ENTWURF Sarajevo und Poreč, 12.2016

Erklärungsansätze durch diskrete Erweiterung der Standardphysik

0. Zusammenfassung

Mit dem Postulat der Existenz eines Substrats einfacher bewegter Kugeln, welche Felder zu effektiven Feldern machen, ergeben sich Erklärungsansätze für bisher unerklärte Phänomene im Kleinen, wo die diskrete Erweiterung gilt. Elementare Wechselwirkung ist der Geschwindigkeitstausch in Richtung der Berührungsnormale (**fünfte Kraft**). Das lässt sich durch Knickfunktionen beschreiben und führt über Heavisidesche Sprungfunktionen zu Diracschen Deltafunktionen. Naturgesetze, vor allem die Erhaltungssätze, erhalten eine anschauliche Erklärung.

Stöße verursachen Thermalisierung, bei welcher die Maxwell-Boltzmannsche-Geschwindigkeitsverteilung entsteht. Die Feinstrukturkonstante und mit ihr die U(1)-Symmetrie des Elektromagnetismus werden durch Stöße und Mischungen des Substrats erzeugt. Störungen breiten sich im Substrat mit $c = |\overline{v}| / \sqrt{2}$ aus. Die in der Standardphysik postulierte konstante Lichtgeschwindigkeit sowie die Äquivalenz von träger und schwerer Masse m (= Anzahl von Kugeln in einer Struktur) werden mit Durchschnittswerten der Bewegung von Substratkugeln erklärbar.

Das Plancksche Wirkungsquantum lässt einen Zusammenhang $h = m_K c\, d$ mit der Ausdehnung der postulierten Kugeln vermuten, wobei m_K die Masse einer kleinsten Kugel und d deren Durchmesser ist. Die Unschärfe gleichzeitiger Erfassung von Messwerten entsteht dadurch und wird mit Hilfe von Mittelwerten und Standardabweichungen beschrieben.

Kopplungsstärken können durch Wahrscheinlichkeiten bei der Bildung von Strukturen ermittelt werden. Durch deren Oberflächen werden Informationen nach außen weiter gegeben (holografisches Prinzip). Als dunkle Materie interpretieren lassen sich in Wirbeln angesammelte Massen mit kleineren Geschwindigkeitsbeträgen und als dunkle Energie in die Umgebung emittierte Kugeln des Substrats mit höheren Geschwindigkeiten. Die dichtest mögliche Kugelpackung bestimmt den Ereignishorizont. Superpositionen bleiben aber die wichtigsten Wechselwirkungen stabiler Strukturen, welche durch die Stoßdynamik erzeugt und verändert werden.

Im ganz Kleinen vereinfachen sich die vier Wechselwirkungen auf die durch Stöße erzeugten Wahrscheinlichkeiten. Umgekehrt wird die Stabilität von Strukturen, welche dann in der Standardphysik durch ihre Periodizität beschrieben wird, durch diese Dynamik erzeugt. Dazu wird allerdings noch viel Forschungsaufwand erforderlich sein.

Die **Standardmodelle von Elementarteilchen und Kosmologie** liefern mit der Superposition Erklärungen **oberhalb hier betrachteter Längen**.

Inhaltsverzeichnis

1. Diskrete Erweiterung der Standardphysik als Erklärungsansatz

1.1 Hinweis auf kleinste diskrete Objekte

Mit den **Standardmodellen von Elementarteilchen und Kosmologie** (**Standardphysik**) existieren erfolgreiche Methoden zur Beschreibung und Berechnung physikalischer Phänomene. Trotzdem blieb der Wunsch nach Erklärungen bestehen. Weil die klassische Mechanik in der Quantenmechanik und die Newtonsche Gravitationstheorie in der Allgemeinen Relativitätstheorie enthalten und diese wiederum Feldtheorien sind, wurden Versuche zur Vereinigung der beiden Standardmodelle unternommen.[1] Wesentliche Merkmale von Feldtheorien sind die Gültigkeit des Superpositionsprinzips und die Möglichkeit, verwendete Funktionen mehrmals differenzieren zu können. Dadurch lassen sich Reihenentwicklungen verwenden, welche numerische Auswertungen ermöglichen.

Im ganz Kleinen muss etwas existieren das sich bewegt und sich zumindest gelegentlich berührt, weil sonst nichts geschehen würde. Als einfache Idee zur Erweiterung der aktuellen Standardphysik folgt daraus die Annahme der realen Existenz von nur einer Sorte kleinster diskreter Objekte, welche für erforderliche Renormierungen von Feldtheorien[2] eine natürliche Grenze, beispielsweise in der Größenordnung der Plancklänge, bieten könnten. Die bewährten Feldtheorien werden damit zu effektiven Theorien. Die prinzipielle Unkenntnis von Orten und Geschwindigkeiten der postulierten Objekte, die hier einfach nur Kugeln heißen sollen (in größeren Strukturen gibt es keine perfekten Kugeln), verlangt deshalb stochastische Methoden zur Berechnung, obwohl es sich in der Realität um rein deterministisch geprägte Strukturen handelt. Die Zuordnung der Kugeln zu bekannten Feldern sollte so, neben numerischen Resultaten, ein Verständnis der dahinter steckenden elementaren physikalischen Vorgänge liefern. Den wichtigsten Beitrag leistet dazu die Identifizierung abrupter Geschwindigkeitsänderungen durch Stöße mit den schon von Leibniz und Newton bei der Entwicklung der Infinitesimalrechnung verwendeten Differenzenquotienten. Dabei auftauchende Knickfunktionen (1-dimensionale Distributionen) führen über Heavisidesche Sprungfunktionen (Heaviside-Distributionen) zu Diracschen Delta-Distributionen[3], welchen dadurch zur Anschaulichkeit verholfen wird. Problem ist dann „nur" noch, eine konsistente Größenordnung der betrachteten Kugeln zu finden. Es besteht die Hoffnung, dass sich mit der diskreten Erweiterung auch für mathematische Grundstrukturen ein Ansatz zur Selbsterklärung mit der Dynamik kleinster Kugeln finden lässt. Aus einfachen entstehen immer kompliziertere Strukturen und dann kann auch die Stufe von Intelligenz mit Selbsterkenntnis erreicht werden. Von allein, also durch Evolution.

1 Siehe ausführliche Studie verschiedener Ansätze für eine Quantengravitation in [Hed 2011].
2 Vgl. beispielsweise die Hinweise auf Abschneidefaktoren in [Grü 2015].
3 Siehe 1.7.9. Distributionen in [Schm 1989].

1.2 Postulat und Gültigkeitsbereich

Die Idee zur Untersuchung eines einfachen Substrats stoßender Kugeln führt zu folgendem **Postulat**:

Es existiert einzig und allein eine Menge (Substrat) unendlich vieler, sich im dreidimensionalen Raum isotrop bewegender diskreter Objekte, die hier als gleich große Kugeln angenommen werden. Diese durchdringen den ansonsten 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.

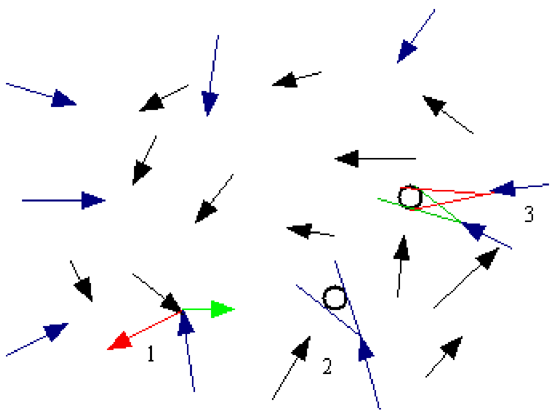

Abbildung 1: ***Grundmenge***
*(*1 Stoß, 2 Vorbeiflug, 3 Treffer)

Grundsätzlich existieren nach dem Postulat einzig und allein Objekte, welche an einem Ort vorhanden sein können oder nicht. Bewegungen sind Ortsveränderungen im dreidimensionalen Raum. Bei Berührungen werden Geschwindigkeiten verändert und dadurch wird die Newtonsche bzw. Leibnizsche Infinitesimalrechnung als **Beschreibung** anwendbar und im Endeffekt sogar erzeugt. Hinter den abrupten Änderungen, welche nur zur Veranschaulichung infinitesimaler Änderungen dienten, stehen jetzt konkrete erzeugende Objekte. Diese erklären die Knickfunktionen, aus denen über die Heavisideschen Sprungfunktionen Diracsche Deltafunktionen werden können.[4] Das massenhafte Vorkommen lässt Summen und Durchschnitte bilden, welche bei Unkenntnis von Details zur Superposition und Wahrscheinlichkeiten führen.

Die Definition von **Zeit** als Maß abzählbarer Ereignisse gehört zu den Beschreibungen. Unendlich viele postulierte Kugeln lassen einen kontinuierlichen Zeitparameter definieren. Dafür notwendige Summen- und Durchschnittsbildungen werden als zulässig angenommen und ergeben lokal unterschiedliche Werte. Für die Interpretation der kosmischen Rotverschiebung könnte das entscheidende Aspekte beitragen.[5]

4 Siehe Abschnitt 1.7.9. Distributionen in [Schm 1989]
5 Vgl. unten Abschnitt 2.5 Grenzgeschwindigkeit, Relativitäts- und Äquivalenzprinzip

Der Begriff **Masse** wird einfach als Anzahl von Kugeln definiert, welche zu einer betrachteten Struktur gehören. Dabei muss noch geklärt werden, ob die Kugeln des natürlichen Hintergrunds, also des Substrats im Vakuum, berücksichtigt werden müssen.[6] Der Nachweis von Stabilität elementarer Strukturen, welchen Namen von Elementarteilchen zugeordnet sind, stellt dann ein großes Projekt der diskreten Erweiterung der Standardphysik dar. Manche solcher Strukturen können sich nicht mit gleichartigen überlagern, woraus das Paulische Ausschließungsprinzip folgt. Der Mechanismus für die **Stabilität** und die damit zusammenhängende **Periodizität**, welcher das bewirkt, muss demnach gefunden werden. Die Beschreibungen sollen das mächtige Werkzeug von Reihenentwicklungen mit einer anschaulichen Erklärung erhalten. Weil in so einer Struktur Kugeln des Hintergrunds, also des Substrats nicht von denen der betrachteten Struktur unterschieden werden können, wenn sie in den räumlichen Bereich geraten, spricht das dafür, dass alle in diesem Bereich befindlichen Kugeln zur Masse zählen. Das ist auch der Grund für Beschreibungsmöglichkeiten durch Superposition.

Dafür und für die anschaulichen Erklärungen ist die diskrete Erweiterung nützlich. Ab gewissen Größenordnungen, die mit den freien Weglängen im postulierten Substrat zusammen hängen, soll dann die bekannte Standardphysik mit ihren Superpositionsmöglichkeiten wie folgt gelten:

diskrete Erweiterung < freie Weglängen im betrachteten System < Standardphysik.

Von den vielfältigen Möglichkeiten zur Definition unterschiedlichster reeller und (hyper-) komplexer Gebilde als Skalare, Vektoren, Tensoren oder Spinoren in unterschiedlichsten Dimensionen werden für die diskrete Erweiterung hier zuerst nur die euklidischen Abstände zwischen zwei Kugelmittelpunkten ($\boldsymbol{X_U}$ und $\boldsymbol{X_V}$) benötigt, welche nach dem Satz von Pythagoras ermittelt werden.

$$d(X_U, X_V) \ := \ \sqrt{(x_{u1}-x_{v1})^2+(x_{u2}-x_{v2})^2+(x_{u3}-x_{v3})^2} \quad \forall X_U, X_V \ \in \ \mathbb{R}^3 \tag{1}$$

Bei $\boldsymbol{d(x_U,x_V) = d_{Kugel} = 2\, r_{Kugel}}$ berühren sich die zwei Kugeln und es kommt zum elementaren Ereignis der diskreten Erweiterung, einem Stoß. Zwischen zwei Stößen bewegen sich die Kugeln geradlinig und die freie Weglänge ergibt sich nach den Methoden der kinetischen Gastheorie. Die mittlere freie Weglänge wird mit der Anzahldichte $\boldsymbol{n}$ unter der Annahme, dass alle für eine Berührung infrage kommenden Kugeln eine dicht gepackte Ebene bilden können:

$$L=\frac{1}{\sqrt{2}\pi\, n\, d_{Kugel}^2} \tag{2}$$

Die Häufigkeit von Ereignissen ergibt sich aus dem Postulat durch Zuordnung von **Wahrscheinlichkeiten** zu entsprechenden Teilmengen der betrachteten Strukturen.

6 Das entspricht ungefähr der früher üblichen Definition von Masse als Menge der Materie, wie sie von Newton verwendet wurde (vgl. [Som 1994] S.4) und charakterisiert die unterschiedliche Herangehensweise von ART sowie Quantenmechanik. In der Standardkosmologie werden Objekte des Substrats manchmal wie Staubpartikel in der klassischen Thermodynamik behandelt (vgl. z.B. [Reb 2012]).

1.3 Beschreibungsmöglichkeiten

Die **Standardphysik**, welche ab einer noch zu bestimmenden mittleren freien Weglänge λ im betrachteten Gebiet und bei Existenz stabiler periodischer Systeme angewendet wird, verwendet vor allem Felder[7] zum Nachvollziehen von Phänomenen. Ihre Anschaulichkeit erhält sie durch die Zuordnung von Namen, wie denen der Elementarteilchen oder der vier fundamentalen Wechselwirkungen und Korrespondenzen zu anschaulichen makroskopischen Vorgängen. Mit der diskreten Erweiterung wird versucht, Felder aus einfachen kleinsten Objekten (hier Kugeln) zu konstruieren und damit **Erklärungen** für die, mit anschaulichen Namen versehenen, komplizierten mathematischen Strukturen **der Standardphysik** zu finden. Sie sind über einen Ansatz mit Knickfunktionen, Heavisideschen Sprungfunktionen und Diracschen Deltafunktionen genügend häufig differenzierbar. Die **Superposition**, also einfache Addition von Eigenschaften der betrachteten Kugeln, führt auf Felder von Durchschnittswerten mit Wahrscheinlichkeitscharakter. Bei einzelnen beschriebenen Phänomenen können in Abhängigkeit der verwendeten Skalen manche Symmetrien mehr oder weniger deutlich gebrochen werden. Die postulierten Kugeln selbst interessieren in der Standardphysik nicht. Sie werden effektiv durch Mittelwerte und andere statistische Parameter ersetzt. Dafür lässt sich, wegen unbeschränkter Differenzierbarkeit, der mächtige Apparat von Reihenentwicklungen (vor allem Fourierreihen) anwenden. Damit werden sehr genaue numerische Voraussagen für experimentelle Ergebnisse möglich.

In der **diskreten Erweiterung** soll versucht werden, Ansätze für Erklärungen aus der anschaulichen Kugeldynamik zu finden. Beim Beginn im ganz Kleinen lassen sich den als bekannt vorausgesetzten **reellen**, **komplexen** und **hyperkomplexen (Clifford-) Zahlen** (Quaternionen, Oktonionen) oder **bilinearen Tensorbildungen**[8] Elemente der Grundmenge des Postulats zuordnen. Beispielsweise kann eine reelle Zahl für die Beschreibung der Anzahldichte oder der freien Weglänge verwendet werden. Zwei Raumwinkel lassen sich mit zwei reellen Parametern oder einer komplexen Zahl beschreiben. Mit drei Parametern käme dazu beispielsweise noch ein Geschwindigkeitsbetrag. Vier bis acht reelle Parameter können einfache bis allgemeine Stöße von Kugeln beschreiben. Einer Kugel könnten drei Geschwindigkeitskomponenten, der Index des letzten Stoßpartners, drei Ortskomponenten und der Zeitpunkt, an dem diese Beschreibung erfolgt, zugeordnet werden. Sind in einem Raumbereich viele solche Kugeln mit ihren Eigenschaften bekannt, kann berechnet werden, was in der nächsten Zeit damit passiert. Für das Verlassen oder Hinzukommen von Kugeln in den Bereich muss allerdings ein Verfahren gewählt werden, welches die prinzipielle Unmöglichkeit berücksichtigt, von allen Kugeln zu einem bestimmten Zeitpunkt diese Eigenschaften anzugeben. Auch die Berührpunkte sind nicht mit unendlicher Genauigkeit anzugeben, wofür mathematische Kompromisse nötig

7 Einen gestrafften Überblick erhält man in [Grü 15].

8 Vgl. z.B. in [Schm 1989] Kapitel 8: Einführung in die relativistische Quantenmechanik, speziell 8.2 Grundlagen der Dirac-Theorie der Bewegung des Spin-Elektrons, c) Bilineare Tensorbildungen (Kovarianten) S.1604 f.

sind. Beispielsweise können die Zahlen eines zehndimensionalen Vektors dann folgende Eigenschaften *einer* bewegten Kugel laut obigem Postulat in Polarkoordinaten darstellen:

- den aktuellen Geschwindigkeitsbetrag ***v'***
- den Richtungswinkel in der x-y-Ebene ***Φ'***
- den Richtungswinkel in der y-z-Ebene ***Θ'***
- die freie Weglänge bis zum nächsten Stoß ***L'***
- den Stoßachsenwinkel beim letzten Stoß in der x-y-Ebene ***φ***
- den Stoßachsenwinkel beim letzten Stoß in der y-z-Ebene ***θ***
- den Geschwindigkeitsbetrag vor dem letzten Stoß ***v***
- den Herkunftswinkel vor dem letzten Stoß in der x-y-Ebene ***Φ***
- den Herkunftswinkel vor dem letzten Stoß in der y-z-Ebene ***Θ***
- die freie Weglänge vom vorletzten Stoßpunkt ***L***

Alternativ dazu könnten auch zwei Kugeln bei einem Stoß mit ebenfalls zehn unabhängigen Parametern beschrieben werden. Der Differentialoperator für eine Beschreibung der beim Stoß stattfindenden abrupten Änderung der Geschwindigkeiten beider **Stoßpartner** kann auch in einen **zweiten Operator** abgetrennt werden. Zur Herleitung der Infinitesimalrechnung könnte dieser Ansatz mit konkreten real existierenden Ursachen verwendet werden.

In der weiter unten beschriebenen vereinfachten Simulation von Stößen zur Beschreibung von Thermalisierung und der Erzeugung der Feinstrukturkonstante wird ein ortsloses Gas mit acht reellen Parametern in einem kartesischen Koordinatensystem betrachtet, nur die freien Weglängen sind dabei wegen der herrschenden Symmetrie nicht erforderlich.

Diese konkreten Angaben können an vielen Raum-Zeit-Punkten von Null verschiedene Werte haben, an allen, also auch dort wo sich keine Kugel befindet, nur mit Hilfe von Durchschnittsbildungen. Die freie Weglänge bis zum nächsten Stoß ändert sich auch mit der Zeit, welche aber, wie die gesamte Raumzeit für die Standardphysik, erst noch definiert werden muss. Die Schrödingergleichung der Quantenmechanik gilt normalerweise als nicht herleitbar, weshalb in der gesamten Standardphysik auf solche Überlegungen verzichtet wird. Nur für tiefer gehende Erklärungen, auf die weiter unten mit der *Fußnote 16* hingewiesen wird (Verschmierung in der Psifunktion), sind darin steckende Konstituenten erforderlich. Wenn alle Kugeln gleich groß sind, braucht deren Größe nicht in der Beschreibung zu stecken. Zur Bestimmung der nächsten Berührung müssten allerdings die Geschwindigkeiten und Orte infrage kommender Stoßpartner zu einem Zeitpunkt bekannt sein.[9] Normalerweise sind sie das aber nicht.

Das zeigt, dass nur eine **Wahrscheinlichkeitsbetrachtung** Aussicht auf eine halbwegs sinnvolle Beschreibung bietet. Erklärungen in der diskreten

9 Vgl. *Abbildung 1:* ***Grundmenge***.

Erweiterung der Standardphysik folgen dann aus der geometrischen Herleitung von Wahrscheinlichkeiten, welche durch die Korrespondenz zu Stoßfrequenzen zustande kommen. Wenn der Begriff Geometrodynamik[10] etwas umdefiniert würde, wäre er für dieses Modell geeignet. Damit formulierbare Zustandsfunktionen bieten auf den ersten Blick sogar weniger Möglichkeiten als die kinetische Gastheorie. Massen entstehen erst durch stabile Strukturen, also Systeme. In der kinetischen Gastheorie wird deren Existenz vorausgesetzt und dadurch auch in der daraus abgeleiteten Thermodynamik. Nach dem Korrespondenzprinzip untersuchte Analogien in der Quantentheorie zeigen deutliche Unterschiede, weil die abrupte Geschwindigkeitsänderung nicht in Betracht gezogen wird. Diese steckt aber in den Diracschen Deltafunktionen[11]. Damit konstruierbare Felder können Skalar-, Vektor-, Tensor- oder auch Spinorfelder sein. Für die gewünschte Anschaulichkeit der diskreten Erweiterung ist es sinnvoll, sich bei Gradienten, Divergenzen, Rotationen oder Differentialoperatoren dynamische Strukturen vorzustellen, welchen Erwartungswerte für Geschwindigkeiten und Anwesenheit von Kugeln zugeordnet sind, wie sie durch die Felder selbst beschrieben werden. Die Selbstwechselwirkung durch Stöße erzeugt dann einen Operator-Charakter für die diskrete Erweiterung. Dadurch werden **effektive Felder** im hiesigen Sinn dieses Begriffs erzeugt, der eigentlich etwas wie Molekularfelder meint, welche im Englischen treffender „mean field" heißen.

Beispielsweise können Erwartungswerte von Geschwindigkeitsbeträgen und freien Weglängen zu komplexen Feldgrößen zusammengefasst werden und eine Wahrscheinlichkeitsstromdichte $\vec{j}(\vec{v},L):=(v_1,v_2,v_3,\frac{1}{L})=(v,\Theta,\Phi,\frac{1}{L})$ definieren. Diese kann dann an jedem Raumzeitpunkt, wie dieser auch immer definiert wird, existieren. Die diskreten kleinsten Kugeln verschwinden so aus der Beschreibung und können erst durch Zufallsgeneratoren zurück gewonnen werden. Wenn den Geschwindigkeitskomponenten elektrische Feldgrößen zugeordnet sind, wird aus den möglichen Veränderungen das erklärbare Auftreten von Quellen und Senken für die kinetische Energie. Aus der auftretenden Anzahldichte bzw. den freien Weglängen entsteht bei der Superposition das Potential, welches in eine Lagrangedichte eingehen kann. Es steckt nicht in den kleinen Kugeln. Dann entsprechen den fließenden Strömen der Kugeln Flussdichten von Magnetfeldern, die frei von Quellen und Senken sind, weil keine von diesen verschwinden oder neu entstehen können. Die Stoßfrequenz und daraus entstehende Wahrscheinlichkeiten für elementare Ereignisse erzeugen so eine zusätzliche Anschaulichkeit. Zur Beschreibung hat sich dann in der Quantenmechanik die Dirac-Notation bewährt, auf welche hier nicht eingegangen wird.

Bei der Einführung in die Quantenmechanik ist u. a. die Betrachtung von Potenzialtöpfen nützlich, bei denen eine Länge L der freien Beweglichkeit

10 Die Quantengeometrodynamik wurde von Wheeler als Erweiterung der ART ohne Diskretisierung entwickelt. In [Wh 1968] schreibt er, dass uns eigentlich Einstein mit seiner ART die Geometrodynamik gab (§4). Vgl. auch [Kie 2007] 5 Quantum geometrodynamics.

11 Vgl. Fußnote ³) (1.7.9. Distributionen in [Schm 1989])

verwendet wird.[12] Diese kann auch als freie Weglänge in der diskreten Erweiterung interpretiert werden.

In der hier folgenden **Beschränkung auf Überlegungen im postulierten Geltungsbereich der diskreten Erweiterung** sollen die wichtigsten Naturgesetze erklärbar werden.

Beim Vorgehen vom Großen zum Kleinen müssen den Feldern, wie schon erwähnt, die Kugeln wieder zugeordnet werden. Durch die **Inversionsmethode[13]** wird versucht, eineindeutig anschauliche diskrete Elemente zufällig zu erzeugen, mit denen sich Simulationen durchführen lassen. Nur in der Standardphysik erlaubte Strukturen, im Wesentlichen demnach Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Feldgrößen, werden verwendet. Die Ergebnisse, einschließlich der daraus abgeleiteten Folgerungen, entsprechen dadurch den postulierten realen Objekten, welche so mit der Standardphysik verbunden werden. Bei mehrdimensionalen Feldern oder unabhängig erscheinenden Eigenschaften (Quantenzahlen) lassen sich möglicherweise voneinander stochastisch unabhängige Randverteilungen verwenden. Eine mehrfache Zählung muss dabei ausgeschlossen werden. Dazu sind noch weitere Forschungen nötig.

Weil die klassische Physik und die Quantenmechanik für den größten Teil beobachtbarer Phänomene hervorragende Ergebnisse liefern und in umfassenderen Feldtheorien mit noch weiter gehenden Erklärungsansätzen enthalten sind, beschränken sich die hiesigen Betrachtungen auf offene Fragestellungen und Erklärungsmöglichkeiten grundsätzlicher Phänomene der beiden Standardmodelle, wie sie aus vielen Beschreibungen[14] deutlich werden.

In der Standardphysik herrscht der Einfluss von Superposition. Die **diskrete Erweiterung** bezieht sich vor allem auf Strukturbildung durch **Stöße**. Diese sind in den Größenordnungen der Elementarteilchen wichtig. Aber auch im leeren Raum existiert das Substrat[15] und erzeugt dessen Eigenschaften. Die Untersuchung lokaler, von Stößen erzeugter, Strukturen erfolgt anfangs ohne Berücksichtigung der Raumzeit, in der starken Vereinfachung eines ortslosen Gases. Einflüsse aus größerer Entfernung werden wegen angenommener Symmetrie aus den Anfangsbetrachtungen ausgespart. Damit lassen sich bereits einige interessante Erklärungen für grundsätzliche offene Fragen der Physik finden. Wie beim Zusammenhang zwischen Thermodynamik und kinetischer Gastheorie soll die Zuordnung umkehrbar eineindeutig sein. Das kann mathematisch schwierig wie bei Turbulenzen werden, aber trotzdem Vereinfachungen von Berechnungen und ein leichteres Verständnis ermöglichen. Die große Aufgabe, den bekannten Strukturen der Standardphysik ein und dieselben kleinsten Kugeln des Substrats zuzuordnen, kann hier allerdings nur angedeutet werden. Was bei der Berührung zweier Kugeln passiert, ist dafür die wichtigste Fragestellung.

12 Z.B. in [Flie 2004] Kapitel 11 Unendlicher Potenzialtopf und damit Abgeleitetes.
13 Vgl. weiter unten in 3.3 Feinstrukturkonstante die Fußnote.
14 z.B. in [Reb 2010], [Grü 2015] und [Fri 2015] bzw. [Reb 2012] und [Dra 2015]

15 Vgl. dazu beispielsweise [Min 1908], wo die allgemeine Existenz eines kontinuierlich verteilten Substrats zur Einführung der Raumzeit vorausgesetzt wird.

