

Struktur und Dynamik der Urmaterie

INHALTSÜBERSICHT:

Die ungelösten Aspekte des Standardmodells der Elementarteilchen sowie einige exotische Theorien, lassen eine weitere Teilbarkeit der Materie vermuten. Darstellungsmöglichkeiten und Symmetrien von Mengen einfacher stoßender Kugeln können denen der modernen Physik zugeordnet werden, so daß Begriffe wie konstante Lichtgeschwindigkeit, Plancksches Wirkungsquantum, Masse, Ladung, Spin, Isospin, Leptonen- und Baryonenzahl, elementar anschaulich erklärbar werden. Eine Entscheidung zugunsten nicht infinitesimaler Teilbarkeit ist wegen des Wegfalls der Kopplungsfaktoren, von der starken Wechselwirkung bis zur Gravitation, möglich. Diese werden durch die mit h zusammenhängenden freien Weglängen $\lambda = h / m v$ eliminiert.

Im dünnen Normalraum aus Uratomen sind Frontalstöße wahrscheinlicher, bei Anzahldichtezunahme nimmt auch der Stoßvektorwinkel-Erwartungswert zu. Bei diesen Querstößen bildet sich ein erhöhter Unterschied der Absolutgeschwindigkeitsbeträge, wodurch sich die Dichte weiter erhöht. So kommt es zur Selbstorganisation im Normalraum, der nur mit einfachen Kugeln angefüllt ist, welche bei Zusammenstößen die zur Stoßachse parallelen Geschwindigkeitskomponenten austauschen.

Die Vielfalt der geometrischen Effekte bei den Uratom-Bewegungen verursacht demnach die verschiedenen Wechselwirkungen. Deshalb wird dieser Ansatz für eine ganz große Vereinheitlichung der Wechselwirkungstheorien zur Diskussion gestellt.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Heutiger Erkenntnisstand	-4-
2	URATOM-MODELL	-7-
3	Beschreibung der Kugelmenge	-8-
3.1	Skalare bzw. binäre Alternativen	-8-
3.2	Vektor-Stoßformel	-9-
3.3	Beschreibung durch Matrizen bzw. Tensoren	-11-
3.4	Komplexe Beschreibung	-12-
3.5	Felder und Systeme	-15-
4	Symmetrien	-19-
4.1	Allgemeine Gruppenstruktur	-19-
4.2	Geschwindigkeiten, Winkel und Dichte in gegenseitiger Abhängigkeit (-21-)	-21-
4.3	Quantenhaftigkeit des mikrophysikalischen Geschehens	-31-
4.4	Anwendbarkeit der Lorentz- bzw. Poincare-Gruppe	-37-
4.5	U(1)-Symmetrie bezüglich Dichte und Geschwindigkeit	-42-
4.6	Höhere (Eich-) Symmetrien	-44-
5	Elementarteilchen	-47-
5.1	Selbstorganisation	-47-
	Systembildungs- bzw. -erhaltungsmechanismus (-48-)	
	Spin (-55-)	
	Ladungsquantelung (-58-)	
5.2	Eichbosonen	-60-
5.3	Leptonen	-62-
5.4	Hadronen	-66-
6	Wechselwirkungen	-70-
6.1	Elementare Wechselwirkungen	-70-
6.2	Starke Wechselwirkung	-72-
6.3	Elektroschwache Wechselwirkung	-74-
6.4	Gravitation	-79-

7 Ausblick -81-

1 Heutiger Erkenntnisstand

Seitdem sich Einsteins spezielle Relativitätstheorie durchgesetzt hat, wird die Existenz eines Lichtäthers negiert. Von Einstein selbst wurde das nicht so formuliert. Die mathematische Formulierung basiert auf der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit sowie dem Relativitätsprinzip und er schrieb in [E 05] S. 892: "Die Einführung eines 'Lichtäthers' wird sich insofern als überflüssig erweisen, als nach der zu entwickelnden Auffassung weder ein mit besonderen Eigenschaften ausgestatteter 'absolut ruhender Raum' eingeführt, noch einem Punkte des leeren Raumes, in welchem elektromagnetische Prozesse stattfinden, ein Geschwindigkeitsvektor zugeordnet wird." Das bezieht sich aber nur auf die (zu entwickelnde) spezielle Relativitätstheorie und schließt die tatsächliche Existenz nicht aus. Zeit seines Lebens suchte Einstein nach Feldgleichungen zur Beschreibung der gesamten physikalischen Zusammenhänge und auch die Tensorfelder der allgemeinen Relativitätstheorie, welche zu Verzerrungen eines ansonsten leeren Raumes führen, sind Zuordnungen einer Art 'Äther'.

Trotz der großen Erfolge der Quantentheorie war auch Heisenberg unzufrieden und versuchte, dem Ziel, "das Naturgesetz zu finden, das die Dynamik der Materie festlegt" (vgl. [B 81] S.7), durch seine Spinortheorie der Elementarteilchen (siehe [H 67]) näherzukommen.

Weizsäcker ging in seinen Ideen noch weiter. Das Grundproblem der Physik ist danach nur durch die Einführung von Uralternativen lösbar. Das zentrale Problem der Ur-Theorie, die Wechselwirkung durch einen "andersartigen Gedankengang" einzuführen ([W 85], S.329), wird aber nicht zufriedenstellend gelöst.

Als Arbeitshypothese soll deshalb das durchaus mögliche Vorhandensein von Urmaterie, auch im physikalischen Vakuum, angenommen und deren Struktur ermittelt werden.

Die heutige elementare Basis der theoretischen Physik hat deshalb etwa folgendes Aussehen:

Das von allen Theoretikern erahnte Urmateriefeld stellt die Grundmenge für die Operationen der verschiedenen physikalischen Theorien dar. In dieser Menge herrscht eine noch unbekannt Selbstwechselwirkung.

Durch die innere Dynamik entstehen Symmetrien, welche durch Gruppen beschrieben werden können. Diese Gruppen operieren demnach auf der Grundmenge.

Die Selbstwechselwirkung (mit den Symmetrien) erzeugt aus Urmaterie bestehende Systeme (Elementarteilchen), welche wiederum durch gewisse Ordnungssymmetriegruppen beschrieben werden. Am weitesten gehen dabei die, allerdings bereits

gescheiterte, große vereinheitlichte Theorie (GUT) mit der $SU(5)$, das Modell der Supergravitation und eine mögliche allumfassende Theorie mit Superstrings (vgl z.B. [D 89]).

Allgemein gültige Symmetrien bei raum-zeitlichen, auch lokalen, Transformationen (Lorentz-Gruppe $SO^+(3,1)$) und lokale Symmetrien bei Eich- bzw. Funktionstransformationen (Lie-Algebren) werden durch die innere Symmetrie der Grundmenge erzeugt. Ausdruck dessen sind das in allen Experimenten beobachtete Plancksche Wirkungsquantum h und die konstante Lichtgeschwindigkeit c sowie die Kopplungsfaktoren (nicht Konstanten!) der Wechselwirkungen.

Zur Beschreibung der gegen unendlich strebenden Vielfalt von zu betrachtenden Größen im Mikrogesehen werden meist Hilbert-Räume und darin wirkende Operatoren verwendet.

Selbstwechselwirkung in der Grundmenge zeigt sich nach den heutigen Vorstellungen in einem die Wechselwirkung hervorrufenden allgemeinen Eichprinzip. Die Quantisierung der Eichfeldgrößen führt auf Materieportionen, welche als Elementarteilchen bezeichnet und nach dem Standardmodell in den bekannten Gruppen der Leptonen sowie Quarks geordnet werden.

Den verschiedenen Darstellungen von Symmetriegruppen entsprechen bestimmte Systembildungen in der Grundmenge mit den dazugehörigen Eigenwerten vertauschbarer Observablen, d.h. Zuständen, welche Elementarteilchen beschreiben. Eigenwerte der Erhaltungsgrößen heißen Quantenzahlen.

Besondere Bedeutung hat die Drehgruppe, deren eindeutige Darstellungen Tensoren und zweideutige Darstellungen Spinoren sind. Die Tensoren und Spinoren zeigen sich als einzige geometrische Objekte, d.h. Grundgrößen der die Natur beschreibenden Felder. Spinoren sind dabei wiederum besonders ausgezeichnet, weil aus ihnen mit Hilfe der Dirac-Matrizen auch Tensoren konstruiert werden können.

Aufgrund der Freiheitsgrade der z.T. nichtabelschen Eichsymmetrien (Gruppenparameter), wird eine entsprechende Anzahl noch masseloser Spin-1-Eichfelder (Vektorbosonen) eingeführt. Durch spontane Symmetriebrechung (Higgs-Mechanismus) können die entsprechenden Teilchen Massen erhalten.

Das damit konstruierbare zur Zeit gültige Modell sieht deshalb stark vereinfacht ungefähr folgendermaßen aus:

Materie kommt hauptsächlich in kleinen Portionen vor, welche als Quanten bzw. als Elementarteilchen bezeichnet werden. Diese bewegen sich, solange keine Wechselwirkung stattfindet, im euklidischen Sinn geradlinig.

Schwächste Wechselwirkung ist die Gravitation und es ist unbekannt, wie fein verteilte

Wirkungen durch sie überhaupt möglich sind. Sie wirkt nur anziehend.

Die schwache und die elektromagnetische Wechselwirkung verursachen Anziehungen sowie Abstoßungen und können einheitlich durch skalare, vektorielle und axial-vektorielle Ströme beschrieben werden, welche noch eine gewisse Anschaulichkeit erlauben, obwohl bei der nötigen Potentialerzeugung oft vom Austausch virtueller, d.h. prinzipiell unbeobachtbarer Teilchen gesprochen wird. Es handelt sich deshalb um das Fließen der Urmaterie, welche erst bei Versuchen mit hoher relativistischer Energie, die Form beobachtbarer Teilchen, also ein zulässiges Quantum, annimmt.

Die starke oder Color-Wechselwirkung und die eigentliche Beschreibung der meisten Elementarteilchen, darunter auch der, nur der elektroschwachen Wechselwirkung unterliegenden, Leptonen sowie der elementaren Quarks, benötigen Spinor- und Tensorfeldgrößen. Diese können als Wirbel oder Verzerrungen der Urmaterie gedeutet werden und ihre Flüsse verursachen, teilweise nur in virtueller Form, die beobachtbaren Wechselwirkungen. Quantenzahlen sind, gemeinsam mit der Größe h und der Unitaritätseigenschaft, ein Ausdruck des Wahrscheinlichkeitsverhaltens.

Durch Feynmann-Graphen lassen sich die Streuprozesse zwischen verschiedenen Materieportionen anschaulich darstellen. Unlogisch bleibt, wie bei der elektroschwachen Wechselwirkung in einem angenommenen leeren (Einstein-) Vakuum, der erforderliche negative Impulsübertrag. Das Zustandekommen des Quarkeinschlusses (Confinement) kann dabei modellmäßig noch nicht mit zufriedenstellend erfaßt werden (vgl. [B 86]).

Da praktisch alle bekannten Elementarteilchen, zumindest paarweise mit ihren Anti-Materie-Partnern, aus reiner elektromagnetischer Energie erzeugt oder in diese vernichtet werden können, ist annähernd eine *infinitesimale Teilbarkeit der Urmaterie* anzunehmen. Die im Vakuum in bisherigen Versuchsgrenzen konstante Lichtgeschwindigkeit und das alles beeinflussende Plancksche Wirkungsquantum wirken immer und überall aus dem Vakuum heraus auf die Materieportionen und beschränken somit durch die beobachteten Symmetrien deren freie Beweglichkeit und die Portionsgrößen. Dies führt zur heute üblichen Wahrscheinlichkeitsinterpretation des mikrophysikalischen Geschehens, läßt aber die Frage nach dem tatsächlichen Etwas der Urmaterie offen. Woher die Eigenschaft h ihre Kraft schöpft und weshalb die Lichtgeschwindigkeit ihren konstanten Wert c annimmt, bleibt ungeklärt.

Beim Glauben an die infinitesimale Teilbarkeit, erschöpft sich aber die Möglichkeit von Erkenntnisgewinn, zur Aufdeckung der Gesetzmäßigkeiten, auf eine Verknüpfung und Analyse der Versuchsergebnisse. Deshalb wird der folgende Ansatz versucht.

2 URATOM-MODELL

Die Erfahrung lehrt, daß letztendlich für jede nicht geradlinige Bewegung eine Wechselwirkung verantwortlich ist. Ohne Bewegung käme es zu keiner Wechselwirkung und bei Annahme infinitesimal kleiner Punkte könnte es kein direktes Aufeinandertreffen geben. Deshalb erscheint die Annahme folgender Hypothese gerechtfertigt:

Es existiert einzig und allein eine Menge abzählbar vieler sich im 3-dimensionalen Raum bewegender vom Nichts abgegrenzter, überall dichter ebenfalls 3-dimensionaler Punktmengen endlicher Größe. Diese Punktmengen, welche mangels widersprüchlicher Erkenntnis als feste gleichgroße Kugeln betrachtet werden können, durchdringen den leeren Raum geradlinig. Eine Annäherung an eine andere Kugel erfolgt bis zum Zusammenstoß (Berührung), bei dem nur die Geschwindigkeitskomponenten in Richtung der Stoßachse (Berührungsnormale) ausgetauscht werden.

Diese Hypothese soll GRUNDMENGENAXIOM heißen. Die Kugeln sollen auch als **Uratome** bezeichnet werden. Der Normalraum, welcher durch die Grundmenge gebildet wird, ist ein Beispiel für Chaos. Er beschreibt das normalerweise in einem Gebiet erwartete Vakuum. Zum Verständnis des Weltgeschehens ist die Untersuchung verschiedenster Ereignisse erforderlich. Elementarste Ereignisse sind hierbei die Zusammenstöße der Uratome.

Aus dieser Hypothese folgt direkt, daß alle physikalischen Systembildungen, Symmetrien, Wechselwirkungen,... und damit alle Naturgesetze auf die Selbstwechselwirkungen, also Stöße in der Grundmenge, zurückzuführen sein müssen. Selbst für die mathematischen Hilfsmittel zur Beschreibung dieser Vorgänge, wie auf der Grundmenge operierende Gruppen und zugehörige Operatoren, muß das demnach gelten. Mathematische Beschreibungen müssen deshalb auf der Basis von durch Uratomgrößen festgelegten Raum-Zeit-Intervallen erfolgen. Der raum-zeitliche Abstand zwischen den Elementarereignissen ist also das Maß aller Dinge. Zu zeigen ist das hier für die grundlegenden Erkenntnisse der Elementarteilchenphysik unter Einschluß der wichtigsten, die Gravitation und die Rotverschiebung entfernten Sternenlichts betreffender, Erkenntnisse der Kosmologie. Ein möglicher Erkenntnisgewinn durch geometrische

Überlegungen bei der nichtinfinitesimalen Teilbarkeit der Urmaterie soll deshalb aufgezeigt werden.

Als Idee bei der Beweiskonzeption dient hier die Annahme, daß sich alle Naturgesetze mit Hilfe von Spinoren und Tensoren als Grundgrößen aus der Grundmenge sowie mit den daraus durch die Selbstwechselwirkung erzeugten Symmetrien darstellen lassen.

3 Beschreibung der Kugelmenge

3.1 Skalare bzw. binäre Alternativen

Nach der verbalen Beschreibung der Grundmenge durch das Grundmengenaxiom, ist für die mathematische Darstellung die Existenz des, unserem Anschauungsraum entsprechenden, dreidimensionalen Ortsraumes anzunehmen. Wegen der Bewegung unendlich vieler Kugeln existiert darüber hinaus eine eindimensionale kontinuierliche Parametermenge zur Beschreibung dieses Verhaltens, welche wir Zeit nennen.

Im vierdimensionalen, noch euklidischen, Raum-Zeit-Kontinuum ergibt sich als elementarste Beschreibungsmöglichkeit des Verhaltens einer sich darin bewegenden Menge von Kugeln (oder Uratomen bzw. dichten Punktmengen), die Zuordnung von Uralternativen zu jedem Raum-Zeit-Punkt, entsprechend dem Vorhandensein von Materie bzw. "Etwas" oder dem Nichtvorhandensein. Damit kann der Versuch unternommen werden, Relativitäts- und Quantentheorie sowie die gesamte theoretische Physik abzuleiten (vgl. [W 85]).

3.2 Vektor-Stoßformel

Die Bewegung einer einzelnen Kugel läßt sich durch einen Vektor

$\vec{v} \in \mathbb{R}^3$ darstellen.

Zu einem Zusammenstoß gehören zwei bewegte Kugeln bzw. Punktmengen, die einander berühren. Die Stoßachse entspricht der Berührungspunkt-Normale. Diese kann in einem einmal gewählten Koordinatensystem durch einen Einheitsvektor (hier \vec{s}) vollständig beschrieben werden.

Es seien

$$\vec{v}_1 = (v_{11}, v_{12}, v_{13})$$

der 1. Stoßvektor

$$\vec{v}_2 = (v_{21}, v_{22}, v_{23})$$

der 2. Stoßvektor

$$\vec{s} = (\cos \alpha_1, \cos \alpha_2, \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1 - \cos^2 \alpha_2})$$

der Stoßachsenvektor.

Dann wird

$$\vec{v}_{i\parallel} = \vec{s} (\vec{s} \cdot \vec{v}_i)$$

die zur Stoßachse parallele Geschwindigkeitskomponente des i-ten Stoßvektors und

$$\vec{v}_{i\perp} = \vec{v}_i - \vec{v}_{i\parallel}$$

die zur Stoßachse orthogonale Geschwindigkeitskomponente des i-ten Stoßvektors.

Beim Zusammenstoß werden die parallelen Geschwindigkeitskomponenten ausgetauscht, die orthogonalen bleiben auf der jeweiligen Punktmenge erhalten:

$$\vec{v}_1' = \vec{v}_{2\parallel} + \vec{v}_{1\perp} \quad , \quad \vec{v}_2' = \vec{v}_{1\parallel} + \vec{v}_{2\perp} \quad . \quad (1)$$

Der eigentliche Stoß entspricht also nach dem Grundmengenaxiom einer Drehung des Koordinatensystemes in die Stoßachsenrichtung und anschließende Vertauschung der zur Stoßachse parallelen Komponenten.

Wegen der angenommenen Existenz bewegter Punktmenge existiert auch der unitäre Raum der diesen zuordenbaren Vektoren. Die unendlich große Anzahl der Kugeln läßt demnach sogar den für die mathematische Beschreibung oft verwendeten daraus zu bildenden Hilbert-Raum existieren.

Stöße sind aber in diesem Raum aufgrund von (1) nicht als lineare Darstellungen von darin operierenden Gruppen zu erkennen.

Bei der Verwendung eines 4-dimensionalen euklidischen Raumes ergeben sich stückweise gerade Linien als eine Art von Weltlinien. Die Geschwindigkeitsvektoren zeigen dabei als Tangentialvektoren immer in Richtung der Linien. Richtungsänderungen (Knicke) entstehen bei der Berührung zweier Linien. Im Gegensatz zum relativistischen Minkowski-Raum gibt es hier aber noch keine Geschwindigkeitsbegrenzung und damit auch keinen Lichtkegel.

3.3 Beschreibung durch Matrizen bzw. Tensoren

Das Grundmengenaxiom erlaubt nur Operatoren in der Grundmenge, welche aus deren Teilmengen gebildet werden. Die Transformation eines Geschwindigkeitsvektors einer Punktmenge kann nur durch einen Zusammenstoß erfolgen. Ein Operator \mathbf{S} der dies bewerkstelligt wird demnach aus dem zweiten Geschwindigkeitsvektor und den Stoßachsenwinkeln, welche eine Drehmatrix \mathbf{D} bilden, erzeugt.

Im bereits in die Stoßachsenrichtung gedrehten Koordinatensystem (orthogonale Richtungen beliebig), kann dieser Operator einfach durch die Matrix

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} \frac{v_{21}^D}{v_{11}^D} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

dargestellt werden.

Die gesamte (1) entsprechende Transformation lautet dann

$$\vec{v}'_1 = \mathbf{D}^{-1} \mathbf{S} \mathbf{D} \vec{v}_1 \quad (2).$$

Der Operator $\mathbf{D}^{-1} \mathbf{S} \mathbf{D}$, hier in der Matrixschreibweise, stellt dabei wegen seines Transformationsverhaltens einen Tensor dar, welcher in der Grundmenge auf den Geschwindigkeitsvektoren operiert. **Weil sich dieser nicht aus linearen Operatoren zusammengesetzt, ist die Veränderung der Geschwindigkeit eines Uratoms durch einen Stoß keine lineare Transformation.**

Da umgekehrt auch der hier zur Konstruktion von \mathbf{S} verwendete Vektor \vec{v}_2 durch den Vektor \vec{v}_1 auf die gleiche Art transformiert wird, assoziiert das Auftreten des Quotienten in \mathbf{S} an das Vorhandensein der Struktur dualer Räume, bei denen die 1 in zwei Quotienten aufgespalten wird. Analog könnte anstelle der Multiplikation in (2) auch die Addition verwendet werden, wodurch sich allerdings \mathbf{S} verändert.

3.4 Komplexe Beschreibung

Bereits aus dem Grundmengenaxiom folgt, daß alle Wechselwirkungen auf das Verhalten der elementaren Kugeln zurückführbar sein müssen. Falls zwei bewegte Kugeln durch je einen Geschwindigkeitsvektor dargestellt werden, stellt sich die Frage, wie man am günstigsten, die den beiden Vektoren, kurz vor dem Stoß, zum Stoßzeitpunkt und kurz danach, zugeordnete Situation, beschreiben kann. In die beiden bisherigen Stoßformeln gingen zur Beschreibung eines Geschwindigkeitsvektors nach dem Stoß die Komponenten beider Vektoren ein, was u.a. die Nichtlinearität des Vorgangs ausdrückt. Deshalb bietet sich an, die jeweils zwei Geschwindigkeitsvektoren vor und nach dem Stoß in entsprechenden komplexen Gebilden zusammenzufassen. Der Stoß muß dann durch einen Operator ausgedrückt werden, welcher auf das Gebilde zum Zeitpunkt $t-0$ wirkt und das neue Gebilde zum Zeitpunkt $t+0$ erzeugt. Konstruiert werden muß dieser aus den Stoßachsenwinkeln und einem Operator zum Komponententausch.

Nehmen wir beispielsweise $\vec{v}^c \in \mathbb{C}^3$, gebildet aus den beiden Geschwindigkeitsvektoren als komplexen Spaltenvektor und D wie vorn als Drehmatrix der beiden unabhängigen Stoßachsenwinkel, so ergibt sich der jetzt komplexe Stoßoperator

$$S^c = D^{-1} \begin{pmatrix} i^- & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} D$$

mit i^- als Operator, welcher zuerst das Konjugiertkomplexe bildet und dann mit der imaginären Einheit multipliziert. Wegen $i^- (i^-) = i (i^-) = i (-i) = 1$ ist der elementare Selbstwechselwirkungsoperator unitär.

Als Stoßformel folgt deshalb

$$\vec{v}^{c'} = S^c \vec{v}^c \quad (3).$$

Wie bei der reellen Beschreibung stecken hier aber noch die beiden **Stoßachsenwinkel** im Operator, d.h. in der Transformationsmatrix, wenn auch bereits der bisher noch nicht beschriebene Operator i^- vorkommt. Ziel ist es deshalb, das betrachtete geometrische Gebilde mit sechs Freiheitsgraden um die zwei Winkel auf acht zu erhöhen, so daß der

gesamte Stoß mit zwei dreidimensionalen Geschwindigkeitsvektoren und den beiden räumlichen Stoßachsenwinkeln durch dieses beschrieben wird:

$$\Psi = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \\ a_3 & b_3 \\ a_4 & b_4 \end{pmatrix} \triangleq \begin{pmatrix} \Psi_1(x) \\ \Psi_2(x) \\ \Psi_3(x) \\ \Psi_4(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 + i b_1 \\ a_2 + i b_2 \\ a_3 + i b_3 \\ a_4 + i b_4 \end{pmatrix}$$

Dieses Gebilde erinnert stark an den *Diracschen Bispinor*. Dessen Transformationsverhalten gegenüber der für den Stoß erforderlichen Drehung in Richtung der beiden, jetzt in dem Gebilde stehenden, Winkel ist nicht so einfach wie bei den Vektoren. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß sich durch eine Transformation die beiden Winkel zu Null machen lassen und sich das Invarianzverhalten eines Spinors ergibt. Wird beispielsweise angenommen, daß die vierte Spinorkomponente den beiden Stoßachsenwinkeln zugeordnet ist, so können durch eine Diracsche γ -Matrix die beiden Winkel nicht zu Null gemacht werden, falls alle vier Komponenten obigen Gebildes ungleich Null sind. Die Lösungen der Dirac-Gleichung, welche Bispinoren sind, zeichnen sich aber gerade dadurch aus, daß eine der Komponenten Null ist. Deshalb stellen diese wohl **Stoßgebilde** dar.

Die elementare *Selbstwechselwirkung* eines solchen Gebildes, also die Einwirkung des jetzt um eine Dimension erweiterten, ebenfalls unitären Selbstwechselwirkungsoperators, erfolgt dann wie im dreidimensionalen Fall und stellt nur die *Transposition zweier Komponenten* dar. Das Drehen in die Stoßachsenrichtung und Zurückdrehen wird aber durch die beiden Winkel in dem Gebilde ausgedrückt, was für die geometrische Deutung eines Bispinors von Bedeutung ist.

Die beiden Bispinorkomponenten sind bei der hier noch nicht betrachteten Lorentz-Transformation wahrscheinlich getrennt wie Elementarspinoren zu transformieren und vertauschen bei Spiegelungen ihre Rolle. Bei den einfachen Drehungen erfolgt die Transformation deshalb mit der Gruppe $SU(2)$, welche ja bekanntlich mit der $SO(3)$ isomorph ist.

Elementarspinoren beschreiben somit gerade die durch eine bewegte Kugel verursachbare lokale Änderung an einer betrachteten physikalischen Größe, hier also ebenfalls einer

bewegten Kugel (Bild 1.3). Sie können in gewissen, nicht so seltenen, Fällen aber auch nützlich sein, wenn beispielsweise die beiden Geschwindigkeitsvektoren gerade die Standardlängen aller umliegenden annehmen und es sich um einen Frontalstoß handelt, bei dem somit nur die beiden Winkel von deren Raumausrichtung sowie die Stoßachsenwinkel von Bedeutung sind (Bild 1.4). Bei allen mathematischen Beschreibungen ist selbstverständlich die dahintersteckende physikalische Interpretation von Bedeutung.

