

Erklärungsansätze durch diskrete Erweiterung der Standardphysik

0. Zusammenfassung

Mit dem Postulat der Existenz eines Substrats einfacher bewegter Objekte (Kugeln), welche Felder zu effektiven Feldern machen, werden Ansätze für bisher unerklärte Phänomene gesucht. Elementare Wechselwirkung ist der abrupte Geschwindigkeitstausch in Richtung der Berührungsnormalen (fünfte Kraft). Beschreibungen mit Knickfunktionen führen über Heavisidesche Sprungfunktionen zu Diracschen Deltafunktionen. Die übliche Verwendung der Infinitesimalrechnung lässt sich damit auf einen anschaulichen Grund zurück führen.

Stöße verursachen Thermalisierung, bei welcher die Maxwell-Boltzmannsche-Geschwindigkeitsverteilung entsteht. Die *Feinstrukturkonstante* und mit ihr die U(1)-Symmetrie des Elektromagnetismus entstehen durch Stöße und Mischungen des Substrats. Störungen breiten sich darin mit $c = |\mathbf{v}|/\sqrt{2}$ aus. Die in der Standardphysik postulierte konstante Lichtgeschwindigkeit sowie die Äquivalenz von träger und schwerer Masse m (= Anzahl von Kugeln in einer Struktur) ergeben sich mit Durchschnittswerten der Bewegung von Substratkugeln. Stöße verzerren die Raumzeit. Die *Feinstrukturkonstante der Gravitation* $4\pi^2 (l_P/L_P)^2 = 5.91 \cdot 10^{-39}$ erklärt auch das Hierarchieproblem.

Das Plancksche Wirkungsquantum lässt einen Zusammenhang $h = m_K c d$ mit der Ausdehnung der postulierten kugelförmigen Objekte vermuten, wobei m_K als Masse und die Plancklänge als deren Durchmesser d definiert ist. Die Unschärfe gleichzeitiger Erfassung von Messwerten entsteht dabei und wird mit Hilfe von Mittelwerten und Standardabweichungen beschrieben.

Im ganz Kleinen verändern Stöße Wahrscheinlichkeiten für die mit Superposition erklärten Wechselwirkungen. Die Stabilität entstehender Strukturen wird dann im Kleinen durch deren Periodizität beschrieben. Das sollte beispielsweise mit Mastergleichungen gezeigt werden.

Durch die Oberflächen von Strukturen werden Informationen in Form bewegter Objekte nach außen weiter gegeben (holografisches Prinzip). Als dunkle Materie interpretieren lassen sich in großen Wirbeln angesammelte Massen mit abnehmenden Geschwindigkeitsbeträgen und als dunkle Energie in die Umgebung emittierte Kugeln des Substrats mit durchschnittlich zunehmenden Geschwindigkeiten. Superposition bleibt das wichtigste Hilfsmittel zur Beschreibung von Wechselwirkungen stabiler Strukturen, welche durch die Stoßdynamik erzeugt und verändert werden.

Die **Standardmodelle von Elementarteilchen und Kosmologie** liefern mit der Superposition Erklärungen **oberhalb hier betrachteter Längen** (Größenordnungsbereich zwischen etwa 10^{-35} und 10^{-15} m).

Inhaltsverzeichnis

0. Zusammenfassung.....	1
0.1. Vorwort.....	2
1. Diskrete Erweiterung der Standardphysik als Erklärungsansatz.....	3
1.1. Hinweis auf kleinste diskrete Objekte.....	3
1.2. Postulat und Gültigkeitsbereich.....	4
1.3. Beschreibungsmöglichkeiten.....	6
1.4. Stoßtransformationen und deren Bedeutung.....	10
2. Entstehung von Naturgesetzen.....	15
2.1. Erhaltungssätze.....	15
2.2. Thermalisierung.....	18
2.3. Feinstrukturkonstante.....	21
2.4. Elektrische und magnetische Eigenschaften.....	23
2.5. Raumzeit und Gravitation.....	24
2.6. Quantenhaftigkeit.....	33
2.7. Evolutionsgrundlagen.....	40
3. Mögliches Szenarium.....	42
3.1. Materieansammlung.....	42
3.1.1 Anfangsmechanismus von Strukturbildung.....	42
3.1.2 Bildung von Asymmetrie.....	45
3.1.3 Gravitationsmechanismus und Folgerungen daraus.....	47
Ereignisse im Kleinen.....	47
Dunkle Materie und - Energie.....	48
Hierarchieproblem.....	51
3.1.4 Spin $\frac{1}{2}$ Fermionen.....	52
Freie Weglängen.....	52
Drehimpuls und Spin.....	53
Leptonen und Quarks.....	56
Bosonen.....	57
3.2. Quantitative Zusammenhänge.....	58
3.3. Holografische Strukturbeschreibung.....	62
3.4. Resümee.....	64
3.5. Ausblick.....	64
4. Literatur.....	65
5. Anhang:.....	68
5.1. Definitionen.....	68
5.2. Ausführliche Stoßtransformationen.....	68
6. Stichwortverzeichnis.....	71

0.1. Vorwort

Meine Untersuchungen von Strukturbildung in einer einfachen Menge stoßender Kugeln wurden nur möglich mit der langjährigen Entlastung von täglichen Aufgaben durch meine Familie und vor allem dem Verständnis meiner lieben Frau Janja. Fachlich lieferten mir viele Diskussionen übers Internet Hilfen, wobei die von Lothar Brendel hervorzuheben sind.

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 Wesentliches Merkmal dieser Feldtheorien sind die Gültigkeit des Superpositionsprinzips und die Möglichkeit, verwendete Funktionen mehrmals differenzieren zu können (Diffeomorphismeninvarianz). Dadurch lassen sich Reihenentwicklungen verwenden, welche numerische Auswertungen ermöglichen. Alternativ zum Kontinuum kann aber auch ein diskretes Substrat dafür vermutet werden.

Im ganz Kleinen kann demnach 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. Diese könnten auch aus reiner Information über ihre Geschichte bestehen und für erforderliche Renormierungen von Feldtheorien² eine natürliche Grenze in der Größenordnung der Plancklänge bieten. Bewährte Feldtheorien werden dadurch 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 neben numerischen Resultaten, ein Verständnis dahinter steckender elementarer physikalischer 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-Distributionen³, 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 von allein immer kompliziertere Strukturen, welche momentan nur mit Emergenz umschrieben werden können.

1 Studien verschiedener Ansätze für eine Quantengravitation in [Hed 2011] und [Kie 2007].

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 unendlichen dreidimensionalen Raum isotrop bewegendes diskreter Objekte, die hier als gleich große Kugeln (Sphären) angenommen werden. Diese durchdringen den ansonsten leeren Raum gleichförmig geradlinig. Die Annäherung an eine andere Kugel erfolgt bis zum Zusammenstoß (Berührung = Mittelpunktabstand d), bei dem nur die Geschwindigkeitskomponenten in Richtung der Stoßachse (Berührungsnormale) ausgetauscht werden.

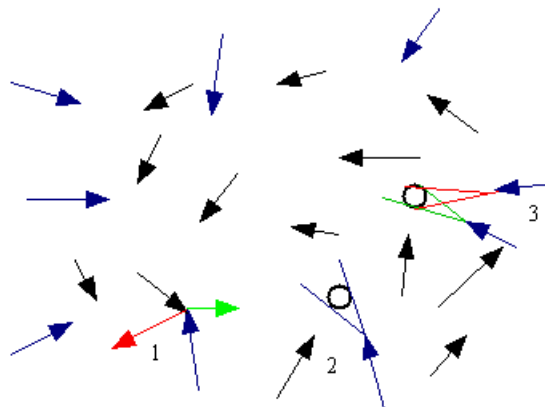


Abbildung 1.1: Grundmenge
(1 Stoß, 2 Vorbeiflug, 3 Treffer)

Die Pfeilspitzen beschreiben auch den momentanen Ort

Grundsätzlich existieren nach dem Postulat einzig und allein Objekte, welche an einem Ort vorhanden sein können oder nicht und sich nicht überlagern. 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 dienen, 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 sowie vielfältige emergente Eigenschaften erzeugen. Das hilft auch beim Verständnis der Entstehung effektiver Felder, auf welche noch eingegangen wird.

⁴ Siehe Abschnitt 1.7.9. Distributionen in [Schm 1989]

Die Definition von **Zeit** ergibt sich als Maß abzählbarer Ereignisse und wird weiter unten noch präzisiert. 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

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 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 erzeugen. Weil in so einer Struktur Kugeln des Hintergrunds, also des Substrats nicht von denen der betrachteten Struktur unterschieden werden können, wenn sie in deren räumlichen Bereich geraten, spricht das dafür, dass alle in diesem 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, welche 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 unterschiedlichen Dimensionen werden für die diskrete Erweiterung hier zuerst nur die euklidischen Abstände zwischen zwei Kugelmittelpunkten (\mathbf{X}_U und \mathbf{X}_V) benötigt, welche nach dem Satz von Pythagoras ermittelt werden und im Substrat eine **Metrik** definieren.

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

Bei $d(\mathbf{x}_U, \mathbf{x}_V) = d_{\text{Kugel}} = 2 r_{\text{Kugel}}$ 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 Weglänge⁷ ergibt sich nach den Erfahrungen der kinetischen Gastheorie unabhängig von den

5 Vgl. unten Abschnitt 2.5 Raumzeit und Gravitation

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]).

7 Herleitung der Wahrscheinlichkeitsdichte dafür beispielsweise in [Schm 1989] (12.1.37).

Geschwindigkeiten. Die mittlere freie Weglänge wird mit der Anzahldichte n unter der Annahme, dass alle für eine Berührung infrage kommenden Kugeln eine dicht gepackte Ebene bilden können:

$$L = \frac{1}{\sqrt{2\pi n} d_{Kugel}^2} \quad (2)$$

Die Häufigkeit von Ereignissen entsteht in den betrachteten Strukturen durch Zuordnung von **Wahrscheinlichkeiten** zu entsprechenden Teilmengen.

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 Felder⁸ zur Beschreibung von Phänomenen. Ihre Anschaulichkeit erhält sie durch die Zuordnung von Namen, wie denen der Elementarteilchen oder der vier fundamentalen Wechselwirkungen und Korrespondenz zu anschaulichen makroskopischen Vorgängen. Mit der diskreten Erweiterung wird versucht, Felder aus einfachen kleinsten Objekten (hier Kugeln) zu konstruieren und damit **Erklärungen** für die Bildung der mit anschaulichen Namen versehenen komplizierten 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 effektive 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, die mächtigen Werkzeuge von **Reihenentwicklungen** (vor allem Fourierreihen) bis zur Differenzialgeometrie 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**⁹ 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

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

9 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.

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 Berührungspunkte sind nicht mit unendlicher Genauigkeit anzugeben, wofür mathematische Kompromisse nötig sind. Beispielsweise können die Zahlen eines zehndimensionalen Vektors dann folgende Eigenschaften einer bewegten Kugel laut obigem Postulat in Polarkoordinaten darstellen:

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

Alternativ dazu lassen sich zwei Kugeln bei einem Stoß mit ebenfalls zehn unabhängigen Parametern beschreiben. Der Differentialoperator für die beim Stoß stattfindende abrupte 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. Die freien Weglängen sind dabei wegen der herrschenden Symmetrie im ersten Ansatz 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. Dadurch entstehen die **effektiven Felder**. 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 wird oft als nicht herleitbar beschrieben, 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.¹⁰ Normalerweise sind sie das aber nicht. Korrespondierende Ideen werden bei der Schleifenquantengravitation durch Konstruktion eines ähnlichen Skalarproduktes verwendet. Solche Ansätze mit noch kleineren und komplizierteren diskreten Objekten werden hier nicht weiter verfolgt.

Das zeigt, dass nur eine **Wahrscheinlichkeitsbetrachtung** Aussicht auf eine halbwegs sinnvolle Beschreibung bietet. Erklärungen in der diskreten Erweiterung der Standardphysik folgen dann aus der geometrischen Herleitung von Wahrscheinlichkeiten, welche durch die Korrespondenz zu Stoßfrequenzen zustande kommen. Das führt auf die Quantenmechanik oder die zu ihr äquivalente Bohrsche Mechanik, bei welcher nur die Anfangswerte zufällig gewählt werden.. Wenn der Begriff Geometrodynamik¹¹ etwas umdefiniert würde, wäre er für dieses Modell geeignet. Auch die Ansätze der Stringtheorie, welche zur M-Theorie, unter anderem auch mit dreidimensionalen Branen führten, könnten Hilfen bei der Beschreibung der Vorgänge im postulierten Substrat liefern. Höhere Dimensionen bleiben dabei reine Rechenhilfen. 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 die Existenz stabiler Objekte (Moleküle) 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 Deltafunktionen¹². 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-Kalkül (Stoßtransformationen) für die diskrete Erweiterung. Das ist ein weiteres Merkmal bei der Erzeugung **effektiver Felder** im hiesigen Sinn dieses Begriffs, 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

10 Vgl. *Abbildung 1: Grundmenge*.

11 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.

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

Wahrscheinlichkeitsstromdichte $\vec{j}(\vec{v}, L) := \langle (v_1, v_2, v_3, \frac{1}{L}) \rangle = \langle (v, \Theta, \Phi, \frac{1}{L}) \rangle$ mit

ihren Erwartungswerten (spitze Klammern) definieren. Diese kann dann an jedem Raumzeitpunkt 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 erklärable Auftreten von Quellen und Senken für die kinetische Energie. Aus der auftretenden Anzahldichte bzw. den freien Weglängen entsteht mit der Superposition ein **Potenzial**, welches mit Stoßfrequenzen zusammen hängt und 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 Wahrscheinlichkeit für elementare Ereignisse erzeugt so eine zusätzliche Anschaulichkeit. Eine Kugel bewegt sich immer geradeaus, bis sie auf eine andere trifft. Zur Beschreibung hat sich dann in der Quantenmechanik die Dirac-Notation bewährt, in welcher die Integrale durch Summen vorstellbar sind. Bei der Einführung in die Quantenmechanik ist u. a. die Betrachtung von Potenzialtöpfen nützlich, bei denen eine Länge L der freien Beweglichkeit verwendet wird.¹³ Diese kann auch als freie Weglänge interpretiert werden.

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 Beschreibungen¹⁴ 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 Vakuum existiert das Substrat¹⁵ 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 meist numerischen 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. Sie führt auf das Problem einer

13 Z.B. in [Flie 2004] Kapitel 11 Unendlicher Potenzialtopf und damit Abgeleitetes.

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.

Beschreibung emergenter Systeme. Was bei der Berührung zweier Kugeln passiert, ist dafür die wichtigste Fragestellung.

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** bezeichnet werden kann:

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

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

In den Klammern stehen je acht reelle Parameter. Rechts sind diese in parallele (\parallel) und orthogonale (\perp) Komponenten zur Berührungsnormale (Stoßachse) aufgespalten.

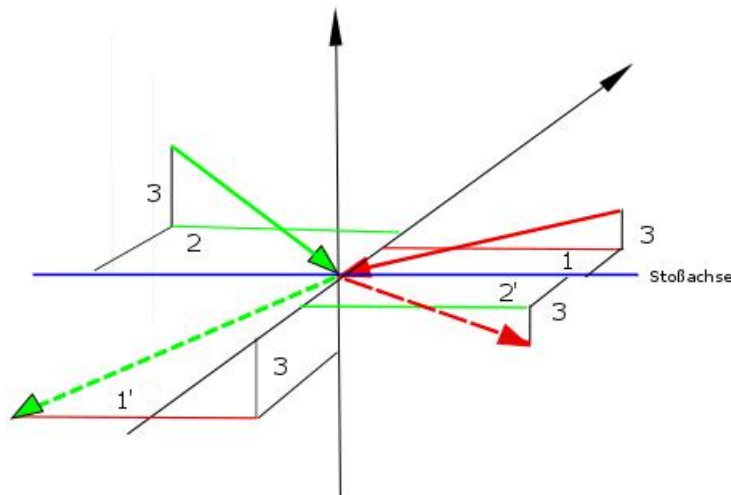


Abbildung 2: **Stoßwechselwirkung** (1 und 1' sowie 2 und 2' zur Stoßachse parallele getauschte Geschwindigkeitskomponenten, 3 orthogonale erhaltene Komponenten)

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. Schon diese Feststellung ist für die weiteren Erklärungen das wichtigste Argument. Daraus folgt die Richtungsstabilität von Störungsausbreitung und auch die prinzipielle, aber real nicht durchführbare, Berechenbarkeit für beliebige Zeitintervalle. Diese führt auch zur scheinbaren Nichtlokalität von verschränkten Strukturen oder zur Einführung von Skalarprodukten, welche den Beschreibungen mit Hilfe von

Hilberträumen eine gewisse Anschaulichkeit verleihen.

Im **Anhang**¹⁶ sind ausführliche Stoßtransformationen 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 \mathbf{U} bzw. die rote von \mathbf{V} , bei denen durch den Stoßpartner 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.¹⁷ 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.¹⁸ Wenn die Stoßachse mit der $\mathbf{K}(\dots, t)$ -Achse übereinstimmt, sind die Winkel θ und ϕ nicht mehr erforderlich. Dann beschränkt sich der wesentliche Einfluss des Stoßes auf den Tausch der $\mathbf{K}(\dots, t)$ -Komponenten, die sich aus den (3) und (4) entsprechenden ausführlichen Transformationen (Anhang) ergeben. Beim Verschwinden des vorkommenden Abstands am Berührungspunkt werden die beiden parallelen Geschwindigkeitskomponenten \mathbf{u}_{\parallel} und \mathbf{v}_{\parallel} getauscht (transponieren). Die orthogonalen Komponenten bleiben auf den ursprünglichen Kugeln erhalten und sind momentan nicht berücksichtigt, führen aber dazu, dass das elektrische Feld immer senkrecht zur Ausbreitungsrichtung steht.