1.4 Stoßtransformationen und deren Bedeutung

Die laut Voraussetzung vorhandene Ausdehnung von zwei Kugeln führt bei gleich wahrscheinlichen parallelen Flugbahnen zum Auftreten von Berührungspunkten mit den zwei Winkeln φ und θ. Beiden Geschwindigkeiten werden je drei reelle Zahlen zugeordnet, so dass für die Beschreibung des Stoßes acht reelle Parameter verwendet werden. Es wird hier ein festes Koordinatensystem gewählt, was aber in späteren Betrachtungen nicht beibehalten werden muss.
Das führt zu folgenden Transformationen einer elementaren Wechselwirkung (Stoß), welche auch als **fünfte Kraft**[16] bezeichnet werden kann:

$$u'(\vec{u},\vec{v},\theta,\phi):=v_{\parallel}(\vec{u},\vec{v},\theta',\phi)+u_{\perp}(\vec{u},\vec{v},\theta,\phi) \tag{3}$$

$$v'(\vec{u},\vec{v},\theta,\phi):=u_{\parallel}(\vec{u},\vec{v},\theta,\phi)+v_{\perp}(\vec{u},\vec{v},\theta,\phi) \tag{4}$$

In den Klammern stehen je acht reelle Parameter. Rechts sind diese in parallele (ǁ) und orthogonale (⊥) Komponenten zur Berührpunktnormale (Stoßachse) aufgespalten.

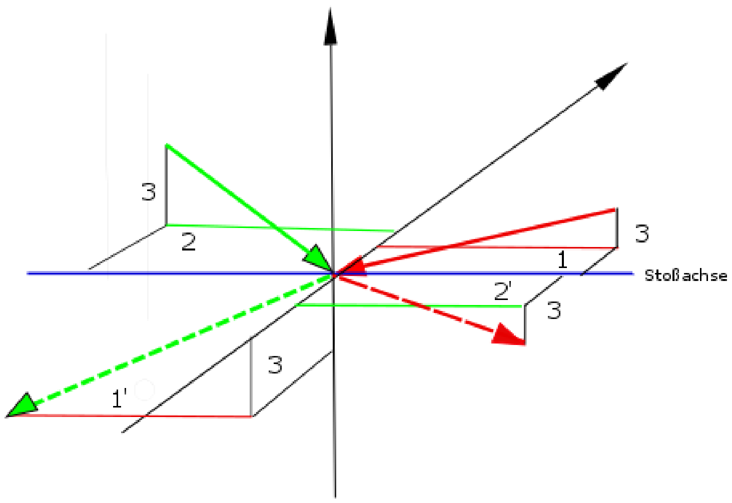

Abbildung 2: ***Stoßwechselwirkung*** (1 und 1' sowie 2 und 2' zur Stoßachse parallele getauschte Geschwindigkeitskomponenten, 3 orthogonale erhaltene Komponenten)

Diese Komponenten können bei der Berührung nur in der Richtung des Stoßpartners auf der anderen Kugel fortgesetzt werden. Die orthogonalen Komponenten werden demgegenüber nicht behindert. Im **Anhang**[17] sind ausführliche Stoßtransformationen dafür zu finden, welche die elementaren Wechselwirkungen im postulierten Substrat beschreiben. Wichtig ist, dass im Gültigkeitsbereich der diskreten Erweiterung Bewegungen von Kugeln stetige, aber nicht im üblichen Sinn überall differenzierbare allgemeinere Knickfunktionen zugeordnet sind. Die Trajektorien ähneln Brownschen Bahnen. In *Abbildung 2* sind das, wenn ein Zeitparameter t hinzu gedacht wird, die grüne Bahn der Kugel U bzw. die rote von V, bei denen durch den Stoßpartner

16 Hinweis beispielsweise in [Feng 2016].
17 Diese wurden auch im Mathcad-Arbeitsblatt von [Wie 2015] verwendet.

die Änderung der Geschwindigkeit erzeugt wird. Nach dem Knick, also Stoß, ist die Trajektorie gestrichelt. Die Erzeugung einer solchen Bahn erfolgt, wie aus (3) und (4) erkennbar, durch den Einfluss der zweiten Kugel.[18] Weil das Koordinatensystem an den Stoßpunkt verschoben ist, kann dessen additiver Ortsvektor weggelassen werden. Bei der Betrachtung vieler Stöße in einer interessierenden Umgebung sollten diese aber berücksichtigt werden.[19] Wenn die Stoßachse mit der ***K(…,t)***-Achse übereinstimmt, sind die Winkel **θ** und **ϕ** nicht mehr erforderlich. Dann beschränkt sich der wesentliche Einfluss des Stoßes auf den Tausch der ***K(…,t)***-Komponenten, die sich aus den (3) und (4) entsprechenden ausführlichen Transformationen (Anhang) ergeben. Beim Verschwinden des vorkommenden Abstands am Berührpunkt werden die beiden parallelen Geschwindigkeitskomponenten $\boldsymbol{u}_\parallel$ und $\boldsymbol{v}_\parallel$ getauscht (transponieren). Die orthogonalen Komponenten bleiben auf den ursprünglichen Kugeln erhalten und sind momentan nicht berücksichtigt:

$$K_a(\vec{u},\vec{v},t) := \begin{cases} t\ \left(u_\parallel(\vec{u},\vec{v})+u_\perp(\vec{u},\vec{v})\right) =:\ t\,x_{ua} & \text{für } t < 0 \\ 0 & \text{für } t = 0,\ a\in\{1,2\} \\ t\ \left(v_\parallel(\vec{u},\vec{v})+u_\perp(\vec{u},\vec{v})\right) =:\ t\,x_{va} & \text{für } t > 0 \end{cases} \tag{5}$$

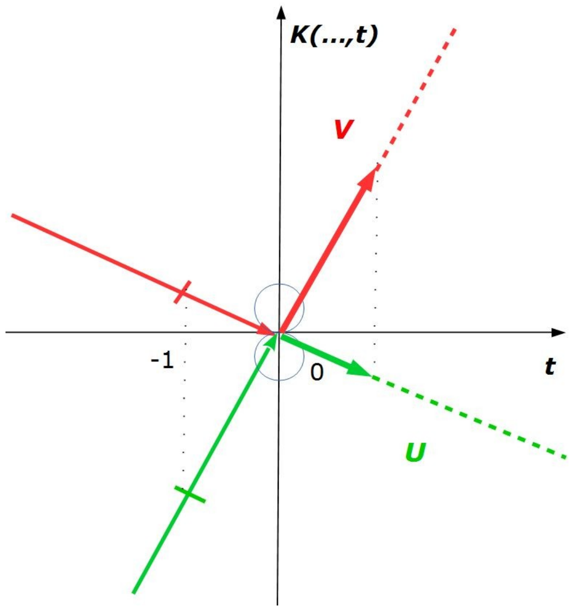

*Abbildung 3: Zwei durch Stoß verursachte **Knickfunktionen** (rote und grüne Bahn)*

18 Das könnte eine axiomatische **Herleitung** der Infinitesimalrechnung ermöglichen.

19 Meist wird angenommen, dass die **Schrödingergleichung** prinzipiell nicht hergeleitet, sondern postuliert werden muss. In [Gra 1985] S. 30 wird aber beispielsweise der Gedanke geäußert, dass in der zugrunde zu legenden Wellenfunktion für die darin steckende Impulsfunktion die Werte nur in der Umgebung des Impulses von Null verschieden sein können. Die gedachte Verschmierung weist darauf hin, dass sich punktförmige Elementarteilchen in der Quantenmechanik, nur auf Mittelwerte von „Etwas“, das hier als Substrat postuliert wurde, beziehen können.

Die Bahnen der beiden Stoßpartner lassen eine Ähnlichkeit zu Knickfunktionen erkennen. Der Ort wird hier in Abhängigkeit von der Zeit ***t*** für die beiden Kugeln dargestellt und nur wegen der Bezeichnung als Knickfunktion mit ***K*** abgekürzt. Unterschiedliche Konstellationen führen zu interessanten Ergebnissen. Die übliche Betrachtung, bei der scheinbar nur ein Objekt plötzlich abrupt seine Eigenschaft ändert, kann durch einfache Transformationen erreicht werden. Als Abkürzung wird in der Definition für die zur Stoßachse ***K(...,t)*** parallelen Komponenten $\boldsymbol{x_{ua}}$ bzw. $\boldsymbol{x_{va}}$ gewählt, wobei beide Kugeln durch das ***a*** ϵ **{1,2}** getrennt verfolgt werden können.

Bei der Differentiation von (5), welche üblicherweise erst mit Hilfe zusätzlicher Definitionen aus der Distributionentheorie möglich wird, ergeben sich für die beiden Kugeln zwei an Heavisidesche Sprungfunktionen erinnernde Ausdrücke, vor allem werden diese offensichtlich, wenn ein Merkmal plötzlich von Null auf Eins springt. Das kann einem Stoß auf ein ruhendes Objekt entsprechen, wobei nur eines verfolgt wird.

$$\Theta_a(\vec{u},\vec{v},t) = \frac{\partial K_a(\vec{u},\vec{v},t)}{\partial t} := \begin{cases} (u_{\|}(\vec{u},\vec{v})) = x_{ua} & \text{für } t < 0 \\ 0 & \text{für } t = 0, \quad a \in \{1,2\} \\ (v_{\|}(\vec{u},\vec{v})) = x_{va} & \text{für } t > 0 \end{cases} \tag{6}$$

In der *Abbildung 4* sind die Geschwindigkeiten der beiden Kugeln eingezeichnet, von denen bei den Heavisideschen Sprungfunktionen nur eine mit dem Wert Null (ruhende) vorkommt, welche plötzlich zum Zeitpunkt Null auf Eins springt. Im hier allgemeineren Fall entspricht der Funktionswert der Steigung aus der Knickfunktion und kann deshalb beliebige Werte $-\infty < x < \infty$ annehmen. Die negativen Werte sind allerdings nicht üblich. Wird nur, wie häufig in der Standardphysik, die Relativgeschwindigkeit betrachtet, ruht automatisch einer der Stoßpartner. Die geeignete Definition einer Eigenzeit für das dann bewegte Objekt, lässt mit der Normierung Möglichkeiten für eine Brücke zur Standardphysik erahnen.

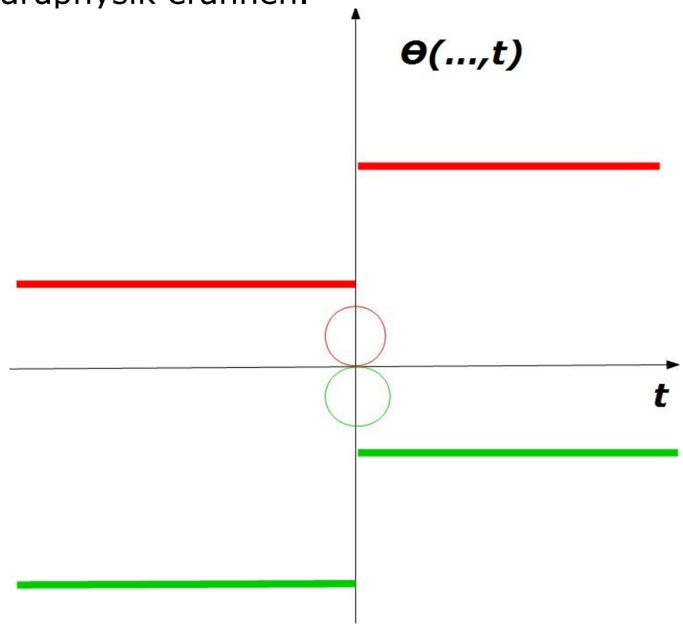

Abbildung 4: Verallgemeinerte **Heavisidesche Sprungfuktion**

Eine spezielle Ableitung der Heavisideschen Sprungfunktion führt auf die Diracsche Deltafunktion. Normal verschwindet zum Zeitpunkt ***t*** = ***0*** deren Wert, es ist aber bekannt, dass Punktteilchen der Standardphysik Idealisierungen sind. Nach dem Postulat der diskreten Erweiterung müssen in einem Elementarteilchen, für dessen Beschreibung die Deltafunktion von Dirac eingeführt wurde, viele kleine Kugeln enthalten sein. Der feste Zeitpunkt eines Stoßes wird deshalb unbestimmt. Das kann mit einer kleinen Größe ϵ um den Stoßzeitpunkt herum berücksichtigt werden.

$$\frac{\partial\Theta_a(\vec{u},\vec{v},t)}{\partial t} := \delta_a(\epsilon,t) \begin{cases} 0 & \text{für } t < -\in \\ \frac{1}{\sqrt{\pi}\epsilon}\, e^{\frac{-t^2}{\epsilon^2}} & \text{für } -\in < t < \in,\ a \in \{1,2\} \\ 0 & \text{für } t > \in \end{cases} \qquad (7)$$

Mehr Kugeln implizieren neben unterschiedlichen Geschwindigkeiten auch unterschiedliche Orte. Die Mittelwerte der großen Anzahl können dann **superponierbare Felder** erzeugen, was ein Hauptmerkmal der Standardphysik ist. Das allein reicht allerdings nicht für die konsistente Beschreibung mit Diracschen Deltafunktionen und auch periodische Funktionen sollten nicht ohne Erklärung in der Quantenphysik verwendet werden. Normalerweise wird Periodizität und mit ihr Stabilität einer gedachten Substanz angenommen, auch bei den so wertvollen Lösungsmethoden, wie Fouriertransformationen,… Nach den Vorstellungen der Standardphysik müssten sich Ansammlungen auflösen bzw. der Umgebung anpassen, wozu hier Gegenbeispiele gesucht werden sollen.
Dirac bezeichnete die Delta-Funktion auch als Stoßfunktion und widmete einen großen Teil seiner Vorlesungen „Collisionen".[20]

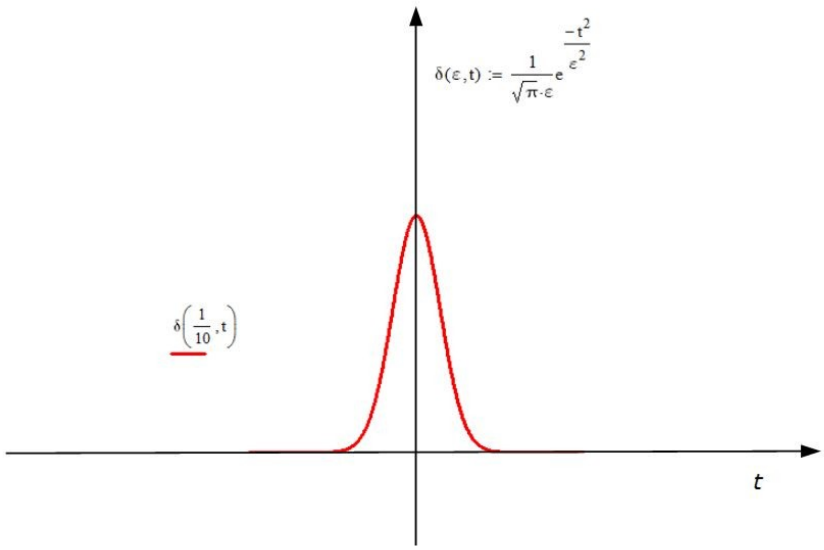

*Abbildung 5: **Diracsche Deltafunktion** mit einer zentrierten Normalverteilung als Beispiel*

Diese Funktion

20 In [Dirac 1967] „§ 50 Solution with the momentum representation", wo Stöße behandelt werden und der auf „§ 15 The δ function" aufbaut, kommen allerdings keine so kleinen Konstituenten wie hier, in der diskreten Erweiterung, vor. Dass sich Dirac mit solchen Gedanken befasste, lassen aber seine Überlegungen über große Zahlen vermuten.

erhält durch die Verwendung von Dirac-Folgen die **Anschaulichkeit von Wahrscheinlichkeitsaussagen**, welche auf die Unkenntnis einzelner Kugelorte und Geschwindigkeiten zurückzuführen sind.

Aus den Eigenschaften des Substrats der Umgebung entstehen die konkreten Stoßgebilde, die in die Stoßtransformationen eingehen. Mit den freien Weglängen L kommen zwei unbekannte Parameter hinzu, die mit Zufallsgeneratoren bestimmt werden können.

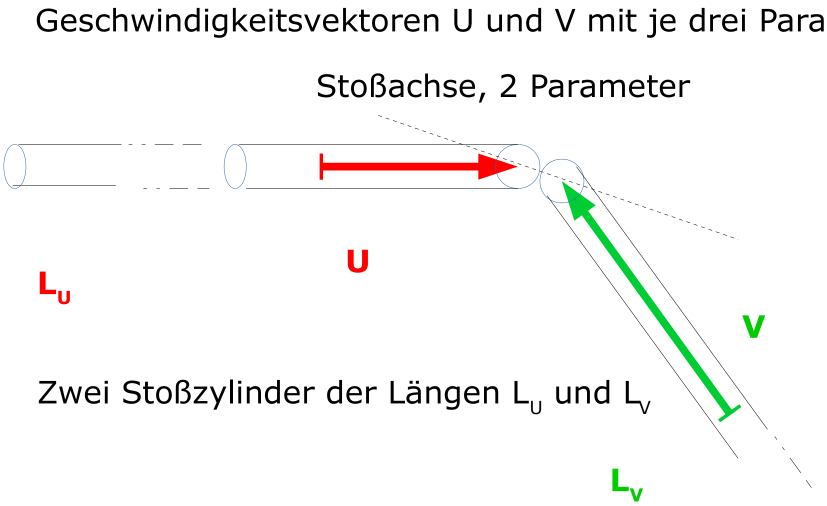

Abbildung 6: ***Stoßgeometrie***

Ein und mehrdimensionale Deltafunktionen werden sowohl in der Quantenmechanik und in Quantenfeldtheorien verwendet als auch in der Kosmologie. Die Knickfunktionen ergeben sich aus Stößen und erzeugen so über die Sprungfunktionen Diracsche Deltafunktionen. In diesen stecken Funktionenfolgen mit der anschaulichen Bildung von Differenzialen und daraus kann geschlossen werden, dass die **Stöße** diskreter Objekte **Ursache** für die Korrespondenz realer Vorgänge zum umfangreichen mathematischen Apparat der **Infinitesimalrechnung** sind. Damit werden Reihenentwicklungen, Fourieranalysen,... bis zu vielen modernen Methoden der Mathematik anwendbar. Komplexe Zahlen, Quaternionen,... erhöhen noch die Möglichkeiten zur Beschreibung. Die **Superpositionsmöglichkeiten** der Standardphysik können mit *Abbildung 6* anschaulich interpretiert werden. Veränderungen erwarteter Geschwindigkeiten und der Anzahldichte in den Stoßzylindern führen zur Veränderung der Stoßhäufigkeit und haben deshalb den wichtigsten Einfluss auf die Dynamik.

Mit den Stoßtransformationen soll nun die globale deterministische Erzeugung von *Erhaltungssätzen*, der *Maxwell-Boltzmannschen Geschwindigkeits-verteilung* und der skalenunabhängigen *Feinstrukturkonstante* gezeigt werden. Den *Elektromagnetismus* bestimmen zwei Parameter (U(1)-Symmetrie), welche auch für die Erzeugung der *vierdimensionalen Raumzeit* und der *Gravitation* maßgeblich sein dürften. Das *Plancksche Wirkungsquantum* hängt dann mit der Größe der postulierten kleinsten Objekte zusammen.

2. Entstehung von Naturgesetzen

2.1 Erhaltungssätze

Alle Größen, welche durch Stöße nicht verändert werden, lassen sich skalierbar im Zusammenhang mit anderen verändern. Als allgemeingültiger Satz für die Standardphysik ist das allerdings zu zeigen.

Kaum etwas wird in der Physik, vor allem durch Laien, kontroverser diskutiert, als die Energieerhaltung. Mit der Vermutung, dass skalierbare Größen durch Bewegungen nicht verändert werden, welche auch aus dem Noether-Theorem folgt, kann für die diskrete Erweiterung gezeigt werden, dass die **Energieerhaltung** auch global gilt. Energie bleibt bei allen Stößen erhalten, ist also eine elementare erklärbare Eigenschaft der diskreten Erweiterung. Dabei ist der Übertrag von Geschwindigkeitskomponenten parallel zur Stoßachse verständlich, weil dort, wo die Bewegung behindert wird, also nicht weiter kommt, ein Übertrag auf den Stoßpartner erfolgen muss. Das ist die Erklärung der Energieerhaltung. Auf der ursprünglichen Kugel werden unbehinderte Geschwindigkeitskomponenten in ihrer Richtung fortgesetzt. Die notwendige Möglichkeit für Aufspaltung von Geschwindigkeiten in Komponenten wird als grundsätzliche Eigenschaft bereits durch das Postulat impliziert. Wesentlich ist, dass bei einzelnen Stößen immer die Energie erhalten bleibt. Das wird weiter unten gezeigt.

Bewegungsenergie ist üblicherweise durch

$$E=\frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow E=m\left(\frac{v}{\sqrt{2}}\right)^2=m\,c^2 \qquad (8)$$

definiert, wobei die Masse ***m*** aus einer Summe mit gleichartigen Elementarmassen ausgeklammert gedacht werden kann. Weil Störungen im betrachteten Substrat einen um $\sqrt{2}$ größeren Weg zurück legen, ergibt sich die berühmte Formel.

Bei jedem einzelnen Stoß gilt nach (1) und (2):

$$(\vec{v}_\parallel + \vec{u}_\perp) + (\vec{u}_\parallel + \vec{v}_\perp) = \vec{u}\,' + \vec{v}\,' = \vec{u} + \vec{v} = (\vec{u}_\parallel + \vec{u}_\perp) + (\vec{v}_\parallel + \vec{v}_\perp) \qquad (9)$$

Weil bei der Vektoraddition die Klammern weg gelassen werden können, folgt direkt der Erhalt der Vektorsummen und des damit definierten Impulses.

Zum Beweis der **Impulserhaltung** werden die Komponenten nur umsortiert.

Für den Nachweis des **Erhalts der Energie** bei einzelnen Stößen werden die Aufspaltungen der Komponenten parallel und orthogonal zur Stoßachse gemäß der Definition von Energie quadriert. Dann gilt nach Pythagoras:

$$\begin{gathered}\vec{u}^2 = \vec{u}_\parallel^2 + \vec{u}_\perp^2 \;\; und \;\; \vec{v}^2 = \vec{v}_\parallel^2 + \vec{v}_\perp^2 \\ sowie \\ \vec{u}\,'^2 = \vec{v}_\parallel\,'^2 + \vec{u}_\perp\,'^2 \;\; und \;\; \vec{v}\,'^2 = \vec{u}_\parallel\,'^2 + \vec{v}_\perp\,'^2\end{gathered} \qquad (10)$$

Die zusammen gehörenden Summen der Quadrate von Komponenten behalten nach dem Stoß ihre Werte von vor dem Stoß. Die Energie wird demnach nur auf den bewegten Kugeln neu verteilt. In *Abbildung 7* wird das auch gezeigt.

In einigen Theorien wird zwar eine **global gültige Energieerhaltung** bezweifelt, es ist aber offensichtlich, dass dies nur auf die Interpretation der Abgeschlossenheit von betrachteten Strukturen zurückzuführen ist. Werden Elementarteilchen als solche betrachtet, muss die Änderung von deren Energie und Impulsen bei Wechselwirkungen durch die Schwerpunktbewegung oder gar neu entstehende Strukturen ausgeglichen werden. Besonders wichtig ist das bei der konkreten Bestimmung der **potentiellen Energie,** beispielsweise für den Lagrange-Formalismus. In diesem verbirgt sich neben der Energie und den Impulsen der kleinsten Kugeln auch die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten elementarer Ereignisse, welche Felder in der Umgebung definieren.

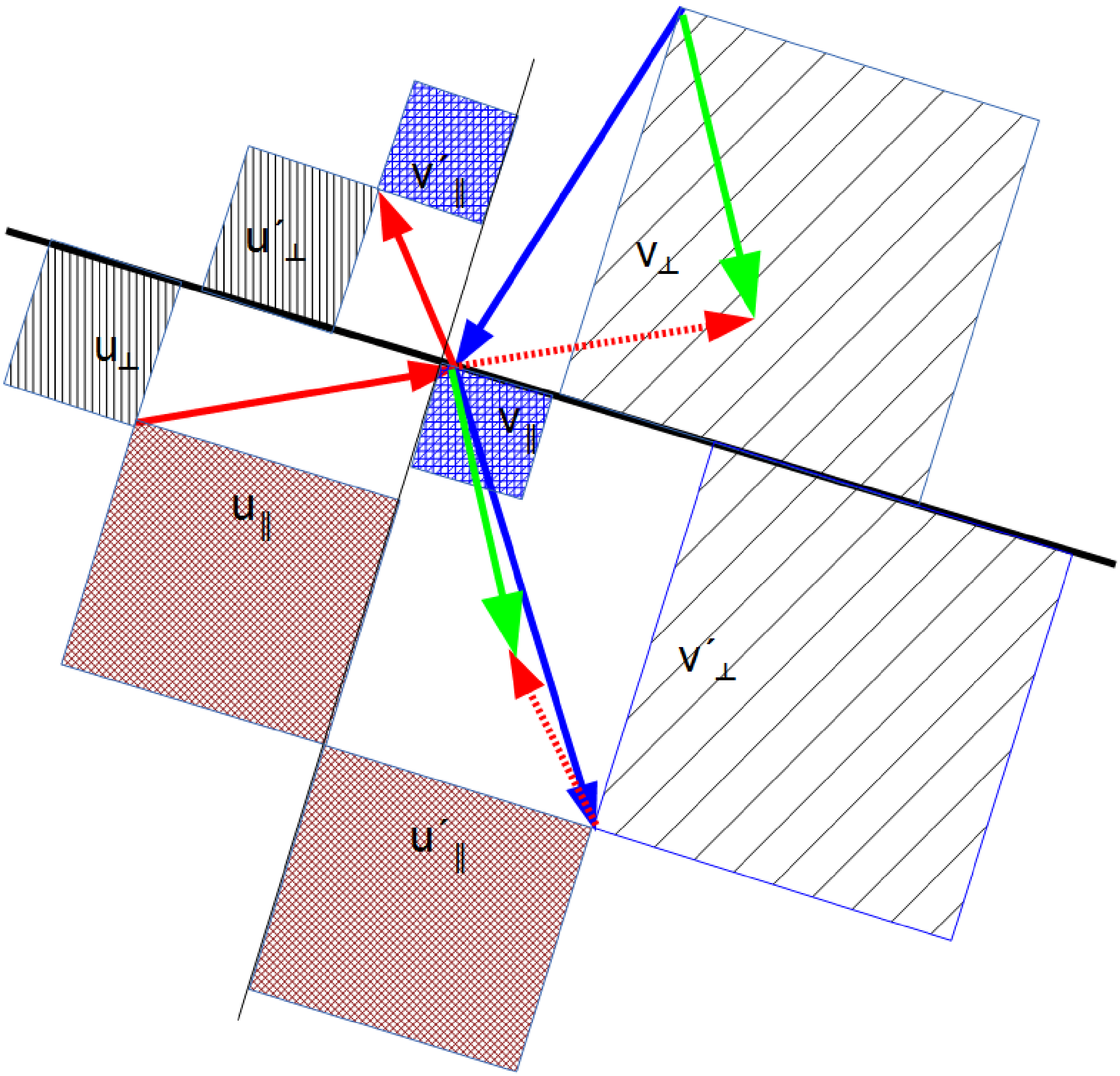

*Abbildung 7: **Impuls- und Energieerhaltung*** (schwarz Stoßachse und auf Objekt erhaltene Komponenten, farbig auf Stoßpartner projizierte Komponenten, grün Geschwindigkeitssumme vor und nach dem Stoß)

Bei größeren abgeschlossenen Systemen kann die **Drehimpulserhaltung** bis hinunter zu Bahndrehimpulsen in Atomen auf die Impulserhaltung zurück geführt werden. Sie folgt nach dem Noether-Theorem auch bereits aus dem Postulat der diskreten Erweiterung, weil die Kugelbewegungen isotrop sind. Innerhalb von stabilen Elementarteilchen muss der mit dem Drehimpuls vergleichbare **Spin**, der additiv zum Bahndrehimpuls ist, ebenfalls erhalten bleiben. Weil bei den einzelnen Stößen der Kugeln Impulse erhalten bleiben, kommt es auf das Hinzukommen oder Verschwinden von Drehimpuls-Komponenten aus dem Gebiet der betrachteten Strukturen an. Diese haben auch nach den Vorstellungen des Standardmodells keine festen Grenzen, weshalb das als Gültigkeitshinweis der **Spinerhaltung** angesehen werden kann, was aber noch Forschungsaufwand erfordert. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass bei einzelnen Stößen eine Drehung der Relativgeschwindigkeit entsteht. Dieser lässt sich ein axialer Vektor zuordnen.