Für alle aus den Bispinoren mit Hilfe der Diracschen γ -Matrizen (Bispintensoren) bildbaren Kovarianten, d.h. bilinearen Tensorbildungen ([S 89] S.1459f) , ist so auch eine geometrische Interpretation möglich. Je nach physikalischer Problemstellung kann eine geeignete Beschreibung der Größen, welche die jeweils zulässigen Meßwerte annehmen können, durch *Skalare, Vektoren, Tensoren, Axialvektoren* oder *Pseudoinvarianten* erfolgen. Uminterpretationen der verschiedenen Komponenten erfolgen durch Transformationen aus der unimodularen Gruppe **SL(2,C)**, welche auch als \mathbb{C}_2 bezeichnet wird. Der Selbstwechselwirkungsoperator bewirkt aber im Normalfall eine, nach der klassischen Definition, nichtlineare Veränderung des geometrischen Gebildes, welche jedoch bei massenweisem Vorkommen durch gewisse Symmetrien überdeckt werden kann.

Eine Transformation der Spinoren mit Hilfe der unimodularen Matrizen ($\det U = 1$) stellt aber keine interne Änderung des hier so definierten Stoßgebildes dar.

3.5 Felder und Systeme

Die bisher betrachteten Größen beschreiben die Eigenschaft der Grundmenge an einem Raum-Zeit-Punkt. Ordnen wir jedem Raum-Zeit-Punkt eine der vorn beschriebenen Eigenschaften zu, kommen wir auf natürliche Weise zur Definition von Feldern.

Dabei verwirrt zunächst das Durcheinander der vorkommenden Geschwindigkeiten und Winkel. Notgedrungen muß deshalb hier die deterministische Betrachtungsweise verlassen werden.

Elementarereignis mit beliebiger Ausrichtung

u.a. Parameter
im Raum

Beschreibung (Beispiel)

	1	Kugel-Anzahl-Dichte-Erwartungswert $\rho \in \langle 0, 1 \rangle \in \mathbb{R}$
	2	Durchschnittsgeschwindigkeit mit 2 Raumwinkeln $(a + i b) \in \mathbb{C}$
	3	bew. Kugel, 2 Winkel + Geschwin- digkeitsbetr. bzw. Rel.geschw.vekt. $\vec{v} \in \mathbb{R}^3$ oder schiefsymm.Tensor oder Elementarspinor
	4	Frontalstoß gleichschneller (Normalraum-)Kugeln mit beliebiger Stoßachse
	5	Frontalstoß mit 1 Normalraumvektor und beliebiger Stoßachse
	6	nichtfront. Stoß durchschn. schneller Kugeln mit belieb. Stoßachse symmetr. Tensor
	7	beliebiger Stoß mit einem Normal raum-Vektor
	8	beliebiger Stoß, 2 beliebige Geschw. mit beliebiger Stoßachse Ψ wie Dirac-Spinor

Bild 1

Durch die Zuordnung von *Erwartungswerten* der skalaren, vektoriellen, tensoriellen und spinoriellen Größen steht praktisch sofort der gesamte Apparat der Feldtheorie zur Verfügung. In Bild 1 werden die Grundgrößen auf einfache geometrische Gebilde aus der Grundmenge zurückgeführt. Aus der dargestellten Situation zum Zeitpunkt $t=0$ folgt nach der Stoßformel eindeutig die Situation zum Zeitpunkt $t+0$. Auch die weiteren Kovariantenbildungen mit Hilfe der Diracschen γ -Matrizen lassen sich bestimmt so veranschaulichen.

Dabei wirkt noch vereinfachend, daß sicherlich nur die *Abweichungen von den Normalraumwerten* zu physikalisch interessanten Erscheinungen führen. Viele glatten normierten Kurven können als Wahrscheinlichkeitsfunktionen, von sich bis zu Zusammenstoßen jeweils geradlinig bewegenden Kugeln, interpretiert werden. Diese kann man dann auch als Feldlinien bezeichnen.

Über die Verwendung von Erwartungswerten hinaus hat sich in der Feldtheorie die Aufstellung von *Wellengleichungen* als nützlich herausgestellt, welche auf einfache Art eine Beschreibung der kontinuierlichen Änderung von Erwartungswerten der Kovarianten bis zum Erreichen der alten Werte, darstellen. Die komplexe *Schrödingergleichung* für eine solche Wellenfunktion ist zwei gekoppelten reellen Gleichungen, für die Wirkungsfunktion und die Amplitudenfunktion (vgl. [S 89] S.1280), äquivalent. Dadurch beschreibt auch die *Hamilton-Jacobi-Gleichung* einen hier interpretierbaren Grenzfall. Die *Dirac-Theorie* stellt dann die grundsätzliche Erweiterung auf alle möglichen Kovarianten dar. Auch hier ist jedoch nur vom möglichen Vorkommen solcher Strukturen in der Grundmenge die Rede.

Eine weitere Erweiterung ergibt sich durch das *Operatorenkalkül* und die gleichzeitige Betrachtung von bis zu unendlich vielen sich bewegenden Punktmengen durch die Verwendung von *Hilberträumen*. Die Zuordnung von elementaren geometrischen Gebilden ist dabei auch hier sicher prinzipiell möglich, weil ja die Konstruktion aus diesen, mit einer Zuordnung zur Raum-Zeit, erfolgt.

Allgemein interessieren die als Teilmengen der Grundmenge bildbaren *Systeme*, welche zumindest gebietsweise von den Normalraumwerten abweichende Erwartungswerte der, hier als Kovariantenbildungen bezeichneten, Grundgrößen, auch nach gewissen Zeitintervallen, erwarten lassen. Systeme enthalten im allgemeinen Subsysteme und sind Bestandteil komplexer Systemkonfigurationen. Dieser Anforderung genügen u.a. die durch die Dirac-Gleichung beschriebenen Systeme, aber auch die weiterhin Kovariantenbildungen verwendenden *Gleichungen der Quantenelektrodynamik, Quantenchromodynamik,...* Diese elementaren, zumindestens eine Zeit lang, stabilen

Teilmengen der Grundmenge werden *Elementarteilchen* genannt. Bei Weizsäcker ([W 85] S.506) sind das statistische Verteilungen von Uren. Einzelne ebenfalls erhaltene Eigenschaften sind die *Quantenzahlen*, welche durch spezielle Operationen aus den Elementarteilchen-Beschreibungen gewonnen werden können.

Zwischen verschiedenen Systemen kann es natürlich auch eine *Wechselwirkung* geben. Diese wird normalerweise durch algebraische Ausdrücke und damit gebildete Operatoren beschrieben, welche auf das *Superpositionsprinzip* für lineare Ausdrücke zurückzuführen sind. Die algebraische Verbindung verschiedener Systeme bringt so eine *Mischung der Spinormaterie* zum Ausdruck, welche als Resultierende eine Bewegungsänderung der betroffenen Systeme oder gar eine Umwandlung beschreiben kann. In den gängigen Theorien ist man deshalb immer bemüht, die Gleichungen zu normieren, um die Resultate als Erwartungswerte interpretieren zu können. Diese sind also die Erwartungswerte der Kovariantenbildungen.

Immer gelten dann die einfachen Stoßgesetze der kanonischen Mechanik bei der Annäherung zweier Systeme, wenn die inneren, die Systeme erhaltenden, Eigenschaften stark genug sind. Die Selbstwechselwirkung durch den Stoß der einzelnen Kugeln ist ebenso wie in den linearen Wechselwirkungen, welche durch Superposition beschrieben werden, vernachlässigbar, weil sie die Erwartungswerte an den Raum-Zeit-Punkten nur unwesentlich ändert. Als Massebegriff kann schon hier vorgehend die Anzahl der beteiligten Kugeln angenommen werden.

Selbstwechselwirkung der Feldgrößen durch den Tausch einer Komponente bei einem elementaren Zusammenstoß spielt demnach bisher keine Rolle, obwohl gerade durch diese eine ständige Veränderung der Feldgrößen zu erwarten wäre. Ständige chaotische Änderungen würden aber nach der gängigen Vorstellung alle weiteren Überlegungen ad absurdum führen. Ohne sie ist hiermit eine modellmäßige Beschreibung und damit das Verständnis der in den modernen physikalischen Theorien vorkommenden geometrischen Objekte, welche auf die zusammenstoßenden Punktmengen zurückführbar sind, möglich. Das ist die notwendige Bedingung für die Akzeptanz des vorgeschlagenen Weges. Als hinreichende Bedingung werden nun die Symmetrien in der Grundmenge mit Selbstwechselwirkung untersucht, weil landläufig angenommen wird, daß in einer Menge wirr durcheinander fliegender stoßender Kugeln keine Symmetrien auftreten und somit keine stabilen Systeme entstehen können.

4 Symmetrien

4.1 Allgemeine Gruppenstruktur

Nach dem Grundmengenaxiom sollen die Uratome eine gewisse Ausdehnung besitzen. Besäßen sie die Ausdehnung Null, müßte eine reine *infinitesimale Theorie* unter Verzicht auf die Selbstwechselwirkung durch Zusammenstöße entwickelt werden. Das ist aber gerade in unserem heute gültigen *Standardmodell* der Fall. Dieses kann demnach als ein Modell in einer Grundmenge mit verschwindender Ausdehnung der Uratome interpretiert werden.

Wegen des Erfolges des Standardmodells, also der durch Versuche bestätigten Gültigkeit über weite Bereiche des uns zugängigen Naturgeschehens, ist nur eine *geringfügige Abweichung von der infinitesimalen Ausdehnung*, zum Beispiel für die Erklärung der Gravitation, denkbar. Das betrachtete *Medium* muß deshalb *sehr dünn* sein, um eine Selbstwechselwirkung, im Verhältnis zu den Wechselwirkungen durch Einmischung (Superpositionsprinzip), nur geringfügig in Erscheinung treten zu lassen. Die Mischung von Spinormaterie wird im Standardmodell aber im wesentlichen gerade durch algebraische Methoden beschrieben, welche die bekannten Strukturen der *allgemeinen linearen Gruppen* aufweisen. Durch Einführung *lokaler Koordinaten* werden als abgeschlossene Untergruppen von $GL(n, \mathbf{K})$ die *infinitesimalen Methoden* erschlossen und somit auch die *Kommutatoren* $[X, Y] = XY - YX$ Bestandteil der nun infinitesimalen oder Lieschen Theorie (vgl. [H90] S. 95f).

Weil die durch elementare Zusammenstöße erzeugten Kovariantengebilde des Standardmodells auch die Gruppenstruktur im Sinne der Operation von Gruppen auf Mengen erzeugen müssen, ist hier erst einmal prinzipiell zu überprüfen, ob die Haupteigenschaft von Gruppen, nämlich die Gültigkeit des Assoziativgesetzes erfüllt ist. Am einfachsten wird das durch eine bildliche Betrachtung verständlich. Der einfache Zweierstoß kommt am häufigsten vor, bei ihm stellt sich aber die Frage nach der Assoziativität noch nicht, weil ein nachfolgender Stoß im Rahmen der Feldtheorie als unabhängiges Ereignis betrachtet wird. Bei einem zufällig auftretenden *Dreierstoß* wird bei infinitesimaler Betrachtung der Stoßpunkte und damit der Stoßachsen deutlich, daß diese sich nicht verändern, wenn die Reihenfolge der Ereignisse geändert wird. Da nur die parallelen Geschwindigkeitskomponenten ausgetauscht werden, die zur Stoßachse orthogonalen Komponenten dagegen auf den ursprünglichen Kugeln erhalten bleiben, ändert sich durch die verschiedene Klammerbildung nichts und es gilt somit das *Assoziativgesetz*. Ein neutrales Element und die Umkehrung des Stoßvorganges, also ein

inverses Element, existieren natürlich auch. *Durch die Stöße* wird somit auf der Grundmenge tatsächlich die *Struktur einer Gruppe* erzeugt. Elementare Operation, gleich bei welcher Darstellung, ist der Tausch paralleler Geschwindigkeitskomponenten, also eine Permutation. Deshalb wird die elementare Gruppe auf der Grundmenge die *Permutationsgruppe*. Bekanntlich ist aber *jede Gruppe isomorph zu einer Permutationsgruppe*, d.h. zu einer Untergruppe einer symmetrischen Gruppe ([H 90] S. 9). Die Unitarität des elementaren Selbstwechselwirkungsoperators verursacht die Erhaltung der Wahrscheinlichkeit und somit die entstehenden unitären Gruppen.

Das alles ist im Prinzip nichts neues. Wie ist es aber möglich, daß die bekannten uns umgebenden Symmetrien in der Grundmenge so häufig wie beobachtet vorkommen, wenn doch die Uratome nur wirt durcheinanderfliegende Kugeln sind? Wie können durch diese Symmetrien und deren Brechung stabile Systeme mit Eigenschaften wie Masse bzw. Energie, Drehimpuls, Ladung,... entstehen ohne daß es zu Fluktuationen und schnelle Selbstauflösung kommt?

4.2 Geschwindigkeiten, Winkel und Dichte in gegenseitiger Abhängigkeit

Durch algebraische Verknüpfungen lassen sich bekanntlich aus den elementaren Kovariantengebilden neue Ausdrücke konstruieren. Wird die Selbstwechselwirkung außer Betracht gelassen, gelten somit die Symmetrien und Erhaltungssätze der modernen Physik (Noether-Theorie). Die Selbstwechselwirkung kann aber immer auf einen Zweierstoß zurückgeführt werden. Aus (1) folgt nun durch einfaches Einsetzen

$$\vec{v}'_1 + \vec{v}'_2 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \quad (4).$$

Das gleiche gilt für die Differenz der Geschwindigkeiten vor und nach dem Stoß. Die *Schwerpunktbewegung bleibt also bei auftretender Selbstwechselwirkung erhalten*.

Da im ursprünglichen sowie im gestrichenen System auch die Annäherungs- und Entfernungsgeschwindigkeitsbeträge übereinstimmen, gilt dies ebenfalls für die daraus bildbaren Quadrate. Durch Induktionsbeweis läßt sich damit zeigen, daß auch in der Grundmenge mit Selbstwechselwirkung *Impuls- und Energieerhaltungssatz* gemäß der natürlichen Vorstellung gelten.

Das darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß bei den Zusammenstößen im

allgemeinen die Summen und Differenzen der Beträge der Einzelgeschwindigkeiten verändert werden, was bei einem rechtwinkligen Zusammenstoß, bei dem eine Kugel praktisch zur Ruhe gebracht werden kann und die resultierende Geschwindigkeit der anderen nach dem Satz von Pythagoras nur den Betrag der Hypothense erhält, am leichtesten einzusehen ist. Durch diese Veränderungen werden Systembildungen erst denkbar, wenn sich die unterschiedlichen Komponenten massenweise in verschiedenen, zusammengehörenden Teilmengen der Grundmenge, d.h. Systemen befinden.

Elementare Eigenschaften der Grundmenge sind die Anwesenheit und die Bewegung der Uratome an einem Raum-Zeit-Punkt. Wegen der notwendigen Wahrscheinlichkeitsbetrachtung werden diese durch die Dichte- und Geschwindigkeitsverteilung genügend genau beschrieben. Welchen Einfluß haben aber nun die möglichen Vektorwinkel und vielleicht die Stoßachsenwinkel auf diese Wahrscheinlichkeitsverteilungen?

Freie Weglänge und Stoßhäufigkeit:

In der Ausgangssituation soll vorerst ein Medium betrachtet werden, bei dem die Anzahldichte gleichverteilt und die vorkommenden Geschwindigkeiten normalverteilt sind. Die Wahrscheinlichkeitsdichten ergeben sich dabei nach den geometrischen Grundüberlegungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und führen zu den bekannten Maxwell'schen Verteilungsfunktionen. Außerdem sei ein festes Koordinatensystem so gewählt, daß die räumlichen Koordinaten und die Zeit reell sind und orthogonal zueinander stehen. Die x- oder 1-Achse liege in der Richtung einer willkürlich ausgewählten Probekugel, welche sich gerade mit Durchschnittsgeschwindigkeit \bar{v} in positiver Richtung bewegt. Ihr Durchmesser sei $2d$, weil damit alle für einen Stoß in Frage kommenden Kugeln als Punkte angesehen werden können. Die Anfangsorte der Probekugel liegen in einem Zylinder mit gleicher Wahrscheinlichkeit an jedem Ort und die aller durch Punkte dargestellten Kugeln demnach in einem Volumen, welches nur durch die maximale Geschwindigkeit beschränkt ist und das vom Anzahldichteerwartungswert bestimmt wird. Der Einfachheit halber wird hier der Zusammenhang verwendet, daß die durchschnittliche freie Weglänge \bar{l} mit der Anzahldichte n und dem Durchmesser d folgendermaßen bestimmt ist:

$$\bar{l} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi n d^2} .$$

Dieser Zusammenhang entsteht durch eine gedachte Verschiebung aller Kugeln in eine

voll aufgefüllte Ebene wie in der kinetischen Gastheorie.
Damit gilt dann für die absolute Zusammenstoßhäufigkeit:

$$Z = \sqrt{2} \pi n d^2 \bar{v} = \frac{\bar{v}}{l} .$$

Vektorwinkel:

Wie bei den Anfangsorten gibt es nun kein Argument für die Annahme der Auszeichnung irgendwelcher Raumrichtungen. Zum Zusammenstoß können aber nur die Punkte gelangen, welche die Bahn unserer Probekugel, also den Stoßzylinder, kreuzen. Diese können durch zwei reelle Größen, nämlich den Öffnungswinkel β und den Geschwindigkeitsbetrag $|\bar{v}|$ beschrieben werden, weil das Koordinatensystem um die x-Achse so gedreht werden kann, daß der zweite mögliche Raumwinkel wegfällt. Die Mehrzahl aller Punkte aus dem betrachteten Raumgebiet bewegt sich in Richtungen, welche nicht zu einem Stoß mit der Probekugel führen können. Diesen wird der Weg 0 im Stoßzylinder zugeordnet und somit fallen sie vorerst aus der Betrachtung heraus. Für die Ermittlung der Stoßwahrscheinlichkeit, bzw. zuerst der entsprechenden relativen Häufigkeit der Durchquerung des Bereichs der zufälligen Anwesenheit der Probekugel, liegt der entscheidende Gedanke zugrunde, daß diese von der Aufenthaltszeit t der bewegten Punkte in einem solchen Bereich abhängen muß. Nach einfacher geometrischer Überlegung muß diese direkt vom Weg

$$s = 2 d / \sin \beta$$

der Punkte im Stoßzylinder bestimmt werden. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Anzahl für einen Stoß in Frage kommender Punkte, d.h. der Anzahldichte, besteht offenbar der Zusammenhang, daß bei kleiner Geschwindigkeit die Aufenthaltszeit im Stoßbereich zwar groß wird, dafür aber nur ein kleines Volumen aus dem die Punkte kommen können, zur Verfügung steht. Daher fällt die Geschwindigkeitsabhängigkeit bei dieser einfachen Betrachtung weg und die gesuchte Zeit ist proportional zum Weg s .

Die relative Häufigkeit bzw. Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen gewisser Winkelbereiche ergibt sich jetzt aus dem Verhältnis der Summen, bzw. hier wegen der Unkenntnis einzelner Vektoren, der Integrale aller interessierenden zu allen möglichen Aufenthaltszeiten, d.h. im Stoßzylinder zurückgelegten Wege, in Abhängigkeit von den Vektorwinkeln (Öffnungswinkel) welche aus Symmetriegründen auf $\pi/2$ beschränkt sind.

Ansonsten müßte die folgende Betrachtung mit den adäquaten Streuungen erfolgen. Gesucht ist demnach der Erwartungswert des Vektorwinkel(betrag)s in Abhängigkeit von der freien Weglänge, weil vorerst nur ein Zusammenstoß betrachtet wird. Die Anzahldichteabhängigkeit ist somit bereits eingeschlossen, während die Geschwindigkeitsabhängigkeit erst bei vielen Stößen interessant wird. Aus Vollständigkeitsgründen wird aber hier die in Bewegungsrichtung liegende (Relativ-) Geschwindigkeitskomponente v_{\parallel} mitgeschrieben.

Es ergibt sich also bei Annahme der Begrenzung durch die freie Weglänge \bar{l} , was eventuell auch durch eine Diracsche Deltafunktion beschrieben werden könnte:

$$t(\beta) = \begin{cases} \frac{\bar{l}}{v_{\parallel}} & f. \quad 0 \leq \beta \leq \frac{1}{l} \\ \frac{1}{v_{\parallel} \sin \beta} & f. \quad \frac{1}{l} \leq \beta \leq \frac{\pi}{2} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} .$$

Da $\int_{-\infty}^{\infty} f(\beta) d\beta = 1$ sein soll

und $\int_0^{\bar{l}^{-1}} \frac{\bar{l}}{v_{\parallel}} d\beta = \frac{1}{v_{\parallel}}$ ist, was in der gesuchten

Wahrscheinlichkeitsdichte praktisch verschwindet, wird diese mit dem aus

$$\int_{\bar{l}^{-1}}^{\pi/2} \frac{1}{v_{\parallel} \sin \beta} d\beta = -\frac{1}{v_{\parallel}} \ln \operatorname{tg} \frac{1}{2\bar{l}}$$

folgenden Normierungsfaktor

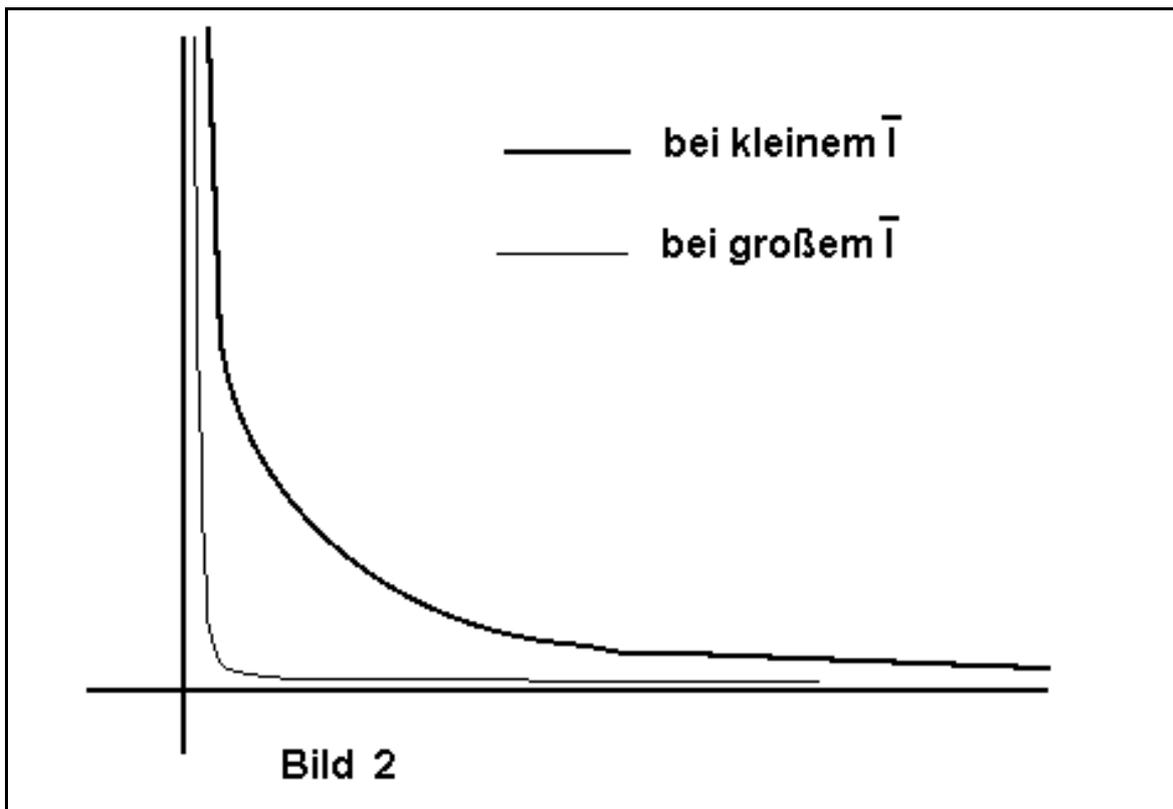
$$k = 1 - \ln \operatorname{tg} \frac{1}{2l}$$

zu $f(\beta) = \frac{v_l}{k} t(\beta)$ und

$$F(\beta) = \begin{cases} 0 & f. \quad -\infty < \beta \leq 0 \\ \frac{\bar{l}\beta}{k} & f. \quad 0 \leq \beta \leq \frac{1}{l} \\ \frac{1}{k} (\operatorname{Intg} \frac{\beta}{2} - \operatorname{Intg} \frac{1}{2l}) & f. \quad \frac{1}{l} \leq \beta \leq \frac{\pi}{2} \\ 1 & f. \quad \frac{\pi}{2} \leq \beta < \infty \end{cases} \quad (5)$$

wird Verteilungsfunktion.

Die Wahrscheinlichkeitsdichte schmiegt sich bei großer freier Weglänge immer enger an die Achsen an (Bild 2).



Der gesuchte Erwartungswert des Vektorwinkel(betrag)s wird somit:

$$\langle \beta \rangle (\bar{I}) = \int_0^{\pi/2} \beta f(\beta) d\beta$$

$$= \frac{\bar{I}}{2k} [\beta^2]_0^{\pi/2} + \frac{1}{k} \left[\beta + \frac{\beta^3}{3 \cdot 3!} + \frac{7 \cdot \beta^5}{3 \cdot 5 \cdot 5!} + \dots \right]_{\bar{I}^{-1}}^{\pi/2} \quad (6).$$

Wegen der aus der kinetischen Gastheorie bekannten Formel $d / \bar{I} = \sqrt{2} \pi n d^3$

wird hieraus der wichtige Zusammenhang mit der Dichte deutlich. Es folgt demnach, daß in einem dünnen Medium, d.h. bei großer freier Weglänge im Verhältnis zum Kugeldurchmesser, viel mehr kleine Vektorwinkel auftreten, als alle anderen. Das heißt mit anderen Worten, daß orthogonale Komponenten zur Relativgeschwindigkeit bei Zusammenstößen im dünnen Medium fast verschwinden. ***In einem dünnen Medium sind Frontalstöße häufiger als Querstöße.***

Das ist eine wesentliche Symmetrie im Normalraum, welche aber durch mögliche Anhäufungen gebrochen werden kann.

Stoßachsenwinkel:

Der Stoßachsenwinkel α ist eigentlich eine Größe im einmal gewählten räumlichen Koordinatensystem. Da aber vorn eine sich bewegende Probekugel ausgezeichnet wurde, lag das Koordinatensystem mit einer Achse in der Bewegungsrichtung. Hier hat gemäß einfacher wohlbekannter geometrischer Überlegungen nur die Relativgeschwindigkeitsrichtung einen Einfluß auf α .

