

Stoßverhalten in einem einfachen Gas harter Kugeln (HKG) aus dem eine Erweiterung von Standardmodell und ART zum Harte Kugeln Modell (HKM) folgen soll

(aktueller Entwurf zur Diskussion und einige unausgereifte Spekulationen)

Zusammenfassung:

In Anlehnung an die in "[Struktur und Dynamik der Materie im Uratommodell](#)" vorgestellte Idee zur Untersuchung von harten Kugeln als Alternative oder Ergänzung zu Strings, Superstrings oder Branes, bzw. jetzt auch zur Loop-Quantengravitation, wird der momentane Stand bei der Untersuchung eines einfachen Gases gemäß folgender Annahme vorgestellt:

Es existiert einzig und allein eine Menge unendlich vieler, sich im dreidimensionalen Raum bewogender Objekte ([Atome](#), die als gleich große feste Kugeln vorstellbar sind). Diese 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. Das entspricht dem einfachen Fall gleich schwerer idealer Kugeln, deren Masse 1 weggelassen werden kann.

Aus dieser Hypothese folgt direkt die Forderung, dass in diesem Modell alle physikalischen Systembildungen, Symmetrien, Wechselwirkungen,... und damit alle Naturgesetze auf die Selbstwechselwirkungen, also Stöße, zurückzuführen sein müssen. Um diesem hohen Anspruch für ein alternatives Modell etwas näher zu kommen, wird untersucht, welche Phänomene in einem Gas harter Kugeln (HKG) mit der einfachen Wechselwirkung des Geschwindigkeitstausches erklärbar werden.

Es soll gezeigt werden, dass unter weiterer Gültigkeit der bisher nicht erklärten Grundannahmen bzw. Grundphänomene des Standardmodells für diese ein anschauliches Modell gefunden werden kann. Durch zufällig auftretende unterschiedliche Winkel bei den Stößen werden Effekte für Anziehung und Abstoßung zwischen Teilmengen erzeugt. Dabei entstehen wichtige Naturkonstanten. Für die Bildung und den Zusammenhalt der Elementarteilchen spielt die freie Weglänge im betrachteten HKG eine wichtige Rolle. Mit der noch spekulativen Annahme, dass dieses das gesamte Universum ausfüllt ergibt sich die Hoffnung, die Teilchenmassen durch einfache Integration über mögliche stabile Strukturen im HKG bestimmen zu können.

Auf mögliche Theorien zur mathematischen Beschreibung bekannter Phänomene im Rahmen der Standardmodelle von Elementarteilchen und Kosmologie wird hier nicht näher eingegangen.

Inhaltsverzeichnis

Stoßverhalten in einem einfachen Gas harter Kugeln (HKG) aus dem eine Erweiterung von Standardmodell und ART zum Harte Kugeln Modell (HKM) folgen soll.....	1
1. Erweiterung der Standardphysik.....	3
1.1 Motivation für ein Modell mit einfachen harten Kugeln (HKM).....	3
1.2 Beschreibung von Phänomenen.....	4
1.3 Formale Ansätze zur Entwicklung des HKM ´s.....	6
Axiome.....	6
Definitionen zur Beschreibung des HKG ´s.....	9
1.4 Elementare Bewegungsgleichungen ohne Potenzial.....	11
Stoßtransformationen.....	11
Differenzierbarkeit.....	13
Bewegungsgleichungen.....	14
Wahrscheinlichkeitsfelder.....	15
Zufallsgeneratoren.....	17
2. Standardphysik im Harte Kugeln Modell.....	21
2.1 Wichtige Phänomene der Standardphysik.....	21
2.2 Stöße und Erhaltungssätze.....	22
2.3 Entstehung von Ansammlungen (Systembildung).....	25
Beschreibung von Kugelmengen in Raum und Zeit.....	25
Zufällige Wirbelbildung.....	26
Grenzen der Auffüllung.....	27
Zufällige Systembildung.....	28
2.4 Quantenhaftigkeit im HKM.....	30
Eigenschaft h in der Grundmenge.....	30
Fluktuationen.....	32
Stoßgleichgewicht.....	32
Erhalt der Stoßwahrscheinlichkeit.....	33
2.5 Relativität von Raum und Zeit.....	34
Energie-Impuls-Tensor im HKG.....	34
Konstante Signalgeschwindigkeit.....	36
Eigenschaftsänderungen bewegter Systeme.....	37
3. Spekulation über Mögliches Szenario für die Weltentwicklung im HKM.....	41
3.1 Homogenes Gas.....	41
3.2 Kugelansammlung (Gravitation).....	41
3.3 Allgemeine Drehung.....	42
3.4 Jetbildung.....	43
3.5 Elementarteilchenbildung.....	43
3.6 Photonenbildung.....	44
3.7 Potenzialbildung von Kugelmengen (z.B. Elektromagnetismus).....	45
3.8 Ausblick auf Vereinigungstheorien von kosmologischem Modell und Standardmodell der Elementarteilchen.....	46
Literatur	48
Stichwortverzeichnis.....	49

1. Erweiterung der Standardphysik

1.1 Motivation für ein Modell mit einfachen harten Kugeln (HKM)

Für alles, was wir direkt mit unseren Sinnen aufnehmen, was wir also wahrnehmen, gibt es kein großes Problem des Begreifens. Anders ist es bei allem, was wir indirekt mitgeteilt bekommen. Dafür verwenden wir auch unsere Sinne, müssen aber darauf vertrauen, dass das Mitgeteilte richtig ist. Das heißt, wir müssen glauben, wenn wir verstehen wollen. Und das gilt für die meisten Informationen, die wir indirekt aufnehmen. Ein großes Hilfsmittel für das Verstehen von Informationen über die Funktion von Vorgängen gibt uns die Wissenschaft. Deren Regeln zur Formulierung sind so, dass sie zu einer anderen Zeit an einem anderen Ort von anderen Menschen nachvollzogen werden können. Einfache Berichte über Vorgänge, die irgendwann irgendwo stattgefunden haben sollen, sind oft nicht reproduzierbar.

Seit je her interessieren sich Menschen für alle möglichen Erscheinungen und beschreiben diese. Seit Newton entwickelte sich eine formale mathematische Beschreibung von Phänomenen und damit das Teilgebiet der Naturbeschreibung, welches wir Physik nennen.

Mit dem **Standardmodell** (der Elementarteilchen) und der **Allgemeinen Relativitätstheorie** (ART), also der **Standardphysik** ist ein Wissensstand erreicht, der es bei etwas Mühe erlaubt, alle bisher beobachtbaren Vorgänge zufriedenstellend zu beschreiben. Es gibt zwar kaum jemanden, der alle Theorien kennt und deren Methoden beherrscht, das ist aber auch nicht erforderlich, weil es mittlerweile genügend Wissenschaftler und Medien gibt, um eine bestimmte Behauptung zu überprüfen. Als wertvoller werden solche Theorien empfunden, die von mehr Menschen mit geringerer Vorbildung nachvollzogen werden können. Das wurde schon durch Ockhams Rasiermesser (Occam's razor) vor fast 700 Jahren ähnlich gefordert. Überflüssiges soll „weg rasiert“ werden. Das Problem der Interpretation bewährter physikalischer Theorien kann unter Akzeptanz der Unmöglichkeit einer Kenntnis aller durch die anerkannten Modelle beschreibbaren Teilsysteme des Universums beispielsweise durch die "Konsistente-Experimente-Interpretation" gelöst werden. Nach Neumaier's Physik-FAQ (Kopie) (S 12) ist das Universum eine deterministische Gesamtheit, zu deren Beschreibung, nur wegen der Unkenntnis vieler Einflussfaktoren, oft wahrscheinlichkeitstheoretische Methoden verwendet werden. Eine echte Allumfassende Theorie (TOE) soll hier aber nicht diskutiert werden. Diese entsteht möglicherweise direkt in WIKIPEDIA, aber vermutlich nicht als Weltformel.

Wichtigstes offenes Problem der Physik bleibt so die Frage, was es außerhalb des Gültigkeitsbereichs der Standardphysik noch gibt? Es haben schon viele Physikergenerationen gefragt: Was hält die Welt im Innersten zusammen? Eine befriedigende Antwort ist bis heute nicht gefunden. Ansätze wie (Super-) Strings oder Branes, aber auch die Loops der Quantengravitationstheorien oder ein atomistischer Äther, Vakuumfluktuationen, die noch mystische Quintessenz oder die dunkle Energie des momentan gültigen Standardmodells der Kosmologie, bieten zwar Ansätze für Lösungen außerhalb der Standardphysik, schaffen aber gleichzeitig neue Verständnisprobleme, z.B. bzgl. der Realität zusätzlicher Dimensionen oder der Schwingungsursache und deshalb der Bewegungsänderungen von Strings bzw. Branes oder Knotenveränderungen der Quantengravitation.

Wesentlicher Grundpfeiler der Beschreibung von Bewegungsvorgängen sind die Methoden der Differentialrechnung. Ohne diese sind bisher Bewegungsänderungen kaum zu

beschreiben. Alle Feldtheorien, die Basis sind für das Naturverständnis im Allerkleinsten, also noch bis unterhalb der Elementarteilchengrößen, verwenden Potenziale in ihren Lagrangedichten, die zweite Ableitungen benutzen. Deren Existenz ist nach weit verbreiteter Auffassung mit dem Mangel einer notwendigen Kontinuität bis in kleinste Größenordnungen des Naturgeschehens verbunden. Andernfalls ergeben sich unerwünschte und unphysikalische Divergenzen. "... im großen und ganzen hat man das Gefühl, dass diese Divergenzen symptomatisch sind für ein chronisches Versagen der Theorie für kleine Abstände", vor allem "existiert keine überzeugende Theorie, die ohne Differentialgleichungen für das Feld auskommt" ([BD-F 90], S.15). Dann folgt noch am Ende ihrer Einleitung zum Allgemeinen Formalismus, Abschnitt 11.1 (S. 16): "Wir weisen noch einmal darauf hin, daß der Formalismus, den wir entwickeln, möglicherweise nur den Limes großer Entfernungen (d.h. Abstände $> 10^{-13}$ cm) einer physikalischen Welt mit wesentlich anderen submikroskopischen Eigenschaften beschreibt."

Das ist die Motivation für eine Untersuchung hypothetischer elementarer sehr kleiner Objekte, welche unterhalb der Standardphysik möglicherweise die bewährten Ansätze der heutigen Physik in diesem Sinn erklären. Diese werden als **einfache harte Kugeln** mit Geschwindigkeitstausch parallel zur Berührungspunktnormale angenommen.

1.2 Beschreibung von Phänomenen

Die theoretische Standardphysik beschäftigt sich derzeit hauptsächlich mit der meist mathematischen Darstellung des Naturgeschehens. Sie umfasst die [Standardmodelle](#) der [Elementarteilchen](#) und der [Kosmologie](#) (einschließlich der [ART](#)). Beispielsweise beim bekannten Teilgebiet der Physik, welches wir als [Thermodynamik](#) bezeichnen, handelt es sich um eine [effektive Theorie](#), welche von den Vereinfachungsmöglichkeiten zur Beschreibung der Dynamik vieler Teilchen die [Mittelwertbildung](#) verwendet. [Diese Methode](#) führt auch zur Definition von Feldern und deren weiterer mathematischer Beschreibung mit ihren nicht abzählbar unendlich vielen Freiheitsgraden. Wahrscheinlichkeitsdichten sind dann solche nicht mehr diskrete Begriffe, denen aber durchaus das Vorhandensein einfacher kleiner diskreter Objekte an dicht beieinander liegenden Raum-Zeit-Punkten zugeordnet werden kann (durch Zufallsgenerator). Auch die Betrachtung der [Metrik](#) (des metrischen Tensors) als Feld, wie es zur Herleitung der ART, neben der invarianten Wirkung unter Koordinatentransformationen, benötigt wird, schließt die Existenz diskreter skalarer Größen ([Brans-Dicke-Theorien](#)) nicht aus, obwohl es kein bekanntes Phänomen als Hinweis darauf gibt.

Hinter den abkürzenden Symbolen der unzähligen veröffentlichten Theorien verbergen sich oft kompliziertere zusammenfassende Begriffe, die auf vorher definierten oder allgemein als bekannt vorausgesetzten Begriffen aufbauen. Beispielsweise werden [Skalare](#), [Vektoren](#), [Tensoren](#), [Spinoren](#) (aus denen die anderen bilinearen Tensorbildungen, bzw. Invarianten konstruiert werden können, vgl. [S89], Seite 1459 f) oder [Operatoren](#) verwendet, die als Tabellen mit Zeilen und Spalten, also Matrizen geschrieben werden und an verschiedenen Plätzen wieder ähnliche abkürzenden Symbole verwenden können. Auffassen kann man diese als geometrische Gebilde, aber auch, wie die Operatoren, als Vorschriften, um mit dem daneben stehenden etwas zu tun. Für das Begreifen von solchen Beschreibungen kann man sich die geometrischen Gebilde als Punkte, bewegte Punkte, dreidimensionale Objekte, bewegte dreidimensionale Objekte, solche Objekte in Wechselwirkung mit anderen,... vorstellen. Alle uns umgebende Materie besteht aus wenigen Arten, durch solche geometrischen Objekte beschreibbarer, Elementarteilchen. Die Materie wird demnach durch etwas beschrieben, was man sich beispielsweise als lokale [Wirbel](#) vorstellen kann. Mit solchen beschäftigen sich auch zahllose alternative Theorien.

Verwendete [Dimensionen](#) kommen durch die Vorgehensweise der Physik zustande, sich das Naturgeschehen, vom Großen beginnend und zu Kleinerem vordringend, mit immer mehr notwendigen mathematischen Unbekannten vorzustellen. Dabei werden oft zusammenfassende Eigenschaften mit eingebürgerten Bezeichnungen (z.B. Temperatur) durch eigenständige, von anderen [Größen](#) scheinbar unabhängige [Variablen](#) eingeführt, obwohl bekannt ist oder sich später herausstellt, dass diese Eigenschaften als statistische Mittelwerte kleinerer Bestandteile zu interpretieren sind. Diese können in den zugehörigen Theorien zu zusätzlichen erforderlichen Freiheitsgraden führen, welche als Dimensionen interpretiert werden. Auch für die vielen [Freiheitsgrade](#) in einem Vielteilchensystem wird die Bezeichnung Dimension verwendet. Im Standardmodell ist jedoch zum Kleinen hin eine Grenze erreicht, bei der bisher keine direkte Zuordnung der beschriebenen Objekte zu anschaulichen geometrischen Gebilden gelungen ist. In der [Stringtheorie](#) werden, zur Lösung dieses Problems und damit zu einer Erweiterung der Standardphysik, beispielsweise schwingende Saiten (Strings) oder Membranen (Branes) mit mehr als vier Dimensionen ohne Ursache der Schwingungen eingeführt, obwohl bei ähnlichen Verursachern von Schallwellen etwas durchaus Vorstellbares dahinter steckt. Der Mechanismus von Bewegungsänderungen innerhalb der Strings oder Branes wird aber nicht erklärt. Zur Beschreibung werden, wie in allen Feldtheorien, bekannte Methoden angewandt, welche im Endeffekt auf den durch Newton eingeführten Verfahren der Differenzial- und Integralrechnung beruhen. Zur *Beschreibung von Beschleunigungen* werden bisher zweite Ableitungen verwendet, deren Ursache sind nach dem hier zu entwickelnden Modell einfache spontane Geschwindigkeitsüberträge im Moment der Berührung. Nur das ist etwas **Neues gegenüber der Standardphysik**.

Betrachtete Grundobjekte im hier zu entwickelnden Modell sind einfache bewegte Kugeln mit spontanem Geschwindigkeitstausch bei Berührung. An einem Punkt des dreidimensionalen Raumes und zu einem bestimmten Zeitpunkt, können sich zwei Kugeln gerade berühren. Im deterministischen Fall werden für die Beschreibung je drei Parameter für die Geschwindigkeit benötigt. Die können beispielsweise aus zwei Winkeln und dem Geschwindigkeitsbetrag bestehen. Darüber hinaus kann die vor diesem Zeitpunkt erfolgte geradlinige Bewegung der Kugelmittelpunkte etwas versetzt gegenüber einem zentralen Stoß in Bezug auf die Relativgeschwindigkeit der beiden Stoßpartner sein. Daraus ergeben sich zwei weitere erforderliche Parameter für die auftretende Stoßachse. Im deterministischen Fall sind demnach acht Parameter erforderlich. Die Kugelgröße hat keinen Einfluss auf die Bewegung nach dem Stoß. Erst zur Ermittlung der Stoßereignisse ist die Größe der betrachteten Grundobjekte von entscheidender Bedeutung. Sie bestimmt über die Anzahldichte die sich ergebende Stoßfrequenz. Hohe Geschwindigkeiten und niedrige Teilchenzahldichte können die gleiche Stoßhäufigkeit verursachen, wie niedrige Geschwindigkeiten mit hoher Dichte. Weil aber Objektorte und konkrete Geschwindigkeiten wegen ihrer großen Anzahl unbekannt sind, muss notgedrungen eine Wahrscheinlichkeitsbetrachtung durchgeführt werden. Der [Zufall](#) kommt in die Theorie. Dafür sind [Wahrscheinlichkeitsverteilungen](#) erforderlich. Aus der Erfahrung mit der [kinetischen Gastheorie \(ideales Gas\)](#) kann man versuchsweise eine [Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung](#) oder eine [Normalverteilung](#) verwenden. Anstelle des einen Parameters für den Geschwindigkeitsbetrag werden nun zwei Parameter für die Durchschnittsgeschwindigkeit und die Streuung verwendet, die jeweils Funktionen der vergangenen Ereignisse sein müssen. Das Gleiche gilt auch für die (möglicherweise als gerichtet zu betrachtende, also bei bestimmten Fragestellungen nicht mehr skalare) [Teilchenzahldichte](#) und die auftretenden Winkel. Für alle gibt es Zufallseinflüsse aus der Vergangenheit und die Zahl der nötigen Parameter erhöht sich abhängig von der jeweiligen Fragestellung. Bei den molekularen Stößen auf Probeteilchen der [Brownschen Bewegung](#) werden die Teilchendurchmesser berücksichtigt. Untersuchungen durch Simulationen vieler Teilchenstöße, z.B. mit [Wiener Prozessen](#), sind Gegenstand aktueller Forschung.

Vielfach beschreiben die Theorien der Standardphysik das Naturgeschehen, ausgehend von den kleinsten bekannten Materieportionen, also Elementarteilchen, durch Darstellungen der [Poincaré-Gruppe](#). Je nach Interessenschwerpunkt werden dabei mehr oder weniger freie Parameter verwendet und zur Ordnung des Ganzen bieten sich beispielsweise Matrix-Darstellungen (Definition [\[H 90\]](#) S. 140) der den Symmetrien zugrunde liegenden [Lie-Gruppen](#) an. Für alle daraus konstruierten [Feldtheorien](#), die in der Standardphysik verwendet werden, sind [Bewegungsgleichungen](#) erforderlich. Diese verwenden den [Lagrange-Formalismus](#), der dann in den derzeit favorisierten [Eichtheorien](#) benötigt wird. Hier soll als Erweiterung des dabei verwendeten Begriffs von [Potenzialen](#), welcher auf der Beschreibung durch [Differenziale](#) beruht, ein grundlegender, einfacher zu begründender, anschaulicher Vorgang, nämlich der **Geschwindigkeitstausch**, verwendet werden.

Zuerst werden dafür die nötigen Axiome und Definitionen angegeben, um dann zu zeigen, wie die bekannten physikalischen Gesetze in einer damit entwickelbaren Theorie verankert werden können. Alternative Betrachtungen innerhalb des Standardmodells und der ART, wie die "[de-Broglie-Bohmsche Mechanik](#)" oder die "[Konsistente-Experimente-Interpretation](#)" weisen auch auf etwas Kleineres hin, sprechen das aber nicht direkt aus. Vor allem erscheint eine spontane Geschwindigkeitsänderung in Physikerkreisen bisher wenig akzeptabel. Hier wird deshalb bewusst der Versuch unternommen, einmal auszuprobieren, was in einem einfachen HKG, entgegen aller als "sicher" geltenden Überzeugung, an Systembildungen möglich erscheint.

1.3 Formale Ansätze zur Entwicklung des HKM´s

Axiome

Ausgangspunkt für die folgenden Überlegungen, welche die bewährten physikalischen Theorien des Standardmodells und der Allgemeinen Relativitätstheorie nicht in Zweifel stellen, ja diese sogar umfassen sollen, sind einige, möglicherweise trivial erscheinende Axiome und daraus folgende Sätze:

Axiom 1: Alles mit unseren Sinnen reproduzierbar Wahrnehmbare existiert.

Axiom 2: Zulässig (wahr) sind Beschreibungen, die **A1** erfüllen.

Modelle sind vor allem dann erfolgreich, wenn sie Axiom 2 anwenden.

