geschwindigkeitsbeträgen im gedachten homogenen isotropen Gas diskreter Objekte gemäß obigen Axiom verwendet werden.

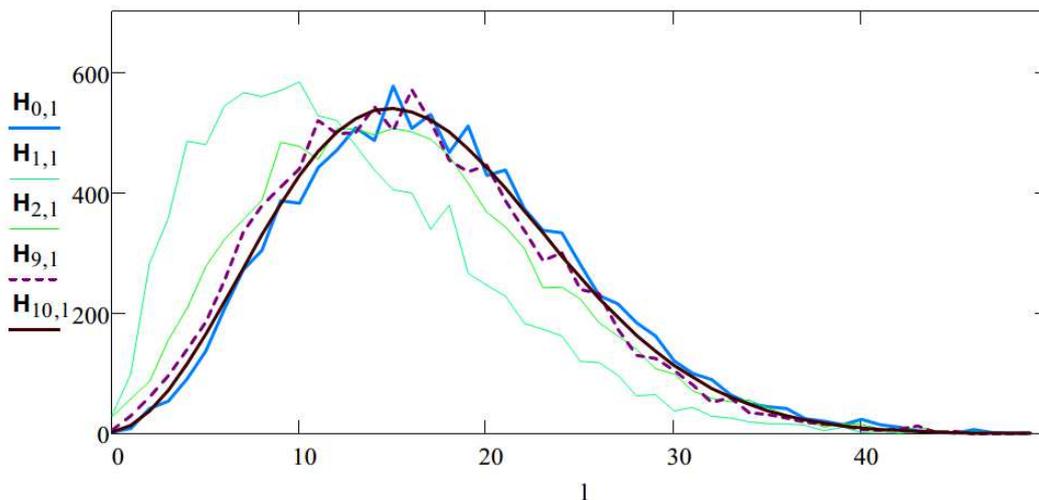


Bild 2: Thermalisierung durch Stöße

Die eingelesenen Parameter des vorhergehenden Durchlaufs ergeben den Korrekturfaktor  $a$  für die Standardabweichung von  $u$  beim aktuellen Durchlauf.

$P := \text{READPRN}(\text{"DeltaV.prn"})$  (16)

$d := \text{rows}(P) = 1499$  ist die Zahl der bisherigen Durchläufe des Programms. (17)

$a := \frac{\sum_{j=0}^{d-1} (P_j)}{d} = 0.0072973637$  (18)

Die Idee zur Korrektur bei einem der beiden Stoßpartner entstand bei der Untersuchung vieler Stöße. Die Änderung der Geschwindigkeitsbeträge lag nahe am Wert der Feinstrukturkonstante. Wegen des Skalenverhaltens, wurden anfänglich mögliche Einflüsse vorheriger Stöße vernachlässigt. Einflüsse einer gleichartigen Umgebung, in der auch Stöße stattfinden, können aber nicht ausgeschlossen werden. Deshalb wurde versucht, die Wahrscheinlichkeitsdichte von  $u$  um gerade diesen kleinen Einfluss eines Durchschnittswertes von den vorhergehenden Durchläufen, hier also den  $d \cdot N$  Stößen, zu korrigieren. Nun musste nur die Entwicklung bei vielen Durchläufen verfolgt werden. Dabei ergab sich, dass die genaueste Anpassung an die Feinstrukturkonstante derzeit mit dem Quotient  $\frac{2}{3} \pi$  (halber Kugelinhalt der Herkunft) bei  $a$  erreicht wird. Pro gewünschter Dezimalstelle steigt allerdings die erforderliche Stoßzahl ungefähr um einen Faktor 100.