Da anzunehmen ist, daß parallele Bahnen gleichwahrscheinlich sind, werden die vorkommenden Stoßachsenwinkel abhängig vom Verhältnis der interessierenden Flächen, aus denen die zu einem Stoß führenden Geschwindigkeitsvektoren kommen, zu allen möglichen. Der Winkel des Berührungspunktes besitzt den Sinus der Hälfte der Ordinate des Mittelpunktes der stoßenden Kugel und die jetzt orthogonal zur vorher betrachteten Ebene stehenden Flächen, welche innerhalb der durch die Kugelmittelpunkte gebildeten liegen, haben den Inhalt $(2 \sin \alpha)^2 \pi$. Deshalb bietet sich als Verteilungsfunktion

$$w(\alpha) = \frac{(2 \sin \alpha)^2 \pi}{4 \pi} = \sin^2 \alpha, \quad \text{mit } 0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \quad (7)$$

an, bzw. als Wahrscheinlichkeitsdichte $f(\alpha) = 2 \sin \alpha \cos \alpha$. Der durchschnittliche Stoßachsenwinkel im homogenen Medium ist daher um 45° zu der Relativgeschwindigkeitsrichtung geneigt. Die Symmetrie positiver und negativer Stoßachsenwinkel in Uratomansammlungen weist auf die Verknüpfung mit dem später zu behandelnden Spin hin.

Auftretende Geschwindigkeiten:

Unberücksichtigt sind bisher unterschiedliche Geschwindigkeiten der Stoßpartner und die eigentliche Wechselwirkung durch den Stoß. Aus Symmetriegründen erfolgt wieder die

Beschränkung auf eine Ebene.

Sind anfangs alle Geschwindigkeiten gleich, so werden durch die ab und zu vorkommenden Querstöße, bei denen zusätzlich im allgemeinen verschiedene Stoßachsenwinkel auftreten, ständig neue Geschwindigkeitsbeträge produziert.

Seien β der Vektorwinkel, α der Stoßachsenwinkel v_1 bzw. v_2 die Geschwindigkeitsbeträge vor dem Stoß. Dann gilt für die Geschwindigkeitsbeträge nach dem Stoß nach Pythagoras und der Voraussetzung, daß nur die Geschwindigkeiten parallel zur Stoßachse ausgetauscht werden:

$$\begin{aligned} v_1' &= \sqrt{v_1^2 \sin^2 (\beta - \alpha) + v_2^2 \cos^2 \alpha} \\ v_2' &= \sqrt{v_2^2 \sin^2 \alpha + v_1^2 \cos^2 (\beta - \alpha)} \end{aligned} \quad (8).$$

Da $\sin^2 (\pi + \beta - \alpha) = \sin^2 (\beta - \alpha)$ und $\cos^2 (\pi + \beta - \alpha) = \cos^2 (\beta - \alpha)$ sind, wurde π weggelassen.

Mit einfachen Zahlenbeispielen wird daraus offensichtlich, daß meistens unterschiedliche Geschwindigkeitsbeträge erzeugt werden, welche keine Symmetrien erkennen lassen, falls der Vektorwinkel $\beta \neq 0$ ist.

Bei der Bildung von Geschwindigkeitsbetragssummen vor und nach dem Stoß läßt sich der sinusförmige Verlauf der Änderungs- bzw. Differenzfunktion

$$f(\beta) = (v_1 + v_2) - (v_1' + v_2') \quad (9)$$

mit verschiedenen, aber festen, Geschwindigkeitsbeträgen und Stoßachsenwinkeln untersuchen.

Bei $\beta \approx 0$, was in dem untersuchten dünnen Medium als häufiger Zusammenstoßfall tatsächlich angenommen werden kann, vereinfachen sich die Formeln (8) auf:

$$\begin{aligned} v_1' &= \sqrt{v_1^2 \sin^2 \alpha + v_2^2 \cos^2 \alpha} \\ v_2' &= \sqrt{v_2^2 \sin^2 \alpha + v_1^2 \cos^2 \alpha} \end{aligned} \quad (10).$$

Trotz gleichbleibendem Relativgeschwindigkeitsbetrag nach einem beliebigen Stoß, folgt hieraus die wesentliche Erkenntnis, daß in einem einmal gewählten Koordinatensystem die *Geschwindigkeitsbetragsdifferenz der beiden Stoßpartner nach dem Stoß in der Mehrzahl aller möglichen Stöße kleiner ist als vorher*. Beim durchschnittlichen Stoßachsenwinkel $\alpha = 45^\circ$ ist es sogar gleichgültig, welche Geschwindigkeitsbeträge die beiden Kugeln vor dem

Stoß hatten, nach dem Stoß sind sie exakt gleich.

Interessanterweise gilt auch, daß die *Betragssumme nach dem Stoß meistens größer* wird, was anhand einfacher Skizzen oder eines kleinen Simulationsprogrammes auf einem Personalcomputer leicht verständlich ist.

Bei bereits gleichen Geschwindigkeitsbeträgen in dem festen Koordinatensystem, vor einem Frontalstoß mit beliebiger Stoßachse, bleiben die *Geschwindigkeitsbeträge nach dem Stoß unverändert*.

Aus diesen Überlegungen folgt, daß in einem dünnen Medium wegen der hohen Frontalstoßhäufigkeit und nach dem Gesetz der großen Zahlen, eine sehr schmale Kurve der Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilungsdichte erzeugt wird. Die kleine Streuung ist auf die trotz allem stattfindenden nichtfrontalen Stöße zurückzuführen. Durch den Geschwindigkeitsanpassungsprozeß gleichen sich die von der Durchschnittsgeschwindigkeit abweichenden Geschwindigkeiten dieser aber nach wenigen Stößen schnell an.

Obwohl die schmale Geschwindigkeits-Normalverteilung bei Frontalstößen auftritt, sind aber Kugelmengenflüsse mit breiterer Geschwindigkeitsverteilung und von der Durchschnittsgeschwindigkeit abweichendem Erwartungswert möglich. Die absolute Zusammenstoßhäufigkeit

$$Z = \sqrt{2} \pi n d^2 \bar{v} = \bar{v} / \bar{l}$$

bestimmt den erwarteten Uratom-Fluß durch eine interessierende Fläche. Deshalb ist ein multiplikativer Zusammenhang mit den vorn betrachteten Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Vektor- und Stoßachsenwinkeln denkbar. Bei einer entsprechenden Vektordarstellung lassen sich möglicherweise die Erwartungswerte direkt einsetzen. Eine exakte Untersuchung soll jedoch der vorgeschlagenen Elementarteilchentheorie vorbehalten bleiben. Etwas ausführlicher werden diese Gedanken aber auch weiter unten bei der Diskussion der Elementarteilchen und Wechselwirkungen behandelt.

Wichtig ist hier der schon verwendete Zusammenhang, daß die Stoßhäufigkeit von der erwarteten Aufenthaltszeit in einem bestimmten Raumbereich abhängt. Diese ist zwar umgekehrt proportional zur (Relativ-)Geschwindigkeit der betrachteten Kugeln, die Stoßzahl Z erhöht sich aber proportional zu dieser. Die freie Weglänge ist dabei geschwindigkeitsunabhängig.

Für den Aufbau der Welt aus Uratomen wichtige Zusammenhänge zwischen den elementaren Eigenschaften einer Uratomansammlung und deren Stoßverhalten seien

deshalb nochmals in Stichworten zusammengefaßt:

- Der Normalraum ist ein dünnes Medium von Uratomen mit überwiegend Frontalstößen, bei Erhöhung der Anzahldichte nimmt die Zahl der Querstöße zu.
- Die Geschwindigkeitssumme vor einem Stoß ist gleich der Summe nach dem Stoß.
- Die Geschwindigkeitsdifferenz vor einem Stoß ist gleich der Differenz nach dem Stoß.
- Die Geschwindigkeits-Betrags-Summe ist im dünnen Medium (nach einem Normalstoß) meistens größer als vorher.
- Die Geschwindigkeits-Betrags-Differenz ist nach einem Normalstoß meistens kleiner.
- Der Annäherungsgeschwindigkeits-Betrag ist gleich dem Entfernungsgeschwindigkeits-Betrag, auch nach einem Stoß.
- Das Geschwindigkeits-Betrags-Summen-Maximum ergibt sich bei ausgeglichenen Absolutgeschwindigkeiten vieler Stoßpartner.
- Das Geschwindigkeits-Betrags-Summen-Minimum ergibt sich bei unterschiedlichsten Absolutgeschwindigkeiten vieler Stoßpartner.
- Bei Frontalstößen ergibt sich ein Absolutgeschwindigkeits-Betrags- und Anzahldichte-**Ausgleich**.
- Bei Querstößen ergibt sich oft ein Absolutgeschwindigkeits-Betrags- und Anzahldichte-**Unterschied**.
- *Nach einem Stoß, bei dem die Geschwindigkeits-Betrags-Summe kleiner wird, nimmt die Anzahldichte zu, weil nach einem festen Zeitintervall die Entfernungssumme vom Stoßpunkt kleiner ist als im gleichen Zeitintervall vor dem Stoß.*

4.3 Quantenhaftigkeit des mikrophysikalischen Geschehens

"Ursache sowohl der Quantenhaftigkeit mikrophysikalischen Geschehens als auch der Gültigkeit von Unschärferelationen für die gleichzeitige Messung komplementärer physikalischer Größen ist im wesentlichen die Existenz des Planckschen Wirkungsquantums h " (siehe Stichwort Quantentheorie in [M 73]). Wie ist nun diese Größe im hier betrachteten Medium zu verstehen?

Eigenschaft h in der Grundmenge:

Unter den verschiedenen Beschreibungsmöglichkeiten der Grundmenge eignet sich u.a. die bewährte Methode der kanonischen Mechanik. Da noch keine Masse exakt definiert ist, können den betrachteten Kugeln des Vielteilchensystems jeweils die normierten Massen 1 willkürlich zugeordnet werden. Wegen des offenen Systems stellt sich in einem beliebigen Raum-Zeit-Intervall ein gewisses Gleichgewicht gegenüber der Umgebung ein. Bei einer durch einen Zusammenstoß zufällig erzeugten Geschwindigkeitsabweichung gegenüber dem Normalraum wird gleichzeitig die entsprechende freie Weglänge bis zum nächsten Zusammenstoß verändert. Eine schnellere Kugel fliegt weiter, eine langsamere weniger weit. Die Summe der freien Weglängen zweier aufeinander zu fliegender Stoßpartner ist jedoch geschwindigkeitsunabhängig. Die Geschwindigkeits-Betrags-Summe und die Anzahldichte ändern sich stoßabhängig. Der unitäre elementare Stoßoperator ändert aber nichts an den vorkommenden Bewegungsgrößen. Diese können lediglich auf andere Uratome verlagert werden. Der lokale Grenzwert durch eine kleine Fläche ein- und ausströmender Teilchen verändert sich aber durch einen Stoß nicht.

Diese Eigenschaft führt zur Erhaltung der Zusammenstoß-Wahrscheinlichkeit und damit zum Unitaritätsprinzip. Unitarität beschreibt demnach die überall herrschende Stabilität bezüglich des Stoßverhaltens im Normalraum. Aus ihr folgt direkt, daß der Kugelmengenfluß durch ein festes Flächenelement zumindest in größeren Raum-Zeit-Bereichen durchschnittlich einen konstanten Wert annimmt. Die gleiche Eigenschaft muß bei allen gegenüber ihrer Umgebung stabilen Systemen gelten, wenn in diesen auch die Dichte oder Geschwindigkeiten vom Normalraum abweichende Werte annehmen. Das Maß für die auftretenden Elementarereignisse ist abhängig vom raum-zeitlichen Abstand der beteiligten Uratome, d.h. von deren Geschwindigkeit oder (daraus folgt ".") dem zurückzulegenden Weg.

Mit $m =$ beliebiger Anzahlerwartungswert $\in \mathbb{N} = \sum_i m_i = \sum_i (1)_i$
 $v =$ Durchschnittsgeschwindigkeitsbetrag $= (1 / m) \sum_i |\bar{v}_i|$ und
 $l =$ freie Weglänge im betrachteten Gebiet $= \bar{l}$ wie vorn

gilt dann anschaulich wegen des sich in der offenen Umgebung einstellenden Gleichgewichts:

$$m \cdot v \cdot l = m \cdot l^2 \cdot t^{-1} = \text{const} = h .$$

Die Größe h muß somit im Rahmen des bewährten Formalismus der theoretischen Physik als charakteristische Eigenschaft für den normalen Uratomfluß weiter verwendet werden. Sie ist gleichzeitig das Maß für eine Minischwingung mit der freien Weglänge. Bei größerer

Masse, d.h. größerer Zahl der beteiligten Kugeln in einer elementaren Raumzelle wird die freie Weglänge kürzer. Bei größerer Geschwindigkeit des betrachteten Systemes erfolgt eine adäquate Änderung der Systemlänge, was im Rahmen der relativistischen Betrachtung verständlich wird.

Zur Messung ist pro Größe ein Zusammenstoß der beteiligten Kugeln erforderlich. Sie können sich wegen ihrer Ausdehnung nicht gleichzeitig am gleichen Raumpunkt befinden. Es muß immer eine ganze Menge, sich ja mit dem umliegenden Raum in einem gewissen Gleichgewicht befindende, Kugeln zum Zusammenstoß mit einem bekannten Kugelmengensystem gebracht werden. Das läßt sich als Aufsammlung der Ergebnisse von vielen Elementarereignissen interpretieren. Dabei auftretende Übergänge zwischen zwei Zuständen können deshalb immer nur mit der Unschärfe h erfolgen.

Definition des Begriffes "Masse":

Bei der Einführung der elementaren Größe h in der Grundmenge wurde der darin verwendete Begriff der Masse noch nicht zufriedenstellend definiert. Generell bieten sich nämlich zwei verschiedene Betrachtungsmöglichkeiten an.

Erstens kann jeder elementaren Kugel, d.h. jedem Uratom, die Masse 1 und zweitens können nur den tatsächlich meßbaren Abweichungen von den Normalraumwerten Zahlen als Masse zugeordnet werden. Beim ersten Standpunkt muß der leere Raum auch eine gewisse Masse und somit Energie besitzen, dafür läßt sich leichter die Hamiltonsche kanonische Theorie anwenden. Beim zweiten Standpunkt sind von vornherein tatsächliche Meßwerte verwendbar und das Vakuum bleibt masselos, dafür besteht aber das Problem, daß ja die zu verwendenden Zahlenwerte nicht einzelnen Uratomen zugeordnet werden können, weil in unseren heute zugänglichen Dimensionen die wahren Größenordnungen der Urmaterie unbekannt sind. Deshalb muß vorerst der erste Weg gegangen werden.

Bei der gewöhnlichen Durchschnittsbildung ergibt sich für den gesamten betrachteten Bereich des Normalraumes eine bestimmte Anzahldichte. Die Zusammenstoßhäufigkeit hängt vom Produkt der Anzahldichte mit dem jeweiligen Geschwindigkeitsbetrag ab.

Als **Masse** $m \in \mathbb{N}$ soll nun einfach die *Summe der zu einem System gehörenden Elementarmassen der Größe 1* bezeichnet werden. Welche sind das? Wie vorn gezeigt, sind Dichteabweichungen nur in Verbindung mit massenweisem Vorkommen von Stoßvektorwinkel-Erwartungswert-Verschiebungen, also *spontanen Symmetriebrechungen* der im dünnen Medium vorherrschenden Frontalstoß-Symmetrie, möglich. Das assoziiert an den *Higgs-Mechanismus zur Massenerzeugung*. Dessen Formalismus erhält so eine neue anschauliche Interpretation. Dort vorkommende anharmonische Oszillatoren mit imaginärer Masse

$$m = i \mu$$

können mit den Uratomen identifiziert werden, welche sich in einem ständigen Stoßgleichgewicht mit den Uratomen des umgebenden Vakuums befinden müssen. Ein ähnlicher Vorgang wird bei der Beschreibung von Fermionen mit Spin 1/2 benötigt. Immer zwei Uratome als Stoßpartner müssen bei diesen gemeinsam betrachtet werden. Damit läßt sich dann die reelle Masse

$$m = \sqrt{2\mu}$$

ermitteln (vgl. Stichwort spontane Symmetriebrechung in [F 89]). Die Aufsummierung der Einzelmassen wird weiter unten beschrieben.

Ein gewisser Grenzbereich für solche Systeme ist die Größenordnung der in dem System vorkommenden freien Weglänge. Systemkugeln müssen aber nicht wirklich auf diesen Bereich beschränkt sein. Wegen des Stoßgleichgewichts verschmieren sich die Orte der Systemkugeln praktisch bis ins Unendliche. Da nur Zufallswerte untersucht werden können, ist demnach das Integral der Normalraumabweichung über den gesamten Raum, welches sich kaum vom Absolutwert im Vakuum unterscheidet, zu verwenden.

Durch die Grundgröße h ist festgelegt, daß in einem untersuchten System bei kleinerer als normaler Anzahldichte die Geschwindigkeiten größer sein müssen als im umgebenden Normalraum und daß bei größerer Anzahldichte, zumindest radial zum Systemmittelpunkt, nur kleinere Geschwindigkeiten als die Durchschnittsgeschwindigkeit möglich sind. Freie Weglängen sind aber im dünnen Medium sicher groß gegen die in den ortsstabilen Systemen vorkommenden. Deshalb sind **Ruhmassen** mit höherer als der normalen Dichte verbunden, bei kleiner, sonst eine Fluktuation verursachender, Geschwindigkeit vom Systemmittelpunkt weg. Die jeweiligen dazu orthogonalen Geschwindigkeitskomponenten können aber andere Werte annehmen und so Quellen oder Senken von (elektromagnetischen) Feldern erzeugen. Der Geschwindigkeitsunterschied zum Normalraum bedeutet dabei, wie schon erwähnt, eine Symmetriebrechung der vorkommenden Vektorwinkel bei natürlicher Streuung der Stoßachsenwinkel.

Von einer, wie auch immer erzeugten, Portion von Uratomen, wird in deren Gebiet die freie Weglänge der von allen Seiten aus dem Normalraum auftreffenden Uratome verkürzt. Zieht man nur die Primärstöße in Betracht, nimmt also an, daß die durch einen Stoß erzeugten neuen Geschwindigkeitskomponenten im Durchschnitt erst am erwarteten Auftreffpunkt nach der durch die Dichte festgelegten freien Weglänge wieder mit einer Normalraumkugel zusammenstoßen, entfällt das Problem einer möglichen Dichtefluktuation.

Bei der rechnerischen Behandlung von Quantisierungsproblemen wird oft anstelle eines geraden Weges ein Kreisbogen betrachtet und deshalb $\hbar = h / 2 \pi$ verwendet, was dem Zusammenhang von Frequenz und Kreisfrequenz entspricht.

Quantisierungsformalismus:

Eine der frühen physikalischen Erkenntnisse war die vollständige Beschreibbarkeit eines dynamischen Systems durch die beiden Größen Ort und Impuls. Als mathematisches Hilfsmittel wurde später der Phasenraum eingeführt und in diesem ein mechanisches System durch die *Hamiltonsche kanonische Theorie* umfassend beschrieben. Die hier bisher verwendete Methode ist mit dieser wegen der obigen Massendefinition identisch. Die auftretenden *Poissonklammern* (vgl. z.B. [S 89] S. 398f)

$$[u, v]_p = \sum_{k=1}^f \left(\frac{\partial u}{\partial q_k} \frac{\partial v}{\partial p_k} - \frac{\partial v}{\partial p_k} \frac{\partial u}{\partial q_k} \right)$$

können verstanden werden, weil die Uratome eine Ausdehnung besitzen und somit keine zwei elementaren Impulse gleichzeitig am selben Ort vorkommen.

Bei Einführung einer Wellengleichung $\psi(\vec{x}, t)$ in der Grundmenge mit der Zuordnung eines skalaren Feldes V (der Anzahldichte zugeordnet) sowie eines vektoriellen Feldes \vec{A} (Geschwindigkeiten der Uratome) läßt sich das *klassische Wellenfeld-Bild* mit folgender Wellengleichung anwenden (vgl. z.B. [G 85] S.8):

$$-\frac{1}{i} \psi(\vec{x}, t) = -\frac{\eta}{2} \Delta \psi(\vec{x}, t) = \frac{\eta}{2} \sum_{j=1}^3 \left\{ \frac{1}{i} \frac{\partial}{\partial x_j} - \frac{\epsilon A_j}{c} \right\}^2 \psi + \epsilon \phi \psi$$

$$\text{mit } \epsilon = \frac{e}{\hbar}, \quad \eta = \frac{\hbar}{m}, \quad \phi \triangleq \text{Potential}(V).$$

Der linke Teil beschreibt dabei freie Materiewellen und rechts ist noch der Einfluß eines äußeren elektromagnetischen Feldes hinzugekommen, dessen Definition nun auch modellmäßig verständlich wird. Die noch ungequantelte Ladung ergibt sich aus der

Definition der *Ladungsdichte* $\rho(\vec{x}, t) = |\psi(\vec{x}, t)|^2$ als Integral über diese.

Eine so beschriebene Materieportion muß sich nun als offene Menge aber nach dem

Grundmengenaxiom und auch nach der Erfahrung im ständigen Gleichgewicht mit seiner Umgebung befinden. Deshalb muß bei einem Übergang zwischen zwei Zuständen die Größe h auftreten. Das ist der Hauptinhalt aller *Quantisierungen* beliebiger ansonsten klassischer Theorien. Aus der Poissonklammer wird so zwangsweise ein Kommutator $(1/i\hbar)[\hat{F},\hat{G}]$. \hat{F} und \hat{G} sind hier die hermitesierten Operatoren F und G (Observablen). Daraus folgt für N Quantenteilchen ($K,L = 1,2,\dots,3N$) die *Heisenbergsche Vertauschungsgleichung*

$$[Q_K, P_L] = i\hbar \delta_{KL}, \quad [Q_K, Q_L] = 0 \quad \text{und} \quad [P_K, P_L] = 0,$$

wobei die Q_K und P_L die kanonisch konjugierten Lage- bzw. Impulsoperatoren sind. Dies gilt auch als allgemeine Vorschrift zur *Quantisierung* zweier beliebiger kanonisch konjugierter Observablen, deren physikalische Bedeutung offengelassen werden kann. Die obige Wellengleichung des klassischen Wellenfeld-Bildes wird auf die gleiche Art durch Multiplikation mit \hbar zur Wellengleichung für ein freies Teilchen (System von Uratomen) bzw. zur *zeitabhängigen Schrödinger-Gleichung*.

Der von Schmutzer (vgl. [S 89]) beschriebene Weg über die Wirkungsfunktion der kanonischen Mechanik (S. 407), bzw. die zeitabhängige Hamilton-Jakobi-Gleichung (S. 408) und die Wärmeleitungsgleichung (S. 985), welche ja ein vorstellbares System von stoßenden Teilchen beschreibt, führt ebenfalls zur Schrödinger-Gleichung (S. 1277), nur daß jetzt auf der tieferen Stufe der Uratome die Zusammensetzung einer durch diese beschriebenen Materieportion deutlich wird. Weiter unten wird auch das Auftreten von Antikommutatoren wegen der inneren Selbstwechselwirkung in Fermionfeldern verständlich.

So wird praktisch der gesamte Formalismus der Quantenmechanik erschlossen.

Beispielsweise kann man die unendlichen Matrizen der Quantenmechanik, welche den zweifachen unendlichen Mannigfaltigkeiten entsprechen, wie sie in den Fourierreihen zur Approximation von periodischen Funktionen der Wellenmechanik verwendet werden, besser interpretieren. Die Frequenzen gehören jeweils zu zwei Zuständen und die bereits vorn erwähnten Minischwingungen stellen gerade die im Normalraum mit der Eigenschaft h bzw. bei Kreisprozessen mit \hbar zulässigen Übergänge, also Urmaterieflüsse, dar.

Auch das Produkt zweier orthogonaler Zustände, welches verschwindet, kann wegen der geringen Zusammenstoßwahrscheinlichkeit sich orthogonal bewegender Uratome somit leicht verstanden werden.

Das Auftreten der komplexen Größe i hat neben der reinen mathematischen Zweckmäßigkeit, welche durch die häufige Betrachtung zweier Zustände bedingt ist, die Aufgabe, im Rahmen der in der Grundmenge stattfindenden Selbstwechselwirkung, im

mathematischen Formalismus Ordnung zu schaffen.

Die Quantenhaftigkeit des mikrophysikalischen Geschehens ist nach dem Gezeigten wie gefordert eine natürliche Folge des Grundmengenaxioms. Wie wirkt dieses aber auf die Struktur von Raum und Zeit?

4.4 Anwendbarkeit der Lorentz- bzw. Poincare-Gruppe

Bereits bei der Beschreibung der Grundmenge wurde gezeigt, daß Tensoren und Spinoren sowie daraus konstruierbare Felder geeignete Darstellungen der Grundgrößen von in diesem Rahmen möglichen Theorien sind. Die im vorigen Abschnitt beschriebene Quantelung mit dem Produkt aus den elementaren Größen

$$\text{Anzahl } \mathbf{m} \cdot \text{Geschwindigkeit } \mathbf{v} \cdot \text{Länge } \mathbf{l}$$

charakterisiert aber nur das Wahrscheinlichkeitsverhalten der Zusammenstöße im Normalraum. Offen bleibt die Definition eines **absoluten Längenmaßes**. Als solches geeignet erscheint lediglich der unveränderbare Durchmesser \mathbf{d} der Uratome. Selbst bei unterschiedlichen Größen der verschiedenen Kugeln oder allgemeiner der dichten Punktmengen beliebiger Form, bliebe noch deren durchschnittlicher Durchmesser als sich anbietendes Maß.

Elementarste Ereignisse sind die Zusammenstöße zwischen den Uratomen. Die raumzeitlichen Abstände zwischen solchen Elementarereignissen sind variabel, ebenso wie die diesen äquivalenten freien Weglängen und Geschwindigkeiten. Deshalb läßt sich als Maß für das Stattfinden einer gewissen Anzahl von Elementarereignissen nur ein **relatives**, d.h. von den Eigenschaften des betrachteten Raumes abhängendes, **Zeitmaß** definieren. Die Eigenzeit auf einem Uratom zwischen den Elementarereignissen kann deshalb sinnvoll nur einer diskreten, z.B. den natürlichen Zahlen äquivalenten, abzählbaren Menge zugeordnet werden. Deren Abstand kann somit konstant als 1 festgelegt werden.

$$\Delta \tau_u = \text{const} = 1$$

Offensichtlich kann nach (1) jeder beliebige Geschwindigkeitsvektor $\mathbf{v} \in \mathbb{R}^3$

durch einen Stoß in jeden beliebigen anderen transformiert werden. Die Erzeugung von Vektoren innerhalb bestimmter Intervallsgrenzen unterliegt dabei in einem gewissen Raum-Zeit-Gebiet der Beschränkung durch die im angrenzenden Gebiet vorkommenden

bzw. wahrscheinlichen Vektoren. Deshalb gilt für größere Zahlen von Stößen als Durchschnittswert die Begrenzung durch den Faktor h , wie vorn gezeigt und durch die Durchschnittsgeschwindigkeit $|\bar{v}|$.

