

Stöße erzeugen die Feinstrukturkonstante

Zusammenfassung:

Es werden einfache Stöße mit Kugeln ohne Orte simuliert. Dabei werden bei Berührung die Geschwindigkeitsbeträge parallel zur Stoßachse ausgetauscht. Die Durchschnittswerte der Änderungen streben gegen den Wert der **Feinstrukturkonstante**. Das ist ein starker Hinweis darauf, dass das Vakuum diskrete Objekte enthält, welche wir uns als sehr kleine Kugeln vorstellen können.

Inhalt

0. Vorwort
1. Dynamik diskreter Objekt (Kugeln)
2. Stoßtransformationen
3. Grundlagen der Ereignisauswahl für Stöße
4. Simulation von Stößen mit üblichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen
5. Auswertung der Stoßversuche
6. Literatur

0. Vorwort

In der Zusammenfassung steht eine Behauptung, welche einen großen Einfluss auf die aktuellen Versuche zu einer Erweiterung der Standardphysik, also die Zusammenführung der Standardmodelle von Elementarteilchen und Kosmologie, hätte. Vielfältige Veröffentlichungen in renommierten Zeitschriften oder auch im arXiv sind kaum noch überschaubar und auch schwer nachvollziehbar. Deshalb wird hier versucht, die mit dem zufällig einmal ausgewählten **Computer Algera System Mathcad** erzielten Ergebnisse auszuwerten. Dieses Arbeitsblatt ist direkt in Mathcad (ursprünglich Version 14, jetzt Prime 2.0) geschrieben. Für jeden Rechenschritt wird versucht, verständliche Kommentare anzugeben. Die Notation von Mathcad ist so, wie es in vielen wissenschaftlichen Büchern üblich ist und auch schon in der Schule gelernt wird. Formeln werden durch Anklicken von Symbolen in verschiedenen Menüs erstellt und von links nach rechts sowie dann weiter von oben nach unten im Arbeitsblatt ausgewertet. Vektoren werden leider ohne Vektorpfeil dargestellt, so dass man aus dem Kontext erkennen muss, wann es sich um solche handelt.

Nachvollziehbar ist die Rechnung vor allem dann, wenn Mathcad vorhanden ist. In alternativen, auch kostenlosen, CAS wie beispielsweise SMath Studio, können die Formeln ebenfalls direkt eingegeben werden und sollten gleiche Ergebnisse erzeugen. Andere Zahlen als die bekannten mathematischen Parameter für die verwendeten Wahrscheinlichkeitsdichten werden nicht in das System hinein gesteckt. Die Bezeichnung der Maxwell-Boltzmann Verteilung wurde dem Wikipediaartikel angepasst. Die allgemeinen Bezeichnungen lehnen sich an die ersten Untersuchungen mit Mathcad an [Wi 03]. Auch die geometrische Abhängigkeit bei der zufälligen Erzeugung von Winkeln wurde dort angedacht. Hier werden jetzt nur die dafür logischen Grenzen (Kreis, halber Kreis, Kugeloberfläche, parallel gleich wahrscheinliche Flugbahnen,...) verwendet. Alle in die Stoßtransformationen eingehenden acht Parameter werden für jedes neu berechnete elementare Ereignis (Stoß) neu erzeugt. Der Zufallsgenerator liefert Zahlen zwischen Null und Eins. Damit werden dann durch das Inversionsverfahren auch die zufälligen Werte anderer Wahrscheinlichkeitsverteilungen erzeugt. So ergibt sich nur ein kleiner Ansatzpunkt für mögliche Fehler.

Die größte Unterstützung bei der langsamen Weiterentwicklung erfolgte durch Lothar Brendel, der einige unveröffentlichte Manuskripte vor allem für die Untersuchungen im ortslosen, also skalunenabhängigen Gas, beitrug. Dank bin ich auch vielen Kritikern schuldig, die sich oft sehr skeptisch über die gesamte Idee einer diskreten Erweiterung der Standardphysik äußerten. Ohne diese wäre dieses nachvollziehbare Dokument mit dem erzielten Ergebnis nicht entstanden.

1. Dynamik diskreter Objekte (Kugeln)

Offene Probleme der Standardphysik führten zur Idee, viele elementare Wechselwirkungen (Stöße) in einem Gas einfacher Kugeln zu untersuchen. Dabei wurde festgestellt, dass bei lokaler Betrachtung des kumulativen Wertes von Geschwindigkeitsbetragsänderungen als Grenzwert die **Feinstrukturkonstante** entsteht. Das untersuchte **Substrat** wird durch folgende **Voraussetzungen** definiert:

Es existiert einzig und allein eine Menge unendlich vieler, sich im dreidimensionalen Raum bewegend 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.