$$\mu u := 1 + \frac{3 \cdot a}{2 \cdot \pi} = 1.0034842345 \quad \mu v := 1 \quad (19)$$

$$\sigma u := \frac{\mu u \cdot \sqrt{\pi}}{2 \cdot \sqrt{2}} = 0.6288404888 \quad \sigma v := \frac{\mu v \cdot \sqrt{\pi}}{2 \cdot \sqrt{2}} = 0.6266570687 \quad (20)$$

$$F(x) := \int_0^x \frac{\sqrt{2} \cdot (x)^2}{\sqrt{\pi} \cdot \sigma u^3} \cdot e^{-\frac{x^2}{2 \cdot \sigma u^2}} dx \quad G(y) := \int_0^y \frac{\sqrt{2} \cdot (y)^2}{\sqrt{\pi} \cdot \sigma v^3} \cdot e^{-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma v^2}} dy \quad (21)$$

$$ZGu(u, U) := F(u) - U$$

$$ZGv(v, V) := G(v) - V$$

Die Geschwindigkeitsbeträge werden mit Hilfe der Umkehrfunktion (root, entspricht der Inversionsmethode zur Erzeugung von Zufallszahlen) aus zufällig zwischen Null und Eins erzeugten Zahlen ermittelt. Alternativ ließen sich die alten  $u_s$  vom letzten Durchlauf als neue  $u$  verwenden, z.B. wenn Systeme (Elementarteilchen) simuliert werden sollen.

$$u := 1 \quad \text{und} \quad v := 1 \quad \text{sind Werte zur Initiierung der Lösung.} \quad (22)$$

$$UU_{i,0} := \text{rnd}(1) \quad VV_{i,0} := \text{rnd}(1) \quad (23)$$

$$UU_{i,1} := i + \text{rnd}(1) \quad VV_{i,1} := i + \text{rnd}(1) \quad (24)$$

$$Uu := \text{csort}(UU, 0) \quad Vv := \text{csort}(VV, 0) \quad (25)$$

$$U_i := \frac{UU_{i,1}}{N} \quad V_i := \frac{VV_{i,1}}{N} \quad (26)$$

$$u_i := \text{root}(ZGu(u, U_i), u) \quad v_i := \text{root}(ZGv(v, V_i), v) \quad (27)$$

Zur Erzeugung von Werten, welche bei einem Durchlauf des Programms eine geringstmögliche Abweichung erzeugen, werden den, sonst großen Schwankungen unterliegenden zufällig erzeugte Beträge durch (23) bis (26) in allen durchlaufenen Intervallen der Wahrscheinlichkeitsdichten mit rnd(1) Zufallswerte zugeordnet. In den eigentlichen Zufallsgeneratoren (27) werden so gemäß der angenommenen Häufigkeiten Geschwindigkeitsbeträge erzeugt. Erst nach dem ersten Durchlauf ergibt sich eine kleine Abweichung zwischen den  $u$  und  $v$ .

Im ortslosen Gas ist der Vektorwinkel  $\beta$  neben den Geschwindigkeitsbeträgen für die Stoßfrequenz auf eine Probekugel maßgeblich. Einen Einfluss auf die Auswahl dieser Flugwinkel kann nur die von den jeweiligen Relativgeschwindigkeiten bestimmte Stoßfrequenz aus verschiedenen Richtungen auf eine gerade betrachtete Kugel haben. Bei der Thermalisierung (vgl. [Wi 09]) kommt der Faktor  $\sin(\beta)$  wegen der Isotropie und Homogenität des Mediums zustande (vgl. [Br 07], 4 Bahnenwinkel). Es gibt aus keinem Raumwinkelbereich eine Bevorzugung. Auf der Kugeloberfläche kommen die Winkel Richtung Pol seltener vor, weil die Kreise des unabhängig von  $\beta$  erzeugten Winkels  $\Phi$  kleiner werden.

Im Zusammenhang mit der Beschreibung des Spins von Elementarteilchen, welche die Feinstrukturkonstante erzeugen könnten, könnte auch hier eine Korrektur der sich ergebenden durchschnittlichen Änderungen durch die bei Stößen erfolgende Drehung der Relativgeschwindigkeiten erforderlich werden. Die Verteilungsfunktion für den Winkel  $\beta$  wird ohne eine solche Korrektur einfach nach dem Satz von Pythagoras:

$$G(u, v, \beta) := \frac{\int_0^\beta \sin(\beta) \cdot \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos(\beta)} d\beta}{\int_0^\pi \sin(\beta) \cdot \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos(\beta)} d\beta} \quad (28)$$

$$\text{mit} \quad G(u, v, \pi) = 1 \quad \text{z.B.} \quad G(1, 1, \pi) = 1 \quad (29)$$