Kugelmengensysteme welche zumindest für eine gewisse Zeit stabil gegenüber ihrer Umgebung sind, müssen diese Stabilität auch in einer bestimmten Form bei einer Bewegungsänderung aufrechterhalten. Da angenommen werden kann, daß die Umgebung ein dünnes Medium ist und in diesem Frontalstöße nach (6) bevorzugt sind, müssen im stabilen System die Frontalstoßkomponenten in jeder Raumrichtung ausgeglichen sein. Aus vielen Uratomen bestehende Systeme, wie z.B. Elementarteilchen, behalten demnach bei einer kontinuierlichen Beschleunigung ihre Haupteigenschaften.

Wird zu jedem einzelnen Uratom eines solchen Systems rein theoretisch die gleiche Geschwindigkeitskomponente addiert, verändert sich gegenüber der Umgebung das erwartete Stoßverhalten, also die Stoßhäufigkeit und damit ändern sich auch die auftretenden Winkel. Das würde zu einer Störung der Stabilität des Systems führen. Falls jedoch die systemerhaltenden Größen stärker sind als eine infinitesimale Änderung der Systembewegung z.B. durch Ersetzen von Uratomen, welche eine ähnliche, aber eben doch andere Bewegungsgröße besitzen, ändert das ganze System seine Bewegung geringfügig. Verallgemeinert führt dieser Gedanke weiter unten bei den Wechselwirkungen in Form einer Aufsammlung von "uratomaren" Geschwindigkeitsvektoren zur Äquivalenz von träger und schwerer Masse.

Wie bereits aus der Definition folgt, ist eine Energie- bzw. Masseportion mit einer Ansammlung von Uratomen verbunden, welche um den Bewegungsschwerpunkt stabil, d.h. ohne Auszeichnung einer bestimmten Raumrichtung, verteilt ist. Bei gleichförmig bewegtem System treten mit zunehmender Geschwindigkeit immer mehr Frontalstöße auf, die aber das System ohne Wirkung auf dieses durchheilen. Wegen der schmalen Geschwindigkeits-Normalverteilung im Vakuum (Normalraum) ist es nur über kleine Entfernungen möglich, mit Nicht-Durchschnitts-Geschwindigkeiten, Änderungen im Bewegungsablauf eines Systems hervorzurufen. Einer willkürlichen elementarmathematischen Addition von zwei Systemgeschwindigkeiten kann somit keine physikalische Erscheinung entsprechen. Die Summe muß zumindest bei der Beteiligung von zwei Systemen, welche aus vielen Uratomen bestehen, eine Zahl kleiner als c sein, falls die Beobachtung in einem größeren Raum-Zeit-Intervall erfolgt, was ja durch die Normalraumeigenschaft h bestimmt wird. Das ist die Aussage des *Additionstheorems der Geschwindigkeiten* der (speziellen) Relativitätstheorie.

Nur in Bruchteilen des durch h festgelegten Raum-Zeit-Intervalls für eine Beobachtung einer bestimmten Masse- bzw. Energieportion sind auch Überlichtgeschwindigkeiten möglich, aber nicht meßbar. Die Lichtgeschwindigkeit c ergibt sich dabei als Projektion auf eine gewählte Raumrichtung aus der Durchschnittsgeschwindigkeit der Uratome mit dem Erwartungswert der auftretenden Stoßachsenwinkel von 45° , bei denen es ja eine 90° Drehung gibt, wegen der deshalb durchschnittlich zurückgelegten Wege einfach geometrisch zu

$$c = \frac{\overline{|v|}}{\sqrt{2}}, \text{ für betrachtete Abstände } r \gg \bar{l} .$$

Die Zeit wird durch die Anzahl der Elementarereignisse bestimmt. Bei einem bewegten System treten ja mit höherer Geschwindigkeit immer mehr Frontalstöße auf, so daß für orthogonal dazu stattfindende Stöße weniger Partner bleiben und deshalb die Zeit gedehnt wird.

Wegen der schmalen Geschwindigkeits-Normalverteilung sei bei Annahme von orthogonal zur Bewegungsrichtung drehender Kugelmengensysteme der "Zeit- bzw. Ereignis-Vektor", also beispielsweise eine "gerichtete" Wellenzahl, ebenfalls orthogonal zur Bewegung eingestellt sei. Mit der Zunahme der Systemgeschwindigkeit verlagert sich somit dieser Vektor auf dem Einheitskreis (Bild 3), da die Ereigniszahl wegen der angenommenen Stabilität des Systems gegenüber der Umgebung konstant sein muß. Es gilt also wegen

$$|v| = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} = c \quad \text{mit} \quad \dot{y} = \frac{c}{A} :$$

$$\sqrt{v^2 + \frac{c^2}{A^2}} = c$$

und deshalb ergibt sich

$$A = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

was der bekannte *Lorentz-Faktor* ist.

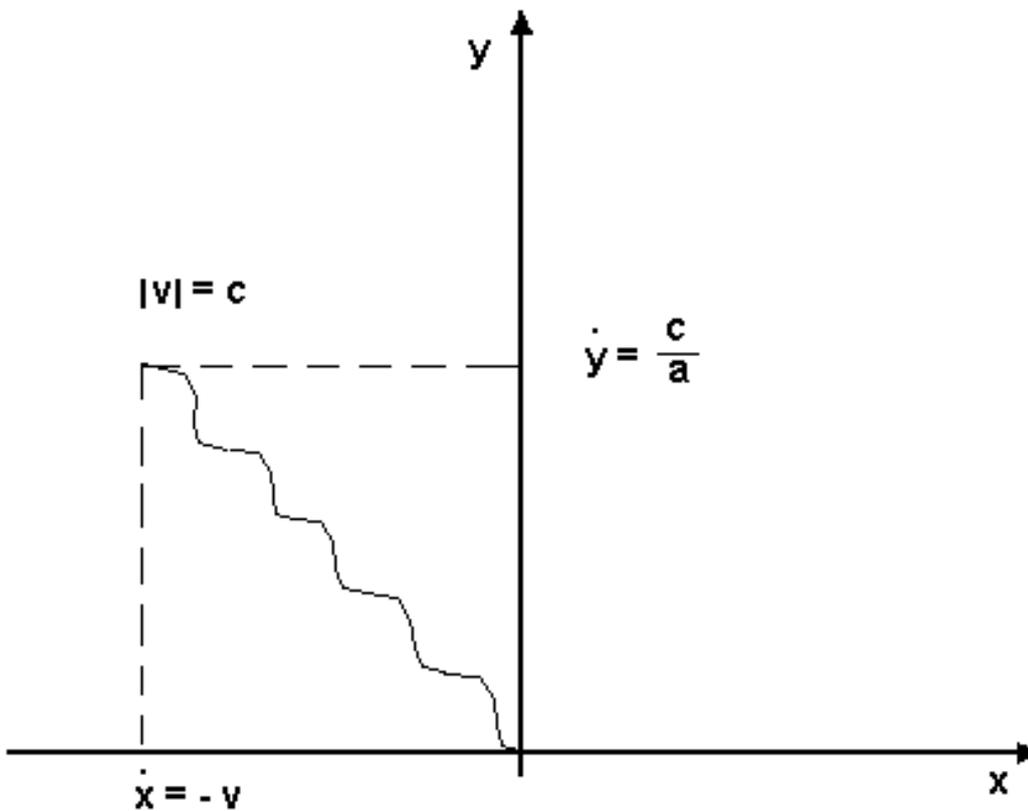


Bild 3

Von einem ruhenden Beobachter aus ist demnach eine Zeitdehnung anzunehmen. Das erzeugt den tatsächlich beobachtbaren relativistischen Doppler-Effekt muß aber, wie weiter unten gezeigt wird, nicht unbedingt Ursache der Hubble-Konstante sein. Der Lorentz-Faktor ist die Basis für die spezielle Relativitätstheorie. Viererschreibweise,..., welche das gesamte Gebäude der Theorie bilden, ergeben sich dann rein mathematisch. Der ganze Vorgang entspricht somit einer Art *Quantisierung von Raum und Zeit* mit Hilfe der elementaren Eigenschaften der Grundmenge wie im vorigen Kapitel. Speziell die freie Weglänge \bar{l} führt bei Anwendung des rationalen Maßeinheitensystems mit $\mathbf{c} = \hbar = 1$ dazu, daß die Einheiten von $[E] = [\mathbf{p}] = m = l^{-1}$ die Dimension einer reziproken Länge erhalten und die Zeit $x_0 = t$ die einer Länge. Damit steht der Formalismus der *Quantenfeldtheorie* (vgl. z.B. Einführung von [B 84]) zur Verfügung.

Weiterhin gilt natürlich die herkömmliche Energiedefinition. Der *relativistische Massenzuwachs* gemäß $m = m_0 \gamma$ ist wegen der Systembeschleunigung durch Einmischung entsprechender Uratome und der bei jeder Geschwindigkeit herrschenden Stabilität gegenüber der Umgebung mit einer echten Anzahlerhöhung verbunden.

Grenzen der Gültigkeit und damit der Übergang zur Gallilei-Gruppe sind somit nicht nur für Relativgeschwindigkeiten von Systemen nahe Null erklärt, sondern auch im Zusammenhang mit der statistischen Betrachtung einer Vielzahl von Uratomen, welche sich im Gleichgewicht mit dem umliegenden Raum befinden und somit meßbar sind. Außerhalb des durch die Eigenschaft \hbar bestimmten Meßbarkeitsbereichs gelten aber die einfachen Stoßgesetze der Gallilei-Gruppe, wie sie durch die Stoßformeln (1) definiert werden.

4.5 U(1)-Symmetrie bezüglich Dichte und Geschwindigkeit

Trotz der Betrachtung statistischer Größen beschränken sich die Untersuchungen bis hierher praktisch auf einige wenige Kugeln in einer ansonsten gleichmäßig verteilten Anzahldichte und normalverteilten Geschwindigkeit mit überall gleichem Erwartungswert und gleicher Streuung. durchaus natürlich ist nun, bei Annahme möglicher Abweichungen von den Standardwerten des Normalraumes, die Zuordnung eines skalaren Feldes bzw. Potentials V (Anzahldichtefeld) und eines vektoriellen Feldes bzw. Vektorpotentials \vec{A} (Geschwindigkeitsvektorfeld) zu den Erwartungswerten dieser Abweichungen.

Bei der zu diesem Zeitpunkt etwas willkürlichen Annahme, daß die Schrödinger-Gleichung bzw. bei hohen (systeminternen) Geschwindigkeiten die Klein-Gordon- oder die Dirac-Gleichung, unter Verwendung der Elementarladung e gerade Portionen von Psi-Materie, d.h. elementare Kugelmengensysteme beschreiben, läßt sich die Invarianz gegenüber globalen Phasentransformationen $\psi \rightarrow e^{i\alpha}\psi$ und auch gegenüber lokalen Phasentransformationen $\psi(\mathbf{x}) \rightarrow \psi'(\mathbf{x}) = e^{i\alpha(\mathbf{x})}\psi(\mathbf{x})$ zeigen (vgl. z.B. [B 86] S. 64 f.) und damit die gültige *Eichsymmetrie U(1)* für alle Teilmengen, in denen keine Verschiebung des Vektorwinkelerwartungswertes auftritt. Dazu muß das Eichfeld $A^\mu(\mathbf{x})$ mit $\mathbf{x} = \{\vec{x}, t\}$ eingeführt werden, welches als Viererpotential die natürlichen lokalen Fluktuationen beschreibt. Die Stoßachsenwinkel können dabei beliebige Werte annehmen, ein von Null abweichender Vektorwinkelerwartungswert deutet aber auf eine Ruhmasse der betrachteten Teilmenge hin.

Durch die obige Einführung der Felder V und \vec{A} in der Grundmenge erhalten auch die

einzigsten Größen, welche eine Veränderung vorhandener Anzahldichte- oder Geschwindigkeits-Erwartungswerte verursachen, also die Vektor- und Stoßachsenwinkel, eine wichtige Bedeutung als Erzeuger der Abweichungen von den Normalraumwerten. Beispielsweise können den Normalraumeigenschaften deshalb die Werte null zugeordnet werden. Angenommene systeminnere Abweichungen der Vektorwinkelerwartungswerte von den Normalraumwerten könnten die Drehung des betrachteten (Teil-) Systems verursachen, was noch eingehender untersucht werden muß und sind für die mögliche Dichteabweichung verantwortlich, welche als (Ruh-) Masse bezeichnet werden kann. Im dünnen Medium der Grundmenge kann diese Dichteabweichung nur positive Werte, bis zur maximalen Auffüllung des Raumes, annehmen. Die erzeugten freien Felder können dagegen positive oder negative Dichteflüsse mit positiven oder negativen Geschwindigkeitsabweichungen vom Normalraum- d.h. Vakuumserwartungswert sein. Nach den obigen Überlegungen verändert sich dabei jeweils mit der Dichte auch die freie Weglänge. Das Entscheidende für die U(1)-Eichsymmetrie ist in diesem Modell die Eigenschaft, daß sich nach mehreren Frontalstößen, welche im dünnen Medium ja vorwiegend auftreten, wegen der bei jedem Stoß unveränderten Relativgeschwindigkeit, die Geschwindigkeitsbetragsdifferenzen dem Grenzwert Null immer mehr annähern. So erhalten alle aus dem in der Nähe systemfreien Vakuum stammenden Stoßpartner ungefähr den gleichen Absolutgeschwindigkeitsbetrag.

In diesem bekannten Formalismus ergibt sich die physikalische Zuordnung von elektrischen Feldgrößen \vec{E} dadurch, daß in dem zu bildenden antisymmetrischen Feldstärketensor

$F_{\mu\nu} = -F_{\nu\mu}$ die Größen $F_{01} = E_1$, $F_{02} = E_2$, und $F_{03} = E_3$ gesetzt werden. Dementsprechend werden $F_{23} = B_1$, $F_{31} = B_2$ und $F_{12} = B_3$ die Komponenten der magnetischen Feldstärken \vec{B} , also bekanntlich eines quellenfreien Wirbelfeldes.

In dieser 4-Form gelten somit die *Maxwellschen Gleichungen* im Vakuum

$$\partial^\mu F_{\mu\nu} = j_\nu$$

$$\partial_\nu F_{\alpha\beta} + \partial_\beta F_{\nu\alpha} + \partial_\alpha F_{\beta\nu} = 0 .$$

Elektrische Feldstärken entsprechen also einfach dem in der Uratom-Menge von den Normalraum-Erwartungswerten abweichenden Geschwindigkeits-Vektorfeld. Der auftretende Materietransport ist selbstverständlich quellenfrei. Mit ihm sind immer Zusammenstöße von Uratomen verbunden, bei denen wie vorn gezeigt, Annäherungs- bzw. Entfernungsgeschwindigkeitsbeträge erhalten bleiben, deren Richtung aber verändert

wird. Diese Verwirbelung ist die Haupteigenschaft des Magnetfeldes. Beim durchschnittlichen 45° Stoßachsenwinkel ergibt sich bekanntlich genau die Drehung von 90° .

Das *Eichprinzip* ist in diesem einfachen Modell durch die Tatsache verwirklicht, daß eine Kugel ungefähr am erwarteten Zusammenstoßpunkt zusammenstoßen wird. Deshalb muß für den mathematischen Ausdruck, welcher die Menge beschreiben soll, zu der das Uratom gehört (System), ein Eichfeld $\mathbf{A}^H(\mathbf{x}) = (\mathbf{V}(\mathbf{x}), \dot{\mathbf{A}}(\mathbf{x}))$ eingeführt werden. Es beschreibt eine lokale Symmetrie, d.h. eine *Verschiebung des erwarteten Zusammenstoßpunktes*. Mit anderen Worten ist das eine Verzerrung des betrachteten Raumes und bewirkt damit eine Kraft. Die elektromagnetische Kraft wird also durch einen Einmischungseffekt, wegen der Ununterscheidbarkeit der inneren Systemkugeln von den äußeren Feldkugeln, hervorgerufen.

Der Parameter $\alpha(\mathbf{x})$ kann vermutlich dem Stoßachsenwinkel zugeordnet werden. Die im mathematischen Beweis vorzunehmende Ersetzung durch $e\lambda(\mathbf{x})$, wobei e die Elementarladung ist, führt damit zu einer, zu diesen Überlegungen alternativen, Einführung des elektromagnetischen Feldes. Dessen Feldgrößen werden natürlich durch den Vektorwinkel β und die damit verbundenen Abweichungen von den Normalraumerwartungswerten erzeugt.

Auch die Elementarladung selbst kommt so aufgrund ihrer Einheitsdefinition, z.B. im CGS-System, einem modellmäßigen Verständnis näher.

Nochmals soll hier betont werden, daß lokal durchaus beliebig große, aber unmeßbare Geschwindigkeitswerte vorkommen können.

4.6 Höhere (Eich-) Symmetrien

Globale, im Großen geltende, äußere Symmetrien, wurden vorn beschrieben. Diese können aus nichtabelschen deterministischen lokalen Symmetrien, wie sie bei Einzelstößen (Auftreten der Permutationsgruppe) vorkommen, konstruiert werden. Dabei werden größere Gesamtheiten von Uratomen, also statistische Teilmengen der Grundmenge betrachtet, welche zu Abelschen und Nichtabelschen Symmetrien auf lokaler und globaler Ebene führen. So folgt, u.a. wegen der Isometrie aller Gruppen zur Permutationsgruppe, das Auftreten der $U(1)$, wo Stoßachsen- und Vektorwinkelerwartungswerte nicht verschoben werden und die Mischung der Urmaterie zur Superponierbarkeit führt. Die $SO^+(3,1)$ wird erzeugt, wo in großen Mengen relativ

große Geschwindigkeiten betrachtet werden. Durch die Betrachtung der räumlichen Drehungen, im Zusammenhang mit der auftretenden $SO(3)$, folgt die Darstellungsmöglichkeit des Spins durch die $SU(2)$.

Auf bekannte Weise führt die geforderte relativistische Invarianz der so zu beschreibenden Materie zur *Klein-Gordon-Gleichung* oder zur *Dirac-Gleichung*, je nach dem, ob die Psi-Materie den Spin 0 oder 1/2 hat. Bei der Spinor-Materie mit Spin 1/2 tritt noch innere Selbstwechselwirkung auf. Punktartig wirksame Selbstwechselwirkung des spinoriellen Materiefeldes wird beispielsweise durch die *Heisenbergsche Weltformel* in dem nichtlinearen Glied berücksichtigt. Ansonsten hat diese den gleichen Aufbau wie die Dirac-Gleichung. Die vorkommende *Elementarlänge* l ($\approx 10^{-13}$ cm) entspricht nach diesem Modell der in dem betrachteten System vorkommenden durchschnittlichen freien Weglänge der Uratome.

Vorkommenden geometrischen Strukturen in diesen Mengen, wie z.B. Wirbeln, können die bekannten *Quantenzahlen* zugeordnet werden. Dadurch werden von der gesamten Wellenfunktion im allgemeinen Teile abgespalten, für die bekannte Berechnungsverfahren existieren. Das nichtlineare Glied in der Heisenbergschen Weltformel ist dagegen schwer berechenbar. Deshalb ist der andere Weg, statt diesem bestimmte Eichfelder einzuführen, welche wiederum quantisierbar sind, erfolgversprechender.

Mathematischen Beschreibungsmöglichkeiten von Materieportionen liegt das Gleichgewichtsverhalten in allen Raumrichtungen gegenüber dem Normalraum zugrunde, was auch als Forminvarianz der betrachteten Größen bezeichnet werden kann. Die bekannten Erhaltungssätze lassen sich damit gemäß der Noether-Theorie (vgl. z.B. in [S 89]) ableiten. Dieses Gleichgewichtsverhalten fordert bei der Einführung gewisser Größen, zur mathematischen Beschreibung der betrachteten Mengen, die gleichzeitige Einführung von *Eichfeldern*, damit die Forminvarianz gewährleistet wird. Deren für sich betrachtetes Gleichgewichtsverhalten bedeutet *Quantisierung* und somit die Einführung entsprechender **"Teilchen"**.

Ein scheinbarer Widerspruch ergibt sich erst durch die experimentelle Erfahrung, daß einer Menge, unabhängig voneinander, zwei oder mehrere Male die gleiche Symmetrie für verschiedene Eigenschaften zugeordnet werden muß. Deshalb sind lokale Betrachtungen erforderlich. So kommt man auf natürliche Weise zur *infinitesimalen* oder *Lieschen Theorie*. Die Grenze der Superponierbarkeit ergibt sich logischerweise durch die Ausdehnung der Uratome, aus denen ja die betrachteten Mengen bestehen. Das

Wesentliche ist jedoch, daß die den Symmetrien zugeordneten Quantenzahlen auf der infinitesimalen Ebene der Betrachtung nicht mehr mischen (Selbstwechselwirkung), was im Auftreten gewisser *Kommutator-Beziehungen* zum Ausdruck kommt. So können bestimmte Quantenzahlen erhalten bleiben. Mathematisch separat untersuchbare Strukturen können jeweils sogar bis ins Unendliche reichen und bringen gleichzeitig eine gewisse Ordnung in die statistische Vielfalt der Uratombewegungen.

So können beispielsweise der Spin und der mit der gleichen Symmetrie $SU(2)$ behaftete Isospin der gleichen Materieportion zugeordnet sein. Das Auftreten des Isospins deutet deshalb auf eine doppelte Verwirbelung in der Menge hin. Diese kann nur durch Konstituenten verursacht sein, welche nicht allein existieren können, weil sich deren Spins sonst additiv verhalten müßten. Geometrisch äquivalent ist die Vorstellung, daß die Ecken eines Dreiecks nicht allein existieren können.

Besondere Bedeutung bei der Systematisierung der vorkommenden Systembildungen erreicht die $SU(3)$ mit ihren Multipletts wahrscheinlich wegen des Auftretens der 8 unabhängigen Parameter. Diese dienen ja auch zur Beschreibung eines elementaren Stoßgebildes. Dabei ist die durch Selbstwechselwirkung \bar{i} erzeugte Unitarität von Bedeutung.

Die gesamten Symmetrien der Quantenmechanik (vgl. z.B. in [GM 90]), bis zu den Winkeln der Wurzelvektoren von Lie-Algebren, lassen somit eine modellmäßige Erklärbarkeit mit Hilfe von Uratombewegungen erhoffen. Das gleiche gilt für die damit ableitbaren Quantenzahlen und mit diesen formulierten *Eichfeldtheorien*, z.B. der starken und elektroschwachen Wechselwirkung (vgl. [B 81]).

Zunächst sollen aber anhand der gängigen Modelle etwas eingehender die Systembildungen, also Elementarteilchen und deren so wichtige Stabilität gegenüber ihrer Umgebung, betrachtet werden.

5 Elementarteilchen

5.1 Selbstorganisation

C. F. von Weizsäcker ([W 85] S. 506) definiert ein Elementarteilchen als eine statistische Verteilung von Uren. Wegen der fehlenden Selbstwechselwirkung, dafür aber Annahme von Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren für die Ure, führte das Modell zu

Schwierigkeiten.

Man kann sich deshalb heute ein Elementarteilchen vorstellen als:

- kleinste Form der bekannten Materie bzw. Portion (Quant) eines Feldes,
- etwas, was bei Zusammenstößen mit anderen Elementarteilchen Energie aufnehmen, abgeben oder sich umwandeln kann, wobei auch negative Impulse übertragen werden können,
- etwas, das ständig (virtuelle) Elementarteilchen emittiert oder absorbiert und so Quelle bzw. Senke von (Vektor-, Tensor- oder Spinor-) Feldern wird,
- bisher in vielen Details unerklärbarer, mathematischer Ausdruck, mit Eigenschaften (Quantenzahlen), die auch auf eine innere Struktur deuten,
- etwas, das durch Vakuumschwankungen im "leeren" Raum ohne äußeren Anstoß, wenn auch mit einem Partner, entstehen kann,
- etwas, was virtuell vielfach lokal in Erscheinung tritt, aber erst bei hoher (relativistischer) Energie beobachtbar wird oder im Rahmen dieses Modells, als
- EIN SYSTEM VON URATOMEN, DAS ÜBER LÄNGERE ZEIT VON DEN NORMALRAUMWERTEN ABWEICHENDE EIGENSCHAFTEN AUFWEIST.

Bei genauerer Untersuchung der Urmaterieportionen wird bekanntlich eine gewisse Verwirbelung offensichtlich, welche durch das Phänomen des Spins beschrieben wird. Dazu werden formal die *Paulischen Spinmatrizen* eingeführt, welche in den zur Beschreibung des Spinphänomens verwendeten Spinoren benötigt werden. Die bereits erwähnte Isomorphie der $SU(2)$ mit der $SO(3)$ läßt im Rahmen des Uratommodells nun eine anschauliche Deutung zu.

Viele Theorien auf der Basis des Standardmodells oder der großen vereinheitlichten Modelle mit der Symmetriegruppe $SU_C(3) \times (SU_L(2) \times U_Y(1))$, gehen von Lagrange-Dichten der Urmaterieportionen aus.

Als einfachste und in allen Theorien ähnlich betrachtete Urmaterieportion kommt dabei das Photon vor. Die übliche Beschreibung durch wechselnde elektrische und magnetische Feldgrößen, welchen in diesem Modell bereits vor Uratom-Geschwindigkeiten und Anzahldichten (mit einer Verwirbelung verbunden) zugeordnet wurden, ergibt auf den ersten Blick keine Schwierigkeiten. Bei näherer Betrachtung muß aber vor allem erklärt werden, weshalb ein einzelnes Photon im Normalraum nicht, vor allem orthogonal zur Ausbreitungsrichtung, zerfließt. Besonders deutlich wird diese Forderung bei polarisierten ebenen Wellen.

Betrachten wir deshalb eine solche Störung im Normalraum, die aus einer bestimmten

Anzahl m von Uratomen besteht, welche somit wegen der Normalraumeigenschaft h eine durchschnittliche freie Weglänge λ besitzen. Durch einen Spalt oder ein Gitter sei nun erreicht, daß sich alle Uratome gemeinsam in einer Ebene in der gleichen Richtung bewegen. Trotz der angenommenen Bevorzugung von Frontalstößen, muß wegen der Gleichwahrscheinlichkeit paralleler Bahnen aus dem Normalraum damit gerechnet werden, daß alle möglichen Stoßachsenwinkel, also auch außerhalb der betrachteten Ebene, auftreten. Somit würde die das Photon bildende Uratom-Menge in verschiedene Richtungen auseinander gestreut.

Es muß demnach trotz aller, die bekannten Symmetrien erklärenden Modellvorstellungen, einen in den bisherigen Betrachtungen nur kurz erwähnten wesentlichen Auflösungs-Verhinderungsmechanismus geben.

Systembildungs- bzw. -erhaltungsmechanismus

Wichtigste Eigenschaft des betrachteten Normalraumes ist, daß es sich um ein dünnes Medium mit Frontalstoßsymmetrie handelt. Gegebene, wie auch immer entstandene Uratom-Ansammlungen, lassen deshalb von außen hauptsächlich Frontalstöße erwarten. Da nach jedem Frontalstoß eine, wenn auch gedrehte, frontale Entfernung voneinander erfolgt, befindet sich von den jeweils zwei Stoßpartnern immer einer im Bereich der, durch die Mehrheit bestimmten, Bewegungsrichtung.