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 \mathbf{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 $\mathbf{K}(\dots, t)$ parallelen Komponenten \mathbf{x}_{ua} bzw. \mathbf{x}_{va} gewählt, wobei beide Kugeln durch das $\mathbf{a} \in \{1, 2\}$ getrennt verfolgt werden können.

$$\mathbf{K}_a(\vec{\mathbf{u}}, \vec{\mathbf{v}}, t) := \begin{cases} t (\mathbf{u}_{\parallel}(\vec{\mathbf{u}}, \vec{\mathbf{v}}) + \mathbf{u}_{\perp}(\vec{\mathbf{u}}, \vec{\mathbf{v}})) =: t x_{ua} & \text{für } t < 0 \\ \mathbf{0} & \text{für } t = 0, a \in \{1, 2\} \\ t (\mathbf{v}_{\parallel}(\vec{\mathbf{u}}, \vec{\mathbf{v}}) + \mathbf{u}_{\perp}(\vec{\mathbf{u}}, \vec{\mathbf{v}})) =: t x_{va} & \text{für } t > 0 \end{cases} \quad (5)$$

16 Diese wurden auch im Mathcad-Arbeitsblatt von [Wie 2015] verwendet.

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

18 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.

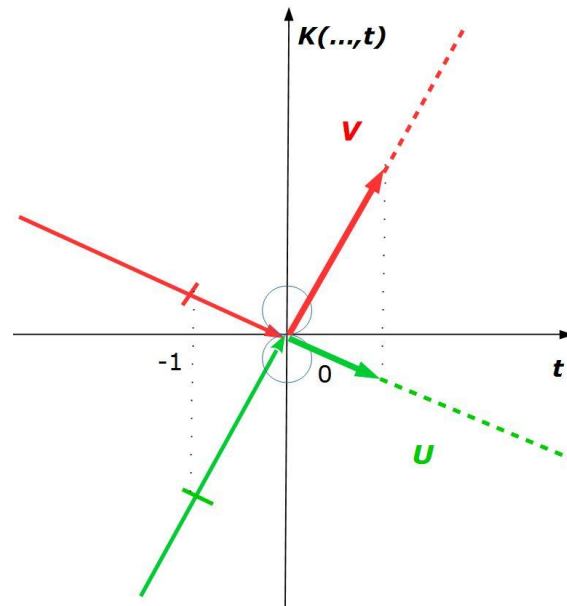


Abbildung 3: Zwei durch Stoß verursachte **Knickfunktionen** (rote und grüne Bahn)

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.

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

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.

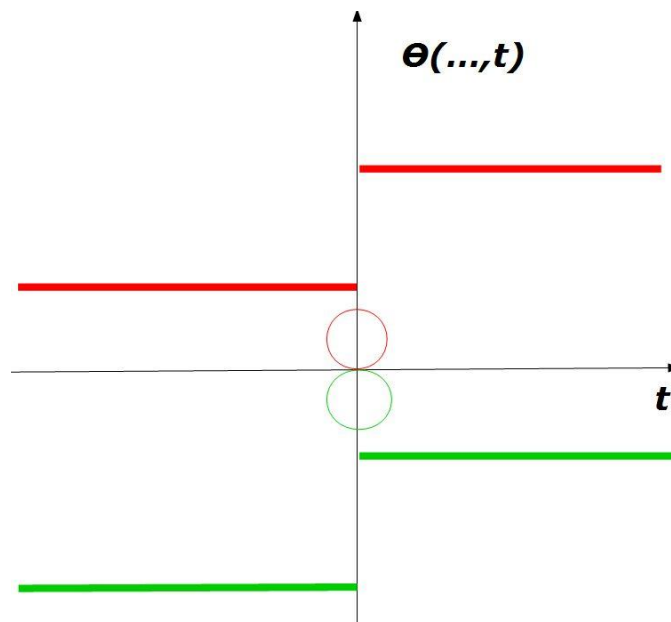


Abbildung 4: Verallgemeinerte Heavisidesche Sprungfunktion

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.

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

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“.¹⁹

19 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.

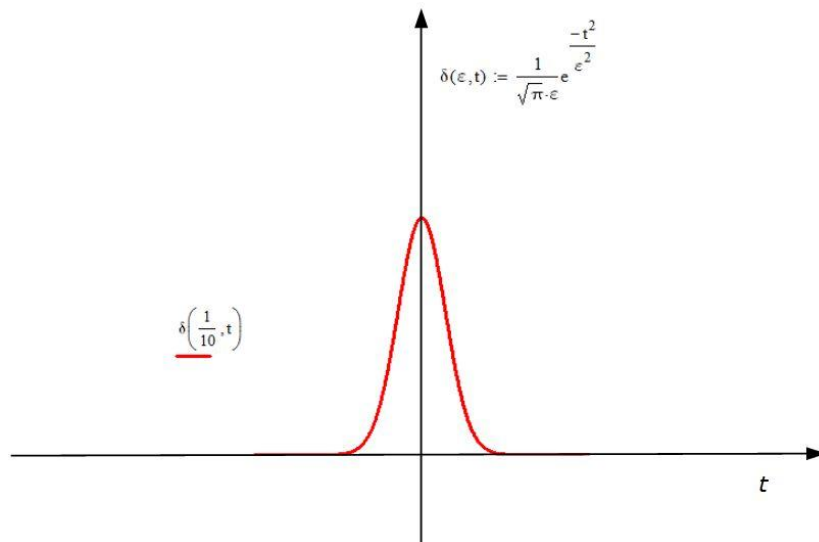


Abbildung 5: **Diracsche Deltafunktion** mit einer zentrierten Normalverteilung als Beispiel

Diese Funktion 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.

Geschwindigkeitsvektoren **U** und **V** mit je drei Parametern

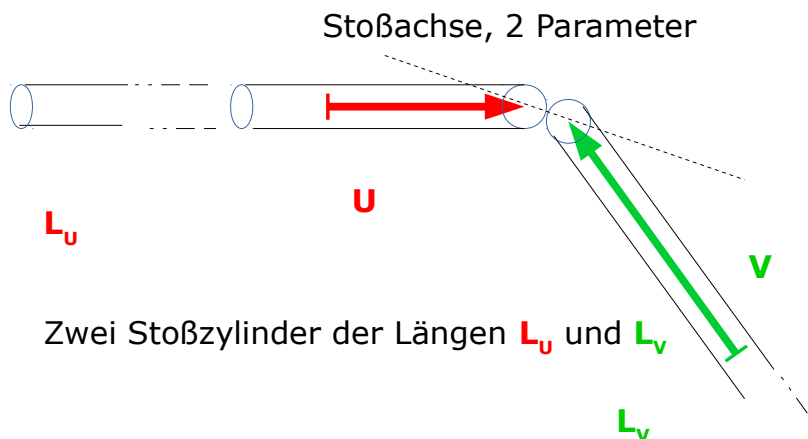


Abbildung 6: **Stoßgeometrie**

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. Durch die Stöße werden möglicherweise auch **Fixpunktiterationen** natürliche Vorgänge zugeordnet.

Mit den Stoßtransformationen soll nun die globale deterministische Erzeugung von *Erhaltungssätzen*, der *Maxwell-Boltzmannschen Geschwindigkeitsverteilung* 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.

In der hiesigen **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**²⁰ wird versucht, eineindeutig anschauliche diskrete Elemente zufällig zu erzeugen, mit denen sich Simulationen durchführen lassen. Nur in der Standardphysik beschriebene Strukturen bzw. Wahrscheinlichkeitsverteilungen von deren Feldgrößen, werden verwendet. Die Ergebnisse, einschließlich der daraus abgeleiteten Folgerungen, entsprechen dadurch postulierten realen Objekten. 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.

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,

20 Vgl. weiter unten in 3.3 Feinstrukturkonstante die Fußnote.

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

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

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):

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

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:

$$\begin{aligned} \vec{u}^2 &= \vec{u}_{\parallel}^2 + \vec{u}_{\perp}^2 \quad \text{und} \quad \vec{v}^2 = \vec{v}_{\parallel}^2 + \vec{v}_{\perp}^2 \\ &\quad \text{sowie} \\ \vec{u}'^2 &= \vec{v}_{\parallel}'^2 + \vec{u}_{\perp}'^2 \quad \text{und} \quad \vec{v}'^2 = \vec{u}_{\parallel}'^2 + \vec{v}_{\perp}'^2 \end{aligned} \quad (10)$$

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.

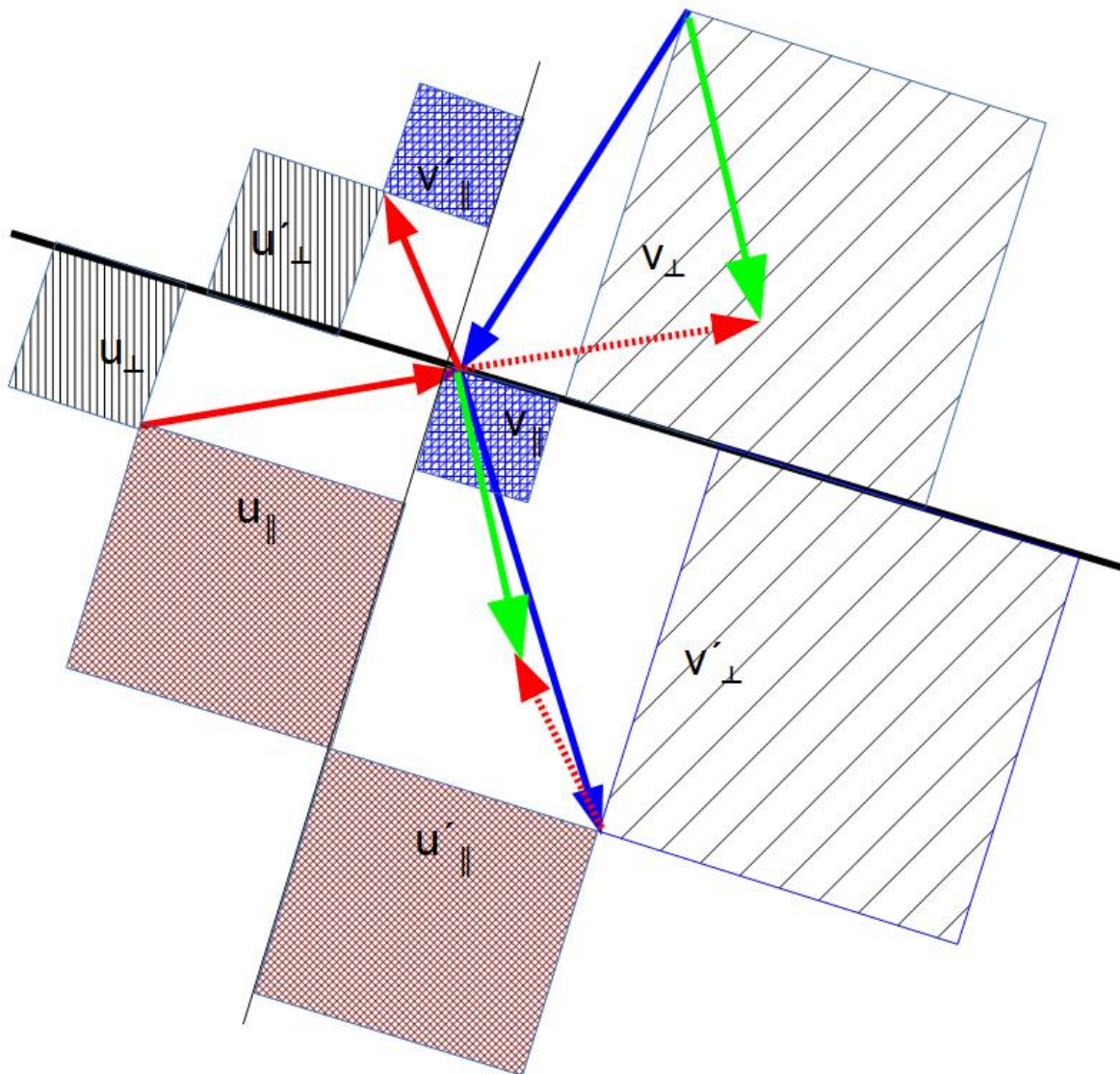


Abbildung 7: **Impuls- und Energieerhaltung** (schwarz Stoßachse und auf Objekt erhaltene Komponenten, farbig auf Stoßpartner projizierte Komponenten, grün Geschwindigkeitssumme vor und nach dem Stoß)

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,

verlieren aber bei stabilen Strukturen keine Energie, weshalb das als Gültigkeitshinweis auf **Spinerhaltung** angesehen werden kann, was aber noch Forschungsaufwand erfordert. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass bei einzelnen Stößen im Allgemeinen eine Drehung der Relativgeschwindigkeit entsteht. Dieser lässt sich ein axialer Vektor zuordnen. In durchgeführten Simulationen gibt es Hinweise darauf, dass diese Art Ordnung in gemeinsam betrachteten Mengen erhalten bleibt, weil nach jedem einzelnen Stoß der Stoßpartner weiterhin zu einer vorhandenen lokalen Asymmetrie (Strömung) gehört, der besser dazu passt.

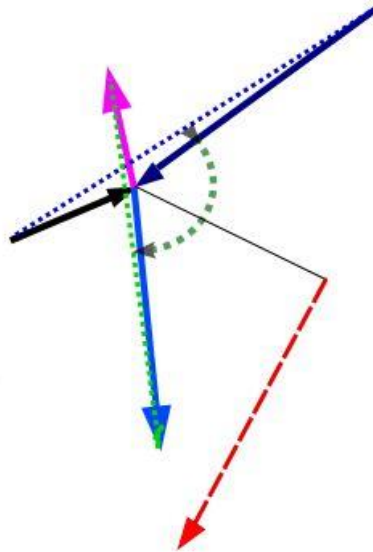


Abbildung 8: **Drehimpuls** der Relativgeschwindigkeiten (wird bei Stößen erzeugt)

Der Spin und andere erhaltene Quantenzahlen sind eng verbunden mit den Strukturen, welche als Elementarteilchen bezeichnet werden. 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 mit Stoßpartnern aus der gleichen Menge mit gleichartiger Umgebung simuliert. Beim nächsten Programmdurchlauf (einem Zeitschritt) 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 Berührungsnormalen 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.

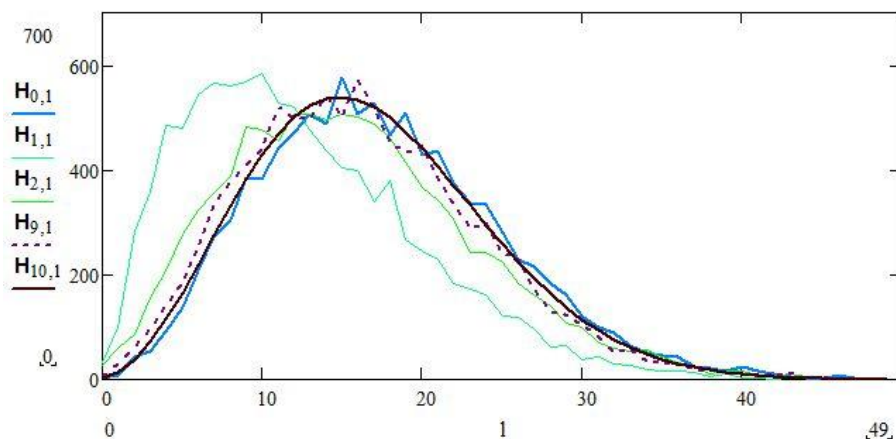


Abbildung 9: Thermalisierung durch Stöße (schnelle Anpassung an die braune MB-Verteilung)

Weil hier nach dem Postulat vorerst nur Geschwindigkeiten betrachtet werden, ergibt sich die entsprechende MB-Verteilung nur mit dem Parameter des Geschwindigkeitsbetrags, welcher im Durchschnitt auf 1 normiert wird:

$$F(v) := \int_0^v \frac{\sqrt{2} v^2}{\sqrt{\pi} a^3} \cdot e^{-\frac{v^2}{a^2}} dv \quad \text{mit} \quad a = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} = 0.626570... \quad (11)$$

Auf ähnliche Art sind auch die **freien Weglängen** zu untersuchen. Dafür kann

21 Vgl. [Wie 2009] Wiese, A.L.; Thermalisierung; <http://struktron.de/alt/2009-Thermalisierung.pdf>. Mengen mit unterschiedlichen Mittelwerten treten erst nach der Bildung stabiler Strukturen auf.

vermutet werden, dass wegen gleicher Vorgehensweise die gleiche Wahrscheinlichkeitsverteilung entsteht. Das wird hier zwar nicht bewiesen, aber deren Existenz ist bei den weiteren Überlegungen nützlich. Ein prinzipieller Unterschied von eindimensionalen freien Weglängen, gegenüber dreidimensionalen Geschwindigkeitsverteilungen, von denen diese sogar unabhängig sind²², besteht nur oberflächlich. Beide benötigen richtungsabhängig nur eine reelle Zahl. Vergleichbar werden die freien Weglängen so mit den Geschwindigkeitsbeträgen. Beide erhalten gleiche Wahrscheinlichkeitsverteilungen²³, weil weder die relativen Geschwindigkeitsbeträge noch die durchschnittlichen freien Weglängen, bei Stößen verändert werden. Beim einzelnen Stoß kommt es aber sehr wohl zu einem Sprung, welcher den Ort des nächsten Ereignisses verändert. Bei Stößen vorkommende Berührungspunkte sind über die Kugeloberflächen verteilt und erzeugen die U(1)-Symmetrie. Bei diesen entstehende Drehungen von Relativgeschwindigkeiten 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. Sogar ein zeitloses Universum könnte damit möglicherweise (in Form von Quantum Causal Histories) konstruiert werden. Alles wäre vorherbestimmt, nur die große Zahl der unbekanntem Einflüsse aus einem unendlichen Universum würde die Berechenbarkeit unmöglich machen.