Damit ergibt sich als implizite Funktion für den Zufallsgenerator:

$$\mathbf{FG}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \boldsymbol{\beta}, y) := \mathbf{G}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \boldsymbol{\beta}) - y \quad (30)$$

Zur Nullstellenbestimmung durchläuft die Lösungsmenge wieder alle Intervalle von  $i/N$  mit zufälligen Schwankungen innerhalb dieser.  $0 < y_i < 1$  wird so der jeweilige Funktionswert des Generators.

$$y_i := \frac{i + \text{rnd}(1)}{N} \quad (31)$$

Mit  $\boldsymbol{\beta} := \frac{\pi}{2}$  zur Initialisierung (32)

ergibt sich nun der gesuchte **Zufallsgenerator** für den Flugwinkel im homogenen isotropen Medium zwischen zwei beliebig ausgewählten diskreten Objekten (Kugeln):

$$\boldsymbol{\beta}_i := \text{root}(\mathbf{FG}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i, \boldsymbol{\beta}, y_i), \boldsymbol{\beta}) \quad \text{im Durchschnitt} \quad \sum_i \frac{\boldsymbol{\beta}_i}{N} = 100.9696208821.^\circ \quad (33)$$

Außerdem muss noch  $\Phi$  der Drehwinkel des Vektors  $\mathbf{v}$  um die Richtung von  $\mathbf{u}$  zufällig bestimmt werden.

$$\Phi_i := \text{rnd}(2 \cdot \pi) \quad (34)$$

Zusätzlich werden neue Stoßachsenwinkel generiert, bei denen  $\phi$  und  $\theta$  auf der Annahme gleichwahrscheinlicher paralleler Bahnen beruhen und die stoßenden Vektoren zufällig bestimmt werden. An diesen erforderlichen Winkeln für jeden einzelnen Stoß scheitert bisher eine numerische Integration der Stoßtransformationen.

$$\phi_{s_i} := \text{rnd}(2 \cdot \pi) \quad \theta_{s_i} := \text{asin}(\sqrt{\text{rnd}(1)}) \quad (35)$$

Mit den oben ermittelten Geschwindigkeitsbeträgen können nun die Vektoren der Probekugeln hingeschrieben werden:

$$\mathbf{U}^{(i)} := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \mathbf{u}_i \end{pmatrix} \quad \text{z.B.:} \quad \mathbf{U}^{(1)} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1.1238610146 \end{pmatrix} \quad (36)$$

$$\mathbf{VB}^{(i)} := \begin{pmatrix} \mathbf{v}_i \cdot \sin(\pi - \boldsymbol{\beta}_i) \cdot \cos(\Phi_i) \\ \mathbf{v}_i \cdot \sin(\pi - \boldsymbol{\beta}_i) \cdot \sin(\Phi_i) \\ \mathbf{v}_i \cdot \cos(\pi - \boldsymbol{\beta}_i) \end{pmatrix} \quad (37)$$

Hier wird  $\mathbf{u}$  in z-Richtung angenommen und  $\mathbf{v}$  nimmt bei seiner zufälligen Erzeugung Bezug darauf. Weil das Stoßgebilde im Moment der Berührung aus zwei fest zueinander ausgerichteten Vektoren besteht, muss  $\mathbf{v}$  noch ins ursprüngliche Koordinatensystem gedreht werden. In Kugelkoordinaten werden die  $\mathbf{U}$  zu  $\mathbf{B}$  und deren Drehwinkel sind:

$$\mathbf{B}^{(i)} := \text{xyz2sph}(\mathbf{U}_{0,i}, \mathbf{U}_{1,i}, \mathbf{U}_{2,i}) \quad (38)$$

$$\phi \mathbf{B}_i := (\mathbf{B}^{(i)})_1 \quad \theta \mathbf{B}_i := (\mathbf{B}^{(i)})_2 \quad (39)$$

Das Zurückdrehen der zufällig erzeugten Vektoren  $\mathbf{V}$  erfolgt nun durch die Matrizen mit den Winkeln  $\theta$  und  $\phi$ :

$$\mathbf{D}\phi(\phi) := \begin{pmatrix} \cos(\phi) & -\sin(\phi) & 0 \\ \sin(\phi) & \cos(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{D}\theta(\theta) := \begin{pmatrix} \cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{pmatrix} \quad (40)$$