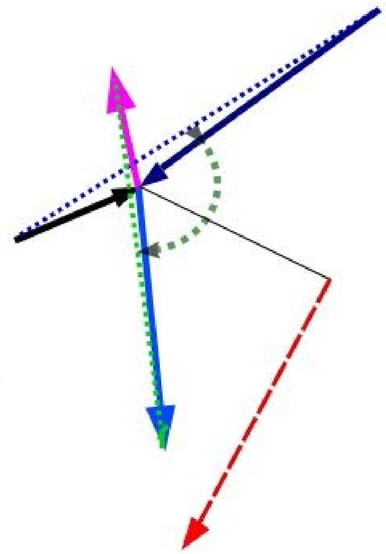

*Abbildung 8: **Drehimpuls** der Relativgeschwindigkeiten (wird bei Stößen erzeugt)*

Der Spin und andere erhaltene Quantenzahlen sind eng mit den Strukturen, welche als Elementarteilchen bezeichnet werden, verbunden. Zu allem wird noch intensiv, auch experimentell, geforscht. Vor allem die Definition der Grenzen für betrachtete Strukturen ist für die Gültigkeit der Erhaltungssätze maßgeblich. Die U(1)-Symmetrie wird auch durch die Thermalisierung verständlich.

2.2 Thermalisierung

Der Begriff Thermalisierung wird in der Thermodynamik zur Beschreibung von Vorgängen zur Herstellung des thermodynamischen Gleichgewichts verwendet. Das erfolgt im Wesentlichen durch Teilchenströme und deren Wechselwirkung, welche von der kinetischen Gastheorie beschrieben werden. Bekannt, aber nicht allgemein bewusst ist, dass bei diesen Vorgängen die Maxwell-Boltzmann-Verteilung erzeugt wird, falls es im Gas interne Selbstwechselwirkungen gibt. Im idealen Gas würden sich ohne die Berücksichtigung von Stoßachsenwinkeln nur die vorhandenen Geschwindigkeiten auf den gesamten Raum verteilen.

In der hier durch das Postulat definierten Menge gleicher Kugeln lässt sich das mit heutigen Computern auch leicht nachvollziehen.[21] Mit einer Menge von Kugeln beliebiger Geschwindigkeiten werden Stöße simuliert, bei denen Stoßpartner aus der gleichen Menge ausgewählt werden. Beim nächsten Programmdurchlauf werden wieder die gleichen Kugeln verwendet,… Die ermittelten Geschwindigkeitsbeträge werden sortiert und in *Abbildung 9* als Kurven pro Durchlauf dargestellt. Die angenommenen Bahnen folgen aus Anfangsorten und es wird lediglich angenommen, dass diese anfangs in einem dreidimensionalen Raum ungefähr gleich verteilt sind. Daraus folgt die Vereinfachungsmöglichkeit des zu berechnenden Systems ohne die Berücksichtigung von Orten, also im ortslosen Gas. Es werden daraus folgend parallele Flugbahnen als gleich wahrscheinlich angenommen. Damit lassen sich die Winkel der Berührpunktnormalen mit einfachen Zufallsgeneratoren bestimmen, was die Simulation stark vereinfacht, aber keine Einführung des Zufalls bedeutet. Dabei entstehen unterschiedliche Geschwindigkeiten, welche in Häufigkeitsintervalle sortiert **ohne Zufall** rein deterministisch die **Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung** erzeugen. Bereits nach wenigen Stößen geschieht das.

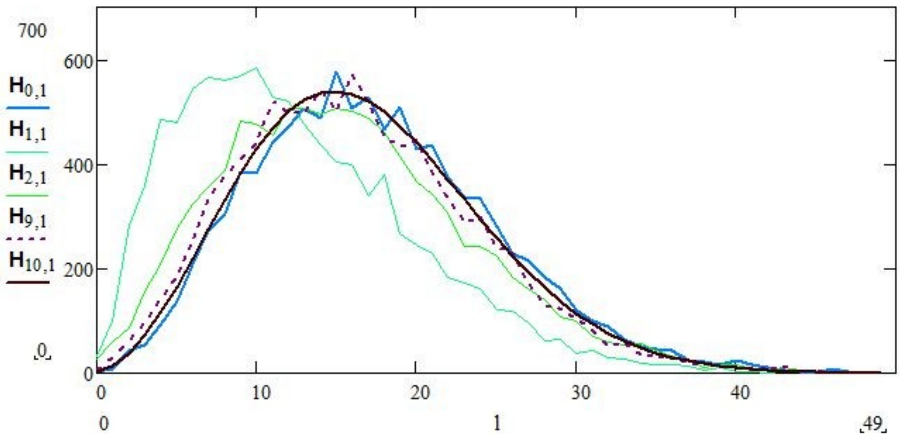

Abbildung 9: ***Thermalisierung durch Stöße*** *(schnelle Anpassung an die braune MB-Verteilung)*

Auf ähnliche Art können auch die **freien Weglängen** untersucht werden. Prinzipiell kann dafür angenommen werden, dass wegen gleicher Vorgehensweise die gleiche Wahrscheinlichkeitsverteilung entsteht. Das soll hier zwar nicht bewiesen werden, aber deren Existenz wird bei den weiteren Überlegungen nützlich sein. Ein Unterschied, dass die freien Weglängen nur eindimensional verteilt sind, im Gegensatz zur dreidimensionalen

21 Vgl. [Wie 2009] Wiese, A.L.; Thermalisierung; http://struktron.de/alt/2009-Thermalisierung.pdf.

Geschwindigkeitsverteilung, von der sie sogar unabhängig sind[22], besteht nur oberflächlich. Sie können nämlich ebenfalls richtungsabhängig unterschiedlich sein. Vergleichbar werden die freien Weglängen so mit den Geschwindigkeitsbeträgen. Beide erhalten gleiche Wahrscheinlichkeits-verteilungen, weil weder Geschwindigkeitsbeträge noch der verwendete Raum, also die freien Weglängen, durch die Stöße verändert werden. Bei Stößen vorkommenden Berührpunkte sind über die Kugeloberflächen verteilt und erzeugen die U(1)-Symmetrie. Bei diesen entstehende Drehungen von Relativ-geschwindigkeiten und die bisherige Vernachlässigung orthogonaler Komponenten deuten auf die Möglichkeit hin, dass im betrachteten Raum Zellen entstehen können, welche Verwirbelungen korrespondieren. Weil diese auf ihre Nachbarbereiche wirken, kann auf eine Weitergabe von Zelleneigenschaften (Geschwindigkeiten und freie Weglängen) durch deren Oberflächen an Nachbarbereiche geschlossen werden. Bei diesen erfolgt dann wieder Ähnliches,... Das ist vermutlich die Ursache für die Entstehung eines **Holografischen Prinzips** im betrachteten Substrat. Beginnend mit einer kleinen Asymmetrie könnte dabei die bevorzugte Drehrichtung bzw. Händigkeit (Linkshändigkeit bei Neutrinos) im Substrat entstehen. Auch für die beobachtete Nichtlokalität („spukhafte Fernwirkung“) könnte das einen Erklärungsansatz liefern.

Die Hauptaussage der Thermalisierungsvorgänge lässt sich nun als Naturgesetz formulieren, als **zweiter Hauptsatz der Thermodynamik**, der hier in der Form von Boltzmann[23] als bekannt voraus gesetzt wird. Auf diesen wird weiter unten bei der Betrachtung der Entropie ***S*** als Maß von Unordnung bzw. Wahrscheinlichkeit eines Zustandes, welche in einem abgeschlossenen System nie abnimmt, näher eingegangen. Wärme fließt vom Warmen zum Kalten, Unordnung wird größer,…, wobei allerdings im Gegensatz zu hier, auch die unterschiedliche Anzahldichte berücksichtigt werden muss. Die Natur zeigt durch die Evolution, dass es noch ein unbekanntes Gesetz dazu geben sollte. Vor allem weist das Postulat darauf hin, dass sogar Elementarteilchen Strukturen im angenommenen Substrat sein müssen, für deren Bildung ein noch zu formulierendes Naturgesetz verantwortlich ist. Eine holografische Weitergabe der Struktureigenschaften geht dann in die Superpositionen der Wechselwirkungen ein.

Wie sich daraus auf eine *globale Gültigkeit* von Naturkonstanten schließen lässt, muss noch gezeigt werden. Vor allem kann es eine zeitliche Entwicklung der Durchschnittswerte geben. Für die Entwicklung des Universums lassen sich mit Hilfe der Thermalisierung Aussagen über einen möglichen Wärmetod untersuchen. Die Durchschnittsgeschwindigkeiten und freie Weglängen in Strömungen des Substrats zwischen Galaxien sollten bei einer gleichartigen Umgebung gegen einen Grenzwert streben.

Beispiele für die Entstehung weiterer Naturgesetze mit ihren fundamentalen Naturkonstanten oder gar stabilen Strukturen sollen nun betrachtet werden.

---

22 Vgl. Formel (2).

23 Wie auf seinem Denkmal in Wien stehend: S = k log W (k ist die Boltzmannkonstante, W die thermodynamische Wahrscheinlichkeit und als log wird oft der ln verwendet).

2.3 Feinstrukturkonstante

Im Gegensatz zur Untersuchung der Thermalisierung, bei der die Wahrscheinlichkeitsverteilung aus beliebigen Anfangsgeschwindigkeiten durch das deterministische Chaos erst erzeugt wird, kann die *Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung* hier für weitere Simulationen verwendet werden.

Die Auswahl von N zu simulierenden Stoßpartnern erfolgt durch Bestimmung von zufälligen Geschwindigkeitsbeträgen nach der Inversionsmethode aus den vorliegenden (auch etwas unterschiedlichen) MB-Verteilungen. Trotz Isotropie sind Stöße aus Richtungen mit hoher Relativgeschwindigkeit häufiger. Bei Stößen entstehen Unterschiede von Geschwindigkeitsbeträgen. Diese sind etwas asymmetrisch zu den laut Postulat (Homogenität und Isotropie) erwarteten. Ausführlich wird ein möglicher Algorithmus in [Wie 2015] vorgestellt. Unter der hier als holografische Eigenschaft bezeichneten Annahme, dass Inhomogenitäten in stabilen kugelförmigen Strukturen erzeugt und über ihre Oberfläche an die Umgebung weiter gegeben werden, entstehen in der betrachteten Menge und im umgebenden Substrat unterschiedliche Durchschnittswerte von Parametern der zugrunde liegenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Diese erzeugen dann durch Rückkopplung bei den nächsten Stößen auch in der ursprünglichen Richtung wieder kleine Änderungen der Geschwindigkeitsbeträge, welche von den Normalwerten des homogenen isotropen Substrats abweichen. Dadurch entsteht ein stochastischer Prozess, bei welchem Beträge von Geschwindigkeitsänderungen gegen die Größenordnung der Feinstrukturkonstante konvergieren. Da bei der bescheidenen[24] Anzahl von etwa 10^9 Stößen das Resultat von 0.007297… (≈ 1/137.03) bei jeweils einer Million betrachteter Stöße noch Schwankungen (rote Punkte im Bild 6 in [Wie 2015]) von ca. ± 0.00003 aufweist, muss daran weiter geforscht werden, bei welcher Stoßzahl die Abweichung möglicherweise verschwindet. Die lokale Durchschnittsbildung führt dann auf die Formel für die Feinstrukturkonstante, welche in der diskreten Erweiterung bei Stößen durch Änderung von Geschwindigkeitsbeträgen erzeugt wird.

$$\alpha=\frac{\Delta V}{4\pi}=\frac{\sum_k |\Delta X_k|}{N\,4\pi} \tag{11}$$

In *Abbildung 10* ist die Änderung für einen Stoß dargestellt. Die Durchschnittsbildung wirkt auf die Umgebung einer als Erzeugungsgebiet gedachten kugelförmigen Struktur (Elementarteilchen bzw. holografischer Einfluss) und wird bei der wiederholten Simulation im nächsten Durchlauf berücksichtigt. Das ist eine Rückkopplung, wie sie in stochastischen Prozessen betrachtet werden kann.

Wird in der Simulation der auf die Kugelförmigkeit deutende Faktor sin(β) weggelassen, ergibt sich ungefähr 1.0014…, dominant sind demnach die zufälligen Relativgeschwindigkeiten. Wird diese, den Satz von Pythagoras

---

24 In 3.2 Quantitative Zusammenhänge und in Fußnote 14 wird auf die möglicherweise in Elementarteilchen vorkommende sehr große Anzahl von Kugeln hingewiesen.

ausdrückende, Wurzel weggelassen, ergibt sich 0,007197…, also $\mathbf{e}^{-\pi^2/2}$ als Faktor gemäß der möglichen Berührpunkte auf der Kugel (U(1)-Symmetrie).

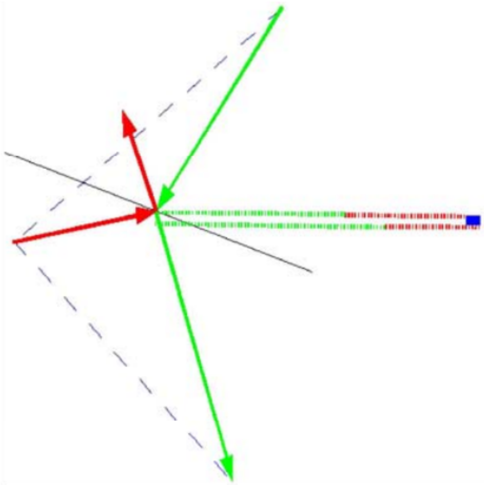

Abbildung 10: ***Änderung der Geschwindigkeitsbeträge bei Stößen****.* Die roten und grünen Pfeile stellen an der schwarzen Stoßachse zusammenstoßende Objekte dar. Zugehörige Beträge sind waagrecht gestrichelt, oben vor und unten nach dem Stoß. Die Änderung $\mathbf{\Delta X_i}$ ist dick blau rechts.

Eine Struktur für die erhoffte analytische, mit Durchschnittswerten gebildete, Lösung zeichnet sich mit der de Vriesschen Fixpunktiteration[25] mit 0.00729735256865385, einem Ergebnis im Rahmen des aktuellen CODATA-Wertes, ab. Anstelle der anschaulichen Geschwindigkeiten könnten auch andere Größen mit gleichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen, wie beispielsweise die freien Weglängen, betrachtet werden. Durch den Vergleich mit dem Vakuumerwartungswert bzw. die Quotientenbildung mit den Eigenschaften einer stabilen Struktur, welche die gleiche Eigenschaft, hier also die Geschwindigkeit, enthält, wird die berechnete oder durch Simulation erzeugte Zahl dimensionslos. Wichtig ist ihre **Skalierbarkeit**. Bei meteorologischen Vorgängen scheint der Faktor 1/137 möglicherweise auf einem ähnlichen Mechanismus zu beruhen.[26]

2.4 Elektrische und magnetische Eigenschaften

Das thermalisierte Substrat verwendet nach den bis hierher angenommenen Voraussetzungen diskrete Objekte mit MB-verteilten Geschwindigkeiten und einem Erwartungswert der Anzahldichte, welche aber lokal von den Durchschnitten abweichen. Darüber hinaus tritt die Feinstrukturkonstante mit ihrem berühmten Zusammenhang zum elektromagnetischen Feld bei der stochastischen Simulation von Kugelstößen auf[27]:

$$\alpha=\frac{e^2}{\hbar c} \tag{12}$$

Kleinere oder größere Geschwindigkeitsbeträge breiten sich vom Erzeugungsort mit der üblichen geometrischen Entfernungsabhängigkeit aus, deren Erwartungswerte erzeugen die Stärke der Kraft und überlagern sich durch Superposition. In ähnlichen Strukturen wie denen, wo diese Abweichungen erzeugt wurden, superponieren diese ebenfalls, verändern dadurch unter U(1)-

25 Genauere Hinweise finden sich in [Wie 2015].
26 Vgl. [Sel 2005].
27 Vgl. auch Formel (8) und in [Wie 2015] Formel (55) $\Delta X := u + v - (u' + v')$ sowie Ausblick auf Entsprechung mit $\mathbf{e^2}$.

Symmetrie lokale Stoßfrequenzen und können Beschleunigungen verursachen. Schon in der kinetischen Gastheorie können keine einzelnen Geschwindigkeiten angegeben werden. Deshalb wurde die effektive Thermodynamik entwickelt.

Hier bieten sich nun unterschiedliche Möglichkeiten zur Beschreibung lokaler Abweichungen der Durchschnittswerte an. Wird im dreidimensionalen Raum der Ablauf von Ereignissen verfolgt, kann noch ein reeller Parameter für die Zeit hinzu genommen werden. Einem damit definierten Raum-Zeit-Punkt (vier Zahlen) lassen sich dann Eigenschaften, welche aus denen der Umgebung konstruiert sind, zuordnen. Dadurch ergeben sich die elektromagnetischen Felder der Maxwellschen Theorie. Zweckmäßig erscheint die Zuordnung der Geschwindigkeitskomponenten zum elektrischen Feldanteil und der freien Weglängen, welche durch die Anzahldichte bestimmt werden, zu den magnetischen Feldkomponenten. Hierzu brauchen keine weiteren Modelle entwickelt zu werden, weil die Maxwellsche Elektrodynamik in ihren verschiedenen Darstellungen als gesichertes Wissen über die vorkommenden Felder angesehen wird und durch Zufallsgeneratoren erzeugte diskrete Objekte mathematisch innerhalb deren Definitionsbereich liegen. Als von Boltzmann die „Maxwellsche Elektrizitätstheorie“[28] vorgestellt wurde, war das noch erforderlich. Für anschauliche Erklärungen könnten mit heutigen Mitteln Animationen, mit in den Feldern enthaltenen Kugeln, erzeugt werden.

Bei der Beschreibung bieten sich natürlich moderne Methoden an. Weil sich im betrachteten Substrat willkürliche Normierungen verwenden lassen, können diese für das gesuchte Verständnis vereinfacht werden. Die bei den Stößen verwendete Korrespondenz zu Knickfunktionen benötigt nur eine wichtige Dimension. Die mögliche Beschreibung für die freien Weglängen mit der gleichen Wahrscheinlichkeitsverteilung wird zur Beschreibung mit der **U(1)**[29] Symmetrie ausgenutzt. Beide Blickrichtungen, vom Geschwindigkeitsbetrag oder der freien Weglänge her, sind gleichwertig.[30] Aufgrund der großen Anzahl im Substrat vorhandener Kugeln, welche das elektromagnetische Feld vor allem durch die Superposition erzeugen, dominiert das die Elektrodynamik. Ob außerhalb der felderzeugenden Elementarteilchen die Selbstwechselwirkung durch Stöße berücksichtigt werden muss, ist noch nicht sicher. Das Transformationsverhalten der elektromagnetischen Feldkomponenten wird wesentlich vom Erhalt paralleler Komponenten in allen Ereignissen bestimmt[31]. Dem liegt der Mechanismus der hier postulierten Stöße (fünften Wechselwirkung) zugrunde. Bisher wird nicht auf den Erzeugungsmechanismus elektromagnetischer Feldkomponenten in stabilen Strukturen, also von unterschiedlichen Geschwindigkeitsbeträgen und freien Weglängen, eingegangen. Alles ist nur Superposition. Die Untersuchung dieser Vorgänge wird eine umfangreiche Aufgabe im Zusammenhang mit der Bildung und

---

28 Vgl. Abschnitt „2. Über Maxwells Elektrizitätstheorie“ in [Bol 1905].

29 Diese wird auch als Kreisgruppe von linearen Abbildungen der komplexen Zahlen bezeichnet und lässt deren Betragsquadrat unverändert. In ihr steckt als elementare Operation eine Transposition (Geschwindigkeitstausch).

30 Magnetismus kann durch elektrische Felder beschrieben werden, was auf diskrete erzeugende Objekte hinweist, siehe [Küh 2016]

31 Vgl. 5.2 Transformation der elektromagnetischen Feldgrößen in [Reb 2012]

Dynamik stabiler Systeme (Elementarteilchen). Weiter unten werden einige Ideen dazu vorgestellt (im Teil 3).

2.5 Grenzgeschwindigkeit, Relativitäts- und Äquivalenzprinzip

Hauptgrund für die konstante **Lichtgeschwindigkeit** zwischen stabilen Strukturen ist in der diskreten Erweiterung, dass diese (Elementarteilchen, Planeten, Galaxien,...) aus dem gleichen Substrat bestehen, wie ihre Umgebung und gegenseitig durch Thermalisierung verbunden sind. Stabilität entsteht durch ein thermodynamisches Gleichgewicht, welches mit der Stoßfrequenz zusammen hängen sollte. Das kann mit der lokalen Gültigkeit von Mastergleichungen[32], Kontinuitätsgleichungen (im Falle stochastischer Betrachtungen) oder beispielsweise postulierten Schwingungen beschrieben werden. Diese führen zu Strukturbildungen, welche zum Standardmodell der Elementarteilchen, mit einem Ordnungsschema ähnlich dem Periodensystem der Elemente führten. Wegen der anzunehmenden Überlagerungsmöglichkeit (Superposition)[33] werden mit ihm vielfältige quantitative Vorhersagen möglich. Für die SRT und die ART wird die Existenz der damit beschriebenen stabilen Strukturen vorausgesetzt, also global postuliert. Üblicherweise wird der ruhende Schwerpunkt einer stabilen rotierenden Struktur als Bezugspunkt verwendet. Für deren Erklärung soll weiter unten ein Ansatz gezeigt werden.

Im betrachteten Substrat muss eine Durchschnittsgeschwindigkeit durch schnelle Thermalisierung erzeugt werden, welche zumindest lokal die **konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit** von Störungen[34] definiert:

$$c = \frac{|\bar{v}|}{\sqrt{2}} \tag{13}$$

Zwischen relativ zueinander bewegten Systemen wird dadurch eine konstante Strömungsgeschwindigkeit relativ zu einem definierten Bezugssystem erreicht.

Diese Überlegung führt zur Erklärung des **Lorentzfaktors** für die Abhängigkeit von gegeneinander bewegten Systemen (*Abbildung 11*)[35] und weiteren Aussagen zur Stabilität bei einfachen Zuständen. Von komplizierten Zustandsbeschreibungen können einige so weggelassen werden, dass sie die Gleichungen nicht mehr beeinflussen (Null oder Eins bei additiven oder multiplikativen Faktoren). Die in der Standardphysik stillschweigend postulierte **Stabilität**, welche zur Beschreibungsmöglichkeit mit periodischen Funktionen führt, kann versuchsweise im Sinn des Korrespondenzprinzips als thermodynamisches Gleichgewicht zur Umgebung des Substrats angenommen werden. Periodische Funktionen sind Funktionen auf der Kreislinie und kommen in der gesamten Physik bei den überall verwendeten Fourierreihen vor. Für interessante mathematische Zusammenhänge mit der **Kreisgruppe**, die der **U(1)-Symmetrie** entspricht und damit konstruierbare höhere Symmetrien,

32 Siehe weiter unten 3.1.1 Anfangsmechanismus von Strukturbildung.
33 Bei stabilen Strukturen wird das vom Pauli-Prinzip eingeschränkt.
34 Diese werden weiter unten behandelt (3.1.4 Bosonen)
35 Vgl. 2.5 Das zweite Postulat und die Lorentz-Transformation in [WeSe 1982].

wie der Lorentz- oder Poincarégruppe, ergeben sich viele Forschungsansätze bzgl. elementarer dahinter steckender Ursachen. Im ganz Kleinen sind das die hier betrachteten Stöße, weil bei diesen Geschwindigkeitsbeträge erhalten sind und Raum weder neu entsteht noch vernichtet wird. Superpositionen ändern nichts an den zugrunde liegenden Eigenschaften. Dadurch lässt sich die Skizze auch für weitere Strukturmerkmale, wie sie in der ART betrachtet werden, verwenden.

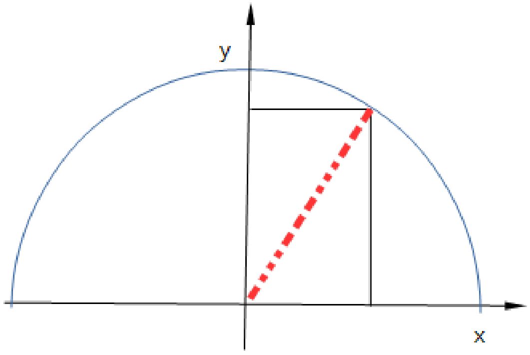

Abbildung 11: ***Lorentzfaktor*** *- Pythagoras*

Angenommen wird eine Bewegung mit ***v*** gegenüber dem Beobachter in ***x***-Richtung. Die universelle Verwendung des Satzes von Pythagoras im Einheitskreis folgt in der Standardphysik aus der vermuteten Stabilität von Strukturen, welche durch die diskrete Erweiterung erklärt werden soll. Diese steckt hier in der funktionellen Abhängigkeit der ***y***-Koordinate. Zuerst wurde die Lorentzkontraktion zur Erklärung des Michelson-Morley-Experiments eingeführt. Hat eine betrachtete Struktur die Länge L_0, wird sie durch die Bewegung verändert. Deren funktionelle Abhängigkeit kann in ***y***-Richtung abgelesen werden. War die Länge in Ruhe 1, wird sie bei größerem ***v*** kleiner, mit dem Anfangswert L_0 um das entsprechende Vielfache. Es gilt nach Pythagoras:

$$c^2 = x^2 + y^2 \; mit \; y = (L/L_0)\, c \; und \; x = v \Rightarrow L^2 c^2 = L_0^2 (c^2 - v^2) \Rightarrow L = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2} \qquad (14)$$

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Störungen, also ***c***, mit der lokalen Durchschnittsgeschwindigkeit wird im Einheitskreis nach **Pythagoras** durch die gestrichelte rote Wellenlinie dargestellt. Die Änderung (Differential) des Weges bzw. Ortes ist nach Leibniz und Newton eine Geschwindigkeit. Nur in einer Richtung wird diese hier betrachtet. Je nach der Relativgeschwindigkeit zum Beobachter, verlagert sich der Vektor des zurückgelegten Weges auf dem Einheitskreis. Die Stoßfrequenz gegenüber der Umgebung, muss wegen immer vorkommender Thermalisierungsströme die bisher in der Standardphysik kaum erwähnte Stabilität (beschrieben als Periodizität) durch ein thermodynamisches Gleichgewicht erzeugen. Stellvertretend für diesen Zusammenhang wird das Postulat der konstanten Lichtgeschwindigkeit ***c*** verwendet. Historisch kam diese mit der **Lorentzkontraktion** zuerst bei der Erklärung des negativen Ausgangs des Michelson-Morley-Experiments vor. Eine hohe Geschwindigkeit entspricht der Lage der Wellenlinie fast parallel zur x-Achse. Dabei erscheint die Ausdehnung des Systems in v-Richtung verkürzt und deshalb zusammengepresst, also die Struktur dichter. Die Stabilität betrachteter Systeme ist allerdings (noch) postuliert.