Die Hauptaussage der Thermalisierungsvorgänge lässt sich nun als Naturgesetz formulieren, als **zweiter Hauptsatz der Thermodynamik**, der hier in der Form von Boltzmann²⁴ 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,... Dabei sind allerdings, im Gegensatz zu hier, auch sich lokal unterschiedlich entwickelnde Mittelwerte von Anzahldichte und Geschwindigkeiten in stabilen Strukturen zu berücksichtigen. 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

22 Vgl. Formel (2).

23 Gezeigt wird das auch in [Schm 1989] auf S. 1968, (12.1.37)

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

Wechselwirkungen ein.

Daraus lässt sich auf eine *globale Gültigkeit* von Naturkonstanten schließen. Für das Universums lassen sich mit Hilfe der Thermalisierung Aussagen über einen möglichen Wärmetod untersuchen. Die Durchschnittsgeschwindigkeiten und freien Weglängen in Strömungen des Substrats zwischen Galaxien (Filamenten) könnten gegen gleiche Grenzwerte streben.

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

2.3. Feinstrukturkonstante

In der Weiterführung von Untersuchungen zur 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. Im weiterhin ortslosen Gas bleiben Anzahldichte bzw. freie Weglängen immer noch unberücksichtigt.

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. Eine Verbesserung dieser Simulation wird durch den Einfluss der Stoßfrequenz anstelle der Beschränkung auf Geschwindigkeitsbeträge erreicht. Es wird hier angenommen, dass durch die holografische Eigenschaft Inhomogenitäten in stabilen kugelförmigen Strukturen erzeugt und über ihre Oberfläche an die Umgebung weiter gegeben werden. Dadurch entstehen in der betrachteten Menge und im umgebenden Substrat unterschiedliche Durchschnittswerte von Parametern der Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Diese erzeugen dann durch Rückkopplung bei den nächsten Stößen, also einem Simulationsdurchlauf, welcher einem Zeitschritt entspricht, auch in der ursprünglichen Richtung einer eventuell vorhandenen Strömung 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 bescheidenen²⁵ Anzahl von etwa 10^9 Stößen das Resultat von 0.007297... ($\approx 1/137.03$) 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.

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

$$\alpha = \frac{\Delta V}{4\pi} = \frac{\sum_k |\Delta X_k|}{N 4\pi} \quad (12)$$

In *Abbildung 10* ist die Änderung für einen Stoß dargestellt. Die Durchschnittsbildung wirkt auf die Umgebung einer als Erzeugungsgebiet gedachten kugelförmigen Struktur (Elementarteilchen) mit nur zur Oberfläche orthogonaler Strömung, die dadurch stabil bleibt. Das wird bei der wiederholten Simulation im nächsten Durchlauf berücksichtigt und ist eine Rückkopplung, wie sie in stochastischen Prozessen betrachtet werden kann. Bei geeigneter Wahl eines Anfangssubstrats und Weiterverwendung der durch die Stöße erzeugten neuen Vektoren im nächsten Zeitschritt verändern sich die Durchschnittswerte nicht. Ähnlich können auch stabile Systeme mit und ohne Ladung untersucht werden. Für eine Feinstrukturkonstante der Gravitation (siehe weiter unten) müsste allerdings die Veränderung der freien Weglängen wegen des Zusammenhangs mit den Massen eine wesentliche Rolle spielen.

Wird in der Simulation der auf die Kugelförmigkeit deutende Faktor $\sin(\beta)$ weggelassen, ergibt sich ungefähr 1.0014..., dominant sind demnach die zufälligen Relativgeschwindigkeiten. Wird diese, den Satz von Pythagoras ausdrückende, Wurzel weggelassen, ergibt sich 0,007197..., also $e^{-\pi^2/2}$ als Faktor gemäß der möglichen Berührungspunkte auf der Kugel (U(1)-Symmetrie).

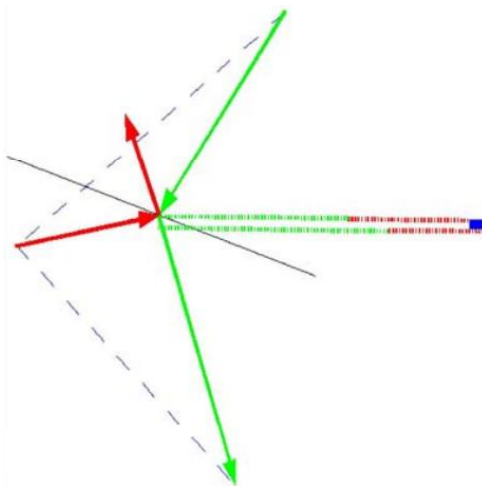


Abbildung 10: Änderung der Geschwindigkeitsbeträge bei Stößen. Die roten und grünen Pfeile stellen an der schwarzen Stoßachse zusammenstoßende Objekte dar. Zugehörige Beträge sind waagrecht gestrichelt, oben vor und unten nach dem Stoß. Die Änderung ΔX_i erscheint dick blau rechts.

Ein Ansatz für die erhoffte analytische, mit Durchschnittswerten gebildete, Lösung zeichnet sich mit der de Vriesschen Fixpunktiteration²⁶ mit 0.00729735256865385, einem Ergebnis im Rahmen des aktuellen CODATA-Wertes, ab. Mit den anschaulichen Geschwindigkeiten müssen auch die freien Weglängen berücksichtigt werden. Durch den Vergleich mit den Eigenschaften einer stabilen Struktur, welche zumindest orthogonal zur Oberfläche eine konstante Stoßfrequenz zur Umgebung besitzen sollte, wird die berechnete oder durch Simulation erzeugte Zahl dimensionslos. Wichtig ist ihre **Skalierbarkeit**, weil die Kugeldurchmesser bisher nicht betrachtet werden. Bei meteorologischen Vorgängen scheint der Faktor 1/137 möglicherweise auf einem ähnlichen Mechanismus zu beruhen.²⁷

²⁶ Genauere Hinweise finden sich in [Wie 2015].

²⁷ Vgl. [Sel 2005].

2.4. Elektrische und magnetische Eigenschaften

Das thermalisierende Substrat diskreter Objekte erzeugt nach den bis hierher angenommenen Voraussetzungen MB-verteilte Geschwindigkeiten und einen 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 auf²⁸:

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} \quad (13)$$

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)-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“²⁹ vorgestellt wurde, war das noch erforderlich. Für anschauliche Erklärungen könnten mit heutigen Mitteln **Animationen**, mit in den Feldern enthaltenen Kugeln, erzeugt werden. Vorkommende Orthogonalität, beispielsweise in elektromagnetischen Wellen, wird dabei von den 90° Drehungen der Relativgeschwindigkeiten, wegen durchschnittlicher 45° Stoßachsenwinkel bei parallel gleich wahrscheinlichen Flugbahnen, erzeugt. Stoßfrequenzen zwischen orthogonalen Strömungen verschwinden wegen der Relativgeschwindigkeiten nicht. Es stehen aber sowohl elektrische Feldkomponenten als auch magnetische Flussdichten senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. Das ist die Ursache der Transversalwellen.

Bei der Beschreibung bieten sich natürlich moderne Methoden an. Weil sich im

28 Vgl. auch Formel (8) und in [Wie 2015] Formel (55) $\Delta \mathbf{X} := \mathbf{u} + \mathbf{v} - (\mathbf{u}' + \mathbf{v}')$ sowie Ausblick auf Entsprechung mit \mathbf{e}^2 .

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

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 Verwendung einer gleichartigen Wahrscheinlichkeitsverteilung für die freien Weglängen lässt sich zur Beschreibung mit der **$U(1)$** ³⁰ Symmetrie ausnutzen. Beide Blickrichtungen, vom Geschwindigkeitsbetrag oder der freien Weglänge her, sind gleichwertig.³¹ Aufgrund der großen Anzahl im Substrat vorhandener Kugeln, welche das elektromagnetische Feld effektiv durch Superposition erzeugen, dominiert das die Elektrodynamik. Ob außerhalb der felderzeugenden Elementarteilchen die Selbstwechselwirkung durch Stöße in den Maxwell'schen Gleichungen berücksichtigt werden muss, ist noch nicht sicher, weil der Resteffekt sich ausgleichenden Vakuumfluktuationen zugeschrieben werden kann. Das Transformationsverhalten der elektromagnetischen Feldkomponenten wird wesentlich vom Erhalt paralleler Komponenten in allen Ereignissen bestimmt³². 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 Dynamik stabiler Systeme (Elementarteilchen). Weiter unten werden einige Ideen dazu vorgestellt (im Teil 3).

2.5. Raumzeit und Gravitation

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 Mastergleichungen³³, Kontinuitätsgleichungen (im Falle stochastischer Betrachtungen) oder beispielsweise postulierten Schwingungen beschrieben werden. Diese ermöglichen Strukturbildungen, welche zum Standardmodell der Elementarteilchen, mit einem Ordnungsschema ähnlich dem Periodensystem der Elemente führten. Wegen der klassisch zulässigen Überlagerungsmöglichkeit (**Superposition**)³⁴ 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. In der ART ist die Superposition durch die Nichtlinearität infrage gestellt. Das sollte durch ein Modell verständlich werden.

30 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).

31 Magnetismus kann durch elektrische Felder beschrieben werden, was mit diskreten erzeugenden Objekten eine gewisse Anschaulichkeit erhält, siehe [Küh 2016]

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

33 Siehe weiter unten 3.1.1 Anfangsmechanismus von Strukturbildung.

34 Bei stabilen Strukturen wird das vom Pauli-Prinzip eingeschränkt.

Im betrachteten Substrat muss eine Durchschnittsgeschwindigkeit durch schnelle Thermalisierung erzeugt werden, welche zumindest lokal die **konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit** von Störungen³⁵ definiert:

$$c = \frac{|\bar{v}|}{\sqrt{2}} \quad (14)$$

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*)³⁶ 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 die Beschreibung mit periodischen Funktionen ermöglicht, kann korrespondierend zur Thermodynamik, als Gleichgewicht zur Umgebung des Substrats angenommen werden. Wegen scheinbar vorkommender Überlichtgeschwindigkeiten wird bei der Beschreibung anstelle dieser oft der Begriff Rapidität³⁷ verwendet. 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, wie der Lorentz- oder Poincarégruppe, ergeben sich viele Forschungsansätze bzgl. elementarer dahinter steckender Ursachen und Symmetrien, z. B. bis zur E10. Im ganz Kleinen sind das die hier betrachteten Stöße, weil bei diesen Relativgeschwindigkeitsbeträge erhalten bleiben 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.

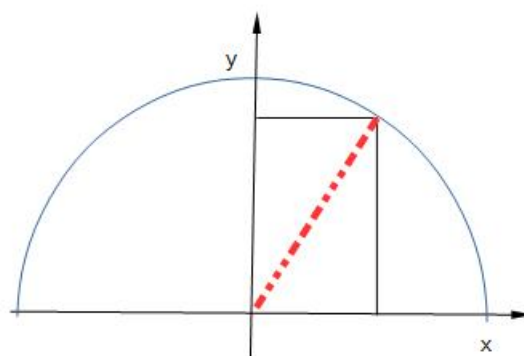


Abbildung 11: Lorentzfaktor - Pythagoras

35 Diese werden weiter unten behandelt (3.1.4 Bosonen)

36 Vgl. 2.5 Das zweite Postulat und die Lorentz-Transformation in [WeSe 1982].

37 Ausführlich wird das beispielsweise bei der Beschreibung hadronischer Wechselwirkungsmodelle mit Luftschauern (vgl. z.B. in [Kna 1997]) verwendet.

Angenommen wird eine Bewegung mit \mathbf{v} gegenüber dem Beobachter in \mathbf{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 \mathbf{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 \mathbf{y} -Richtung abgelesen werden. War die Länge in Ruhe 1, wird sie bei größerem \mathbf{v} kleiner, mit dem Anfangswert L_0 um das entsprechende Vielfache. Es gilt nach Pythagoras:

$$c^2 = x^2 + y^2 \text{ mit } y = (L/L_0) c \text{ und } x = v \Rightarrow L^2 c^2 = L_0^2 (c^2 - v^2) \Rightarrow L = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2} \quad (15)$$

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Störungen, also \mathbf{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 \mathbf{c} verwendet. 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 $\mathbf{v} = \mathbf{x} / \mathbf{t}$ folgt einfach $\mathbf{t} := \mathbf{x} / \mathbf{v}$. 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 fort. Der Mechanismus für die feste Periodizität muss noch erklärt werden. In *Abbildung 11* wird der Variablen \mathbf{x} wieder die Geschwindigkeit zugeordnet, aber diesmal die funktionale Abhängigkeit \mathbf{y} für die gerade definierte Zeit verwendet:

$$\text{mit } x = v \text{ und } y = T = (x/v) \Rightarrow \frac{T^2}{c^2} = T_0^2 \frac{1}{(c^2 - v^2)} \Rightarrow T = T_0 \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (16)$$

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 (16) auch für die Definition der **Eigenzeit** τ (anstelle \mathbf{T}) einer einzelnen bewegten Kugel. Bei der Beobachtung in der Bewegungsrichtung wird Licht verwendet, für das bisher postuliert wurde, dass dessen Geschwindigkeit konstant ist. Hier können nur die MB-verteilten Kugelgeschwindigkeiten

verwendet werden. Bei der mathematischen Beschreibung und grafischen Darstellung lässt sich der Satz von Pythagoras verwenden. Für den Beobachter vergeht die Zeit des bewegten Partners langsamer. In der diskreten Erweiterung ergibt sich die Signalgeschwindigkeit aus der lokalen Durchschnittsgeschwindigkeit nach (14). 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 Interessantesten 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** (definiert durch den raumzeitlichen Abstand von Kugeln) des Substrats zu bestimmen. Weil das 10 unabhängige Eigenschaften sind, welche die postulierten Kugeln beschreiben³⁸, entsprechen diese denen der lokalen Erwartungswerte von Energie, Impulsen und 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 orthogonal 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:

$$\text{mit } x=M, y=\tau^2 \text{ gilt } \tau=t_0\sqrt{1+\frac{G*M-3*G*M}{2*c^2}} \text{ mit } c=G=1 \text{ folgt } \tau=t_0\sqrt{1-M} \quad (17)$$

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 ein anderer Verlauf der Zeitdilatation verbunden, als mit der Geschwindigkeit. Wegen des (von Einstein) postulierten Äquivalenzprinzips ist diese Verzerrung der Raumzeit nicht von einer durch Beschleunigung zu unterscheiden. Das deutet wegen der

38 Siehe vorn in 1.4 Beschreibungsmöglichkeiten.

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 kann, die zwei Lösungen hat.“³⁹ Diese könnte mit *Abbildung 11* veranschaulicht werden. Der Zusammenhang der Masse mit der Compton-Wellenlänge kann erst nach der Einführung einer Quantisierung verwendet werden, was zur Quantengravitation führen sollte. Bei kleinen Massen ist die Zeitdilatation klein, bei sehr großen könnte die Zeit fast stillstehen. Als Grenzwerte ergeben sich Eigenzeiten einzelner Substratkugeln auf deren Brownschen (Zickzack-) Pfaden. Diese können summiert und durch die Anzahl der Ereignisse geteilt, vor allem wegen der Periodizität der beschriebenen Strukturen, scheinbar glatt werden. Eventuell lässt sich auch die Eigenzeit der SRT verwenden.