Mit diesen ergibt sich durch die Drehung:

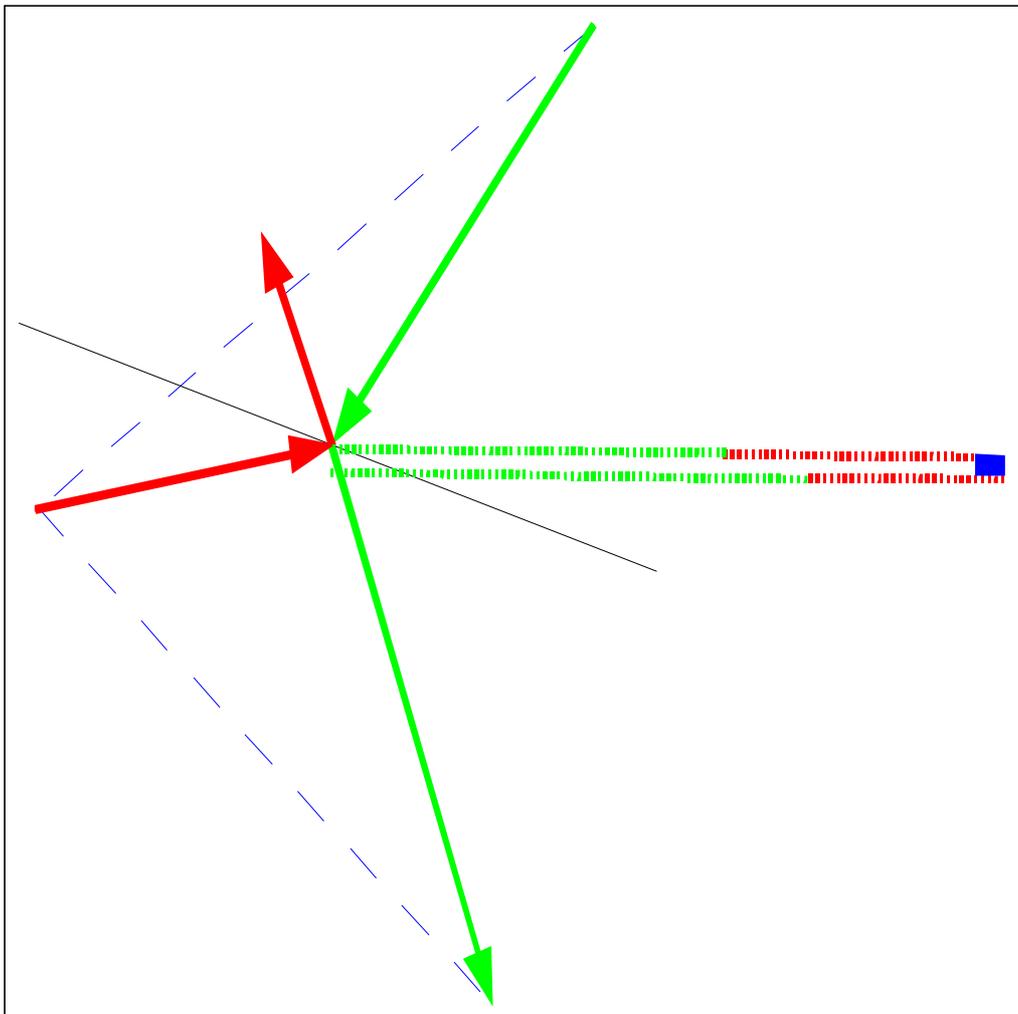
$$\mathbf{V}^{(i)} := \mathbf{D}\boldsymbol{\phi}(\boldsymbol{\phi}\mathbf{B}_i) \cdot \mathbf{D}\boldsymbol{\theta}(\boldsymbol{\theta}\mathbf{B}_i) \cdot \mathbf{V}\mathbf{B}^{(i)} \quad (41)$$