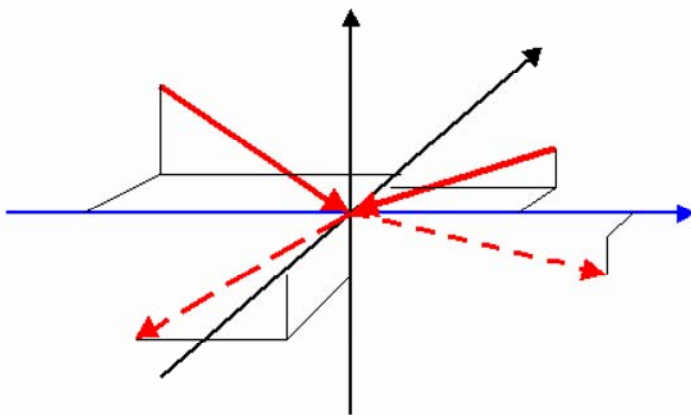


Bild1: Stoßgebilde

Damit lassen sich Formeln für die elementare hier betrachtete Wechselwirkung herleiten.

Ortsveränderungen im Substrat diskreter Objekte werden vorläufig nicht betrachtet. Geschwindigkeitsvektoren (3 Komponenten), hier \mathbf{u} und \mathbf{v} werden, wie in Mathcad üblich, ohne Pfeil geschrieben. Für eine Untersuchung vieler solcher Kugeln wird angenommen, dass die Geschwindigkeiten nach einer **Maxwell-Boltzmannschen Geschwindigkeitsverteilung** verteilt sind. Dafür gibt es folgende Berechtigung:

- empirische Erfahrungen, auch schon aus Zeiten von Maxwell und Boltzmann zeigen, dass in Gasen diese Geschwindigkeitsverteilung der betrachteten Moleküle gilt
- neuere Herleitungen mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung beweisen die Gültigkeit der MB-Verteilung für diskrete bewegte Objekte
- eigene Rechnungen zeigen, dass bei unterschiedlichen Anfangsgeschwindigkeiten Stöße durch Thermalisierung die MB-Verteilung erzeugen [Wi 09].

Die anderen verwendeten Wahrscheinlichkeitsverteilungen entstehen rein geometrisch und können praktisch keine willkürlich versteckten Naturkonstanten enthalten. Die betrachteten Kugeln bewegen sich im zur Beschreibung verwendeten \mathbf{R}^3 geradlinig bis zu einer Berührung. Dabei entsteht das Ereignis eines Stoßes und nur diese werden untersucht. Die zu solchen Ereignissen führende Geometrie und die Dynamik müssen demnach bei den Wahrscheinlichkeitsfunktionen zu deren Bestimmung berücksichtigt werden. Deshalb wäre eine Erzeugung des Resultats durch versteckte Einflüsse leicht nachzuweisen.

Eventuelle unbekannte Zusammenhänge, welche durch Parameter der verwendeten Wahrscheinlichkeitsverteilungen, beispielsweise der Standardabweichungen einen Einfluss auf die Erzeugung des durchschnittlichen Geschwindigkeitsbetragsunterschieds ausüben, sind bisher unbekannt.

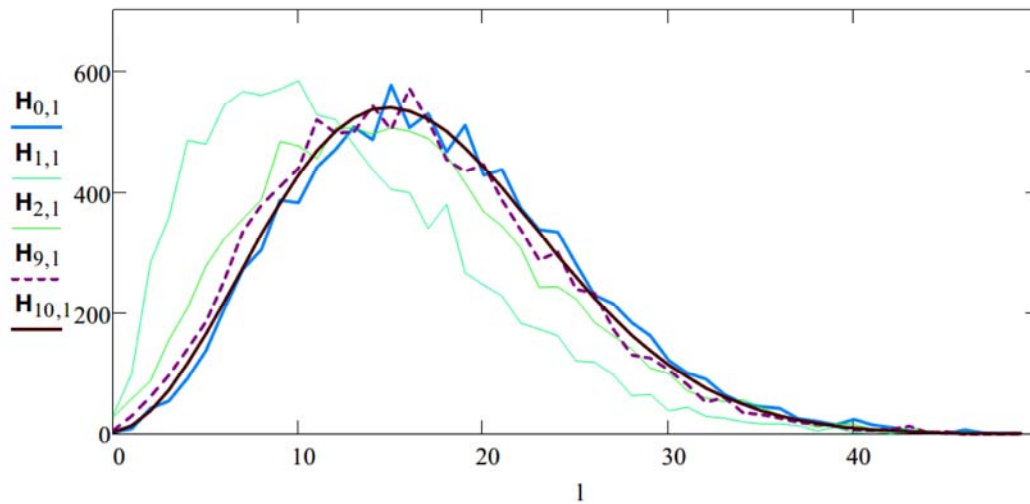


Bild 2: Thermalisierung durch Stöße

Eine räumliche Ausdehnung kleinster Objekte führt zwangsweise zu Stößen. Ohne Ausdehnung würden nun diese Kugeln ewig mit den generierten Geschwindigkeitsbeträgen in die generierten Richtungen (Winkel Θ und Φ) fliegen. Mit Ausdehnung muss es zu Berührungen kommen. Dabei entstehen zwei zusätzliche Winkel (Stoßachsenwinkel θ und ϕ), für welche wir ebenfalls Zufallsgeneratoren verwenden können. Im einfachsten Fall können diese lokal betrachtet werden, ohne ein ausgehtes 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.