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. Bei Vorhandensein eines Gravitationsfeldes⁴⁰ können Energie und Impuls kontinuierlich verändert werden. Dabei wird der Energieerhaltungssatz ohne Quantengravitation im (damals noch unbekanntem) Urknall-Universum unerklärbar verletzt. Es fehlen Objekte, welche diese Energie von beobachteten Strukturen durch den Raum von bzw. nach außen übertragen können. Für die Erklärung besteht eine Hoffnung in der diskreten Erweiterung. Der Zusammenhang mit den Deltafunktionen wird bereits in der relativistischen Mechanik verwendet⁴¹.

$$R_{\mu\nu} - \frac{R}{2} g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu} \quad (18)$$

$$(T^{\mu\nu}) = \begin{pmatrix} w & \frac{S_x}{c} & \frac{S_y}{c} & \frac{S_z}{c} \\ \frac{S_x}{c} & G_{xx} & G_{xy} & G_{xz} \\ \frac{S_y}{c} & G_{yx} & G_{yy} & G_{yz} \\ \frac{S_z}{c} & G_{zx} & G_{zy} & G_{zz} \end{pmatrix} \quad (19)$$

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

39 Zitat von H.P.Dürr in [Hei 1969], 20. Elementarteilchen und Platonische Philosophie ...

40 Einstein wies bereits am 19. Nov. 1914 ([Ein 2006] S.1057) in seinem Akademievortrag darauf hin.

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

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 $T_{\mu\nu}$ die lokale Krümmung $R_{\mu\nu}$ an allen Punkten der Raumzeit und kann im Vakuum verschwinden, was auf die Schwarzschildlösung führt. In den Einsteingleichungen wird die Einsteinsche Gravitationskonstante $\kappa=8\pi G/c^4$ eingeführt. Mit der kosmologischen Konstante Λ , kann dann $\rho=\Lambda c^4/8\pi G$ als Vakuumenergiedichte interpretiert werden. Der Schwarzschildradius könnte durch eine dichtest mögliche Kugelpackung beeinflusst sein. Bei etwa fünffacher Erdmasse stimmen beide Radien überein. Aus Beobachtungen sollten sich die durchschnittlichen Eigenschaften des Substrats ermitteln lassen.⁴² 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** ($\alpha_G=Gm_{pr}^2/\hbar c=(m_{pr}/m_p)^2$) von etwa $5.91\cdot 10^{-39}$ verständlich werden könnte.⁴³ Anstelle der Protonen- und Planckmasse kann auch die Plancklänge und die Compton-Wellenlänge des Protons verwendet werden:

$$\alpha_G=4\pi^2(l_p / l_{pr})^2=5.906\cdot 10^{-39} \quad (20)$$

Hier werden schon erste Ansätze für eine Quantengravitation ersichtlich, weil neben der Gravitationskonstante das Plancksche Wirkungsquantum verwendet wird. Die Wahrscheinlichkeit für Absorption kann von der gleichzeitigen Anwesenheit einer zusätzlichen, bei einem Stoß erzeugten, in ein Stoßzylinder-Intervall (vgl. *Abbildung 6*) passenden Geschwindigkeit abhängen. Die Multiplizität der Wahrscheinlichkeiten könnte zum Quadrat in der Formel führen. Bei der Beschränkung der angedachten Absorption auf freie Weglängen und den Durchmesser der postulierten kleinsten Objekte ergibt sich die

42 Näheres dazu in 3.2. Quantitative Zusammenhänge. Behandelt wird der Einfluss im Großen auch in [Reb 2012] „18 Hydro-, Thermo- und Elektrodynamik des kosmischen Substrats“. Baez gibt auf <http://math.ucr.edu/home/baez/vacuum.html> eine Schätzung von $7\cdot 10^{-27}$ 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])

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

Newtonsche Betrachtungsweise der Gravitation, in welche nur Massen eingehen. Es steckt aber noch eine mögliche Materialabhängigkeit der Gravitation in dieser Betrachtung, weil anstelle des Protons andere Elementarteilchen bzw. die Zusammensetzung einer Struktur verwendet werden können. Bei Verwendung des Neutrons ergibt sich $5.922 \cdot 10^{-39}$ und mit dem Elektron $1.752 \cdot 10^{-45}$.

Hilfreich könnte eine Wahrscheinlichkeitsbetrachtung bei der Auflösung der Einsteingleichungen nach G werden. Der in diesen 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 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-Simulation⁴⁴ 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 und durch Stöße**, zurückgeführt werden. Weiter unten⁴⁵ 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.⁴⁶ Das zur Beschreibung sinnvolle Skalarfeld, müsste nach den hiesigen Erkenntnissen komplex oder gar quaternionisch sein, weil jedem Raumzeitpunkt ein Geschwindigkeitsbetrag und eine freie Weglänge sowie auch zwei Winkel in Form eines effektiven Feldes zugeordnet werden können. Diese sollen die

44 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/>.

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

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

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 weiteren Forschungsaufwand erfordert. Auch durch die mögliche Gültigkeit des holografischen Prinzips könnten Eigenschaften sogar von ganz kleinen Strukturen (Elementarteilchen, Molekülen,...) über ihre Oberflächen an deren Umgebung weiter geben werden. Die Stoßfrequenz der Ansammlungen von **(eventuell auch dunkler⁴⁷) Materie** sollte sich gegenüber der Umgebung, also orthogonal zur Oberfläche, 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 bzw. Expansion des Raumes könnte das bezeichnet werden. Als festes Längenmaß ließe sich der Durchmesser der kleinsten Kugeln auch für die Definition der Metrik verwenden, falls er ermittelt werden kann. Die Beschreibung ähnelt der einer idealen Flüssigkeit.

In der Grundformel für die **Rotverschiebung** lässt sich anstelle des festen **c** unter anderem ein veränderliches **c(t)** verwenden⁴⁸, 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.

$$z \approx \frac{H_0 \cdot D}{c(t)} \quad \text{oder} \quad z \approx \frac{H_0 \cdot D(t)}{c} \quad \text{oder} \quad z \approx \frac{H_0(t) \cdot D}{c} \quad (21)$$

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 (21) 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 (18) der ART einbringen.

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

48 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 .

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 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 von der Entfernung nach (21) ab und folgt dem bekannten Standardmodell (Λ -CDM-Modell).⁴⁹ Dieses ist vielleicht auf die Entstehung von Galaxien beschränkt, 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 zugehörigen Wahrscheinlichkeiten. **Kräfte** sind dabei Durchschnittswerte von sehr vielen lokalen Anzahldichte- und auch abrupten Geschwindigkeitsänderungen, welche die gesamte Struktur beschleunigen. 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, könnten aber theoretisch rekonstruiert werden. 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 und **verkleinert** durch Gravitation die freien Weglängen **L**. Das erscheint vorerst nur als emergentes Phänomen aus den Durchschnittswerten vieler Kugeln. Die resultierende Beschleunigung der betrachteten Struktur, z.B. ein Elementarteilchen, braucht aber nicht nur mit der Gravitation assoziiert zu werden, sondern können dabei auch größere oder kleinere Geschwindigkeitsbeträge Ursache sein. 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 vorübergehende Absorptionen oder direkte Stöße können diese zwar ändern, werden aber von der Strukturstabilität dominiert, welche mit den geschwindigkeitsunabhängigen

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

freien Weglängen zusammen hängt. Emissionen von nicht mehr in die Struktur passenden Kugeln gleichen vermutlich die Absorptionen aus. 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 Absorbertheorien⁵⁰ 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. Die Dominanz von Erzeugung und Erhalt stabiler Strukturen gegenüber Fluktuation durch Bewegungen im Substrat muss beispielsweise mit Mastergleichungen⁵¹, gezeigt werden.

Im Großen werden die Gültigkeitsgrenzen des Modells von der lokalen Lichtgeschwindigkeit und durch die Thermalisierung, welche den Beobachtungshorizont festlegt, bestimmt. 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? Ist die ART eine universelle Theorie oder nur eine im Großen ausreichende, emergente Theorie? Kann eine Verklumpung auf ein einziges Ereignis, also einen Stoß zurück geführt werden? Reichen die acht zur Beschreibung erforderlichen Parameter oder die zehn, wenn die freien Weglängen hinzu genommen werden? Wie entsteht nun die Quantenmechanik im Rahmen der diskreten Erweiterung und liefert sie Ansätze für eine Quantengravitation? Können damit bereits stabile Strukturen sowie eine damit zusammen hängende Periodizität erklärt werden? Lässt sich damit bereits ein Mechanismus für die Gravitation konstruieren, der auch Hinweise auf die Größenordnung der Kopplung ergibt? Sind Raumzeitverzerrungen durch Stöße eine generell gültige Ursache der Standardphysik?

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

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

51 Vgl. in [Hak 1983] 4.6 Die exakte stationäre Lösung der Master-Gleichung für Systeme in detaillierter Bilanz.

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 lässt⁵²:

$$\Delta A \Delta B \geq \frac{1}{2} |\langle [A, B]_- \rangle_\psi| \quad (22)$$

Hierbei sind die ΔA und ΔB Standardabweichungen der Observablen A und B , welche durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Messwerte des Systems (Zustand) $|\psi\rangle$ beschrieben werden:

$$\Delta A = \sqrt{\langle \psi | (A - \langle A \rangle)^2 | \psi \rangle} \quad (23)$$

Und Entsprechendes gilt auch für B .

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 von kinetischer und potentieller Energie, wobei es sich immer um stabile Strukturen handelt. Mit der Bohr-Sommerfeldschen Quantisierungsregel erfolgt die einfache Zuordnung eines ganzzahligen Vielfachen des Planckschen **Wirkungsquantums**.

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L(t, x(t), \frac{dx}{dt}) dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{2} m v^2 - V(t, x) dt \Rightarrow \oint p dx = n h \quad (24)$$

Hier soll nun das Integral durch eine Summe ersetzt werden. Bei Messungen entsteht erfahrungsgemäß ein fester Wert. Vorausgesetzt wird dabei immer noch 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 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 mit acht reellen Parametern 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. Geschwindigkeiten und freie Weglängen ordnen

52 Vgl. z.B. <http://theory.gsi.de/~vanhees/faq/uncertainty/node2.html>.

jedem Raumzeitpunkt Durchschnittswerte zu. Mit den ebenfalls bestimmbar Standardabweichungen von Orten und Impulsen ergibt sich dann die Heisenbergsche Unschärferelation. Im einfachen Fall, werden Stöße mit Knickfunktionen (5) beschrieben und ergeben sich aus den diskreten Funktionen der angenommenen Messwerte. Weil zu einem Stoß zwei Kugeln gehören, stellt sich die Frage, ob und wie diese beiden Parameter der MB-Verteilungen für die Geschwindigkeiten und freien Weglängen 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 schon. Die freien Weglängen können nur Null werden, wenn als Abstand die Berührungspunkte betrachtet werden. Bei sehr großer Anzahl (ohne erforderliche Korrektur der Stichprobenvarianz) konvergieren bzw. thermalisieren die Geschwindigkeiten \mathbf{v} gegen die Maxwell-Boltzmannsche-Geschwindigkeitsverteilung und die freien Weglängen L erhalten eine gleichartige Wahrscheinlichkeitsverteilung mit den Erwartungswerten \mathbf{E} und den Standardabweichungen \mathbf{s} :

$$E(\vec{v}) := \left| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \vec{v}_k \right| \quad \text{und} \quad \Delta \vec{v} := s_v = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (\vec{v}_k - E(\vec{v}))^2} \quad (25)$$

$$E(L) := \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m L_k \quad \text{und} \quad \Delta L := s_L = + \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (L_k - E(L))^2}$$

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 bei einer elementaren Wirkung eines Stoßes, neben der Geschwindigkeitsänderung auch die Veränderung der Geometrie interessiert und dazu ist auch die Ortsveränderung zu betrachten.

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 Wahrscheinlichkeiten von gleichartigen Bestandteilen additiv (oder-Verknüpfung) 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) verwenden, welche keine Abhängigkeit von Teilchengeschwindigkeiten enthält. Die Anzahl der betrachteten Kugeln wird bewusst mit m bezeichnet, weil das den ursprünglichen Begriff der **Menge von Materie** assoziiert. Nach der Addition der Geschwindigkeitsvektoren wird durch diese Zahl dividiert, so dass nochmals über alle gleich schweren Kugeln der normierten **Masse 1** summiert und die Anzahl ausgeklammert werden kann. Der gemeinsame Geschwindigkeitsbetrag zeigt als Vektor in die durchschnittliche Richtung der Bewegungen.

$$\left(\sum_{k=1}^m 1 \right) \left(\sum_{k=1}^m \frac{1}{m} \vec{v}_k L_k \right) = m \left(\sum_{k=1}^m \frac{1}{m} \vec{v}_k \right) \frac{1}{\sqrt{2\pi n d^2}} = m \vec{v} L \quad \text{mit } (21) \quad \Delta p \Delta x = h \quad (26)$$

Darin führen durchschnittliche Geschwindigkeiten und freie Weglängen auf zugehörige Standardabweichungen, wobei wieder die Existenz stabiler Strukturen vorausgesetzt wird. Wegen (25) könnten Geschwindigkeitsbeträge und freie Weglängen formal ausgetauscht werden, wenn beide der gleichen Richtung zugeordnet werden. Beide besitzen eine auf gleiche Art erhaltene Wahrscheinlichkeitsverteilung, die sich aus der Häufigkeit des Auftretens in gewissen Intervallen herleitet.

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** oder **Compton-Wellenlänge**⁵³ (entsprechen (26)) lassen sich damit herleiten und erklären beobachtbare Phänomene.

Als Grundgleichungen der Quantenmechanik folgen damit auch die **Schrödingergleichung**, wie schon in *Fußnote 18* erwähnt, die **Klein-Gordon-Gleichung** und die **Diracgleichung**. Als Interpretationsmöglichkeit bietet sich hier wegen des Postulats kleinster ausgedehnter Objekte die Dekohärenz an. Messungen erfordern immer die Einbeziehung der Messgeräte, als ebenfalls aus sehr vielen kleinster Objekte bestehender Strukturen, welche nur statistisch beschreibbar sind.

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 Herleitungsversuche 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 und ebenso wie die Geschwindigkeiten abrupt verändert werden. 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 der Kugelmittelpunkte $d(\mathbf{x}_0, \mathbf{x}_1) = 2r$. Die Wirkung der zweiten Kugel auf die erste, also der Stoß, wird auf einen Zeitpunkt $\mathbf{0}$ gelegt und ist eine abrupte Beschleunigung, wie sie durch die Knickfunktionen, daraus folgenden Heavisidefunktionen und dann die 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,

53 Deren bekannte Formeln werden in „3.2 Quantitative Zusammenhänge“ verwendet.

dass die Wirkung des Stoßes durch das bewegte \mathbf{v} auf das ruhende \mathbf{u} erfolgt oder durch das bewegte \mathbf{u} auf das ruhende \mathbf{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.

$$[\vec{x}_0 \cdot \vec{v} - \vec{v} \cdot \vec{x}_1]_p = (x_0 - x_1)(v \cos(\vec{x}_0, \vec{v})) = d (v \cos(\vec{x}_0, \vec{v})) \quad (27)$$

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 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 (Strukturen), welche aus den postulierten Kugeln bestehen, angewendet werden können. Deren Zusammenhalt gegenüber der Umgebung muss daher von den freien Weglängen erzeugt werden, welche ja nicht von den inneren Geschwindigkeiten abhängen und damit auf den Zusammenhang mit der Ansammlung von Materie durch Gravitation hinweisen. Das könnte eine Grundidee für die gesuchte Quantengravitation sein. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die im Allgemeinen bei Stößen erzeugte Drehung der Relativgeschwindigkeit, welche auch die nächsten Stoßorte abrupt woanders hin springen lässt. Dabei kann aber die Stoßfrequenz orthogonal zur Oberfläche der betrachteten Struktur gegenüber der Umgebung stabil bleiben.

Bei einzelnen Stößen entstehen Werte, welche nach vielen Stößen Mittelwerte und Standardabweichungen erzeugen. Diese sollten wegen der Kleinheit der postulierten Kugeln in der Größenordnung der Planckschen Konstanten liegen. 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 Berücksichtigung der Ausdehnung eine mögliche Asymmetrie elementarer Ereignisse in der Raumzeit erkennen lassen. Bis hierher ist demnach nur die Proportionalität der elementaren Wirkung zur Größe der Eigenschaften der beteiligten Kugeln erkennbar. In Abhängigkeit von jeweils untersuchten Strukturen kann das zu Zahlenwerten führen, welche mit bisher nur gemessenen Naturkonstanten korrespondieren. So kann neben der freien Weglänge für kleine Strukturen (Elementarteilchen) und der Feinstrukturkonstante elektromagnetischer Wechselwirkungen, welche auf

Geschwindigkeitsbetragsänderungen zurückzuführen ist, auch die schon erwähnte Feinstrukturkonstante der Gravitation (20) entstehen. Diese ist mit der Materieansammlung und deshalb mit einer Verkleinerung freier Weglängen verknüpft. Daraus würde unter Berücksichtigung eines Faktors der Asymmetrie einer Raumzeitverzerrung bzw. der Metrik oder des Linienelements eine Quantisierung der ART folgen. Erforderlich ist dafür eine nähere Untersuchung, was in der betrachteten Struktur als Absorption oder Emission von Kugeln zu interpretieren ist und ob dabei die einzelnen Stoßzylinder betrachtet werden müssen. Die Aufenthaltsdauer im Zeitintervall zwischen zwei Stößen wäre dafür ausschlaggebend. In einer Simulation von Stößen kann beispielsweise mit dem Skalarprodukt der beiden neu entstehenden Vektoren entschieden werden, welcher besser in eine betrachtete Strömung passt. Das könnte der Grundmechanismus für Superposition sein. Mit dem Erwartungswert der freien Weglänge würde sich ein fester Wert für die Absorption ergeben, welcher mit den Streuungen aus der realen Umgebung korrigiert werden sollte. Das führt auf eine Betrachtungsweise mit der Unschärferelation. Ob die Verwendung von Eigenzeiten als Brücke zur ART eine Materialunabhängigkeit der Gravitationskonstante ergibt, muss noch untersucht werden.