Wichtiger und für die menschliche Phantasie anregender ist die **Zeitdilatation**. Die stattfindenden Elementarereignisse, also Stöße, definieren dabei den Zeitparameter. Wegen ***v = x / t*** folgt einfach ***t := x / v***. Die Zeit ist dabei noch ein kontinuierlicher Parameter, obwohl in einer stabilen Struktur elementare Ereignisse theoretisch abgezählt werden könnten. Lokale Änderungen pflanzen sich im Substrat wie örtlich erzeugte Elementarwellen gemäß (13) fort. Der Mechanismus für die feste Periodizität muss noch erklärt werden. In *Abbildung 11* wird der Variablen ***x*** wieder die Geschwindigkeit zugeordnet, aber diesmal die funktionale Abhängigkeit ***y*** für die gerade definierte Zeit verwendet:

$$\textit{mit}\ \ x=v\ \ \textit{und}\ \ y=T=(x/v)\ \Rightarrow\ \frac{T^2}{c^2}\ =\ T_0^2\frac{1}{(c^2-v^2)}\ \Rightarrow\ T\ =\ T_0\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \qquad (15)$$

Dem Effekt einer Relativbewegung wird in der speziellen Relativitätstheorie einmal die Änderung eines Längenmaßstabes und zum anderen die Änderung eines beobachtbaren Zeitintervalls zwischen Ereignissen zugeordnet. Deshalb gilt (15) auch für die Definition der **Eigenzeit** τ (anstelle ***T***) einer einzelnen bewegten Kugel. Bei der Beobachtung in der Bewegungsrichtung wird Licht verwendet, für das postuliert wird, dass dessen Geschwindigkeit konstant ist. Hier können nur die MB-verteilten Kugelgeschwindigkeiten verwendet werden. Bei der mathematischen Beschreibung und grafischen Darstellung kann der Satz von Pythagoras verwendet werden. Für den Beobachter vergeht die Zeit des bewegten Partners langsamer. In der diskreten Erweiterung ergibt sich die Signalgeschwindigkeit aus der lokalen Durchschnittsgeschwindigkeit nach (13). Einzelne Kugeln können jeden Geschwindigkeitsbetrag aus der Maxwell-Boltzmannschen Geschwindigkeitsverteilung besitzen. Dadurch kann die Eigenzeit der kleinen Kugeln zwar imaginär werden, bei stabilen Strukturen aus vielen solcher Kugeln wegen der Durchschnittsbildung aber nicht. Die konstante Lichtgeschwindigkeit zwischen relativ zueinander bewegten Ansammlungen gilt nur lokal, weil Thermalisierungsströme für einen Geschwindigkeitsausgleich sorgen (kausaler Zusammenhang), was eine Grundaussage der ART ist. Wegen der sehr großen Anzahl von Kugeln, die schon in kleinen durch die Quantenmechanik beschriebenen Strukturen stecken, fallen die Abweichungen kaum auf.

Nun kam Einstein schon vor über hundert Jahren auf die geniale Idee, dass nicht nur die Relativbewegung Einfluss auf beobachtbare Zusammenhänge hat, sondern die gesamte Zusammensetzung materieller Körper. Und das verknüpfte er mit dem zu dieser Zeit wichtigsten physikalischen Phänomen, der Gravitation. Hier müssen deshalb bei den allgemeineren Betrachtungen von Materieansammlungen die lokalen Eigenschaften der Struktur von Materie in den **Energie-Impuls-Tensor**, bzw. in die Einsteinschen Feldgleichungen, der ART eingehen, um die **Metrik** des Substrats zu bestimmen. Weil das 10 unabhängige Eigenschaften sind, welche die postulierten Kugeln beschreiben[36],

---

36 Siehe vorn in 1.4 Beschreibungsmöglichkeiten.

entsprechen diese denen der lokalen Erwartungswerte von Energie, Impulsen und (z.B. mit den freien Weglängen) Verzerrungen der Stoßfrequenzen. Diese können auch als Spannungen bezeichnet werden. Zehn unabhängige Größen kommen auch im synonym mit Raumzeit, Metrik und metrischem Tensor verwendbaren Linienelement vor.

Prinzipiell sollten sich einzelne Merkmale so zusammenfassen lassen, dass eine Zuordnung zur Größe ***x*** in *Abbildung 11* möglich wird. Davon abhängige andere Größen lassen sich dann dem ***y***-Wert zuordnen, wenn in dem System **Stabilität** vorausgesetzt werden kann. Diese steckt vermutlich auch in der Stoßfrequenz, welche mit der Umgebung übereinstimmen sollte. Bei der gravitativen Zeitdilatation sorgt die vereinfachte Betrachtung einer Materieansammlung mit einem Radius 1 in Abhängigkeit von der Masse für die Zuordnungsmöglichkeit:

$$mit\ x=M\ ,\ y=\tau^2\ gilt\ \tau=t_0\sqrt{1+\frac{G*M-3*G*M}{2*c^2}}\ mit\ c=G=1\ \ folgt\ \tau=t_0\sqrt{1-M} \qquad (16)$$

Der in der Wurzel für die Zeitdilatation auftretende Faktor ***M***, also die Masse, hat nicht die Form, wie sie nach Pythagoras für die anschauliche Darstellung in *Abbildung 11* erforderlich wäre. Mit der Masse ist demnach ein anderer Verlauf der Zeitdilatation verbunden, als mit der Geschwindigkeit. Wegen des in der ART postulierten Äquivalenzprinzips ist diese Verzerrung aber nicht von einer durch Beschleunigung zu unterscheiden. Das deutet wegen der Linkshändigkeit von Neutrinos und des Relativitätsprinzips auf eine Notwendigkeit hin, dass es für die, schon von Pauli und Heisenberg vermutete Beschreibung der „Masse eines Elementarteilchens eine quadratische Gleichung geben muss, die dann zwei Lösungen hat.“[37] Diese könnte dann mit *Abbildung 11* veranschaulicht werden. Bei kleinen Massen ist die Zeitdilatation klein, bei sehr großen kann die Zeit fast stillstehen. Als Grenzwerte ergeben sich Eigenzeiten einzelner Substratkugeln auf deren Brownschen (Zick-Zack) Pfaden. Diese können summiert und durch die Anzahl der Ereignisse geteilt, vor allem wegen der Periodizität der beschriebenen Strukturen, scheinbar glatt werden. Eventuell kann auch die Eigenzeit der SRT verwendet werden.

Ohne die einfließende Struktur von Elementarteilchen stehen zur Beschreibung des Zusammenhangs von träger und schwerer Materie nur Durchschnittswerte elementarer Eigenschaften zur Verfügung. Die komplizierten Strukturen von Energiedichten *w* (= Massendichte), Energiestromdichten *S* (welche die Impulse beschreiben) und Spannungen *G* müssen an jedem Raumzeitpunkt für den Energie-Impuls-Tensor $T_{\mu\nu}$ bekannt sein. Dieser bestimmt dann über die Einsteinschen Feldgleichungen die Metrik des Raumes. Der Zusammenhang mit den vorn erklärten Deltafunktionen wird bereits in der relativistischen Mechanik verwendet[38].

$$R_{\mu\nu}\ -\ \frac{R}{2}g_{\mu\nu}\ +\Lambda\ g_{\mu\nu}\ =\ \frac{8\,\pi\,G}{c^4}\ T_{\mu\nu} \qquad (17)$$

37 Zitat von H.P.Dürr in [Hei 1969], 20. Elementarteilchen und Platonische Philosophie (1961-1965)

38 Vgl. [Reb 12] 4.9 Energie-Impuls-Tensor

$$\left(T^{\mu\nu}\right) = \begin{pmatrix} w & \frac{S_x}{c} & \frac{S_y}{c} & \frac{S_z}{c} \\ \frac{S_x}{c} & G_{xx} & G_{xy} & G_{xz} \\ \frac{S_y}{c} & G_{yx} & G_{yy} & G_{yz} \\ \frac{S_z}{c} & G_{zx} & G_{zy} & G_{zz} \end{pmatrix} \qquad (18)$$

Für alle drei Größen, mit den 16 Komponenten (davon 10 unabhängigen) gibt es in der diskreten Erweiterung einen lokalen Erwartungswert, wobei die Stöße Beschleunigungen erzeugen, welche wegen der Stabilität des betrachteten Objekts weggemittelt werden können. Allen lässt sich eine Wahrscheinlichkeit für die Superposition zuordnen, wofür allerdings der stabilitätsbildende Mechanismus bekannt sein sollte.

Nach dem Sprachgebrauch der ART prägt $\boldsymbol{T_{\mu\nu}}$ die lokale Krümmung $\boldsymbol{R_{\mu\nu}}$ an allen Punkten der Raumzeit und kann im Vakuum verschwinden, was auf die Schwarzschildlösung führt. In den Einsteingleichungen wird die Einsteinsche Gravitationskonstante $\boldsymbol{\kappa=8\pi G/c^4}$ eingeführt. Mit der kosmologischen Konstante $\boldsymbol{\Lambda}$, kann dann $\boldsymbol{\rho=\Lambda c^4/8\pi G}$ als Vakuumenergiedichte interpretiert werden. Der Schwarzschildradius könnte die Begrenzung für eine dichtest mögliche Kugelpackung sein. Aus Beobachtungen sollten sich die durchschnittlichen Eigenschaften des Substrats ermitteln lassen.[39] Im ganz Kleinen stecken allerdings wegen des Postulats der diskreten Erweiterung hinter den Eigenschaften einzelne stoßende Kugeln. Nicht jeder Raumzeit-Punkt stellt dann ein Ereignis dar. Mit den zugeordneten Vektoren, bei welchen nur erste und zweite Ableitungen vorkommen, lassen sich zwar Tensoren durch Produktbildung definieren, deren feine Raumzeit-Zuordnung erscheint aber für die ART überflüssig, zumal im Kleinen vielfache Differenzierbarkeit nicht möglich ist (Stoßtransformationen). Die Superpositionsfähigkeit wird durch Additivität erreicht. Die Nichtlinearität bei den Stößen verschwindet im Großen, wegen der Durchschnittsbildungen für effektive Felder. Ein Weg über diese, vielleicht auch mit Hilfe von Deltafunktionen, könnte eine Brücke zur Quantentheorie schlagen. Wegen der mit Ansammlungen verbundenen niedrigeren Durchschnittsgeschwindigkeit finden pro Kugel seltener Stöße statt, was zu einer Verlangsamung des Zeitablaufs führt. Der Effekt kann allerdings in so kleinen Abweichungen von den Eigenschaften der Umgebung liegen, dass schon dadurch die kleine Größe der Gravitationskonstante bzw. der **Feinstrukturkonstante der Gravitation** ($\boldsymbol{m_p^2 G/\hbar c}$) von etwa $5.91\cdot10^{-39}$ verständlich werden könnte.[40] Die Wahrscheinlichkeit für Absorption sollte durch Integration über entsprechende Intervalle bestimmt werden können,

39 Ausführlich wird beispielsweise in [Reb 2012] „18 Hydro-, Thermo- und Elektrodynamik des kosmischen Substrats“ der Einfluss im Großen behandelt. Baez gibt auf http://math.ucr.edu/home/baez/vacuum.html eine Schätzung von $7\cdot10^{-27}$ kg/m³ für die kosmologische Konstante. Im Kleinen werden zufällige Pfade zur anschaulichen Herleitung des alternativen Zugangs zur Quantentheorie über Pfadintegrale (vgl. in [Roe 1992])

40 Siehe [Kie 2003] S.108, Gl. (34) oder [Kie 2007] S.6 (1.9).

deren möglicher Mechanismus im Teil 3 angesprochen werden soll. Hilfreich könnte die Wahrscheinlichkeitsbetrachtung bei der Auflösung der Einsteingleichung nach G werden.

Der in den Einsteingleichungen vorkommende metrische Tensor oder synonym das Linienelement, die Raumzeit bzw. Metrik, kann in der diskreten Erweiterung nur als Durchschnittswert aus den lokalen Eigenschaften um einen betrachteten Punkt herum konstruiert werden. Diese werden nur von den zehn unabhängigen Größen aus Abschnitt 1.3 bestimmt. Normalerweise wird der Energie-Impuls-Tensor zur Beschreibung der Erzeugung von Gravitation verwendet. In der Millennium- oder der Bolshoi-Simulation[41] kommt der Haupteinfluss vor allem von dunkler Materie, mit deren Hilfe sich Quasare und Galaxien entwickeln. Die in den Energie-Impuls-Tensor für das betrachtete Raumzeitgebiet (z.B. 2 Milliarden Lichtjahre Kantenlänge) eingehende Masse bzw. Energie ist um vieles größer als das, was auf der Skala von Elementarteilchen betrachtet werden muss. Im Großen sind selbst Galaxien nur Staubpartikel und lediglich das Grundprinzip der Raumzeitkrümmung bietet eine anschauliche Erklärung. Im Kleinen wird noch der tatsächliche Mechanismus dafür gesucht. Dieser kann im Rahmen der diskreten Erweiterung mit deren Postulat, wegen der Möglichkeit Durchschnittswerte zu bilden, auf die anschauliche Interpretation von **Raumzeitkrümmungen**, als Veränderung der **Wahrscheinlichkeiten für Stöße**, zurückgeführt werden. Weiter unten[42] wird deutlich, dass selbst in Elementarteilchen Kugelzahlen in bisher ungeahnten Größenordnungen zu vermuten sind, wodurch die Verwendung der Einsteingleichungen selbst da möglich erscheint.

Elementare Wechselwirkungen, also Stöße, führen i.A. zu größeren und kleineren Geschwindigkeitsbeträgen der Stoßpartner, wodurch die Grenzgeschwindigkeit überschritten werden kann. Im Durchschnitt einer größeren Anzahl können sich deren Werte langfristig lokal und auch global ändern. Dadurch wird eine ***Überschreitung der Gültigkeitsgrenzen*** der Relativitätstheorie durch die diskrete Erweiterung möglich. Das Ansammeln langsamerer Kugeln kann als **Materialisierung** oder **Kondensation** interpretiert werden. Kosmologische Modelle mit Quintessenz können beispielsweise den Urknall mit einer Art „Einfrieren“ ersetzen.[43] Das zur Beschreibung sinnvolle Skalarfeld sollte nach den hiesigen Erkenntnissen komplex sein, weil jedem Raumzeitpunkt ein Geschwindigkeitsbetrag und eine freie Weglänge zugeordnet werden können. Diese sollen die Strukturen des Standardmodells, also im Kleinen die Elementarteilchen, beschreiben. Offensichtlich spielen dabei Drehungen der Strukturen mit ihren Schwerpunkten eine wesentliche Rolle, was im Hinblick auf die Bestimmung der Gravitationskonstante bzw. eines Gravitationsfaktors noch einen hohen Forschungsaufwand erfordert. Auch die eventuelle Gültigkeit eines

41 Siehe z.B. http://wwwmpa.mpa-garching.mpg.de/galform/presse/ oder http://wwwmpa.mpa-garching.mpg.de/galform/virgo/millennium/ bzw. http://hipacc.ucsc.edu/Bolshoi/.

42 Vgl. 3.2 Quantitative Zusammenhänge, wonach schon in einem Elektron 10^{45} kleinste Kugeln stecken könnten.

43 Vgl. z.B. Wetterichs Universum ohne Urknall [Wet 2013]

holografischen Prinzips könnte Eigenschaften sogar von ganz kleinen Strukturen (Elementarteilchen, Molekülen,…) über ihre Oberflächen an deren Umgebung weiter geben. Die Stoßfrequenz der Ansammlungen von **(eventuell auch dunkler[44]) Materie** sollte sich gegenüber der Umgebung in einem Gleichgewicht befinden. Für die Strukturbildung dürfte neben der aktuell bevorzugt untersuchten heißen Teilchen- und Elementbildung auch die kalte Fusion an Bedeutung gewinnen. Die Asymmetrie zwischen vorkommender Materie und Antimaterie könnte sich dadurch erklären lassen.

Bei den größeren erzeugten Geschwindigkeitsbeträgen ist eine Mischung mit denen der Umgebung zu erwarten. Langfristig müsste sich so deren Durchschnittsgeschwindigkeit erhöhen und die Dichte verringern, was sich als **dunkle Energie** interpretieren lässt. Auch als Ausdehnung des Raumes könnte das bezeichnet werden. Als festes Längenmaß ließe sich der Durchmesser der kleinsten Kugeln verwenden, falls er ermittelt werden kann.

In der Grundformel für die **Rotverschiebung** lässt sich anstelle des festen ***c*** unter anderem ein veränderliches ***c(t)*** verwenden[45], was interessante Möglichkeiten für die Entwicklung des Universums erschließt. Die Existenz eines Substrats, welches lokale Änderungen der Durchschnittsgeschwindigkeit aufnimmt und durch Thermalisierung verteilt, ist dafür notwendig.

$$z \approx \frac{H_0 \cdot D}{c(t)} \quad oder \quad z \approx \frac{H_0 \cdot D(t)}{c} \quad oder \quad z \approx \frac{H_0(t) \cdot D}{c} \tag{19}$$

Zur Erklärung der kosmischen Rotverschiebung ist auch die unübliche Interpretation möglich, dass in der Umgebung gravitierender Massen die Durchschnittsgeschwindigkeit des Substrats zunimmt, weil in den Massen kleinere Geschwindigkeitsvektoren angesammelt werden, also die Temperatur sinkt. In (18) bezieht sich dann der Zeitparameter auf den Zeitpunkt der Entstehung von heute beobachteten Photonen, deren Rotverschiebung jedoch auf die heutige Umgebung.

Thermalisierungsströme tragen die höheren Temperaturen, welche bei den Stößen entstehen, nach außen an die Oberfläche, weshalb die Kerntemperatur niedriger sein kann. Das Superpositionsverhalten des Substrats und in den Strukturen beeinflusst natürlich die elementaren Ereignisse, also Stöße. Das lässt sich in die lokalen Energie-Impuls-Tensoren (16) der ART einbringen. Auch zum Zeitpunkt der Emission von spektralen Mustern vor Milliarden Jahren galten die gleichen Naturgesetze wie hier und heute, einschließlich der daraus folgenden Äquivalenz von träger und schwerer Masse (**Äquivalenzprinzip**). Allerdings war die Umgebung vermutlich anders. Beobachtet werden elektromagnetische Wellen in unserer Umgebung. Nacheinander treffen Teile der Wellen ein und daraus wird auf die Wellenlänge geschlossen. Wie diese bei ihrer Erzeugung war, wird indirekt aus größeren Zusammenhängen ermittelt. Das kann beispielsweise so interpretiert werden, dass die physikalischen

---

44 Auch neu entdeckte heiße Gase könnten allerdings fehlende dunkle Materie erklären.

45 Einstein veröffentlichte 1911 in den Annalen der Physik vom Mainstream weitgehend nicht weiter verfolgte Überlegungen „Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes“ [Ein 1911] Formel (3): $c = c_0 (1 + \Phi / c^2)$ mit dem Gravitationspotential Φ.

Vorgänge in der emittierenden Galaxis langsamer abliefen als hier oder dass der Raum gestreckt wurde, was sich auch als Expansion bezeichnen lässt. In der bewährten Formulierung heißt das dann **Expansion der Raumzeit**. Der Horizont möglicher Beobachtung kann sich auf einen Durchschnittswert beziehen, bei dem alle Strahlung von weiter entfernten Quellen zu einer Planckschen Strahlung thermalisiert. Die kosmologische Rotverschiebung von Strahlung näherer Quellen hängt dann nur von der Entfernung nach (18) ab bzw. skaliert nach dem bekannten Standardmodell (Λ-CDM-Modell).[46] Dieses könnte allerdings auf die Entstehung von Galaxien beschränkt werden, was noch zu erforschen ist.

Für die Stärke von Beschleunigungen beliebiger stabiler Strukturen sind zwei Effekte möglich, die Superposition und die direkten Stöße. **Trägheit** ist der Widerstand gegenüber Beschleunigungen. Anschaulich erklärbar wird diese wegen des Geschwindigkeitstauschs bei Berührung, welcher durch die Stoßtransformationen beschrieben wird und die Superposition der zugehörenden Wahrscheinlichkeiten. **Kräfte** sind dabei Durchschnittswerte von sehr vielen Anzahl- und auch abrupten Geschwindigkeitsänderungen. Die einfache Superposition reicht vermutlich im Gültigkeitsbereich der Standardphysik. Die Kugeln fliegen immer so weit, bis sie eine andere berühren. Die Vorgeschichte bzw. Herkunft sind unbekannt und unwichtig. In die betrachtete Struktur (Elementarteilchen bis Galaxienhaufen) von außen hinein geratene unterscheiden sich dann nicht von denen dieser Struktur, wenn ihre Geschwindigkeit dazu passt. Das lässt sich auch als Absorption beschreiben. Die resultierende Beschleunigung der betrachteten Struktur, z.B. einem einzelnen Elementarteilchen, kann deshalb nicht nur mit der Gravitation assoziiert werden. Alle vier bekannten Wechselwirkungen sind in bestimmten Fällen sinnvoll zur Beschreibung außerhalb des Gültigkeitsbereichs der diskreten Erweiterung. In normalerweise interessierenden und beobachtbaren Größenordnungen (Skalen) sind die gewohnten Gesetze der Standardphysik durch die diskrete Erweiterung unverändert. Normalerweise wird sich die Struktur mit der resultierenden Durchschnittsgeschwindigkeit, unbeeinflusst von Stößen, durchs Substrat seiner Umgebung bewegen. Stattfindende Absorptionen oder direkte Stöße können diese zwar ändern, werden aber von der Strukturstabilität dominiert. Das lässt sich als Anpassung der Geschwindigkeit an die lokalen Eigenschaften des Substrats oder als freier Fall in der örtlichen Raumzeitkrümmung bezeichnen.

Einsteins Versuche einer Vereinigung mit der elektromagnetischen Wechselwirkung könnten so über Absorbertheorien[47] wieder aktuell werden. Jede betrachtete Materieansammlung besitzt eine eigene Maxwell-Boltzmann-Verteilung der Geschwindigkeiten ihrer Kugeln. Aus der Umgebung kommen ununterscheidbare in diese, werden mit der Wahrscheinlichkeit ihres Vorkommens absorbiert und überschüssige werden emittiert. Dabei können lokale Änderungen der Schwerpunktbewegungen stabiler Strukturen (Elementarteilchen, Moleküle) erfolgen. Deren Stärke hängt von den lokalen

46 Vgl. z.B. (55.7) in [Flie 2012].

47 Vgl. beispielsweise die Wheeler-Feynman absorber theory mit der Erweiterung zur Hoyle-Narlikar theory of gravity.

Durchschnittseigenschaften ab. Möglich ist momentan nur die Abschätzung des Größenverhältnisses der so beschriebenen Gravitation zu den dominierenden Wechselwirkungen bei Strukturbildungen. Die Dominanz von Erzeugung und Erhalt stabiler Strukturen gegenüber Bewegungen und deren Änderung im Substrat muss durch Untersuchungen, beispielsweise mit Mastergleichungen[48], gezeigt werden. Einiges deutet darauf hin, dass die Raumzeit verzerrende Absorption aus der Umgebung, auf lokale Bewegungen der kleinsten Kugeln in den komplizierten Strukturen zurück geführt werden muss.

Im Großen wird die Gültigkeit des Modells von der lokalen Lichtgeschwindigkeit und durch die Thermalisierung, welche den Beobachtungshorizont festlegt, begrenzt. Wie kommt es aber im Kleinen zur Entstehung von Eigenschaften im betrachteten Substrat, welche scheinbar nicht mit der ART vereinbar sind? Gibt es eine generelle Möglichkeit zur Quantisierung? Können in der Quantentheorie nur Energiedifferenzen betrachtet werden, wie es John Baez auf seiner Homepage[49] schildert? Liefert die Quantenmechanik im Rahmen der diskreten Erweiterung Ansätze zur Erklärung stabiler Strukturen und der damit zusammen hängenden Periodizität?

2.6 Quantenhaftigkeit

Die Quantenfeldtheorien umfassen auch die Quantenmechanik und verwenden alle das Postulat der Existenz des Planckschen Wirkungsquantums. Hier soll nun gezeigt werden, dass ohne dieses, nur mit dem Postulat des betrachteten Substrats, Unschärferelationen gelten müssen. Auf der Ebene elementarer Wechselwirkungen kommen nur Geschwindigkeiten und Anzahldichte für die Bestimmung der Ereignisse infrage. Die vielen Orte und Geschwindigkeiten sind unbekannt. Vereinfacht wird deren Beschreibung durch Zufallsfunktionen für die Geschwindigkeitsbeträge und für die räumlichen Abstände der Stoßpartner, beispielsweise in der Form von freien Weglängen. Die Zufallsfunktionen liefern Mittelwerte. Damit wird im vorherigen Abschnitt die durchschnittliche Ausbreitungsgeschwindigkeit von Störungen erklärt. Darüber hinaus besitzen Wahrscheinlichkeitsfunktionen auch Standardabweichungen. Bei Wirkungen geht das Produkt aus Impuls und Weg bzw. Energie und Zeit in die Betrachtung ein. Bekannt ist, dass sich beispielsweise mit Hilfe der Heisenberg-Algebra eine allgemeine Unschärferelation konstruieren lässt[50]:

$$\Delta \boldsymbol{A} \Delta \boldsymbol{B} \geqslant \frac{1}{2} \left| \langle [\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}]_- \rangle_\Psi \right| \tag{20}$$

Hierbei sind die **Δ *A*** und **Δ *B*** Standardabweichungen der Observablen ***A*** und ***B***, welche durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Messwerte des Systems (Zustand) |ψ> beschrieben werden:

$$\Delta \boldsymbol{A} = \sqrt{\langle \psi | (\boldsymbol{A} - \langle \boldsymbol{A} \rangle)^2 | \psi \rangle} \tag{21}$$

Und Entsprechendes gilt auch für ***B***.

48 Vgl. in [Hak 1983] 4.6 Die exakte stationäre Lösung der Master-Gleichung für Systeme in detaillierter Bilanz.
49 http://math.ucr.edu/home/baez/vacuum.html
50 Vgl. z.B. http://theory.gsi.de/~vanhees/faq/uncertainty/node2.html.

Mit dem Postulat wird die Feinauflösung quantenmechanischer Wirkungen zu kleinsten diskreten realen deterministischen Objekten (Kugeln) sinnvoll. Die klassische Definition der Wirkung erfolgt durch das zeitliche Integral über die Differenz der kinetischen und der potentiellen Energie, wobei es sich immer um stabile Strukturen handelt. Mit der Bohr-Sommerfeldschen Quantisierungsregel erfolgt die einfache Zuordnung eines ganzzahligen Vielfachen des Planckschen Wirkungsquantums.

$$S=\int_{t_1}^{t_2} L\left(t, x(t), \frac{dx}{dt}\right) dt=\int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{2} m v^2-V(t, x)\, dt \Rightarrow \oint p\, dx=n h \tag{22}$$

Hier soll nun das Integral durch eine Summe ersetzt werden. Bei Messungen entsteht erfahrungsgemäß ein fester Wert. Vorausgesetzt wird dabei die **Stabilität** des betrachteten Systems gegenüber seiner Umgebung, welche sich vor allem in ihrer **Periodizität** äußert. Die bis hierher ausreichende *Beschränkung auf ein ortsloses Gas muss nun aufgegeben werden*. Der Begriff „Wirkung" geht auf „Einwirken" oder „Ändern" zurück. Kontinuierliche Kräfte lassen abrupte Änderungen nicht erwarten. In der diskreten Erweiterung sind diese im ganz Kleinen die bestimmenden Änderungen von Geschwindigkeiten.