Zur Steuerung der Rechengenauigkeit werden die Möglichkeiten von Mathcad ab dem 2000. Durchlauf im neuen Mathcad-Prime 2.0 ausgenutzt:

CTOL TOL PRNCOLWIDTH PRNPRECISION

$1 \cdot 10^{-12}$ $1 \cdot 10^{-12}$ 15 15

2. Stoßtransformationen

Zuerst wird die Relativgeschwindigkeit (aus je drei Komponenten) der Stoßpartner bestimmt:

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

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

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

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

Bei den Ergebnissen mit der ausführlichen Transformation gemäß dem Artikel über **Kugelkoordinaten** in Wikipedia, nimmt \mathbf{I} Werte von 0 bis 2π an.

Die zwei, oben begründeten, 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:

$$S_z(\theta_s, \phi_s) := \begin{bmatrix} \cos(\phi_s) \cdot \sin(\theta_s) \\ \sin(\phi_s) \cdot \sin(\theta_s) \\ \cos(\theta_s) \end{bmatrix} \quad (4)$$

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

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

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

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

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

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.

$$u_p(u, v, \theta_s, \phi_s) := S(u, v, \theta_s, \phi_s) \cdot (S(u, v, \theta_s, \phi_s) \cdot u) \quad \text{parallele Geschwindigkeiten} \quad (8)$$

$$v_p(u, v, \theta_s, \phi_s) := S(u, v, \theta_s, \phi_s) \cdot (S(u, v, \theta_s, \phi_s) \cdot v) \quad (9)$$

$$u_o(u, v, \theta_s, \phi_s) := u - u_p(u, v, \theta_s, \phi_s) \quad (10)$$

$$v_o(u, v, \theta_s, \phi_s) := v - v_p(u, v, \theta_s, \phi_s) \quad \begin{array}{l} \text{orthogonale} \\ \text{Geschwindigkeiten} \end{array} \quad (11)$$

$$u_s(u, v, \theta_s, \phi_s) := v_p(u, v, \theta_s, \phi_s) + u_o(u, v, \theta_s, \phi_s) \quad (12)$$

$$v_s(u, v, \theta_s, \phi_s) := u_p(u, v, \theta_s, \phi_s) + v_o(u, v, \theta_s, \phi_s) \quad \begin{array}{l} \text{Geschwindigkeiten nach} \\ \text{Stoß} \end{array} \quad (13)$$

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

Die Stoßtransformationen verzichten auf die Berücksichtigung unterschiedlicher Massen und sind so eine einfache Möglichkeit im dreidimensionalen Raum Geschwindigkeitsänderungen ohne Verwendung von Feldern bzw. zweiten Ableitungen zu beschreiben.

Eine Überprüfung erfolgt durch einfaches Einsetzen von Vektoren und kann auch graphisch gezeigt werden. Platz für versteckte Einflüsse ist in diesen demnach nicht enthalten.

Die wesentlichen Eigenschaften der Standardphysik müssen in Raum und Zeit verfolgt werden. Ereignisse, also auch Stöße, sind von den lokal vorzufindenden Zuständen abhängig. Im hier betrachteten System gleich großer Kugeln sind das nur die Geschwindigkeiten und Orte zu verschiedenen Zeitpunkten.

3. Grundlagen der Ereignisauswahl für Stöße

Um möglichst einfach zu rechnen, betrachten wir das Ganze im ortslosen Gas. Dadurch wird das ganze System skalierbar, die Kugeldurchmesser, deren Dichte,... haben keinen Einfluss. Dafür verwenden wir die Erkenntnis, dass eine Asymmetrie des Vektor- oder Flugwinkels auf ein bewegtes Teilchen zu entsteht, wenn eine Probekugel mit beliebiger MB-verteilter Geschwindigkeit gegenüber einer ganzen Menge vieler ebenfalls MB-verteilter Geschwindigkeitsbeträge, welche isotrop aus allen Richtungen mit gleicher Wahrscheinlichkeit kommen können und homogen in genügend großer Zahl zur Verfügung stehen. Die **MB-Verteilung** enthält nur den wohlbekannten statistischen Parameter und als Variable den Geschwindigkeitsbetrag:

$$F_{MB}(x, a) := \int_0^x \frac{\sqrt{2} \cdot x^2}{\sqrt{\pi} \cdot a^3} \cdot e^{-\frac{x^2}{2 \cdot a^2}} dx \quad (14)$$