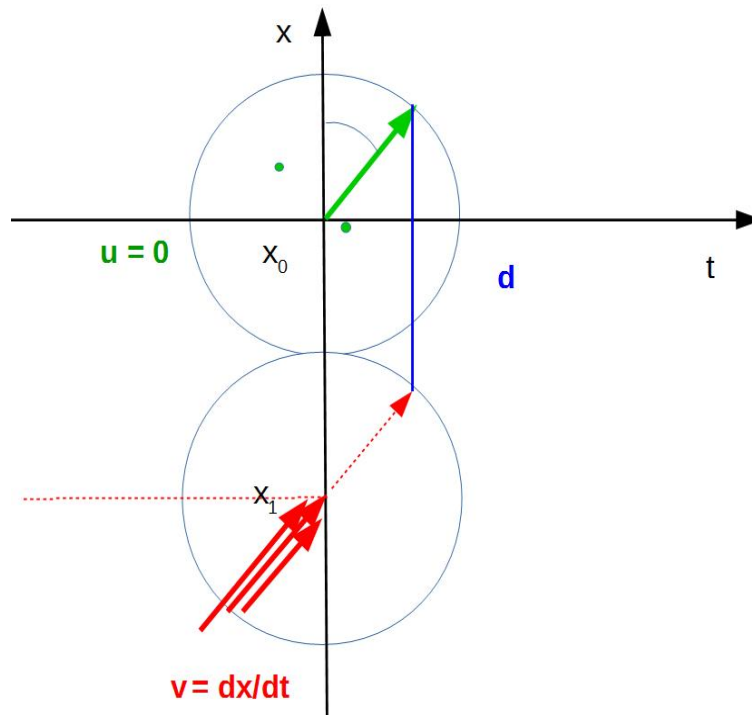


Abbildung 12: **Kommutator** bei Stoß

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 $1/\hbar$ multipliziert wird, verständlich. Der komplexe Parameter i (von der imaginären Zeit⁵⁴) 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)

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

beschrieben werden, können Erkenntnisse für die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Stabilitäts-erzeugung liefern. Die Masse entspricht der berücksichtigten Anzahl. Das reduzierte Plancksche Wirkungsquantum \hbar charakterisiert dann die Periodizität bzw. Stabilität von Strukturen \mathbf{U} und \mathbf{V} in der Quantentheorie, welche ein Stoßgleichgewicht gegenüber der Umgebung ausdrücken.

$$\sum_{k=1}^m \left(\frac{\partial u}{\partial q_k} \frac{\partial v}{\partial p_k} - \frac{\partial v}{\partial q_k} \frac{\partial u}{\partial p_k} \right) =: [u, v]_p \rightarrow \frac{1}{i \hbar} [U, V] \quad (28)$$

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 $v = c\sqrt{2}/2$ ineinander über gehen. 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:

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\partial \rho}{\partial t} + \sum_{i=1}^N \left[\frac{\partial \rho}{\partial q_i} \dot{q}_i + \frac{\partial \rho}{\partial p_i} \dot{p}_i \right] = 0 \quad (29)$$

Bei den inneren Selbstwechselwirkungen, also Stößen, gehen die Bewegungsgrößen nur auf eine andere Kugel über, werden also getauscht. Dabei ist ρ die Wahrscheinlichkeitsdichte (Phasenraumdichte) des betrachteten Ensembles. Die in den kanonischen Impulsen \mathbf{p} enthaltenen Massen erfordern allerdings noch den Nachweis des stabilen Zusammenhalts. Die vorkommenden Trajektorien (Bahnen) der kanonischen Orte \mathbf{q} können sich wegen der Stöße 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 gelten kann, welches durch die statistische Physik beschrieben wird, wenn auch da die Existenz diskreter Objekte angenommen wird. 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.⁵⁵ 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 den 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

55 Vgl. Kapitel korrespondenzmäßige Quantelung in [Jor 1936]

verstehen und mit den Eichfeldern des Standardmodells der Elementarteilchen beschreiben. 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 und Richtungsstabilität sein. Freie Weglängen sind gegenüber dem Erregungsmechanismus für die Störung unwichtig. Lokal stabile Strukturen (Fermionen) besitzen einen unbekanntem Mechanismus zur Erklärung ihrer Stabilität, der immer noch gesucht werden muss. Die bisher frei wählbare Skala, (folgt nach John Baez⁵⁶ aus beliebiger Additionsmöglichkeit eines Parameters), kann bei konkreten 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 implizieren auch Beschreibungsmöglichkeiten ähnlich der kinetischen Gastheorie 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 und auch auf infinitesimal kleine Strukturen angewendet werden kann. 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 einfachen chaotisch bewegten diskreten Objekten 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 erklärt bekanntlich, 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 für alle zufriedenstellend definiert. Seine Verwendung zur Interpretation des zweiten Hauptsatzes wird kontrovers diskutiert. Hier wird als Arbeitshypothese einfach nur angenommen:

56 <http://math.ucr.edu/home/baez/vacuum.html>

Ein Zustand mit anderen als Durchschnittswerten von Anzahldichte bzw. Durchschnittsgeschwindigkeit, innerhalb eines begrenzten Bereichs, besitzt gegenüber der Umgebung mit einem unbegrenzten Reservoir 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 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 darauf zu achten, dass keine elementaren Ereignisse des Substrats doppelt gezählt werden. Es gelten die bekannten Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung:

$$P(A_i \cap A_j) = P(A_i) \cdot P(A_j) . \quad (30)$$

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 stabile Abweichung von den Parametern elementarer Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Geschwindigkeiten und Dichte bzw. freie Weglängen) 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 kleinsten 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.⁵⁷

Damit wird nun, ein Teil des zweiten Hauptsatzes etwas umformuliert:

Entropie **S = k_B ln W** ist ein Maß für die Unordnung bzw. für die thermodynamische Wahrscheinlichkeit **W** eines Zustandes.

Die Entropie nimmt in einer begrenzten Struktur zu, wenn sich durch deren 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 bekannt und auf

⁵⁷ Vgl. z.B. [Kna 1997] Abbildung 2.1, wo das unverstandene Knie Strukturbildung zeigen könnte.

Wechselwirkungen durch Superposition zurückzuführen. Auf den zweiten Teil kann durch die bereits aus dem Postulat folgende 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 ein Beweis für den zweiten Teil. Lokal können Durchschnittsgeschwindigkeiten sowohl abnehmen als auch zunehmen, was mit Materieansammlung oder -verdünnung verbunden ist. Die Stoßfrequenzen ändern sich im Gleichgewicht nicht. Sowohl Entropieabnahme als auch Entropiezunahme kommen bei der Evolution 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 weiteren Projekten führen und auch das **holographische Prinzip** mit einbeziehen.

3. Mögliches Szenarium

3.1. Materieansammlung

3.1.1 Anfangsmechanismus von Strukturbildung

Offensichtlich ist hier, 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 gewählt 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.

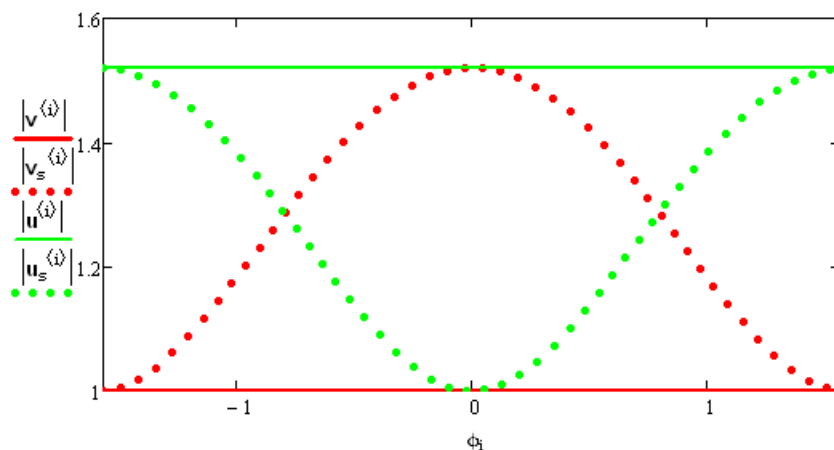


Abbildung 13: **Symmetrischer Geschwindigkeitsübertrag auf u und v mit Erhalt des Relativgeschwindigkeitsbetrags**

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 **neben** den **Geschwindigkeiten** 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 mit kugelförmiger Ausdehnung 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 oder in vorkommenden Strömungen entstehen. Eine ganz kleine solche Asymmetrie entsteht möglicherweise durch einen ähnlichen Effekt wie zur Entstehung des Planckschen Wirkungsquantums. In dichten Strukturen müssen bei orthogonalen Treffern nicht unbedingt parallele Flugbahnen vorausgesetzt werden. Die riesige Aufgabe des Nachweises einer Bildung stabiler Strukturen wird hier nur ansatzweise angegangen.

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 verringerte **Durchschnittsgeschwindigkeit** und damit zusammen hängende **freie Weglänge** nach einem Simulationsdurchlauf (Zeitschritt) verändern das *Intervall wahrscheinlicher Absorption* und der gesamte Vorgang wiederholt sich danach. In der Strömung erfolgt neben der superponierbaren Absorption oder Emission aber auch eine nichtlineare Änderung der Metrik durch Stöße. 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 könnte eine Ansammlung bzw. Verklumpung entstehen, was aber bei einer kleinen Asymmetrie sehr langsam erfolgt und erst bei der maximal möglichen Auffüllung 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

$$\dot{P}(m, t) = \text{Rate hinein} - \text{Rate heraus} \quad (31)$$

und führt auf eine **Mastergleichung**⁵⁸.

$$\dot{P}(m, t) = \sum_m w(m, m') P(m', t) - P(m, t) \sum_m w(m', m) \quad (32)$$

Das illustriert ein kleiner Würfel mit der Kantenlänge der lokalen durchschnittlichen freien Weglänge. Deren zugehörige Anzahldichte wird durch die Formel (2) aus der kinetischen Gastheorie, aufgelöst nach n , beschrieben. In dem Würfel 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, lässt sich das Verlassen des Probewürfels im thermodynamischen Gleichgewicht durch den Eintritt eines gleichen Vektors an der gegenüberliegenden Fläche beschreiben. 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 dann annähernd gleich der durchschnittlichen freien Weglänge, im Extremfall ist der Würfel aber eine Sphäre. Außen verlassen Kugeln den Würfel (die Sphäre). Von dort gelangen in einem Zeitintervall (= Zeitschritt und in der Simulation ein Durchlauf) Kugeln gemäß dem herrschenden Zustand hinein. Dieser ist wegen der großen Anzahl von Kugeln 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 ist deren Einfluss über die Anzahldichte auf die Masse, der entscheidende Faktor für Gravitation und Trägheit. Ansammlung weniger schneller Kugeln wegen Absorption passender Geschwindigkeitskomponenten aus der Umgebung, was effektiv durch Superposition beschrieben wird, ist dabei die entscheidende Eigenschaft. Diese wird durch Stöße erzeugt, welche in der Sprache der ART eine **Raumzeitverzerrung** erzeugen. Die geometrische Bildung systeminterner freier Weglängen muss für die Stabilität der Struktur sorgen und ist im Kleinen die dominierende "Kraft", aber auch im Großen kann ihr eine durchschnittliche freie Weglänge zugeordnet werden, die mit der Gesamtenergie zusammen hängt. Massenschätzungen lassen sich dann auf das Verhalten der Ansammlung zurück führen. Dabei wird nach den Abschnitten 2.5 und 2.6 bisher ein konstanter Gravitationsfaktor angenommen.

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

3.1.2 Bildung von Asymmetrie

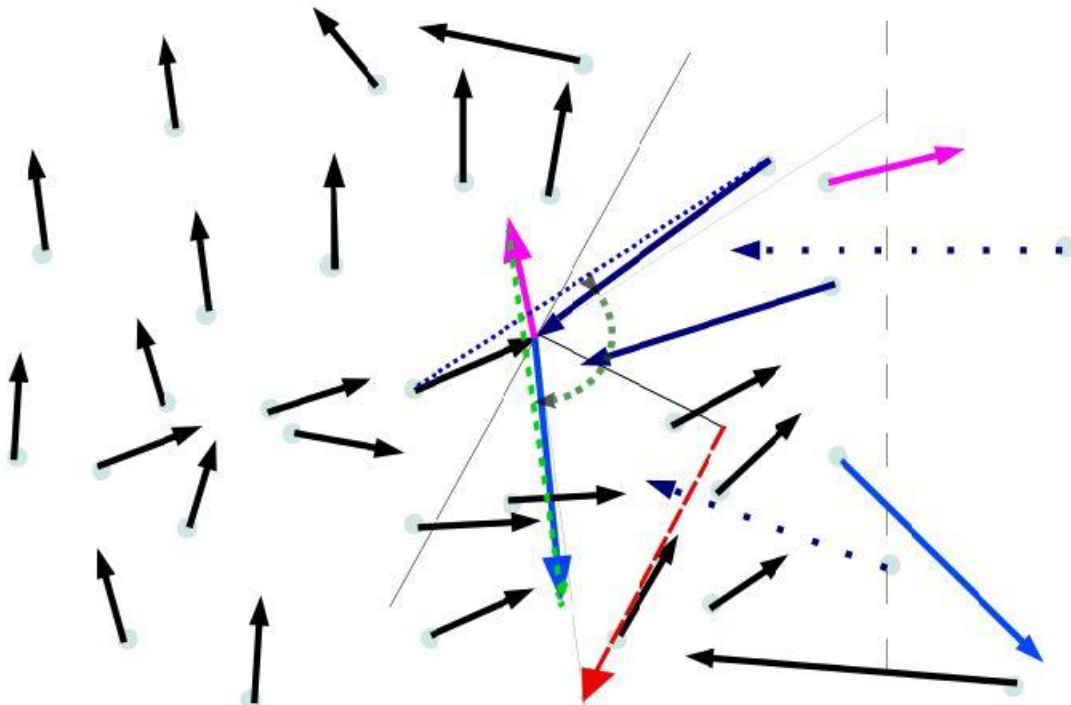


Abbildung 14: Verhalten einer Strömung (**Drehung der Relativgeschwindigkeit**) in der normalen Umgebung des Substrats

Jede mit acht Zahlen (z. B. zwei für die Geschwindigkeit und freie Weglänge und zwei für die Richtung sowie Zeitpunkt und drei Ortskoordinaten für den aktuellen Stoß) gespeicherte Kugel könnte mit einer von außerhalb einer kleinen Strömung 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 die Existenz eines im Durchschnitt stabilen Inhalts des betrachteten Segments (Gebiet, Würfel), 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 einer Computersimulation 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) für die Stoßfrequenz in Form von **Superposition** berücksichtigt werden. Freie Weglängen sind jedoch 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 für Strukturbildung.

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 erzeugt immer eine, wenn auch kleine, Asymmetrie, welche durch Thermalisierungsströme wieder verschwinden kann, das aber nicht muss. Bei orthogonal in die Strömung gelangenden Kugeln sind die meisten orthogonalen Stöße und ein maximaler Geschwindigkeitsbetragsunterschied zu erwarten, obwohl Skalarprodukte orthogonaler Vektoren verschwinden.

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

$$\frac{1}{\sqrt{2} \pi n_{\text{innen}} d^2} = L_{\text{Segment}} < L_{\text{außen}} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi n_{\text{außen}} d^2} \quad (33)$$

Außen im Vakuum (ohne Elementarteilchen) ist die freie Weglänge L größer als in der Ansammlung und damit die Dichte ρ kleiner.

Die Rate hinein, welche dann auch eine **Stoßfrequenz** festlegt, bestimmt sich aus der Dichte $\rho_{\text{außen}} \sim (1 / L_{\text{außen}})$ mal der Durchschnittsgeschwindigkeit, die nicht unbedingt perfekt isotrop sein müssen.

$$v_{\text{hinein}} = \frac{1}{L_{\text{außen}}} \cdot \bar{v}_{\text{außen}} = \frac{\sqrt{2} \cdot c}{L_{\text{außen}}} \quad (34)$$

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.

$$v_{\text{heraus}} = \frac{1}{L_{\text{innen}}} \cdot \bar{v}_{\text{innen}} = \frac{\bar{v}_{\text{innen}}}{L_{\text{innen}}} \quad (35)$$

Die Rate heraus bestimmt sich aus der inneren Durchschnittsgeschwindigkeit durch die freie Weglänge. Kleine und sehr kleine lokale Asymmetrien deuten auf die Möglichkeit von Strukturbildung hin. Daraus muss nach aller Erfahrung aus dreihundert Jahren theoretischer Physik vor allem die Stabilität beschreibende Periodizität bewährter Beschreibungen erklärt werden. Im Extremfall von Elektron oder Positron kann die Masse beispielsweise der einer gleich großen Zelle des umgebenden Raumes entsprechen. Dessen Masse tritt nicht in Erscheinung, dagegen die der Leptonen schon. Das muss deshalb auf einen starken Systembildungs- und -erhaltungseffekt zurückzuführen sein.