Eine durch den Stoßpunkt gezogene Parallele zur Hauptbewegungsrichtung des Systems bestätigt, daß immer ein Stoßpartner ins Systeminnere fliegt. Auch bei Betrachtung der Stoßebene gilt bei Frontalstößen immer, daß vor und nach dem Stoß sich jeweils ein Stoßpartner auf jeder Seite der Ebene bewegt. In einem bestimmten Zeitintervall wird aber ein Teil der außerhalb der durchschnittlichen freien Weglänge zusammenstoßenden Uratome in ein Gebiet zurückfliegen, welches weiter vom Systemschwerpunkt entfernt ist, als vorher. Da in größerer Entfernung vom Zentrum die Anzahldichte abnimmt, wird somit bei folgenden Stößen die freie Weglänge größer und das System löst sich durch diese Fluktuation auf.

Ein Maß für die Systemauflösung ergibt sich bei der Verfolgung einer Uratom-Entfernung vom Systemmittelpunkt in einem *Brownschen Prozeß*. Der Entfernungs-Mittelwert nach einem Zeitintervall ist dann das Maß, welches in differentieller Schreibweise z.B. durch

$$\dot{s} = \frac{ds}{dt} \quad (\text{Auflösungsgeschwindigkeit}) \text{ ausgedrückt werden kann.}$$

Für den Weg eines einzelnen Teilchens nach n Stößen gilt:

$$\mathbf{s}(t_n) = \mathbf{s}_0 + \mathbf{v}_0 t_0 + \sum_{i=1}^n [\tilde{\alpha}_i (\tilde{\alpha}_i \cdot \mathbf{v}_i^*) + \mathbf{v}_{i-1} - \tilde{\alpha}_i (\tilde{\alpha}_i \cdot \mathbf{v}_{i-1})] (t_i - t_{i-1}) \quad (11),$$

wobei die mit * bezeichneten Geschwindigkeitsvektoren aus der Umgebung kommende, vom bisherigen Weg unabhängige Vektoren sind.

Der Übergang zum stochastischen Prozeß erfolgt durch die Annahme, daß die Zeitpunkte t_i die Stoßachsenwinkel $\tilde{\alpha}_i$ und die Stoßvektoren \mathbf{v}_i^* jeweils einer Wahrscheinlichkeitsverteilung unterliegen, wodurch (11) eine ähnliche Aufgabe wie die *Chapman-Kolmogorov-Gleichung* (vgl. [Ha 90] S. 90) erfüllt. Die Anzahldichte bzw. freie Weglänge versteckt sich dann im Zeitintervall zwischen den Stößen, welches obendrein von der Geschwindigkeit abhängt.

Da das letzte Teilstück der einfachen Brownschen Bewegung nur vom Zustand beim letzten Stoß abhängt, läßt sich auch einfach die Entscheidung mit berücksichtigen, welcher der beiden Stoßpartner nach dem Stoß weiterhin zum System gehört. Die Auswahl erfolgt aufgrund des Kriteriums, welches der beiden Uratome nach dem Stoß eine Verbesserung der Systemeigenschaften ergibt. Als Maß für die Systemauflösung bzw. das Gegenteil, die Systembildung, dient absolut gesehen die Geschwindigkeitsbetragssumme. Für die Weiterverfolgung der Uratome, die zum System gehören, wird jedoch der, im Rahmen der Umgebung, nach dem Stoß bessere Wert ausgewählt. Verfolgen läßt sich das aber bei einer größeren Zahl von Uratomen sicher nur noch in einer Computersimulation.

In dem Computereperiment können für je ein Teilstück des Weges einer zu verfolgenden Probekugel, für alle dem Zufall unterliegenden Größen, gemäß der an dem betreffenden Punkt vorliegenden Wahrscheinlichkeitsverteilung, Zufallszahlen erzeugt werden. Dies geschieht zuerst durch Erzeugung einer Zufallszahl zwischen 0 und 1, mit welcher dann aus der Wahrscheinlichkeitsfunktion der zugeordnete Wert der Zufallsgröße ermittelt wird.

Bei der Untersuchung der Geschwindigkeiten, Winkel und Dichte in gegenseitiger Abhängigkeit waren noch feste Wahrscheinlichkeitsdichten angenommen worden. Die jetzige Betrachtung von Systemen führt aber zwangsweise zu Anzahldichteanhäufungen mit den damit verbundenen Abweichungen der Wahrscheinlichkeitsdichte von den Normalraumwerten. Durch die Veränderung der Geschwindigkeitsbetragssummen ändert sich jedoch auch die Anzahldichte. Es muß also in den Wahrscheinlichkeitsverteilungen bzw. -dichten **nach** jedem **Stoß** eine **Korrektur** durchgeführt werden, welche aber erst mit

der Zeitverzögerung l/v wirksam wird.

Da auch mit den leistungsstärksten Digitalrechnern nur diskrete Raum-Zeit-Intervalle simuliert werden können, werden praktisch alle Normalverteilungen durch Poisson-Verteilungen dargestellt.

Durch den Zusammenhang $d/l = \sqrt{2} \pi n d^3$ ist die freie Weglänge mit der Anzahldichte verknüpft. Bei Unabhängigkeit der freien Weglänge von entfernteren Geschwindigkeitsverteilungen ergibt sich einfach das Zeitintervall $(t_i - t_{i-1}) = \bar{l} / |\vec{v}_i|$. Für die jetzt aber erforderliche Korrektur der Anzahldichte nach dem Stoß bietet sich beispielsweise folgender Gedankengang an:

Die von der Normalraumgeschwindigkeit abweichende Geschwindigkeit der betrachteten Systemkugel wird wegen größerer Anzahldichte durch einen Querstoß erzeugt. Der erwartete nächste Zusammenstoß sei deshalb ein Frontalstoß mit einer Kugel aus dem dünneren Normalraum. Da in solchen Gedankenexperimenten Erwartungswerte wie einfache feste Werte einer deterministischen Betrachtungsweise angenommen werden können, ist auch die Annahme zulässig, daß die Normalraumkugel, welche ja nicht durch den um l entfernten Querstoß im System, in ihrer Bewegung beeinflusst wird, weiter fliegt, falls die Systemkugel eine kleinere Geschwindigkeit hat und umgekehrt weniger weit. Die Summe der beiden freien Weglängen bleibt konstant, also ergibt sich

$$(t_i - t_{i-1}) = \frac{2 \bar{l}}{|\vec{v}_{i-1}| + |\vec{v}_i^*|} \quad \text{bzw.} \quad s_i = \frac{2 \bar{l} |\vec{v}_{i-1}|}{|\vec{v}_{i-1}| + |\vec{v}_i^*|} \quad (12).$$

Diese Formeln gelten aber nur bei kleiner lokaler Änderung der Anzahldichte- und Geschwindigkeits-Erwartungswerte, d.h. der daraus gebildeten Felder.

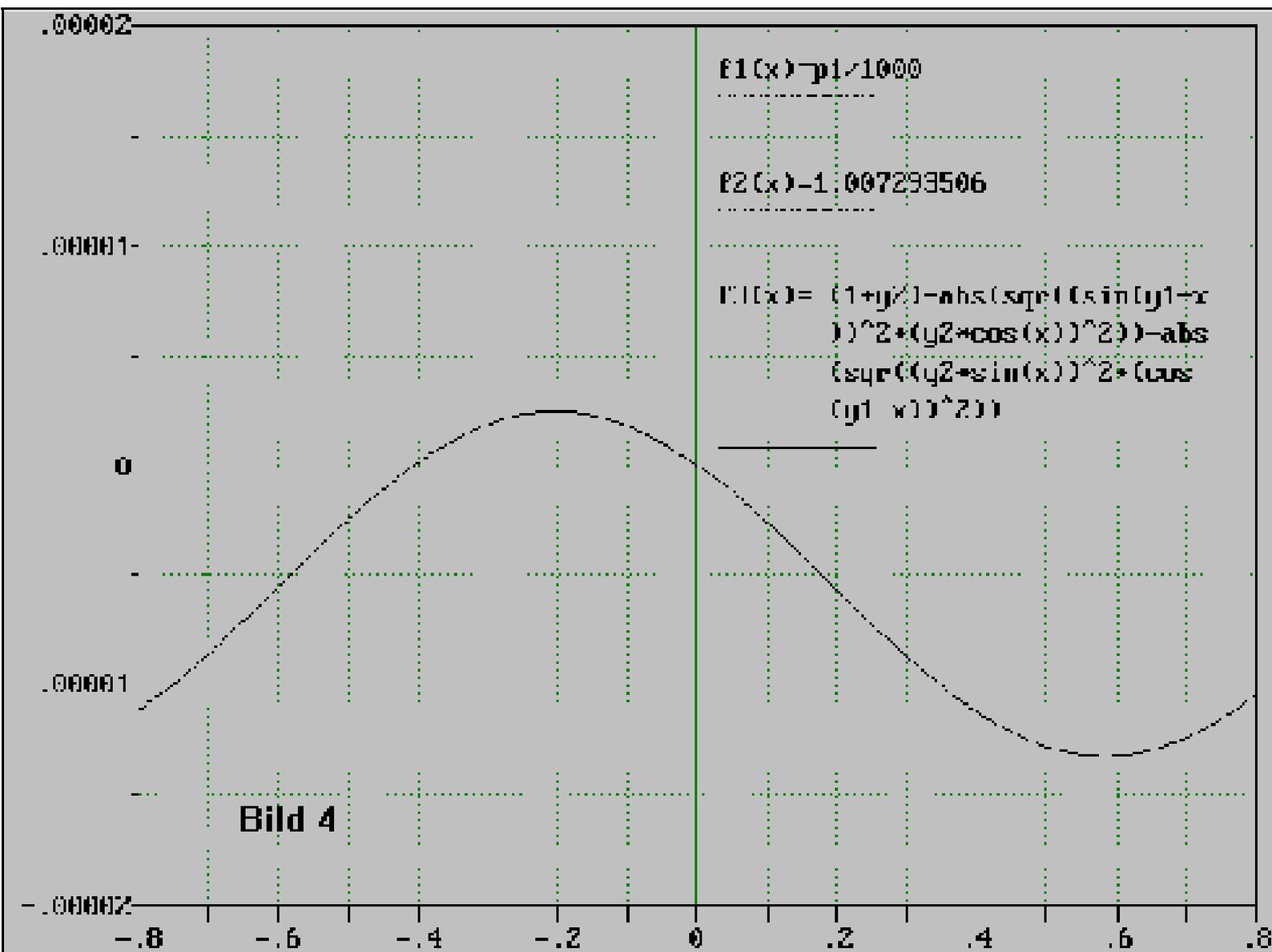
Die Annäherung der zwei Uratome an den Stoßpunkt erfolgt in der Summe in gewissen Fällen schneller als die Entfernung nach dem Stoß (Bild 5). Dadurch erhöht sich die Dichte.

Das betrachtete Uratom des Systems, welches mit dem neuen Geschwindigkeitsbetrag den nächsten Stoßzylinder bis zum Stoß frei durchheilt, bildet demnach für diesen kleinen Teilbereich des gesamten Systems eine neue Dichte gemäß d/l . Die zusammengehörenden neuen Werte für Geschwindigkeit und Dichte, welche näher am Systemerwartungswert liegen, können nun für einen der beiden Stoßpartner in der Tabelle

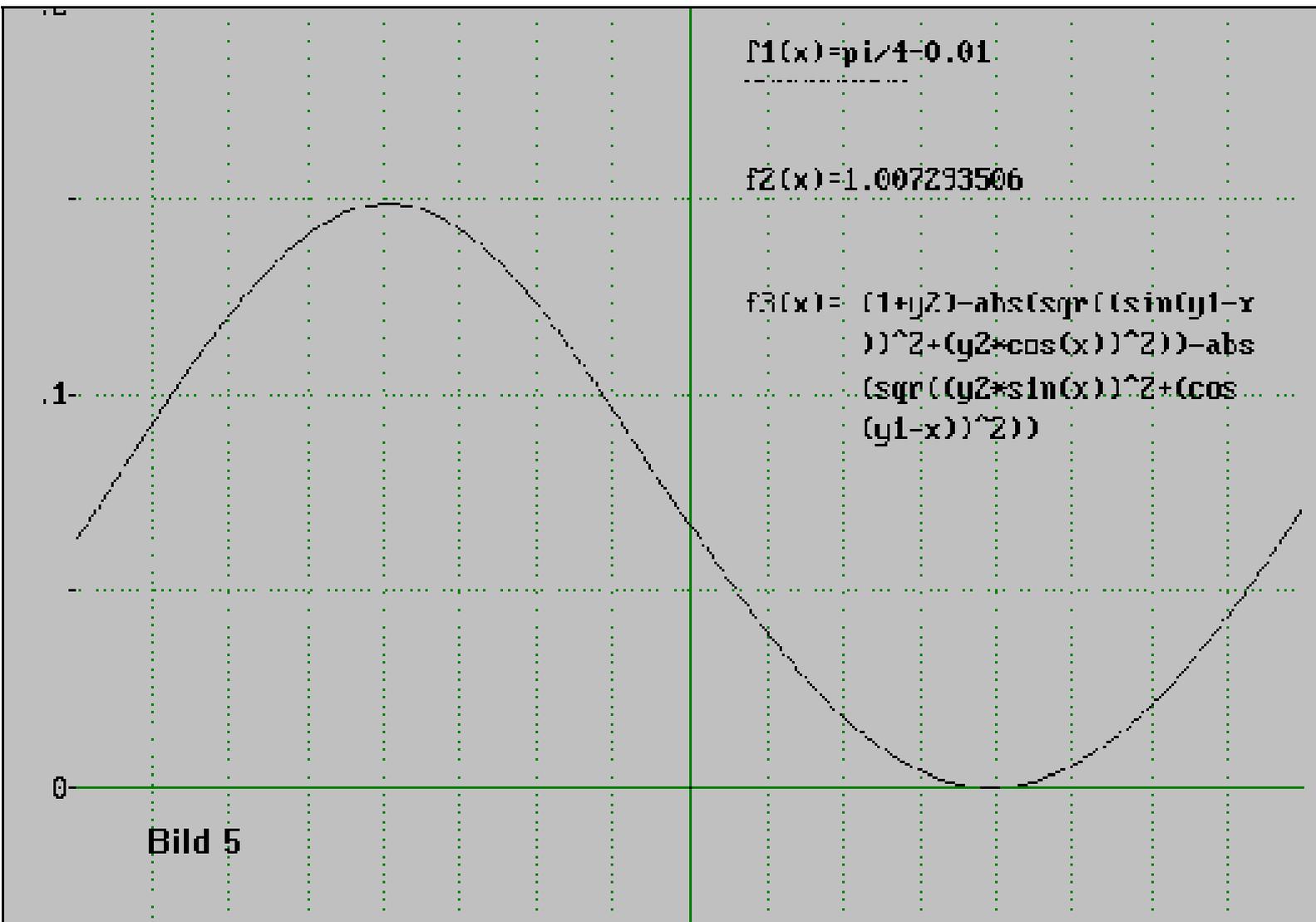
der Poisson-Verteilung gespeichert werden. Zur echten expliziten Behandlung eines solchen stochastischen Prozesses mit Korrektur der Verteilungsfunktionen, also der *Selbstorganisation* zur Erzeugung und dem Erhalt eines Elementarteilchens, ist deshalb unbedingt die Kenntnis des Uratomdurchmessers d erforderlich. Die Anzahl der als Poisson-Verteilung gespeicherten Werte bestimmt dabei, wie die zufällig erzeugten Winkel und Geschwindigkeiten, die Rechengenauigkeit. Beim nächsten Stoß im Computerexperiment liegt aber auf jeden Fall eine korrigierte Verteilungsfunktion vor, was erreicht werden sollte.

Der **Systembildungseffekt** wird nun durch Einsetzen von Formel (8) in (9) deutlich. Mit (6) empfiehlt sich dann die Untersuchung von:

$$\begin{aligned} f(\langle \beta \rangle) &= (v_1 + v_2) - (v_1' + v_2') \\ &= (v_1 + v_2) - \left| \sqrt{v_1^2 \sin^2(\langle \beta \rangle - \alpha) + v_2^2 \cos^2 \alpha} \right| - \left| \sqrt{v_2^2 \sin^2 \alpha + v_1^2 \cos^2(\langle \beta \rangle - \alpha)} \right| \end{aligned} \quad (13).$$



Bei kleinem β , also im dünnen Normalraum, in dem Frontalstöße vorherrschen, verläuft diese Funktion hauptsächlich im Negativen, bei großem β im Inneren einer Uratomansammlung aber häufiger im Positiven. Der positive Bereich charakterisiert die **Dichtezunahme** durch vorkommende Querstöße und damit die eigentliche



Systembildung.

Überwiegt der positive Teil nach dem Stoß, welcher beim Hineinflug ins dichte System auftritt, den negativen Teil nach dem nächsten Stoß beim Herausflug in den dünneren, an den Normalraum grenzenden Bereich, so kann sich ein stabiles System ergeben. Stark abhängig ist aber der bei Variation von α überwiegend positive oder negative Verlauf dieser Funktion vom Geschwindigkeits-Betrags-Unterschied der beiden Kugeln vorm Stoß. Bei fast gleichem Betrag ergibt schon ein kleiner Vektorwinkelwert β einen positiven Wert, der aber klein bleibt. Große Geschwindigkeitsunterschiede können nur bei großem β erzeugt werden. Ab einem bestimmten Vektorwinkel ist bei zugehöriger Stoßachsenwinkel-Verteilung somit, im Durchschnitt der in dem betrachteten Bereich vorkommenden Stöße, ein Dichtezuwachs zu erwarten. Über eine, wiederum durch einen Vektorwinkel charakterisierte, Dichte ist keine Ansammlung möglich. Die von der Uratomausdehnung

erzeugte maximale Begrenzung der Dichte, d.h. die **Raumauffüllung**, ist somit Ursache für die Quantisierung der Urmaterieportionen in Form von Elementarteilchen. Für diese muß aber die nötige Uratomanzahl erst einmal in dem betreffenden Raum-Zeit-Intervall konzentriert sein. Formal folgt daraus hier wohl auch eine zweite Art von Quantisierung mit Hilfe von Antikommutatoren.

Beim Einsatz von (13) in einem Simulationsprogramm muß der wahrscheinliche Stoßachsenwinkel nach (7) in Bezug auf die Relativgeschwindigkeits-Richtung korrigiert werden. Für den durchschnittlichen Stoßachsenwinkel α_d relativ zu einem gerade ausgewählten β ergibt sich aus dem Dreieck mit zwei bekannten Seiten und eingeschlossenem Winkel:

$$\alpha_d = 45^\circ + \arcsin \frac{v_1 \sin(\pi - \beta)}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2 v_1 v_2 \cos(\pi - \beta)}} \quad (14).$$

Um den durchschnittlichen Stoßachsenwinkel herum muß dann der für den aktuellen Stoß in Frage kommende zufällig ausgewählt werden. Die Geschwindigkeit zumindest eines Stoßpartners sollte anfangs annähernd dem Vakuums-Erwartungswert entsprechen.

Beim nächsten zufällig erfolgenden Stoß braucht natürlich nicht zwangsweise wieder ein Geschwindigkeitsvektor $v_2 = 1$ aus dem Normalraum genommen werden. Dadurch ändert sich (14) geringfügig. Es ergibt sich eine **neue Stoßachsenwinkel-Verteilung**. Wichtig ist, daß anstelle von deterministischen Zusammenstoßorten, gemäß der gültigen Wahrscheinlichkeitsverteilung Orte zufällig ausgewählt werden.

Bei mehreren Stößen hintereinander streben die Geschwindigkeiten, zumindest bei vielen getesteten Beispielen, regelmäßig gegen einen Grenzwert. Das deutet auf die Erzeugung von festen Eigenschaften der Elementarteilchen hin.

Anzunehmen ist wegen der geforderten Materieansammlung, daß die kleineren Geschwindigkeitspartner mit höherer Wahrscheinlichkeit im System verbleiben. Der erwartete Grenzwert der inneren Uratom-Geschwindigkeiten muß deshalb zwischen null und eins liegen. Ein Wert nahe null ist dabei als Grenzwert ebenso möglich, wie einer nahe eins. Dadurch erhöht sich aber die Häufigkeit des Auftreffens von hinten.

Für die explizite Ermittlung der vorkommenden Massen,... läßt sich in der zu entwickelnden Theorie vermutlich die exakte stationäre Lösbarkeit der *Master-Gleichung* eines stochastischen Prozesses mit m als Anzahl der Uratome:

$$\begin{aligned} \dot{P}(m, t) &= \text{Rate hinein} - \text{Rate hinaus} \\ &= \sum_{m'} w(m, m') P(m', t) - P(m, t) \sum_{m'} w(m', m) \end{aligned}$$

für Systeme in detaillierter Bilanz, d.h. mit

$$w(n, m) P(m) = w(m, n) P(n)$$

anwenden (vgl. [Ha 90], S. 99 f).

In einem stabilen System verschwindet die Rate hinein minus Rate hinaus durch die von den Zusammenstoßpunkt-Erwartungswerten gebildete Oberfläche des Systembereichs bezüglich der Anzahldichte, obwohl diese im System höher ist, als in der Umgebung. Für die Rate der Geschwindigkeitsvektor-Beträge braucht das aber nicht zu gelten, weil bei einem Einzelstoß zwar gilt

$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_1| \Leftrightarrow |\vec{v}_2| = |\vec{v}_2|,$$

bei vielen Stößen i jedoch

$$\sum_i |\vec{v}_{1i}| = \sum_i |\vec{v}_{1i}| \quad \text{nicht} \Leftrightarrow \sum_i |\vec{v}_{2i}| = \sum_i |\vec{v}_{2i}| \quad (15).$$

Der Systembereich kann also als Quelle oder Senke von Geschwindigkeitsvektoren wirken, wodurch das elektromagnetische Feld erzeugt wird.

Durch den Grenzübergang der Wahrscheinlichkeitsbetrachtung läßt sich der Formalismus der Feldtheorie anwenden.

Spin

Vektorwinkelerwartungswert-Abweichungen von Null (Querstöße) in Uratomansammlungen durch äußere (Normalraum-) Stöße sind, wie die Stoßachsenwinkel für positive und negative Werte, normalerweise symmetrisch um die Richtung der Relativbewegung. Ist anfangs in der Uratomansammlung jedoch im Durchschnitt zumindest lokal eine Bewegungsrichtung ausgezeichnet, kann dieser ein Impuls bzw. Drehimpuls (Spin) zugeordnet werden. Formal entspricht dies der Einführung eines lokalen Koordinatensystemes in jedem Stoßpunkt von zwei Uratomen, in dem gilt:

$$|\vec{v}_1| + |\vec{v}_2| = |\vec{v}_1'| + |\vec{v}_2'|.$$

Dieses lokale Koordinatensystem muß wegen des Tausches der Geschwindigkeiten parallel zur Stoßachse mit der Differenz der beiden ausgetauschten Geschwindigkeitskomponenten $dx/dt = v_{1i} - v_{2i}$ bewegt sein. Die lokalen Geschwindigkeiten an den Stoßpunkten ergeben dann den Erwartungswert des Spin. Aus einer kleinen Störung ergibt sich nach der Bewegung der betrachteten Kugel um eine freie Weglänge, daß die zugehörige Materieansammlung in Bewegungsrichtung auf einer Seite liegt und somit ein Normalraumstoß mit etwas größerer Wahrscheinlichkeit von der anderen, d.h. mit einem äußeren Stoßvektorwinkel erfolgt. Dieser Effekt führt zur Verstärkung der Scharbewegung und somit zur Drehung des Systems. Es handelt sich somit um eine spontane Symmetriebrechung, welche zum Spin führt.

In Verbindung mit dem Stoßachsenwinkelerwartungswert von $\pm 45^\circ$ und Trennung der zum System gehörenden Uratome, von den im Normalraum verbleibenden, durch den Systembildungseffekt, bilden sich um ein mögliches Stoßzentrum, in einer Richtung, Gebiete größerer und in der anderen Richtung, kleinerer Materieströmungen.

Bei jedem sich ergebenden, immer eindeutigen, Vektorwinkelerwartungswert, bilden interessanterweise die Vektoren der beiden sich voneinander entfernenden Geschwindigkeiten im Durchschnitt ein *orthogonales System*. D.h. die Begrenzungslinien, welche durch unterschiedliche Geschwindigkeitsbeträge vor dem Stoß erzeugt werden, stehen orthogonal zueinander, wegen der Symmetrie der Stoßachsenwinkel bezüglich der Relativgeschwindigkeit. Im Durchschnitt verlassen deshalb die veränderten Geschwindigkeitsvektoren das sich drehende System orthogonal. Wie vorn gezeigt, gilt hierbei eine Symmetrie von positiven und negativen Stoßachsenwinkeln bezüglich der Relativgeschwindigkeitsrichtung vor und nach einem Stoß. Beim gleichen negativen Stoßachsenwinkel würde das gleiche Vektorpaar erzeugt, wie beim positiven Winkel.

Wegen der bewiesenen Impulserhaltung bei jedem Einzelstoß bleibt auch der Gesamtimpuls bzw. Drehimpuls erhalten (vgl. (4)). Die im Ortsraum davongetragene Geschwindigkeit wird wegen der Ununterscheidbarkeit der Uratome dabei natürlich immer auf andere Kugeln übertragen und die nicht ins System passenden Stoßpartner bleiben im Normalraum zurück. In Bewegungsrichtung erfolgt ein wellenförmiges Fortschreiten des Impulses bzw. Drehimpulses des betrachteten Systems, wobei die Normalraumeigenschaft h wegen der äußeren Zusammenstöße die Wellenlänge bzw. die Winkelgeschwindigkeit festlegt. Der Gesamtimpuls ergibt sich natürlich aus der Vektorsumme der Konstituenten, hier also der zusammenstoßenden Uratome. Deshalb können die Regeln der *Drehimpulsalgebra* angewandt werden, wo der Einfluß jedes System-Stoßzentrums berücksichtigt wird.

Systeme mit **1/2-zahligem Spin** können nun so gedeutet werden, daß zu jedem darin befindlichen Uratom noch ein Stoßpartner aus dem Normalraum gehört, mit dem sich das System ja im Gleichgewicht befindet. Auch die nach einer freien Weglänge ins System zurückkehrenden Uratome haben wegen der außen zu erwartenden frontalen Normalraum-Stöße mit hoher Wahrscheinlichkeit die Durchschnittsgeschwindigkeit. Eine Systembildungs-Verstärkung erfolgt durch bevorzugtes Auftreffen von außen mit einem besonders großen Stoßvektorwinkel-Erwartungswert $\langle \beta \rangle$. Entscheidend für die Dominanz der im Stoßzentrum durch den Systembildungseffekt angesammelten Uratome ist deren überwiegende Ruhe im Verhältnis zu den hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten im umgebenden Raum. Diese wird von den Außenstößen nur kurzfristig bei der Verlagerung auf die stoßende Kugel unterbrochen. Vergleichbar ist dieser Effekt mit dem allgemein bekannten Stoßverhalten auf eine in Reihe hängende Anzahl Kugeln. Für die formalen Drehungen sind aber die Stoßachsenwinkel α verantwortlich. Durchschnittlich zur Relativbewegung um 45° gedrehte Stoßachsenwinkel verursachen, wiederum im Durchschnitt, eine Drehung, der ja konstanten Relativbewegung, um 90° .