Die Zusammenhänge für den Mittelwert, der hier einfach als 1 angenommen werden kann und die Standardabweichung ergeben z.B mit

$$a := \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} = 0.6266570687 \quad (15)$$

$$\mu := 2 \cdot a \cdot \sqrt{\frac{2}{\pi}} = 1 \quad (16)$$

$$\sigma := a \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot \pi - 8}{\pi}} = 0.422015693 \quad (17)$$

Im ortslosen Gas ist der Vektorwinkel β 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 β erzeugten Winkels Φ 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 β wird ohne eine solche Korrektur einfach nach dem Satz von Pythagoras:

$$G_{\beta}(u, v, \beta) := \frac{\int_0^{\beta} \sin(\beta) \cdot \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos(\beta)} d\beta}{\int_0^{\pi} \sin(\beta) \cdot \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos(\beta)} d\beta} \quad (18)$$

Wobei natürlich gilt:

$$G_{\beta}(u, v, \pi) = 1 \quad \text{z.B.} \quad G_{\beta}(1, 1, \pi) = 1$$

4. Simulation von Stößen mit üblichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Die Arbeitsblattdurchläufe werden mit einem Autohotkey Skript gesteuert, wofür z nach jedem Durchlauf um 1 erhöht wird.

`z := READPRN ("zahl.prn")`

Neben den oben definierten werden ausschließlich einfach geometrisch konstruierte Wahrscheinlichkeitsverteilungen zur Simulation verwendet, so dass keine ungewöhnlichen Parameter hinein geraten, welche die Erzeugung der Feinstrukturkonstante verursachen könnten. Das gesamte Arbeitsblatt muss für die Erreichung hoher zu ermittelnder Stoßzahlen viele Male durchlaufen werden, weil auf verwendeten PC's der Arbeitsspeicher begrenzt ist. Die pro Durchlauf berechnete Anzahl von Stößen wird zur Verringerung der Rechenzeit nach jeweils zehn Durchläufen um den Faktor zehn erhöht:

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

$$N := 1000000 \quad (19)$$

ist dabei die Zahl der bei einem Durchlauf erzeugten Stoßgebilde (Bild 1), welche viele Größen annehmen kann und dadurch den Zeitbedarf für einen Durchlauf bestimmt.

Für $i := 0..N - 1$ (20)

erfolgt nun damit die Ermittlung aller indizierten Größen N mal. Wo diese Indizes gemeinsam auftreten muss deshalb dafür gesorgt werden, dass die zugehörigen Zufallszahlen unabhängig von den anderen erzeugt werden. Das geschieht in Mathcad durch erneutes Aufrufen des Zufallsgenerators $\text{rnd}(1)$ (generiert gleichverteilte Zahlen). Die zufälligen Geschwindigkeitsbeträge $\mu u \approx 1 + a / 2$ und $\mu v \approx 1$ sind Durchschnittswerte für eine Menge u , welche hier ein gedachtes System und eine Menge v , welche das umgebende Vakuum (oder ein beliebiges Gas) beschreiben sollen.

Die einzulesenden Parameter p unterscheiden sich von Durchlauf zu Durchlauf nur um einen angehängten Wert Δ (die durchschnittliche Geschwindigkeitsbetragsänderung).

$$p := \text{READPRN}(\text{"DeltaV.prn"}) \quad (21)$$

$$d := \text{rows}(p) = 2799 \quad \text{ist die Zahl der bisherigen Durchläufe des Programms.} \quad (22)$$

$$\Delta v := 0 \quad \text{wird für den ersten Durchlauf verwendet, weil da noch kein } \Delta \text{ vorliegt.} \quad (23)$$

$$\Delta v := \frac{\left(\sum_{j=0}^{d-1} (p_j) \right)}{d} = 0.0072973441 \quad (24)$$

$$\text{Seed}(\text{ceil}(\text{rnd}(1) \cdot 1000000)) = 3.522498691 \cdot 10^9 \quad \text{indiziert den Zufallsgenerator} \quad (25)$$

Die eingelesenen Parameter des vorhergehenden Durchlaufs ergeben den Korrekturfaktor Δv für die Standardabweichung von u beim aktuellen Durchlauf. 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, weil die Objekte sich nicht nach einem Stoß unendlich schnell aus dem betrachteten Bereich entfernen. Deshalb wird 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 mit dem Quotient $2/3 \pi$ (halber Kugelinhalt der Herkunft) bei Δv erreicht wird.