3.1.3 Gravitationsmechanismus und Folgerungen daraus

Ereignisse im Kleinen

Bei der Untersuchung von Segmenten vorkommende Asymmetrien lassen einige Besonderheiten vermuten:

- 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 Anwendung der **Differentialgeometrie**. Diese wird so eine effektive Theorie. Die kleiner werdenden freien Weglängen in Ansammlungen spielen dabei eine wichtige Rolle.
- Im ganz Kleinen beginnt die Betrachtung bei einzelnen Kugeln und deren **Stößen**. Diese (fünfte Kraft) erzeugen Asymmetrien für die lokalen Krümmungen der ART und die Standardabweichungen für die Unschärfe der Quantenhaftigkeit, welche sich immer auf die Wechselwirkung zweier Objekte beziehen. Sie kommen im betrachteten dünnen Raum meist außerhalb von anderen Stoßzylindern vor.
- Stoßzylinder werden vom Durchmesser der betrachteten Kugel und der freien Weglänge aufgespannt. Im dünnen Medium sind d / L bzw. $n d^3$ gemäß (20) mit der Plancklänge sowie der Compton-Wellenlänge des Protons verknüpft. Der Stoßzylinder entsteht aus der Grundfläche einer kleinsten Kugel mal der freien Weglänge in Richtung der Relativgeschwindigkeit bzgl. dem Stoßpartner.
- Ursache von Systembildung im Großen ist die Ansammlung von Materie und deren Zusammenhalt durch Gravitation. Das hängt im Kleinen mit den **freien Weglängen** zusammen. Vermutlich korrespondiert dazu eine Beschreibung durch die **starke Wechselwirkung**.
- Der Quotient $d / L = (l_p / l_{pr}) \cdot 2 \pi \approx 7.68 \cdot 10^{-20}$ aus (20) entspricht der Anzahldicke im Substrat eines Protons $n_{pr} \cdot d^3$. Eine zusätzlich in diese Ansammlung geratene Kugel, welche die Stabilität oder die Schwerpunktbeziehung (im Durchschnitt) nicht ändert, erhält demnach die durch das Produkt angenäherte geringe Häufigkeit für eine Absorption, welche die freie Weglänge verringert.⁵⁹ Die Wahrscheinlichkeit dafür kommt vom Verhältnis der Trefferflächen einzelner Kugeln im Substrat der betrachteten Umgebung, also dem geometrischen Wirkungsquerschnitt $((2 \cdot \pi \cdot l_p / L_{pr}))^2$.
- Dieser Vorgang kann sich über viele Ebenen wiederholen und durch **Superposition** (Mischung und Überlagerung) dann alle vier elementaren

⁵⁹ Diese Überlegung ist vorerst wegen der noch nicht gelösten Berücksichtigung von Unschärfe und Zeitdilatation in den Stoßzylindern der Haupteinfluss für die Bildung der Feinstrukturkonstante der Gravitation.

Wechselwirkungen der **Standardphysik** präsentieren. Diese bestimmen die Wahrscheinlichkeiten für auftretende Ereignisse. Das ist ein Hauptmerkmal der diskreten Erweiterung.

- Die Drehung der Relativgeschwindigkeit beim Stoß erzeugt eine lokale Krümmung der effektiv gedachten Raumzeit, welche im Durchschnitt bei vollkommener Isotropie verschwindet, normal aber > 1 ist. Das ist eine Ursache von Strukturbildung.
- Bei konvexen Trajektorien werden häufiger fast orthogonale Stöße auf Kugeln einer Strömung erzeugt. Darin steckt möglicherweise eine zweite Ursache zur Bildung stabiler Systeme. Deren bisher etwas vernachlässigtes Merkmal ist die Periodizität der beschreibenden Funktionen welche mit den De-Broglie-Wellenlängen als freie Weglängen in Elementarteilchen zusammen hängt und ein Stoßgleichgewicht zur Umgebung beschreibt. Quantengravitation ist dann eine mögliche Bezeichnung dafür.

Ein betrachtetes Segment könnte nach Einstein auch „Molluske“⁶⁰ heißen, wenn die Veränderungen in der vierten Dimension, also der Zeit, mit betrachtet werden. Ein einzelner 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 Mastergleichungen. 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.

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

Dunkle Materie und - Energie

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

60 Siehe [Ein 1920] S.67.

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 wirbelförmige 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 lässt sich für eine Schätzung des Größenverhältnisses absorbiertes Kugeln aus der Umgebung verwenden. Wegen der Stöße innerhalb der Struktur muss mit einer **Ansammlung durch kleiner werdende Geschwindigkeiten und freie Weglängen (dunkle Materie)** auch eine **Emission größerer Geschwindigkeiten (dunkle Energie)** in die dünner werdende Umgebung verbunden sein. Das Postulat fordert zwischen Stößen geradeaus fliegende Kugeln, weshalb diese 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 des Standardmodells der Elementarteilchen, kann jedoch auch bei größeren Strömungen vorkommen. Dann wird der Effekt aber schwer beobachtbar sein, wie das bei dunkler Materie der Fall ist.

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. Für die Zugehörigkeit zu einer Strömung sollte einer der beiden durch Stoß erzeugten Vektoren möglichst gut zu dem ursprünglichen Vektor aus der Strömung passen. Dazu müssen die Winkel, Geschwindigkeitsbeträge und freien Weglängen möglichst gut übereinstimmen. Hier bietet sich nun als Idee eine Verbindung von ART und Quantentheorie an.

Das Ganze beschränkt sich deshalb nicht auf die Absorption von

Substratkugeln in bereits existierenden stabilen Strukturen, welche aus Elementarteilchen zusammen gesetzt sind. Durch zufällige Asymmetrien können Kondensationskeime für kleine Anfangsströmungen gebildet werden, welche die Stoßwahrscheinlichkeiten in ihrer Umgebung verändern. Deren Eigenschaften lassen sich lokal zwischen betrachteten Schalen jeweils neu normieren und erlauben so gleichartige Bedingungen für eine Simulation der nächsten Ebene. Besser in die betrachtete Struktur bzw. Strömung passende Kugeln, normalerweise demnach langsamere, werden als zu dieser gehörend interpretiert. Schlechter passende schnellere verlassen die Ansammlung mit höherer Wahrscheinlichkeit. Im Inneren eines solchen Gebiets überwiegt demnach eine niedrigere Durchschnittsgeschwindigkeit. Dieser Vorgang kann bei häufigem Vorkommen sogar zu einem **Kollaps** der Substratkugeln in einem betrachteten Gebiet führen (z.B. Gamma- oder Radioblitz und Gravitationswellenerzeugung). Dieser Kollaps wird erst nahe der maximalen Auffüllung gestoppt. Ähnliches kann bei der Verschmelzung von kompakten Ansammlungen stattfinden.⁶¹ Wegen des kleinen Effektes der Gravitation sind aber langsame Ansammlungen wahrscheinlicher. Diese brauchen noch keine baryonische Materie zu enthalten und ihre Beobachtbarkeit ist deshalb erschwert. Galaxien dunkler Materie könnten so schwere **kalte Zentren** erhalten, die dann Jets überflüssiger Materie mit heißer Oberfläche entwickeln. Deren Durchmesser sollte beobachtbar sein. In den Jets erfolgt vermutlich eine asymmetrische Kondensation von Elementarteilchen normaler Materie. In Oberflächennähe würden bei Stößen erzeugte nicht in die Struktur passende Geschwindigkeitsbeträge abgeführt, auch mit Überlichtgeschwindigkeit. Das wäre im Durchschnitt dunkle Energie, welche kleine Strukturen der Ansammlung mitreißt. Die dabei erfolgende (asymmetrische) **Elementarteilchenbildung** erzeugt zuerst Neutronen und dann bei der Strahlausweitung daraus Protonen und Elektronen, aber keine Antimaterie.

Die Entdeckung von Galaxien mit fast nur kalter dunkler Materie (CDM) deutet auf diese Entstehungsmöglichkeit hin. Im Zentrum gäbe es eine Grenze maximaler Auffüllung, welche auch zu Gravasternen führen kann aber üblicherweise als schwarzes Loch bezeichnet wird. Photonen gäbe es bis zum Ereignishorizont nicht. Dunkle Materie zur Erklärung der Dynamik, ist Bestandteil der Gesamtstruktur. Alles befindet sich im freien Fall ums Zentrum, wobei Sterne in der Strömung mit schwimmen. Selbst ohne baryonische Materie sollten solche Vorläufer von Galaxien existieren.⁶²

Das könnte auch bei einem Urknall erfolgt sein. Falls sich die Rotverschiebung aber anders, z.B. durch eine ständige Absorption in normaler Materie, mit Verdünnung und Durchschnittsgeschwindigkeitserhöhung in der Umgebung, erklären lässt, bliebe der Effekt zumindest denkbar als eine Art Urknall bei der Galaxienbildung. Auch die möglichen Alternativen von (21) würden die beobachtete Rotverschiebung erklären.

61 Erste Beobachtung von Gravitationswellen und Gamma-ray Burst am 17.8.2017

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

Hierarchieproblem

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.⁶³

Bei der Beschreibung eines elementaren Ereignisses in der Raumzeit, also dem Stoß von zwei Kugeln, ist das **Produkt aller Wahrscheinlichkeiten (und-Verknüpfung)** des zehndimensionalen Vektors oder eines Tensors mit zehn unabhängigen Parametern für den numerischen Wert maßgeblich. Die Superposition vieler solcher Werte kann dann einen dimensionslosen Zahlenfaktor ergeben. Kommt die zweite Kugel aus einer beliebigen entfernten Struktur, überlagern sich alle Wahrscheinlichkeiten. Durch die freien Weglängen, welche die Anzahldichte und dadurch die Masse bestimmen, kann sich die Stoßfrequenz ändern und eine resultierende Beschleunigung erfolgen. Ein erster dimensionsloser Faktor für die freien Weglängen ergibt sich geometrisch in der Größenordnung 1. Dann können in Ansammlungen Substratkugeln absorbiert oder von diesen emittiert werden. Das erzeugt die normale geometrisch erklärbare Entfernungsabhängigkeit der Wechselwirkung. Auch Strukturen mit der Ladungseigenschaft erzeugen wegen des Faktors $1/137$ noch eine Wechselwirkungsstärke in dieser Größenordnung. Die zu bestimmenden Intervalle für Absorptionen sollten neben den lokalen Erwartungswerten durch die Standardabweichungen bestimmt werden, was mit der Heisenbergschen Unschärferelation zusammen hängen sollte.

Die durchschnittliche Veränderung der freien Weglänge von Kugeln in Ansammlungen mit einem Stoßgleichgewicht nach außen liefert einen **Zahlenfaktor**, welcher, wie schon erwähnt, als **Stärkeverhältnis für die Absorption**, also **Feinstrukturkonstante der Gravitation** interpretiert werden kann. Mit diesem Zahlenfaktor lässt sich dann die Newtonsche oder Einsteinsche Gravitationskonstante G ⁶⁴ nach den bekannten Formeln⁶⁵ 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, also der Masse, ist. Energie, Impuls und in der Materie vorkommende Spannungen beeinflussen dabei die vorkommenden Ereignisse durch Raumzeitverzerrungen. Das drückt sich auch in der schwierigen Nachvollziehbarkeit der ART aus.

Die Größenunterschiede zwischen den Wechselwirkungen sind demnach auf die Kleinheit der postulierten Kugeln und die relativ zu diesen großen freien Weglängen zurückzuführen, was das Hierarchieproblem erklären sollte.

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

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

65 Vgl. z.B. Hinweise in [Kie 2003] S.108, Gl. (34) oder [Kie 2007] S.6 (1.9) in Kap. 2.5. und weiter unten bei Formel (62)

3.1.4 Spin 1/2 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 (vor allem Elementarteilchen) 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 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:

$$\lambda_c = \frac{h}{m c} \quad (36)$$

Strukturen, denen das Phänomen von Stabilität gegenüber der Umgebung und eine Compton-Wellenlänge zugeordnet wird, könnten so eine systeminterne freie Weglänge dieser Größenordnung besitzen. Das sollte mit einer kleinen Durchschnittsgeschwindigkeit verbunden sein, weil diese außerhalb der Ansammlungen hoch ist. Solche Strukturen werden als Elementarteilchen bezeichnet. Die Quelle deren häufigster 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.

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 (Beschleunigerexperimente) 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 durch die **starke Wechselwirkung** beschrieben werden, welcher eine Kraft der Größenordnung 1 zugeordnet wird. Für **Stabilität** muss die **Stoßfrequenz mit der Umgebung** übereinstimmen, im Sinn der Erfüllung einer Mastergleichung. Das kann wegen der unterschiedlichen möglichen Ladungen (größere und kleinere Geschwindigkeiten nach außen), andererseits aber immer gleichen Masse (Anzahl der zur Struktur gehörenden Kugeln) vermutlich nur durch die orthogonalen Komponenten erreicht werden. Daraus folgt eine erforderliche Querbewegung in der Struktur, welche mit dem **Spin** identifiziert werden soll.

In der Paarvernichtung treffen zwei identische, nur phasenverschobene Wellenfunktionen aufeinander. Die Masse ist gleich, die Geschwindigkeiten sind aber nach Durchschnittsgrößen unterschiedlich strukturiert, wodurch die gegenseitige Anziehung entsteht. Wegen der Stabilität im betrachteten Substrat passen die Wellen mit ihrer identischen Compton-Wellenlängen genau ineinander, nur haben die zugeordneten inneren Geschwindigkeiten, welche die freien Weglängen nicht beeinflussen, nach außen entgegengesetzte Abweichungen von der Durchschnittsgeschwindigkeit (Ladung). Die Gesamtmasse bzw. Energie bestimmt die Compton-Wellenlänge. Eine wesentliche stabilitätsbildende Eigenschaft ist die Stoßfrequenz gegenüber dem Substrat der Umgebung. Bei der scheinbaren Auslöschung bleibt aber die Energie erhalten, was mit die Bildung einer sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitenden Störung erklärt. Dieser Prozess kann auch umgekehrt ablaufen. Die bessere Zugehörigkeit zu Strömungen führt zur Absorption passender Vektoren, diese finden deshalb zueinander. Die Wahrscheinlichkeit der einzelnen Bewegungen ist dafür größer.

Drehimpuls und Spin

Weil bekannt ist, dass Elementarteilchen sowohl Elementarladungen als auch magnetische Momente erzeugen, ohne Energie zu verbrauchen, sind elementare dafür erforderliche Mechanismen zu suchen. Bei Vorbeiflügen ändern sich Relativgeschwindigkeiten nicht, 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 dieser hier erklärt werden. Das Füllen einer Sphäre mit bewegten diskreten Objekten lässt sich durch eine endliche Anzahl zugeordneter Raumzeit-Punkte beschreiben. Eine Gleichverteilung und isotrope Richtungen der MB-verteilten Geschwindigkeiten würde dem umgebenden Normalraum entsprechen. Den Bewegungen könnte nun eine Drehung überlagert sein, 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 Stabilität ein internes **Stoßgleichgewicht** und die äußere Zone gegenüber ihrer Umgebung, also dem Vakuum. 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 aus diesem hinein geratende Kugeln nicht unterschieden werden können. Im einfachsten Fall kann ein 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 $\frac{1}{2}$. In Experimenten kann die Stoßzone fast punktförmig erscheinen. Deren Mittelwert ist es auf jeden Fall.

Die Wahrscheinlichkeit des Stoßachsenwinkels (dünne durchgezogene Linie in [Abbildung 14](#)) 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 Drehachse, also lediglich mit der Annahme eines Zentrums der Ansammlung, kann trotzdem der Abstand von diesem zur Bildung eines Pseudovektors verwendet werden. Als mathematische Begründung, wird vorläufig für einen Stoß dieser rot gestrichelte, zur Stoßachse parallele Anteil der Relativgeschwindigkeit als Winkelgeschwindigkeit angenommen. Dieser entspricht $\frac{1}{2}$ des Pseudovektors (Axialvektor) der Änderung der Relativgeschwindigkeit, welcher über alle zum System gehörenden Stöße eine Art Drehimpuls beschreibt, welche **Spin** genannt wird. Innerhalb der Strömung, welche als Elementarteilchen interpretiert werden soll, finden nach Stößen besser zu der Strömung passende Komponenten zueinander, weil sie länger näher beisammen bleiben. Die vorkommenden Vektorwinkel mit einem von Null abweichenden Mittelwert wirken sich auf die Symmetrie der entstehenden Stoßachsenwinkel aus. Parallel zur Relativgeschwindigkeit gleich wahrscheinliche Flugbahnen können nicht einfach voraus gesetzt werden. Im Systeminneren kann eine Asymmetrie der Stoßachsenwinkel vorkommen. 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 zu vermuten sind.

Der **Faktor $\frac{1}{2}$** beim Spin kann auch auf das **Fehlen von Drehachsen** zurückgeführt werden, was sich als Abschirmung oder in entgegengesetzter Richtung zur Beschreibung fliegender Hälften 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 (32) kann deshalb die große Dichte in Verbindung mit einer kleinen Durchschnittsgeschwindigkeit das erforderliche Stoßgleichgewicht zur Umgebung erzeugen. Mit mehreren wandernden inneren Stoßzentren (Quarks) wird eine Struktur aufgespannt, bei der die durchschnittliche freie Weglänge von deren sehr großer Dichte und den Wegen bis zu Stößen mit Kugeln aus dem Substrat der Umgebung gebildet wird. Hauptsächlich können Stöße mit dem oder den anderen Stoßzentren stattfinden, also nicht mit der dünnen Umgebung (Vakuum). Das erklärt die viel höhere Masse solcher Elementarteilchen.⁶⁶ Damit zusammenhängende Wahrscheinlichkeiten können superponieren und erklären die Additivität von Spin und Bahndrehimpulsen. Aus Systemen mit Spin $\frac{1}{2}$ lassen sich deshalb alle anderen kombinieren.

Der Anfangszustand zur Bildung der Strukturen kann in einer heißen oder kalten Ansammlung liegen, wobei heiße Strömungen momentan besser untersucht sind (LHC, Turbulenzen,...). *Abbildung 14* 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 wird. 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 Geschwindigkeitsvektoren 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 sind gesucht, beitragen könnte

66 Näheres weiter unten bei Quarks.

eine maximal mögliche Auffüllung.