Alle Raumrichtungen sind gleichberechtigt. Deshalb ergibt sich wie bei der Drehung einer vollen Kugel (vgl. [S 89], S. 357) der Spin $1/2$ und nur **ein** solches System kann sich am gleichen Ort aufhalten, d.h. es handelt sich um ein *Fermion*. Dessen Erzeugung oder Vernichtung, bei der ja vor allem die innere Wechselwirkung von Bedeutung ist, muß deshalb mit einem Antikommutator

$$\{A, B\} = [A, B]_{\pm} = \hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A}$$

quantisiert werden.

Herrscht ein unabhängiges systeminneres Gleichgewicht, das auch durch die Bewegung erzeugt sein kann, ergibt sich ein **ganzzahliger Spin** (*Boson*). Die Quantisierung erfolgt mit den Kommutatoren, wie in 4.3 beschrieben.

Bei der bisher behandelten entscheidenden Selbstorganisation der Materie (vgl. [Ha 90]), welche Ordnung im Chaos und damit erst die Möglichkeit von Materieansammlung sowie Masse bzw. Energie schafft, gibt es im allgemeinen Selbstwechselwirkung in Form nichtfrontaler Zusammenstöße, also mit einer Vektorwindeldrehung. Dadurch werden unterschiedliche Geschwindigkeitsvektorkomponenten erzeugt, welche die elektrische Ladung und auch das magnetische Moment als Quellen des elektromagnetischen Feldes erzeugen.

Die einem Elementarteilchen zugeordnete Ladung hat jedoch einen festen Wert. Wie ist dieser erklärbar?

Ladungsquantelung

In einem offenen, mit c fortschreitenden System, wechseln sich größere und kleinere Geschwindigkeiten orthogonal zum Materiefluß ab, so daß keine Ladung in Form einer ortsstabilen Quelle beobachtbar ist.

Bei der Drehung (Spin) des Stoßbereichs in der Raumzelle, welche von der durchschnittlichen freien Weglänge aufgespannt wird, werden kleinere oder bei entsprechenden Antisystemen größere systeminnere Geschwindigkeitsvektoren von den nach außen gerichteten Vektoren getrennt, was im Zusammenhang mit (13) offensichtlich wird.

Der Materiefluß durch die Oberfläche ist aber während der Systemlebensdauer in beiden Richtungen konstant, weil sich überflüssige Portionen (Quanten) wegen fehlendem Gegendruck ausgleichen, was ja durch alle Erfahrung bestätigt wird.

Die exakt mit dem Quadrat der Entfernung vom Stoßzentrum abnehmende Intensität und auch bei großem Abstand, im Verhältnis zu den internen freien Weglängen, vorhandene Meßbarkeit, führt zur einfachen Additivität der zugeordneten Quantenzahlen.

Die Aufnahme einer richtungsgequantelten Portion ins System passender Uratome, führt zur Beschleunigung und damit Erhöhung des Impulses. Dabei ändert sich die zur Bewegungsrichtung orthogonale (Querstoß-) Häufigkeit nicht. Diese ist unabhängig von der Systemgeschwindigkeit. Daher ändert sich auch nicht der Vektorwinkelerwartungswert, welcher den Geschwindigkeitsvektor-Unterschied erzeugt. Deshalb bleibt die Ladung konstant und ist unabhängig von der Systemgeschwindigkeit. Mit der Geschwindigkeitszunahme wachsen aber, wie vorn gezeigt, die Energie und der Impuls sowie die damit zusammenhängende Zahl der Uratome im System. Zur Bewegungsrichtung orthogonale Eigenschaften bleiben unverändert.

Weshalb können nun durch zufällig ins System geratende Uratome dessen Dichte und damit zusammenhängende Stoßvektorwinkelerwartungswerte nicht verändert werden?

Wegen der Uratomausdehnung ist die maximale Dichte in den Stoßzentren begrenzt. Zum Normalraum muß ein Gleichgewicht herrschen. Deshalb ist wieder die Untersuchung des stochastischen Stoßprozesses erforderlich, wozu eine detailliertere Kenntnis der Normalraumeigenschaften mit dem Uratomdurchmesser nötig ist. Als Abschätzung kann hier verwendet werden, daß

- bei Weiterverwendung im System erzeugter Stoßvektoren, für den nächsten zu

- berechnenden Stoß, die Korrekturwerte allgemein gegen einen Grenzwert streben,
- die entsprechenden negativen Grenzwerte das gleiche Größenverhältnis aufweisen, was wichtig für die Symmetrie von Materie und Antimaterie ist,
 - die Größenordnung der ans Vakuum abgegebenen Vektoren im Verhältnis zu den Normalraumvektoren durchaus eine durchschnittliche Abweichung von $1/137$ haben kann und
 - auf jeden Fall bei fester Stoßvektorwinkel-Verteilung die in einem Zeitintervall aus der Raumzelle nach außen gelangende Geschwindigkeitsvektorsumme konstant ist.

Die letzte Aussage ist die eigentliche Definition der **quantisierten Ladung**.
Einfache quantitative Überlegungen zur Abschätzung der Feinstrukturkonstante erfolgen weiter unten.

Die Anschaulichkeit des vorgestellten Modells wird demnach gemäß folgendem einfachen **Rezept** erreicht, das an den Gedanken eines Wahrscheinlichkeitsführungsfeldes der Quantenmechanik assoziiert:

Zuerst wird das interessierende mathematische Modell, welches nach heutiger Kenntnis das betreffende Elementarteilchen am besten beschreibt, ausgewählt. Dieses wird als akzeptable Darstellung einer Urmaterieportion im Normalraum, d.h. Vakuum, interpretiert. Danach wird ein Uratom mit Anfangsort und Zeitpunkt ausgewählt, dessen Bewegung wie die eines Brownschen Teilchens weiterverfolgt wird.

Durch Stichprobenverfahren kann nun getestet werden, ob das ausgewählte mathematische Modell in Frage kommt. Die betreffende Funktion sollte dazu einer Regressionsfunktion des sich bewegenden Uratoms ähnlich sein oder wenigstens annähernd auf diese Form gebracht werden können. Das dürfte eine der wichtigsten Aufgaben der vorgeschlagenen Theorie werden.

Das wichtigste solche Modell ist die durch geniale intuitive Leistung gefundene **Dirac-Gleichung**, welche den Zusammenhalt der Spinormaterie unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten von spezieller Relativitätstheorie und Quantentheorie, also im Normalraum, beschreibt (vgl. z.B. in [S 89], besonders Teil 2).

Darüberhinaus läßt sich auch die ähnlich strukturierte **Heisenbergsche "Weltformel"** [H 67] als ein solches Modell, aber mit innerer punktförmiger Selbstwechselwirkung, ansehen. Damit können nun die Modelle der einzelnen Elementarteilchen gefunden werden.

5.2 Eichbosonen

In Fortsetzung der obigen Betrachtung eines einzelnen Photons, welches durch ein Vektorfeld $\Psi = \{\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3\}$ in Form eines Vektorpotentials $\vec{A}(\vec{r}, t)$ beschrieben wird, das den **Maxwell-Gleichungen** genügt, seien nur kurz die bekannten Phänomene erwähnt:

- Aus den Untersuchungen lokaler Drehungen folgt eindeutig, daß ein Vektorfeld den Spin 1 besitzt (vgl. z.B. [GM 90] S.52).
- Mit dem Viererimpuls $\mathbf{p}^\mu = (\mathbf{p}^0, \vec{p})$ und dem Polarisationsvektor $\epsilon^\mu = (\epsilon^0, \vec{\epsilon})$, die der Lorentzbedingung $\epsilon \cdot \mathbf{p} = 0$ genügen, folgt $\vec{\epsilon} \cdot \vec{p} = 0$. Die elektrischen und magnetischen Feldstärken $F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu$ sind somit rein transversal ([GS 89], S.96). Das hängt wiederum mit der (Ruhe-) Masselosigkeit des Photons zusammen, weil das mit c bewegte System betrachtet wird.

Im Rahmen dieses Modells folgt nun daraus wegen der eineindeutigen Zuordnung von (statistischen) Uratom-Bewegungen zu den betrachteten Vektorfeldgrößen, daß jeweils ein eindeutiges Bild der Photonen-Bewegung in der Grundmenge angegeben werden kann. Dabei kommen außen nur Frontalstöße vor, bei denen jedoch die Stoßachse natürlich gestreut sein kann. Die im Dichtezyklus auftretenden Vektorwinkel-Erwartungswerte sind direkt an die freie Weglänge gekoppelt und erzeugen die transversal im gleichen Rhythmus auftretenden, von den Normalraumwerten abweichenden, Geschwindigkeitsvektoren des elektromagnetischen Feldes. Wegen der Veränderung der Geschwindigkeitsbeträge bei den Stößen ändert sich die Anzahldichte,...

Der Systemerhaltungs-Mechanismus verhindert das Auseinanderfließen. Wird durch einen Polarisator nun eine Symmetrie des Vektorpotentials, z.B. zu einer Ebene, erzwungen, gibt es keinen statistischen Vorgang, der diese Symmetrie von allein rückgängig machen könnte.

Virtuellen Photonen, wie sie in reinen elektrischen Feldern vorkommen, wird die Schnelle der Uratome ohne Abweichung von der Normalraumdichte (grad = wirbelfreies Gradientenfeld) zugeordnet, reinen Magnetfeldern entsprechend der Materiefluß mit Durchschnittsgeschwindigkeit (rot = quellenfreies Wirbelfeld). Wegen des virtuellen Charakters kann dabei allerdings die Lichtgeschwindigkeit lokal (in Quellnähe) überschritten werden.

Die lokalen Eigenschaften des Photons sind natürlich durch die Quelle und die Umgebung, in der es sich bewegt, festgelegt.

Ein Uratom, das gemäß dem vorn angegebenen Rezept verfolgt wird, gehört nur kurzfristig zu dem System, solange es in Bewegungsrichtung nicht mit einer Normalraumkugel zusammenstößt und seine Funktion von dieser übernommen wird.

Die kurzreichweitigen Vektorbosonen Z^0 und W^\pm kommen als quantisierte Vektor- und Axialvektorströme in der elektroschwachen Wechselwirkung vor und sind einfach als entsprechende Uratomflüsse zu interpretieren. Den Charakter selbständiger Teilchen erhalten sie erst in Streuversuchen höherer Energie. Dann erst erfolgt wegen der nötigen Dichte die "Kondensation der Tröpfchen". Der Spin 1 bedeutet wie bei den Photonen die Unabhängigkeit von den Stoßpartnern, welche allerdings nicht unbedingt aus dem Normalraum kommen. Durch die Stoßachsenwinkel werden die Bewegungen fächerförmig in einer Richtung gestreut, die Rückwärtsrichtung kommt aber nicht gleichzeitig in großer Zahl vor. Die auftretenden Ladungen kommen von der erhöhten Querstoßhäufigkeit wegen der hohen Dichte und damit Masse. Deren fester Wert steht deshalb in direkter Verbindung mit der Ladungsquantelung und verliert den virtuellen Charakter erst ab der entsprechenden Energie (Kondensation). Bei kleineren Portionen der Materieströme bleiben sie unbeobachtbar.

Ein deutlich innerhalb der Raumzelle lokalisierbares Stoßzentrum tritt bei den Eichbosonen mit Spin 1 ebenfalls nicht auf.

Der Teilchencharakter aller Quanten von Eichfeldern wird bei der Energie erreicht, bei welcher die durchschnittliche Drehung der Bewegungen nach den Stößen, in eine auch im Ruhesystem geschlossene Bahn gezwungen wird. Das geschieht erst ab einem entsprechenden Stoßvektorwinkel- oder Stoßachsenwinkel-Erwartungswert bzw. einer zugeordneten wahrscheinlichkeitstheoretischen Schiefe. Ansonsten bleiben die Quanten virtuell und damit unbeobachtbar.

5.3 Leptonen

In den Elektronen- bzw. Positronenladungen vermuten wir die einfachsten Quellen des elektromagnetischen Feldes. Eine Uratom-Menge, welche hier vorerst vereinfacht als ein dichter Wirbel in einer sehr dünnen Umgebung angenommen wird, verändert bei kontinuierlicher Beschleunigung weder den Spin noch die Ladung. Maximale Geschwindigkeit ist aller Erfahrung nach die Lichtgeschwindigkeit. Deshalb wird zur Beschreibung die Lösung der freien Dirac-Gleichung in Form ebener Wellen herangezogen (vgl. [GS 89], S.33f). Mit positiver Energie und positivem Impuls ist das $\Psi \sim e^{-ip \cdot x}$, mit $\mathbf{p} = (\mathbf{E}, \vec{p})$.

Damit ergibt sich für das Elektron (mit $\hat{\sigma}$ als Vektor der zweidimensionalen Pauli-Matrizen) der Viererspinor:

$$w^s = \begin{bmatrix} \varphi^s \\ \frac{\hat{\sigma} \cdot \vec{p}}{E + m_0} \varphi^s \end{bmatrix}, \text{ mit } \varphi^1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ und } \varphi^2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

für Spin \uparrow bzw. Spin \downarrow .

Entsprechend wird bei negativer Energie und negativem Impuls

$$\Psi \sim e^{ip \cdot x} = e^{-i(-p) \cdot x} = e^{p' \cdot x}, \text{ mit } p' = (-E, -\vec{p})$$

und als Viererspinor für das Positron ergibt sich:

$$w^s = \begin{bmatrix} \frac{\hat{\sigma} \cdot \vec{p}}{E + m_0} \chi^s \\ \chi^s \end{bmatrix}, \text{ mit } \chi^1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ und } \chi^2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Das Auftreten des Spin 1/2, welcher sonst nur mathematisch erschlossen wird, läßt sich jetzt verstehen. Im Gegensatz zu den Eichbosonen bzw. Photonen mit dem Spin 1 tritt nämlich wegen der Ortsstabilität zum ersten Mal ein lokalisierbares systeminneres **Stoßzentrum** auf. Dieses kann sich über das ganze, durch die freien Weglängen aufgespannte, Gebiet bewegen. In Streuversuchen erscheint es aber punktförmig. Jeweils sind zwei Stoßpartner beteiligt, welche zum Großteil aus dem Normalraum mit Durchschnittsgeschwindigkeit kommen. In der Sprache der Chaosforscher kann man das Stoßzentrum als nahezu punktförmigen **Attraktor** bezeichnen. Annäherungs- bzw. Entfernungsgeschwindigkeitsbeträge bleiben bei den Stößen konstant, die Richtungen werden aber, wegen der durchschnittlichen Stoßachsenwinkel von 45° , um 90° gedreht. Deshalb muß, wie gezeigt, entsprechend der Drehung einer festen Kugel, in Streuversuchen der Spin 1/2 gemessen werden. Die Systemdrehung erfolgt orthogonal zur Bewegungsrichtung und ist deshalb auch geschwindigkeitsunabhängig.

Bei der Bewegung vom Stoßzentrum weg, treffen die Uratome nach durchschnittlich einer freien Weglänge auf ein Uratom des Normalraums. Die Dichte hat dort schon so stark abgenommen, daß fast nur noch Frontalstöße auftreten. Der Weiterflug der Normalraumkugel nach innen ist deshalb nur durch den Stoßachsenwinkel gedreht.

Wegen der großen Dichte im Stoßzentrum und den dort stark verkürzten freien Weglängen, welche nicht identisch mit der Compton-Wellenlänge, d.h. der durchschnittlichen freien Weglänge des gesamten Systembereichs sind, kommen im Systeminneren viele Querstöße vor. Dadurch wird i.A. gemäß (8) auf den beiden Stoßpartnern ein unterschiedlicher Geschwindigkeitsbetrag erzeugt. Mindestens ein Stoßpartner besitzt vor dem Stoß mit hoher Wahrscheinlichkeit die Normalraum-Durchschnittsgeschwindigkeit, während der andere ein systeminnerer sein kann. Sind die kleineren Geschwindigkeitsvektoren nach dem Stoß die systeminneren, verlassen die größeren, als ladungsbildende Vektoren, das System und umgekehrt (**positive** bzw. **negative Ladung**). Wegen der natürlichen Vektorwinkel- und Stoßachsenwinkel-Streuung, kommen immer auch störende Vektoren vor. Deshalb müssen für den Masse-, Spin- und Ladungserhalt durch den Systemerhaltungseffekt zum Ausgleich der Randfluktuation genügend systemerhaltende Vektoren erzeugt werden. Das sind in der Gesamtbilanz alle, die wegen ihrer Eigenschaft ins System passen.

Die **drei** bzw. mehr durch ihre Massen unterschiedenen **Leptonengruppen** können anschaulich erklärt werden, weil bei der kontinuierlichen Dichtezunahme der betrachteten Uratommenge die freie Weglänge entsprechend abnimmt. Beim ersten Auftreten eines stabilen Systems in der wirbelnden Menge ist erstmals der solitonbildende Systembildungseffekt, wie vorn beschrieben, erreicht. Die auftretenden Querstöße, welche von den gleich großen Normalraum-Uratomen dominiert werden, sind demnach die ersten ihrer Art, also primäre Querstöße. Zugeordnet wird das **Leptonenpaar e^\pm** .

Bei der Kombination eines bestimmten Vektorwinkel-Erwartungswertes, mit einem Stoßachsenwinkel- und einem Geschwindigkeitsbetrags-Erwartungswert der zum System gehörenden Kugel, unter der Annahme des Zusammentreffens mit einer Normalraumkugel, ergibt sich ein fester Erwartungswert der erwarteten Bahnen nach dem Stoß. Jede der beiden beteiligten Kugeln kann mit gleicher Berechtigung weiter zum System gehören. Die Auswahl der Zugehörigkeit erfolgt automatisch durch den Weg und die Entscheidung, ob die Kugel eine ins System passende Eigenschaft besitzt. Bei Antisystemen ist dabei nur der Geschwindigkeitsbetrag entgegengesetzt. Ist jedoch im Durchschnitt bei den immer um den Erwartungswert gestreuten Winkeln, eine stärkere vom System weg gerichtete Bewegung zu erwarten, als durch den Systembildungseffekt nachgeliefert wird, löst sich das System schnell auf. Eine gegen unendlich gehende Lebensdauer wird so, unter der Voraussetzung, daß nur ein systeminneres Stoßzentrum infrage kommt, nur bei einer Dichte und damit *einem* Stoßvektorwinkel-Erwartungswert erreicht. Die "Erwartungswerte-Bahn" könnte dabei ein gleichseitiges Dreieck (60°)

Innenwinkel) sein, was aber erst in der vorgeschlagenen Theorie genau zu untersuchen ist.

Weitere Dichtesteigerung erhöht die Anzahl der Querstöße und die freie Weglänge sinkt weiter. Dabei verschiebt sich auch der Erwartungswert des Vektorwinkels. Beim Stoßachsenwinkel gilt aber weiterhin die Symmetrie des gleichen Ergebnisses bei positiven oder negativen Winkeln und des unveränderten Erwartungswertes wegen parallel gleich wahrscheinlicher Bahnen, welche den für die Stabilität zur Umgebung wichtigen festen Spin erzeugen.

Ein zweites Maximum im Massenspektrum bei gewissen Versuchen, das nicht allein von relativistischer Energie herrührt, muß nun zum einen mit einem größeren Vektorwinkel und zum anderen mit einer kürzeren systeminneren freien Weglänge verbunden sein. Die "Erwartungswerte-Bahn" könnte dann z.B. ein Quadrat (90° Innenwinkel) sein. Eine Verbindung dieses Gedankenganges mit den in Lie-Algebren vorkommenden Winkeln der Wurzelvektoren ist denkbar. In dem, immer noch einzelnen, Stoßzentrum sind aber sicher wegen der höheren Dichte auch systeminnere, also sekundäre Zusammenstöße der Systemkugeln untereinander zu erwarten, bevor diese wieder mit einem Normalraum-Uratom zusammentreffen. Diesen Maxima wird die **zweite Leptonengruppe** μ^\pm zugeordnet.

Ähnliche Überlegungen mit tertiären Zusammenstößen führen zur **dritten Gruppe**, bei den **Leptonen** also τ^\pm (beispielsweise als Fünfeck mit Innenwinkel 105° oder Sechseck mit Innenwinkel 120°).

Zugehörige **Neutrinos** werden meist durch die *Weyl-Gleichung* beschrieben. Ihr Modell entspricht der Paulischen Vorstellung zur Erklärung der Restenergie.

Im Stoßzentrum gibt es keine Stoßvektorwinkel-Erwartungswert-Verschiebung. Nur die Stoßachsen sind entsprechend der Relativgeschwindigkeitsrichtung natürlich gestreut. Wegen der wiederum geltenden \pm -Symmetrie kann der sich ergebende Spin $1/2$ gemäß der Erzeugung das vorerst einzige Erscheinungsmerkmal sein. Er kann in oder gegen die Bewegungsrichtung eingestellt sein und wird dem entsprechenden **Neutrino** bzw. **Antineutrino** zugeordnet. Deshalb ergibt sich die beobachtbare *Chiralität*. Das Auftreten primärer, sekundärer und tertiärer systeminnerer Stöße, welchem ν_e , ν_μ und ν_τ zugeordnet wird, ist wegen des schnellen Davoneilens mit Durchschnittsgeschwindigkeit, mit der h -abhängigen freien Weglänge verbunden. Deshalb entsteht lokal unter gewissen Voraussetzungen wahrscheinlich nicht die für Querstöße erforderliche Dichte.

Stoßzentren sind mit den Symmetriezentren der Rotationsgruppe ($SU(2)$) zu identifizieren. Die Ordnung aller Leptonen ergibt sich durch die zulässigen Multipletts. Bei $j = 1/2$ ergibt sich ein Dublett in jeder durch die Dichte bestimmten Weglängen- bzw. Vektorwinkel-Hierarchieebene (Flavour e, μ, τ). Eine absolute Begrenzung der Ebenenzahl könnte durch die Raumauffüllung gegeben sein.

5.4 Hadronen

Das Auftreten weiterer Stoßzentren wird durch die Verkopplungen der **Drehimpulsalgebra** beschrieben. Jedes Stoßzentrum wird dabei betrachtet als im Gleichgewicht befindlich mit dem umliegenden Normalraum.

Eine natürliche Erweiterung dieses Gedankenganges führt zum Vorkommen systeminnerer Stoßzentren, welche sich im lokalen Gleichgewicht mit dem umliegenden Raum, aber insgesamt in einen Wirbel eingeschlossen finden, der sich im Gleichgewicht mit dem Normalraum befindet. Damit ist die Dominanz zusammenstoßender Normalraumvektoren schon auf der ersten Hierarchieebene, mit primären Querstößen, aufgehoben.

Zwischen den zwei, drei oder mehr auftretenden Stoßzentren müssen deshalb die Stabilität aufrecht erhaltende und gleichzeitig die Gesamtanzahl der am System beteiligten Uratome (Masse) erhöhende Uratomflüsse stattfinden. Das Gleichgewicht, durch die gesamte Systemoberfläche ein- und ausfließender Uratome, erlaubt ja durchaus höhere Flüsse innerhalb.

Der zwischen den, in der Größenordnung von Γ nahe beieinander liegenden Stoßzentren, immer eingeschlossene Raum bietet nun Aufnahme für weitere Uratome, falls diese sich in Richtung der Stoßzentren bewegen. Deren Dichte muß in der Größenordnung liegen, die durch die freien Weglängen der Stoßzentren diktiert wird. So erweitert sich deren an und für sich stark begrenzter Bereich enorm. Das läßt eine viel größere Masse des Gesamtsystems zu.

Der "Kometenschweif" der Stoßzentren aus Geschwindigkeitsvektoren, welche kleiner oder größer als die Normalraumvektoren sein können, verhindert deren selbständigen normalen, mit dem Vakuum im Gleichgewicht befindlichen Spin. Es wird ein **Isospin** erforderlich.

Statistisch vermischen sich allerdings die Stoßzentren und Uratomflüsse zwischen diesen im System. Die Auffüllung des Zwischenbereichs erfolgt natürlich durch den Systembildungseffekt, d.h. durch den Dichtezuwachs bis zur maximalen Grenze, welcher

durch die in noch größerer Zahl als bei den Leptonen auftretenden Querstöße verursacht wird.

Wegen der großen Massen und kleinen freien Weglängen sich im Systeminnern kreuzender Uratomflüsse, kann die Systemoberfläche kleiner als bei vergleichbaren Leptonen sein. Die Randfluktuation wird deshalb kleiner, was die Stabilität erhöht. Andererseits kann, durch sich systemintern kreuzende Ströme, neue Instabilität entstehen.

Wegen des Wirbelcharakters der Stoßzentren ist jeweils eine Beschreibung mit zu **SU(2) isomorphen Multipletts** erforderlich. Diese werden als **T-, U- und V- Multipletts**, welche Unteralgebren der **SU(3)** sind, bezeichnet. Die **SU(3)** ist ja besonders wegen der beobachteten Ordnung der Hadronen ausgezeichnet. Sie besitzt neben den 8 Generatoren 8 freie Parameter, die den unabhängigen Größen der allgemeinsten elementaren Stöße zugeordnet werden können.

Die neu eingeführten Stoßzentren, welche große Ähnlichkeit mit den Leptonen haben, können nicht allein im Normalraum existieren. Sie weisen alle Merkmale auf, wie sie die durch *Gell-Mann* als **Quark** bezeichneten und mit Hilfe der **T-, U- und V-Algebren** beschriebenen **ψ -Materie-Portionen** besitzen (vgl. z.B. [GM 90], S. 260). Für die systeminnere Stabilität der Quarks ist eine Umgebung erforderlich, welche nicht dem Vakuums-erwartungswert des Normalraums entspricht. Die systemerhaltenden erwarteten Stöße können nur von einer naheliegenden "Ecke", also einem anderen Quark, kommen. Dadurch bedingt sich deren gegenseitige Existenz.

Ob der große oder kleine Geschwindigkeitsvektorfluß das Teilsystem bildet, es sich also um ein Quark bzw. Antiquark handelt, wird mit durch den zugehörigen "Kometenschweif" bestimmt. Da die freien Weglängen geschwindigkeitsunabhängig sind, ist wie bei allen Elementarteilchen, die Masse der Antiteilchen gleich. Die im Schattenbereich des "Kometenschweifs", ansammelbare Uratomzahl ist deshalb ebenfalls identisch. Der "Kometenschweif" hat die Funktion eines Leimteilchens und kann deshalb als **Gluon** bezeichnet werden.