Beispielsweise ist das in der Standardphysik (Standardmodell ergänzt durch die ART, was hier immer angenommen wird, wenn von Standardphysik die Rede ist) der Fall. Im Verhältnis zu den vielfältigen sehr genauen Vorhersagen von Versuchsergebnissen sind die offenen Probleme klein. Diese können aber nicht verleugnet werden, was mit zur Suche nach deren Lösung, auch durch eine Erweiterung um bisher unbeobachtbare hypothetische Objekte beiträgt. Die "[Bohmsche Mechanik](#)" beispielsweise führt ein Führungsfeld mit verborgenen Variablen ein, die im Gegensatz zur üblichen Vorgehensweise ein Geschwindigkeitsfeld und kein Beschleunigungsfeld beschreiben. Sie kann damit einige Verständnisprobleme durch eine gewisse Anschauung lösen, wird aber gerade wegen der Nichterfüllung des Axioms 2 nicht allgemein anerkannt. In neueren [Äthertheorien](#) geht man auch von einer atomistischen Struktur aus (vgl. z.B. [Schmelzer, Allgemeine Ether Theorie](#)), es fehlt jedoch wie bei den String- oder [Quantengravitationstheorien](#) (vgl. z.B. [Carlo Rovelli, Quantum Gravity](#)) die wünschenswerte Erklärung bzw. Verringerung von ins Modell zu steckenden Naturkonstanten (c , \hbar , γ , a oder *Teilchenmassen*). Wichtig erscheint deshalb auch noch folgendes

Axiom 3: Von allen möglichen Beschreibungen ist die einfachste die beste (Ockhams Rasiermesser).

Was als einfach angesehen wird, unterliegt aber einem zeitlichen Wandel. Früher gab es keine elektronischen Rechenhilfen, da waren analytische Methoden mit zum Teil komplizierten mathematischen Ausdrücken einfacher, als heutige massenweise Mittelwertbildungen, die zum gleichen Resultat führen, aber einfacher logisch nach zu vollziehen sind.

Es wird hier, nur als Beispiel für eine mögliche Beschreibung, ein Axiomensystem wie in "[Ensembles](#)" vorausgesetzt, das zur "[Konsistente-Experimente-Interpretation](#)" in der [Physik-FAQ](#) von Arnold Neumaier führt. Zusammengefasst und stark vereinfacht lautet das nur:

Axiom 4: Es existiert eine Menge **E** von Mengen, welche als **Ensembles** bezeichnet werden, die eine Beschreibung der uns umgebenden Realität ermöglichen.

Formal werden im Wesentlichen drei mathematische Objekte zu deren Beschreibung im Rahmen des Standardmodells festgelegt:

- „1. eine fixe Algebra **E** von Operatoren auf einem dichten Teilraum eines universellen Hilbertraums,
2. ein selbstadjungierter universeller Hamiltonoperator **H** aus dieser Algebra,
3. ein normaler Zustand **p** auf dieser Algebra.

Für das reale Universum ist die Algebra **E** der Größen von den Feldern des Standardmodells zusammen mit der Raumzeitmetrik erzeugt, und der Hamiltonoperator der aus der zugehörigen Wirkung kanonisch hergeleitet. Der Zustand des Universums ist hingegen weitgehend unbekannt, da eine Kenntnis desselben im Rahmen der Konsistente-Experimente-Interpretation die Kenntnis aller Werte sämtlicher Felder und Korrelationsfunktionen beliebiger Ordnung an allen Orten und zu jeder Zeit impliziert. Dagegen sind die Zustände vieler Teilsysteme einigermaßen bekannt, insbesondere derer, mit denen Physiker experimentieren" ([S22. Ein Modelluniversum](#)).

Die grundlegende Annahme der Konsistente-Experimente-Interpretation ist nun die, dass die objektiven Aspekte des Universums durch ein **Ensemble** (statistische Gesamtheit) in einem abstrakten Sinn gegeben sind und alles Messbare durch Erwartungswerte in diesem Universalensemble oder Funktionen von solchen Erwartungswerten (S13. Motivation für die Konsistente-Experimente-Interpretation). Die Bezeichnung **E** deutet auf den Begriff des Ensembles hin.

Zur Erfüllung von **A1** werden physikalische Theorien so formuliert, dass sie Naturgesetze mit ihren fundamentalen Naturkonstanten als weitere Axiome enthalten. Die wichtigsten dieser Theorien werden als Standardmodell zusammengefasst. Alle anderen Naturgesetze können daraus abgeleitet werden. Der Beweis dieser Aussage ist Gegenstand der heutigen (Standard-) Physik. Hier soll eine Erweiterung außerhalb der Standardphysik untersucht werden, die sich allerdings der bewährten Methoden bedient. Historisch bedeutend und besonders erwähnenswert erscheinen die in der statistischen Mechanik gewonnenen Beschreibungsmöglichkeiten durch Poisson-Klammern, welche in der Quantenmechanik zu Kommutatoren bzw. Antikommutatoren führen. Von aller möglichen und üblichen Symbolik wird hier allerdings nur das benötigt, was für die angestrebte Erweiterung der Standardphysik, also nähere Untersuchungen des HKG, erforderlich ist. Dazu gehört auch etwas, was durch das Symbol ψ beschrieben werden soll, das stellvertretend für die Beschreibung freier Dirac-Spinoren oder anderer Objekte auf der niedrigsten Stufe der bisher rätselhaften kleinsten Materiekonstituenten (Elementarteilchen) stehen soll. Dieses Etwas soll in die viel kleineren Objekte, als harte Kugeln umschrieben, aufgelöst werden.

So wie Zusammenfassungen durch Mittelwert- bzw. Ensemblebildung in der Physik größere Systeme beschreiben und Messungen zugänglich machen, können zur Erklärung von Objekten des Standardmodells kleinere Objekte außerhalb dessen angenommen und möglicherweise aus den bekannten Strukturen generiert werden, was zu zeigen ist. Deshalb erfolgt hier als Arbeitshypothese ein vorübergehender Schnitt zur traditionellen Physik.

Die Motivation aus **1.1** führt zu folgendem:

Axiom 5 (Grundmengenaxiom): Es existiert einzig und allein eine Menge Ω unendlich vieler, sich im dreidimensionalen Raum bewegender fester Objekte, die hier als gleich große harte Kugeln angenommen werden. Diese durchdringen den leeren Raum gleichförmig geradlinig. Eine Annäherung an eine andere Kugel erfolgt bis zum Zusammenstoß (Berührung), bei dem nur die Geschwindigkeitskomponenten in Richtung der Stoßachse (Berührungsnormale) ausgetauscht werden.

Zur Beschreibung bieten sich, außerhalb der angenommenen tatsächlichen Existenz, verschiedene mathematische Methoden und Begriffe an. Elementar ist beispielsweise eine Zuordnung von Geschwindigkeitsvektoren zu den Kugelmittelpunkten. Damit erhalten wir 3 N Größen in der vierdimensionalen Raumzeit, die wir irgendwie mathematisch beherrschen müssen, um Vorhersagen für die Entwicklung von Strukturen in dieser Menge machen zu können. Besonders geeignet sind die mathematischen Methoden der statistischen Mechanik bzw. der kinetischen Gastheorie für ein einfaches Gas harter Kugeln, die durch **A 4** voll und ohne Einschränkung zur Verfügung gestellt werden. Nachgewiesen werden soll weiter unten allerdings darüber hinaus die Verfügbarkeit einer Operation für die Beschreibung des spontanen Geschwindigkeitsübertrags durch Tausch von Geschwindigkeitskomponenten (Transposition). Bisher wird dafür meist ein Potenzial verwendet, das weitere Fragen nach seiner Ursache aufwirft. Diese Operation ergänzt und erklärt demnach den wichtigsten Bestandteil des Hamiltonoperators aus Axiom 4, also die Entstehung einer Bewegungsänderung.

Aus Axiom 5 folgt direkt die wichtigste Forderung dieses zu entwickelnden Modells:

Alle physikalischen Systembildungen, Symmetrien, Wechselwirkungen,... und damit alle Naturgesetze sind auf die Selbstwechselwirkungen, also Stöße, zurückzuführen. Bei diesen bleiben Energie und Impuls erhalten. Geeignete Beschreibungen sind davon unabhängig und die Grundeigenschaften des HKG können dabei weniger offensichtlich sein.

Der Beweis dieses **Satzes zur Selbstorganisation** ist sicher sehr aufwändig und kann hier nicht erfolgen, weil das eine zu umfangreiche Aufgabe wäre.

Beweisidee für den Nachweis der Beschreibbarkeit aller physikalischen Systembildungen des Standardmodells ist, dass diese durch Mittelwert- bzw. Ensemblebildung, wie schon oben erwähnt, den Objekten unserer Umgebung zugeordnet werden können. Ohne Zweifel muss es demnach auch eine umgekehrte Zuordnungsmöglichkeit geben. Das ist nicht durch eine einfache eindeutige Abbildung möglich, aber jedem Objekt unserer täglichen Umgebung können wir zumindest gedanklich die Bestandteile, also Moleküle bzw. Atome zuordnen. Mathematisch sind für die Generierung von Teilchenorten Zufallsgeneratoren denkbar. Auf gleiche Art muss es nun möglich sein, auch den derzeit kleinsten Strukturen des Standardmodells mit Zufallsgeneratoren noch kleinere Bestandteile, also die kleinen Kugeln oder „echten“ Atome zuzuordnen. Wichtige Voraussetzung für einen Erfolg ist dabei die Kenntnis von deren Größe, Durchschnittsgeschwindigkeit und Anzahldichte in unserer Umgebung.

Als Alternative des Beweises sollen weiter unten einige Symmetrien im HKG und die grundsätzliche Gültigkeit der wichtigsten Naturgesetze bei diesen einfachen Stößen gezeigt

werden. Das natürliche Zustandekommen einiger Naturkonstanten soll ebenso gezeigt werden, wie eine modellhafte Erklärung für das Phänomen von Anziehungs- bzw. Abstoßungseffekten im einfachen Gas harter Kugeln.

Statt des Beweises wird hier versucht, die Existenz einer schwächeren Form des obigen Satzes zu zeigen:

In der durch **A 5** definierten Menge können Strukturen existieren, die über längere Zeit stabil bleiben.

Auch dieser Satz widerspricht auf den ersten Blick dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, deren Methoden ja gewöhnlich zur Beschreibung von Vorgängen in Gasen verwendet werden. Einen Hinweis auf stabile Strukturen geben allerdings Schallwellen, welche auch in einem einfachen Gas harter Kugeln vorkommen können. Deren Zerfließen und das Fehlen von Polarisation zerstören allerdings die denkbare Analogie zu Lichtquanten oder Elementarteilchen.

Im allgemeinen Fall müssten nun für sehr viele Objekte zu einem Zeitpunkt (Zeit muss natürlich näher definiert werden) Orte und die augenblickliche Geschwindigkeit bekannt sein. Mit solchen rein deterministischen Größen lässt sich dann prinzipiell die weitere Entwicklung des betrachteten HKG's ermitteln. Was ist dafür erforderlich?

Definitionen zur Beschreibung des HKG's

Zunächst wird ein Beispiel etwas näher betrachtet, um Stöße im HKG zu beschreiben. Dazu wird ein Koordinatensystem verwendet, das mit \vec{u} in x-Richtung sowie seiner z-Richtung in der Ebene von \vec{u} und \vec{v} , Richtung $-\vec{v}$ liegt. Zur Vereinfachung wird gemäß Abbildung 2 ein Stoßbereich mit doppeltem Durchmesser definiert, so dass in vielen Untersuchungen alle anderen Teilchen als punktförmig angenommen werden können:

d Durchmesser der stoßenden Kugeln

L (durchschnittliche) freie Weglänge bis zum nächsten Stoß

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

\vec{u} Geschwindigkeit des im Ursprung startenden Teilchens

\vec{v} Geschwindigkeit des Stoßpartners

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

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

ϕ Herkunftswinkel der Relativgeschwindigkeit = Kollisionswinkel

Θ Drehwinkel der Relativgeschwindigkeit bzw. des Flugwinkels um \vec{u} ,

verschwindet bei sinnvoller Drehung der z-Achse in Ebene mit \vec{v}

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

θ Drehwinkel der Stoßachse orthogonal um Relativgeschwindigkeit

t Parameter der kontinuierlichen Zeit.

Als Vereinbarung soll darüber hinaus gelten, dass sich die Werte der obigen Winkel und Vektoren, wenn sie in Verbindung mit dem Index der Teilchennummerierung vorkommen, im Bedarfsfall auf ein festes Koordinatensystem (Laborsystem) beziehen und deshalb in dessen Werte umgerechnet werden müssen.

Im betrachteten harte Kugeln Gas (HKG) soll zumindest anfangs davon ausgegangen werden, dass alle N Ausgangsorte homogen im dreidimensionalen Raum, also gleich verteilt, vorkommen. Alle Flugrichtungen seien wegen der Isotropie ebenfalls gleich wahrscheinlich. Parallele Flugbahnen mit durchschnittlich gleichen Abständen voneinander sind ebenfalls zulässig (rot). Bewegte Kugeln mit festem Durchmesser d müssen zwangsweise irgendwann

zu Stößen führen. Zum Zeitpunkt des gegenseitigen Berührens bildet die Relativgeschwindigkeit (dick rot) die z-Richtung eines Koordinatensystems. Relativ zu dieser ist die Stoßachse (Berührungsnormale) auf der Kugel mit dem Durchmesser $2d$ durch den Stoßachsenwinkel ϕ und den frei wählbaren Winkel θ definiert.

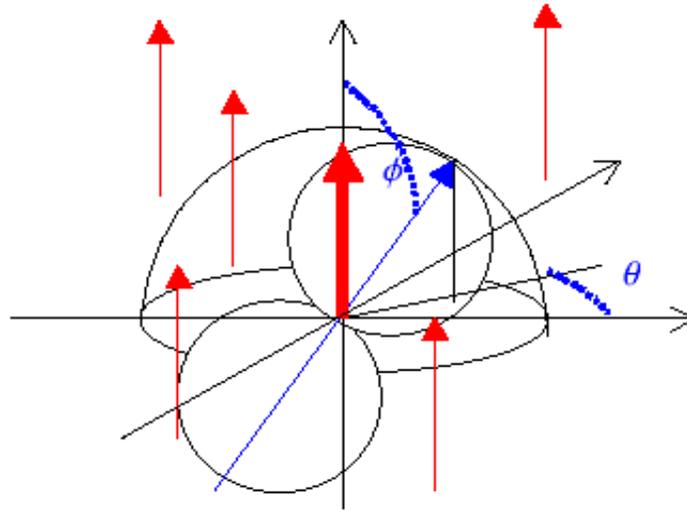


Abbildung 1: Stoßachsenwinkel

Bei Zusammenstößen ist darüber hinaus interessant, auf welche Art der Relativgeschwindigkeitsvektor \vec{w} gebildet wurde. Die ursprünglichen beiden Vektoren \vec{v} und \vec{u} können einen Winkel zueinander bilden. Dieser ist von der Bewegung des gewählten Koordinatensystems abhängig. Einer der beiden Stoßpartner (hier \vec{u}) kann deshalb mit seiner Bewegung in x-Richtung gelegt werden. Bei der Bildung der Relativgeschwindigkeit bleibt diese Richtung im Laborsystem erhalten. Der Flugwinkel β (zwischen \vec{v} und \vec{u}) gilt wie der Winkel Φ der Relativgeschwindigkeit \vec{w} im [System](#) der mit u (Geschwindigkeitsbetrag) bewegten Kugel.

Nach Abbildung 2 wird deutlich, dass es zu einem Stoß nur kommen kann, wenn der Relativgeschwindigkeitsvektor \vec{w} in Richtung der Kugel mit dem Radius $2d$ zeigt, welche mit einem gedachten ruhenden Stoßpartner gebildet und wobei die bewegte Kugel als Punkt beschrieben wird. Darüber hinaus wird von vornherein für das zu betrachtende Modell festgelegt:

Definition: Masse ist ein Maß für die beteiligte Anzahl der Kugeln. Das entspricht der Newtonschen Betrachtungsweise von Masse als Materiemenge. Den einzelnen Kugeln wird demnach eine Einheitsmasse zugeordnet.

Mit den bis hierher eingeführten Größen müssen demnach im zu entwickelnden Modell alle zur Beschreibung der beobachtbaren Phänomene verwendeten Größen abgeleitet werden können. Darüber hinaus sollten sich die Erhaltungssätze ableiten lassen sowie wichtige Grundkonstanten wie das Plancksche Wirkungsquantum und die konstante Lichtgeschwindigkeit. Für die weiteren ins Standardmodell der Elementarteilchen eingehenden Konstanten soll ein Ansatz zu deren Erklärung gesucht werden.

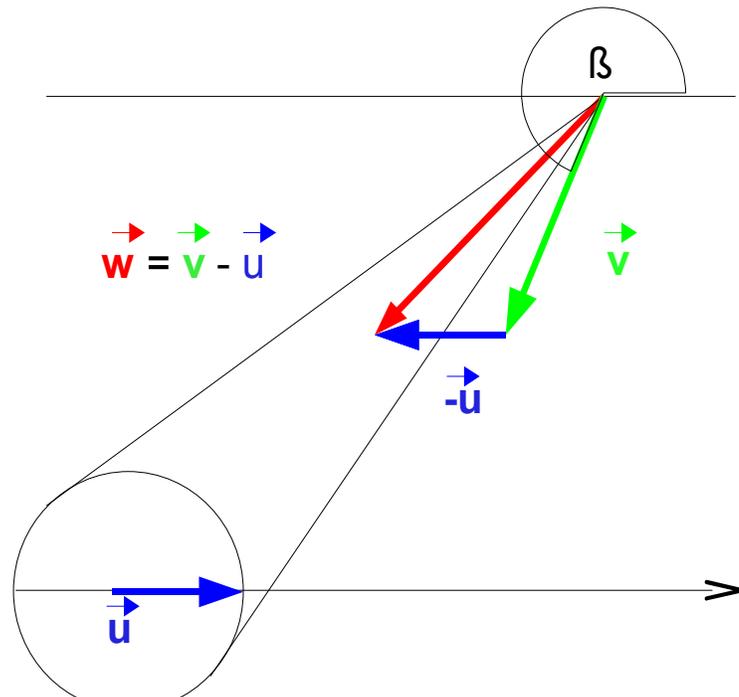


Abbildung 2: Stoßkegel

1.4 Elementare Bewegungsgleichungen ohne Potenzial

Einzigste Änderung gegenüber der Standardphysik ist in diesem Modell die Einführung der elementaren Wechselwirkung beim Stoß durch einfachen Geschwindigkeitsübertrag auf den Stoßpartner in Richtung der Berührungsnormale. Zur mathematischen Beschreibung ergeben sich folgende, hier zuerst ausführlich hergeleitete Bewegungsgleichungen für das ortslose HKG.

Stoßtransformationen

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

Für die Stoßachsenermittlung ist zuerst die Relativgeschwindigkeit erforderlich:

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

Die Richtung der Relativgeschwindigkeit wird mit der [Kugelkoordinaten-Transformation](#) ermittelt, für welche hier die in Mathcad eingebaute Funktion verwendet wird:

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

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

Diese Funktionen entsprechen den ausführlichen Transformationen gemäß dem Artikel über Kugelkoordinaten in Wikipedia. Dabei nimmt Φ Werte von 0 bis 2π an und Θ Werte von 0 bis π an.

Die Stoßachsenwinkel ergeben sich i.A. zufallsabhängig. Der Winkel ϕ_s kann Werte bis $\pi/2$ annehmen und θ_s Werte von 0 bis π , wobei gleich wahrscheinliche parallele Bahnen zur Richtung der Relativgeschwindigkeit angenommen werden. Das ist auf gleich wahrscheinliche parallele Bahnen bei den Stoßpartnern zurückzuführen ([siehe unten](#)). Damit ergibt sich in kartesischen Koordinaten der Stoßachsenvektor:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

und die dazu orthogonalen Geschwindigkeitskomponenten:

$$\mathbf{u}_0 \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) = \vec{u} - \mathbf{u}_p \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) \quad (10)$$

$$\mathbf{v}_0 \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) = \vec{v} - \mathbf{v}_p \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) \quad (11)$$

und somit ergeben sich die Geschwindigkeiten nach dem Stoß:

$$\mathbf{u}_s \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) = \mathbf{v}_p \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) + \mathbf{u}_0 \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) \quad (12)$$

$$\mathbf{v}_s \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) = \mathbf{u}_p \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) + \mathbf{v}_0 \left(\begin{matrix} \vec{u} \\ \vec{v} \\ \theta_s \\ \phi_s \end{matrix} \right) \quad (13)$$

(12) und (13) sind die Stoßtransformationen für dreidimensionale Geschwindigkeitsvektoren. Es sind jeweils Funktionen von acht Parametern, also je drei Geschwindigkeitskomponenten in kartesischen Koordinaten und zwei Winkeln für die sich zufällig ergebende Stoßachse. Die Ergebnisse hängen jeweils von vorher (weiter oben) definierten Funktionen ab, die alle ineinander eingesetzte dreidimensionale Geschwindigkeitsvektoren sind. [Trajektorien](#) (Bahngleichungen), also die Lösungen der [Bewegungsgleichungen](#) der bewegten Objekte, ergeben sich daraus durch Multiplikation mit der Zeit.

Differenzierbarkeit

Durch einfaches Einsetzen von Werten in die Stoßtransformationen erkennt man, dass die Geschwindigkeiten sich bei einem Stoß im allgemeinen abrupt in Richtung und Betrag ändern. Der Graph hat also einen Knick. In diesem Punkt ist die Geschwindigkeitsfunktion demnach auch nicht ableitbar. Schon hier kommen wir zu einem Widerspruch zur bewährten Beschreibung von Bewegungsabläufen nach Newton durch differenzierbare Funktionen. Daraus folgt gleich die Sorge, die neu eingeführten spontanen Bewegungsänderungen wieder verwerfen zu müssen, um den bewährten Newtonschen Apparat zu erhalten. Paradox erscheint vor allem, dass mit den Stoßtransformationen schwerer die kleinen infinitesimalen vielfach beobachtbaren Geschwindigkeitsänderungen erklärbar sind, als abrupt große Geschwindigkeitsbetragsprünge.