Dass Materieansammlung mit Spin $\frac{1}{2}$ Elementarteilchen verbunden ist, folgt aus dem Standardmodell. Hier sind das nun emergente 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 Kugeln solcher Strukturen 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 innere freie Weglängen beeinflusst wird, löst sich wegen der in einem Zeitintervall festen gleichen Anzahl von Stößen auf. Welcher der beiden erzeugten Vektoren besser ins System passt, hat keinen Einfluss auf die Anzahl der danach stattfindenden Stöße. Bei der Beobachtung, d.h. Messung, wirken nur die in den Messbereich gelangenden Stoßpartner. 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 Hälfte 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. Fermionen besitzen den Spin $\frac{1}{2}$. 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 diese dabei die Größe der Struktur und deren Stabilität erzeugen. 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 $\frac{1}{2}$ hinaus gehen.

Bei den **Leptonen** wird angenommen, dass es nur ein Stoßzentrum gibt, welches über den Bereich der freien Weglängen verteilt ist. Der Schwerpunkt wird dabei als punktförmiges Zentrum des Leptons interpretiert, unterliegt aber einer Zitterbewegung. Bei einer klassischen Beschreibung⁶⁷ des Elektrons wäre

67 Vgl. beispielsweise [Poe 2015]

das der Bereich der zugeordneten Compton-Wellenlänge. Die Diskretisierung des zugrunde liegenden Feldes, beschrieben mit 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 entgegengesetzten Spins wurde schon angesprochen. **Drei** beobachtete **Generationen** von Leptonen, aber auch von Quarks, könnten durch auftretende Maxima bei den durchschnittlichen Vektorwinkeln zustande kommen.⁶⁸

Quarks sind zwar die wichtigsten Bestandteile von Nukleonen, deren Masse stammt aber nach dem Standardmodell zum größeren Teil von der Bindungsenergie der Gluonen, welche hier beide in den freien Weglängen der gebildeten Baryonen versteckt sind. Da bei der Wechselwirkung von Quarks untereinander vor allem wieder die Superposition wichtig ist, können viel größere Ansammlungen auf kleinem Raum 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, deren Zuordnung zu den hiesigen Vorstellungen noch weiteren Forschungsaufwand bedarf.

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 neben der Erzeugung auch nach dessen Eigenschaften richtet. Dabei kann im Ausbreitungsgebiet eine größere Anzahl vorkommen, als im umgebenden Vakuum orthogonal zur Ausbreitungsrichtung, also zum Poynting-Vektor, (z.B. bei Gammaquanten sehr viele). Dem entsprechen nur orthogonale Vektorkomponenten, also Schwingungen. Das lässt auch sehr langwellige und kurzwellige Photonen stabil bleiben. Bei den Stößen während der Ausbreitung sind die vorkommenden Berührungswinkel (Stoßachsenwinkel) sehr symmetrisch und wiederholen sich deshalb im Durchschnitt perfekt periodisch (*Abbildung 13*), wie es mit der Wellengleichung ausgedrückt wird.

68 Etwas ausführlichere bildliche Vorstellungen dazu finden sich in [Wie 2000] 5.3.

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. In Bereichen hinter einem Ereignishorizont großer Ansammlungen gibt es möglicherweise, wie auch in dunkler Materie, keine Strukturen, welche Photonen durch ihre Periodizität entstehen lassen.

Weitere Bosonen sind ähnlich zu betrachten. Transversale Einflüsse erzeugen die Möglichkeit sehr energiereicher Bosonen. Wellenlänge und orthogonale „Einflusslänge“ ergeben Raumzellen 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. Das soll einen Ansatz für die Überprüfung der **Konsistenz** der diskreten Erweiterung liefern. 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:

$$\sigma := 0,6266570687 \quad (37)$$

ergibt sich die Wahrscheinlichkeitsdichte der Standard-MB-Verteilung:

$$f(v) := \frac{\sqrt{2} \cdot v^2}{\sqrt{\pi} \cdot \sigma^3} e^{-\frac{v^2}{2 \cdot \sigma^2}} \quad (38)$$

wobei $\int_0^{\infty} f(v) dv = 1$ und $\alpha = \int_0^{\infty} v f(v) dv = 1$ deren Erwartungswert ist. Es kann in σ ein beliebiger Geschwindigkeitsbetrag stehen, so dass die MB-Verteilung universell gilt und wegen ihrer Erzeugungsmöglichkeit durch Stöße physikalisch elementar erscheint.

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). Ein thermodynamisches Gleichgewicht zur lokalen Umgebung wird durch eine gleichartige Wahrscheinlichkeitsdichte für die freien Weglängen erzeugt, im Stoßgleichgewicht gibt es aber unterschiedliche Mittelwerte.

Die Vakuumlichtgeschwindigkeit $c = 2,9979 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ergäbe sich aus

$\frac{\alpha}{\sqrt{2}} = 0.7071$, wird hier aber wie üblich $= 1$ gesetzt, wobei die Durchschnittsgeschwindigkeit α 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 vermutlich über ihre Momente auf die de Vriessche Fixpunktiteration [DeV 2004], was noch zu zeigen ist. Mit beliebigen Anfangswerten ergibt sich damit nach wenigen Schritten die Feinstrukturkonstante:

$$\alpha(x) := \left| \begin{array}{l} a \leftarrow x \\ \text{for } i \in 1..11 \\ \\ a \leftarrow \left[1 + a \cdot \left[1 + \frac{a}{2 \cdot \pi} \cdot \left[1 + \frac{a}{(2 \cdot \pi)^2} \cdot \left[1 + \frac{a}{(2 \cdot \pi)^3} \cdot \left[\dots \right]^2 \right] \right] \right] \right] \cdot e^{-\frac{\pi^2}{2}} \end{array} \right. \quad (39)$$

Jeder sinnvolle Anfangswert ($0 < x < \approx 11,5$), hier beispielsweise 2.5, ergibt

$$\alpha(2,5) = 7.297352568654 \cdot 10^{-3}, \text{ also den CODATA-Wert der FSK.}$$

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

Volumendichte (Auffüllungsgrad) $\rho(n, d) := n \cdot d^3 \quad (40)$

freie Weglänge $L(n, d) := \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot n \cdot d^2} \quad (41)$

Stoßzahl $Z_{\text{vak}}(n, d, v) := \sqrt{2} \cdot \pi \cdot n \cdot d^2 \cdot v \quad (42)$

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.

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 $h := 6,6260693 \cdot 10^{-34} \text{ kg } \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \quad (43)$

sowie mit diesem und der bisher nur gemessenen Gravitationskonstante G die

Plancklänge
$$l_p := \sqrt{\frac{h \cdot G}{2 \cdot \pi \cdot c^3}} = 1,6162 \cdot 10^{-35} \text{ m} \quad (44)$$

Diese kann spekulativ als Durchmesser der postulierten kleinsten Kugeln angenommen werden. Mit diesem sollen die Zahlenwerte konsistent zusammen passen.

Kugeldurchmesser
$$d := l_p = 1,6162 \cdot 10^{-35} \text{ m} \quad (45)$$

Für eine ungefähre Vorstellung von Größenordnungen sind weitere Messwerte nützlich.

Protonenmasse
$$m_{pr} := 1,67262171 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (46)$$

Neutronenmasse
$$m_N := 1,674927351 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (47)$$

Elektronenmasse
$$m_E := 9,1093826 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \quad (48)$$

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

Compton-Wellenlänge
$$\lambda(m) := \frac{h}{m \cdot c} \quad (49)$$

Mit dieser ergeben sich Wellenlängen, welche bei Leptonen versuchsweise als freie Weglängen interpretiert werden können.

Elektron
$$L_E := \lambda(m_E) = 2,4263 \cdot 10^{-12} \text{ m} \quad (50)$$

Bei den Baryonen, wegen deren Zusammensetzung aus elementareren Strukturen (Quarks), aber eher nur als ein Durchschnittswert:

Proton
$$L_{pr} := \lambda(m_{pr}) = 1,3214 \cdot 10^{-15} \text{ m} \quad (51)$$

Neutron
$$L_N := \lambda(m_N) = 1,3196 \cdot 10^{-15} \text{ m} \quad (52)$$

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

Freie Weglänge
$$L_{\text{Vakuum}} := \lambda(m_E) = 2,4263 \cdot 10^{-12} \text{ m} \quad (53)$$

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

Der Auffüllungsgrad $n \cdot d^3$ entspricht
$$\frac{d}{L_{\text{Vakuum}}} = 6,6613 \cdot 10^{-24} \quad (54)$$

Die Vakuumdichte wird $n_{\text{Vakuum}} := \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot L_{\text{Vakuum}} \cdot d^2} = 3.551203733198907 \cdot 10^{80} / m^3$ (55)

Eine Raumzelle der Größenordnung eines Elektrons besitzt dann ein

Volumen von $Vol_{\text{RZ}} := \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot L_{\text{Vakuum}}^3 = 7.4789 \cdot 10^{-36} m^3$ (56)

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

annähernd $N_{\text{RZ}} := Vol_{\text{RZ}} \cdot n_{\text{Vakuum}} = 2.655909020229589 \cdot 10^{45}$ (57)

kleinste Kugeln.

Das entspräche auch der Anzahl kleinster Kugeln in einem Elektron oder Positron. Und das liegt fast schon in der Größenordnung aller Elementarteilchen eines kleinen Planeten. 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 $m_a := \frac{m_E}{N_{\text{RZ}}} = 3.429 \cdot 10^{-76} kg$ (58)

Im Vakuum ergibt sich damit die

Massendichte $\rho_{\text{Vakuum}} := \frac{N_{\text{RZ}} \cdot m_a}{Vol_{\text{RZ}}} = 1.218 \cdot 10^5 \frac{kg}{m^3}$ (59)

Das ergibt eine

Vakuumenergiedichte $\rho_{\text{Vakuum}} \cdot c^2 = 1.0947 \cdot 10^{22} Pa (= kg / (m s^2) = J / m^3)$ (60)

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 ist dann auch der nicht in Hochenergieversuchen erreichbare kleinste mögliche Abstand der Mittelpunkte vieler Kugeln, also einer dichten Kugelpackung mit dem

Radius Kugelpackung $r_{\text{dicht}}(m) := \sqrt[3]{\frac{3}{8 \cdot \pi} \frac{\sqrt{2} \cdot d^3 \cdot m}{m_a}}$ (61)

Das lässt sich mit dem Ereignishorizont r_H (nichtrotierend = r_S) schwarzer Löcher vergleichen. Mit der Planckmasse stimmen interessanterweise zwar der Schwarzschildradius durch 2 und die Compton-Wellenlänge durch $2 \cdot \pi$ mit der Plancklänge überein, die dichteste Kugelpackung würde aber rund $2 \cdot 10^{-13} m$ ergeben. Für die Erde ergäben sich beim Schwarzschildradius ungefähr 9 mm, die dichteste Kugelpackung für die Erdmasse etwas mehr als zwei Zentimeter.

Das könnte ein Hinweis darauf sein, dass Massen in dieser Größenordnung keine schwarzen Löcher bilden können. Bei rund $3 \cdot 10^{25}$ kg stimmen die beiden Radien überein, aber auch da ist kaum denkbar, dass eine solche Ansammlung entstehen kann. Bei Galaxienkernen könnte die dichteste Kugelpackung aber einen Hinweis auf die Struktur des Inneren von schwarzen Löchern geben.

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 können durch die vorkommenden **freien Weglängen** berücksichtigt werden. Geschwindigkeiten der kleinsten Kugeln haben nur insofern einen Einfluss, als durch sie die zur Absorption führende Ähnlichkeit der verglichenen Vektoren beeinflusst wird. In der ersten Schätzung bei Verwendung von (20) kommen die Geschwindigkeiten nicht vor. Anstelle der freien Weglänge L_{pr} , welche hier aus der Compton-Wellenlänge postuliert wurde, kann L_N oder L_E verwendet werden, was auch eine Teilchenmischung sinnvoll erscheinen lässt.⁶⁹ Experimentelle Bestimmungen der Gravitationskonstante lassen noch keine Entscheidung zu.⁷⁰ Es ergibt sich somit vorläufig der

$$\text{Absorptionsfaktor} \quad G_A := \alpha_G = 4\pi^2 \left(\frac{l_p}{L_{pr}} \right)^2 = 5.906 \times 10^{-39} \quad (62)$$

Dieser Absorptionsfaktor könnte durch die genauere Untersuchung des Zusammenhangs der Stoßzylinder mit der Unschärferelation und der Zeitdilatation einen tatsächlich festen Wert erhalten, welcher Materialunabhängigkeit beweisen würde. Er deutet aber auch so auf die kleine Feinstrukturkonstante der Gravitation und das damit erklärbare **Hierarchieproblem** hin. Mit diesem Proportionalitätsfaktor von etwa $5.9 \cdot 10^{-39}$ kann dann die Newtonsche Gravitationskonstante berechnet werden:

$$\text{Gravitationskonstante} \quad G := \frac{5.91 \cdot 10^{-39} \frac{h}{2 \cdot \pi} c}{m_p^2} = 6.6742 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2} \quad (63)$$

3.3. Holografische Strukturbeschreibung

Pribram, Bohm, Talbot⁷¹ und Sheldrake⁷² 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. Aktuell wird diese Idee von Verlinde zur emergenten Gravitation⁷³ erweitert. Das Kontinuum ist nun in der diskreten Erweiterung nur bis zu einem gewissen Grad teilbar, wie es schon Demokrit postulierte. Die darin betrachteten „Atome“, hier bisher als einfache Kugeln bezeichnet, können wegen ihrer

69 Vgl. Hinweis bei Fußnote 58 und bei Formel (20).

70 siehe [Klei 2002]

71 Vgl. [Tal 1992]

72 [She 1981]

73 [Ver 2017]

großen Anzahl, selbst schon in einzelnen Elementarteilchen, nur durch Wahrscheinlichkeitsfunktionen sinnvoll beschrieben werden. Sie schleppen wegen der Determiniertheit eine prinzipielle Berechenbarkeit mit sich herum und sind deshalb Informationsträger. Die Realität bleibt nach dem Postulat trotz dieser Beschreibung deterministisch. Die Kugeln reiner Informationen bewegen sich geradlinig bis sie eine andere berühren und dann überträgt sich die Geschwindigkeitskomponente in Richtung der Berührungsnormale 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 **Informationen** der real dahinter stehenden Strukturen verloren, falls das mit Wahrscheinlichkeiten beschrieben wird. In der Realität bleiben diese Informationen erhalten, lassen sich jedoch schwer mathematisch verwenden. 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.

Die Bildung gleichartiger Strukturen deutet dabei auf eine Art holografischer Abhängigkeiten von Raumzeit-Bereichen hin. Diese sind durch Filamente thermodynamischer Strömungen miteinander verbunden, deren Beschreibung momentan hauptsächlich verbal erfolgt. Sternentstehung, Planetenbildung,... könnte teilweise schlagartig in weiten Gebieten erfolgen, wenn holographische Verbindungen existieren. Konkrete Einzelmerkmale dazu sollten durch intensive Forschung herauskristallisiert werden.

Beschleunigte **Expansion** des Universums bedeutet in diesem Bild auch eine Maßstabsänderung durch Änderungen im Substrat der kleinsten Kugeln nach (21). Die Ansammlung muss mit durchschnittlich kleineren Geschwindigkeiten und freien Weglängen (**dunkle Materie**) verbunden sein, die Umgebung dadurch höhere Geschwindigkeitsbeträge erhalten und sich verdünnen. Diese wird als **dunkle Energie** in Erscheinung treten. Durch größere Ansammlungen sollte dabei wegen der größeren Masse der Effekt zunehmen, bis durch die Asymmetrie in der Umgebung ein solches Ungleichgewicht entsteht, dass die betrachtete Struktur nicht mehr stabil bleibt. Für die Entwicklung des Universums ist aber auch die Altersbestimmung auf den Prüfstand zu stellen. Die einzelnen Galaxien könnten zu unterschiedlichen Zeiten entstanden sein. In diesen wäre bei gewisser Reife eine fast gleichzeitige Bildung von Elementarteilchen, Molekülen,... bis zur Entwicklung höheren Lebens durch eine Art Kristallisation holografisch verbundener Strukturen denkbar.

3.4. Resümee

Die in der Zusammenfassung am Anfang behaupteten möglichen Erkenntnisse einer einfachen diskreten Erweiterung der Standardphysik konnten hoffentlich andeutungsweise gezeigt werden.

Eine einzige Art diskreter Objekte, welche sich als Kugeln vorstellen lassen, können mit ihrer einfachen Wechselwirkung Strukturen erzeugen. Das führt auf eine Beschreibungsmöglichkeit mit der Infinitesimalrechnung bis zu Diracschen Deltafunktionen.

Bei der Verwendung **freier Weglängen** anstelle der Anzahldichte entsteht ein direkter Zusammenhang zur Massendichte, also der Erklärung des Begriffs **Masse**. Kräfte zur Erklärung des Zusammenhalts von gebildeten Strukturen erscheinen überflüssig. Mit den **Geschwindigkeitsbeträgen** lässt sich ein Zusammenhang zu **elektrischen Feldstärken** erkennen und beide zusammen können richtungsabhängig betrachtet werden, wodurch eine Korrespondenz zur maxwellschen Beschreibung elektromagnetischer Felder entsteht. Den bekannten Wechselwirkungen werden mit der Inversionsmethode kleinste diskrete Objekte zugeordnet. Durch diese Korrespondenz entstehen effektive Felder, welche wegen deren ungeheuer großer Anzahl den Eindruck eines Kontinuums erwecken. Auch den Zusammenhängen für Raumzeitverzerrungen und Quantenhaftigkeit werden einfache Vorgänge im betrachteten Gas harter Kugeln zugeordnet. Gemessene Naturkonstanten und das kosmologische Standardmodell mit kalter dunkler Materie sowie heißer dunkler Energie werden anschaulich erklärt.