Der Quarkeinschluß bzw. das durch die **Quantenchromodynamik** geforderte **Confinement** erfordert wegen der durch die Normalraumeigenschaft **h** hervorgerufenen freien Weglängen keine selbständigen Kräfte. Das ist das eigentlich Neue am Uratommodell.

Die in den gängigsten Potentialmodellen (vgl. z.B. in [L 89]) verwendeten gleitenden Kopplungskonstanten der Form (siehe [GS 89], S. 275)

$$\alpha_s (q^2) = 4 \pi / (11 - 2/3 N_f (q^2) \ln (-q^2 / \Lambda^2)) ,$$

lassen aufgrund des wie in (6), der Formel zur Ermittlung des Vektorwinkelerwartungswertes, vorkommenden Faktors, der ebenfalls eine logarithmische Abhängigkeit vom Kehrwert einer sehr kleinen Zahl wie der Elementarlänge enthält, eine auch quantitative Lösbarkeit des Confinement-Problems erwarten. Ob das aber überhaupt erforderlich ist, muß anhand der experimentellen Ergebnisse geklärt werden.

Eine Beschreibbarkeit durch **Gitter-Eichtheorien** ist anzunehmen, wobei die Gitterkonstanten durch die freien Weglängen ersetzt werden können.

Die in weiten Bereichen anwendbare **Stromalgebra** erhält ebenfalls ihre Anschaulichkeit.

Mesonen sind wie nach dem **Standardmodell** Kombinationen von Quark und Antiquark. Bei den **Baryonen** werden drei Quarks bzw. Antiquarks miteinander kombiniert. Natürlich muß die Materie zwischen den Stoßzentren statistisch verschmiert sein.

Die verschiedenen **Quarkflavour** werden durch die im Hadron vorkommenden inneren Uratomströme hervorgerufen. Sie verursachen gemäß der **SU(3)**-Multipletbildung vor allem verschiedene Anzahldichten in den einzelnen kombinierbaren Stoßzentren, welche sich auf die Gesamtmasse des Hadrons auswirken. Gleichzeitig entstehen auch Spin, Ladung und magnetisches Moment gegenüber dem umgebenden Normalraum, denen gemäß der üblichen Definition nun anschauliche Uratomströme zugeordnet werden.

Auch für die weiteren Quantenzahlen bieten sich anschauliche Zuordnungen an, der **Baryonenzahl** beispielsweise die Eigenschaft, aus drei Quarks mit zugehörigen Gluonen, zusammengesetzt zu sein. Die Eigenschaft "**Farbe**" könnte mit den im Hadron vorkommenden Richtungen der Urmaterieströme verbunden werden, weil ja in den Systemen nach außen alle Richtungen sich wieder zu "weiß" überlagern. So wird auch die Flavour-Blindheit der Farbe und damit der starken Wechselwirkung offensichtlich.

Die Uratomflüsse der Hadronen lassen sich wie die der Leptonen quantisieren. Es müssen nach den bisher bekannten Unterscheidungsmerkmalen also Quarks in mindestens drei Gruppen auftreten, welche von primären, sekundären und tertiären auftretenden Querstößen, mit entsprechenden **I**, herrühren. Als weiteres Unterscheidungsmerkmal kommt nur die vorn eingeführte **Isospinquantenzahl**, also \uparrow auf und \downarrow ab in Frage. Durch die internen Materieströme wird nun bei den Quarks, welche den Neutrinos entsprechen, eine lokale Stabilität erzeugt, so daß die "Restenergien" nicht mit Lichtgeschwindigkeit

davoneilen müssen. Deshalb ergeben sich die bekannten Lepton-Quark-Familien (siehe z.B. in [F 92]):

$$\begin{pmatrix} \nu_e & : & u \\ e^- & : & d \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \nu_\mu & : & c \\ \mu^- & : & s \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \nu_\tau & : & t \\ \tau^- & : & b \end{pmatrix} .$$

Die explizite Ermittlung der Massen,... ist wegen der noch fehlenden Uratomgröße Aufgabe der angeregten Theorie.

Hiermit ist nun das gesamte Elementarteilchen-Spektrum im Rahmen der durch das Standardmodell gegebenen mathematischen Beschreibung modellmäßig auf Uratomgruppen zurückführbar. Einige wesentliche Eigenschaften werden aber erst im Rahmen der quantitativen Untersuchung der Wechselwirkungen deutlich.

6 Wechselwirkungen

6.1 Elementare Wechselwirkungen

Einzig direkte Wechselwirkung ist nach diesem Modell selbstverständlich der durch die Gleichung (1) beschriebene **direkte Zusammenstoß** der Uratome. (1) geht deshalb als Grundformel in alle Theorien ein. Wechselwirkungen müssen daher auf diese elementaren Stöße und die einfache Superposition in der Raum-Zeit zurückführbar sein. Grenzen beobachtbarer Werte ergeben sich durch die Uratomausdehnung.

Systembildung, wie vorn beschrieben, **Systemerhaltungseffekt** und entsprechende statistische **Systemauflösung** folgen im wesentlichen aus (13). Sie sind die elementarsten Wechselwirkungen auf dem Niveau der Uratom-Systeme, welche als Elementarteilchen bezeichnet werden. Genaue Kenntnis der Elementarteilchenstruktur, mit den statistischen inneren und äußeren Stößen, ermöglicht somit die Berechnung der erwarteten Systemlebensdauer. Maß für die Stärke zum Aufbrechen einer Elementarteilchenstruktur ist dann die zugehörige "Kraft". Auftretende Verwirbelung als notwendige Bedingung für die Ortsstabilität der \bar{v}_i , also $\langle r_i, t_i \rangle = \text{const.}$ bei Dichteansammlung $\langle \rho \rangle(r_i, t_i) > \langle \rho_0 \rangle$ des Vakuums, ist ein weiteres Merkmal der Systembildung. Sie kann ebenfalls, mit ihrer im Durchschnitt aus der Normalraumeigenschaft h folgenden Stärke, als meßbare elementare Wechselwirkung bezeichnet werden.

Gleiches gilt für den Zwang des Normalraumes, daß jedes System die durch h und c bestimmte Wellenlänge, wie in 4.3 beschrieben, erhält. Auch das ist eine elementare Wechselwirkung.

Trägheit und relativistischer Massenzuwachs sind, wie in 4.4 gezeigt, auf die durchschnittliche Uratombewegung des Normalraumes zurückzuführen.

Wesentliche Abweichungen von der Normalraum-Verteilung der **Stoßachsenwinkel** müssen im Rahmen der zu entwickelnden Theorie untersucht werden. Ansammlungen von Uratom-Systemen beeinflussen sich durch die elementaren Zusammenstöße mit den Normalraumkugeln natürlich gegenseitig. Das erklärt die Drehbewegungen kosmischer Elementarteilchen-Ansammlungen bis zu den Galaxien. Aber auch im Zwischen-Vakuum muß durch diese Materieansammlungen und die Selbstwechselwirkung der Felder eine Art Stoßrhythmus hervorgerufen werden, welcher Einfluß auf die Chiralität hat. Von einer gemeinsamen Quelle synchron erzeugte Uratom-Systeme müssen auch an weit entfernten Orten so einen Rest dieser Synchronisation mit sich tragen, was zur **Nichtlokalität** in vielen Versuchen führt.

Streuversuche von Elementarteilchen nutzen bei hohen Energien vor allem die Wechselwirkung durch direkte Zusammenstöße der beteiligten Uratome. So wird die teilweise Durchlässigkeit der anderen Wechselwirkungen bei hohen Energien verständlich. Der gegenseitigen Beeinflussung von Systemen bei geringen Energien sind, vor allem wegen der Quantisierbarkeit der auftretenden Uratomflüsse, eigene Namen gegeben worden.

Wechselwirkungsstärken oder *Kräfte* sind durch das Produkt aus *Masse* mal *Bewegungsänderung* definiert. Nach dem vorn gemachten Ansatz, welcher der Grundüberlegung von Eichtheorien entspricht, ist damit eine "uratomare" Aufsammlung oder Abgabe von Geschwindigkeitsvektoren verbunden. Dazu wurde auch schon der Begriff einer Raumverzerrung verwendet. Hier muß nun bei konsequenter Anwendung des Modells für die bekannten Wechselwirkungen, der Einsteinschen Wunschvorstellung nach einer Erklärung von Materiekonzentrationen durch das metrische Feld nahekommend, nach den wesentlichen Einflüssen von Uratomeigenschaften auf diese Wechselwirkungen gesucht werden. Aus diesen Konzentrationen, Winkeln und Geschwindigkeiten sollte dann über die bekannten Wechselwirkungsstärken auf die Größe und Masse eines einzelnen Uratoms geschlossen werden können.

6.2 Starke Wechselwirkung

Hadronische Materie ist durch den Systembildungseffekt hoch konzentriert. Systeminnere, vom Normalraumdruck (h) unabhängige Ströme, lassen im Schattenbereich die Ansammlung weiterer Uratome zu. Dieser **van-der-Waals-Rest** der Systembildung besitzt somit eine Stärke im Größenordnungsbereich der systeminneren Effekte. Nach außen ergibt sich wegen der Stabilität gegenüber dem Vakuum bei den "farbigen" Dichte- bzw. Geschwindigkeitsvektorströmen Neutralität, was mit "weißer Farbe" oder "Summe der Innenwinkel im Dreieck beträgt 180° " umschrieben werden kann. Nicht zusammenpassende innere Uratom-Ströme führen deshalb zur Aufblähung und schnellen Auflösung aufgrund oder besser trotz starker Wechselwirkung.

Der Größenordnungsbereich wird durch die freien Weglängen diktiert, welche von außen durch die Normalraumeigenschaft h und durch c festgelegt sind. Obwohl sich hier nicht die Frage nach dem Quarkeinschluß stellt, kann die Analogie zum MIT-Bag Modell (vgl. z.B. in [GS 89], S. 204ff), bei dem dieser durch das Modell des äußeren Vakuumdruckes auf den Bag erklärt wird, herangezogen werden. Mit wachsender Wechselwirkungsenergie abnehmende effektive interne Kopplung wird durch die direkte Streuung der Uratome aneinander verständlich.

Beschreibungsmöglichkeiten durch die **QCD** und die **Stromalgebra** wurden schon vorn erwähnt. Offensichtlich sind den komplizierten mathematischen Strukturen, welchen die bekannten Namen (Quark, Farbe, Isospin,...) gegeben wurden, nun aber einfache Uratom-Flüsse zuzuordnen.

Bei den systeminternen Urmaterie-Strömen der Hadronen spielt das äußere Gleichgewicht nicht mehr die entscheidende Rolle. Stoßwahrscheinlichkeit und damit stochastische Uratombewegungen im Systeminneren sind rein lokal, hängen also nur von der näheren Umgebung ab. Es gibt ja keine Fernwirkung.

Nimmt man als Maßnormierung den direkten Stoß einer durchschnittlichen Normalraum-Kugel, kann auch der Systembildung, zumindest bei stabilen Systemen, das durchschnittliche Stärkemaß 1 zugeordnet werden. Der Stärkefaktor von inneren Kräften muß aus lokalen Beschleunigungen geschlossen werden. Diese wiederum können sich statistisch nur aus den Durchschnittswerten der bei den Stößen entstehenden Geschwindigkeitsunterschiede ergeben.

Selbst unter der Annahme, daß auch im dichten Medium parallele Bahnen weiterhin gleichwahrscheinlich sind, kann der durchschnittliche Stoßachsenwinkel von 45° bei der Abschätzung der erzeugten Geschwindigkeitsunterschieds-Erwartungswerte, also **(14)** in **(8)** eingesetzt werden. Besitzen die beiden Stoßpartner vor dem Stoß den gleichen Geschwindigkeitsbetrag 1, ergibt sich bei 90° Vektorwinkel auf einem Partner die neue Geschwindigkeit $\sqrt{2}$, während der andere im Laborsystem zur Ruhe kommt. Läßt man einen veränderten systeminneren Vektor immer wieder mit dem Normalraumvektor der Länge 1 zusammenstoßen, streben die Werte gegen $1 + \sqrt{2}$ bzw. $\sqrt{2} - 1$. Kann nun wegen der großen Dichte auch der zweite Stoßpartner bereits ein von 1 abweichender systeminnerer Geschwindigkeitsvektor sein, wird der Veränderungsfaktor noch größer. Als Schranke wirkt dabei die Raumauffüllung in Verbindung mit der bei hohen Geschwindigkeiten stärkeren Fluktuation. Durch diese kann die Geschwindigkeit von systeminneren Vektorflüssen nicht über alle Grenzen wachsen. So ergibt sich die Stärke des tatsächlich beobachtbaren Kopplungsfaktors der starken Wechselwirkung von 1....15. Der Kurvenverlauf von **(13)** in Bild 5 macht das ebenfalls deutlich. Wesentlich für die systembildende starke Wechselwirkung ist dabei sicher die **Abweichung der Stoßvektorwinkel vom Normalraum-Erwartungswert**. Deren Größe liegt zwischen null und 90° , der zur Systembildung führende Mindest-Wert bei einem annehmbaren systeminternen Geschwindigkeitsdifferenz-Erwartungswert richtet sich nach dem Stärke-Verhältnis. Möglicherweise lassen sich diese Winkelbereiche auch experimentell erschließen.

Auf einer Dichtezunahme durch Querstöße beruht auch der Systembildungseffekt von Leptonen. Ein Stoßpartner ist jedoch immer aus dem umliegenden Normalraum zu erwarten. Das eine Stoßzentrum spannt dabei mit den freien Weglängen zu den nächsten Normalraumstößen einen relativ großen Systembereich auf. In diesem Bereich herrscht Stoßgleichgewicht mit dem Normalraum. Es können keine zusätzlichen Uratome in einem Schattenbereich gesammelt werden. In der einfachen Niederenergie-Streuung prallen die Uratome der betroffenen Systeme voneinander ab. Die starke Wechselwirkung reagiert deshalb nicht auf Leptonen.

Nochmals betont werden soll aber, daß bei der starken Wechselwirkung auftretende systeminnere Ströme für sich allein im Normalraum nicht stabil sein könnten. Erforderlich ist die innere Wechselwirkung. Dabei tritt ein lokales Potential für die bei Experimenten auftretenden Teilmengen von Uratomen der beteiligten und aneinander streuenden Elementarteilchen auf. Dieses muß nach dem hier behandelten Modell somit ungefähr die Form

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \mathbf{a}r - \frac{4}{3} \frac{\boldsymbol{\alpha}_s}{r}$$

haben, wie es in [L 89], S.94 beschrieben wird. Der erste Faktor wird einfach durch die erwartete Anzahldichte der beteiligten Uratome an dem betrachteten Ort bestimmt. Vom skalaren Typ ist der zweite Faktor, welcher das Confinement, also die freie Weglänge, beschreibt. Dem dritten Faktor vom vektoriellen Typ können die ausgetauschten Geschwindigkeitsvektoren zugeordnet werden. Er stellt den Coulomb-Anteil vom Potential dar. Im Durchschnitt sind dabei allerdings auch Abweichungen vom Normalraum-Erwartungswert der elektromagnetischen Wechselwirkung zulässig sind.

6.3 Elektroschwache Wechselwirkung

Zu quantitativer Beschreibung und modellmäßigem Verständnis der elektromagnetischen Wechselwirkung wurde vornehmlich die Anwendbarkeit der U(1)-Symmetrie, wo bei festem β mit Hilfe von α Geschwindigkeitsvektorkomponenten und damit Uratom-Ströme verändert werden, hergeleitet. Auch die QED sowie die vereinigte Theorie von schwacher und elektromagnetischer Wechselwirkung, also die **Weinberg-Salam-Glashow**-Theorie werden durch die Uratom-Ströme anschaulich. Wesentlich ist die **Superponierbarkeit** der Urmaterie-Mischungen mit der daraus folgenden Schwerpunktsbewegung. In der Mischung können ja eigene nicht von systemfremden Uratomen unterschieden werden. Den Geschwindigkeitskomponenten sind dabei nach der naiven vornehmlich getroffenen Definition die ladungsartigen Komponenten und den Uratom-Anzahldichte-Strömen die magnetischen Feldkomponenten der elektromagnetischen Wechselwirkungen zugeordnet. Wegen der jetzt vorgesehenen Einbeziehung der Gravitation in die Vereinigung des Wechselwirkungsmodells, wird nun deutlich, daß die lokalen Veränderungen von Geschwindigkeiten sowie Anzahldichteflüssen durch die Felder \vec{A} bzw. \mathbf{V} beschrieben werden. Beim Feld \mathbf{V} ist die Verwirbelung auf einen Stoßachsenwinkel zurückzuführen. \vec{A} bzw. \mathbf{V} sind an eine lokale, mit Spin verknüpfte, also drehende Quelle gebunden. Sie können aber an beliebige (longitudinale) Massen koppeln. Deshalb "fallen" geladene Teilchen ungleich schnell im elektromagnetischen Feld.

Bei geladenen Systemen haben i.a. die inneren Vektorströme im Durchschnitt einen entsprechend kleineren Geschwindigkeitsbetrag als die nach außen emittierten und umgekehrt. Gleichnamige Ladungen haben somit zwischen sich nicht ins System

passende Geschwindigkeitsvektoren. Gelangen diese ins System, ergibt sich bei der Mischung nach außen eine Beschleunigung. Der Normalraum bietet für die Systeme die günstigeren Erhaltungsmöglichkeiten. Ungleichnamige Ladungen haben im Zwischenraum vom anderen System geliefert dagegen Geschwindigkeitsvektoren, wie sie im Innern vorkommen. Deshalb ergibt sich die Anziehung.

Bei den durch die Rotation rot beschriebenen magnetischen Feldern ergibt sich wegen der Dichteveränderungen eine lokale Auftreffwahrscheinlichkeitsveränderung. Diese verursacht in kleinen Bereichen wie das reine elektrische Feld in gewissen Richtungen günstigeres Stoßverhalten und in anderen ungünstigeres. So erhalten die Systemschwerpunkte ihre resultierende Beschleunigung.

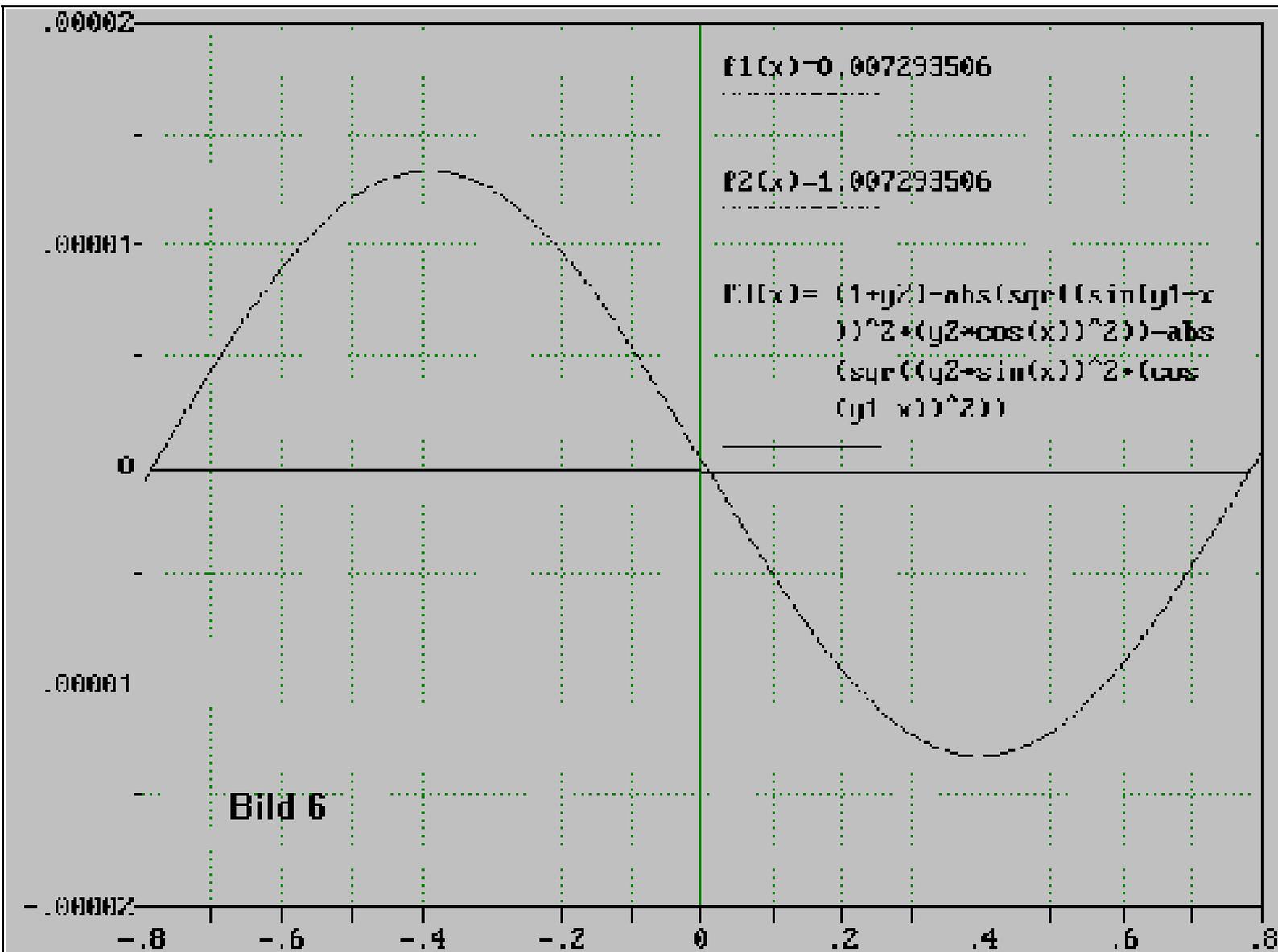
Experimentell gesichert ist die relative Stärke im Vergleich zu den direkten Stößen der starken Wechselwirkung von $1/137$ oder exakter $0,0072973506 \pm 0,000000006$. In Streuversuchen müssen gleich geladene Teilchen deshalb eine Geschwindigkeit $v > c / 137$ haben, bevor es zur direkten Streuung kommt. Bei ungleichnamig geladenen Systemen kommt es zur Streuung unter kurzfristiger zusätzlicher Beschleunigung. Handelt es sich um gleichartige Systeme, findet jedes Uratom einen Stoßpartner. Es erfolgt die bekannte *Paarvernichtung*. Im häufigeren Fall unterschiedlicher Systeme, vor allem aus den beiden Teilchenfamilien der Hadronen bzw. Leptonen, wird in den meisten Fällen die lokale Störung beim Systemzusammenstoß durch den stärkeren internen Systembildungseffekt der Elementarteilchen dominiert. Nach den kurzzeitigen Stoßveränderungen gehen deshalb meist die Elementarteilchen unverändert aus der Streuung hervor. Die U(1)-Symmetrie wird hierbei nicht gebrochen. Welche Ursache hat nun aber das Stärkeverhältnis von $1 / 137$?

Hier in diesem Modell bietet sich dazu einfach der Gedanke an, daß das auch im Vakuum, oder besser im Normalraum, beobachtbare Stärkeverhältnis, direkt einer positiven oder negativen Geschwindigkeitsabweichung zuzuordnen ist.

Mit (14) und (8) ergibt der von den Systemen an der Normalraumgrenze durchschnittlich erzeugte Geschwindigkeitsunterschied von $1 / 137$ die Möglichkeit, zugehörige Vektor- und Stoßachsenwinkel zu untersuchen. Im Normalraum des Vakuums sollte sich bei diesen frei durchheilenden Störungen, also Photonen, der gleiche Geschwindigkeits-Unterschieds-Erwartungswert feststellen lassen. Mit diesem kann dann auf den zugehörigen Vektorwinkel-Erwartungswert geschlossen werden.

Bei Variation von $\langle \beta \rangle$ verschiebt sich der Graph von **(13)**. Symmetrischer Verlauf um die α -Achse ergibt dann einen zuordenbaren festen Vektorwinkel-Erwartungswert, der viel

kleiner als der für die starke Wechselwirkung sein dürfte.



In (6) verschwindet der erste Teil bei zu erwartendem $\bar{I} > 10^{10}$, so daß sich diese numerisch lösen läßt. Hieraus läßt sich direkt auf \bar{I} im Vakuum, d.h. auf die Vakuumdichte d / \bar{I} schließen.

Stillschweigend vorausgesetzt worden war vorn ein Gleichgewicht zwischen systeminternen und aus dem Vakuum stammenden Uratom-Strömen. Nur bei den Leptonen existiert das wirklich. In Hadronen kommen jedoch Ströme vor, welche nicht selbständig existieren können (Quarks). Zugeordnet werden können diesen, wie vorn erwähnt, Vektor- und Axialvektorstrom-Komponenten in abgewandelter "Iso-Form" mit kurzer Reichweite. Eingeschlossen wird in diesem Modell deshalb die **schwache**

Wechselwirkung. Diese verlangt nur ein Potential vom Coulombschen Typ (vgl. z.B. [B 86] S. 193ff und besonders S.270f). Folge ist eine $SU_1(2) \times U_Y(1)$ -Eichtheorie der elektroschwachen Wechselwirkung, wie sie durch die damit formal anwendbare **WSG**-Theorie gegeben ist. Dem $SU(2)$ -Anteil entsprechen die Transformationen wegen des vorkommenden Vektorwinkels β und dem $U(1)$ -Anteil die Streuung des Stoßachsenwinkels α . Im Gegensatz zur starken Wechselwirkung interessiert hier aber nicht der häufiger vorkommende systembildende, sondern der systemauflösende Bereich der vorkommenden Vektorwinkel in (13), aus dem die Stärke der Wechselwirkung folgt.

Bei zusammengesetzten Systemen ist nach außen ebenfalls Stabilität in allen Richtungen erforderlich, d.h.

$$\int_F \delta v dF = const.$$

Die Teilsysteme haben für sich eine solche Stabilität, aber die Energiebilanz mit den inneren für den Zusammenhalt verantwortlichen Kugelmengenflüssen ergibt Restenergien (W^\pm, Z^0) im Fall einer systemauflösenden inneren statistischen Störung. Der *Cabbibo-Winkel* von $\approx 13^\circ$ könnte dabei einem durchschnittlichen Vektorwinkel entsprechen, welcher immer mit einer bestimmten Kugelmengenkonzentration und damit Masse verbunden ist. Für eine beinahe orthogonale Aufspaltung der systeminternen Ströme in vektorielle und axialvektorielle, würde ein durchschnittlicher Stoßvektorwinkel von 45° sorgen. Der durchschnittliche 45° Stoßachsenwinkel verursacht die Drehung der davoneilenden gegenüber den ankommenden Geschwindigkeitsvektoren.