Bei tatsächlich beobachteten Phänomenen, wie dem einfachen Stoß zweier gleich großer und gleich schwerer Billardkugeln ergibt sich bereits das Problem der korrekten mathematischen Beschreibung. Ein Weg ist die Verwendung eines unendlich starken Potentials, oder z.B. eines sehr starken Lennard-Jones-Potentials $V(r) = a r^{-12} - b r^{-6}$. Im ersten Fall kommt das Ergebnis korrekt heraus, die Geschwindigkeitsfunktion ist aber am Wechselwirkungspunkt nicht differenzierbar. Im zweiten Fall ist die Funktion differenzierbar und der Fehler gering, die Kugeln können aber nicht als Punkte betrachtet werden, weil sonst trotzdem das Potenzial über alle Grenzen wachsen würde.

Eine Aufgabe der Forderung nach Differenzierbarkeit im ganz Kleinen erfordert zu deren Ersatz bei allen beobachtbaren Phänomenen die Anwendung einer [Mittelwertbildung](#), wie sie so oft um uns herum erfolgt. Als Beispiel für alle notwendigen mathematischen Funktionen, betrachten wir einfach die bildliche Darstellung eines [Gradientenfeldes](#). Die Ableitung in jedem Punkt wird durch einen kleinen Pfeil dargestellt. Diesem entspricht im zu entwickelnden Modell die Bewegung von immer noch vielen sehr kleinen Objekten. Jeder einzelne Pfeil kann durch die Mittelwertbildung aus vielen Objektbewegungen und den dabei stattfindenden Stößen entstehen. Selbst der scheinbar so kontinuierliche Graph einer Kreisbewegung auf einem Computerbildschirm wird bei genauer Betrachtung mit einer Lupe etwas Diskontinuierliches. Wir haben uns aber daran gewöhnt und nehmen die für unser Auge nicht wahrnehmbaren Fehler in Kauf.

Für die Beschreibung aller Naturphänomene können deshalb beliebig oft differenzierbare Funktionen wie gewohnt verwendet werden. Im ganz Kleinen muss nach diesem Modell hinter jeder überall differenzierbaren Funktion etwas noch Kleineres verborgen sein. Zugehörige Theorien für alles Größere sind demnach effektive Theorien. Erst an der Grenze der unteilbaren Objekte, die [Demokrit Atome](#) nannte, geht die Differenzierbarkeit verloren. Es handelt sich dabei aber hier nicht um die heute als [Atome](#) bezeichneten Objekte, weil diese ja sehr wohl weiter teilbar sind. Wie schon erwähnt, beschäftigen sich unter anderem auch die „[Mean field theory](#)“ (Mittelfeldtheorie, im deutschen Sprachraum [Molekularfeldtheorie](#)) und etwas auch die [Stochastische Dynamik](#) mit einem möglichen Zugang zur [Quantenphysik](#) über Mittelwerte.

Bewegungsgleichungen

Grundlage für den Formalismus aller [Feldtheorien](#) zur Beschreibung der [Dynamik](#) kleiner quantenmechanischer [Systeme](#) ([Elementarteilchen](#)) sind die [Lagrangedichten](#). Die rückwärtige historische Verfolgung der Entwicklung dieses Formalismus führt beispielsweise über den [Lagrange-Formalismus](#), die [Lagrangefunktion](#), zum [D'Alembertschen Prinzip](#), in das die Differenzen aus kinetischer und potenzieller Energie so eingehen, dass bei der Variation die [Summe](#) der verrichteten Arbeit verschwindet. Die einzelnen Differenzen aus Teilchenbeschleunigung und auf das betrachtete Teilchen wirkender Kraft brauchen nicht zu verschwinden. Unbeantwortet blieb aber schon in der klassischen Mechanik die Ursache der einzelnen Teilchenbeschleunigungen.

Etwas moderner und mit einem **Computer Algebra System** nachvollziehbar (z.B. [M. Komma, Moderne Physik mit Maple](#), 4.1.2) ist eine ähnliche Überlegung mit virtuellen Bahnen stückweise gleichförmiger Bewegungen, welche zur Feynmanschen [Pfadintegralmethode](#) führt. Aber auch die [Propagatoren](#) der [Quantenfeldtheorien](#) benötigen im Endeffekt Erklärungen der in sie eingehenden elementaren [Bewegungsgleichungen](#) der Form:

$$m \cdot \frac{d^2 \vec{r}(t)}{dt^2} = \sum_i \vec{F}_i(\vec{r}, t) \quad (14)$$

In diesen Gleichungen werden zur Beschreibung von Bewegungsänderungen, zweite Ableitungen benötigt. Auch alle [Potenziale](#), welche ja die Beschleunigungen hervorrufen, verwenden dazu zweite Ableitungen von Ortsfunktionen nach der Zeit. Erklären können diese aber die dahinter stehenden Vorgänge im ganz Kleinen nicht. Im Gegenteil gibt es sogar Probleme bei der Vorstellung des Anwachsens von Kräften über alle Grenzen, wenn man sehr kleine Abstände betrachtet, wie bei der Beschreibung von punktförmigen Teilchen vorkommen.

Im hier zu entwickelnden Modell können nun an den Stellen von Wechselwirkungen, also Orten wo sich zu bestimmten Zeiten Geschwindigkeiten von Objekten ändern, überhaupt keine Ableitungen angegeben werden. Die [Trajektorien](#) weisen dort Knicke auf und die Lage der Tangenten wird unbestimmt. Wie sollen nun aber die Gleichungen (12) und (13) die üblichen Bewegungsgleichungen, wie (14) ersetzen? Die Antwort ist eigentlich schon in den vielen Theorien, welche mit Durchschnitten arbeiten, also [effektiven Theorien](#), vorhanden. Es geht demnach nur um die Akzeptanz instantaner Geschwindigkeitsänderungen und der Existenz von etwas Kleinerem als den Elementarteilchen des Standardmodells. Daraus folgt dann, dass jedes Objekt, das sich auf einer gekrümmten Trajektorie bewegt, aus kleineren Objekten bestehen muss, deren Schwerpunktbewegung gerade durch die Bahn beschrieben wird. Unerheblich ist dabei, welches der beiden am Knick zusammenstoßenden Objekte nach dem Stoß als zum System gehörend betrachtet wird. Die Ungenauigkeit dieser Bahn von

Elementarteilchen, welche durch die [Unschärferelation](#) beschrieben wird, braucht dann nur eine entsprechende Interpretation als etwas wirklich Existentes. Formale Hilfsmittel dazu liefert die [Ensemble-Interpretation](#). Allerdings wird der Ensemble-Begriff bereits auf die kleinsten im Standardmodell betrachteten Objekte, also Elementarteilchen, angewendet und weil diese sich ja bekanntlich auf krummen Bahnen bewegen können, wie beispielsweise Elektronen in einem Magnetfeld, muss dieser Ensemble-Begriff auf die kleineren Objekte des HKM's verallgemeinert werden. Alle zur Beschreibung von Elementarteilchen benötigten Felder sollten deshalb aus den kleineren Objekten konstruiert werden können und bieten somit eine Erklärungsmöglichkeit der Bewegungsgleichungen mit Hilfe kleinerer bisher verborgener Objekte.

Betrachten wir als Beispiel die klassische [Wellengleichung](#):
In einer Dimension wird diese

$$u(x, t) = A \sin(kx \pm \omega t + \phi) \quad \text{bzw.} \quad u(x, t) = A e^{i(kx \pm \omega t)} \quad (15)$$

in komplexer Darstellung und allgemein (vierdimensional)

$$\left(\Delta - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) u = 0 \quad (16)$$

Dabei ist c die Ausbreitungsgeschwindigkeit und Δ der [Laplaceoperator](#). Für eine Funktion $\varphi(x, y)$ von zwei Variablen ergibt sich in [kartesischen Koordinaten](#) mit $\varphi(x, y)$ beispielsweise

$$\Delta \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \quad (17)$$

Die Wellengleichung beschreibt demnach, wenn wir sie an einem bestimmten Raumzeit-Punkt betrachten, gerade die gekoppelte Änderung zweier Eigenschaften, welche wie die Bewegungsgleichungen (14) zweite Ableitungen nach der Zeit verwenden. Bei genauer Betrachtung lässt sich feststellen, dass beispielsweise bei der Beschreibung einer Schallwelle sich *Druck bzw. Anzahldichte und Schnelle bzw. Geschwindigkeit in gegenseitiger Abhängigkeit* ändern, bei elektromagnetischen Wellen dagegen elektrische und magnetische Feldstärken. Für solche Phänomene bietet sich nun als tiefer greifende Erklärung die bei Stößen vorkommende Vergrößerung der Geschwindigkeit des einen und Verkleinerung der Geschwindigkeit des anderen Partners an. Verbunden mit Geschwindigkeitsänderungen sind in der gleichen Richtung wegen des langsameren oder schnelleren Entfernens von dem Stoßpunkt Dichteänderungen. Langsames Entfernen bedeutet Dichtezunahme und schnelles Entfernen Dichteabnahme. Die erwartete Stoßfrequenz bestimmt sich aber aus dem Produkt von Geschwindigkeitsbetrag und Teilchenzahldichte in der betrachteten Richtung.

Es ist also festzustellen, dass die übliche Beschreibung der Dynamik von klassischen mechanischen Systemen bis zu Objekten der Quantenfeldtheorie grundsätzlich auch mit den Stoßtransformationen erfolgen kann. Anfangswerte für die vielen kleinen Objekte die dann weiter betrachtet werden, lassen sich aber nur zufällig ermitteln.

Wahrscheinlichkeitsfelder

[Felder](#) beschreiben Eigenschaften an Punkten der [Raumzeit](#). Die [Metrik](#) der Raumzeit selbst wird auch als Feld aufgefasst. Dieser Gedanke ist beispielsweise zur Herleitung der ART nützlich. Alle möglichen in der Standardphysik verwendeten Feldtheorien beschreiben (meist

quantenmechanische) Objekte für die nur [Wahrscheinlichkeiten](#) angegeben werden können, das Objekt in einem Raumzeit Bereich anzutreffen.

Objektbewegungen spannen im hier zu entwickelnden HKM, unter Annahme von deren Unkenntnis an einem Raumzeitpunkt, gegenüber jedem anderen Objekt einen geometrisch beschreibbaren Raumbereich auf ([Abbildung 2](#)). Nur wenn die Relativgeschwindigkeit auf die betrachtete Probekugel zeigt, kann es zu einem Stoß kommen. Alle solchen Bereiche überlagern sich ([superponieren](#)). Daraus kann die Stoßfrequenz auf ein Probeteilchen aus den verschiedenen Raumrichtungen ermittelt werden. Eine erwartete Stoßfrequenz ergibt eine Stoßwahrscheinlichkeit. In deren Berechnung müssen Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Teilchenzahldichte und Geschwindigkeiten eingehen. Häufig wird davon ausgegangen, dass die Wahrscheinlichkeitsverteilungen, vor allem auch im Hinblick auf ihre Komponenten voneinander unabhängig sind. Damit lässt sich leichter rechnen. Im HKG, wo mögliche Strukturen untersucht werden sollen, sollte aber der Einfluss lokaler Abweichungen der Anzahl- und Geschwindigkeitsverteilungen von dem aus der kinetischen Gastheorie bekannten Standardwert ([Maxwell-Boltzmann-Verteilung](#)) nicht vernachlässigt werden. Daraus folgt, dass nach Stößen die Erwartungswerte in der Umgebung korrigiert werden sollten. Übrigens führt das auch zu der Idee, selbst die Teilchenzahldichte nicht mehr nur als Skalar zu betrachten. Viele Teilchen in der Nachbarschaft eines Probeteilchen, die aber in einer Scharbewegung nicht in dessen Richtung fliegen, haben für die Stoßfrequenz, auf das Teilchen zu, einen geringeren Einfluss, als wenn sie sich in dessen Richtung bewegen würden. So ist zu überlegen, die Teilchenzahldichte möglicherweise vektoriell und vielleicht auch komplex (Geschwindigkeit und Dichte gekoppelt) zu beschreiben, um diese Eigenschaften mit zu erfassen. Hier ist das allerdings noch nicht erforderlich.

In [Abbildung 3](#) ist kurz das Problem gezeigt. Bei 1 ist eine Änderung der Geschwindigkeiten gezeigt, die in die Wahrscheinlichkeit für einen Stoß des zweiten Teilchens eingehen könnte und bei 2 aber nicht berücksichtigt ist. Bei 3 ist eine Stoßkegelüberlagerung eingezeichnet, die im Hinblick auf die generelle Unsicherheit der Orte und Geschwindigkeiten eigentlich noch durch alle anderen Teilchen beeinflusst wird.

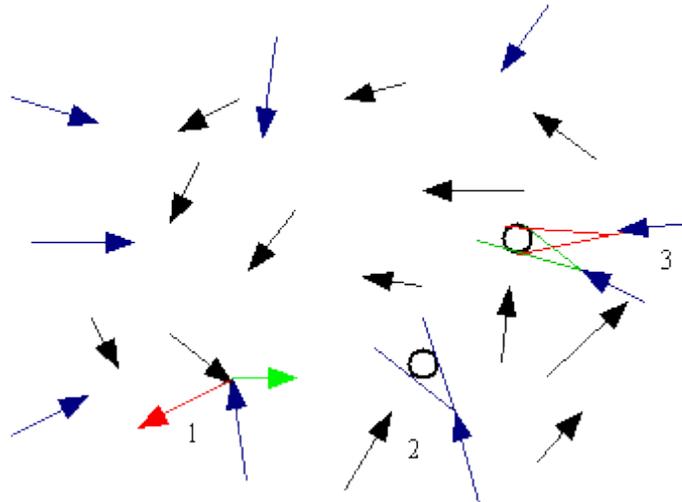


Abbildung 3: Stoßbereichsüberlagerung

Das Bild veranschaulicht übrigens auch die Wahrscheinlichkeitsveränderungen bei höheren Stufen der Systembildung, wie Elementarteilchen bis zu Sternen,... Die Berechnungen erfolgen dann beispielsweise mit den Methoden der [Eichtheorien](#). In den höheren Stufen können dafür systeminterne Eigenschaften im Sinne effektiver Theorien z.B. zu [Quantenzahlen](#) (diskrete Eigenschaften zur Beschreibung von Stabilität) oder neuen

Dimensionen zusammengefasst sein. Deshalb werden kompliziertere geometrische Gebilde erforderlich (Tensoren, Spinoren).

Der Versuch (Wheeler) zur Erweiterung der ART durch die Entwicklung einer [Geometrodynamik](#) führte nicht zum gewünschten Erfolg. Die eingeführten Geonen warfen andere Probleme auf und der Weg wurde kaum weiter verfolgt. Besser könnte die gedankliche Loslösung von eigenständigen „Teilchen“ in den höheren und komplizierteren Stufen der Beschreibung sein. Wenn alle Elementarteilchen nur auf die dynamische Struktur der elementaren Objekte zurück zu führen sind, werden deren Eigenschaften durch superponierte Wahrscheinlichkeiten erklärt. In Stoßversuchen benötigen die dort erzeugten oder beobachteten Elementarteilchen teilweise sehr hohe Energie, was möglicherweise ein gewisses dafür notwendiges Stabilitätskriterium darstellt. Als Ansatz zur Beschreibung könnte die [Quantengeometrie](#) verwendet werden. Die dynamische Beeinflussung von Stoßwahrscheinlichkeiten bringt aber gewaltige mathematische Probleme mit sich, die in Abbildung 3 nur angedeutet sind und sich auf alle größeren Systeme übertragen. Ein Lichtblick bzw. eine Hoffnung auf das tiefere Verständnis der Ursachen bietet das HKM. Alle wichtigen verwendbaren Felder sollten aus Mengen der betrachteten kleinsten Objekte erzeugbar werden. Dann erst wäre eine zugehörige Theorie fertig. Umgekehrt müssen dann aber auch alle Felder der Standardphysik so interpretiert werden können, dass die kleinsten Objekte als Bestandteile, mit einer nur den geometrisch erklärbaren Zufallsgesetzen unterliegenden Dynamik, daraus generierbar werden. Wegen der Gültigkeit der Zufallsgesetze gilt auch das [Gesetz der großen Zahlen](#). Die zu betrachtenden Systeme werden hauptsächlich durch die bei den Stößen vorkommenden Winkel beeinflusst. Kleine Unterschiede führen bei der Fortbewegung nach Stößen aber bereits nach kurzer Zeit zu großen Ortsunterschieden. Deshalb können in Systemen mit kleiner Anzahl beteiligter Kugeln kaum Asymmetrien erwartet werden, die nicht nach kurzer Zeit durch zufällige Stöße und damit zusammen hängende Fluktuationen zur Auflösung des Systems führen. Erst bei wirklich großer Anzahl der zu dem System gehörenden kleinsten Kugeln kann das Gesetz der großen Zahlen zu einem durchschnittlichen Ausgleich der Störungen führen.

Als Hilfsmittel zur Bestimmung der Parameter für infrage kommende, auch mehrdimensionale [Wahrscheinlichkeitsverteilungen](#) können [Simulationen](#), besonders [Monte-Carlo-Simulationen](#) oder beispielsweise ein [Molekular-Dynamik-Simulator](#) bzw. die [Sinai-Billard-Simulation](#) vieler Teilchenstöße dienen. Damit werden die [Erwartungswerte](#) und [Varianzen](#) zwar deterministisch erzeugt, können aber beispielsweise durch Randbedingungen (Wandstöße) zufällig beeinflusst werden. Die Zahl der untersuchten Stöße ist aber noch zu gering, um Aussagen über mögliche Struktur- bzw. [Clusterbildung](#) im HKG zu wagen.

Zufallsgeneratoren

Durch eine bisher weniger beachtete Art der Simulation eines HKG´s kann möglicherweise in Hinsicht auf mögliche Strukturbildungen mehr erreicht werden. Bekannte geometrische Objekte der Feldtheorien sollen als Erwartungswert-Felder der kleinsten im HKM betrachteten Objekte interpretiert werden. In einfachen Fällen sind die auftretenden zufälligen Größen voneinander unabhängig. Wenn beispielsweise annähernde makroskopische [Homogenität](#) des HKG vorausgesetzt wird, ist es unwichtig, in welche Richtung wir schauen, überall werden die gleichen Eigenschaften erwartet und das Medium ist deshalb auch [isotrop](#). Dann sind die zufällig zu ermittelnden [Flugwinkel](#) und der Geschwindigkeitsbetrag als unabhängig voneinander anzunehmen. In einem solchen Gas kann vereinfachend angenommen werden, dass parallele Flugbahnen gleich wahrscheinlich sind. Auch die [Stoßachsenwinkel](#) können dann als von anderen unabhängige zufällige Größen angesehen werden. Deren Wahrscheinlichkeitsverteilungen ergeben sich dabei geometrisch. Einfach ist die Verwendung von in Computer-Algebra-Systemen eingebauten Zufallsgeneratoren. Beispielsweise in Mathcad liegen solche für viele eindimensionale Wahrscheinlichkeitsverteilungen vor, aber nicht direkt für die Winkelwahrscheinlichkeiten.

Der Erzeugung beliebiger eindimensionaler Zufallszahlen gemäß einer bekannten Wahrscheinlichkeitsdichte liegt nun folgende Idee zugrunde:

Das Integral über den gesamten Definitionsbereich muss 1 ergeben. Gleichmäßig verteilte zufällige Zahlen zwischen Null und 1 kann man durch die Fkt. $\text{rnd}(1)$ erzeugen. Diesem Wert kann nun auch ein bestimmtes Integral von 0 bis x zugeordnet werden, was durch Gleichsetzen erfolgt. Nun wird die Gleichung nach der Variablen x aufgelöst und ergibt somit den gewünschten Zufallsgenerator.