Die quantitativen Zusammenhänge sind mit dem einfachen Postulat und den bewährten Formeln der Standardphysik leicht nachzurechnen.

3.5. Ausblick

Mit der diskreten Erweiterung der Standardphysik ergeben sich faszinierende Möglichkeiten, den üblichen, teilweise komplizierten aber schön erscheinenden mathematischen Beschreibungen, anschauliche physikalische Vorgänge im ganz Kleinen zuzuordnen, beispielsweise Reihenentwicklungen. Beginnend mit den Ideen von Thales und Pythagoras, über Newton, Einstein, Heisenberg, Dirac und Feynman,... lassen sich genialen mathematischen Beschreibungen und Erklärungen im ganz Kleinen vorstellbare Objekte zuordnen. Deren Größe bleibt eventuell skalierbar und könnte auch noch sehr viel kleiner sein, als in den quantitativen Zusammenhängen angenommen. Für diese sprechen aber die glaubhaften Messungen der Compton-Wellenlängen. Nur die elementare Wechselwirkung des Geschwindigkeitstausches, neben der sonst die Standardphysik regierenden Superposition, ist bei einer Akzeptanz dieses Modells zu postulieren. Symmetrien werden so von ganz elementaren Vorgängen erzeugt und mit der Evolution in Verbindung gebracht.

Die Vermutung, dass sich alle Beschreibungen mit ihrer bewährten Mathematik aus den elementaren Wechselwirkungen im postulierten Substrat herleiten lassen, ist Ansatz für eine Allumfassende Theorie (AUT = ToE). Begonnen wird mit der diskreten Erweiterung, welche effektive Felder und emergente

Strukturen für bewährte Theorien erzeugt. Darauf folgen dann spekulative Theorien wie die Quantengravitation, Stringtheorien oder die Schleifenquantengravitation, deren Nutzen vor allem in der Berechenbarkeit steckt, trotz sehr großer Zahlen beteiligter kleinster Objekte. Die wichtigsten Symmetrien der Standardphysik und die Bildung stabiler Strukturen von Elementarteilchen werden erklärbar. Darauf aufbauend ergeben sich andere mehr oder weniger gebrochene Symmetrien, die Bildung komplizierterer Strukturen von Chemie, Biologie,...

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** aus der rein geometrischen Struktur muss als nächstes Ziel angestrebt 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, -Vernichtung und -Umwandlung,... veranschaulichen.

Für eine Allumfassende Theorie (ToE) fehlt dann noch der Zusammenhang zur Reproduktion **komplizierter Strukturen des Lebens**, beispielsweise durch das bereits angesprochene, aber andeutungsweise behandelte Holografische Prinzip oder eines sich dahinter verbergenden morphogenetischen Feldes⁷⁴. Erst damit werden solche Modelle möglich und können gelesen werden...

4. Literatur

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

[DeV 2004] de Vries, Hans; An exact formula for the Electro Magnetic coupling constant; http://www.chip-architect.org/physics/fine_structure_constant.pdf

[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 2006] Einstein, Albert: Akademie-Vorträge; Sitzungsberichte der Preus. Akademie der Wissenschaften 1914-1932, Hrsg. Simon, WILEY-VCH 2006

[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)

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

- [Feng 2016] Feng, et al.; Protophobic Fifth Force Interpretation of the Observed Anomaly in ^8Be 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] Fritzsche, 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. 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)
- [Kna 1997] Knapp, J.; Vergleich hadronischer Wechselwirkungsmodelle zur Simulation ausgedehnter Luftschauer der kosmischen Strahlung, FZKA 5970, 1997
- [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, Dritte, überarbeitete Ausgabe 2005
- [Sel 2005] Selvam, A.M.; A General Systems Theory for Chaos, Quantum Mechanics and Gravity for Dynamical Systems of all Space-Time Scales, <http://arxiv.org/abs/physics/0503028>
- [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>
- [Ver 2017] Verlinde, Erik P.: Emergent Gravity and the Dark Universe. In: SciPost Physics. Band 2, Nr.3, 16.Mai 2017, S.16, [arxiv:1611.02269](https://arxiv.org/abs/1611.02269)v2[hep-th]
- [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)

5. Anhang:

5.1. Definitionen

d Durchmesser der stoßenden Kugeln

L (durchschnittliche) freie Weglänge bis zum nächsten Stoß mit $0 < L < \infty$

n Anzahldichte = Teilchenzahldichte (Teilchenzahl N / Volumen V) mit $0 < n < 1$ wegen $d > 0$

\bar{u} Geschwindigkeit des im Ursprung startenden Teilchens

\bar{v} Geschwindigkeit des Stoßpartners

\bar{w} Relativgeschwindigkeit $\bar{v} - \bar{u}$

β Winkel zwischen $-\bar{v}$ und \bar{u} , also Flugwinkel bzw. Bahnenwinkel

ϕ Herkunftswinkel der Relativgeschwindigkeit = Kollisionswinkel

Θ Drehwinkel der Relativgeschwindigkeit bzw. des Flugwinkels um \bar{u} ,
verschwindet bei sinnvoller Drehung der z-Achse in Ebene mit \bar{v}

φ Stoßachsenwinkel (Winkel der Berührungsnormale) erzeugt bzgl. der
Relativgeschwindigkeit, auch Streifwinkel genannt, mit $-\pi/2 < \varphi < \pi/2$

θ Drehwinkel der Stoßachse orthogonal um Relativgeschwindigkeit

t Parameter der kontinuierlichen Zeit.

5.2. Ausführliche 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 Berührungsnormale 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:

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

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

$$\begin{aligned}
& \text{if } W(\vec{u}, \vec{v})_1 > 0 \\
& \quad \arctan\left(\frac{W(\vec{u}, \vec{v})_2}{W(\vec{u}, \vec{v})_1}\right) \\
& \text{else} \\
& \quad \text{if } W(\vec{u}, \vec{v})_1 = 0 \\
& \quad \quad \frac{\text{sign}(W(\vec{u}, \vec{v})_2) \cdot \pi}{2} \\
\Phi(\vec{u}, \vec{v}) := & \quad \text{else} \\
& \quad \text{if } (W(\vec{u}, \vec{v})_1 < 0) \wedge (W(\vec{u}, \vec{v})_2 \geq 0) \\
& \quad \quad \arctan\left(\frac{W(\vec{u}, \vec{v})_2}{W(\vec{u}, \vec{v})_1}\right) + \pi \\
& \quad \text{else} \\
& \quad \quad \arctan\left(\frac{W(\vec{u}, \vec{v})_2}{W(\vec{u}, \vec{v})_1}\right) - \pi
\end{aligned} \tag{S2}$$

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

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

Stoßachsenwinkel ergeben sich in den Simulationen zufallsabhängig, hängen aber eigentlich deterministisch von der unbekanntenen Umgebung ab. 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:

$$\mathbf{S}_z(\theta_s, \phi_s) := \begin{pmatrix} \cos(\phi_s) \cdot \sin(\theta_s) \\ \sin(\phi_s) \cdot \sin(\theta_s) \\ \cos(\theta_s) \end{pmatrix} \tag{S4}$$

Dieser wurde relativ zur Richtung der Relativgeschwindigkeit $\vec{w}(\vec{u}, \vec{v})$ 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:

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

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

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

$$\mathbf{S}(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) = \mathbf{Dz}(\vec{u}, \vec{v})^{-1} \cdot \mathbf{Dy}(\vec{u}, \vec{v})^{-1} \cdot \mathbf{S}_z(\theta_s, \phi_s) \quad (\text{S7})$$

Dieses \mathbf{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 (v_p) der beiden beteiligten Kugeln ausgetauscht. Alle Vektoren sollen jedoch weiterhin im ursprünglichen Koordinatensystem betrachtet werden. Die parallelen Komponenten sind:

$$\mathbf{u}_p(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{S}(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) \cdot \left(\mathbf{S}(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) \cdot \vec{u} \right) \quad (\text{S8})$$

$$\mathbf{v}_p(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{S}(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) \cdot \left(\mathbf{S}(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) \cdot \vec{v} \right) \quad (\text{S9})$$

und die dazu orthogonalen Geschwindigkeitskomponenten (v_o):

$$\mathbf{u}_o(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) := \vec{u} - \mathbf{u}_p(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) \quad (\text{S10})$$

$$\mathbf{v}_o(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) := \vec{v} - \mathbf{v}_p(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) \quad (\text{S11})$$

und somit ergeben sich die Geschwindigkeiten nach dem Stoß:

$$\mathbf{u}_s(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{v}_p(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) + \mathbf{u}_o(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) \quad (\text{S12})$$

$$\mathbf{v}_s(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) := \mathbf{u}_p(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) + \mathbf{v}_o(\vec{u}, \vec{v}, \theta_s, \phi_s) \quad (\text{S13})$$

(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 vorher 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. Aus jedem dreidimensionalen Vektor lässt sich jeder andere durch einen geeigneten Stoß erzeugen.

Die Stoßtransformationen enthalten acht Parameter (zwei mal drei für die Geschwindigkeiten und zwei für die Stoßachsenwinkel), 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 bzw. zehn (mit freien Weglängen) reellen Parametern kann und soll hier nicht spekuliert werden. Aber zur Definition der **fünften Kraft** können diese dienen.

6. Stichwortverzeichnis

Absorbertheorien.....	33
Absorption.....	32
Absorptionsfaktor.....	62
Ansameln langsamerer Kugeln.....	30
Ansammlung.....	43
Ansammlung bzw. Verklumpung.....	43
Antimaterie.....	31
Antiteilchen.....	52
Antrieb für Evolution.....	40
Anzahldichte.....	68
Äquivalenzprinzip.....	27, 32
Asymmetrie.....	37, 43
asymmetrische Elementarteilchenbildung.....	50
Auffüllungsgrad.....	60
Auflösung von Strukturen.....	40
axialer Vektor.....	54
Bahnenwinkel.....	68
Baryonen.....	57
Beobachtungshorizont.....	32
Beschreibbarkeit.....	63
Beschreibbarkeit Grenze.....	63
Bosonen.....	57
Brownsche Pfade.....	28
Chaos.....	41
Compton-Wellenlänge.....	36, 52, 60
de Vriessche Fixpunktiteration.....	22, 59
De-Broglie-Wellenlänge.....	36, 48
Dekohärenz.....	36
Differentialgeometrie.....	47
Differenzialgeometrie.....	6
Diracgleichung.....	36
Diracsche Deltafunktion.....	13, 36
diskretes Substrat.....	3
Diskretisierung.....	57
Drehimpulserhaltung.....	17
Drehwinkel.....	68
Drei Generationen.....	57
dreidimensionalen Branen.....	8
dunkle Energie.....	31, 63

dunkle Materie.....	31, 50, 63
effektive Felder.....	6, 8, 29
effektive Theorien.....	3
effektiven Felder.....	7
Ehrenfest-Theorem.....	39
Eigenzeit.....	26
Einsteinsche Gravitationskonstante.....	29
elektrischer Feldanteil.....	23
Elektronenmasse.....	60
Elementarteilchen.....	52
Elementarteilchenbildung.....	50
emergent.....	56
emergente Systeme.....	10
Emergenz.....	3
Energie-Impuls-Tensor.....	27f.
Energieerhaltung.....	15f.
Entropie.....	20, 41
Ereignis.....	29
Ereignishorizont.....	61
Ergänzung des zweiten Hauptsatzes.....	43
Erzeugungsmechanismus elektromagnetischer Feldkomponenten.....	24
euklidischer Abstand.....	5
Evolution.....	42
Expansion.....	31, 63
Expansion der Raumzeit.....	32
Faktor $\frac{1}{2}$	55
Faktor $\frac{1}{2}$ beim Spin.....	55
Feinstrukturkonstante.....	21, 59
Feinstrukturkonstante der Gravitation.....	22, 29, 38, 51
Fermionen.....	52, 56
Filamente.....	63
Fixpunktiteration.....	59
Fixpunktiterationen.....	15
Flugwinkel.....	68
freie Weglänge.....	5, 59
Freie Weglänge im Vakuum.....	60
freie Weglängen.....	19
fünfte Kraft.....	10
Geometrodynamik.....	8, 43
Gravastern.....	50
Gravasterne.....	50
Gravitation.....	44
Gravitationskonstante.....	62
Gravitationsmechanismus.....	47
Gravitationswellenerzeugung.....	50
gravitativen Zeitdilatation.....	27
Größenordnung.....	61

Heavisidefunktion.....	36
Heavisidesche Sprungfunktionen.....	12
Hierarchieproblem.....	51, 62
Hilbertraum.....	11
Holografische Strukturbeschreibung.....	62
holografischer Einfluss.....	58
Holografisches Prinzip.....	20
Impulserhaltung.....	16
Infinitesimalrechnung.....	15
Informationen.....	63
innere freie Weglänge.....	53
Inversionsmethode.....	15, 21
Jet.....	50
kalte Fusion.....	31
kalte Zentren.....	50
Klein-Gordon-Gleichung.....	36
Knickfunktion.....	36
Knickfunktionen.....	11
Kollaps.....	50
Kommutator.....	38
Kondensation.....	30
Kondensationskeime.....	50
konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit.....	25
Kontinuitätsgleichung.....	24
Korrespondenzprinzip.....	40
kosmische Rotverschiebung.....	31
kosmologische Konstante.....	29
Kräfte.....	32
Kreisgruppe.....	24f.
Kugeldurchmesser.....	60
Kugelmasse.....	61
Ladung.....	54
Lagrangedichte.....	9
Leptonen.....	56
Lichtgeschwindigkeit.....	24
Linielement.....	27
Liouville-Gleichung.....	39
Lorentz- oder Poincarégruppe.....	25
Lorentzfaktor.....	25
Lorentzkontraktion.....	26
Luftschauer.....	25
M-Theorie.....	8
magnetische Feldkomponenten.....	23
Masse.....	5, 62
Massendichte.....	61
Mastergleichung.....	24, 44
Materialisierung.....	30

Materieansammlung.....	42
Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung.....	19, 21
Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung. Mit.....	58
Maxwellsche Elektrodynamik.....	23
Metrik.....	5, 27
Molekularfelder.....	8
Molluske.....	48
Neutronenmasse.....	60
Nichtlokalität.....	20
Ordnung.....	40
Orthogonalität.....	11, 23
Paarvernichtung.....	53
Paulisches Ausschließungsprinzip.....	5
Periodizität.....	34
Photon.....	57
Plancklänge.....	60
Plancksche Strahlung.....	32
Planckschen Konstante.....	37
Poissonklammer.....	37f.
Postulat.....	4
postulierte Stabilität.....	25
Potenzial.....	9
Poynting-Vektor.....	57
Protonenmasse.....	60
Pseudovektor.....	54
Pythagoras.....	26
Quantengravitation.....	28, 33, 37, 48
Quantenhaftigkeit.....	33
Quantisierung der ART.....	38
Quantum Causal Histories.....	20
Quarks.....	56f.
Quintessenz.....	30
Radius Kugelpackung.....	61
Rapidität.....	25
Raumzeitkrümmung.....	30
Raumzeitkrümmungen.....	30
Raumzeitverzerrung.....	44
Raumzelle.....	61
Raumzelle des Vakuums.....	61
Reihenentwicklungen.....	6
Richtungsstabilität.....	57
Rotverschiebung.....	31, 50
Schleifenquantengravitation.....	8
Schrödingergleichung.....	7, 36
schwarzer Strahler.....	58
Schwarzschildradius.....	29
Segment.....	45

Skalierbarkeit.....	22
Spin.....	17, 53f.
Spin $\frac{1}{2}$	52
Spinerhaltung.....	18
spukhafte Fernwirkung.....	20, 39
Stabilität.....	34
Stabilität und Periodizität.....	5
starke Wechselwirkung.....	53
Stoßachsenwinkel.....	68
Stoßfrequenz.....	9, 46
Stoßfunktion.....	13
Stoßgleichgewicht.....	54
Stoßzahl.....	59
Stoßzentrum.....	57
Streifwinkel.....	68
Stringtheorie.....	8
Strömung.....	43
Strukturbildung.....	42
Substrat.....	4, 9
Superposition.....	5, 24, 29, 41, 47
Superpositionsmöglichkeiten.....	15
Thermalisierung.....	18
thermodynamisches Gleichgewicht.....	24
Trägheit.....	32, 44, 48
Trajektorien.....	39
Transversalwellen.....	23
U(1)-Symmetrie.....	15, 20, 22, 25
Unschärferelation.....	34
Vakuumdichte.....	61
Vakuumentergiedichte.....	29, 61
Vakuumfluktuationen.....	46
Vakuumlchtgeschwindigkeit.....	59
Veränderung der freien Weglänge.....	51
Verklumpung.....	33
Verzerrung der Raumzeit.....	27
Volumendichte.....	59
Wärmereservoir.....	43
Wirkung.....	34
Wirkungsquantum.....	34
Zeit.....	5
Zeitdilatation.....	26
Zusammenhalt.....	53
zweiter Hauptsatz der Thermodynamik.....	20, 40
ψ -Materie.....	36