Damit ergeben sich nach dem Stoß die beiden Geschwindigkeitsvektoren. Diese sind für weitere Untersuchungen im ursprünglichen Koordinatensystem ausgedrückt, wir benötigen hier aber nur die Beträge:

$$\mathbf{u}_{s_i} := \left| \mathbf{u}_s(\mathbf{U}^{(i)}, \mathbf{V}^{(i)}, \boldsymbol{\theta}_{s_i}, \boldsymbol{\phi}_{s_i}) \right| \quad (42)$$

$$\mathbf{v}_{s_i} := \left| \mathbf{v}_s(\mathbf{U}^{(i)}, \mathbf{V}^{(i)}, \boldsymbol{\theta}_{s_i}, \boldsymbol{\phi}_{s_i}) \right| \quad (43)$$

Anstelle der Beschreibung elementarer Ereignisse mit jeweils acht Parametern, können, wegen der Isotropie, die vier Geschwindigkeitsbeträge (vor und nach den Stößen) die wesentlichen Änderungen zeigen ( $\mathbf{u}$  rot,  $\mathbf{v}$  grün). Sie können positiv oder negativ sein und auch bei sehr großen Zahlen im Durchschnitt noch einen von Null abweichenden Betrag besitzen. Bei jedem solchen Stoß ergibt sich eine Drehung der Relativgeschwindigkeit der beiden Stoßpartner, deren Betrag erhalten bleibt (blau gestrichelt). Dieser kann ein axialer Vektor zugeordnet werden (Pseudovektor), was hier aber nicht weiter verfolgt wird. Die Geschwindigkeitsbeträge können wegen der Isotropie in einer beliebigen Richtung eingezeichnet werden (fein gestrichelt). Der interessierende Betrag der Differenz, welcher nach sehr vielen Stößen im Durchschnitt gegen die Feinstrukturkonstante strebt, kann ebenfalls eingezeichnet werden (blau).



**Bild 3:** Änderung der Geschwindigkeitsbeträge bei Stößen

Die Veränderung der Geschwindigkeitbeträge wird nun für jeden einzelnen Stoß errechnet:

$$\Delta \mathbf{X} := \mathbf{u} + \mathbf{v} - (\mathbf{u}_s + \mathbf{v}_s) \quad (44)$$

Das sind positive oder negative Zahlenwerte ohne Richtungsangabe (isotrop). Aus diesen ergibt sich der Durchschnitt aller Änderungen der Geschwindigkeitsbeträge nach allen N Stößen zu:

$$\Delta \mathbf{V} := \frac{\sum_i |\Delta \mathbf{X}_i|}{N} = 0.09116236948 \quad (45)$$

Die durchschnittliche Geschwindigkeitsbetragsänderung wird wegen des Zusammenhangs mit dem Verlassen einer Kugeloberfläche durch  $4 \pi$  geteilt. Dabei ergibt sich eine Zahl in der **Größenordnung der Feinstrukturkonstante** (roter Punkt im Bild unten):

$$\Delta := \left( \frac{\Delta \mathbf{V}}{4 \cdot \pi} \right) = (0.007254470863) \quad (46)$$

Die Wurzel aus  $\Delta$  zeigt nach sehr vielen Stößen im Durchschnitt die Eigenschaften einer Elementarladung. Dieser Wert wird für die Auswertung an die bereits gespeicherten angehängt:

$$\text{APPENDPRN}(\text{"DeltaV.prn"}) := \Delta \quad (47)$$

#### 4. Auswertung der Stoßversuche

Zur Analyse der Daten werden diese erneut eingelesen

$$\text{Parameter} := \text{READPRN}(\text{"DeltaV.prn"}) \quad (48)$$

$$\mathbf{d} := \text{rows}(\text{Parameter}) = 1500 \quad \text{ist die Zahl der Durchläufe.} \quad (49)$$

Die Parameter für die Grafik werden aus den entsprechenden Stellen der eingelesenen Datei summiert:

$$\mathbf{K} := 0.. \mathbf{d} - 1 \quad (50)$$

$$\text{alpha}_{\mathbf{K}} := \frac{\sum_{j=0}^{\mathbf{K}} (\text{Parameter}_j)}{\mathbf{K} + 1} \quad (51)$$