Probiert werden soll dies zuerst für einen zu erzeugenden Stoßachsenwinkel im dreidimensionalen Raum, wo nach (15) aus "[B_stoss.pdf](#)" gilt:

$$p(x) := 2 \cdot \sin(x) \cdot \cos(x) \quad (18)$$

also

$$\int_0^a 2 \cdot \sin(x) \cdot \cos(x) dx = \sin(a)^2 \quad (19)$$

und (18) ist demnach Verteilungsfunktion, weil sie monoton bis $\pi/2$ wächst. Es gilt

$$\text{rnd}(1) = \sin(x)^2 \quad (20)$$

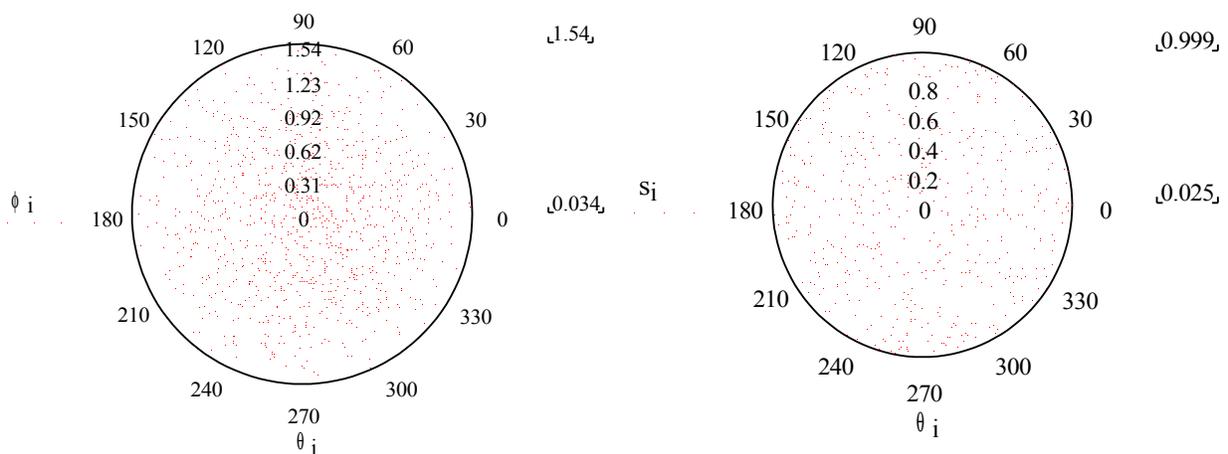
und damit wird der Zufallsgenerator:

$$x := \text{asin}(\sqrt{\text{rnd}(1)}) \quad (21)$$

Für den Drehwinkel der Stoßachse ergibt sich einfach:

$$\theta = \text{rnd}(2 \cdot \pi) \quad (22)$$

Mit 1000 zufällig erzeugten Punkten ergeben sich beispielsweise folgende Abbildungen:



Stoßachsenwinkelverteilung
Abbildung 4:

Flugbahnverteilung
Abbildung 5:

Zu sehen ist deutlich, dass im mittleren Bereich der Kugeloberfläche mehr Auftreffpunkte liegen, obwohl die Flugbahnen ganz gleichmäßig verteilt sind.

Interessant ist die Abhängigkeit der [Kollisionswinkel](#) ϕ von den Relativgeschwindigkeitsverteilungen, welche vorerst vereinfacht unabhängig von diesen als $N(0,1)$ verteilt, angenommen werden sollen. Die bedingte Wahrscheinlichkeitsdichte für das Auftreffen eines Punktes aus einem bestimmten Winkel auf die betrachtete Probekugel ergibt sich deshalb aus dem Produkt der beiden Wahrscheinlichkeitsdichten mit der verschobenen Verteilung der Relativgeschwindigkeit (vgl. [Brendel_stoss.pdf](#) Abbildung 1). Das drückt sich in den hier (aus Symmetriegründen vorerst) interessierenden zwei Dimensionen durch die vereinfachte Wahrscheinlichkeitsdichte:

$$w(u, \phi) := e^{-u^2} \cdot \left[\frac{2 \cdot (u \cdot \cos(\phi))^2 + 1}{4 \cdot \sqrt{\pi}} \cdot e^{(u \cdot \cos(\phi))^2} \cdot \operatorname{erfc}(u \cdot \cos(\phi)) - \frac{(u \cdot \cos(\phi))}{2 \cdot \pi} \right] \quad (23)$$

aus. Diese kann leicht grafisch dargestellt werden (Abbildung 6), wobei die Asymmetrie der Winkelwahrscheinlichkeiten erkennbar wird.

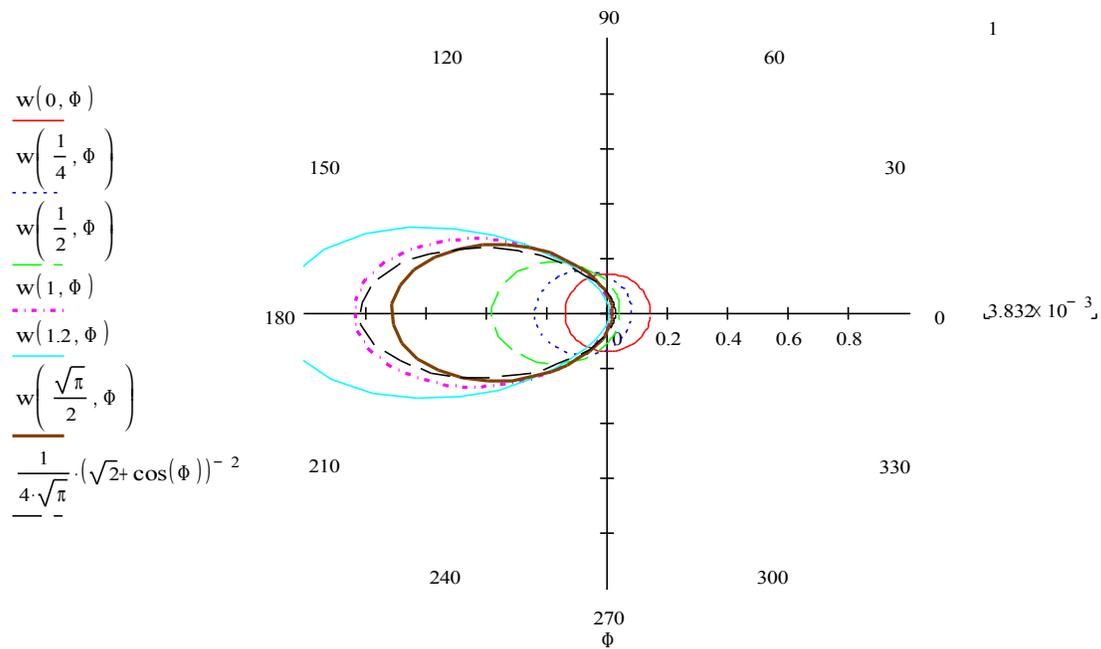


Abbildung 6: Asymmetrie der Herkunftswinkel-Wahrscheinlichkeit

Damit kann nun eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für den Winkel ϕ (vgl. Abbildung 7) hergeleitet werden:

$$F(\phi) := \frac{1}{1.253314} \cdot \int_0^{\phi} \frac{1}{4 \cdot \sqrt{\pi}} \cdot (\sqrt{2} + \cos(\phi))^{-2} d\phi \quad (24)$$

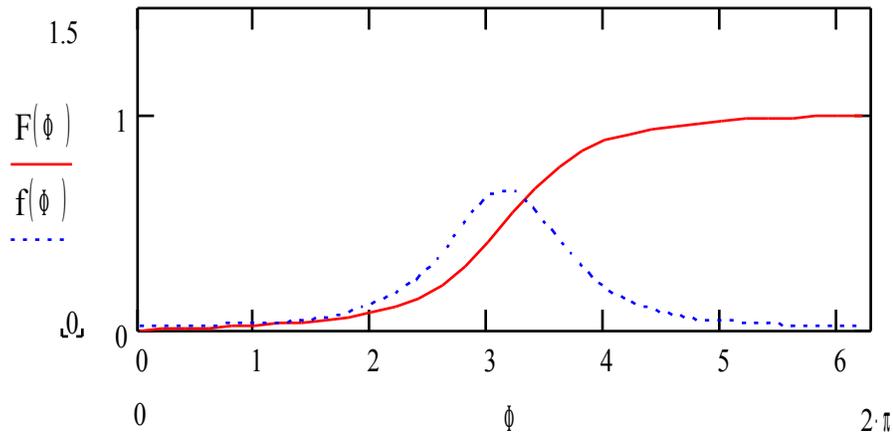


Abbildung 7: Wahrscheinlichkeitsverteilung und -dichte des Herkunftswinkels

Nach ϕ lassen sich diese und vorkommende kompliziertere Wahrscheinlichkeitsverteilungen schwer auflösen. **Zufallsgeneratoren** können jedoch mit Hilfe der Lösungsmöglichkeit für [implizite Funktionen](#) konstruiert werden:

$$FG(\phi, y) := \frac{1}{1.253314} \cdot \frac{1}{4 \cdot \sqrt{\pi}} \cdot \left[\int_0^{\phi} (\sqrt{2 + \cos(\phi)})^{-2} d\phi \right] - y \quad (25)$$

Diese lässt sich mit der im CAS eingebauten root-Funktion für beliebig viele zufällig mit `rnd(1)` erzeugte Funktionswerte y lösen. Hier wurden beispielsweise 10 Winkel zufällig erzeugt:

$$y_i := \text{rnd}(1) \quad \phi_{n_i} := \text{root}(FG(\phi, y_i), \phi)$$

$$\phi_n^T = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ \hline 0 & 3.453 & 3.114 & 2.692 & 5.681 & 2.527 & 3.54 & 4.974 & 4.088 & 3.032 & 2.747 \\ \hline \end{array} \quad (26)$$

Leider ist eine Simulation von vielen Teilchenstößen mit einem Zufallsgenerator für wichtige Eigenschaften des Gases zu den Zeitpunkten der Stöße sehr rechenaufwändig. Erhöht wird dieser Aufwand noch durch die ständige Notwendigkeit von Anpassungen der Parameter vorkommender Wahrscheinlichkeitsverteilungen durch Mittelwertbildungen. Am wichtigsten für die erstrebte Erweiterung der Standardphysik ist die sinnvolle Zuordnung von Eigenschaften des HKG zu den bewährten Beschreibungsmethoden mit Hilfe von Tensoren und Spinoren.

2. Standardphysik im Harte Kugeln Modell

2.1 Wichtige Phänomene der Standardphysik

Viele anfangs unerklärliche und häufig beobachtete Phänomene wurden in der Physikgeschichte erklärt, wie beispielsweise Donner und Blitz. Weniger häufig und schwer beobachtbare Phänomene, wie der Kugelblitz, harren noch auf ein klares Verständnis. Trotzdem zweifelt aber wohl kaum jemand an der Erklärungsmöglichkeit im Rahmen der Standardphysik. Die heutigen [Grenzen der physikalischen Erkenntnis](#) liegen vielfach nur in der Komplexität der mathematischen Beschreibungsmöglichkeiten. Die vielen teilweise unklaren einfließenden Parameter stehen einer exakten Beherrschung des Problems entgegen. Ein gutes Beispiel für ein solches Problem ist die Beschreibung und Berechnung von [Turbulenzen](#). Von den übrig bleibenden Problemen gibt es nun solche, die allgemein als offene Rätsel akzeptiert werden. Das sind die, welche z.B. in Wikipedia leicht aufgezählt werden können. Darüber hinaus gibt es noch Phänomene, die bei der Beschreibung durch die [Standardphysik](#) ständig in den Berechnungen verwendet werden, bei einer angestrebten Erweiterung aber bezüglich ihrer Ursache hinterfragt werden können. Das sind vor allem folgende, in zahlreichen wiederholbaren Versuchen, beobachtete nicht erklärte Phänomene:

- [Erhaltung](#) von Grundeigenschaften bei Ereignissen: Sind Energie-, Impuls- und Drehimpulserhaltung, auch ohne [Noether-Theorem](#) erklärbar?
- [Quantenhaftigkeit](#): Wie kann das Auftreten des [Planckschen Wirkungsquantums](#) als universelle Konstante in Versuchen mit kleinen Materiemengen erklärt werden? Wie kommt das [paulische Ausschlussprinzip](#) zustande?
- [Raumzeit-Metrik](#): Was bedeutet der [Energie-Impuls-Tensor](#) und wie bestimmt sich die Konstanz der [Lichtgeschwindigkeit](#) im Vakuum?
- [Elementarteilchenbildung](#): Wie sind die gegenseitige Umwandelbarkeit ineinander mit bestimmten [Massen](#) und das Auftreten von drei Familien, die [Annihilation](#) mit [Antiteilchen](#) sowie die Entstehung von [polarisierbaren elektromagnetischen Wellen](#) zu verstehen?
- [Naturkonstanten](#): Wie kommen die ins Standardmodell eingehenden Konstanten zustande? Wie entsteht die [Elementarladung](#), mit gleich großer positiver und negativer Ladung, die [Feinstrukturkonstante](#) oder die [Gravitationskonstante](#)?

Falls eine verständliche Erklärung für diese grundlegenden Phänomene gefunden wird, bleiben weitere, für die dann möglicherweise Erklärungs- und Beschreibungsmöglichkeiten daraus abgeleitet werden können, beispielsweise:

- Was verursacht die ungewöhnliche beobachtete [Galaxienrotation](#) ([dunkle Materie](#))?
- Wie entsteht die [Rotverschiebung](#) fernen Sternenlichtes, durch [Expansion des Universums](#) und [dunkle Energie](#)?
- Was bewirkt die [Jetbildung](#) bei [Akkretion](#) in großen Materieansammlungen?
- Wie entsteht die [Händigkeit](#) der elektromagnetischen Wechselwirkung bzw. die Richtung der [Lorentzkraft](#)?
- Wie kommt die [Nichtlokalität](#) ([Bellsche Ungleichung](#)), die sich in vielen Versuchen zeigt, zustande?

Diese ausgewählten Phänomene, wie eigentlich alle, für welche die Standardphysik mathematische Beschreibungsmöglichkeiten bereit hält, werden hier nicht behandelt, weil davon ausgegangen wird, dass diese durch einfachere Eigenschaften zu verstehen sind. Selbst für die meisten der obigen elementaren Phänomene wird nur im Rahmen des Szenarios am Schluss ein kurzer spekulativer Ansatz gegeben. Nur die wichtigsten Phänomene werden direkt angesprochen.

2.2 Stöße und Erhaltungssätze

Erhaltungssätze werden seit langem nicht hinterfragt, weil deren Gültigkeit durch das [Noether-Theorem](#) nachgewiesen ist. Im wesentlichen wird dafür die mehrfache Differenzierbarkeit bei den Beschreibungen der zu betrachtenden Phänomene vorausgesetzt. Gerade diese ist jedoch im HKM bei elementaren Ereignissen nicht vorhanden. Was passiert aber bei den durch die [Stoßtransformationen](#) (12) und (13) beschriebenen Ereignissen? Durch einfaches Einsetzen folgt

$$(\vec{v}_p + \vec{u}_o) + (\vec{u}_p + \vec{v}_o) = \vec{u}_s + \vec{v}_s = \vec{u} + \vec{v} = (\vec{u}_p + \vec{u}_o) + (\vec{v}_p + \vec{v}_o) \quad (27)$$

Die Geschwindigkeitssumme vor einem Stoß ist gleich der Summe nach dem Stoß, unabhängig vom Stoßachsenwinkel oder dem Bahnenwinkel, den die beiden stoßenden Objekte zueinander besitzen. Am leichtesten einzusehen ist das aufgrund der Bildung der Geschwindigkeiten nach dem Stoß aus den parallelen ((8), (9)) und orthogonalen ((10), (11)) Komponenten, weil die Reihenfolge der [Addition](#) der Vektorkomponenten gleichgültig ist und die Klammern weggelassen werden können.

Weil das bei allen Stößen gilt und [Massen](#) im HKM nur auf die Anzahl der Objekte zurück zu führen sein sollen, können die Objekte mit einem Index m für die Masse gekennzeichnet werden. Bei allen Stößen bleibt die Schwerpunktbewegung und somit also der Gesamtimpuls, welcher durch

$$\vec{v}_m = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m/2} \vec{u}_s^i + \vec{v}_s^i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m/2} \vec{u}^i + \vec{v}^i = \frac{1}{m} \vec{p} \Rightarrow \vec{p} = m \vec{v} = m \vec{v}_s = const. \quad (28)$$

beschrieben werden kann, konstant. Bewiesen wird das einfach durch einsetzen der Geschwindigkeiten wie bei (27).

Die oben durch den Index s beschriebenen Stöße können eine beliebige Anzahl annehmen. Dieser Index könnte auch aus einer kontinuierlichen Indexmenge stammen und mit unserem Zeitbegriff in Verbindung gebracht werden. Bei der Menge von m beteiligten Objekten, müssen nicht alle zusammen stoßen und es kann auch Mehrfachstöße geben. Nach beliebig vielen Stößen, und das sind ja die einzigen im HKG möglichen Ereignisse, ist die Durchschnittsbewegung der beteiligten Stoßpartner unverändert, weil bei jedem einzelnen Stoß die Schwerpunktbewegung erhalten bleibt. Das ist die Aussage des [Impulserhaltungssatzes](#). Wichtig ist auch die damit geltende Erhaltung der Schwerpunktbewegung in abgeschlossenen Systemen betrachteter zusammen gehörender Objekte. Unter Einbeziehung der Objektorte bleibt auch der [Drehimpuls](#) erhalten, der aus den Eigenschaften vieler Objekte in Bezug auf deren Zentrum ermittelt werden kann.

Bei der Energie ist es etwas komplizierter. Da vor und nach dem Stoß zwar auch die Annäherungs- und Entfernungsgeschwindigkeits-, d.h. die [Relativgeschwindigkeitsbeträge](#), übereinstimmen, gilt dies ebenfalls für die daraus bildbaren Quadrate. Durch Induktionsbeweis oder wie oben mit (29) und der geeigneten Interpretation des Index s , lässt sich damit zeigen, dass auch in der Grundmenge mit Selbstwechselwirkung dafür ein Erhaltungssatz gilt, der als [Energieerhaltungssatz](#) interpretiert wird. Dabei wird aber eines der Objekte als ruhend angenommen und der Energiebegriff in Bezug auf das [Ruhesystem](#) bedarf einer Interpretation. Die Möglichkeit, Arbeit zu verrichten, steckt im Quadrat der Relativgeschwindigkeiten und ändert sich nicht bei Stößen:

$$\overline{w_m^2} = \frac{2}{m} \sum_{i=1}^m (\vec{u}_s^i - \vec{v}_s^i)^2 = \frac{2}{m} \sum_{i=1}^m (\vec{u}^i - \vec{v}^i)^2 = \frac{2}{m} T \Rightarrow T = \frac{1}{2} m \overline{w_m^2} = \text{const.} \quad (29)$$

Offensichtlich gilt aber bei einzelnen Stößen wegen des Aneinandersetzens von parallelen und orthogonalen Komponenten, dass die Summen bzw. Differenzen der Geschwindigkeitsbeträge im Allgemeinen unterschiedlich von denen vor dem Stoß sind. Nach dem Satz von Pythagoras wird das verständlich, weil beim orthogonalen Stoß beispielsweise eines der beiden Objekte im betrachteten [Koordinatensystem](#) zum Stillstand gebracht werden kann, während das andere den Geschwindigkeitsbetrag der [Hypotenuse](#) erhält. Dieser scheinbare Widerspruch führt dazu, dass bei den elementaren Ereignissen lokal sehr wohl Energie relativ zu anderen Objekten als dem Stoßpartner erzeugt oder vernichtet werden kann. Durch diese Veränderungen werden **Systembildungen** erst denkbar, wenn sich die unterschiedlichen Komponenten massenweise in verschiedenen, zusammengehörenden Teilmengen der Grundmenge, d.h. in Systemen befinden.

Weil Massen mit der Anzahl elementarer Objekte verknüpft sind, ist intuitiv eine Ansammlung von solchen Objekten, die über längere Zeit stabil bleibt mit dem Begriff eines Systems verbunden, das als Elementarteilchen bezeichnet werden kann. Das ansammeln kann nur erfolgen, wenn massenweise in dem betrachteten Gebiet kleinere Geschwindigkeitsvektoren erzeugt werden, die zu einem Zurückbleiben von Objekten in diesem Bereich führen, was bei häufigen seitlichen Stößen auftritt. Die Auffüllbarkeitsgrenze des Gebiets kann nun in Verbindung mit Drehimpuls- und Energieerhaltung zur Stabilität des betrachteten Systems führen. Nötig ist dafür aber eine **Entropieabnahme**. Im derzeitigen Stand der Entwicklung des HKM's ist das noch nicht zu beweisen, weiter unten soll aber noch darauf eingegangen werden.

Gegenteil davon ist die bei frontaleren Stößen zu beobachtende Zunahme der Geschwindigkeits-Betrags-Summe. Diese erzeugen verstärkte Dichtefluktuationen, weil die Abstände von ursprünglichen Systemzentren nach bestimmten Zeitintervallen größer werden. Damit lässt sich die **Entropiezunahme** erklären. **Entropie** wird deshalb hier als **Maß der Systembildung** betrachtet, in das die Teilchenzahldichte der elementaren Objekte eingeht.

Elementare Eigenschaften der Grundmenge sind die Anwesenheit und die Bewegung der kleinsten Objekte (hier vereinfacht Kugeln) an Raum-Zeit-Punkten. Wegen der notwendigen Wahrscheinlichkeitsbetrachtung wird angenommen, dass diese durch Dichte- und Geschwindigkeitsverteilungen genügend genau beschrieben werden. Welchen Einfluss haben nun die möglichen Vektorwinkel und vielleicht die Stoßachsenwinkel auf diese Wahrscheinlichkeitsverteilungen? Dazu muss die Betrachtung im ortslosen Gas verlassen werden.

Die Geschwindigkeits-Normalverteilung und auch die lokale Anzahldichte verändern sich bei Stößen normalerweise lokal, also zumindest in der näheren Umgebung. Kugelmengenflüsse mit schmalerer oder breiterer Geschwindigkeitsverteilung und von der Durchschnittsgeschwindigkeit abweichendem Erwartungswert sind möglich. Die Stoßzahl (Stoßfrequenz => Stoßhäufigkeit)

$$Z = \sqrt{2} \cdot n d^2 \bar{v} = \frac{\bar{v}}{L} \quad (30)$$

bestimmt den erwarteten Objekte-Fluss durch eine interessierende Fläche. Deshalb ist es notwendig, einen Zusammenhang mit den [vorn betrachteten](#) Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Vektor- und Stoßachsenwinkeln herzustellen. Bei einer entsprechenden Vektordarstellung lassen sich möglicherweise die Erwartungswerte direkt einsetzen.