Dieses Verfahren können wir als eine Iteration oder stochastischen Prozess betrachten. Pro gewünschter Dezimalstelle steigt allerdings die nötige Stoßzahl um einen unbekanntem Faktor.

$$\mu u := 1 + \frac{3 \cdot \Delta v}{2 \cdot \pi} = 1.0034842252 \quad \mu v := 1 \quad (26)$$

$$\sigma u := \frac{\mu u \cdot \sqrt{\pi}}{2 \cdot \sqrt{2}} = 0.628840483 \quad \sigma v := \frac{\mu v \cdot \sqrt{\pi}}{2 \cdot \sqrt{2}} = 0.6266570687 \quad (27)$$

Diese Standardabweichung verwenden wir nun für den aktuellen Durchlauf zur Definition der zu verwendenden MB-Verteilung, welche sich hier nur für u von (14), also bei σu unterscheiden.

$$F(x) := F_{MB}(x, \sigma u) \quad G(y) := F_{MB}(y, \sigma v) \quad (28)$$

In der Inversionsmethode werden die impliziten Funktionen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen zuerst benötigt.

$$ZGu(u, U) := F(u) - U \quad ZGv(v, V) := G(v) - V \quad (29)$$

Die Geschwindigkeitsbeträge werden mit Hilfe der Umkehrfunktion (root) aus zufällig zwischen Null und Eins erzeugten Zahlen ermittelt. Zur Initialisierung der Lösung benötigen wir zwei beliebige Werte aus dem Lösungsbereich und verwenden ein Verfahren, das möglichst alle zulässigen Intervalle auch tatsächlich auswählt:

$$u_m := 1 \quad \text{und} \quad v_m := 1 \quad (30)$$

$$UU_{i,0} := \text{rnd}(1) \quad VV_{i,0} := \text{rnd}(1) \quad (31)$$

$$UU_{i,1} := i + \text{rnd}(1) \qquad VV_{i,1} := i + \text{rnd}(1) \qquad (32)$$

$$Uu := \text{csort}(UU, 0) \qquad Vv := \text{csort}(VV, 0) \qquad (33)$$

$$U_i := \frac{Uu_{i,1}}{N} \qquad V_i := \frac{Vv_{i,1}}{N} \qquad (34)$$

$$u_i := \text{root}(ZGu(u_m, U_i), u_m) \qquad v_i := \text{root}(ZGv(v_m, V_i), v_m) \qquad (35)$$

Zur Erzeugung von Werten, welche bei einem Durchlauf des Programms eine geringstmögliche Abweichung erzeugen, werden den, sonst großen Schwankungen unterliegenden, zufällig erzeugten Beträgen durch (30) bis (33) in allen durchlaufenen Intervallen der Wahrscheinlichkeitsdichten mit $\text{rnd}(1)$ Zufallswerte zugeordnet. In den eigentlichen Zufallsgeneratoren (28) werden so gemäß der angenommenen Häufigkeiten Geschwindigkeitsbeträge erzeugt. Erst nach dem ersten Durchlauf ergibt sich eine kleine Abweichung zwischen dem Durchschnittswert der u und v . Dass diese tatsächlich unterschiedliche, den gewählten MB-Verteilungen entsprechende Werte erhalten, wurde mit Hilfe von Häufigkeitsdiagrammen überprüft.

Gemäß der Inversionsmethode ergibt sich aus (14) nun als implizite Funktion für den Zufallsgenerator des Vektorwinkels β :

$$FG(u, v, \beta, y) := G_\beta(u, v, \beta) - y \qquad (36)$$

Darin werden die u und v nur als Geschwindigkeitsbeträge benötigt, weil diese die Stoßfrequenz aus einer bestimmten Richtung beeinflussen. Für alle u und v aus (34) werden nun entsprechend der Festlegung, dass u die Probekugeln sein sollen, zufällige Vektorwinkel β erzeugt, welche auf den Überlegungen oben zur Bestimmung von deren Wahrscheinlichkeitsverteilung (18) beruhen.

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. Weil bereits u und v über den gesamten Bereich gestreut sind, kann bei y auf die erneute durcheinander Streuung wie in (30) - (33) verzichtet werden.

$$y_i := \frac{i + \text{rnd}(1)}{N} \qquad (37)$$

Mit $\beta := \frac{\pi}{2}$ zur Initialisierung (38)

ergibt sich nun der gesuchte **Zufallsgenerator** für den Flugwinkel im homogenen isotropen Medium zwischen zwei beliebig ausgewählten diskreten Objekten (Kugeln), was hier in der durch i festgelegten Reihenfolge geschieht:

$$\beta_i := \text{root}(FG(u_i, v_i, \beta, y_i), \beta) \quad \text{im Durchschnitt} \quad \sum_i \frac{\beta_i}{N} = 100.9599675057^\circ \quad (39)$$

Außerdem muss noch \mathbf{I} der Drehwinkel des Vektors \mathbf{v} um die Richtung von \mathbf{u} zufällig bestimmt werden. Dieser soll wieder alle zulässigen Bereiche mit etwa gleicher Häufigkeit abdecken.