Für den Begriff der Wirkung fehlt noch, dass der Zustand auch durch den Abstand zum vorherigen oder gar der Kugelmittelpunkte beim aktuellen Stoß bestimmt wird. Nur beide Größen zusammen beschreiben die Dynamik. Dabei könnte zwar die Anzahldichte verwendet werden, im ganz Kleinen liefert aber die freie Weglänge mehr Anschaulichkeit. Eine gedankliche Trennung dessen, was beim Stoß passiert, von dem was kontinuierlich ständig geschieht, kann für eine Kugel durch acht reelle Parameter beschrieben werden. Beispielsweise ist das mit drei Geschwindigkeitskomponenten und der Nummer des letzten Stoßpartners sowie drei Ortskomponenten mit dem Zeitpunkt des Stoßes möglich. Die weiteren grundlegenden Parameter lassen sich damit errechnen, wenn der Speicherplatz ebenfalls eine Nummer besitzt und der Durchmesser für alle Kugeln gleich ist. Den Geschwindigkeiten und freien Weglängen lassen sich bei großer Anzahl Durchschnittswerte zuordnen. Mit den ebenfalls auf natürliche Art bestimmbaren Standardabweichungen von Orten und Impulsen ergibt sich dann die Heisenbergsche Unschärferelation. Im einfachen Fall, wie er sich mit Knickfunktionen (5) beschreiben lässt, ergeben sich die Standardabweichungen für die Geschwindigkeiten und freien Weglängen aus diskreten Funktionen der angenommenen Messwerte. Weil zu einem Stoß zwei Kugeln gehören, stellt sich die Frage, ob und wie die beiden Standardverteilungen der MB-Verteilungen schon die Quantenhaftigkeit auf dem elementaren Niveau bestimmen. Diese enthalten Geschwindigkeiten die größer als c sind, was in der Standardphysik unzulässig ist, im Gültigkeitsbereich der Erweiterung aber zulässig. Bei sehr großer Anzahl (ohne erforderliche Korrektur der Stichprobenvarianz) konvergieren bzw. thermalisieren die Geschwindigkeiten ***v*** gegen die Maxwell-Boltzmannsche-Geschwindigkeitsverteilung und die freien Weglängen ***L*** erhalten eine gleichartige Wahrscheinlichkeitsverteilung mit den Erwartungswerten ***E*** und den Standardabweichungen ***s***:

$$E(\vec{v}) := \left| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^{m} \vec{v}_k \right| \quad und \quad \Delta \vec{v} := s_v = \left| \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^{m} (\vec{v}_k - E(\vec{v}))^2} \right|$$
$$E(L) := \frac{1}{m} \sum_{k=1}^{m} L_k \quad und \quad \Delta L := s_L = + \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^{m} (L_k - E(L))^2} \tag{23}$$

Prinzipiell kann nur ein Stoß, also ein elementares Ereignis, zur gleichen Zeit am gleichen Ort stattfinden. Das schränkt die Möglichkeiten zur mathematischen Beschreibung ein. Die diskreten Ereignisse bestimmen die Geometrie, diese wiederum das Auftreten der Ereignisse. Dabei wird verständlich, dass schon bei einer elementaren Wirkung, welche bei einem Stoß auftritt, neben der Geschwindigkeitsänderung auch die Veränderung der Geometrie interessiert und dazu ist auch die Ortsveränderung zu betrachten und zu registrieren.
In einem thermodynamischen System, das aus der kinetischen Gastheorie folgt und mit der diskreten Erweiterung korrespondiert, ist die Wahrscheinlichkeit des Gesamtsystems gleich dem Produkt der Einzelwahrscheinlichkeiten. In den einzelnen Strukturen sind die gleichartigen Bestandteile additiv und lassen sich zu einem Durchschnittswert zusammen fassen (Superposition). Auch die Standardabweichung ergibt sich nach der klassischen Formel. Gleiche Massen der Kugeln können ausgeklammert werden. Für die freien Weglängen L lässt sich (2), welche keine Abhängigkeit von den Teilchengeschwindigkeiten enthält, verwenden. Die Anzahl der betrachteten Kugeln wird bewusst mit m bezeichnet, weil das den ursprünglichen Begriff der Menge von Materie assoziiert. Bei der Addition der Geschwindigkeitsvektoren muss durch diese Zahl dividiert werden, so dass nochmals über alle gleich schweren Kugeln der normierten Masse **1** summiert und die Anzahl ausgeklammert wird. Der gemeinsame Geschwindigkeitsbetrag zeigt als Vektor in die durchschnittliche Richtung der Bewegung der einzelnen Kugeln.

$$\left(\sum_{k=1}^{m} 1\right)\left(\sum_{k=1}^{m} \frac{1}{m} \vec{v}_k L_k\right) = m\left(\sum_{k=1}^{m} \frac{1}{m} \vec{v}_k\right) \frac{1}{\sqrt{2}\pi n d^2} = m \overline{\vec{v}} L \overset{mit\,(21)}{\Rightarrow} \Delta p \Delta x = h \tag{24}$$

Darin führen durchschnittliche Geschwindigkeiten und freie Weglängen auf zugehörige Standardabweichungen, wobei die Existenz stabiler betrachteter Strukturen vorausgesetzt wird. Wegen (21) könnten Geschwindigkeitsbeträge und freie Weglängen formal ausgetauscht werden. Beide besitzen eine auf gleiche Art erhaltene Wahrscheinlichkeitsverteilung, die sich aus der Häufigkeit des Auftretens in gewissen Intervallen herleitet. Die U(1) Symmetrie drückt das aus.

Die Unschärfe im Substrat soll aber noch besser erklärt werden. Nach (9) und (10) bleiben bei einzelnen Stößen Impuls und Energie erhalten (*Abbildung 7*). Die Existenz der Größe h wurde postuliert und ihr Zahlenwert experimentell ermittelt. Die mathematische Beschreibung, welche vorkommende Messwerte mit Standardverteilungen und Vertauschungsrelationen verwendet, erzeugt den konstanten Zahlenwert. Die Unschärfe und weitere Zusammenhänge, wie die **De-Broglie-Wellenlänge**, **Compton-Wellenlänge**[51] (entsprechen (24)) lassen sich damit herleiten und erklären beobachtbare Phänomene.

51 Deren bekannte Formeln werden in „3.2 Quantitative Zusammenhänge" verwendet.

Als Grundgleichungen der Quantenmechanik folgen damit auch die **Schrödingergleichung**, wie schon in *Fußnote 18* erwähnt, die **Klein-Gordon-Gleichung** und die **Diracgleichung**, wofür es einige Herleitungen in der Literatur gibt. Wenn mit einzelnen kleinsten Kugeln begonnen wird, bewegen sich diese chaotisch. Die Periodizität, welche die Stabilität betrachteter Strukturen beschreibt, wird aber immer noch vorausgesetzt und steckt in der mysteriösen **φ-** oder **ψ-Materie**. Bekannte Herleitungen verwenden diese und hier könnte das auch nachvollzogen werden. Nun ist aber durch die Inversionsmethode eine bijektive Zuordnung kleinster Kugeln möglich, für welche die Durchschnittsgeschwindigkeiten und freien Weglängen ermittelt werden können. Bei der Wirkung der Stöße bleiben Komponenten nur im Durchschnitt erhalten und es entsteht die Quantenhaftigkeit. Die Unsicherheit bzw. Unbestimmtheit steckt bereits in einzelnen Stößen, weil bei diesen nach dem Stoß die freien Weglängen anders sind als vor dem Stoß. Aus *Abbildung 12* wird deutlich, dass die Reihenfolge der Betrachtung von Ort und Zeitpunkt einer Wirkung nicht einfach vertauscht werden dürfen. Eine Berührung erfolgt beim Abstand $d(x_0,x_1) = 2\, r$. Die Wirkung der zweiten Kugel auf die erste, also der Stoß, wird auf einen Zeitpunkt ***0*** gelegt und ist eine abrupte Beschleunigung, wie sie durch die Knickfunktionen, daraus folgenden Heavisidefunktionen und dann den Diracschen Deltafunktionen beschrieben werden kann. Die grüne Kugel ruht anfangs, ihr Ort ist nicht exakt bekannt, was durch die grünen Punkte angedeutet wird. Die zweite Kugel wird durch ihre Trajektorie und mit der Wahl einer sinnvollen Normierung, durch einen roten Pfeil dargestellt, zu welchem wegen der vielen möglichen Nachbarkugeln noch zwei weitere mögliche eingezeichnet sind. Das lässt sich so betrachten, dass die Wirkung des Stoßes durch das bewegte ***v*** auf das ruhende ***u*** erfolgt oder durch das bewegte ***u*** auf das ruhende ***v***. Einmal wird von oben auf die x-Achse geschaut und einmal von unten (actio = reactio). Beim Skalarprodukt der beiden Vektorkomponenten x_0 mit v oder x_1 mit u ergibt sich ein unterschiedliches Ergebnis, was sich durch eine Poissonklammer ausdrücken lässt.

$$[\vec{x}_0 \cdot \vec{v} - \vec{v} \cdot \vec{x}_1]_P = (x_0 - x_1)(v \cos(\vec{x}_0, \vec{v})) = d\,(v \cos(\vec{x}_0, \vec{v})) \qquad (25)$$

Anstelle von den Orten x auszugehen, ist es auch möglich, eine Komponente des Impulses zu betrachten. Bei der Beschränkung auf den Stoß zweier Kugeln mit der normierten Masse 1, wird dann x durch die Bewegung des Schwerpunkts der beiden Kugeln ersetzt. Auch dabei wird der Abstand eines einzelnen Ereignisses um den Abstand der Kugelmittelpunkte verschoben und damit auch die Wirkung. Beim einzelnen Ereignis kann diese aber auch sehr klein werden (cos gegen 0), z.B. beim annähernden Vorbeiflug wird der Geschwindigkeitstausch sehr klein bzw. verschwindet dann ganz. Nur im Durchschnitt ist er gemäß dem Erwartungswert der Maxwell-Boltzmannschen-Geschwindigkeitsverteilung 1. Dieser Gedankengang sollte auf alle stabilen Systeme, welche aus den postulierten Kugeln bestehen, angewendet werden können. Deren Zusammenhalt muss daher gegenüber der Umgebung von den freien Weglängen erzeugt werden, welche ja nicht von den inneren Geschwindigkeiten abhängen.

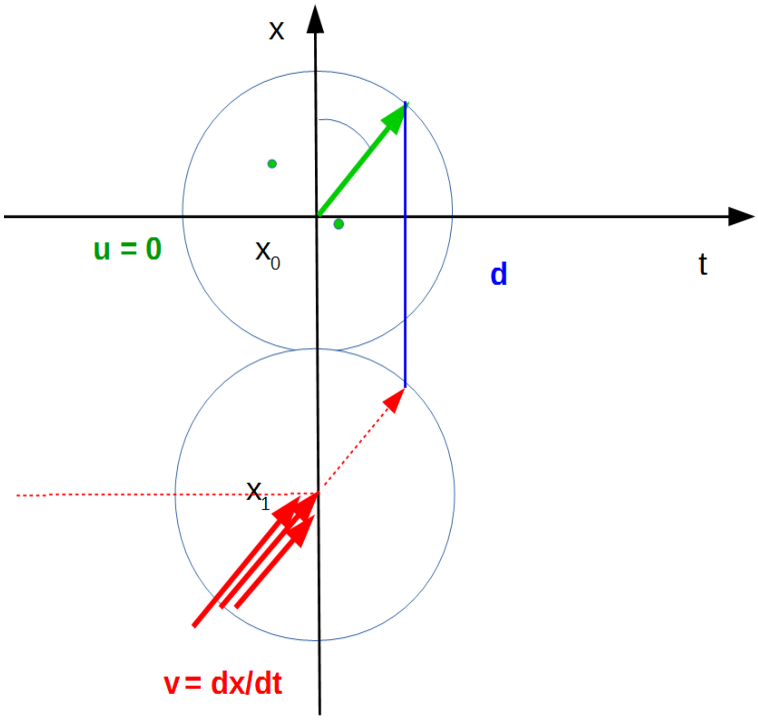

*Abbildung 12: **Kommutator** bei Stoß*

Bei einzelnen Stößen entstehen konstante Werte, welche nach vielen Stößen gegen Mittelwerte und Standardabweichungen streben. Die Unabhängigkeit der freien Weglängen von Geschwindigkeiten und der feste Wert des Abstands von Mittelpunkten bei den Stößen verursachen eine kleine Abweichung bei Geschwindigkeiten und Orten gegenüber Punktbewegungen, d.h. eine kleine Asymmetrie. Auch die Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung besitzt im Vergleich mit einer Normalverteilung eine kleine Asymmetrie. Vermutung ist darüber hinaus, dass bereits eine Kugel nicht sinnvoll für sich allein beschreibbar ist. Nur relativ zu anderen ergibt sich ein Sinn für Geschwindigkeits- und Ortsmessungen oder Berechnungen, welche dann bei der Registrierung (Speicherung) einzelne elementare Ereignisse in der Raumzeit erkennen lassen. Bis hierher ist demnach nur die Proportionalität der elementaren Wirkung zur Größe der Eigenschaften der beteiligten Kugeln erkennbar.

Sehr viele Kugeln erfordern die Durchschnittsbildung für Geschwindigkeiten und freie Weglängen. Deshalb wird der Übergang zur quantentheoretischen Beschreibung durch Ersetzen der Poissonklammer mit einem **Kommutator**, welcher mit ***1/iħ*** multipliziert wird, verständlich. Der komplexe Parameter ***i*** (von der imaginären Zeit[52]) gewährt die Orthogonalität. Aus der Summenbildung über sehr viele kleinste Kugeln einer Struktur, welche mit klassischen Funktionen ***u*** oder ***v*** (hier jetzt nicht nur Geschwindigkeiten) beschrieben werden, können Erkenntnisse für die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Stabilitätserzeugung liefern. Die Masse entspricht der berücksichtigten Anzahl. Das reduzierte Plancksche Wirkungsquantum ***ħ*** charakterisiert dann die Periodizität bzw. Stabilität von Strukturen ***U*** und ***V*** in

52 Vgl. Abschnitt 1.5 Imaginäre Zeit in [Roe 1992]

der Quantentheorie, welche ein Stoßgleichgewicht gegenüber der Umgebung ausdrücken.

$$\sum_{k=1}^{m}\left(\frac{\partial u}{\partial q_k}\frac{\partial v}{\partial p_k}-\frac{\partial v}{\partial q_k}\frac{\partial u}{\partial p_k}\right)=:[u,v]_p \rightarrow \frac{1}{i\hbar}[U,V] \qquad (26)$$

Aber auch die „spukhafte Fernwirkung“, welche als Verschränkung umschrieben wird, bezieht sich immer auf stabile Strukturen und diese sind periodisch. In Elementarteilchen sind nach dieser Hypothese sehr viele kleinste Kugeln enthalten. Die Periodizität ist mit der Compton- oder der De-Broglie-Wellenlänge verbunden, welche über $v=c\sqrt{2}/2$ miteinander zusammen hängen. Dabei kann die darin steckende Periodizität bzw. Stabilität mit einem drehenden Zeiger assoziiert werden, was auch bei einer verschränkten fernen Struktur das hier gemessene Ergebnis erzwingt.

Die Korrespondenz zur kinetischen Gastheorie führt über das Ehrenfest-Theorem auf einen Vergleich mit der Gültigkeit des Satzes von Liouville und der klassischen Liouville-Gleichung

$$\frac{d\rho}{dt}=\frac{\partial\rho}{\partial t}+\sum_{i=1}^{N}\left[\frac{\partial\rho}{\partial q_i}\dot{q}_i+\frac{\partial\rho}{\partial p_i}\dot{p}_i\right]=0 \qquad (27)$$

auch mit inneren Selbstwechselwirkungen, also Stößen, weil bei diesen die Bewegungsgrößen nur auf eine andere Kugel über gehen, also getauscht werden. Dabei ist ρ die Wahrscheinlichkeitsdichte (Phasenraumdichte) des betrachteten Ensembles. Die in den kanonischen Impulsen p enthaltenen Massen erfordern allerdings noch den Nachweis des *stabilen Zusammenhalts*. Die vorkommenden Trajektorien der kanonischen Orte q können sich wegen der Stöße allerdings berühren und zu Knicken führen. Erst in der groben Betrachtung von Ensembles (mit stabilen Massen) werden die Trajektorien zu glatten Kurven, durch welche die Infinitesimalrechnung bei der Beschreibung anwendbar wird. Die Periodizität ist ein Merkmal der Stabilität.

Das zeigt, dass Quantenhaftigkeit bereits in einem klassischen Ensemble gilt, das durch die statistische Physik beschrieben werden kann, weil auch da diskrete Objekte existieren. In der diskreten Erweiterung gilt das erst recht. Die Werte einer möglichen Art von Compton- oder De-Broglie-Wellenlänge sind dann von den Eigenschaften des betrachteten Gases harter Kugeln abhängig und können kontinuierliche Werte annehmen.[53] Für stabile Systeme sind normalerweise zusätzliche Kräfte zu berücksichtigen, außer bei Störungen welche sich longitudinal ausbreiten. Diese entstehen durch Superposition. Die Grenzen korrespondierender Überlegungen enden bei angenommenen glatten Bahnen von quantenmechanischen Objekten, beispielsweise Protonen im Coulombfeld eines Atomkerns, weil kleine Bahnabweichungen das Gleichgewicht von Coulomb- und Zentrifugalkräften zu leicht stören. In der Superposition von Strukturen, welche durch einen stärkeren Effekt zusammen gehalten werden, lässt sich das verstehen und mit den Eichfeldern des Standardmodells der Elementarteilchen beschreiben. Hier ist aber immer noch keine Begründung für die nötige Stabilitätsbildung zu erkennen.

53 Vgl. Kapitel Korrespondenzmäßige Quantelung in [Jor 1936]

Für die Ausbreitung von Störungen im angenommenen Substrat als Transversalwellen, was auch schon bei den Stoßtransformationen und deren Bedeutung angesprochen wurde, muss natürlich ebenfalls ein Modell entwickelt werden, welches deren Stabilität und Periodizität erklärt. Die transversalen Komponenten bleiben bei Stößen unverändert und können so Grundlage für die Feldbeschreibungen sein (U(1)-Symmetrie). Lokal stabile Strukturen besitzen einen unbekannten Mechanismus für ihre Stabilität, der immer noch gesucht werden muss. Die bisher frei wählbare Skala, wie sie Baez erwähnt, kann aber auf konkrete Eigenschaften des Substrats eingeschränkt werden, bei astronomischen Messwerten vielleicht sogar im Einklang mit der ART. Für Diracs große Zahlen bahnt sich möglicherweise eine anschauliche Lösung an.

2.7 Evolutionsgrundlagen

Wegen des Bohrschen Korrespondenzprinzips funktioniert die Erklärung vieler quantenmechanischer Vorgänge mit klassischen Bildern. Diese würden auch Beschreibungsmöglichkeiten ähnlich der kinetischen Gastheorie implizieren und mit diesen die Gültigkeit des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik. Dieser verursacht aber die Auflösung von Strukturen im postulierten Substrat, was einen Widerspruch hervorruft, der ausgeräumt werden muss.

Bei Akzeptanz des Postulats eines Urknalls müsste damit ein Maximum an Ordnung verbunden gewesen sein, wenn auch damals schon der zweite Hauptsatz der Thermodynamik galt. Wenn sich aus Gaswolken Galaxien mit Sternen, Planeten, unterschiedlichen Atomen und Molekülen sowie höhere Lebewesen,… bilden konnten, sollte all diese höhere Ordnung schon beim Urknall in der angenommenen (angenäherten) Singularität vorhanden gewesen sein. Aus einfach chaotisch bewegten Elementarteilchen würden sich ohne ein zusätzliches Naturgesetz keine solchen Strukturen bilden. Dessen Existenz wird wegen des zweiten Hauptsatzes, der in der aktuellen Formulierung keine thermodynamische Vernichtung von Entropie erlaubt, bezweifelt. Weil Wärme proportional zu den Quadraten der Teilchengeschwindigkeiten ist, gilt natürlich, dass diese selbständig nur vom wärmeren zum kälteren Körper fließt. Die Berücksichtigung der Massendichte gibt möglicherweise einen Hinweis darauf, weshalb massive Körper oft kälter erscheinen als die Umgebung. Oder besteht da ein Widerspruch? Gibt es im ganz Kleinen einen Antrieb für Evolution, welcher im hier angenommenen Substrat die Bildung von Strukturen ermöglicht oder gar erzwingt?

Der Begriff „Ordnung" ist bisher nicht zufriedenstellend definiert. Seine Verwendung zur Interpretation des zweiten Hauptsatzes wird kontrovers diskutiert. Hier wird als Arbeitshypothese einfach nur angenommen:

> Ein Zustand mit anderen als Durchschnittswerten von Anzahldichte bzw. Durchschnittsgeschwindigkeit, innerhalb eines begrenzten Bereichs, besitzt gegenüber der Umgebung mit einem unbegrenzten Reservoire dieser Werte, eine höhere Ordnung.
>
> Dabei wird das Maß **W** der Ordnung eines Zustands zu: **W** = **P(A)**, der Wahrscheinlichkeit, welche für das Auftreten von Ereignissen definiert ist.

Um Ordnung bzw. Unordnung oder Chaos im betrachteten Substrat quantifizieren zu können, bietet sich an, absolutes Chaos, welches durch Thermalisierung erzeugt wird, mit der Maxwell-Boltzmannschen-Geschwindigkeitsverteilung und die Dichte bzw. freie Weglänge mit einer gleichartigen Wahrscheinlichkeitsverteilung zu verbinden. Höhere Strukturen bzw. daraus gebildete Systeme, werden in der Standardphysik durch Funktionen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben. Dabei ist zu beachten, dass in einer so konstruierten höheren Hierarchie keine elementaren Ereignisse des Substrats doppelt zählen. Es gelten die bekannten Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung:

$$P\left(A_i \cap A_j\right) = P\left(A_i\right) \cdot P\left(A_j\right) \quad . \tag{28}$$

Nur paarweise unabhängige Ereignisse aus einer höheren Stufe von Systembildung werden in einem Maß für die Ordnung gezählt.

In diesen Systemen entstehen durch Thermalisierung neue Mittelwerte. Deren **Superposition** ist unter Berücksichtigung elementarer Wechselwirkungen bis zur Grenze tolerierbarer Fehler möglich und Hauptmerkmal der Standardphysik. Jede auftretende stabile Abweichung von den Parametern elementarer Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Geschwindigkeiten und Dichte bzw. freie Weglänge) sollte dann ein Maß für eine höhere Ordnung im ursprünglichen Chaos darstellen. Bei der Beschreibung ist deren Definition, welche auf die Stufe der Systembildung gegenüber den elementaren Objekten des Substrats weist, ein wichtiger Hinweis auf das Maß der Ordnung. Diese Überlegung öffnet ein weites Feld intensiver Forschung, auch experimentell. Hinweise auf ein damit zusammen hängendes Verhalten der Natur im ganz Kleinen sind beispielsweise auftretende Buckel in den Graphen von Stoßexperimenten.

Damit kann nun versucht werden, einen Bestandteil des zweiten Hauptsatzes etwas anders zu formulieren:

> Entropie $\mathbf{S} = \mathbf{k_B} \, \mathbf{ln} \, \mathbf{W}$ ist ein Maß für die Unordnung bzw. für die thermodynamische Wahrscheinlichkeit **W** eines Zustandes.
>
> Die Entropie nimmt in einem abgeschlossenen System zu, wenn sich durch eine begrenzende Oberfläche wegen der Thermalisierung die Eigenschaften an diejenigen der Umgebung anpassen, wobei das System dem thermodynamischen Gleichgewicht näher kommt oder
>
> die Entropie nimmt ab, wenn in einem begrenzten Gebiet die Ordnung aus eigenem Antrieb größer wird und demnach Systeme stabil bleibend von der Umgebung abweichende Mittelwerte der Geschwindigkeiten oder Anzahldichte erhalten.

Der erste Teil ist durch viele beobachtete Phänomene offensichtlich und auf Wechselwirkungen der Standardphysik durch Superposition zurückzuführen. Auf den zweiten Teil kann durch die bereits aus dem Postulat folgende absolute Symmetrie von möglichen Stoßereignissen geschlossen werden. Jeder Stoß könnte auch umgekehrt verlaufen, obwohl es sicher ist, dass es keine zwei gleichen Stöße geben kann. Die selbständige Bildung von stabilen, also nicht nur lokalen und vorübergehenden, Abweichungen vom statistischen Chaos, ist dann der Beweis für den zweiten Fall. Im Substrat des Universums können lokal Durchschnittsgeschwindigkeiten sowohl abnehmen als auch zunehmen, was mit Materieansammlung oder -verdünnung verbunden ist. Die Stoßfrequenzen ändern sich im Gleichgewicht nicht. Sowohl Evolution mit Entropieabnahme und Entropiezunahme kommen im Universum vor. Das ist eine fundamentale Erkenntnis, die allerdings **nicht im ortslosen Gas** gezeigt und deshalb hier nur in spekulativen Ansätzen angesprochen werden kann. Diese sollten zu umfangreichen Projekten führen und auch das **holographische Prinzip** mit einbeziehen.

3. Mögliches Szenarium

3.1 Materieansammlung

3.1.1 Anfangsmechanismus von Strukturbildung

Offensichtlich ist bisher, dass Geschwindigkeitsänderungen der postulierten Kugeln nur durch Stöße (fünfte Kraft) erfolgen können. In einer homogenen isotropen Umgebung bewegter Kugeln muss es zu Berührungen kommen. Mathematisch ist nur die Relativbewegung wichtig und eine der beiden Kugeln kann als ruhend ausgewählt werden. Der Geschwindigkeitsbetrag lässt sich auf 1 normieren. Es entsteht für den Einflussfaktor Stoßachsenwinkel eine sehr symmetrische Situation. Beim Winkel Null wird der Betrag vollständig auf die andere Kugel übertragen.