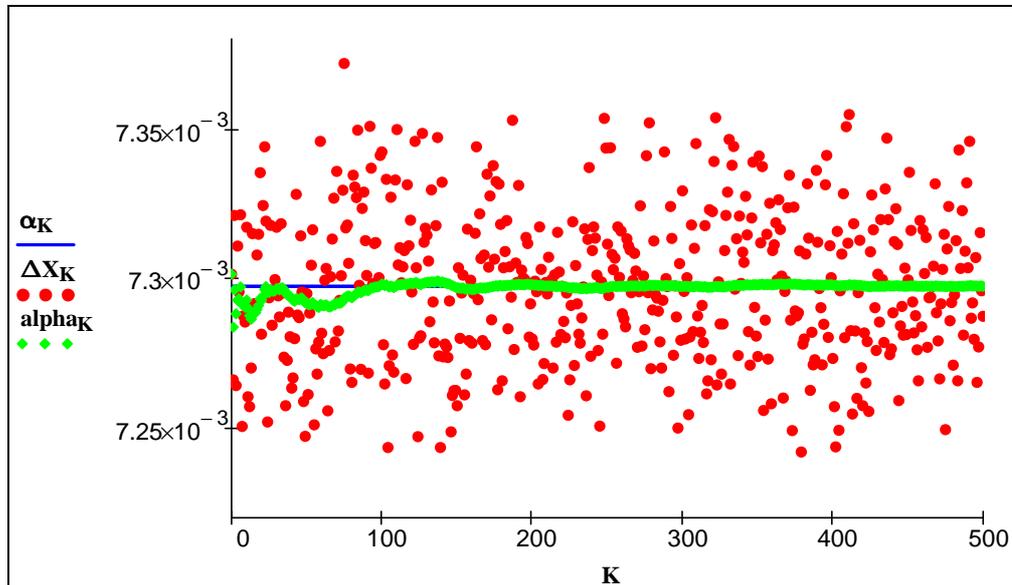
$$\Delta \mathbf{X}_{\mathbf{K}} := \text{Parameter}_{\mathbf{K}} \quad \text{und dessen letzter ist} \quad \Delta = (0.0072544709) \quad (52)$$

Als Vergleichswert dient die **Feinstrukturkonstante**:  $\alpha_{\mathbf{K}} := 0.0072973525$  (53)

Damit ergibt sich folgende Entwicklung dieser Werte für  $\mathbf{d} \cdot 100000 = 1.5 \times 10^8$  Stöße mit den Endwerten:

alpha <sub>d-1500</sub> = 0.0073013414	alpha <sub>d-90</sub> = 0.0072976312	alpha <sub>d-9</sub> = 0.0072973882
alpha <sub>d-1450</sub> = 0.0072918259	alpha <sub>d-80</sub> = 0.0072976728	alpha <sub>d-7</sub> = 0.0072973656
alpha <sub>d-1300</sub> = 0.0072978158	alpha <sub>d-65</sub> = 0.0072975483	alpha <sub>d-6</sub> = 0.0072973748
alpha <sub>d-1200</sub> = 0.0072973841	alpha <sub>d-50</sub> = 0.0072974646	alpha <sub>d-5</sub> = 0.0072973596
alpha <sub>d-1100</sub> = 0.0072977883	alpha <sub>d-40</sub> = 0.0072974091	alpha <sub>d-4</sub> = 0.0072973609
alpha <sub>d-1000</sub> = 0.0072973799	alpha <sub>d-30</sub> = 0.0072974239	alpha <sub>d-3</sub> = 0.0072973603
alpha <sub>d-500</sub> = 0.0072972854	alpha <sub>d-20</sub> = 0.0072974462	alpha <sub>d-2</sub> = 0.0072973637
alpha <sub>d-200</sub> = 0.0072974662	alpha <sub>d-10</sub> = 0.0072973736	alpha <sub>d-1</sub> = 0.0072973351

welche den nachvollziehbaren **Beweis einer wichtigen Entdeckung** darstellen könnten (download dieses Mathcad-Arbeitsblattes auf Windows PC von <http://struktron.de> und Nachrechnen durch einfaches Anklicken). In Bild 4 werden nur die ersten 500 Durchläufe, also 50 Millionen Stöße dargestellt. Danach verläuft die grüne Kurve über der blauen Linie.