Für die Ermittlung der Größenordnung des Kopplungsfaktors der schwachen Wechselwirkung ist die Betrachtung von Streuungen der massiven Eichbosonen W^\pm und Z^0 sowie der Neutrinos erforderlich. Beide wirken im Normalfall eher zerstörerisch als systembildend. Axialvektorielle Ströme sind beim erneuten Zusammentreffen mit systeminternen Strömen lokal natürlich nicht von vektoriellen zu unterscheiden. Mathematische Unterschiede drücken die Betrachtung vor bzw. nach den Stößen aus. Bei einem konzentrierten Uratom-Fluß kann aber der zufällige Vektorwinkel-Erwartungswert $\langle \beta \rangle$ jetzt im kleinen systemauflösenden Bereich liegen. Deshalb war vorn schon das Bild der Stromkreuzung verwendet worden. Diese führt in der Systemstreuung zu Instabilitäten und damit Systemauflösungen. Deren Größenordnung muß dazu natürlich im Bereich der Systembildungsstärke liegen. Nur die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der zur

Elementarteilchenbildung (\mathbf{W}^\pm und \mathbf{Z}^0) nötigen Energie liegt in der Größenordnung von 10^{11} . Daraus ergibt sich die Schwäche des Kopplungsfaktors. Bei den normalerweise auftretenden virtuellen Vektorbosonen- bzw. Neutrino-Strömen wird nur selten statistisch eine solche Überlagerung erreicht, daß eine meßbare Wirkung eintritt.

Neutrinos haben notwendigerweise einen Vektorwinkel-Erwartungswert $\langle \beta \rangle = 0$. Sie existieren aber als davoneilende Restenergie. Nimmt man bei den Vektorbosonen ebenfalls $\langle \beta \rangle = 0$ an, muß der Systembildungseffekt aufgrund des kleinen Geschwindigkeitsunterschieds nahe \mathbf{c} bzw. $\bar{\mathbf{v}}$ möglich sein. Andererseits kann der Zusammenhalt durch einen einseitig verschobenen Stoßachsenwinkel-Erwartungswert erzeugt werden. Das ist durch eine allgemeine Verwirbelung bzw. einen Stoßrhythmus im Normalraum denkbar (Chiralität). Die Untersuchung des dazu führenden stochastischen Prozesses muß aber der zu entwickelnden Theorie überlassen werden.

6.4 Gravitation

Alle Effekte müssen nach diesem Modell auf die elementaren Stöße und Mischungen zurückzuführen sein. Dies könnte als eine Art allgemeines Relativitätsprinzip bezeichnet werden, da ja die lokale Struktur von Raum und Zeit durch die Elementarereignisse definiert wird. Beschleunigungen und damit Kräfte auf Uratommen entstehen direkt durch diese Stöße, wie die elementaren Wechselwirkungen oder durch Superposition von Uratomströmen. Lokal wird dabei jeweils die Stoßwahrscheinlichkeit verändert. Im Durchschnitt bleibt aber nach außen, auch und vor allem bei der Betrachtung vieler Elementarteilchen, der Uratomfluß durch die Oberfläche konstant. Für den Systembildungseffekt begrenzt die Uratomausdehnung die maximale Ansammlung in ruhenden Elementarteilchen und beim elektromagnetischen Geschwindigkeits-Bildungs-Effekt gibt es jeweils einen Anti-Effekt. So bleibt insgesamt in allen Raumrichtungen der Zusammenstoß-Erwartungswert mit Uratomen konstant. Auch bei Relativbewegungen von Systemen herrscht ja zwischen diesen Stoßgleichgewicht, was wie vorn gezeigt, durch die spezielle Relativitätstheorie beschrieben wird.

Äquivalenz von träger und schwerer Masse führt zum natürlichen Gedankengang einer Erweiterung zur **allgemeinen Relativitätstheorie**. Beschleunigungen von Systemen müssen mit lokalen Veränderungen der Stoßwahrscheinlichkeit verbunden sein, die sich durch eine von Ort zu Ort verschiedene Änderung bzw. Verzerrung des Koordinatensystems umschreiben läßt. Daraus ergeben sich die Gravitationspotentiale,

welche sich mit den differentialgeometrischen Methoden der allgemeinen Relativitätstheorie darstellen lassen. Parallelverschiebungen von Vektoren im Riemannschen Raum entsprechen dabei die Christoffel-Symbole, die eine Art Koeffizienten des Zusammenhalts sind. An jedem Punkt der Raumzeit darf nach diesem Modell, wie bereits in 4.4 gezeigt, das Maß für Länge und Zeit beliebig gewählt werden, weshalb eine lokale Symmetrie gilt. Daraus läßt sich eine **supersymmetrische quantisierbare Weyl- oder Kaluza-Klein-Theorie** (vgl. in [G 89], "Supergravitation und die Einheit der Naturgesetze" von Freedman und Nieuwenhuizen, S. 58 oder "Die verborgenen Dimensionen der Raumzeit", S. 64) entwickeln, durch welche eine Verschmelzung aller Kräfte erreicht wird.

Wenn nun zwar auch in den bisher beschriebenen Wechselwirkungen lokale Veränderungen von Stoßwahrscheinlichkeiten auftreten, die Gesamtbilanz nach außen aber null ist, muß es noch einen zusätzlichen Effekt geben. Dazu bietet sich in erster Linie ein allgemeiner **Uratom-Sammel-Effekt** in aller Materie an. Dieser läßt sich am ehesten durch die überall, auch im fast leeren Vakuum trotz der dort vorrangig auftretenden frontalen Stöße, zufällig vorkommenden "Querstöße" erklären. Bei diesen Stößen tritt der Systembildungseffekt auf. Vom Stoßpunkt entfernen sich die Kugeln in der Summe langsamer, als sie sich zu diesem hinbewegen. Fernwirkungen können dabei natürlich nicht auftreten. Normalerweise würden sich also alle solchen kleinen Fluktuationen gegenseitig in einem größeren Raumzeit-Intervall aufheben. Tritt jedoch zufällig eine Verkürzung der freien Weglänge auf die eines in diesem Bereich befindlichen Systems auf, können diese Uratome des Normalraums nicht von denen des Systems unterschieden werden. Diese kleine "Raumverzerrung" bewirkt deshalb an einem in der Nähe befindlichen Elementarteilchen wegen der Auftreffwahrscheinlichkeitsänderung eine kleine Beschleunigung. Durch diese Vakuumschwankungen muß also etwas **Wärme** erzeugt werden.

Interessanterweise läßt sich dem gesamten, um einen Raumzeit-Punkt herum im Normalraum stattfindenden (Quer-) Stoßverhalten, das zu einer Art virtueller Systembildung führt, auch eine Teilcheneigenschaft, welche als **Graviton** bezeichnet werden kann, zuordnen. Werden nun einige von diesen Vakuumfluktuationen in den Systemen, welche den Spin $1/2$ besitzen, absorbiert, verringert sich in der Umgebung dieser Spinanteil. Dem Fehlen von Spin $1/2$ bzw. von "Systembildung" ist möglicherweise der Spin 2 zuordenbar. Aus der Größenordnung von im Vakuum vorkommenden für Systembildung günstigen Stößen im Verhältnis zu den normalen frontalen, muß sich die *Stärke* der Uratom-Einsammlung und damit zusammenhängend von Gravitation sowie Wärmebildung bzw. Energiekonzentration in Materie ermitteln lassen. Unter gewissen

Umständen könnten sogar neue Elementarteilchen entstehen.

Läßt sich die Mikrostruktur von Materieansammlungen exakt bestimmen, ist auch eine Ermittlung des Gravitationspotentials möglich. Nach [Sm], II S. 289 gilt mit $\mu(M_1)$ = Dichte der Masse:

$$U(M) = \iiint_{(v)} \frac{\mu(M_1) d v}{r}$$

Damit ergeben sich die Gravitationskraftkomponenten (Gradienten des Potentials):

$$F_x = \frac{\partial U(M)}{\partial x} \quad , \quad F_y = \frac{\partial U(M)}{\partial y} \quad , \quad F_z = \frac{\partial U(M)}{\partial z} \quad .$$

Als Gegenstück des Energiegewinns in ortsgebundener Materie muß es bei davoneilenden Systemen, also Photonen, einen entsprechenden **Zerschlagungsprozeß** geben. Energieverluste bei elektromagnetischen Wellen müssen ebenfalls in der durch die Gravitation bestimmten Größenordnung liegen, falls die Vakuumfluktuationen ständig Uratome aus dem System wegschlagen. Diese sind vermutlich proportional zur Menge der orthogonal so mit dem System zusammenstoßenden Normalraumkugeln, daß die Stoßpartner nach dem Stoß nicht mehr in diesem verbleiben. Damit ergibt sich eine **Rotverschiebung**, die möglicherweise in der durch die Hubble-Konstante bestimmten Größenordnung liegt.

Offensichtlich wird nunmehr die Idee der ganz großen Vereinheitlichung der Wechselwirkungstheorien durch die geometrischen Effekte in der Grundmenge, welche vor allem auf die Dichte- und Geschwindigkeitsunterschiede zurückzuführen sind.

7 Ausblick

Ohne gewisse Spekulationen ist wissenschaftlicher Fortschritt wahrscheinlich nicht möglich. Deshalb soll hier versucht werden, mit einfachen Mitteln, teilweise durch Erraten einiger Zusammenhänge, ein paar Größenordnungen von Naturkonstanten in Einklang mit diesem Modell abzuschätzen.

Als eine der wichtigsten Naturgrößen wird die **Feinstrukturkonstante** angesehen. Hier

wurde vorn angenommen, daß diese mit Geschwindigkeitsvektorabweichungen im Vakuum zusammenhängt.

In der einfachen Taschenrechner-Abschätzung ergibt sich für die gesuchten Geschwindigkeiten $v_1' = 1 + 1/137$ sowie $v_2' = 1$ nach dem Stoß aus (8)

$$1 + \frac{1}{137} \approx 1,007293506 = \sqrt{\sin^2(\beta - \alpha) + v_2^2 \cos^2\alpha} \quad (16)$$

mit $v_1 = 1$, $v_2 = 1,007293506$ und α gemäß (14)
 der Vektorwinkel(-Erwartungs-)wert $\langle \beta \rangle = 0,021714392$.

In (6) verschwindet der erste Teil bei zu erwartendem $\bar{l} > 10^{10}$, so daß sich

$$\begin{aligned} 0,021714392 &= \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \beta f(\beta) d\beta \\ &= \frac{1}{1 - \text{Intg}(1/2\bar{l})} \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\beta}{\sin \beta} d\beta \end{aligned} \quad (17)$$

numerisch lösen läßt. Grenzwert des Integrals ist 1,83191192. Durch einfache Umformung ergibt sich somit

$$1 - \text{Intg} \frac{1}{2\bar{l}} = \frac{1,831931192}{0,021714392} \quad , \text{ d.h. } \bar{l} = 8,014191316 \cdot 10^{35}.$$

Hiernach beträgt die **Vakuumdichte** $d / \bar{l} = 1,247786533376 \cdot 10^{-36}$.

Aufgrund der elektromagnetischen Effekte ergibt sich also eine bestimmte, wahrscheinlich sehr kleine Vakuumdichte in der Größenordnung von 10^{-36} .

Läge der Uratomdurchmesser in der Größenordnung der *Planckschen Elementarlänge* von ungefähr $4 \cdot 10^{-33}$ cm, würde sich eine freie Weglänge von etwa 10^3 cm ergeben. 1/137 von dieser Größe und geometrische Korrekturen mit π, \dots könnten somit aufgrund der elektromagnetischen Vakuumfluktuationen eine Schwarzkörperstrahlung von etwa 3 K, also in der Größenordnung der *Hintergrundstrahlung* verursachen.

Leicht läßt sich die beobachtete kosmische Rotverschiebung, d.h. die **Hubble-Konstante** auf einen einfachen Faktor pro Zeiteinheit umrechnen. Nach den derzeit aktuellen Meßwerten dürfte dieser bei etwa 10^{-18} / sec liegen.

So muß der Sammel-Effekt aus dem Normalraum auch in dieser Größenordnung liegen. Nicht alle zusammenstoßenden Uratome können eine Mini-Beschleunigung hervorrufen, weil ja wie angenommen, nur ein kleiner Bruchteil soviel Abweichung von der Frontalstoß-Symmetrie besitzt, daß gerade die elektromagnetischen Effekte entstehen.

Der **Wärmebildungs-Effekt** liegt nach einfacher Umrechnung mit der Avogadro-Konstante und der Molwärme für Eisen bei etwa 10^5 K / sec. Anhaltspunkte dafür bieten einige bisher ungeklärte Ergebnisse in der Bilanz der Sonnenenergieabstrahlung in Verbindung mit dem Fehlen von Sonnen-Neutrinos und im Wärmehaushalt der Erde. Ein mögliches Wachstum der Erde, welches das augenscheinliche Ineinanderverschieben der Kontinenteränder erklären würde, liegt interessanterweise in der gleichen Größenordnung. Dafür müßte allerdings ein Teil der Energie in Elementarteilchen umgewandelt werden, was im dichten Erdinnern durchaus denkbar ist. Auch die Anzahl der beobachtbaren Supernovae deutet auf diese Größenordnung von 10^{-18} / sec hin.

Selbst Hinweise auf Laborergebnisse, welche diesen Effekt vermuten lassen, existieren. So schreibt beispielsweise Prof. Dr. Pobell (Spektrum der Wissenschaften 2/1990: Physik bei sehr tiefen Temperaturen, S. 74): "Das zweite noch viel größere Problem ist, daß viele Substanzen auch Tage oder sogar Wochen, nachdem man sie abgekühlt hat, noch immer etwas Wärme abgeben".

Mit der Stoßformel aus der Wärmelehre und den Grundgrößen \bar{v} sowie \bar{l} ergibt sich eine **Stoßzahl von rund $4,24 \cdot 10^7$ / sec** für jedes Uratom im Vakuum. In diesem sind nach dem Zusammenhang mit nd^3 immer noch ungefähr $10^{-36} / (10^{-33})^3 \approx 10^{63}$ **Uratome pro cm^3** zu erwarten. Pro Stoß müßte ein "Querstoßfaktor" von etwa 10^{-25} wirken, um die gewünschten Zusammenhänge zu erreichen.

Experimentelle Hinweise auf einen Hochenergielimes des Steuquerschnitts von Elektronen, der kleiner als $(10^{-19} \text{ cm})^2$ sein dürfte, können hier als Querschnittssumme der dazugehörigen Uratome interpretiert werden. So läßt sich leicht eine Uratommasse von etwa 10^{-71} kg errechnen. Aus der direkten Verwendung des Planckschen Wirkungsquantums und der Hintergrundstrahlungs-Wellenlänge als freie Weglänge würde eine Masse von 10^{-46} folgen. Wegen der unsicheren Voraussetzung des Uratomdurchmessers, ... sind diese und daraus folgende Schätzungen aber noch mit Vorsicht zu genießen.

Unter Annahme der Richtigkeit dieser Modellvorstellungen muß deshalb durch die zu entwickelnde Theorie vorrangig der gesuchte Querstoß-, Gravitations- bzw. Systembildungsfaktor von etwa 10^{-25} / sec mathematisch gesichert werden. Damit ergibt sich dann ein rein geometrisches Modell, das alle Wechselwirkungsarten beschreiben kann, d. h. die ganz große Vereinheitlichung.

Genügend neue Ideen für eine genauere Betrachtung dieses Modells und die mögliche Weiterentwicklung zu einer exakten Theorie sind in der vorstehenden Arbeit enthalten. Ob daraus eine Allumfassende Theorie (AUT) folgen wird, läßt sich noch nicht mit Bestimmtheit sagen. Das Ergebnis von frontalen Stößen in dünner Materie und Dichtesteigerung nach gewissen Querstößen bestärkt aber die Hoffnung darauf. Interessanterweise lassen sich sogar einige Analogien zur Superstring-Theorie (vgl. z.B. in [D 89]) erkennen.

Ein Weg zu einer AUT könnte folgendermaßen aussehen:

- Der Anschauungsraum besitzt 3+1 Dimensionen.
- Aus der Unendlichkeit der Teilchenzahl folgt die Beschreibbarkeit durch Hilberträume.
- Bereits zwei Teilchen in Wechselwirkung benötigen zur Darstellung 8 freie Parameter.
- Supersymmetrie verwendet zur Beschreibung 8 Dimensionen.
- Zu beantworten ist die Frage, wieviele Einflüsse lokal berücksichtigt werden müssen?
- Sind Superstrings beispielsweise "Anti-Uratom-Schwingungen"?
- Gibt es einen "holographischen" Einfluß des Unendlichen im lokalen Geschehen?

In Superstringtheorien zeichnen sich mittlerweile Lösungen mit 4 Dimensionen ab. Michael Green ([D 89], S. 156) verwendet beispielsweise den Vergleich, daß ja Eis, Wasser und Dampf auch nur "verschiedene Phasen ein und der selben Substanz" sind. David Gross erklärt ([D 89], S. 168), wie man sich zusätzlich zu den vier Raum-Zeit-Dimensionen die sechs Dimensionen der 10 dimensional Superstringtheorie vorstellen kann. Von denen "...würden wir feststellen, daß sie sich in sechs zusätzliche Richtungen nach "rechts", nach "links" und nach "oben" erstrecken, nur daß man sich in diesen Richtungen im Kreis bewegen würde und zum Ausgangspunkt zurückkäme, d.h. die Dimensionen wären in diesen Richtungen kreisförmig und geschlossen."

Was sind das anderes als zwei Kugeln im normalen Anschauungsraum?

Deren Durchmesser wird mit ungefähr 10^{-33} cm angenommen, der exakte Zusammenhang

mit der Planckschen Elementarlänge und den möglicherweise veränderlichen Naturkonstanten muß durch die Theorie rein geometrisch ermittelt werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- [B 81] Becher, Böhm, Joos; Eichtheorien der starken und elektroschwachen Wechselwirkung; Stuttgart 1981
- [B 84] Bogoljubov, N. N., Širkov, D. V.; Quantenfelder; Weinheim 1984
- [B 86] Bethge, K, Schröder, U.; Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen; Darmstadt 1986
- [D 89] Davies, Brown (Hrsg.); aus dem Engl. H.-P. Herbst; Superstrings: eine All umfassende Theorie; Basel, Boston, Berlin 1989
- [E 05] Einstein, A.; Zur Elektrodynamik bewegter Körper, in Annalen der Physik; IV. Folge 1905 S.891 ff
- [F 89] Fachlexikon ABC Physik; 2 Bde; Thun, Frankfurt/M, 1989
- [F 92] Fritzsche, H.; Das Problem der Masse in der Elementarteilchenphysik, in Phys. Bl. 48 (1992) Nr. 9
- [G 85] Grawert, G.; Quantenmechanik; Wiesbaden 1985
- [G 89] Gravitation: Raum-Zeit-Struktur und Wechselwirkung, mit e. Einf. von J. Ehlers und G. Börner; Heidelberg 1989
- [GM 90] Greiner, W., Müller, B.; Quantenmechanik, Teil 2 Symmetrien; Thun, Frankfurt a.M. 1990
- [GS 89] Greiner, W., Schäfer, A.; Quantenchromodynamik; Thun, Frankfurt a.M. 1989
- [H 67] Heisenberg, W.; Einführung in die einheitliche Theorie der Elementarteilchen; Stuttgart 1967
- [H 90] Hein, W.; Einführung in die Struktur- und Darstellungstheorie der klassischen Gruppen, Berlin, Heidelberg, New York 1990
- [Ha 90] Haken, H.; Synergetik: eine Einführung; Nichtgleichgewichts-Phasenübergänge und Selbstorganisation in Physik, Chemie und Biologie; Berlin, Heidelberg, New York,... 1990
- [L 89] Lucha, W., Schöberl, F.; Die starke Wechselwirkung, eine Einführung in nichtrelativistische Potentialmodelle; Mannheim/ Wien/ Zürich 1989
- [M 73] Meyers Physik-Lexikon; Mannheim, Wien, Zürich 1973
- [S 89] Schmutzer, E.; Grundlagen der theoretischen Physik, mit einem Grundriß der Mathematik für Physiker; 2 Bde Mannheim, Wien, Zürich 1989
- [Sm] Smirnow; Lehrgang der höheren Mathematik, Berlin versch. Jahrgänge
- [W 85] von Weizsäcker, C.F.; Aufbau der Physik; München, Wien 1985

INDEX

Additivität	-59-
Allgemeine Relativitätstheorie	-79-
Allumfassende Theorie	-84-
Antikommutator	-58-
Antikommutatoren	-54-
Anzahldichte	-22-, -74-
Anzahldichtezunahme	-30-
Äquivalenz von träger und schwerer Masse	-38-
Assoziativgesetz	-20-
Äther	-4-
Attraktor	-63-
Auflösungs-Verhinderungsmechanismus	-48-
Auflösungsgeschwindigkeit	-49-
Baryonen	-69-
Baryonenzahl	-69-
Boson	-58-
Cabbibo-Winkel	-78-
Chapman-Kolmogorov-Gleichung	-49-
Chiralität	-66-, -71-
Christoffel-Symbole	-80-
Compton-Wellenlänge	-64-
Confinement	-68-, -74-
Coulomb-Anteil	-74-
Dichtezunahme	-53-
Dirac-Gleichung	-42-, -60-
Diracsche Deltafunktion	-24-
Diracschen Bispinor	-13-
Doppler-Effekt, relativistischer	-40-
Drehimpulsalgebra	-57-, -66-
Dreierstoß	-20-
Eich- Symmetrien	-44-
Eichbosonen	-60-
Eichfeld	-42-
Eichfeldtheorien	-46-
Eichprinzip	-43-
Eichsymmetrie U(1)	-42-

Eichtheorien	-71-
Elektron	-63-
elektroschwache Wechselwirkung	-74-
Elementarlänge	-45-
Elementarspinoren	-14-
Elementarteilchen	-18-, -47-
Energieerhaltungssatz	-21-
Energiekonzentration	-81-
Farbe	-69-, -72-
Feinstrukturkonstante	-60-, -82-
Feldlinien	-17-
Feldstärketensor, antisymmetrischer	-43-
Feldtheorie	-55-
Fermion	-57-
Flavour-Blindheit	-69-
Freie Weglänge	-22-, -74-
Frontalstöße	-27-
ganzzahliger Spin	-58-
Geschwindigkeiten	-28-
Geschwindigkeits-Ausgleich	-30-
Gitter-Eichtheorien	-69-
Gluon	-68-
grad	-61-
Graviton	-80-
GRUNDMENGENAXIOM	-8-
Gruppe	-20-
Hadronen	-66-
halbzahliger Spin	-57-
Hamiltonsche kanonische Theorie	-35-
Heisenbergsche Weltformel	-45-, -60-
Higgs-Mechanismus	-33-
Hilberträumen	-17-
Hintergrundstrahlung	-83-
Hubble-Konstante	-83-
Impuls- und Energieerhaltungssatz	-21-
Infinitesimale oder Liesche Theorie	-46-
Infinitesimale Theorie	-19-

Isospin	-67-
Isospinquantenzahl	-69-
Klein-Gordon-Gleichung	-42-
Kommutator	-36-, -58-
Kommutatoren	-20-
Kondensation der Tröpfchen	-62-
Kovariantenbildungen	-18-
Kraft	-70-
Kräfte	-71-
Ladung	-64-
Ladungsquantelung	-58-
Lebensdauer	-65-
Lepton-Quark-Familien	-69-
Leptonen	-62-
Leptonengruppen	-64-
Lichtgeschwindigkeit	-39-
Liesche Theorie	-46-
lokale Symmetrie	-80-
Lorentz-Faktor	-40-
Masse	-31-, -32-
Massenzuwachs, relativistischer	-41-
Master-Gleichung	-55-
Maxwell-Gleichungen	-43-, -61-
Mesonen	-69-
MIT-Bag Modell	-72-
Multipletts	-66-, -67-
Neutrino	-66-
Nichtlineare Veränderung	-14-
Nichtlokalität	-71-
Niederenergie-Streuung	-74-
Noether-Theorie	-21-, -45-
Normalraum	-8-
Öffnungswinkel	-23-
Orthogonales System	-56-
Paarvernichtung	-76-
Paulische Spinmatrizen	-47-
Permutationsgruppe	-20-

Photon	-48-, -60-
Plancksche Elementarlänge	-83-
Plancksches Wirkungsquantum	-31-
Poissonklammern	-35-
Positron	-63-
Potential	-74-
Psi-Materie	-42-, -68-
QCD	-72-
Quantenchromodynamik	-68-
Quantenfeldtheorie	-40-
Quantenhaftigkeit	-31-
Quantenzahlen	-18-, -69-
Quantisierung von Raum und Zeit	-40-
Quantisierungsformalismus	-35-
Quark	-68-
Quarkeinschluß	-72-
Quarkflavour	-69-
Quelle	-55-
Querstöße	-27-
Raumauffüllung	-54-
Raumverzerrung	-80-
Relativgeschwindigkeitsrichtung	-27-
relativistischer Massenzuwachs	-41-, -71-
Relativitätsprinzip, allgemeines	-79-
Riemannscher Raum	-80-
rot	-61-, -75-
Rotverschiebung	-81-, -83-
Ruhmasse	-34-
Schrödinger-Gleichung	-36-
Schwerpunktbewegung	-21-
Selbstorganisation	-51-, -58-
Selbstwechselwirkungen	-8-
Selbstwechselwirkungsoperator	-12-
Senke	-55-
Spin	-55-
spontane Symmetriebrechung	-33-, -56-
Standardmodell	-19-

starke Wechselwirkung	-72-
Stoß	-10-
Stoßachse	-9-
Stoßachsenwinkel	-27-, -44-
Stoßgebilde	-13-
Stoßhäufigkeit	-22-
Stoßoperator	-12-
Stoßzentren	-66-
Stoßzentrum	-63-
Stromalgebra	-69-, -72-
SU(2)×U(1)-Eichtheorie	-77-
Supergravitation	-80-
Superponierbarkeit	-46-, -75-
Superpositionsprinzip	-18-
Superstring-Theorie	-84-
Supersymmetrie	-80-
Symmetrien	-20-
Systembildung	-53-
Systembildungs- / -erhaltungsmechanismus	-48-
Systembildungseffekt	-52-, -80-
Systeme	-17-
Systemlebensdauer	-70-
Trägheit	-71-
Transposition	-14-
U(1)-Symmetrie	-42-, -74-
Überlichtgeschwindigkeiten	-39-
Uralternativen	-4-, -9-
Uratome	-8-
Ure	-18-
Vakuumdichte	-76-
Vakuumdruck	-72-
van-der-Waals-Rest	-72-
Vektorbosonen	-62-
Vektorwinkel	-22-
Vereinheitlichung	-81-
verschwindende Ausdehnung	-19-
Verwirbelung	-70-

Wärme	-80-
Wärmebildung	-81-
Wechselwirkung	-18-
Wechselwirkungen	-70-
Weinberg-Salam-Glashow-Theorie	-75-
Wellenlänge	-71-
Weyl-Gleichung	-66-
WSG-Theorie	-77-
Zeitdehnung	-40-
Zeitmaß	-37-
Zerschlagungsprozeß	-81-
Zusammenstoß	-10-