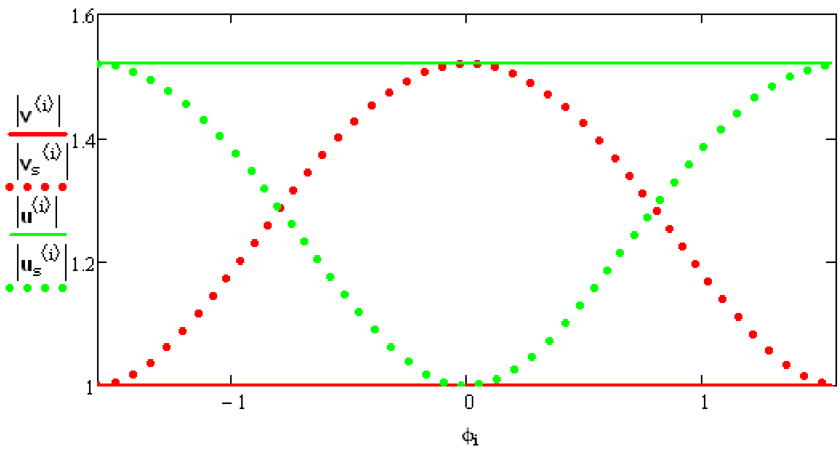

*Abbildung 13: **Symmetrischer Geschwindigkeitsübertrag** auf **u** und **v** mit Erhalt des Relativgeschwindigkeitsbetrags*

Die Stöße müssen Ursache für die Strukturbildung sein, wenn auch die wichtigste Ursache für den Eintritt eines Stoßes die Superposition der Stoßwahrscheinlichkeiten ist, welche sich natürlich mit der Dynamik der Substratkugeln ständig verändert (Geometrodynamik). **Freie Weglängen** sind dadurch der **Steuerungsmechanismus für** die **Strukturbildung** im Kleinen. Durch die Dynamik der Ortsveränderungen entstehen dafür Asymmetrien, welche Abhängigkeiten für Stöße und deren Wahrscheinlichkeiten liefern. Wird für den betrachteten Bereich ein gemeinsames Koordinatensystem gewählt, wie es bei der ortslosen Untersuchung geschah, ergeben sich die kleinen Asymmetrien, welche zur Erzeugung der Feinstrukturkonstanten führen. Dort stecken sie in der Rückkopplung, für welche die Existenz einer stabilen Struktur vorausgesetzt wurde. Werden die Orte mit betrachtet, entsteht eine kleine zusätzliche Abhängigkeit. Ursache dafür kann nur die Veränderung der Stoßwahrscheinlichkeiten sein. Diese könnte durch eine Asymmetrie bei der Häufigkeit auftretender Stoßachsenwinkel entstehen. Eine ganz kleine solche Asymmetrie entsteht möglicherweise durch einen ähnlichen Effekt wie zur Entstehung des Planckschen Wirkungsquantums. In dichten Strukturen können bei orthogonalen Treffern nicht unbedingt parallele Flugbahnen vorausgesetzt werden. Hier können für die riesige Aufgabe des Nachweises von dadurch stattfindender Bildung stabiler Strukturen nur einige Ansätze vorgestellt werden.

Kleine anfängliche Abweichungen von den Werten der Umgebung können eventuell eine Selbstverstärkung erfahren. Nach *Abbildung 14* könnte das eine kleine Strömung sein, welche die vorhandene lokale Strömung etwas verstärkt. Mit etwas abgeänderten Simulationen welche für die Thermalisierung oder die Erzeugung der Feinstrukturkonstanten verwendet wurden, kann das numerisch untersucht werden. Eine etwas verringerte Durchschnittsgeschwindigkeit und damit zusammen hängende freie Weglänge nach einem Simulationsdurchlauf verändert das Intervall wahrscheinlicher Absorption und der gesamte Vorgang wiederholt sich danach. Von außen stehen Geschwindigkeitsbeträge und freie Weglängen aus der unveränderbaren MB-Verteilung eines vorerst noch unveränderten unendlich großen Wärmereservoirs zur Verfügung, der absorbierbare Abschnitt daraus verschiebt sich aber in Richtung kleinerer Beträge. Dadurch kann eine Art Kollaps erzeugt werden, welcher bei der maximal möglichen Auffüllung allerdings endet.

Für die Ergänzung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik um eine mögliche selbständige Erzeugung höherer Ordnung im betrachteten Substrat, ist der Nachweis eines Beispiels ausreichend. Dafür wird eine einfache Menge stoßender Kugeln betrachtet, welche die Strömung in der Randnähe einer möglicherweise stabilen Struktur beschreiben soll.

Was passiert nun, wenn von außerhalb, in *Abbildung 14* durch den gestrichelten Grenzbereich zum umgebenden Normalraum angedeutet, Kugeln in die Strömung gelangen? Beschrieben werden kann das durch

$$\dot{P}(m,t) = \text{Rate hinein} - \text{Rate heraus} \tag{29}$$

und führt auf eine **Mastergleichun**g[54].

$$\dot{P}(m,t) = \sum_{m} w(m,m')P(m',t) - P(m,t)\sum_{m} w(m',m) \tag{30}$$

Das illustriert ein kleiner Würfel mit der Kantenlänge der lokalen durchschnittlichen freien Weglänge. Deren Anzahldichte wird durch die Formel (2) der kinetischen Gastheorie, aufgelöst nach ***n***, beschrieben. In dem Würfel

54 Siehe beispielsweise in [Hak 1983] Abschnitte 4.5, 4.6.,...

interessieren vor allem die zu möglichen Ereignissen führenden Geschwindigkeitsvektoren. Weil dabei nur der Außenbereich wichtig ist, bleiben die anderen Würfelseiten, welche von den freien Weglängen abhängen, offen. Der dreidimensionale Würfel kann weit entfernt von einem Zentrum, mit vier offenen Flächen leicht verformt in einer Kugelschale, liegen. Wenn in dieser überall fast gleichartige Zustände herrschen, kann das Verlassen des Probewürfels durch den Eintritt eines gleichen Vektors an der gegenüberliegenden Fläche beschrieben werden. Nur durch die beiden Flächen, welche nach außerhalb und innerhalb der Kugelschale zeigen, ist die Bilanz der Mastergleichung zu untersuchen. Durch diese kann sich die Anzahldichte ändern und mit ihr die von den Geschwindigkeiten unabhängigen freien Weglängen. Werden diese durch Zufallsgeneratoren erzeugt, erhalten die Stöße im betrachteten Segment eine scheinbare Zufallsabhängigkeit.

Zur weiteren Vereinfachung wird nur die Außenseite wie in *Abbildung 14* betrachtet, weil im Extremfall einer kleinen Struktur nur außen andere Eigenschaften vorherrschen. Die Kantenlänge ist gleich der durchschnittlichen freien Weglänge, im Extremfall ist der Würfel aber eine Sphäre. Nur außen verlassen Kugeln den Würfel (die Sphäre). Von außen gelangen in einem Zeitintervall (= Zeitschritt) Kugeln gemäß dem dort herrschenden Zustand in den betrachteten Würfel (die Sphäre). Dieser Zustand ist wegen der großen Anzahl von Kugeln, selbst schon in einem Elementarteilchen, nur durch Wahrscheinlichkeiten zu beschreiben. Die Zeit bis zum nächsten Stoß wird aus dem inneren Zustand des Würfels berechnet, der schon durch gerade hinein gelangte Kugeln korrigiert wurde. Das Zeitintervall wird von der in einer durchschnittlichen freien Weglänge im betrachteten Segment zurückgelegten Strecke bestimmt. Freie Weglängen sind unabhängig von den Geschwindigkeiten im betrachteten Gebiet. Deshalb sollte deren Einfluss über die Anzahldichte auf die Masse der entscheidende Faktor für **Gravitation** und **Trägheit** sein. Ansammlung weniger schneller Kugeln wegen der Absorption passender Geschwindigkeitskomponenten aus der Umgebung, was durch Superposition umschrieben werden kann, ist dann die den vier Wechselwirkungen der Standardphysik zugrunde liegende Eigenschaft. Diese wird durch Stöße erzeugt, welche in der Sprache der ART eine **Raumzeitverzerrung** erzeugen. Dazu kommt, dass Skalarprodukte von orthogonalen Vektoren verschwinden, weshalb der Effekt zur Erzeugung der Gravitationskonstante, welcher von der Häufigkeit der bei den Stößen auftretenden Vektorwinkel abhängt, viel kleiner wird, als der zur Erzeugung der Feinstrukturkonstante. Im verwendeten Simulationsprogramm muss das durch eine Abfrage berücksichtigt werden, welcher Stoßpartner besser zur gerade betrachteten Struktur passt. Das ist bei neutralen Strukturen im Durchschnitt ein Stoßpartner, welcher wegen kleinerer Geschwindigkeit eine kleinere freie Weglänge verursacht. Bei Stößen in den Strukturen entstehende höhere Geschwindigkeiten werden zum Ausgleich emittiert, so dass ein Stoß- oder thermodynamisches Gleichgewicht der Ansammlung erreicht werden kann. Das kann zur Stabilität der betrachteten Struktur führen. Diese mit der Bildung der systeminternen freien Weglängen zusammenhängende Eigenschaft muss für die Stabilität der Struktur sorgen und ist im Kleinen die dominierende Kraft.

Formierung stabiler Systeme

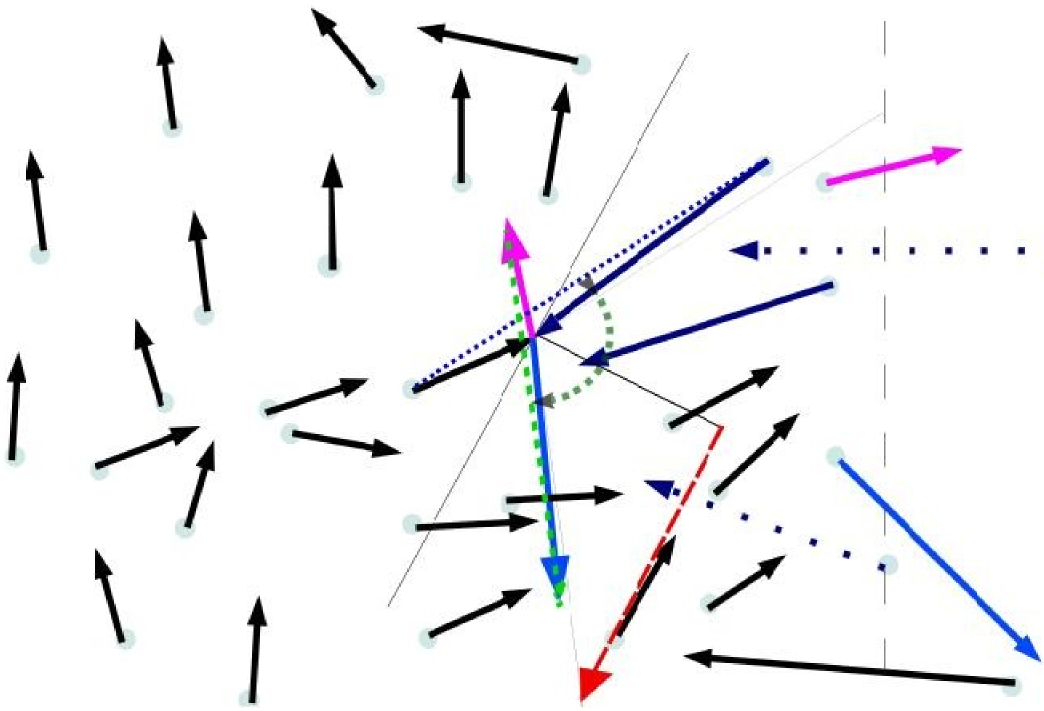

*Abbildung 14: Verhalten einer Strömung (**Drehung der Relativgeschwindigkeit**) in der normalen Umgebung des Substrats*

Jede mit acht Zahlen (z. B. drei für die Geschwindigkeit und die Nummer des letzten Stoßpartners sowie drei Ortskoordinaten mit dem Zeitpunkt der Erfassung) gespeicherte Kugel könnte mit einer von außerhalb zusammen stoßen. Das können noch sehr viele sein, so dass die Erzeugung mit Zufallsgeneratoren sinnvoll erscheint. Mit diesen kann ein System mit detaillierter Bilanz (Gleichgewicht zwischen ein- und austretenden Objekten) annähernd erreicht werden, so dass eine (ebenfalls annähernd) exakte stationäre Lösung der zugehörigen Master-Gleichung möglich wird. Die Erzeugung und dann die Existenz eines im Durchschnitt stabilen Inhalts des betrachteten Würfels, mit von seiner Umgebung unterschiedlichen Eigenschaften, beweist dann eine mögliche Zunahme von Ordnung bzw. Abnahme von Entropie gemäß der angenommenen Ergänzung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik.

Nach jedem Stoß, bei dem die Stoßachsenwinkel aus den bekannten exakten Werten berechnet werden können, erfolgt beispielsweise in einem Computerprogramm für eine Simulation, eine Neubestimmung des Zustands gemäß der Rate hinein – Rate heraus im aktuellen Zeitintervall. Nur zum Stoß kommende Kugeln müssen berechnet, aber alle anderen (vermutlich die Mehrheit) müssen für die freie Weglänge berücksichtigt werden. Freie Weglängen sind nach der kinetischen Gastheorie von den Geschwindigkeiten unabhängig. Deshalb ist zu zeigen, dass eine entstehende Asymmetrie die Dichte ändern kann. Das wäre ein erster Teil des gesuchten Beweises.

Nach dem Stoß wird das Verlassen des Segments durch die im aktuellen Zeitintervall erreichbare Grenze bestimmt. Liegt diese innerhalb des Segments, bleibt die entsprechende Kugel in der betrachteten Menge. Dabei gibt es verschiedene Fälle:

- die Dichte bleibt gleich, wenn nur ein Partner das Segment verlässt,
- sie erhöht sich, falls beide im Segment bleiben,
- sie wird kleiner, falls beide das Segment verlassen.

Es bildet sich eine Überlagerung (Superposition) der inneren mit der äußeren Wahrscheinlichkeitsfunktion. Diese kann eine Asymmetrie erzeugen, welche durch Thermalisierungsströme wieder verschwinden kann, aber nicht muss. Bei orthogonal in eine Strömung gelangenden Kugeln sind die meisten orthogonalen Stöße und ein maximaler Geschwindigkeitsbetragsunterschied zu erwarten.

Im Vakuum kommen Stöße aus allen möglichen Richtungen vor und beschreiben Vakuumfluktuationen. Bei Ansammlungen in einem Segment gilt:

$$\frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\, n_{innen}\, d^{2}} = L_{Segment} < L_{außen} = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\, n_{außen}\, d^{2}} \tag{31}$$

Außen im leeren Raum ist die freie Weglänge ***L*** größer als in einer Ansammlung und damit die Dichte ρ kleiner.

Die Rate hinein, welche dann auch eine Stoßfrequenz festlegt, bestimmt sich aus der Dichte $\boldsymbol{\rho_{außen}}$ mal der Durchschnittsgeschwindigkeit, die nicht unbedingt perfekt isotrop sein müssen.

$$\nu_{hinein} = \rho_{außen} \cdot \bar{v}_{außen} = \frac{\sqrt{2}\cdot c}{\lambda_{außen}} \tag{32}$$

Obwohl einzelne Vektoren durch die gedachte Oberfläche kommen und für genaue Rechnungen beispielsweise mit Zufallsgeneratoren erzeugt werden müssen, reicht hier erst einmal diese einfache Überlegung.

$$\nu_{heraus} = \rho_{innen} \cdot \bar{v}_{innen} = \frac{\bar{v}_{innen}}{\lambda_{innen}} \tag{33}$$

Die Rate heraus bestimmt sich aus der Dichte $\boldsymbol{\rho_{innen}}$ mal der Durchschnittsgeschwindigkeitskomponente nach außen. Weiterhin könnten bei der Untersuchung solcher Segmente vermutete Besonderheiten berücksichtigt werden:

- Die Drehung der Relativgeschwindigkeit beim Stoß erzeugt eine lokale Krümmung, welche im Durchschnitt bei vollkommener Isotropie verschwindet, normal aber > 1 ist.
- Durch die konvexen Trajektorien werden häufiger fast orthogonale Stöße auf Kugeln einer Strömung erzeugt.
- In einem betrachteten Zeitintervall erfolgen unterschiedlich viele Stöße.

Deren Einfluss muss bestimmt werden. Wegen der großen Zahl wird zur Bewältigung versucht, anstelle einzelner Stöße die Eigenschaft auszunützen, dass die effektiven Felder auch superponierbar sind.

- Die angenommene sehr große Anzahl von Kugeln in den interessierenden Gebieten ermöglicht mit ihren Durchschnittswerten eine fast exakte Anwendung der Differentialgeometrie.
- **Superposition** (Mischung und Überlagerung) tritt bei allen vier elementaren Wechselwirkungen der **Standardphysik** auf und bestimmt die Wahrscheinlichkeiten für auftretende Ereignisse. Das ist ein Hauptmerkmal der Standardphysik.
- **Stöße** (fünfte Kraft) erzeugen Asymmetrien außerhalb von Superpositionen und sind dadurch Ursache der Systembildung. Vermutlich kann dazu ein Zusammenhang mit der **starken Wechselwirkung** hergestellt werden.

Ein betrachtetes Segment könnte nach Einstein auch „Molluske"[55] heißen, wenn die Veränderungen in der vierten Dimension, also der Zeit, mit betrachtet werden. Ein einziger dargestellter Stoß lässt sich so interpretieren, dass durch ihn mit der Anzahl von elementaren Ereignissen Zeitintervalle definiert sind. Wegen der möglicherweise auch weit voneinander entfernten Ereignisse wird die Zeit erst im großen Durchschnitt glatt. Sinnvoll kann auch die Beschreibung der bewegten Kugeln mit Kugelkoordinaten sein, die Würfel dienen nur zur anschaulicheren Erklärung im Zusammenhang mit der Mastergleichung. Dann wären die zu betrachtenden Segmente Sphären oder eben nach Einstein Mollusken, weil sie Formen wie Weichtiere annehmen können. In der Größenordnung freier Weglängen, wo die diskrete Erweiterung der Standardphysik konstruiert werden soll, muss daher die selbständige Entstehung mindestens einer stabilen Struktur gezeigt werden, welcher der Name eines Elementarteilchens zugeordnet werden kann. Daraus könnten viele größere Projekte entstehen, für welche hier nur grundsätzliche, aber unvollständige, Anregungen gegeben werden.

Superposition für die Stoßfrequenz entsteht mit gleichen Wahrscheinlichkeiten trotz unterschiedlicher Intervallgrößen. Sich überlagernde (zu addierende) Wahrscheinlichkeiten stammen von der einen Struktur, bei der Bedingung für die Absorption aus einer zweiten Struktur werden die **Wahrscheinlichkeiten multipliziert** und aus der Geometrie gilt die normale Entfernungsabhängigkeit der Wechselwirkungen. Das ist ein möglicher Hinweis auf den dahinter steckenden Mechanismus und ermöglicht quantitative Schätzungen.

In der Kosmologie werden Galaxien teilweise als Staub behandelt und die Wechselwirkungen dabei als direkte Stöße. Zwischen ganz Großem und dem hier postulierten Kleinen scheint ein gewisser Zusammenhang zu bestehen.[56]

55 Siehe [Ein 1920] S.67.

56 Vgl. [Reb 2012] 18.2 Thermodynamik relativistischer Fluide (direkte Stöße im Substrat, kalt, Massendichte mit Deltafunktion).

3.1.2 Gravitationsmechanismus

Chaotisch durcheinander schwirrende Kugeln, welche perfekt homogen und isotrop, wie im Postulat angenommen, verteilt sind, lassen keinerlei Struktur erkennen. Als einfache beginnende Strukturbildung kann eine Strömung aufgefasst werden. Durch Superposition in diese hinein geratene zu ihr passende Kugeln können diese verstärken. Kleine Richtungsabweichungen oder Geschwindigkeitsunterschiede führen auf den ersten Blick zu einer Auflösung der Struktur, also einer Dichtefluktuation. Das wurde im vorigen Abschnitt angedacht. Ist aber die Strömung Bestandteil einer stabilen Struktur, werden stabilitätsmindernde Fluktuationen durch einen in dieser steckenden, stärker wirkenden, Mechanismus ausgeglichen. Allein die Existenz solcher stabilen und wohl auch überwiegend periodischen Strukturen spricht dafür, dass darin gerichtete Strömungen vorkommen. Die Periodizität deutet auf wirbelartige Strukturen hin, welche aus Strömungen um einen Schwerpunkt herum bestehen. Deren Bewegung kann relativ zu anderen großen Strukturen, beispielsweise Galaxien oder Strömungen zwischen Sternen in diesen, klein sein und das durchschnittliche Maß der zu dieser Strömung passenden Geschwindigkeitsanteile aus der Umgebung festlegen. Das kann für eine Schätzung des Größenverhältnisses absorbierter Kugeln aus der Umgebung verwendet werden. Wegen der Stöße innerhalb der Struktur muss mit der Ansammlung durch kleinere Geschwindigkeiten auch eine Emission größerer Geschwindigkeiten in die Umgebung verbunden sein. Wegen des Postulats können die ja zwischen Stößen geradeaus fliegenden Kugeln nur in Strömungen mit gekrümmter Oberfläche gelangen oder diese verlassen.

Obwohl sich eigentlich alle Wechselwirkungen in der diskreten Erweiterung der Standardphysik auf die Ereignisse in kleinen Segmenten der Raumzeit zurück führen lassen, werden im Großen sogar ganze Galaxien durch Eigenschaften beschrieben, welche Raumzeitpunkten durch einen Energie-Impuls-Tensor zugeordnet sind. Allen zu diesem beitragenden Energieformen lassen sich dadurch umgekehrt mit einem Zufallsgenerator Geschwindigkeitsvektoren in seiner Umgebung zuordnen. Die einzelnen Geschwindigkeitsbeträge werden vom Stoßgleichgewicht zur Umgebung bestimmt, wenn eine Stabilität der betrachteten Struktur angenommen werden kann. Das ist der Normalfall für alle mit periodischen Funktionen beschreibbaren Strukturen der Standardphysik.

Wird nun eine beliebige Kugel der betrachteten stabilen Struktur ausgewählt, sind zur Beschreibung von deren Verhalten mindestens zwei positive reelle Zahlen erforderlich. Zwischen zwei Ereignissen muss es einen räumlichen und einen zeitlichen Abstand geben. Für dieses zweidimensionale Intervall lässt sich mit der Wahrscheinlichkeitsverteilung eine Wahrscheinlichkeit bestimmen. Interessiert nun nicht die Wahrscheinlichkeit für einen nächsten Stoß, sondern, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine andere in diesem Intervall befindliche Kugel als zur gleichen Struktur gehörend interpretiert werden kann, sind die Wahrscheinlichkeiten für das Verlassen oder Hinzukommen zu betrachten. In der vierdimensionalen Raumzeit wird es immer kleine Abweichungen, beispielsweise von Winkeln geben. Bei zwei Kugeln ist das **<u>Produkt der</u>**

Wahrscheinlichkeiten für die beschreibende Superposition maßgeblich. Die zweite Kugel kann zwar aus einer beliebigen, auch entfernten, Struktur kommen, weil sich ja alle Wahrscheinlichkeiten überlagern, durch die freien Weglängen zwischen Stößen bleibt aber von den dort herrschenden Geschwindigkeiten wegen der Verwendung von Wahrscheinlichkeiten keine Information erhalten. Durch eine von der Umgebung ein wenig abweichende Stoßfrequenz werden stabile Strukturen bevorzugt, weil die komplett chaotischen Bewegungen im Vakuum weggemittelt werden können. Nur die Anzahl welche in der betrachteten Struktur der Masse entspricht, kann sich etwas ändern, indem Substratkugeln absorbiert werden.

Die Anzahldichte der Struktur, welche auch durch die durchschnittlichen freien Weglängen beschrieben wird, liefert für ein gewähltes Gebiet die Masse. Diese kann aus den Summen deshalb ausgeklammert werden. Als wesentliche Eigenschaft für eine kleinste Kugel bleibt deren durchschnittlicher Geschwindigkeitsbetrag in der betrachteten Struktur. Diese wiederum besitzt die durchschnittliche freie Weglänge der Struktur, mit welcher sie ein Intervall definiert. Für dieses wird die zusätzliche Anwesenheit einer hinzu kommenden Kugel aus der Umgebung betrachtet. Deren Wahrscheinlichkeit kann wegen der Unsicherheit über den augenblicklichen Ort oder die exakte Geschwindigkeit über den ganzen Stoßzylinder (*Abbildung 6*) gestreut sein und noch dazu unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten für die vorkommenden Winkel besitzen. Sie ändert sich dynamisch auf komplizierte geometrisch Art dynamisch. Die beiden zugehörigen Wahrscheinlichkeiten, sind für einen erwarteten Stoß zu multiplizieren, um die Absorption in diesem Raum-Zeit-Intervall auszudrücken, ohne dass der Stoß selbst betrachtet wird. Dieser liefert bei Kenntnis der freien Weglängen und Geschwindigkeiten einen **Zahlenfaktor**, welcher als **Stärkeverhältnis für** die **Absorption**, also eine **Feinstrukturkonstante der Gravitation** interpretiert werden kann. Mit diesem Zahlenfaktor lässt sich dann die Newtonsche oder Einsteinsche Gravitationskonstante **G**[57] nach den bekannten Formeln ermitteln. Die Stöße selbst verzerren die Raumzeit, wie dieser Vorgang in der ART bezeichnet wird. In einer Materieansammlung sind alle kleinsten Kugeln im gleichen Maß an diesem Mechanismus beteiligt, weshalb die Gravitation proportional zu deren Anzahl ist.

Bei der Trägheit wirkt die gleiche Anzahl in der stabilen Struktur steckender kleinster Kugeln, welche durch die Superposition gegenüber dem Substrat der Umgebng beschleunigt werden muss. Deshalb sind träge und schwere Masse äquivalent.

Das Ganze beschränkt sich aber nicht auf die Absorption von Substratkugeln in bereits existierenden stabilen Strukturen, welche aus Elementarteilchen zusammen gesetzt sind. Durch zufällige Asymmetrien können Kondensationskeime gebildet werden, welche die Stoßwahrscheinlichkeiten in ihrer Umgebung verändern. Deren Eigenschaften können lokal normiert werden und so neue Kondensationskeime zulassen. In Simulationen kann das dadurch berücksichtigt werden, dass besser in die betrachtete Struktur bzw.

57 Experimentell wird G mit Probemassen ermittelt, deren chemische Zusammensetzung i.A. unberücksichtigt bleibt (vgl. dazu [Klei 2002]).

Strömung passende Kugeln als zu dieser gehörend interpretiert werden. Schlechter passende verlassen die Ansammlung mit höherer Wahrscheinlichkeit. Dieser Vorgang kann bei häufiger Wiederholung sogar zu einem **Kollaps** der Substratkugeln in einem betrachteten Gebiet führen. Dieser Kollaps wird erst bei der maximalen Auffüllung gestoppt. Solche Ansammlungen müssen noch keine baryonische Materie enthalten und ihre Beobachtbarkeit kann deshalb erschwert sein. Galaxien dunkler Materie könnten so einen schweren Kern erhalten, der dann im Zentrum Jets entwickelt.

Die Entdeckung von Galaxien mit fast nur kalter dunkler Materie (CDM) deutet auf eine Entstehungsmöglichkeit durch diesen Mechanismus hin. Im Zentrum könnte die Grenze durch maximale Auffüllung diktiert werden. Dunkle Materie, welche z.B. in einer Galaxis deren Dynamik erklären soll, ist Bestandteil der Gesamtstruktur. Alles befindet sich im freien Fall ums Zentrum, wobei Sterne in der Strömung mit schwimmen können. Aber selbst ohne baryonische Materie könnten solche Vorläufer von Galaxien existieren.[58]

Kalte Zentren müssten heiße Oberflächen besitzen. Innen zusammen gedrängte kalte (langsame) Kugeln könnten als Jet an den Polen die Ansammlung verlassen. In Oberflächennähe würden diese die bei Stößen erzeugten und nicht in die Struktur passenden Geschwindigkeitsbeträge abführen, auch mit Überlichtgeschwindigkeit. Das wäre in erster Linie dunkle Energie. Dabei könnten auch Elementarteilchen im kalten Inneren der Ansammlung so entstehen, dass ein überwiegender Anteil normaler Materie erklärbar würde, weil langsamere Kugeln angesammelt werden, welche bei der **Elementarteilchenbildung** von Protonen und Neutronen die normale Materie dominieren. Ebenfalls entstehende Elektronen sind wegen des Ladungserhalts nötig. Ihre Geschwindigkeiten erhielten sie vermutlich erst im Außenbereich der Ansammlung durch die dort überflüssigen Geschwindigkeitsvektoren. Das könnte auch beim Urknall erfolgt sein, falls die Rotverschiebung aber auch anders gedeutet werden kann, bleibt der Effekt zumindest als eine Art Urknall bei der Galaxienbildung. Möglicherweise kann das aber auch langsam und ständig ablaufen.