**Bild 4:** Entwicklung der Geschwindigkeitsbetragsdifferenzen im Vergleich zur Feinstrukturkonstante

Im Bild werden die Ergebnisse von jeweils 100 000 Stößen durch einen roten und der Durchschnitt aller Werte bis zu dem entsprechenden Durchlauf des Programms durch einen grünen Punkt dargestellt. Im isotropen und homogenen Gas streben die Werte gegen einen Wert in der Nähe der Feinstrukturkonstante (blau durchgezogene Linie), bei größeren Stoßzahlen möglicherweise sogar beliebig genau. Hier streuen sie noch ab der siebten Nachkommastelle. Vom Erzeugungsort, der hier im ortslosen Gas nicht betrachtet wird, kann sich aber die kleine Geschwindigkeitsdifferenz in die Umgebung ausbreiten und zum Beweis der Stabilität von Systemen (Strukturbildung) nach positiver oder negativer Richtung selektiert werden. Der normale Zusammenhang, wie er bei allen Stößen entsteht, ist überall vorhanden. Auf Systeme der Umgebung kann damit der errechnete Einfluss von  $1/137$  ausgeübt werden. Verwirbelungen kommen in Gasen (Meteorologie) bzw. Plasmen vor und erzeugen vermutlich auch dort eine Zahl in der Nähe der Feinstrukturkonstante vgl. [Se 05].

**Haupterkennnis** dieser Simulationen ist, dass bei jedem Stoß, also auch im Vakuum, im Durchschnitt Abweichungen von den ursprünglichen Geschwindigkeitsbeträgen erzeugt werden (siehe (45)). Diese erreichen mit dem einfachen Quotienten  $4\pi$  (für skalierbare Raumzelle) den Wert der **Feinstrukturkonstante**, erzeugt mit der lokalen Durchschnittsgeschwindigkeit, wie auch  $c$ . Die hier nicht einfließende Größe einer durch freie Weglängen aufgespannten Raumzeitzelle ermöglicht eine qualitative Vorstellung der erzeugenden Kugeloberfläche. Den Geschwindigkeitsvektoren können elektromagnetische Feldkomponenten zugeordnet werden.  $\Delta X$  entspricht nach der üblichen Definition in natürlichen Einheiten dem Quadrat der **Elementarladung  $e^2$** . Ohne den Quotienten deuten die Abweichungen der Geschwindigkeitsbeträge nach Stößen auf die beobachtete Vergrößerung der Feinstrukturkonstante bei Hochenergiestoßversuchen hin. Die elektroschwache Wechselwirkung kann eventuell ebenfalls damit erklärt werden. Auch die "Kopplungskonstante" der starken Wechselwirkung wäre damit erklärbar, obwohl diese vielleicht wegen der Entstehung der freien Weglängen unnötig wird. Damit wird die Existenz eines Substrates im Vakuum, welches mit der angenommenen einfachen Wechselwirkung beschrieben werden kann, offensichtlich.

Der Einfluss der Zufallszahlenerzeugung ist unklar und führt trotz großer Stoßzahlen noch zu kleinen Schwankungen. Von Nutzen für die Beurteilung dieser Entdeckung wäre vor allem der Versuch, die Ergebnisse mit anderen Computer Algebra Systemen nachzuvollziehen. Vielleicht auch mit analytischen Methoden. Zur Lösung eines achtfachen Integrals über alle zulässigen Werte der Stoßtransformationen existiert noch keine Idee. **Offen bleibt** bisher aber die Frage, wie die mit der Feinstrukturkonstante verbundene Elementarladung, die ja schon hier einen festen gequantelten Wert erhält, mit ebenfalls festen Energieportionen verbunden werden kann, welche beispielsweise ein Elektron oder ein Positron beschreiben. Das geht vermutlich nur in einer Theorie unter Berücksichtigung von Raum und Zeit.