Interessant werden hier Überlegungen, 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 von der Geschwindigkeit unabhängig. Das sieht man leicht durch auflösen von (30) nach L .

Für den Aufbau der Welt aus existierend angenommenen kleinsten Objekten wichtige [Stoßfälle](#) ergeben die elementaren Eigenschaften einer Ansammlung und seien deshalb in Stichworten aufgezählt:

1. Die Geschwindigkeitssumme vor einem Stoß ist gleich der Summe nach dem Stoß. => **Impulserhaltung**.
2. Der Annäherungs-Geschwindigkeits-Betrag ist gleich dem Entfernungsgeschwindigkeits-Betrag, auch nach einem Stoß, d.h. der Relativgeschwindigkeits-Betrag und auch dessen Quadrat ändern sich bei Stößen nicht. => **Energieerhaltung**.
3. Die Geschwindigkeits-Betrags-Summe ist nach frontalen Stößen meistens größer als vorher. => Ein Hinweis auf [Entropiezunahme](#).
4. Die Geschwindigkeits-Betrags-Differenz ist nach frontalen Stößen meistens kleiner. Bei Frontalstößen passen sich die Geschwindigkeitsbeträge an. => Konstante Durchschnittsgeschwindigkeit mit schmaler Streuung.
5. Bei Querstößen, also häufigen Fällen im homogenen Gas, ergibt sich oft eine Geschwindigkeits-Betrags-Abnahme und deshalb Anzahldichte-Zunahme. => möglicherweise Systembildung, also ein Hinweis auf Entropieabnahme.
6. **Nach einem Stoß, bei dem die Geschwindigkeits-Betrags-Summe kleiner wird, nimmt die Anzahldichte in der Stoßumgebung zu, weil nach einem festen Zeitintervall die Entfernungssumme vom Stoßpunkt kleiner ist als im gleichen Zeitintervall vor dem Stoß bzw. wenn die Kugeln nahe aneinander vorbei fliegen würden.**

Die Anzahldichte-Zunahme und damit selbständige Materieansammlung in einer chaotischen Menge stoßender Kugeln stehen im Widerspruch zur landläufigen Meinung und es ist unklar, ob darüber schon berichtet wurde. Die Suche nach einem Beweis dafür ist eine der aktuellen Hauptaufgaben ([vgl. .../Beweise, Geschwindigkeitsanpassung,...](#)).

Die Erkenntnisse bis hierher wurden noch ohne detaillierte Untersuchungen des Einflusses unterschiedlicher Dichte auf das Vorkommen verschiedener Winkel gewonnen. Als wichtigste Eigenschaft im betrachteten HKG muss deren Einfluss aber systematisch untersucht werden. Derzeitige [Anfangsüberlegungen zu den Winkelwahrscheinlichkeiten](#) und frühere [Vermutungen über häufige Frontalstöße](#) müssen demnach systematisch erweitert und verbessert werden. Wichtig ist dabei vor allem die Ermittlung von Grenzwerten bei vielen zu untersuchenden Stößen. Offensichtlich ist das Auftreten von **gegenseitig bedingten Wechseln zwischen Dichte und Schnelle** beim Schall in tatsächlich existierenden Gasen, welche durch harte Kugeln modelliert werden können. Diese werden durch Stöße erzeugt und beeinflussen die Stoßwahrscheinlichkeiten (Stoßfrequenzen) in ihrer Umgebung. Eine Raumzeitverzerrung durch die Selbstwechselwirkung, also Stöße der elementaren Feldobjekte, ist demnach anschaulich vorstellbar durch die mit jeder Bewegung in der Umgebung verbundene [Änderung der Auftreffwahrscheinlichkeit](#).

2.3 Entstehung von Ansammlungen (Systembildung)

Entgegen allgemeiner Annahme, dass sich zufällige Ansammlungen immer von allein auflösen, wird im HKM als wichtigste Eigenschaft ein möglicher Effekt zur Systembildung und zum Systemerhalt vermutet. Das widerspricht zwar dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, im hier betrachteten HKG muss dieser aber nicht als unumstößlich gelten. Weil die Erklärungen der Grundphänomene der Standardphysik Hauptziel dieses Modells sind, wird zuerst eine verbale Beschreibung angestrebt, die dann später durch detailliertere mathematische Untersuchungen ergänzt werden soll. Eine Verbindung zum Standardmodell der Elementarteilchen durch die Zuordnung der hier verwendeten geometrischen Vorstellungen zu den dort gebräuchlichen geometrischen Gebilden (Skalare, Vektoren, Tensoren und Spinoren) ist dann eine Aufgabe der aus diesem Modell zu entwickelnden Theorien.

Beschreibung von Kugelmengen in Raum und Zeit

Bewegte Kugeln ändern ihre Orte geradlinig gleichförmig bis zu Stößen. Für die mathematische Beschreibung können die [Definitionen](#) aus 1.3 verwendet werden. Das klingt noch sehr einfach, handelt es sich doch um einfache, geometrisch erklärbare, physikalische Vorgänge. Konkrete Kugelorte und Geschwindigkeiten sind aber nicht bekannt und sollten für Simulationen des möglichen Verhaltens sehr große Teilchenzahlen umfassen. Aus den bekannten Simulationsmethoden (vgl. z.B. [\[S_06\]](#)) der physikalischen Literatur erscheinen nur einige Ideen nutzbar, weil für Geschwindigkeitsänderungen i.A. Potenziale verwendet werden, hier jedoch die [Stoßtransformationen](#).

Weil nun die sehr große Zahl zu betrachtender Kugeln weit oberhalb der mit Computern direkt numerisch behandelbaren liegt, andererseits aber tatsächliche Ortsänderungen wegen möglicher Fluktuationen untersucht werden sollen, soll hier ein hybrides, an Monte-Carlo-Methoden angelehntes Verfahren verwendet werden. Lattice-Boltzmann-Simulationen verwenden räumliche und zeitliche Intervalle (Gitter). Die Schwierigkeit wird offensichtlich, wenn man sich vor Augen hält, dass ja keine Kraft bzw. kein Potenzial unser HKG zusammen hält, aber trotzdem starke Inhomogenitäten betrachtet werden sollen. Ein Ansatz ergibt sich lediglich dadurch, dass möglicherweise über längere Zeit stabile Systeme ein gewisses Stoßgleichgewicht gegenüber ihrer Umgebung besitzen sollten. Das impliziert aber beim Generieren von zufälligen Werten, welche in die Stoßtransformationen eingehen sollen die notwendige Kenntnis komplizierter Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die [Zufallsgeneratoren](#), die möglichst in sehr kleinen Zeitintervallen an neue Situationen in der Umgebung angepasst werden sollten. Das erfordert Kompromisse bei der tatsächlichen Realisierung, auch mit den leistungsfähigsten Computern.

Für jede zu beschreibende Kugel wird ein Startpunkt im dreidimensionalen Raum zu einem bestimmten Zeitpunkt benötigt. Für diese kann anfangs eine homogene Gleichverteilung angenommen werden, die mit Hilfe einer Teilchenzahldichte realisiert wird. Auch die Geschwindigkeiten lassen anfänglich willkürliche Werte zu, wobei alle Richtungen gleich wahrscheinlich sein sollten. Eine damit beginnende Simulation kann deshalb sogar ortslos beginnen und ergibt nach genügend Stößen die [Maxwell-Boltzmann-Verteilung](#) für die Geschwindigkeiten.

Wie ändern sich aber die zugrunde zu legenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen bei lokalen Inhomogenitäten? An einem betrachteten Raum-Zeit-Punkt (vierdimensional aber nicht relativistisch) muss einerseits die Geschwindigkeit einer Probekugel bekannt sein, welche zufällig mit einer aus der Umgebung zusammen stoßen soll. Für jede Raumrichtung der Umgebung sollte nun je eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Geschwindigkeit auf die

Probekugel zu und eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Teilchenzahldichte bekannt sein. Beide bestimmen gemeinsam die erwartete Stoßfrequenz aus der entsprechenden Richtung, also die schon erwähnte Stoßfrequenzraumwinkeldichte (siehe [B-stoss.pdf S. 6 ff](#)). Nur Kugeln die sich im [Stoßkegel](#) auf die Probekugel zu bewegen, können stoßen und sollen berücksichtigt werden. Deshalb soll die gewöhnliche Anzahldichte um eine Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung ergänzt werden. Zur Beschreibung sind so pro Richtung wenigstens zwei bzw. vier reelle Parameter (Erwartungswert und Varianz) einer angepassten Normalverteilung für Geschwindigkeit und Teilchenzahldichte erforderlich. Im allgemeinen Fall können die Verteilungen aber auch komplizierte Funktionen mit beliebig vielen Maxima sein. Diese kann man sich vorstellen, als ob sie um den Raum-Punkt zu einem bestimmten Zeitpunkt vier dreidimensionale geschlossene Flächen (Hüllen) bilden. Mit vier Parametern sollten sich beispielsweise richtungsabhängige Stoßfrequenzen und mit Hilfe der Zufallsgeneratoren auch konkrete Realisierungen für Simulationen ermitteln lassen. Im Gegensatz zur ortslosen Simulation brauchen für die Stoßachsen keine zufälligen Winkel mit Zufallsgeneratoren ermittelt zu werden, weil die Geometrie des Auftreffpunktes mit den Startpunkten und der geradlinigen Bewegung der Kugeln bestimmt ist. Trotz Stoßgleichgewicht können durch die Stöße jedoch Fluktuationen verursacht werden. Die Lebensdauer betrachteter Systeme, die ja mit Elementarteilchen identifiziert werden sollen, lässt sich durch den eingenommenen Raum bestimmen. Dafür kann es noch besondere, wiederum von der Geometrie abhängige, Eigenschaften geben, bei denen ein Einfluss auf die mögliche Stabilität zu erwarten ist.

Zufällige Wirbelbildung

Schon [vorn](#) wurde vermutet, dass bei Stößen mit abnehmender Geschwindigkeitsbetrags-Summe eine Ansammlung erfolgen kann. Das Gleiche geschieht auch, wenn beispielsweise bei vielen Stößen in einem Gebiet bevorzugt ein Stoßpartner in einer Richtung fliegt und durchschnittlich einen kleineren Geschwindigkeitsbetrag als der andere Stoßpartner erhält ([Abbildung 9](#)).

Bevorzugte Bewegung in einer Richtung könnte einerseits von den auftretenden Flugwinkeln beeinflusst werden, andererseits von den Stoßachsenwinkeln. Normalerweise sollten dabei aus der Umgebung eines Raumpunktes (isotropisch) alle Richtungen gleich betrachtet werden. Weil die [Isotropie](#) zum Erhalt von Drehimpulsen führt, ist auch der Gedanke nahe liegend, dass stabile Ansammlungen, also Systeme, mit Wirbeln zu erklären sind. Über die elementaren Eigenschaften des Gases mit den angenommenen kleinsten Objekten ist allerdings hier noch nichts bekannt. Es wird aber vorausgesetzt, dass es zumindest stückweise gerade Bahnen dieser Objekte in den Ansammlungen geben muss. Ist nun zufällig, wenn auch mit geringer Wahrscheinlichkeit, eine höhere Dichte als im normalen Raum der Umgebung, entstanden, löst sich diese normalerweise wegen der in Richtung kleinerer Dichte geringeren Stoßfrequenz (bzw. Stoßwahrscheinlichkeit) und der deshalb größeren erwarteten freien Weglänge schnell wieder auf. Anders kann das eventuell sein, wenn die Bewegung eines der beiden Stoßpartner mit kleinerer (bzw. der systeminternen) Geschwindigkeit in die zulässige Richtung einer Wirbeldrehung erfolgt. Welcher der beiden Stoßpartner dabei zum ursprünglichen Wirbel (bzw. Wirbelbeginn) gehört, ist unerheblich. Es kommt nur darauf an, dass einer der beiden nach dem Stoß die Wirbeleigenschaft verstärkt. Das kann bei gewissen vorkommenden Stoßachsen- und Vektorwinkeln der Fall sein. Leicht zu zeigen ist auch (z.B. [Abbildung 9](#)), dass es solche Stöße gibt. Nachgewiesen werden muss allerdings, dass es HKG-Eigenschaften geben kann, die das massenweise Vorkommen solcher Stöße ermöglichen. Das ist eine Hauptaufgabe des zu entwickelnden HKM's.

Bei der näheren Betrachtung kann ein einzelnes Gebiet heraus gegriffen werden, in dem eine solche Ansammlung zufällig vorliegt, wo also eine große Anzahl von Objekten in

bevorzugten Richtungen fliegt. Deren gerade Bahnen sollen in einem ebenen Bereich liegen und die Geschwindigkeiten anfangs ungefähr der Durchschnittsgeschwindigkeit 1 entsprechen. Zu Stößen dieser Teilchen untereinander kommt es dann nur durch geringe Geschwindigkeitsbetrags-Unterschiede. Die freie Weglänge ist nach (30) von der Geschwindigkeit unabhängig. Im Extremfall kann es aber passieren, dass zwei Teilchen ewig lange hinter einander her fliegen, ohne sich jemals zu berühren. Was ist dann die freie Weglänge? Es kann der Abstand der Teilchen sein oder der zurückgelegte Weg in einem anderen Koordinatensystem. Beide Größen können sehr unterschiedlich sein. Wegen der Vermeidung von Auflösung einer Ansammlung ist wichtig, dass durch Stöße, bei denen ein Stoßpartner Geschwindigkeitsbetrag verliert, dessen Flugrichtung im Durchschnitt in Richtung des Dichtezentrums erfolgt. Zur Wirbelbildung kommen nur einseitige Stöße infrage, aber aus einer Umgebung mit durchschnittlichen Eigenschaften, dem Normalraum. Der besser zu den Systemeigenschaften passende Stoßpartner wird nach dem Stoß zum System gehörig betrachtet. Die andere Seite wird vom Wirbel selbst abgeschirmt.

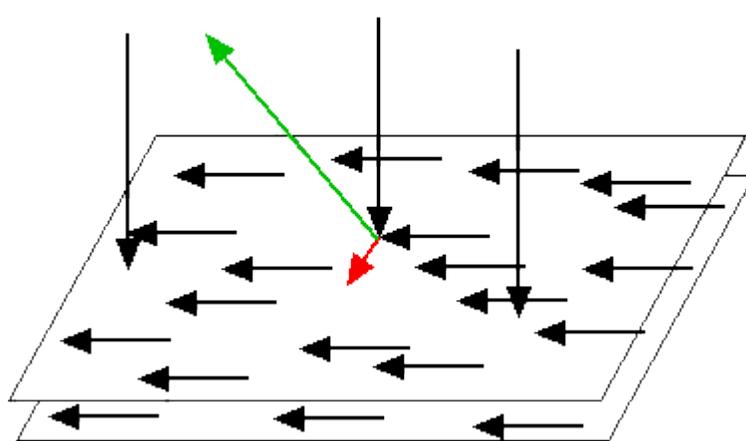


Abbildung 8: Systembildung durch Dichtezunahme

Über diese Betrachtungen hinaus gehen Überlegungen, ob großräumig um verwirbelte Materieansammlungen herum durch geringfügige Verschiebung der Erwartungswerte vorkommender Winkel eine allgemeine Verwirbelung entstehen könnte. In Simulationen könnten Grenzwerte dafür ermittelt werden.

Grenzen der Auffüllung

Gibt es einen von Null abweichenden Durchschnittswert für kleinere Geschwindigkeiten in Richtung zum Zentrum eines betrachteten Gebiets, bleiben in dieser Richtung Kugeln gegenüber den in entgegengesetzter Richtung davon eilenden zurück. In diesem Gebiet sammeln sich demnach Kugeln an. Wegen der angenommenen von Null verschiedenen Ausdehnung, können aber nicht mehr Objekte in einem Gebiet angesammelt werden, als bis zur maximalen Raumfüllung. Die dichteste mögliche Kugelpackung wird dabei sicher nicht erreicht, weil die betrachteten Objekte nicht ruhen. Deshalb wird sich wohl ein Grenzwert ergeben, der noch durch andere Eigenschaften als die dichteste Packungsmöglichkeit beeinflusst wird. Diese Eigenschaften können aber nur durch die Geometrie der Bewegung bzw. die daraus entstehende Stoßfrequenz erzeugt werden. Eine ungefähre Vorstellung, was dabei passieren könnte, hilft bei der erst danach sinnvollen mathematischen Betrachtung.

Bei harten Kugeln kann es keine zwei gleichzeitigen Stöße geben. Keine zwei Objekte (Kugeln) können sich ein beliebiges endliches Zeitintervall lang berühren, so dass die Stoßreihenfolge unterschieden und deshalb geordnet werden kann. Ruhende Kugeln kann es

im HKM nicht geben. Durch einen Außenstoß wird meistens ein dabei erzeugter Geschwindigkeitsvektor ins Systeminnere übertragen und einer bleibt nach dem Stoß außerhalb, weil die Ebene orthogonal zur Verbindung des Stoßpunkts mit dem Mittelpunkt des Systems durchschnittlich von einem Stoßpartner so geschnitten werden kann, dass der Durchschnittswert der Drehung des Systems erhalten bleibt. Das muss allerdings bewiesen werden.

Ist das Systeminnere dichter als die Umgebung, wäre für die innere Kugel viel früher der nächste Stoß zu erwarten, als für die äußere, falls die Bewegung dort ungeordnet ist. Herrscht eine entsprechende niedrige Durchschnittsgeschwindigkeit vor, kann das erwartete Zeitintervall allerdings genau so groß sein, wie bei der äußeren Kugel. Bewegen sich die Kugeln chaotisch in einer Schar mit überlagerter gemeinsamer Schargeschwindigkeit, kann es sein, dass der betrachtete Außenstoß sich orthogonal nach innen in die Schar fortpflanzt. Zum umgebenden Raum kann trotz höherer Durchschnittsgeschwindigkeit ein Stoßgleichgewicht herrschen. Die möglicherweise systembildende überlagerte annähernd orthogonale Geschwindigkeit kann einen von beiden Durchschnittsgeschwindigkeiten abweichenden dritten Geschwindigkeitsbetrag besitzen und die in die Umgebung entweichende einen vierten.

Intuitiv erscheint es bei einem normalen Außenstoß auf eine Ansammlung logisch, dass die nach innen weiter gegebene Geschwindigkeit bei der Übertragung auf benachbarte Kugeln sich immer mehr der Durchschnittsgeschwindigkeit anpasst. Ist diese kleiner als die äußere Durchschnittsgeschwindigkeit, müsste diese also ebenfalls kleiner werden. Es bleiben dann aber Geschwindigkeitsüberschüsse auf dem jeweiligen Stoßpartner, die sich auch wieder auf andere Kugeln übertragen. Eine Kugel, die beim Billard auf die ruhende Ansammlung gestoßen wird, lässt alle auseinander fliegen. Gegenteilige Beobachtungen gibt es nicht, ob diese aber wirklich auszuschließen sind, muss mathematisch nachgewiesen werden.

Um etwas systematischer an das Problem möglicher Systembildung heran zu gehen, soll eine Schar von Kugeln betrachtet werden, die sich orthogonal zu einem gedachten Systemmittelpunkt bewegt. Nach einem Außenstoß kann nun die Bewegung nach innen von dieser Kugel so lange ungestört geradlinig fortgesetzt werden, bis ein weiterer Außenstoß erfolgt. Es kann aber auch sein, dass vorher ein innerer, also sekundärer Stoß stattfindet, oder zwei, drei, ..., jeweils natürlich im Durchschnitt der betrachteten Kugeln.

Zufällige Systembildung

In einem besser geeigneten Computer Algebra System soll nun eine statistische **Simulation** versucht werden, bei der eine begrenzte Zahl betrachteter Kugeln stellvertretend für eine sehr große Anzahl mathematisch nicht mehr exakt beschreibbarer stehen soll. Im **ortslosen Gas** ergibt sich dabei unter der Annahme von Homogenität und Isotropie die Maxwell-Bolzmannsche Geschwindigkeitsverteilung. N untersuchte Kugeln beschreiben beispielsweise N hoch m in einem systeminternen Gebiet, das kugelförmig sein soll. In der Umgebung von Stoßpunkten soll wegen einer vermuteten großen Teilchenzahl und wegen deren zwar unbekannter, aber vorhandener, Ausdehnung und damit vorhandener Dichte, davon ausgegangen werden, dass das betrachtete Gebiet zwar annähernd kugelförmig ist, ein kleiner Teil der betrachteten Oberfläche aber eben, d.h. ohne Krümmung ist.

Beim einfachen Stoß kann entschieden werden, dass der erste Stoßpartner aus der beobachteten Menge kommt und der zweite Stoßpartner entweder aus dieser oder von außerhalb. Wegen des Stoßgleichgewichts mit der Umgebung sollte jeder zweite Stoß im Randbereich einer mit äußerem bzw. innerem Partner sein. Darüber hinaus weiter innen stattfindende Stöße werden vernachlässigt, weil Geschwindigkeits-Zu- und -Abnahmen sich in der Bilanz nicht auswirken. Welcher der Stoßpartner sich dann nach dem Stoß weiterhin im betrachteten Bereich, also System bewegt, wird durch seine Bewegungsrichtung

gegenüber der betrachteten Fläche bestimmt. Diese ist durch den vorhergehenden Außenstoß festgelegt, wenn vereinfachend unterstellt wird, dass der Einfluss von Innenstößen vernachlässigt werden kann. Alle neuen Geschwindigkeiten werden gespeichert und mit diesen kann ein neuer Mittelwert bestimmt werden.