3.1.3 Spin ½ Fermionen

Freie Weglängen

Bestandteile der großräumigen kosmischen Strukturen sind im Kleinen offensichtlich Phänomene, welche erfolgreich mit dem Standardmodell der Elementarteilchen beschrieben werden. Wesentlich ist in diesem das Auftreten von periodischen Funktionen, welche mit der Stabilität der Strukturen zusammenhängen. Diese können in der diskreten Erweiterung nur durch Superposition und Stöße beeinflusst werden. Bei orthogonalen Stößen entstehen größere Geschwindigkeitsunterschiede. Die freien Weglängen sind unabhängig von den Geschwindigkeiten. Sie werden allein von der

58 Vgl. Galaxis mit 99.9% dunkler Materie Dragonfly 44 [vDok 2016]

Anzahldichte nach der Formel (2) bestimmt. In gravitativ erzeugten dichten Ansammlungen werden deshalb kleine freie Weglängen vorherrschen. Diese freien Weglängen können direkt in der Compton-Wellenlänge elementarer stabiler Ansammlungen vermutet werden:

$$\lambda_c = \frac{h}{m\,c} \qquad (34)$$

Strukturen, denen das Phänomen von Stabilität gegenüber der Umgebung und eine Compton-Wellenlänge zugeordnet wird, könnten so eine systeminterne freie Weglänge dieser Größenordnung besitzen, was aber mit einer kleinen Durchschnittsgeschwindigkeit verbunden sein sollte, weil diese außen hoch ist. Solche Strukturen können als Elementarteilchen bezeichnet werden. Die Quelle von deren Erzeugung liegt deshalb vermutlich in den durch Gravitation erzeugten Ansammlungen, möglicherweise auch des gesamten bekannten Universums. Auch kalte dunkle Materie kommt dafür neben heißen Strömungen baryonischer Materie infrage. Bei der heißen Bildung kommen **Teilchen** und **Antiteilchen** gleich häufig vor und müssen wegen der Unabhängigkeit der freien Weglängen von den Geschwindigkeiten die **gleiche Masse** besitzen, obwohl kleinere oder größere als durchschnittliche Geschwindigkeitsvektoren emittiert werden können.

Die Asymmetrie bei Vektorwinkeln (Bahnenwinkel) hängt von der Stoßfrequenz ab und diese neben der Durchschnittsgeschwindigkeit von der freien Weglänge. Das verursacht eine Asymmetrie bei den Durchschnittswerten der Geschwindigkeitsbetragsänderungen, weil die maßgeblichen Stoßachsenwinkel symmetrisch zu den Relativgeschwindigkeiten auftreten. Diese können in der Mastergleichung für einen Stoßbereich ebenfalls eine Asymmetrie erzeugen. Das kann dann zu einer höheren Wahrscheinlichkeit für gewisse Strukturen führen, als in der unstrukturierten homogenen isotropen Umgebung.

Zentren beginnender Strukturbildung in dichten Ansammlungen verlagern sich nach dort, wo weniger Stöße zu erwarten sind. Weil bei Stößen Drehungen der Relativgeschwindigkeiten erzeugt werden, entsteht möglicherweise eine Asymmetrie von rechts- und linksdrehenden Strukturen. Abstoßung (Bewegung dorthin, wo weniger Stöße erfolgen) solcher noch virtuellen Strukturzentren kann dann in heißen Strömungen zur paarweisen Kondensation von sich drehenden Systemen führen, welche in ihrer Umgebung eine gewisse Stabilität, also Lebenserwartung, besitzen. Beschreibende Funktionen sollten Periodizität aufweisen und so für eine Periode berechenbare Werte der Anzahl, also Masse, liefern.

Ursache für den **Zusammenhalt** von Strukturen ist die **innere freie Weglänge**. Die Superposition von deren Wahrscheinlichkeiten könnte als **starke Wechselwirkung** bezeichnet werden, welcher eine Kraft der Größenordnung 1 zugeordnet wird. Für **Stabilität** muss die **Stoßfrequenz mit der Umgebung** übereinstimmen. Das kann wegen der unterschiedlichen möglichen Ladung (größere und kleinere Geschwindigkeiten nach außen), andererseits aber immer gleichen Masse (Anzahl der zur Struktur gehörenden Kugeln) nur durch die orthogonalen Komponenten erreicht werden. Daraus folgt eine erforderliche Querbewegung in der Struktur, welche mit dem Spin identifiziert werden kann.

In der Paarvernichtung treffen zwei identische nur phasenverschobene Wellenfunktionen aufeinander, weil die Anziehung eine Beschreibung im Schwerpunktsystem hervorruft. Die Bewegungen sind ja relativ zueinander so wählbar. Wegen der Stabilität im betrachteten Substrat passen die Wellenfunktionen mit ihren identischen Compton-Wellenlängen genau ineinander, nur sind die zugeordneten inneren Geschwindigkeiten, welche ja die freien Weglängen nicht beeinflussen, entgegengesetzt. Die Gesamtmasse bzw. Energie sind von der Compton-Wellenlänge bestimmt. Die wesentliche stabilitätsbestimmende Eigenschaft ist die Stoßfrequenz gegenüber dem Substrat der Umgebung. Bei der scheinbaren Auslöschung muss aber die Energie erhalten bleiben, was mit der Bildung einer sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitenden Störung erklärbar wird.

Drehimpuls und Spin

Weil bekannt ist, dass Elementarteilchen sowohl Elementarladungen als auch magnetische Momente erzeugen, ohne dafür Energie zu verbrauchen, sind elementare dazu erforderliche Prozesse zu suchen. Bei Vorbeiflügen bleiben die Relativgeschwindigkeiten unverändert, deshalb bleiben auch (Bahn-) Drehimpulse erhalten. Einzelne Stöße lassen Relativgeschwindigkeitsbeträge unverändert, die Wirkung ist die einer Drehung und daraus sollte dann der Spin folgen. Bekannt ist, dass bei jedem Stoß die Relativgeschwindigkeit gedreht wird (*Abbildung 14*).

Im Gegensatz zu starren Körpern, bei denen der Zusammenhalt der rotierenden Materie nicht hinterfragt wird, muss hier dieser Zusammenhalt erklärt werden. Das Füllen einer Sphäre mit bewegten diskreten Objekten kann durch Zuordnung von Raumzeit-Punkten erfolgen. Eine Gleichverteilung und isotrope Richtungen der MB-verteilten Geschwindigkeiten würde dem umgebenden Normalraum entsprechen. Den Bewegungen könnte nun eine Drehung überlagert werden, welche der Drehung einer vollen Kugel entspricht. Das sich ergebende Drehmoment wäre dann das der Vollkugel, weil sich die ursprünglichen Bewegungen des Normalraums (Vakuums) weg mitteln lassen. Die innere Stoßzone benötigt für eine gewisse Stabilität ein **Stoßgleichgewicht** und die äußere Zone gegenüber ihrer Umgebung, also dem Vakuum, auch. In beiden Fällen müssen demnach die Stoßfrequenzen, also Geschwindigkeitsbetrag mal Dichte oder Geschwindigkeitsbetrag durch freie Weglänge, der Umgebung entsprechen. Das ist auf verschiedene Arten möglich. Berücksichtigt werden muss dabei der Hintergrund des Vakuums, weil in dem betrachteten Bereich die Kugeln nicht unterschieden werden können. Im einfachsten Fall kann <u>ein</u> inneres Stoßzentrum von den Kugeln, welche sich im Stoßgleichgewicht mit der Umgebung befinden, gebildet werden. Der gesamte Bereich des Systems erzeugt dann von der Umgebung abweichende Geschwindigkeitsbeträge, also Ladung und einen Spin ½. In Experimenten kann die Stoßzone fast punktförmig erscheinen.

Die Wahrscheinlichkeit des Stoßachsenwinkels (dünne durchgezogene Linie) ist zur Richtung der Relativgeschwindigkeit symmetrisch, weil im normalen Raum parallele Flugbahnen als gleich wahrscheinlich angenommen werden. Bei **jedem Stoß** bleibt der Relativgeschwindigkeitsbetrag unverändert, deren Richtung ändert sich aber in Abhängigkeit von der Stoßachse, was jeweils einer **Drehung** entspricht. Dieser Drehung kann auch ein axialer Vektor (rot gestrichelt) zugeordnet werden, wenn eine Drehachse definiert ist, deren Abstand ins Kreuzprodukt mit der Winkelgeschwindigkeit ein geht. Problem ist jetzt die Zuordnung einer Winkelgeschwindigkeit zu der spontanen Drehung beim Stoß. Das erfordert eine Durchschnittsbildung vieler Stöße. Ohne Stoßachse, also lediglich mit der Annahme eines Zentrums der Ansammlung, kann trotzdem der Abstand von diesem zur Bildung eines Pseudovektors verwendet werden. Ohne mathematische Begründung, wird vorläufig für einen Stoß dieser rot gestrichelte, zur Stoßachse parallele Anteil der Relativgeschwindigkeit als Winkelgeschwindigkeit angenommen. Dieser entspricht ½ des Pseudovektors (Axialvektor) der Änderung der Relativgeschwindigkeit, welcher über alle zum System gehörenden Stöße eine Art Drehimpuls beschreibt, welche **Spin** genannt wird. Die vorkommenden Vektorwinkel mit einem von Null abweichenden Mittelwert, wirken sich auf die Symmetrie der vorkommenden Stoßachsenwinkel aus. Parallel zur Relativgeschwindigkeit gleich wahrscheinliche Flugbahnen können nicht einfach voraus gesetzt werden. Vom Systemzentrum aus überlagern sternförmig nach außen gerichtete Bahnen die im Normalraum übliche Gleichwahrscheinlichkeit paralleler Flugbahnen. Wegen **fehlender Drehachse** des Systems streuen aber die Berührungspunkte jeweils über einen ganzen Kreis auf der Oberfläche der Kugel. Aus einem kleinen Winkelbereich sind von außen keine Asymmetrien der Herkunft von Stoßpartnern zu erwarten, so dass weiterhin annähernd gleich wahrscheinliche parallele Flugbahnen angenommen werden können.

Der **Faktor ½** kann auch auf das **Fehlen von Drehachsen** zurückgeführt werden, was sich als Abschirmung oder einer in entgegengesetzte Richtung zur Beobachtung fliegenden Hälfte der Systemmasse bezeichnen lässt.

Orthogonal zu den betrachteten Relativgeschwindigkeiten ergeben sich die größten Änderungen von freien Weglängen (Dichte), weil orthogonale Stöße am häufigsten sind. In der Mastergleichung (29) kann deshalb die große Dichte in Verbindung mit einer kleinen Durchschnittsgeschwindigkeit das erforderliche Stoßgleichgewicht zur Umgebung erzeugen. Mit mehreren wandernden inneren Stoßzentren kann eine Struktur aufgespannt werden, bei der die durchschnittliche freie Weglänge von dessen sehr großer Dichte und den Wegen bis zu Stößen mit Kugeln aus dem Substrat der Umgebung gebildet wird. Damit zusammenhängende Wahrscheinlichkeiten können superponieren und erklären die Additivität von Spin und Bahndrehimpulsen. Aus Systemen mit Spin ½ lassen sich deshalb alle anderen kombinieren.

Der Anfangszustand für die Bildung von solchen Strukturen kann ja in einer heißen oder kalten Ansammlung liegen, wobei heiße Strömungen momentan besser untersucht sind (LHC, Turbulenzen,...). *Abbildung 12* zeigt, dass bei Stößen normalerweise größere und kleinere Geschwindigkeitsvektoren entstehen. Einer von beiden passt besser zu einer Anfangsströmung und verstärkt diese, wenn eine neu hinzukommende Kugel nicht von einer vorhandenen unterschieden wird. Wenn nun die Strömung eine außen weniger dichte Umgebung besitzt, können Anfangswirbel sich nach außen von der Hauptströmung entfernen. Beim durchschnittlichen Stoßachsenwinkel von 45° erfolgt eine Drehung um 90°. Beide Drehrichtungen kommen in gleicher Häufigkeit vor, wodurch die Symmetrie der Spins erzeugt werden muss. Im Durchschnitt entstehen dabei sogar sich orthogonal voneinander entfernende Ströme. Das wird auch bei vielen Turbulenzen beobachtet. Die Korrespondenz anschaulicher Vorstellungen von inneren Bewegungen in Elementarteilchen zu denen von beobachteten Strömungen darf allerdings nicht überstrapaziert werden. In Elementarteilchen begrenzen die freien Weglängen und die Streuung der vorkommenden Winkel diese Analogie, welche nur bei der heißen Bildung von Elementarteilchen in Stoßversuchen sinnvoll erscheint. Die Unabhängigkeit der freien Weglängen von den Geschwindigkeiten ermöglicht da eine Symmetrie der Erzeugung von Teilchen und Antiteilchen mit gleicher Masse. Aus kalten Ansammlungen können positive und negative Teilchen eventuell ohne diese Teilchen-Antiteilchen-Symmetrie materialisieren (kondensieren). Nur die absorbierten oder emittierten Geschwindigkeits-vektoren sind das entscheidende Merkmal für die Ladung, wie es schon bei der Erzeugung der Feinstrukturkonstante diskutiert wurde. Orthogonal zu einem Systemzentrum kann sich eine Ausdehnung oder Schrumpfung ergeben oder das System bleibt stabil. Die dafür entscheidenden Bedingungen müssen untersucht werden, beitragen könnte eine maximal mögliche Auffüllung.

Dass mit Materieansammlung Elementarteilchen mit Spin ½ verbunden sind, ist aus dem Standardmodell bekannt. Hier sind das nun Strukturen im umgebenden Substrat, für welche angenommen wird, dass sie innere freie Weglängen in der Größenordnung der ihnen zugeordneten Compton-Wellenlänge besitzen. Das impliziert aber auch, dass zu jeder solchen Struktur im Durchschnitt ein Stoßpartner aus der Umgebung auftreten sollte. Der scheinbare Widerspruch, dass nach außen emittierte größere oder kleinere Geschwindigkeitsvektoren ein Stoßgleichgewicht mit der Umgebung stören, welches durch die inneren freien Weglängen bestimmt wird, löst sich wegen der in einem Zeitintervall festen gleichen Anzahl von Stößen auf, welche im stabilen Elementarteilchen stattfinden. Welcher der beiden erzeugten Vektoren besser ins System passt, hat keinen Einfluss auf die Anzahl der danach stattfindenden Stöße. Bei der Bobachtung, d.h. Messung, wirkt nur der äußere Stoßpartner auf die Messapparatur. In allen Raumrichtungen verlassen diese die Struktur isotrop, aber die Beobachtung erfolgt nur von einer Richtung aus. Von dort können nur in diese Richtung gelangende Stoßpartner aufgesammelt werden, die andere Hälfte nicht, die fehlende erzeugt deshalb, eine doppelte Kreisfrequenz der Struktur, mit welcher sich die lokalen Drehungen der Relativgeschwindigkeiten feststellen lassen. Die lokale Stabilität erzeugt auch das Pauli-Prinzip. Aber wie lassen sich nun die unterschiedlichen mehr oder weniger stabilen Strukturen, für den Anfang wenigstens verbal, erklären?

Leptonen und Quarks

Elementarteilchen sind Strukturen welche durchs Standardmodell beschrieben werden. Deren übliche tabellarische Darstellung bedarf in der diskreten Erweiterung vor allem einer Erklärung offener Fragen dazu, wie beispielsweise zum Hierarchieproblem oder zu den drei auftretenden Generationen. Die Symmetrie von Materie und Antimaterie kann durch die Unabhängigkeit der freien Weglängen von den Geschwindigkeiten veranschaulicht werden, weil dabei die Bildung freier Weglängen Stabilität erzeugt. Deshalb ist hier ein Ansatz mit Wahrscheinlichkeiten für die auftretenden Kugelströmungen in den Elementarteilchen gesucht, welcher für numerische Lösungen das Hilfsmittel der Inversionsmethode verwenden kann. Eine Selektion von größeren oder kleineren systembildenden Vektoren, wie das in *Abbildung 14* angedeutet ist, liefert den Ansatz für die Beschreibung von Ladung und Spin in solchen Ansammlungen. Als Problem ist das vergleichbar mit der Berechnung von Turbulenzen, welches immer noch nicht vollständig gelöst ist. Deshalb sollen nur einige grundsätzliche Gedanken für diese große Aufgabe angesprochen werden, die über die gemeinsame Eigenschaft des Spins ½ hinaus gehen.

Bei den **Leptonen** wird als gemeinsame Eigenschaft angenommen, dass es nur ein Stoßzentrum gibt, welches über den Bereich der freien Weglängen verteilt ist. Der Schwerpunkt kann so als punktförmiges Zentrum des Leptons interpretiert werden, der aber einer Zitterbewegung unterliegt. Bei einer klassischen Beschreibung[59] des Elektrons wäre das der Bereich der zugeordneten Compton-Wellenlänge. Die Diskretisierung des zugrunde liegenden Feldes, vor allem der Diracgleichung, kann vermutlich durch ein Verfahren ähnlich der vorn angesprochenen Inversionsmethode erfolgen. Dadurch erzeugte Bewegungsgleichungen der kleinsten Kugeln könnten dann zur Simulation verwendet werden, wobei sich zeigen sollte, ob das gegenüber bisherigen Beschreibungen Vorteile bringt, vielleicht nur zum Verständnis.

Die Entstehungsmöglichkeit von Antiteilchen und zwei verschiedenen Spins wurde schon angesprochen. **Drei** beobachtete **Generationen** von Leptonen, aber auch von Quarks könnten durch auftretende Maxima bei den durchschnittlich vorkommenden Vektorwinkeln zustande kommen.[60]

Quarks sind zwar die wichtigsten Bestandteile von Nukleonen, deren Masse stammt aber vermutlich zum größeren Teil von der Bindungsenergie der Gluonen, welche hier beide in den freien Weglängen der gebildeten Baryonen versteckt sind. Da bei bei der Wechselwirkung von Quarks untereinander vor allem wieder die Superposition wichtig ist, können viel höhere Ansammlungen entstehen als bei den Leptonen. Die schon höhere Dichte führt im Bereich der freien Weglänge dazu, dass an der offenen Seite (*Abbildung 14*) nicht die Eigenschaften des Vakuums das Eindringen und Verlassen bestimmen, sondern ein weiteres Stoßzentrum im Elementarteilchen. Das wird als Quark bezeichnet und kann dadurch viel schwerer werden, als ein nur mit dem Vakuum in Verbindung stehendes Lepton. Wegen der systematischen Tabellierung für das Standardmodell sind die Strukturen mit den bekannten Eigenschaften der SU(3) zu erklären, was noch einen hohen Forschungsaufwand bedeutet.

59 Vgl. beispielsweise [Poe 2015]
60 Etwas ausführlichere bildliche Vorstellungen dazu finden sich in [Wie 2000] 5.3.

3.1.4 Bosonen

Ein rätselhaftes Elementarteilchen ist auch das Photon. Es führte zur Entwicklung von Quanten- und Relativitätstheorie und ist doch nicht vollständig verstanden. Wichtig für seine Erklärung in der diskreten Erweiterung wird die vorn erwähnte Vernachlässigung von orthogonalen Geschwindigkeitskomponenten. Diesen können transversale Schwingungen zugeordnet werden. In Störungen (Photonen) wird die Richtungsstabilität vermutlich durch die perfekte Symmetrie der Geschwindigkeitsüberträge in Stoßachsenrichtung erzeugt. Das massenhafte Auftreten von Stößen erzeugt dann im Substrat die Periodizität, welche sich auch nach dessen Eigenschaften richtet. Dabei kann im lokalen Ausbreitungsgebiet eine größere Anzahl als im umgebenden Vakuum orthogonal zur Ausbreitungsrichtung vorkommen (z.B. bei Gammaquanten), wobei dem allerdings nur orthogonale Komponenten und keine realen Kugelbewegungen entsprechen. Das richtet sich nach dem Zustand bei der Erzeugung und kann auch sehr langwellige und kurzwellige Photonen stabil bleiben lassen. Bei den Stößen während der Ausbreitung sind die vorkommenden Berührungswinkel sehr symmetrisch und wiederholen sich deshalb im Durchschnitt perfekt periodisch, wie es mit der Wellengleichung ausgedrückt werden kann.

Die Erzeugung am Doppelspalt verdeutlicht den Einfluss orthogonaler Komponenten. Dadurch ist auch die Beziehung von Energie und Wellenlänge ($E=h/\lambda$) erklärbar. Die freie Weglänge im Medium spielt keine Rolle.

Weshalb in einem beleuchteten Raum von jedem Punkt aus der gleiche Eindruck stabil bleibt, ist vermutlich erst durch die Rückkopplungen eines holografischen Einflusses zu erklären.

Weitere Bosonen sind ähnlich zu betrachten. Transversale Einflüsse erzeugen die Möglichkeit sehr energiereicher Bosonen. Wellenlänge und orthogonale „Einflusslänge" ergeben einen Rauminhalt mit zugehörigem Inhalt der betrachteten Strukturen.

3.2 Quantitative Zusammenhänge

Mit dem Postulat wurden einige Ansätze für die Entstehung und Erklärung von Naturgesetzen vorgestellt. So weit wie möglich sollen damit auch quantitative Zusammenhänge hergeleitet werden, welche sich dann an beobachteten Phänomenen überprüfen lassen. Die Skala für die postulierten kleinsten Objekte ist anfangs noch weitgehend offen, so dass sogar gegen unendlich klein gehende Größenordnungen möglich wären. Für Rechnungen und Überlegungen dazu eignen sich Computer Algebra Systeme, mit denen vor allem das Zusammenpassen der Größenordnungen ausprobiert werden kann.

Zuerst ergibt sich durch Thermalisierung aus beliebigen Geschwindigkeiten die Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung:

Mit

$$\sigma := 0{,}6266570687 \tag{35}$$

kann jeder Geschwindigkeitsbetrag so normiert werden, dass

$$\mathbf{f}(v) := \frac{\sqrt{2}\cdot v^2}{\sqrt{\pi}\cdot\sigma^3}\,\mathbf{e}^{-\frac{v^2}{2\cdot\sigma^2}} \tag{36}$$

die Wahrscheinlichkeitsdichte wird, wobei $\int_0^\infty f(v)\,dv = 1$ und $alpha = \int_0^\infty v\; f(v)\; dv = 1$ ist deren Erwartungswert.

Dargestellt wird diese Wahrscheinlichkeitsdichte durch *Abbildung 9*, welche auch für die Thermalisierung eines schwarzen Strahlers verwendet werden kann. Der Herkunftsort der Strahlung ist dabei unerheblich (Hintergrund oder Umgebung).

Die Vakuumlichtgeschwindigkeit $c = 2{,}9979\cdot 10^8\,\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}$ ergäbe sich aus $\frac{alpha}{\sqrt{2}} = 0.7071$, wird hier aber wie üblich = 1 gesetzt, wobei die Durchschnittsgeschwindigkeit *alpha* im postulierten Substrat noch unbekannt ist. Wegen der erstrebten Vergleichbarkeit von hier berechneten Werten mit gemessenen Größen, erfolgen die Angaben im SI-System.

Stöße, welche mit den Stoßtransformationen (Anlage) simuliert werden, führen auf die de Vriessche Fixpunktiteration, welche mit beliebigen Anfangswerten nach wenigen Schritten die Feinstrukturkonstante ergibt:

$$\alpha(x) := \left| \begin{array}{l} a \leftarrow x \\ \text{for } i \in 1..11 \\ \quad a \leftarrow \left[1 + a\cdot\left[1 + \frac{a}{2\cdot\pi}\cdot\left[1 + \frac{a}{(2\cdot\pi)^2}\cdot\left[1 + \frac{a}{(2\cdot\pi)^3}\right]\right]\right]\right]^2 \cdot e^{-\frac{\pi^2}{2}} \end{array} \right. \tag{37}$$

Jeder beliebige Anfangswert, hier beispielsweise 2.5, ergibt

$\alpha(2{,}5) = 7.297352568654\cdot 10^{-3}$, also die FSK.

Wegen der geometrischen Gesetze im betrachteten Gas einfacher Kugeln gelten die Formeln der kinetischen Gastheorie.

Volumendichte $\rho(n\,;d) := n\cdot d^3$ (38)

freie Weglänge $$\mathrm{L}(n\,;d) := \frac{1}{\sqrt{2}\cdot\pi\cdot n\cdot d^2} \qquad (39)$$

Stoßzahl $$Z_{\mathrm{Vak}}(n\,;d\,;v) := \sqrt{2}\cdot\pi\cdot n\cdot d^2\cdot v \qquad (40)$$

Obwohl die folgenden Naturkonstanten durch Messungen gewonnen wurden, sind sie für das weitere Verständnis nützlich. Erst später kann versucht werden, auch diese in der diskreten Erweiterung herzuleiten.
Für die Gravitationskonstante bieten sich ähnliche Überlegungen wie für die Feinstrukturkonstante an. Dabei ist der Einfluss der Massen in der Anzahl betrachteter Kugeln versteckt und diese müssen durch die vorkommenden freien Weglängen berücksichtigt werden. Das führt zur Untersuchung von Strömungen mit vielen beinahe orthogonalen Stößen. Im Skalarprodukt der die Stoßfrequenz bestimmenden Vektoren verschwinden orthogonale Vektoren bzw. werden die häufigen beinahe orthogonalen Skalarprodukte sehr klein. Das deutet auf die kleine Feinstrukturkonstante der Gravitation hin. Mit diesem Proportionalitätsfaktor von etwa $5.91\cdot10^{-39}$ kann dann die Newtonsche Gravitationskonstante berechnet werden:

Gravitationskonstante $$G := \frac{5{,}91\cdot10^{-39}\,\frac{\mathrm{h}}{2\cdot\pi}\,\mathrm{c}}{m_{\mathrm{p}}^2} = 6{,}6742\cdot10^{-11}\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg\ s}^2} \qquad (41)$$

Die Quantentheorie baut wesentlich auf der Existenz des Wirkungsquantums h auf. Dieses lässt sich auf überall geltende Vertauschungsrelationen zurück führen. Hier entstehen deren Parameter durch die Thermalisierung. Mit deren für Geschwindigkeitsbeträge und freie Weglängen erzeugten Standardabweichungen entsteht somit im Stoßgleichgewicht das

Plancksche Wirkungsquantum $$h := 6{,}6260693\cdot10^{-34}\,\mathrm{kg}\,\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}} \qquad (42)$$

Und mit diesem die

Plancklänge $$l_{\mathrm{p}} := \sqrt{\frac{h\cdot G}{2\cdot\pi\ \mathrm{c}^3}} = 1{,}6162\cdot10^{-35}\,\mathrm{m} \qquad (43)$$

Diese kann spekulativ als Durchmesser der postulierten kleinsten Kugeln angenommen werden. Ohne diese sind die Zahlenwerte beliebig skalierbar.

Kugeldurchmesser $$d := l_{\mathrm{p}} = 1{,}6162\cdot10^{-35}\,\mathrm{m} \qquad (44)$$

Für eine ungefähre Vorstellung von Größenordnungen sind weitere Messwerte nützlich.

Protonenmasse $$m_{\mathrm{p}} := 1{,}67262171\cdot10^{-27}\,\mathrm{kg} \qquad (45)$$

Neutronenmasse $$m_N := 1{,}674927351 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg} \qquad (46)$$

Elektronenmasse $$m_E := 9{,}1093826 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg} \qquad (47)$$

Eine der wichtigsten Formeln für quantenmechanische Zusammenhänge ist die mit der geometrisch hergeleiteten freien Weglänge zusammen hängende

Compton-Wellenlänge $$\lambda(m) := \frac{h}{m\ \mathrm{c}} \qquad (48)$$

Mit dieser ergeben sich Wellenlängen, welche in Elementarteilchen versuchsweise als freie Weglängen interpretiert werden können.