$$PHI_{i,0} := \text{rnd}(2 \cdot \pi) \qquad (40)$$

$$PHI_{i,1} := i \cdot 2 \cdot \pi + \text{rnd}(2 \cdot \pi) \qquad (41)$$

$$Phi := \text{csort}(PHI, 0) \qquad (42)$$

$$\Phi_i := \frac{Phi_{i,1}}{N} \qquad (43)$$

Zusätzlich werden Stoßachsenwinkel generiert, bei denen \mathbf{i} und \mathbf{t} auf der Annahme gleichwahrscheinlicher paralleler Bahnen beruhen und die stoßenden Vektoren zufällig bestimmt werden (vgl. [Wi 03]). Für ϕ wird ein einfaches Verfahren zur möglichst gleichmäßigen Verteilung in den zulässigen Bereichen und für θ die Verteilung nach dem Satz von Pythagoras für die parallelen Flugbahnen verwendet.

$$phi_{s_{i,0}} := \text{rnd}(2 \cdot \pi) \qquad \theta_{s_{i,0}} := \text{rnd}(1) \qquad (44)$$

$$phi_{s_{i,1}} := i \cdot 2 \cdot \pi + \text{rnd}(2 \cdot \pi) \qquad \theta_{s_{i,1}} := \frac{i + \text{rnd}(1)}{N} \qquad (45)$$

$$phi := \text{csort}(phi_{s,0}) \qquad \theta := \text{csort}(\theta_{s,0}) \qquad (46)$$

$$\phi_{s_i} := \frac{phi_{i,1}}{N} \qquad \theta_{s_i} := \text{asin}\left(\sqrt{\theta_{i,1}}\right) \qquad (47)$$

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

$$U_s^{(i)} := \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ u_i \end{bmatrix} \qquad \text{z.B.:} \qquad U_s^{(1)} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.6309149559 \end{bmatrix} \qquad (48)$$

$$V_s^{(i)} := \begin{bmatrix} v_i \cdot \sin(\pi - \beta_i) \cdot \cos(\Phi_i) \\ v_i \cdot \sin(\pi - \beta_i) \cdot \sin(\Phi_i) \\ v_i \cdot \cos(\pi - \beta_i) \end{bmatrix} \qquad (49)$$

Hier wird u in z -Richtung angenommen und v nimmt bei seiner zufälligen Erzeugung Bezug darauf.

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:

$$u_{s_i} := \left| u_s \left(U_s^{(i)}, V_s^{(i)}, \theta_{s_i}, \phi_{s_i} \right) \right| \qquad (50)$$

$$v_{s_i} := \left| v_s \left(U_s^{(i)}, V_s^{(i)}, \theta_{s_i}, \phi_{s_i} \right) \right| \qquad (51)$$

Aus 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 Wert 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).

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

$$\Delta X := u + v - (u_s + v_s) \qquad (52)$$

Diese kann mit dem Index versehen zur Ermittlung der durchschnittlichen Geschwindigkeitsbetragsänderung verwendet werden. Das sind positive oder negative Zahlenwerte ohne Richtungsangabe (isotrop). Aus diesen ergibt sich der Durchschnitt aller Änderungen der Geschwindigkeitsbeträge bei allen N Stößen zu:

$$\Delta V := \frac{\sum_i |\Delta X_i|}{N} = 0.09168217998 \quad (53)$$

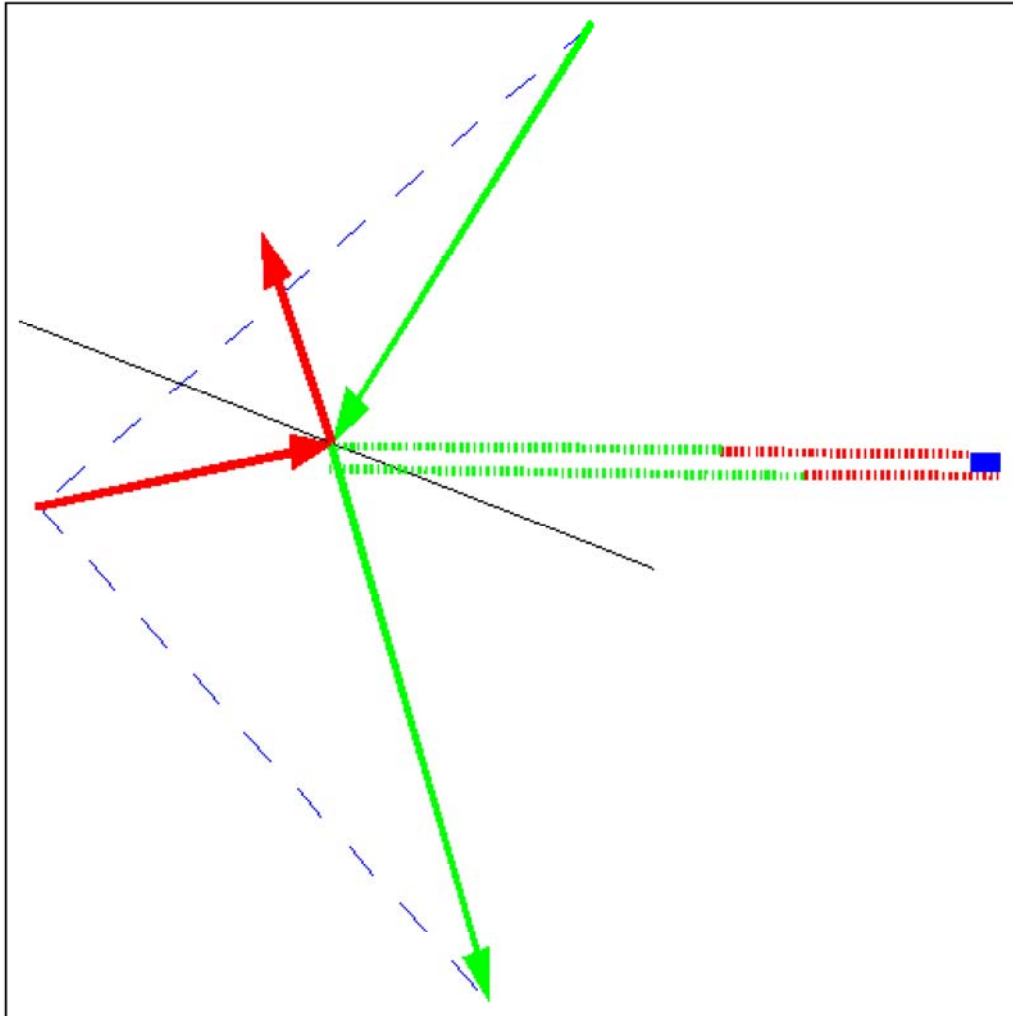


Bild 3: Änderung der Geschwindigkeitsbeträge bei Stößen

Die roten und grünen Pfeile stellen an der schwarzen Stoßachse zusammenstoßende Objekte dar. Zugehörige Beträge sind waagrecht gestrichelt, oben vor und unten nach dem Stoß skizziert.

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

$$\Delta := \left[\frac{\Delta V}{4 \cdot \pi} \right] = [0.007295836069] \quad \frac{\sum_i \Delta X_i}{N} \cdot 2 \cdot \pi = 0.0087929373 \quad (54)$$

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

$$\text{APPENDPRN}(\text{"DeltaV.prn"}, \Delta) = \begin{bmatrix} 0.007301341396 \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (55)$$

5. Auswertung der Stoßversuche

Zur Analyse der Daten werden diese erneut eingelesen

$$\Delta X := \text{READPRN}("DeltaV.prn") \quad (56)$$

$$d := \text{rows}(\Delta X) = 2800 \quad \text{ist die Zahl der Durchläufe.} \quad (57)$$

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

$$K := 0 \dots d - 1 \quad (58)$$

werden die ermittelten Parameter ausgelesen und bis zum Durchlauf K summiert:

$$\alpha_{K} := \frac{\sum_{j=0}^K (\Delta X_j)}{K+1} \quad (59)$$

Die letzten Werte sind: $\Delta X_{d-4} = 0.0072877531$ $\Delta X_{d-3} = 0.0072875656$

$$\Delta X_{d-2} = 0.0072986799 \quad \text{und dessen letzter ist} \quad \Delta = [0.0072958361] \quad (60)$$

Als Vergleichswert dient die **Feinstrukturkonstante**: $\alpha_K := 0.0072973525$ (61)

Mit den Werten von $d = 2800$ Durchläufen ergibt sich folgende Entwicklung:

| | | |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| $\alpha_0 = 0.0073013414$ | $\alpha_{d-20} = 0.0072973516$ | $\alpha_{d-8} = 0.0072973555$ |
| $\alpha_1 = 0.0072836875$ | $\alpha_{d-15} = 0.0072973565$ | $\alpha_{d-7} = 0.0072973539$ |
| $\alpha_2 = 0.0072961371$ | $\alpha_{d-14} = 0.0072973567$ | $\alpha_{d-6} = 0.0072973533$ |
| $\alpha_3 = 0.0072881412$ | $\alpha_{d-13} = 0.0072973592$ | $\alpha_{d-5} = 0.0072973505$ |
| $\alpha_4 = 0.0072926726$ | $\alpha_{d-12} = 0.0072973574$ | $\alpha_{d-4} = 0.0072973471$ |
| $\alpha_{d-100} = 0.0072973193$ | $\alpha_{d-11} = 0.0072973548$ | $\alpha_{d-3} = 0.0072973436$ |
| $\alpha_{d-50} = 0.0072973362$ | $\alpha_{d-10} = 0.0072973551$ | $\alpha_{d-2} = 0.0072973441$ |
| $\alpha_{d-25} = 0.0072973469$ | $\alpha_{d-9} = 0.0072973526$ | $\alpha_{d-1} = 0.0072973436$ |