Falls gezeigt werden kann, dass nach vielen Stößen die systeminterne Durchschnittsgeschwindigkeit kleiner wird als die äußere, ist ein Teil des Beweises der Möglichkeit von Systembildung, geschafft. Möglich sein sollte das immer noch im ortslosen Gas und soll deshalb hier versucht werden. Mit den neuen Mittelwerten (Geschwindigkeitsbetrag und Richtung) kann der Versuch wiederholt werden. Dabei ist es auch denkbar auf zwei verschiedene Arten das Verhalten weiter zu untersuchen:

- a) mit Außenstößen aus der unveränderten Umgebung
- b) mit zufälligen Außenstößen mit den neuen Mittelwerten.

Falls ähnliche Geschwindigkeitsänderungen bei b) eintreten, könnte ein immer kleinerer Geschwindigkeitsbetrag erreicht werden. Das impliziert **Dichtezunahme** und **Aufsammlung sehr vieler Kugeln aus der Umgebung. Das sollte eine bisher in Gasen nicht beobachtete Abnahme von Entropie beweisen.**

Die Arbeit an dieser Problematik, das heißt die Untersuchung von zufälligen Stößen (erste Ansätze) erfolgt derzeit parallel zu den Formulierungsversuchen dieser Zusammenfassung und die Ergebnisse sind unter <http://www.uratom.de/Beweise/Beweise.html> zur Diskussion gestellt. Aktuellstes Ergebnis (15.02.2008) und zugleich Beispiel für das Geschehen in einem einfachen ortslosen Gas harter Kugeln ist dessen **Thermalisierung**. Selbst hier gleichen sich die Geschwindigkeiten bis zum Stoßgleichgewicht an die Umgebung an. In einer abgewandelten Monte-Carlo-Simulation werden dabei durch das Verfahren mit impliziten Funktionen für Wahrscheinlichkeitsfunktionen, die sonst schwer oder nicht lösbar sind, Geschwindigkeitsbeträge generiert. In jeder homogenen isotropen Umgebung passt sich hierbei die Geschwindigkeitsverteilung der Maxwell-Boltzmann-Verteilung an. Die Wahrscheinlichkeitsfunktionen werden dabei aus den gespeicherten Daten ermittelt, so dass auch inhomogene nicht isotrope Ansammlungen betrachtet werden können.

N Kugeln mit Berücksichtigung der **Raumzeit** (4 Dimensionen) und Geschwindigkeit (EW, Varianz) sowie Dichte (EW, Varianz) könnten über einen längeren Zeitraum in einer rein statistischen aber unveränderbaren Umgebung simuliert werden. Falls der Nachweis der Möglichkeit von **Entropieabnahme** gelingt, besteht eine Hoffnung, auch Systembildungen in solch einer Umgebung zeigen zu können. Das ist allerdings eine noch viel größere Aufgabe, weil ja die Bildung von Elementarteilchen gezeigt werden sollte. Einige Grundgedanken dazu sind:

Zufällige Stöße können im betrachteten System und von außen pro Kugel gleich häufig sein. Vereinfacht können dann interne und externe Stöße abwechselnd betrachtet werden. Ein zufälliger Stoß kann durch 4 + 8 zufällig ermittelte Zahlen beschrieben werden. Die Zufallsgeneratoren erhalten anzupassende Erwartungswerte und Varianzen von Geschwindigkeit und Dichte. Die Anpassung erfolgt beispielsweise nach durchschnittlich einmaligem Stoß und Ermittlung der zurückgelegten Entfernungen. Ein erhoffter Nachweis der Ansammlung kann dann durch Überprüfung der Abstände der Systemkugeln vom gedachten Systemmittelpunkt nach gleich großen Zeitintervallen erfolgen.

Spinoren,... sind eventuell Beschreibungsmöglichkeiten auffindbarer Strukturen in den betrachteten Kugelmengen, was zu zeigen ist. Aus diesen sollten sich dann umgekehrt, zur Überprüfung der Stabilität, mit Zufallsgeneratoren einzelne bewegte Kugeln generieren lassen, deren zufällige Stöße betrachtet werden können. Diese Gedanken können aber hier nicht weiter verfolgt werden, weil sie zu einer Vielfalt von Theorien führen, wie sie auch im Rahmen der alternativen Theorien zur Erweiterung der Standardphysik möglich sind. Bei Akzeptanz des Ansatzes mit harten Kugeln besteht aber die Hoffnung auf solche weitergehenden Untersuchungen.

2.4 Quantenhaftigkeit im HKM

"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? Das Gas muss nicht einmal unbedingt durch das [Grundmengen-Axiom](#) definiert sein. Auch kleinste Objekte, wie Strings, Branes oder sonstige Objekte mit unbekannter Struktur, wie die der [Quintessenz](#) oder des [Higgs-Bosons](#), sind möglich. Wichtig ist nur deren geradlinige Bewegung bis zur Berührung eines anderen solchen Objektes und dann ein Geschwindigkeitstausch parallel zur Berührungsnormale. Dieser Vorgang liegt außerhalb von Standardmodell sowie Allgemeiner Relativitätstheorie und lässt somit alle darin verwendeten Theorien unverändert in deren Gültigkeitsbereich, weil die Bewegungsgleichungen durch Stöße mit spontanem Geschwindigkeitsübertrag erklärt und hergeleitet werden können.

Eigenschaft h in der Grundmenge

Ausgehend von der Vorstellung eines gewöhnlichen Gases harter Kugeln lässt sich das HKG als Medium betrachten, welches überall vorhanden ist und die grundlegenden Eigenschaften im Mikrogesehen unterhalb der Elementarteilchengröße beeinflusst. Aus der [statistischen Physik \(statistischen Thermodynamik\)](#) ist bekannt, dass sich durch Fluktuationen schnell Dichte- und Geschwindigkeitsschwankungen ausgleichen. Die Durchschnittswerte von Geschwindigkeit und Anzahldichte bleiben aber erhalten. Bekannt ist auch, dass sich mit den Größen Masse, Geschwindigkeit und (Wellen-) Länge eine neue Größe mit der Einheit einer [Wirkung](#) definieren lässt. Welche Bedeutung hat dieser Begriff nun im betrachteten HKG?

Der in die Wirkung eingehende Begriff [Masse](#) ist so grundlegend, dass er zuerst betrachtet werden soll. In der Umgangssprache und auch früher in der Physik wurde unter Masse einfach die Anzahl verstanden. Das soll hier verwendet werden. Generell bieten sich dabei zwei verschiedene Möglichkeiten an.

Erstens sind von vornherein tatsächliche Messwerte verwendbar und das Vakuum bleibt masselos, dafür besteht aber das Problem, dass die zu verwendenden Zahlenwerte nicht einzelnen Grundobjekten zugeordnet werden können, weil bei unseren heutigen Messungen die wahren Größenordnungen der Urmaterie nicht in Erscheinung treten. Diese Betrachtungsweise entspricht der, wie sie in den meisten Theorien angewandt wird, die von messbaren Phänomenen ausgehen.

Zweitens kann jedem, noch hypothetischen, elementaren Objekt die **Masse 1** zugeordnet werden. Bei diesem Standpunkt muss der leere Raum, das [Vakuum](#), auch eine gewisse Masse und somit dunkle Energie besitzen. Ein gewisser Grenzbereich für darin vorkommende Systeme ist die Größenordnung der in dem System vorkommenden freien Weglängen. Systemkugeln müssen aber nicht auf diesen Bereich beschränkt sein. Ihre Orte verschmieren bis ins Unendliche, weil Stoßgleichgewicht für den Systemerhalt mit zufälligen Stoßorten verbunden ist. Da nur Zufallswerte untersucht werden können, ist die Normalraumabweichung über den gesamten Raum, welcher sich weit vom System kaum vom Absolutwert im Vakuum unterscheidet, zur integralen Bestimmung der Systemmasse zu verwenden. Hier soll dieser neue und doch schon sehr alte Weg gegangen werden.

Deshalb gilt mit der Anzahl N gemeinsam in einem angenommenen System betrachteter Kugeln für deren Masse:

$$m := N \quad (31)$$

Bei der Untersuchung von Stoßfällen war eine wichtige Erkenntnis, dass sich die Geschwindigkeitsbeträge der Stoßpartner ändern. Nach einem solchen Ereignis ist ein schnelleres Objekt weiter vom Ort des Ereignisses entfernt, als ein langsames. Weitere Entfernung bedeutet eine Verringerung der Teilchenzahldichte und eine kleinere Entfernung dementsprechend eine Vergrößerung der Teilchenzahldichte. Aus diesem Zusammenhang entsteht demnach durch die statistische Anpassung der Eigenschaften an die Umgebung eine Stabilität, das heißt ein gewisses [Stoßgleichgewicht](#). Die Stoßfrequenz bleibt bei Betrachtung größerer statistischer Mengen unverändert, weil das Produkt aus kleiner Dichte mit hohem Geschwindigkeitsbetrag und hoher Dichte mit kleinem Geschwindigkeitsbetrag gleich bleibt. Das ist durch die Analogie zur [Hydrodynamik](#), für die ja eine [Kontinuitätsgleichung](#) gilt, zu zeigen. In der zur Beschreibung der [Wahrscheinlichkeitsstromdichte](#) verwendeten Stromdichte $\vec{j} = \rho \vec{v}$, kommt die Dichte als skalare Größe vor. Thermodynamische Berechnungen verwenden, beispielsweise in den [Navier-Stokes-Gleichungen](#), anstelle des elementarerer Begriffs der Teilchenzahldichte den Begriff des [Drucks](#), der als Impulsänderung $p = \frac{d(mv)}{dt}$ definiert ist. Die Bewährung der logischen Beschreibung durch Kontinuitätsgleichungen ist ein beobachtbares Phänomen. Mit der Anzahldichte (Teilchenzahldichte) $n = N / V$, dem Kugeldurchmesser d , der freien Weglänge L und der Geschwindigkeit einer Kugel \vec{v}_i folgt dann aus der Konstanz von (30) für eine beliebige Anzahl m im **Stoßgleichgewicht** mit seiner Umgebung befindlicher Objekte:

$$m \cdot v \cdot L = \frac{m \cdot L^2}{t} = m \cdot \bar{v} \cdot \bar{L} = \left(\sum_{i=1}^m 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m |\vec{v}_i| \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2} \pi \cdot n \cdot d^2} = h \quad (32)$$

Dieser Zusammenhang darf sich bei Stößen natürlich nicht ändern. Das wird nur für ein Paar zusammenstoßender Objekte gezeigt, weshalb die Masse 1 weg gelassen werden kann:

$$\vec{v}_s \cdot L_{vs} + \vec{u}_s \cdot L_{us} = \vec{v}_s \cdot \vec{v}_s \cdot t + \vec{u}_s \cdot \vec{u}_s \cdot t = v_s^2 \cdot t + u_s^2 \cdot t = \vec{v} \cdot L_v + \vec{u} \cdot L_u = \vec{v} \cdot \vec{v} \cdot t + \vec{u} \cdot \vec{u} \cdot t = v^2 \cdot t + u^2 \cdot t \quad (33)$$

Heraus gekürzt werden können hier die konstanten Zeitfaktoren t , was bedeutet, dass nur die erreichten Orte nach einer bestimmten Zeit betrachtet werden. Analog dazu können auch gleich konstante freie Weglängen L weg gekürzt werden, weil diese ja sowieso von den Geschwindigkeiten unabhängig sind. Damit ist das Problem auf den Fall der bei Stößen unveränderlichen Summe der Geschwindigkeitsquadrate zurück geführt (33).

$$(\vec{v}_p + \vec{u}_o)^2 + (\vec{u}_p + \vec{v}_o)^2 = \vec{u}_s^2 + \vec{v}_s^2 = \vec{u}^2 + \vec{v}^2 = (\vec{u}_p + \vec{u}_o)^2 + (\vec{v}_p + \vec{v}_o)^2 \quad (34)$$

Nach dem Ausmultiplizieren kürzen sich die rein quadratischen Glieder weg, so dass nur die gemischten Glieder bleiben:

$$\vec{u}_p \cdot \vec{u}_o + \vec{u}_o \cdot \vec{u}_p + \vec{v}_p \cdot \vec{v}_o + \vec{v}_o \cdot \vec{v}_p = \vec{v}_p \cdot \vec{u}_o + \vec{u}_o \cdot \vec{v}_p + \vec{u}_p \cdot \vec{v}_o + \vec{v}_o \cdot \vec{u}_p \quad (35)$$

Das sind aber alle Glieder, die wegen der Orthogonalität beim Skalarprodukt wegfallen. Damit ist die Behauptung bewiesen, dass bei einem Stoß die Summe der Geschwindigkeitsquadrate der beteiligten Objekte konstant bleibt.

Für die Existenz der Größe h reicht die Annahme der Existenz kleinerer Objekte als sie in der Standardphysik vorkommen mit der Wechselwirkung, welche die Gültigkeit der Erhaltungssätze garantiert. Deren Betrachtung, ähnlich wie in der statistischen Physik, führt dann zur konstanten Eigenschaft h , welche das gesamte Mikrogesehen beeinflusst. Falls die einführende Behauptung als wahr akzeptiert wird, ist damit der Nachweis der Quantenhaftigkeit erbracht.

Fluktuationen

Die als **Plancksches Wirkungsquantum** zu interpretierende Größe h ist unabhängig von der Größe des betrachteten Systems ein **Durchschnittswert**. Wird ein unendlich ausgedehntes äußeres System (Universum) betrachtet, in dem andere eingebettet sind, erfolgt durch die anwendbaren Gesetze der Thermodynamik, die als effektive Theorie keine Details wie Stoßachsenwinkel oder Vektorwinkel betrachtet, durch Dichtefluktuationen normalerweise eine Anpassung der Eigenschaften. Es stellen sich schnell lokale Stoßgleichgewichte ein, was aber durch die sekundären, also erklärungsbedürftigen Kräfte beeinflusst ist. Im HKG gibt es keine Kräfte, also muss alles statistisch durch die erzeugende Geometrie und Bewegung erklärt werden.

Geometrisch hergeleitet wurden die Formeln für die freie Weglänge bzw. die Stoßhäufigkeit (vgl. (30)) und können deshalb auch im HKG verwendet werden. Die freie Weglänge ist unabhängig von der Geschwindigkeit. Nach einem einzelnen Stoß ändern sich aber die Geschwindigkeitsvektoren nach Betrag und Richtung. Ist die Betragssumme der Stoßpartner größer als vor dem Stoß, ergibt sich eine **Fluktuation**, ist diese kleiner, erfolgt eine Verdichtung bzw. **Ansammlung** der betrachteten Objekte gegenüber deren Umgebung.

$$\langle u_s + v_s \rangle > \langle u + v \rangle \rightarrow n_s < n \rightarrow \langle L_s > L \rangle \quad \text{Fluktuation} \quad (36)$$

$$\langle u_s + v_s \rangle < \langle u + v \rangle \rightarrow n_s > n \rightarrow \langle L_s < L \rangle \quad \text{Ansammlung} \quad (37)$$

Stoßgleichgewicht

Bleibt der Fluss durch eine kleine Fläche in einem größeren Zeitintervall im Durchschnitt konstant, besitzt die betrachtete Menge eine gewisse Stabilität gegenüber ihrer Umgebung. Dadurch ergibt sich in den Systemen, nach (32), weil h konstant ist, durch einfache Auflösung nach L :

$$L = \frac{h}{m \cdot v} \quad \text{und mit } v = c \text{ ist das} \quad \lambda_c = \frac{h}{m \cdot c} \quad (38)$$

was die [De-Broglie-Wellenlänge](#) bzw. [Compton-Wellenlänge](#) für alle Materie beschreibt. In den beobachtbaren Phänomenen zeigt sich diese Verknüpfung dadurch, dass kleinere Systeme (Elementarteilchen) mit größerer Masse (bzw. Energie) verbunden sind und größere Systeme mit kleinerer Masse (bzw. Energie). Für den Begriff Größe sind unterschiedliche Interpretationen möglich und auch gebräuchlich. Einerseits kann damit die tatsächliche Ausdehnung zusammen hängen, was in Streuversuchen überprüfbar ist, andererseits kann diese als Unschärfe bei der Messung interpretiert werden. Gegen die

alternative Interpretation einer Erzeugung des Planckschen Wirkungsquantums durch die Dynamik der Elementarteilchen selbst, also ohne kleinere Bestandteile, die auch im Vakuum vorkommen, sprechen die gleichen beobachteten Zusammenhänge bei unterschiedlichen Systemen wie Lichtquanten mit großer Wellenlänge und andererseits sehr energiereichen Makroteilchen mit kleiner Wellenlänge und ähnlichen beobachtbaren Erscheinungen (z.B. Interferenz). Die notwendige **Stabilität** von **Systemen** im betrachteten HKG, also bestimmten Elementarteilchen, wird hier nicht gezeigt. Sie könnten aus Objekten gebildet und deren innere Strukturen durch Strings, Branes, Quantenschaum oder eben auch **harte Kugeln** erzeugt werden und auch über längere Zeit stabil bleiben. Ein Problem bezüglich des [Confinements](#) ist dabei nicht zu erkennen, weil die geometrisch gebildeten freien Weglängen der zusammengehörenden Ansammlungen deren Ausdehnung bestimmen. Für viele normalerweise nicht stabilen Elementarteilchen folgt daraus aber als Forderung für eine **Beobachtbarkeit**, dass ein gewisses, wenn auch nur kurzfristiges, Stoßgleichgewicht zur Umgebung vorhanden sein muss. Das schlägt sich in einer höheren Anzahldichte und damit verbundenen, oft sehr hohen, Masse bzw. Energie nieder. Im nicht beobachtbaren virtuellen Zustand, der zur Bildung und Erklärung einer Wechselwirkung erforderlich ist, braucht die hohe Energie natürlich nicht erreicht zu sein.

Erhalt der Stoßwahrscheinlichkeit

Das Vorkommen von h kann als stärkster Einflussfaktor für den beobachteten Zufall bei Phänomenen, die durch die Quantentheorie beschrieben werden, interpretiert werden. Für einen einfachen Stoß, sind bereits acht Parameter zur Beschreibung erforderlich, deren exakte Kenntnis unmöglich ist. Aus den Eigenschaften der Umgebung können nur zufällige Werte für sie generiert werden. Trotz bewiesener Erhaltung der Geschwindigkeitsquadratsumme der am Stoß beteiligten Objekte ändern sich aber Geschwindigkeitsbeträge der einzelnen Objekte. Mit dieser Änderung ist gleichzeitig eine Änderung der Teilchenzahldichte verbunden, was jedoch erst bei massenweisem Vorkommen auffällt. Diese beeinflusst dann die Stoßwahrscheinlichkeit,... Wird ein festes Zeitintervall betrachtet, muss die Stoßhäufigkeit (30) bei Stößen erhalten bleiben. Das ergibt sich, wenn bei zwei Stoßpartnern die Entfernungen zu Beginn des Zeitintervalls mit der dort für den Stoßkegel ([Abbildung 2](#)), erwarteten Anzahldichte assoziiert werden. Dann kann für die Stoßzahl der Quotient aus Geschwindigkeitsbetrag und freier Weglänge auf den Stoßort zu verwendet werden. Beim Stoß darf sich die Summe der Quotienten von beiden Teilchen nicht ändern:

$$\frac{v}{L_v(t)} + \frac{u}{L_u(t)} = \frac{v_s}{L_{vs}(t)} + \frac{u_s}{L_{us}(t)} = \frac{v_s}{v_s \cdot t} + \frac{u_s}{u_s \cdot t} \quad \text{d.h. die Stoßfrequenz = Stoßwahrscheinlichkeit bleibt erhalten.} \quad (39)$$

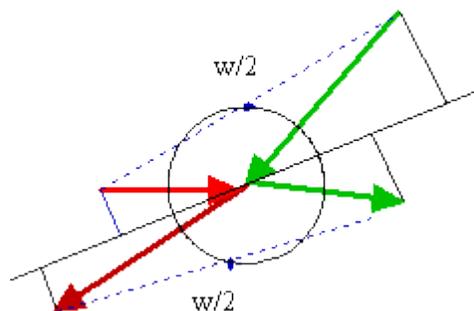


Abbildung 9: Erhalt der Stoßwahrscheinlichkeit

Die Relativgeschwindigkeits-Beträge bleiben nach dem Stoß gleich, obwohl die einzelnen Geschwindigkeiten stark verändert werden. Auch der mittlere Abstand der Stoßpartner ist bei einem gleichgroßen Zeitintervall gleich groß wie vor dem Stoß.

Die Erzeugung unterschiedlicher Geschwindigkeitsbeträge führt zu Verzerrungen der Raumzeit durch einzelne Stöße mit der möglichen Beschreibung durch eine weiter zu entwickelnde [Quantengeometrie](#) mit deren Interpretation als statistischer Mittelwert von Stoßwahrscheinlichkeiten. Vor deren detaillierterer Betrachtung soll aber noch die notwendige Bildungsmöglichkeit von Ansammlungen im HKG etwas näher angeschaut werden.