## 5. Ausblick

Für Untersuchungen in der Raumzeit ist die Zuordnung des kinetischen Energieanteils der Lagrangefunktion zu den Bewegungen der kleinsten Objekte nachvollziehbar. Der potenziellen Energie können Auftreffwahrscheinlichkeiten bzw. Stoßfrequenzen zugeordnet werden. Die skaleninvariante (ortslose) Theorie wird durch die Raumzeit zur **atomistischen effektiven Feldtheorie, welche das Standardmodell der Elementarteilchen als Grenzfall (Objektdurchmesser Null) enthält.** Durch die Zuordnung skalarer, vektorieller, tensorieller oder spinorieller Größen zu den im definierten Substrat vorkommenden, könnte die Standardphysik reproduziert werden. Ein damit erfülltes Vakuum bedeutet, dass die Feinstrukturkonstante sich wegen der schnellen Thermalisierung und der daraus folgenden lokal annähernd konstanten Lichtgeschwindigkeit, zumindest lokal nicht ändert. Mit den drei bisher in diesem Substrat erklärbaren Konstanten ( $\hbar$ ,  $c$ ,  $\alpha$ ) lässt sich somit ein **diskret erweitertes Standardmodell** herleiten und erklären.

Eine Materiesammlung durch Gravitation erscheint in diesem Substrat mit lokal niedriger werdender Durchschnittsgeschwindigkeit verbunden zu sein. Dadurch werden in der Umgebung die Durchschnittsgeschwindigkeiten und mit ihr die Lichtgeschwindigkeit größer. Hier öffnen sich vielfältige Möglichkeiten für neue Theorien im Rahmen einer diskreten Erweiterung der gesamten Standardphysik, also auch unter Einbeziehung der Gravitation. Die Gravitationskonstante  $G$  als vierte Säule einer Theorie von Allem (ToE) könnte aus dem Anteil der vorkommenden Geschwindigkeiten erzeugt werden, welche von systeminternen Geschwindigkeiten nicht unterschieden und deshalb in Systemen (Materie) aufgesammelt werden.

Die isotrope Ausbreitung von  $\Delta X$  könnte auch als skalares Feld zur Erzeugung von dunkler Energie interpretiert werden. Vor allem im Zusammenhang mit Ansammlung des Substrats durch Gravitation könnte ein anschauliches kosmologisches Modell entwickelt werden. Dunkle Materie könnte im gleichen Mechanismus, welcher die Feinstrukturkonstante erzeugt, mit einer allgemeinen Verwirbelung verknüpft und dadurch zur Berechnung der Gravitationskonstante herangezogen werden.

Größte Herausforderung für weitere Theorien in einem diskret erweiterten Standardmodell ist die Herleitung der Strukturen, welche die bekannten Elementarteilchen beschreiben. Die ausführliche Analyse von Ansätzen zur Entwicklung einer Quantengravitation (siehe [He 11]) ergab keinen ähnlichen Versuch, vor allem keine Berechnung von Naturkonstanten.

## 6. Literatur

[Br 07] Brendel, L.; ohne Titel (Stoßwahrscheinlichkeiten im Harte Kugeln Gas); unveröffentlichtes Manuskript; Uni Duisburg 2007; <http://www.uratom.de/Beweise/B-stoss.pdf>

[Wi 05] Wiese, A.L.; Zufällige Stöße; 2005; <http://struktron.de/alt/2005-ZufallsstößeFSK.pdf>

[Wi 09] Wiese, A.L.; Thermalisierung; <http://struktron.de/alt/2009-Thermalisierung.pdf>

[Wi 10] Wiese, A.L.; Einfache diskrete Objekte zur Erweiterung des Standardmodells, Sarajevo und Porec 8/2010, <http://struktron.de/HKM.pdf>

[Wi 12] Wiese, A.L.; Feinstrukturkonstante; <http://struktron.de/alt/2012-Feinstrukturkonstante.pdf>

[He 11] Hedrich, Reiner; Raumzeitkonzeptionen in der Quantengravitation (Spacetime in Quantum Gravity), [arXiv:1101.1835v1](https://arxiv.org/abs/1101.1835v1) [physics.gen-ph]

[Se 05] Selvam, A.M.; A General Systems Theory for Chaos, Quantum Mechanics and Gravity for Dynamical Systems of all Space-Time Scales, <http://arxiv.org/abs/physics/0503028>