welche den nachvollziehbaren **Hinweis auf eine wichtige Entdeckung** darstellen könnten (download dieses Mathcad-Arbeitsblattes für Windows PC von <http://struktron.de> und Nachrechnen durch Anklicken). In Bild 4 werden die durch bis zu 1 Million Stöße pro Durchlauf des gesamten Arbeitsblattes (nach Verbesserung durch Mathcad Prime 2.0) erzeugten Beträge der Geschwindigkeitsbetragsänderungen, geteilt durch 4π mit einem roten Punkt dargestellt. Viele der roten Punkte liegen allerdings ober- oder unterhalb des dargestellten Bereichs. Eine Häufung in der Nähe der FSK erfolgt durch die Verbesserungen nach der Umstellung. Die grüne Linie zeigt den kumulativen Durchschnitt.

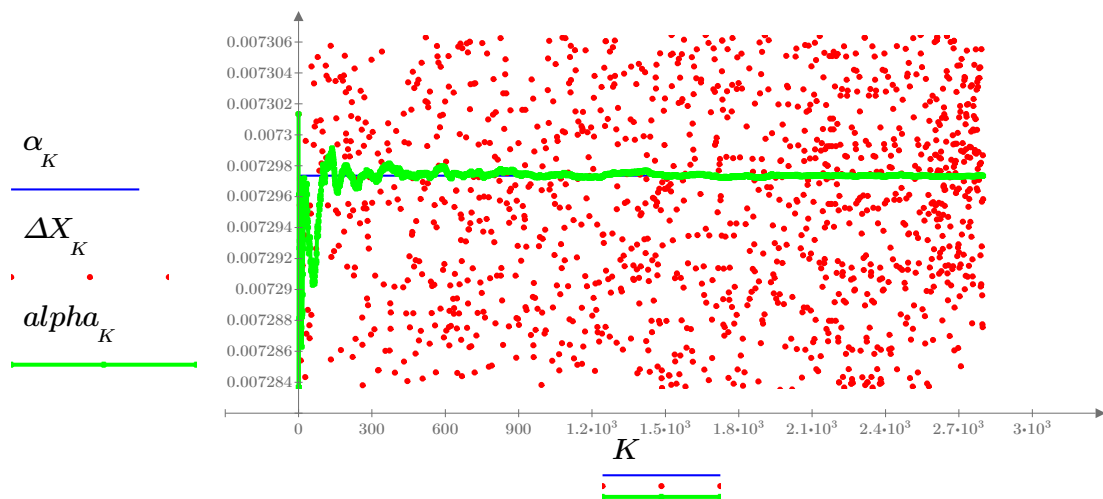


Bild 4: Geschwindigkeitsbetragsdifferenzen im Vergleich zur Feinstrukturkonstante

Im Bild werden die Ergebnisse von jeweils N 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 eine Zahl in der Nähe der Feinstrukturkonstante (blau durchgezogene Linie), bei größeren Stoßzahlen (z.B. bei einem Durchlauf von Millionen berechneter Stöße) möglicherweise sogar beliebig genau. Hier streuen sie noch ab der achten 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 (50)). Diese erreichen mit dem einfachen Quotienten 4π (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. ΔX 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 durch den Einfluss der freien Weglängen unnötig wird. Damit wird die Existenz eines Substrates im Vakuum, welches mit der angenommenen einfachen Wechselwirkung beschrieben werden kann, offensichtlich.

Offen bleibt bisher 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.

Für die automatisierte Durchlaufsteuerung mit AutoHotkey wird ein Durchlaufzähler gespeichert und am Anfang der Simulation eingelesen:

```
z := z + 1      z = [2800]      WRITEPRN ("Zahl.prn", z) = [2800]      z = [2800]
```

6. Literatur

- [Wi 03] Wiese, A.L. Stoßverhalten in einem einfachen Gas harter Kugeln (HKG), Porec und Sarajevo, 2003, <http://struktron.de/alt/2003-HKG.pdf>
- [Wi 05] Wiese, A.L.; Zufällige Stöße; 2005; <http://struktron.de/alt/2005-ZufallsstößeFSK.pdf>
- [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>
- [Br 07] Brendel, L.; ohne Titel (Stoßwahrscheinlichkeiten im Harte Kugeln Gas); unveröffentlichtes Manuskript; Uni Duisburg 2007; <http://www.struktron.de/atom/Beweise/B-stoss.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>
- [He 11] Hedrich, Reiner; Raumzeitkonzeptionen in der Quantengravitation (Spacetime in Quantum Gravity), <http://arxiv.org/pdf/1101.1835v1>
- [Wi 12] Wiese, A.L.; Feinstrukturkonstante; <http://struktron.de/alt/2012-Feinstrukturkonstante.pdf>