2.5 Relativität von Raum und Zeit

Im Rahmen des HKM's ist eine Beschäftigung mit dem Thema der Kapitelüberschrift eigentlich gar nicht erforderlich, weil die zu beschreibenden Eigenschaften an allen Raumzeit Punkten durch das [Grundmengenaxiom](#) höchstens durch Mittelwerte wie in [effektiven Theorien](#) erzeugt worden sein können. „Eins der großen Probleme des Theoriegebäudes der Physik besteht derzeit darin, dass seine beiden Säulen, die allgemeine Relativitätstheorie und die Quantenphysik, in ihrer Beziehung zueinander das Korrespondenzprinzip nicht erfüllen. Beide Theorien haben daher nur einen begrenzten Gültigkeitsbereich, so dass die heutige Physik keine abgeschlossene Beschreibung der Natur liefern kann. Es wird daher nach einer Theorie der so genannten [Quantengravitation](#) gesucht, die die Relativitätstheorie und die Quantenphysik vereinigt, indem sie beide als Grenzfall im Sinne des Korrespondenzprinzips enthält“ (aus Wikipedia: [Korrespondenzprinzip](#), 12/2007). Das HKM erweitert die Standardphysik nur um die direkte Stoßwechselwirkung durch Geschwindigkeitstausch. Damit fallen alle Probleme der Quantenphysik und der ART in den Grenzbereichen weg, weil sich die harten Kugeln direkt berühren können und der Abstand Null sein kann.

"Die Allgemeine Relativitätstheorie ergibt sich aus dem Ansatz, die Metrik als ein Feld aufzufassen und der Forderung, dass die Wirkung invariant unter Koordinatentransformationen ist. Für diese Invarianz gibt es nicht nur ästhetische Gründe, sondern sie garantiert das Äquivalenzprinzip, dass Testteilchen bei gleichen Anfangsbedingungen gleich fallen, und ist schon in niedrigster Loopordnung für die Stimmigkeit einer Quantengravitation erforderlich." (Norbert Dragon in [news:de.sci.physik](#) am 23.01.07). Die [Metrik](#) (als Feld) wird nun im HKM von der Verteilung der bewegten Kugeln gemäß Grundmengenaxiom bestimmt. Alle weiteren Eigenschaften der unterschiedlichsten Theorien müssen demnach ebenfalls durch Zuordnung der elementaren Eigenschaften des HKG's beschrieben werden können. Demnach ist auch der [Energie-Impuls-Tensor](#) der ART eine solche Beschreibungsmöglichkeit.

Energie-Impuls-Tensor im HKG

In den [Einstein-Hilbertschen Feldgleichungen](#), wird der durch die vorhandene Materie bestimmte Energie-Impuls-Tensor nur durch Feldeigenschaften des HKG's bestimmt.

$(T^{\alpha\beta}) = \begin{pmatrix} w & \frac{S_x}{c} & \frac{S_y}{c} & \frac{S_z}{c} \\ \frac{S_x}{c} & G_{xx} & G_{xy} & G_{xz} \\ \frac{S_y}{c} & G_{yx} & G_{yy} & G_{yz} \\ \frac{S_z}{c} & G_{zx} & G_{zy} & G_{zz} \end{pmatrix}$	(40)
---	------

Bereits weiter vorn wurde erwähnt, dass Tensoren und Spinoren sowie daraus konstruierbare Felder geeignete Darstellungen der Grundgrößen von in diesem Rahmen möglichen Theorien sind. Die eingehenden Größen, wie die Energiedichte w oder die Energie-Strom-Dichten (Energiedichte mal Geschwindigkeit) S_x , S_y bzw. S_z sowie die neun G_{ik} des eingehenden Spannungstensors müssen natürlich als Durchschnittswerte der sich in der näheren Umgebung bewegenden Objekte ermittelt werden. Die vorn beschriebene Quantisierung mit dem Produkt aus den elementaren Größen

$$\text{Anzahl } m \cdot \text{Geschwindigkeit } v \cdot \text{Länge } L$$

(32) charakterisiert das zufällige Stoßverhalten im Normalraum, zu dem stabile Systeme ein Stoßgleichgewicht besitzen müssen. Die Anzahl der an Systemen beteiligten Kugeln soll die Massen definieren und mit den Geschwindigkeiten bzw. lokalen Durchschnittswerten lassen sich lokale Energie- und Impulswerte bestimmen. Offen bleibt die Definition eines absoluten Längenmaßes für die im Energie-Impuls-Tensor notwendigen lokalen Dichten. Geeignet erscheint der unveränderbare Durchmesser d der hier angenommenen kleinsten Objekte, also harten Kugeln bzw. deren **durchschnittlicher Durchmesser**, falls die Objekte unterschiedlich sind.

Mit einer Kenntnis dieser Größen könnte nun an jedem Raumzeit-Punkt ein Energie-Impuls-Tensor konstruiert werden. Die vorkommenden Potenziale des enthaltenen Spannungstensors G_{ik} können aus den räumlichen Impuls-Transporten der Umgebung, wozu auch Strahlungsfelder beitragen können, gewonnen werden. Festgelegt ist dadurch auch die Masse stabiler Systeme und wegen des Stoßgleichgewichts mit der Umgebung die Durchschnittsgeschwindigkeit in dieser. Je nach Aufgabenstellung sollten sich daraus die an einem Raumzeit Punkt erwarteten Stoßereignisse durch einen Zufallsgenerator ermitteln lassen. Durch die Stöße wird dann die raum-zeitliche Struktur der Stoßerwartungen in der Umgebung verändert.

Elementarste Ereignisse sind die Zusammenstöße zwischen den kleinsten Objekten. Die raumzeitlichen Abstände zwischen solchen Elementarereignissen sind variabel und kontinuierlich, 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. Je mehr elementare Ereignisse dafür einbezogen werden, desto kleiner wird die zufällige Abweichung vom Durchschnittswert der Definition.

Offensichtlich kann nach der Stoßformel

$$\begin{aligned} \vec{v}_1' &= \vec{v}_2 \Rightarrow + \vec{v}_{1\mu} \\ \vec{v}_2' &= \vec{v}_1 \Rightarrow + \vec{v}_{2\mu} \end{aligned}$$

(bzw. den detaillierten [Stoßtransformationen](#)) jeder beliebige Geschwindigkeitsvektor \vec{v} durch einen Stoß in jeden beliebigen anderen transformiert werden. Die Erzeugung von

Vektoren innerhalb bestimmter Intervallgrenzen 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 Lichtgeschwindigkeit c .

Kugelmengensysteme welche zumindest für eine gewisse Zeit stabil gegenüber ihrer Umgebung sind, müssen diese Stabilität auch in einer bestimmten Form bei einer Bewegungsänderung aufrecht erhalten. Es kann angenommen werden, dass die Stoßkomponenten in jeder Raumrichtung ausgeglichen sind. Aus vielen Kugeln bestehende Systeme, wie z.B. Elementarteilchen, behalten demnach bei einer kontinuierlichen Beschleunigung ihre Haupteigenschaften. Daraus folgt das **Trägheitsgesetz** und der [Trägheitstensor](#) lässt sich als Durchschnittswert durch Summenbildung ermitteln. Die Bewegungsgröße bleibt erhalten.

Wird zu jeder einzelnen Kugel eines solchen Systems rein theoretisch die gleiche Geschwindigkeitskomponente addiert, z.B. durch gleichartige Stöße auf alle, verändert sich gegenüber der Umgebung das erwartete Stoßverhalten, also die Stoßhäufigkeit und damit ändern sich auch die auftretenden Winkel. Das kann 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 kleinsten Kugeln, welche eine ähnliche, aber eben doch andere Bewegungsgröße besitzen, ändert das ganze System seine Bewegung geringfügig. Verallgemeinert führt dieser Gedanke bei den noch zu behandelnden Wechselwirkungen zur Idee einer Bewegungsänderung von Systemen durch Aufsammlung von Geschwindigkeitsvektoren und dabei zur **Äquivalenz von träger und schwerer Masse**. Dazu gehört auch eine anschauliche Erklärung der [Gravitation](#), welche hier durch die Verzerrung der Raumzeit mit den Einstein-Hilbertschen Feldgleichungen beschrieben wird. Zufällig in der weiteren Umgebung erzeugte Geschwindigkeitsvektoren, die ins System passen, können nicht von systeminternen unterschieden werden und erhöhen deshalb dessen Energie und Impuls. In der Umgebung dadurch fehlende Geschwindigkeitskomponenten erzeugen einen als Gravitation interpretierbaren Sog.

Konstante Signalgeschwindigkeit

Eine Energie- bzw. Massenportion ist mit einer Ansammlung von kleinsten Kugeln verbunden, welche um den Bewegungsschwerpunkt stabil, aber dabei mit durchaus möglicher Eigendynamik (z.B. auch Drehung), verteilt ist. Bei gleichförmig bewegtem System treten mit zunehmender Geschwindigkeit immer mehr Frontalstöße auf. Die Stoßfrequenz von vorn erhöht sich. Weil ein stabiles System (Elementarteilchen, auch Photon) dabei stabil bleibt, durchheilen die frontal auftreffenden Kugeln aber das System ohne Wirkung auf dieses. Wie das im Detail passiert, kann erst mit der Struktur der Elementarteilchen bzw. von großen Kugelansammlungen untersucht werden. Einleuchtend ist aber die Symmetrie der bei den Stößen auftretenden Winkel.

In Systemen können trotz häufiger Querstöße alle möglichen Geschwindigkeitskomponenten vorkommen. Nur in Bruchteilen des durch h festgelegten Raum-Zeit-Intervalls für die Beobachtung eines Systems sind auch Überlichtgeschwindigkeiten möglich, aber diese sind nicht messbar. Die konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit einer gewöhnlichen Störung, ergibt sich als Projektion auf eine gewählte Raumrichtung aus der *Durchschnittsgeschwindigkeit* der kleinsten Objekte, mit dem Erwartungswert der auftretenden Stoßachsenwinkel von 45° , bei denen es ja eine 90° Drehung der Bewegungsrichtung gibt, wegen der deshalb durchschnittlich zurückgelegten Wege einfach geometrisch zu

$$c = \frac{|\vec{v}|}{\sqrt{2}} \quad (41)$$

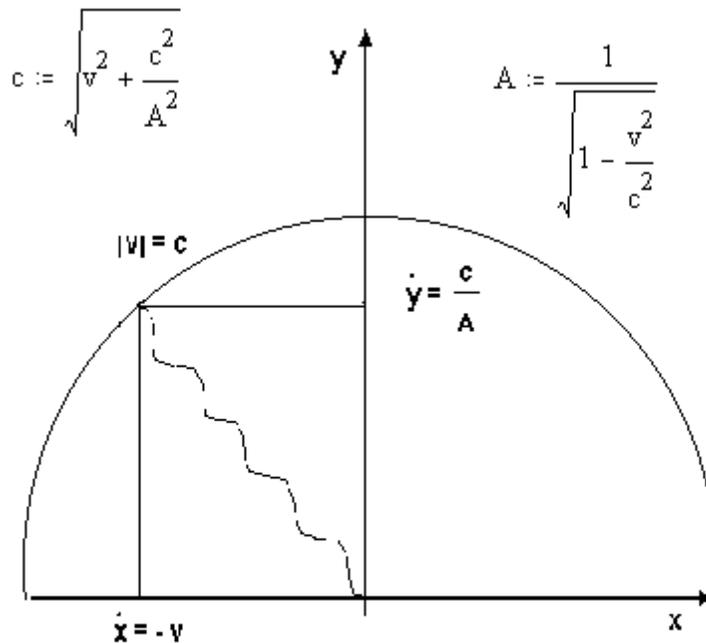
Dieser Wert ergibt sich übrigens annähernd auch als [Schallgeschwindigkeit in Wasserstoff](#) im Verhältnis zur gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit der Moleküle.

Eigenschaftsänderungen bewegter Systeme

Die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit c zwischen beliebig gleichförmig bewegten Systemen ist eine der Grundfesten der Relativitätstheorie. Stabile Systeme befinden sich in Stoßgleichgewicht mit der Umgebung. Auch für beschleunigte Systeme gilt das, was einem freiem Fall entspricht. Um welche Quelle bzw. Art der Erzeugung einer Beschleunigung es sich handelt, ist dabei unwichtig. Stabilität bedeutet, dass es zu allen zum System gehörenden Kugeln solche Stoßpartner gibt, dass deren Durchschnittsbewegung auch nach zufälligen Stößen erhalten bleibt, auch relativ zur jeweiligen Umgebung.

Im betrachteten HKG ist es möglich, mit Nicht-Durchschnitts-Geschwindigkeiten, Änderungen im Bewegungsablauf eines stabilen Systems (Elementarteilchen) hervorzurufen. Das kann im Wesentlichen, nach den bis hierher nur oberflächlichen Überlegungen, ausschließlich durch Mischung von Kugelströmungen erfolgen. Über größere Abstände der Systeme sind solche Ströme als Störungen im Normalraum nur mit den darin herrschenden Geschwindigkeiten möglich. Auch Informationen können deshalb nur mit diesen Geschwindigkeiten übertragen werden. Ganzen Ensembles von stabilen Systemen, die sich wiederum in einem stabilen Stoßgleichgewicht zueinander befinden, kann auch wieder eine gemeinsame Bewegung überlagert sein. Wegen des Stoßgleichgewichts, das die Stabilität gegenüber der Umgebung gewährleistet, kann die Eigenbewegung gegenüber dem Medium (HKG) nicht festgestellt werden, zum Ausgleich von Stoßfrequenzänderungen in Bewegungsrichtung muss aber die orthogonal dazu gegenüber dem HKG in Erscheinung tretende Stoßhäufigkeit durch einen Dichtezuwachs angepasst werden.

Zuerst wird ein (hypothetisch existierendes) stabiles System und dessen Bewegung gegenüber dem HKG des Vakuums betrachtet. Wegen der Geschwindigkeits-Normalverteilung sei bei Annahme einer orthogonal zur Bewegungsrichtung überlagerten Drehung des Kugelmengensystems der "Zeit- bzw. Ereignis-Vektor", also beispielsweise eine "gerichtete" Wellenzahl, ebenfalls orthogonal zur Bewegung eingestellt. Abbildung 10 zeigt eine Bewegung mit der Geschwindigkeit \mathbf{v} in x-Richtung und der Geschwindigkeit als Änderung, d.h. Ableitung, des in einer sinnvoll gewählten Zeiteinheit zurückgelegten Weges. Mit der Zunahme der Systemgeschwindigkeit verlagert sich somit dieser Vektor auf dem Einheitskreis, da die Ereigniszahl wegen der angenommenen Stabilität des Systems gegenüber der Umgebung konstant sein muss. Immer mehr Stöße werden durch Frontalstöße ersetzt. Das ist in dem Bild durch eine unveränderliche Welle skizziert und soll eigentlich die Stoßzahl auf die kleinen Objekte (Kugeln) des Systems darstellen. Diese charakterisieren mit ihrer Stoßhäufigkeit die angenommene Stabilität. Das statistische Modell für die vorkommenden Winkel und die Stabilität von Systemen gilt es außerhalb dieser Betrachtungen zu finden.



Herleitung des Lorentz-Faktors:
Systeminterne Bewegungen erfolgen mit
Durchschnittsgeschwindigkeit, welche nach
Pythagoras die Verkürzung in y-Richtung
ergeben.

Abbildung 10:

Es gilt also wegen der möglichen Aufspaltung der konstanten systeminternen Durchschnittsgeschwindigkeit in Achsenrichtung

$$|v| = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} = c, \text{ mit: } \dot{y} = \frac{c}{A} \quad (42)$$

Damit ergibt sich:

$$\sqrt{v^2 + \frac{c^2}{A^2}} = c \quad (43)$$

und das wird durch einfaches Auflösen:

$$A = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (44)$$

was der bekannte **Lorentz-Faktor** ist.

Das eine stabile System kann nun zu einem Ensemble gehören und von einem anderen aus, das sich in einem anderen Ensemble befindet und mit diesem eine Relativbewegung zum ersten durchführt, betrachtet werden. In jedem dieser Systeme gilt, dass die Bewegung gegenüber dem Medium, also dem HKG nicht festgestellt werden kann, weil die Stoßhäufigkeit der Umgebung angepasst ist. Andernfalls würden sich die Systeme durch die Dichtefluktuationen nach den Gesetzen der Thermodynamik schnell auflösen. Einer willkürlichen elementar mathematischen Addition von zwei Systemgeschwindigkeiten kann somit keine physikalische Erscheinung entsprechen. Die Summe muss zumindest bei der Beteiligung von zwei Systemen, welche aus vielen Objekten bestehen, eine Zahl kleiner als c sein, falls die Beobachtung in einem größeren Raumzeit-Intervall erfolgt, was ja durch die Normalraumeigenschaft h verlangt wird. Das ist die Aussage des **Additionstheorems der Geschwindigkeiten** der (speziellen) Relativitätstheorie. Es gilt also zwischen den relativ zueinander bewegten Systemen das **Relativitätsprinzip** und Signale können von einem Ensemble auf das andere nur mit der konstanten Geschwindigkeit c übertragen werden. Somit gilt der gesamte Formalismus der speziellen Relativitätstheorie auch im betrachteten Gas harter Kugeln.

Die Gültigkeit ähnlicher Überlegungen für reale Gase scheidet an der Instabilität von Systemen, wohl wegen geringerer Symmetrie bei den vorkommenden Winkeln und schwierigen Realisation einer Messung von Schallsignalen sowie deren Bezug auf die freien Weglängen, die ja bekanntlich beim Schall sehr viel kleiner sind. Trotzdem könnte aber auch ein **Michelson-Morley-Experiment** mit Schall durchgeführt werden.

Die Zeit wird durch die Anzahl der Elementarereignisse bestimmt. Bei einem bewegten System treten mit höherer Geschwindigkeit immer mehr Frontalstöße auf, so dass für orthogonal dazu stattfindende Stöße weniger Partner bleiben und deshalb die Zeit gedehnt erscheint. Von einem ruhenden Beobachter aus ist demnach eine **Zeitdehnung** bzw. **Längenverkürzung** oder ein **Massenzuwachs** anzunehmen, der mit mehr beteiligten Kugeln wegen dem notwendigen Stoßgleichgewicht verbunden zu sein scheint. Das erzeugt unter anderem auch den tatsächlich beobachtbaren **relativistischen Dopplereffekt** muss aber, wie noch gezeigt werden muss, nicht unbedingt Ursache der **Hubble-Konstante** sein.

Das Relativitätsprinzip, welches die Gleichwertigkeit der Bezugssysteme für die Darstellung der physikalischen Gesetze bestimmt und der Lorentz-Faktor sind die Basis für die (vorerst spezielle) **Relativitätstheorie** und die Ursache der Anwendbarkeit der Lorentz- bzw. Poincare-Gruppe. Sie gelten nach dem Obigen wegen der elementaren Raumeigenschaft h und dem damit zusammenhängenden Stoßgleichgewicht stabiler Systeme zu deren Umgebung. **Viererschreibweise**,..., welche das gesamte Gebäude der Theorie bilden, ergeben sich dann als rein mathematische Hilfsmittel. Der ganze Vorgang entspricht unter Einschluss der Elementarzeiten zwischen Elementarereignissen somit einer Art **Diskretisierung aber nicht Quantisierung von Raum und Zeit** mit Hilfe der elementaren Eigenschaften der Grundmenge wie im vorigen Kapitel. Speziell die freie Weglänge L führt bei Anwendung des rationalen Maßeinheitensystems mit $c = \hbar = L = 1$ dazu, dass die Einheiten von

$$[E] = [p] = m = L^{-1}$$

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 die herkömmliche Energiedefinition. Der **relativistische Massenzuwachs** gemäß $m = m_0 / A$ ist wegen der Systembeschleunigung durch Einmischung entsprechender kleinster Kugeln und dem bei jeder Geschwindigkeit herrschenden, für Stabilität notwendigen, Stoßgleichgewicht gegenüber der Umgebung, mit einer scheinbaren **Anzahlerhöhung** verbunden. Angenommen wird, dass die Aufsammlung bzw. Einmischung von Geschwindigkeitsvektoren eine allgemeine Eigenschaft zur Beschleunigung von durch Selbstorganisation gebildeten Systemen ist. In einer **Gravitationstheorie** sollte das ebenfalls

verwendet werden. Zufällig in der Umgebung gebildete ins System passende Vektoren könnten durch dieses absorbiert werden und dadurch einen [Schatteneffekt](#) erzeugen. Über die Größe der im Vakuum vorhandenen Kugeln wird hier noch keine Aussage gemacht, nur die Eigenschaften h und $c = \text{const.}$ sind von Bedeutung. Eine Quantisierung der Gravitation ist aber ebenso unsinnig, wie die Quantisierung der Bewegung von Kugel-Systemen, weil einzelne Kugeln (oder die allgemeineren Objekte) kontinuierlich alle möglichen Geschwindigkeitsbeträge annehmen können.

Grenzen der Gültigkeit und damit der Übergang zur [Galilei-Gruppe](#) sind somit nicht nur für Relativgeschwindigkeiten von Systemen nahe Null erklärt, sondern auch bei Verlassen der statistischen Betrachtung einer Vielzahl kleinster Objekte, welche sich im Gleichgewicht mit dem umliegenden Raum befinden und messbar sind. Unterhalb des durch die Eigenschaft h bestimmten Messbarkeitsbereichs gelten die einfachen Stoßgesetze der Galilei-Gruppe, wie sie durch die [Stoßformeln](#) definiert werden. Vor der Behandlung der Gravitation und damit der vollen Erschließung der Struktur von Raum und Zeit, muss aber noch die wichtige Mikrostruktur der Urmaterieportionen erschlossen werden. Das ist leider sehr aufwändig. Durch Simulationen oder exakte mathematische Verfahren muss eine zufällige Bildung von Elementarteilchen in Mengen stoßender Kugeln gesucht werden. Gefundenen Strukturen müssen dann die gebräuchlichen Beschreibungen der Standardphysik zugeordnet und die elementaren Vorgänge bei den Wechselwirkungen nochmals behandelt werden. Das ist eine riesige Aufgabe, die wegen unendlich vieler möglicher zusammengesetzter Strukturbildungen endlos sein wird. Erster Schritt sollte der Nachweis einer Möglichkeit zur Systembildung bzw. [Entropieabnahme](#) sein.