Proton $$\lambda\left(m_p\right) = 1{,}3214 \cdot 10^{-15}\ \mathrm{m} \qquad (49)$$

Neutron $$\lambda\left(m_N\right) = 1{,}3196 \cdot 10^{-15}\ \mathrm{m} \qquad (50)$$

Elektron $$\lambda\left(m_E\right) = 2{,}4263 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{m} \qquad (51)$$

Beim Elektron als einfachem Elementarteilchen kann diese freie Weglänge wegen des notwendigerweise für die Stabilität erforderlichen Stoßgleichgewichts zur Umgebung als freie Weglänge im Substrat des Vakuums interpretiert werden.

Freie Weglänge $$L_{\mathrm{Vakuum}} := \lambda\left(m_E\right) = 2{,}4263 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{m} \qquad (52)$$

Damit wird offensichtlich, dass das Vakuum mit diesen Annahmen ein sehr dünnes Medium ist.

Der Auffüllungsgrad n · d³ entspricht $$\frac{d}{L_{\mathrm{Vakuum}}} = 6{,}6613 \cdot 10^{-24} \qquad (53)$$

Die Vakuumdichte wird $$n_{Vakuum} := \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot L_{Vakuum} \cdot d^2} = 3.551203733198907 \cdot 10^{80} \qquad (54)$$

Eine Raumzelle der Größenordnung eines Elektrons besitzt demnach ein

Volumen $$Vol_{RZ} := \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot L_{Vakuum}^3 = 7.4789 \cdot 10^{-36}\, m^3 \qquad (55)$$

In der durch dieses Volumen aufgespannten Raumzelle des Vakuums befänden sich demnach unter den gewählten Annahmen

annähernd $$N_{\mathrm{RZ}} := Vol_{\mathrm{RZ}} \cdot n_{\mathrm{Vakuum}} = 2.655909020229589 \cdot 10^{45} \qquad (56)$$

kleinste Kugeln.

Das entspräche demnach auch der Anzahl der postulierten kleinsten Kugeln in einem Elektron oder Positron. Bei entgegengesetzt geladenen Elementarteilchen ist zwar die innere Geschwindigkeit anders, aber die freie

Weglänge und damit die Masse sind von den Kugelgeschwindigkeiten unabhängig. Auch die Masse einer einzelnen solchen Kugel kann leicht errechnet werden:

Kugelmasse $$m_a := \frac{m_E}{N_{RZ}} = 3.429 \cdot 10^{-76}\ kg \qquad (57)$$

Im Vakuum ergibt sich damit die

Massendichte $$\rho_{Vakuum} := \frac{N_{RZ} \cdot m_a}{Vol_{RZ}} = 1.218 \cdot 10^5\ \frac{kg}{m^3} \qquad (58)$$

Das ergibt eine

Vakuumenergiedichte $$\rho_{Vakuum} \cdot c^2 = 1.0947 \cdot 10^{22}\ \text{Pa`} = \text{kg} / (\text{m s}^2) = \text{J} / \text{m}^3 \qquad (59)$$

Dieser Wert entspricht zwar nicht den gängigen Schätzungen der Quantenmechanik oder der ART. Dafür liegt er ungefähr dazwischen und könnte im Rahmen der diskreten Erweiterung zur anschaulichen Interpretation der Planckeinheiten beitragen. Die Plancklänge hat dann allerdings nichts mehr mit Größen von beobachtbaren Strukturen in Hochenergieversuchen zu tun.

3.3 Holografische Strukturbeschreibung

Pribram, Bohm, Talbot[61] oder Sheldrake[62] entwickelten die Idee des holographischen Universums mit in der Standardphysik üblichen Vorstellungen über eine unendlich fein teilbare Materie, welche durch Felder beschrieben wird. Dabei werden überall mögliche Vereinfachungen zur mathematischen Beschreibung gesucht und verwendet. Alles erhält so einen Zufallscharakter. Das Kontinuum ist aber in der diskreten Erweiterung nur bis zu einem gewissen Grad teilbar, wie es schon Demokrit postulierte. Auch die darin betrachteten Atome, hier nur als einfache Kugeln bezeichnet, können wegen deren großer Anzahl, welche schon in einzelnen Elementarteilchen anzunehmen ist, nur durch Wahrscheinlichkeitsfunktionen sinnvoll beschrieben werden. Die Realität bleibt aber nach dem Postulat trotz dieser Beschreibung rein deterministisch. Die kleinsten Kugeln bewegen sich geradlinig bis sie eine andere berühren und dann überträgt sich die Geschwindigkeitskomponente in Richtung der Berührpunktnormale auf die andere.

Das geschieht auch in kleinen Strukturen, welche als Elementarteilchen bezeichnet werden. Beim wichtigen Effekt der Thermalisierung werden die entstehenden Häufigkeiten von Geschwindigkeitsbeträgen oder freien Weglängen nach Intervallen des Vorkommens sortiert. Nur so entsteht eine MB-Verteilung, welche sich über die Oberfläche der betrachteten Struktur ausbreitet. Dabei gehen aber Informationen der real dahinter stehenden

61 Vgl. [Tal 1992]
62 [She 1981]

Strukturen verloren, falls das mit Wahrscheinlichkeiten beschrieben wird. In der Realität bleiben diese Informationen erhalten, lassen sich jedoch schwer mathematisch beschreiben. Bei den messbaren Eindrücken einer beobachtbaren Umgebung erzeugt vermutlich die normale sichtbare Materie an ihren Oberflächen eine Struktur, welche sich nach Änderungen natürlich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet. Die Strukturen geben ihre Informationen an Nachbarbereiche weiter und erhalten von den dadurch erzeugten neuen Strukturen eine Rückkopplung. Hier könnte eine Grenze für sinnvolle mathematische Beschreibbarkeit existieren.

Szenarium einer möglichen Entwicklung

Eine kalte Materieansammlung im chaotischen Gas durcheinander schwirrender Kugeln kann in einer kleinen Strömung beginnen, falls in einer Richtung eine kleine Asymmetrie existiert. Bei orthogonal in diese Strömung gelangenden Kugeln können im Durchschnitt orthogonale Stöße etwas häufiger auftreten. Diese können nach einer Durchschnittsbildung wegen der verschwindenden Änderungen bei orthogonalen Stößen in der Betrachtung vernachlässigt werden. So bleiben nur sehr kleine Änderungen von Geschwindigkeitsbeträgen, wie sie durch die Gravitation erzeugt und mit der ART als Raumzeitverzerrungen beschrieben werden. Dabei sind noch keine Strukturen von Elementarteilchen erkennbar. Eine große solche Ansammlung könnte als dunkle Materie bezeichnet werden. Hinweise auf Galaxien wie dragonfly 44 zeigen, dass es sogar völlig unsichtbare Galaxien aus dunkler Materie geben könnte. Bei einer maximalen Auffüllung im Zentrum einer solchen dunklen Galaxis könnte es zu asymmetrischer Elementarteilchenbildung (mehr Materie als Antimaterie) im Gegensatz zu der heißen symmetrischen Elementarteilchenbildung in Beschleunigern, kommen. Ein üblicherweise als schwarzes Loch interpretiertes Zentrum einer solchen Galaxis könnte wegen der Überfüllung mit der Emission von Jets überflüssige Materie ausstoßen.

Die Bildung gleichartiger Strukturen kann dabei auf eine Art holografischer Abhängigkeiten von Raumzeit-Bereichen hindeuten. Diese sind durch thermodynamische Strömungen miteinander verbunden, deren Beschreibungsmöglichkeiten vermutlich momentan nur verbal möglich sind. Konkrete Einzelmerkmale könnten aber durch intensive Forschung herauskristallisiert werden.

Beschleunigte Expansion des Universums bedeutet in diesem Bild auch eine Maßstabsänderung durch Änderungen im Substrat der kleinsten Kugeln nach (19). Die Ansammlung muss mit kleineren Durchschnittsgeschwindigkeiten (**dunkle Materie**) verbunden sein und die Umgebung dadurch höhere Geschwindigkeitsbeträge erhalten, welche als **dunkle Energie** in Erscheinung treten. Für die Entwicklung des Universums sollte aber auch die Altersbestimmung auf den Prüfstand gestellt werden. Die einzelnen Galaxien könnten zu unterschiedlichen Zeiten entstanden sein. In diesen wäre eine fast gleichzeitige Bildung von Elementarteilchen durch eine Art Kristallisation holografisch verbundener Strukturen denkbar, welche eine gewisse Reife dafür erreicht haben.

3.4 Resümee und Ausblick

Mit der diskreten Erweiterung der Standardphysik ergeben sich faszinierende Möglichkeiten, den üblichen, teilweise zwar komplizierten aber schön erscheinenden mathematischen Beschreibungen, konkrete anschauliche physikalische Vorgänge im ganz Kleinen zuzuordnen. Vielen oder gar allen physikalisch relevanten Reihenentwicklungen können vermutlich Stöße zugeordnet werden. Beginnend mit Thales und Pythagoras, über Newton, Einstein, Heisenberg, Dirac und Feynman,… werden genialen mathematischen Beschreibungen und Erklärungen nun im ganz Kleinen vorstellbare Objekte zugeordnet. Deren Größe bleibt skalierbar und könnte auch noch sehr viel kleiner sein, als in den quantitativen Zusammenhängen angenommen. Nur die elementare Wechselwirkung des Geschwindigkeitstauschs, neben der sonst die Standardphysik regierenden Superposition, sind bei einer Akzeptanz dieses Modells zu postulieren. Symmetrien könnten so von ganz elementaren Vorgängen erzeugt und mit der Evolution in Verbindung gebracht werden.

Eine axiomatische Begründung für die Vermutung, dass sich alle Beschreibungsmöglichkeiten einschließlich der bewährten Mathematik aus den elementaren Wechselwirkungen im postulierten Substrat herleiten lassen, wäre Ansatz für eine Allumfassende Theorie (AUT = TOE). Begonnen würde mit der diskreten Erweiterung, darauf folgt dann beispielsweise eine Quantengravitationstheorie, wie die Schleifenquantengravitation. Die wichtigsten Symmetrien der Standardphysik würden erklärbar, weiterhin andere mehr oder weniger gebrochene Symmetrien, die Bildung komplizierterer Strukturen von Chemie, Biologie,...

Die skalenabhängige Beschreibung verwendet Daten von beobachteten Phänomenen und gewinnt daraus Schätzungen für Unbeobachtetes. Im Großen werden in der Standardphysik beispielsweise Galaxien als Punkte (Staub) beschrieben, denen durch die ART Energie-Impuls-Tensoren zugeordnet werden. Dabei werden geringfügige Einflüsse (molekulare Struktur,…) vernachlässigt, dafür aber Umgebungseinflüsse (dunkle Materie), über welche wenig bekannt ist, berücksichtigt. Im Kleinen versucht die Standardphysik Phänomene heißer Plasmen mit den Symmetrien der QED und QCD zu erklären. Die Rechnungen dazu stoßen an Grenzen. Phänomene wurden nur oberhalb der Compton Wellenlängen beobachtet.

Mit der diskreten Erweiterung ergibt sich die Hoffnung, alle Vorgänge im Großen und im Kleinen mit den gleichen Methoden, welche mit denen der kinetischen Gastheorie korrespondieren, zu erklären. Für vorkommende Strukturen der auftretenden Turbulenzen können dann wieder die Beschreibungen der Standardphysik verwendet werden. Deren Erforschung erfordert noch viel experimentellen und theoretischen Aufwand. Die quantitative Vorhersage von Elementarteilchenmassen muss zumindest als Ziel erreicht werden. Dazu sind noch viele Hoch- und Tieftemperaturexperimente erforderlich. Auch für die Tieftemperatur Fusion könnten sich neue Ansatzpunkte ergeben. Vierdimensionale skalierbare Animationen sollten die Elementarteilchen-Bildung, -Umwandlung und -Vernichtung,… anschaulich darstellen können.

Für eine Allumfassende Theorie (TOE) fehlt dann noch eine Erklärung der Reproduktion komplizierter Strukturen des Lebens, beispielsweise durch das bereits angesprochene, aber bei weitem nicht ausführlich behandelte Holografische Prinzip oder oder ein sich dahinter verbergendes morphogenetisches Feld[63].

4. Literatur

[Bol 1905] Boltzmann, L., Populäre Schriften, Leipzig 1905, https://archive.org

[Dirac 1967] Dirac P.A.M. THE PRINCIPLES OF QUANTUM MECHANICS, Oxford University Press 1958

[Dra 2015] Dragon, Norbert; Geometrie der Relativitätstheorie; Hannover 2015, https://www.itp.uni-hannover.de/~dragon/stonehenge/relativ.pdf

[Ein 1911] Einstein, Albert; Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes, Annalen der Physik, eingegangen 21. Juni 1911

[Ein 1920] Einstein, Albert; Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (Gemeinverständlich), Braunschweig 1920

[Ein 1922] Einstein, Albert; Grundzüge der Relativitätstheorie, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009 (erste Auflage 1922, Neuauflage 1954)

[Feng 2016] Feng, et al.; Protophobic Fifth Force Interpretation of the Observed Anomaly in ^{8}Be Nuclear Transitions; arXiv:1604.07411v2 [hep-ph] 15 Aug 2016

[FEY 2006] Feynman R.P, Leighton R.B., Sands M.; The Feynman Lectures on Physics, Vol.III (Quantum mechanics), Addison-Wesley 1989 (Deutsche Übersetzung: Band III: Quantenmechanik, Definitive Edition, Wessel H., Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München 2007)

[Flie 2004] Fließbach, Torsten; Quantenmechanik, (4. Auflage), Elsevier – Spektrum, Heidelberg 2005

[Flie 2012] Fließbach, Torsten; Allgemeine Relativitätstheorie, (6. Auflage), Elsevier – Spektrum, Heidelberg 2012

[Fri 2015] Fritzsch, Harald; Quantenfeldtheorie – Wie man beschreibt, was die Welt im Innersten zusammenhält, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

[Gra 1985] Grawert, Gerald; Quantenmechanik, (4. Auflage) Wiesbaden 1985

[Grü 2015] Gründler, Gerold; Grundlagen der Relativistischen Quantenfeldtheorie, Astrophysikalisches Institut Neunhof, Nürnberg; http://www.astrophys-neunhof.de

[Hak 1983] Haken, Hermann; Synergetik. Eine Einführung.

63 Ideen dazu wurden wohl zuerst von Sheldrake [She 1981] vorgestellt

Nichtgleichgewichts-Phasenübergänge und Selbstorganisation in Physik, Chemie und Biologie, Springer-Verlag 1983 (Übersetzung Arne Wunderlin von: Synergetics. An Introduction)

[Hed 2011] Hedrich, Reiner; Raumzeitkonzeptionen in der Quantengravitation (Spacetime in Quantum Gravity), http://arxiv.org/pdf/1101.1835v1

[Hei 1969] Heisenberg, Werner; Der Teil und das Ganze, Gespräche im Umkreis der Atomphysik, München 1969

[Jor 1936] Jordan, Pascual; Anschauliche Quantentheorie, Eine Einführung in die moderne Auffassung der Quantenerscheinungen; Springer, Berlin 1936

[Kie 2003] Kiefer, Claus; Quantentheorie; 2. Auflage, Fischer, Frankfurt 2003

[Kie 2007] Kiefer, Claus; Quantum Gravity; Oxford 2007

[Klei 2002] Kleinevoß, Ulf; Bestimmung der Newtonschen Gravitationskonstanten G, Dissertation Wuppertal 2002 (WUB-DIS 2002-2

[Küh 2016] Kühn, Steffen; Magnetismus interpretiert als Mehrteilchenphänomen; 2016, http://vixra.org/pdf/1611.0287v3.pdf

[Min 1908] Minkowski, Hermann; Raum und Zeit; Vortrag gehalten auf der 80. Naturforscher-Versammlung zu Köln am 21. September 1908 (Teubner Leipzig und Berlin 1909)

[Poe 2015] Poelz, G. On the Wave Charakter of the Electron, http://arxiv.org/abs/1206.0620v19

[Reb 2010] Rebhan, Eckhard; Theoretische Physik: Relativistische Quantenmechanik, Quantenfeldtheorie und Elementarteilchentheorie; Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

[Reb 2012] Rebhan, Eckhard; Theoretische Physik: Relativitätstheorie und Kosmologie; Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

[Roe 1992] Roepstorff, Gert; Pfadintegrale in der Quantenphysik, Braunschweig/ Wiesbaden 1992, (Path Integral Approach to Quantum Physics; Braunschweig 1991)

[Schm 1989] Schmutzer, E.; Grundlagen der theoretischen Physik, mit einem Grundriß der Mathematik für Physiker; 2 Bde BI Mannheim, Wien, Zürich 1989

[Sel 2005] Selvam, A.M.; A General Systems Theoriy for Chaos, Quantum Mechaniks and Gravity for Dynamical Systems of all Space-Time Scales, http://arxiv.org/abs/physics/0503028

[She 1981] Sheldrake, Rupert: A New Science Of Life, London 1981; Übersetzung: Landmann und Wessel, Das schöpferische Universum, Die Theorie des morphogenetischen Feldes, Meyster 1983

[Som 1994] Sommerfeld, Arnold; Band I Mechanik; Thun, Frankfurt/M. 1994, Nachdruck der 8. durchgesehenen Auflage, erste Auflage 1942

[Tal 1992] Talbot M.; Das holographische Universum, Die Welt in neuer Dimension, aus dem Amerikanischen von Siegfried Schmitz (The Holographic

Universe, New York 1991) München 1992

[vDok 2016] Pieter van Dokkum, et al., A HIGH STELLAR VELOCITY DISPERSION AND ~ 100 GLOBULAR CLUSTERS FOR THE ULTRA DIFFUSE GALAXY DRAGONFLY 44, http://arxiv.org/pdf/1606.06291v2.pdf

[Wet 2013] Wetterich, C.; Universe without expansion; Heidelberg 2013, https://arxiv.org/pdf/1303.6878v4.pdf

[Wie 2000] Wiese, A.L.; Struktur und Dynamik der Materie im Uratom-Modell; http://struktron.de/alt/2000-Uratome.pdf

[Wie 2009] Wiese, A.L.; Thermalisierung; http://struktron.de/alt/2009-Thermalisierung.pdf

[Wie 2015] Wiese, A.L.; Erzeugen Stöße die Feinstrukturkonstante? http://struktron.de/alt/2015-Feinstrukturkonstante.pdf

[Whe 1968] Wheeler, John A.; Einsteins Vision – wie steht es heute mit Einsteins Vision, alles als Geometrie aufzufassen? Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1968

[WeSe 1982] Weidner, R., Sells, R.; Elementare moderne Physik, Braunschweig, Wiesbaden 1982 (Übersetzung Jost, K. von Elementary modern physics)

Anhang:

Stoßtransformationen

Für die Untersuchung einer größeren Menge Stöße in einem Gas harter Kugeln eignet sich die Einführung einer sehr einfachen und vor allem leicht zu begründenden Wechselwirkung. Bei der Berührung zweier harter Kugeln kann die Geschwindigkeit wegen des Widerstandes der anderen Kugel in Richtung der Berührpunktnormale nicht weiter mit der ursprünglichen Kugel fortgesetzt werden. Das geht nur auf der anderen Kugel. So überträgt sich der Geschwindigkeitsbetrag parallel zu dieser vollständig auf die jeweils andere Kugel. Orthogonale Geschwindigkeitskomponenten werden dagegen nicht in ihrer freien Bewegung durch den leeren Raum gehindert und setzen sich auf den ursprünglichen Kugeln fort. Die stoßenden Kugeln (Vektoren) $\vec{u}$ und $\vec{v}$ haben jeweils 3 Komponenten.

Für die Stoßachsenermittlung ist zuerst die Relativgeschwindigkeit erforderlich:

$$W(\vec{u},\vec{v}) := \vec{v} - \vec{u} \tag{S1}$$

Die Richtung der Relativgeschwindigkeit wird mit einer Kugelkoordinaten-Transformation ermittelt:

$$\Phi(\vec{u},\vec{v}) := \begin{array}{l} \textbf{if } W(\vec{u},\vec{v})_1 > 0 \\ \quad \arctan\left(\dfrac{W(\vec{u},\vec{v})_2}{W(\vec{u},\vec{v})_1}\right) \\ \textbf{else} \\ \quad \textbf{if } W(\vec{u},\vec{v})_1 = 0 \\ \qquad \dfrac{\operatorname{sign}\left(W(\vec{u},\vec{v})_2\right)\cdot\pi}{2} \\ \textbf{else} \\ \quad \textbf{if } \left(W(\vec{u},\vec{v})_1 < 0\right) \wedge \left(W(\vec{u},\vec{v})_2 \geq 0\right) \\ \qquad \arctan\left(\dfrac{W(\vec{u},\vec{v})_2}{W(\vec{u},\vec{v})_1}\right)+\pi \\ \quad \textbf{else} \\ \qquad \arctan\left(\dfrac{W(\vec{u},\vec{v})_2}{W(\vec{u},\vec{v})_1}\right)-\pi \end{array} \tag{S2}$$

$$\Theta(\vec{u},\vec{v}) := \arccos\left(\frac{W(\vec{u},\vec{v})_3}{\sqrt{\left(W(\vec{u},\vec{v})_1\right)^2+\left(W(\vec{u},\vec{v})_2\right)^2+\left(W(\vec{u},\vec{v})_3\right)^2}}\right) \tag{S3}$$

Diese Funktionen entsprechen den ausführlichen Transformationen gemäß dem Artikel über Kugelkoordinaten in Wikipedia. Dabei gilt $0<\Phi<2\Pi$ und $0<\Theta<\Pi$.

Die Stoßachsenwinkel ergeben sich hier zufallsabhängig, könnten aber durchaus auch von der näheren Umgebung abhängen. Der Winkel ϕ_s kann Werte bis $\pi/2$ annehmen und θ_s Werte von 0 bis π, wobei gleich wahrscheinliche parallele Bahnen zur Richtung der Relativgeschwindigkeit angenommen werden. Das ist auf gleich wahrscheinliche parallele Bahnen bei den Stoßpartnern zurückzuführen. Damit ergibt sich in kartesischen Koordinaten der Stoßachsenvektor:

$$S_z(\Theta_s, \phi_s) := \begin{pmatrix} \cos(\phi_s)\cdot\sin(\Theta_s) \\ \sin(\phi_s)\cdot\sin(\Theta_s) \\ \cos(\Theta_s) \end{pmatrix} \tag{S4}$$

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

$$Dz(\vec{u}, \vec{v}) := \begin{pmatrix} \cos(\Phi(\vec{u}, \vec{v})) & \sin(\Phi(\vec{u}, \vec{v})) & 0 \\ -\sin(\Phi(\vec{u}, \vec{v})) & \cos(\Phi(\vec{u}, \vec{v})) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \tag{S5}$$

$$Dy(\vec{u}, \vec{v}) := \begin{pmatrix} \cos(\Theta(\vec{u}, \vec{v})) & 0 & -\sin(\Theta(\vec{u}, \vec{v})) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\Theta(\vec{u}, \vec{v})) & 0 & \cos(\Theta(\vec{u}, \vec{v})) \end{pmatrix} \tag{S6}$$

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

$$S(\vec{u}, \vec{v}, \Theta_s, \phi_s) := Dz(\vec{u}, \vec{v})^{-1} \cdot Dy(\vec{u}, \vec{v})^{-1} \cdot S_z(\Theta_s, \phi_s) \tag{S7}$$

Dieses **S** entspricht beim Zentralstoß auf eine ruhende Kugel dem ursprünglichen $\vec{u}$ bzw. beim Zentralstoß auf ein beliebiges $\vec{v}$ allgemeiner dem Relativgeschwindigkeitsvektor $\vec{w}$ normiert auf 1. Beim Stoß werden nun die zur Stoßachse parallelen Geschwindigkeiten ($_p$) der beiden beteiligten Kugeln ausgetauscht. Alle Vektoren sollen jedoch weiterhin im ursprünglichen Koordinatensystem betrachtet werden. Die parallelen Komponenten sind:

$$u_p(\vec{u}, \vec{v}, \Theta_s, \phi_s) := S(\vec{u}, \vec{v}, \Theta_s, \phi_s)\cdot\left(S(\vec{u}, \vec{v}, \Theta_s, \phi_s)\cdot\vec{u}\right) \tag{S8}$$

$$v_p(\vec{u}, \vec{v}, \Theta_s, \phi_s) := S(\vec{u}, \vec{v}, \Theta_s, \phi_s)\cdot\left(S(\vec{u}, \vec{v}, \Theta_s, \phi_s)\cdot\vec{v}\right) \tag{S9}$$

und die dazu orthogonalen Geschwindigkeitskomponenten ($_o$):

$$u_o(\vec{u}, \vec{v}, \Theta_s, \phi_s) := \vec{u} - u_p(\vec{u}, \vec{v}, \Theta_s, \phi_s) \tag{S10}$$

$$v_0\left(\vec{u},\vec{v},\theta_s,\phi_s\right) := \vec{v} - v_p\left(\vec{u},\vec{v},\theta_s,\phi_s\right) \tag{S11}$$

und somit ergeben sich die Geschwindigkeiten nach dem Stoß:

$$u_s\left(\vec{u},\vec{v},\theta_s,\phi_s\right) := v_p\left(\vec{u},\vec{v},\theta_s,\phi_s\right) + u_0\left(\vec{u},\vec{v},\theta_s,\phi_s\right) \tag{S12}$$

$$v_s\left(\vec{u},\vec{v},\theta_s,\phi_s\right) := u_p\left(\vec{u},\vec{v},\theta_s,\phi_s\right) + v_0\left(\vec{u},\vec{v},\theta_s,\phi_s\right) \tag{S13}$$

(S12) und (S13) sind die Stoßtransformationen für dreidimensionale Geschwindigkeitsvektoren. Es sind jeweils Funktionen von acht Parametern, also je drei Geschwindigkeitskomponenten in kartesischen Koordinaten und zwei Winkeln für die sich zufällig ergebende Stoßachse. Diese hier ausführlich abgeleiteten Funktionen hängen jeweils von vorherigen (weiter oben) definierten ab, die alle ineinander eingesetzte dreidimensionale Geschwindigkeitsvektoren sind. Trajektorien (Bahngleichungen), also die Lösungen der Bewegungsgleichungen der bewegten Objekte, ergeben sich daraus durch Multiplikation mit der Zeit. Will man nur die Veränderung eines dreidimensionalen Vektors betrachten, kann man die Transformation als Multiplikation einer Matrix mit dem Vektor und anschließende Addition eines zweiten Vektors schreiben. Aus jedem dreidimensionalen Vektor kann jeder andere durch einen geeigneten Stoß erzeugt werden. Die Stoßachse, welche durch zwei Winkel beschrieben wird, ist hier in x-Richtung gedreht.

In die Stoßtransformationen gehen acht Parameter (zwei mal drei für die Geschwindigkeiten und zwei für die Stoßachsenwinkel) ein, welche in *Abbildung 3* als Stoßgebilde veranschaulicht sind. Dabei wird nicht die normale Darstellung von Vektoren verwendet, sondern Pfeile, welche gleichzeitig auch den Anfangs- und Endort in einem sinnvoll gewählten Zeitintervall darstellen. Über die mathematischen Eigenschaften eines Gebildes aus den acht reellen Parametern kann und soll hier nicht spekuliert werden. Aber zur Definition der **fünften Kraft** können die Transformationen dienen.