Mit den beiden letzten Kapiteln, also der Quantenhaftigkeit und der Gültigkeit der Relativitätstheorie in einem Gas kleiner Objekte, welche möglicherweise stabile Elementarteilchen bilden können, ist nun zumindest ein Rahmen abgesteckt, in dem man vielleicht einmal zu einer [Allumfassenden Theorie](#) (Theory of Everything = TOE) kommen kann.

3. Spekulation über Mögliches Szenario für die Weltentwicklung im HKM

3.1 Homogenes Gas

SZENE 1: *Anfangs gleichmäßig verteilte, sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegend Kugeln stoßen ständig mit anderen zusammen. Bei den Stößen ändern sich Geschwindigkeiten und Richtungen. Die langsameren Kugeln bleiben länger in Nähe des Stoßortes.*

Wir betrachten dazu ein HKG in sehr ferner Vergangenheit. Dichte und auch die Teilchengeschwindigkeiten seien beliebig. Stoßwahrscheinlichkeiten können bei Kenntnis lokaler Eigenschaften des HKG berechnet werden ([Brendel_stoss.pdf](#)). Querstöße kommen in diesem Gas mit größerer Häufigkeit vor, als frontale Stöße (nach B_stoss.pdf, 4.4 Abb. 8: durchschnittlich rund 72° Flugwinkel). Dabei sind nach einem seitlichen Stoß mit hoher Wahrscheinlichkeit größere Geschwindigkeitsunterschiede zu erwarten. Als Grenzwert vieler Stöße ergibt sich die **Maxwell-Boltzmann-Verteilung** für die Geschwindigkeit. => *Phänomene eines Gases harter Kugeln.*

Normalerweise gibt es in keinem Raumgebiet größere Ansammlungen von Teilchen mit kleiner Geschwindigkeit. Ist allerdings genügend Zeit vorhanden, wird die Wahrscheinlichkeit groß, dass irgendwo eine solche Ansammlung entsteht, so dass in diese zufällig von außen hinein geratene langsame Teilchen nicht mehr von denen der Ansammlung unterschieden werden. Diese bleiben dann in der Ansammlung und vergrößern diese, falls von außen weiterhin Stoßgleichgewicht herrscht. Das ist nur dann der Fall, wenn die innere Geschwindigkeit entsprechend der größeren Dichte abnimmt. Außen herrschen vorerst noch fast unveränderte Bedingungen. Weil aber mehr schnelle Teilchen aus dem betrachteten Gebiet kommen und diese irgendwann außerhalb wieder mit anderen Teilchen zusammen stoßen, erhöht sich die äußere Durchschnittsgeschwindigkeit langfristig bei gleichzeitiger Abnahme der Anzahldichte (*Phänomene Dunkle Materie bzw. - Energie und Vakuumfluktuationen*). Im Sammelgebiet finden wegen höherer Dichte noch häufiger Querstöße statt. Je nach Abstand der Teilchen voneinander und dazu in Relation stehender Zahl der während der freien Bewegung von außen auf das Sammelgebiet auftreffenden Kugeln, kommen mehr oder weniger Stöße auf schnelle oder langsamere Kugeln vor. Diese Phase umfasst alle bekannten Wechselwirkungen, wie sie durch eine "große Vereinigung" beschrieben werden sollen. Wesentlich ist das Stoßgleichgewicht zwischen Umgebungen mit unterschiedlichen Eigenschaften, das zu deren (annähernder) Stabilität führt (*Phänomen Materiezusammenhalt vor allem der Teilchen mit starker WW, die aber nicht einzeln in der gesamten Ansammlung erkennbar sind*). Die gesamte Sammelgebiet könnte als **schwarzes Loch** Vorstufe eines Gebietes zur Bildung von Kugelsternhaufen sein. Erstes beobachtbares Anzeichen dafür könnte die Bildung von Quasaren sein.

3.2 Kugelansammlung (Gravitation)

SZENE 2: *Eine Ansammlung leert Umgebung.*

Wirr durcheinander fliegende Kugeln führen nicht zu geordneten Stößen und daher ist kein längerer Zusammenhalt zu erwarten. Genauer untersucht werden muss aber die Stoßwechselwirkung aus dem umliegenden Normalraum auf eine Schar von in Formation

fliegenden Kugeln höherer Dichte. Weil große Ansammlungen angenommen werden, wird eine kleine Grenzfläche mit unterschiedlichen Eigenschaften auf beiden Seiten betrachtet, bei der aus Stabilitätsgründen durchschnittliches Stoßgleichgewicht herrscht. Äußere häufige Querstöße erzeugen hohe Geschwindigkeitsunterschiede. Langsame Kugeln bleiben etwas zurück und so wandert die Abnahme der Geschwindigkeit zum Ansammlungszentrum, weil in tieferen Schichten die langsamen auf noch langsamere treffen, für welche sie die schnelleren sind.

In den Kugelscharen kann es neben der langsamen Durchschnittsgeschwindigkeit (in möglicher Drehrichtung der Ansammlung) eine zufällige schnelle (Zitter-) Bewegung der Impulsübertragung von außen geben. Prinzipiell fliegen die Kugeln bis zu einem Zusammenstoß gerade aus. Bis zum Systemrand, d.h. der Oberfläche des Sammelgebiets, das wegen der isotropisch aus dem gesamten Raum erwarteten außen auftreffenden Kugeln ebenfalls Kugelform haben sollte, erfolgt fast sicher einer der häufigen Quersammenstöße. Deshalb ergibt sich wahrscheinlich eine Drehung der kugelförmigen Ansammlung. Eine aus dem Außenraum mit hoher Geschwindigkeit, bevorzugt seitlich, auftreffende Kugel bleibt selbst ungefähr im Gebiet des Auftreffens, der Impuls durchheilt aber das Sammelgebiet und kann dabei immer wieder häufig seitlich auf andere Kugeln treffen. Weil diese zur Ansammlung gehören und deshalb Bestandteil einer Schar sind, ist deren Geschwindigkeit jeweils annähernd gleich um den in der jeweiligen Schicht vorherrschenden Mittelwert verteilt und langsam, entsprechend der durchschnittlichen Drehung des gesamten Sammelgebiets (bis auf die erwähnten möglichen zusätzlichen kleinen thermischen Schwankungen).

Bei kleiner innerer Durchschnittsgeschwindigkeit können möglicherweise keine individuellen Systeme (Elementarteilchen) vorkommen, außen könnten aber wegen der leer gefegten Umgebung solche sich drehende kleine Ansammlungen (mit Spin) das betrachtete Gebiet verlassen. Die abprallenden zweiten Stoßpartner an der Oberfläche des Sammelgebietes könnten ebenfalls eigenständige Wirbel bilden, die beispielsweise als elektromagnetische Felder interpretiert werden können. Die gesamte Ansammlung könnte so zu einer Elementarteilchenquelle werden und vielleicht Kugelsternhaufen entstehen lassen.

Dieser Sammeleffekt könnte nun unendlich lange weiter gehen, wobei lediglich das Gebiet immer weiter wächst. Aus sehr weiten Entfernungen kommen immer neue Objekte (harte Kugeln) hinzu, deren Geschwindigkeit gut ins Sammelgebiet passt, auch wenn die Umgebung immer dünner wird. Dabei gibt es aber eine Beschränkung. Die Stöße der Umgebung nehmen immer mehr ab. So kommen nur noch schnelle Teilchen von sehr weit in das Sammelgebiet. Entstanden nun aber irgend wo weit entfernt weitere Sammelgebiete, wird der Raum dazwischen leer gefegt. Nur von außerhalb dieser Gebiete gibt es noch mehr Teilchen. Deshalb erfolgt wegen einer Art Schatteneffekt eine Anziehung der Sammelgebiete. Die Gravitation ist geboren (*Phänomen* allgemeine Anziehung zwischen Massen). Daraus folgt ein [mechanischer Erklärungsansatz der Gravitation](http://de.wikipedia.org/wiki/Le-Sage-Gravitation) wie beispielsweise in den Druck- (<http://de.wikipedia.org/wiki/Le-Sage-Gravitation>) oder MOND-ähnlichen Gravitationstheorien (http://de.wikipedia.org/wiki/Modifizierte_Newtonsche_Dynamik). Eines der früheren Hauptargumente gegen die Absorption war die erforderliche starke Erwärmung, die aber, wegen der direkten möglichen Umwandlung der thermischen Energie in Elementarteilchen, entkräftet werden kann.

3.3 Allgemeine Drehung

SZENE 3: Die Gebiete ziehen sich gegenseitig an. Dadurch kommt es zu Annäherungen und Zusammenstößen. Bei Vorbeiflügen und Zusammenstößen von Sammelgebieten erfolgen viele Einzelzusammenstöße. Eine scheinbare Drehrichtung der Ansammlung ist danach bevorzugt, wenn einseitige Streifstöße häufig vorkommen ([Stoßachsenwinkel](#) $-\pi/2$ oder $\pi/2$). Nun gibt es noch mehr seitliche Treffer, wodurch beteiligte Stoßpartner noch langsamer werden. Es bilden sich Ströme in Drehrichtung.

Die Sammelgebiete könnten im Universum ungefähr gleichmäßig verteilt sein, so dass es wegen gegenseitiger Anziehung zu zufälligen Zusammenstößen solcher Gebiete kommt. Bei Zusammenstößen oder Vorbeiflügen von Sammelgebieten finden viele Einzelstöße statt und es wird Impuls auf das jeweils andere Sammelgebiet übertragen, der Drehbewegungen erzeugen kann. Die Vereinigung von Sammelgebieten kann zur Galaxienbildung führen.

Ist nun zufällig eine Ordnung in der Form vorhanden, dass von innen nach außen die Geschwindigkeit der Kugeln zunimmt, kann durch die von außen erfolgenden Stöße ein Effekt entstehen, bei dem die Querstöße durch sehr viel schnellere Umgebungskugeln eine Richtungsänderung der Kugeln der Ansammlung verursachen, die eine Drehung der Ansammlung bedeuten. Dadurch gibt es am Ansammlungsrand sich in Drehrichtung bewegende Kugelscharen. Der Dreheffekt überträgt sich in die Umgebung durch die das Sammelgebiet verlassenden Geschwindigkeitsvektoren, es entsteht eine allgemeine Verwirbelung der Vakuumfluktuationen. Ein mitdrehender Zeiger kann das veranschaulichen (*Phänomen Nichtlokalität in einigen Experimenten*).

3.4 Jetbildung

SZENE 4: Wegen der inneren maximalen Auffüllung eines Sammelgebietes kommt es bei äußerem weiteren Hinzukommen von Teilchen zu einer Verdrängung aus dem extrem dichten und langsamen Zentrum. Einzige mögliche Richtung ist die Drehachse. Dort werden Jets gebildet.

Im Sammelgebiet nimmt von außen die Geschwindigkeit nach innen ab, gleichzeitig aber auch die Dichte bis zur maximalen Auffüllung zu. Dabei kommt es oft zu kurzfristig hintereinander stattfindenden Stößen und als durchschnittliche Bewegungsfreiheit bleibt nur die in Drehrichtung. An der Mittelachse des Sammelgebiets wird die Bewegungsfreiheit am kleinsten, der Außendruck bleibt aber, so dass ein Ausweichen nach vielen Stößen nur an den Polen des Sammelgebiets mit der kleinen Durchschnittsgeschwindigkeit der Ansammlung möglich ist. An der gesamten Oberfläche des Sammelgebiets verlassen aber die Teilchen mit hoher Durchschnittsgeschwindigkeit das Gebiet. Die an den Polen heraus gedrängten Teilchenscharen haben intern natürlich auch nur geradlinige Bewegungen. Wegen der großen Dichte erfolgen aber trotzdem häufige Zusammenstöße von außen, auch mit den bereits erwähnten Wirbeln (elektromagnetischen Feldern). Diese sind wieder vorwiegend quer und erfolgen mit der hohen Geschwindigkeit der Umgebung. Dabei ist eine kurze interne freie Weglänge zu erwarten, nach der eine abrupte Richtungsänderung erfolgt. Wegen des umgebenden fast leeren Raumes ist somit eine zusammengehörige Portion (Elementarteilchen) abgespalten. Die freie Weglänge wird durch die Umgebung bestimmt, in der sich ein Stoßgleichgewicht einstellt (Phänomen mit \hbar quantisierte **Elementarteilchen**).

3.5 Elementarteilchenbildung

SZENE 5: Auf Dreiecksbahn sich bewegende Kugelscharen befinden sich mit der Umgebung im Stoßgleichgewicht, bis nicht eine entscheidende Kreuzung interner Kugelscharen dieses Gleichgewicht stört.

Schlüsseffekt für die Systembildung bzw. -erhaltung ist das Verhalten beim Auftreffen auf einen Schwarm parallel fliegender Kugeln. In einen solchen hineingeratende Objekte werden nicht mehr von diesem unterschieden. Diese verstärken den Effekt Richtung weiterer Ansammlung. Schnellere verlassen schneller dieses Gebiet. Schnelle Stöße von außen sind

ebenfalls häufiger Querstöße. Erfolgen diese zentral, führen sie lediglich zu einem schnellen Übertrag auf eine tiefer in der Ansammlung befindliche Kugel. Bei seitlichem Stoß wird der Geschwindigkeitsunterschied groß und es erfolgt ein weiterer Sammeleffekt. An den Gebietsgrenzen kann aber ein Stoßgleichgewicht herrschen, weil wenige schnelle zur gleichen Stoßfrequenz führen können, wie viele langsame.

Bei den sehr dichten Kugelscharen (Schwärme = Quarks) treffen die Kugeln leicht miteinander zusammen. Geschieht das massenweise zufällig, wird die durchschnittliche Bewegungsrichtung möglicherweise so gestört, dass keine systeminternen Kugeln an den erwarteten Stoßorten sind. Dadurch kommt der Fluss durcheinander und das System löst sich auf. Dabei sind aber Scharen in (vermutlich gerade drei) verschiedenen Flugrichtungen vorhanden. In jedem Stoßerwartungsgebiet ist es am günstigsten, wenn für jede dort ankommende Kugel ein Stoßpartner vorhanden ist (Stoßgleichgewicht). Die Teilschwärme können nicht allein existieren (*Phänomene => Confinement und Quarks*). Übrige verlassen das Gebiet im freien geradlinigen Flug, bis sie auf Kugeln des Vakuums (Normalraum) treffen (*Phänomen => Lepton*). Beide stabile Kugelmengenarten, d.h. die ganz dichten Quarks bzw. die genau nach einer freien Weglänge im Stoßgleichgewicht mit der Umgebung, also dem Vakuum, stehenden Leptonen, haben gegenüber ihrer Umgebung im Durchschnitt Geschwindigkeitsbetragsüberschüsse oder -mängel (*Phänomen => elektrisches Feld*). Auch außerhalb dieser Mengen werden dabei Kugelmengen von den Quellen zu Senken transportiert (*Phänomen => Magnetfeld*). Neutrale Systeme emittieren weder größere noch kleinere Geschwindigkeitsvektoren, das Stoßgleichgewicht mit dem Vakuum muss bei stabilen Systemen aber trotzdem vorhanden sein. Daraus folgt, dass die systeminterne Durchschnittsgeschwindigkeit der Kugeln, die das elektromagnetische Feld bilden, wegen der höheren Dichte angesammelter Kugeln, niedriger als die Vakuumlichtgeschwindigkeit c sein muss.

3.6 Photonenbildung

SZENE 6: Überschüssige mit durchschnittlicher Normalraumgeschwindigkeit von Kugelscharen abgelöste Teilmengen bilden Schwärme, die in eine feste Richtung ins Vakuum davon eilen (Photonen). Die beteiligte Anzahl an Kugeln und deren Geschwindigkeiten ergeben das für Stabilität wichtige, aber im Raum fortschreitende Stoßgleichgewicht: Phänomen => gequantelte Energie mit $c = \text{const}$.

Die genauere Untersuchung solcher Schwärme sollte zeigen, dass die Eigenschaften durch bekannte Phänomene festgelegt werden. Die Anzahldichte mit der konstanten Geschwindigkeit c ergibt eine bestimmte freie Weglänge einer zusammengehörigen Portion (*Phänomen => Quantenhaftigkeit*). Würden beim Flug viele Zusammenstöße stattfinden, müsste sich ein Quant schnell auflösen. Die Eigenschaften treten deshalb wohl erst bei einer Wechselwirkung mit anderen Systemen zutage (Messung). Je nach Art der Wechselwirkung wird entweder der Aspekt der Geschwindigkeit oder jener der Anzahl gemessen. Ein Stoßgleichgewicht in der offenen Umgebung ist bei den überschüssigen Kugelmengen nicht vorhanden und deshalb verursacht eine Änderung der Dichte eine Veränderung der Geschwindigkeiten und umgekehrt, weil immer Querstöße vorherrschen.

Das Problem exakter Werte für die Dichte, Geschwindigkeiten und Größen der anzunehmenden kleinen harten Kugeln (oder Uratome oder wie man diese auch nennen mag) muss gelöst werden. Dabei gibt es in der Anfangsüberlegung verschiedene Dilemmas der Vakuum-Raumdichte:

a) sehr dünn ($L \rightarrow \text{unendlich}$) => für Systeme fehlt Stoßfrequenz, kochende Vakuumfluktuationen sind kaum denkbar aber Photonen können ohne Störung Raum durchqueren, kleiner Einfluss durch Stöße erzeugt Rotverschiebung und Gravitation. Schwer

bzw. überhaupt nicht erklärbar wäre das Zusammenbleiben eines Photons (Portion Uratome) über lange Zeit, weil die erzeugenden Stöße geringfügig unterschiedliche Flugrichtungen erzeugen. => LASER wäre schwer erklärbar.

b) dünn (z.B. $L \rightarrow 10 \text{ cm}$) => ausreichend Stoßfrequenz für Systeme, kochende Vakuumfluktuationen aber elektromagnetische Wellen werden ständig gestört bzw. der Wechsel von Schnelle und Dichte (unterhalb der Größenordnung von L im Gegensatz zu Schallwellen) muss erklärbar werden. Die Ausbreitungsrichtung ([Poyntingvektor](#)) bei den bisherigen Definitionen der elektromagnetischen Feldkomponenten stimmt nicht.

c) dichter => positive und negative Dichteabweichungen können für elektrische Ladungen verantwortlich sein. Stoßachsenwinkel in bevorzugten Außenbereichen können bei Wirbeln Zusammenhalt erzeugen. Ausbreitung elektromagnetischer Wellen könnte auf Sog beruhen. Damit könnte Polarisation erklärbar werden.

d) Photonen sind immer gleich schnell => dürften nicht durch Stöße gestört werden oder der Einfluss gleicht sich statistisch aus => Raum dürfte nicht stark gefüllt sein oder das Zerfließen wird statistisch verhindert

e) Photonen sind durch Maxwell-Gleichungen beschreibbar und haben deshalb im HKM Dünne und Dichte sowie Schnelle und Langsamkeit => Geschwindigkeit kann nur konstant sein, wenn diese Eigenschaft bei der Ausbreitung exakt symmetrisch ausgeglichen vorhanden wäre => elektromagnetische Eigenschaften treten nur bei Wechselwirkungen auf, bei der Ausbreitung muss die Eigenschaft durch die (symmetrische) Struktur der sich mit c als Durchschnittsgeschwindigkeit bewegenden Ansammlung (Photon) weiter getragen werden.

f) Dunkle Materie und dunkle Energie enthalten höchstens 95 % der Materie, sind aber auf viel mehr Raum verteilt.

3.7 Potenzialbildung von Kugelmengen (z.B. Elektromagnetismus)

Die elektroschwache Wechselwirkung ist hier in der Form von mischenden Geschwindigkeitsvektoren dargestellt. Obwohl diese eigentlich nur reine elektrische Felder (virtuelle Photonen) beschreiben, kann der Mechanismus auch auf die Kugelmengen-Flüsse (Anzahldichte) des magnetischen Feldes und beispielsweise systeminterne Axialvektorströme der schwachen Wechselwirkung angewandt werden. Allen diesen [superponierbaren](#) Wechselwirkungen ist im HKM gemeinsam, dass ja die aus anderen Systemen kommenden sich örtlich überlagernden und mischenden Objekte, vor allem auch in ihrer allein möglichen nicht realen Beschreibung durch Wahrscheinlichkeitsfunktionen, nicht von systeminternen unterschieden werden können.

Eine Verlagerung des Systems erfolgt immer dorthin, wo die zu den systeminternen Eigenschaften ähnlichste Umgebung anzutreffen ist. Das ist in Abbildung 11 durch die schwarzen Verbindungslinien angedeutet (vgl. auch [Kapitel Elektroschwache Wechselwirkung auf Uratom.de](#)). Nichts anderes besagt aber die Wirkung eines [Potenzials](#) auf ein System. Es besitzt die Fähigkeit Arbeit zur Beschleunigung des Systems zu verrichten.

Für die Berechenbarkeit der auftretenden Potenziale sind allerdings einige grundlegende Informationen über die Kugelgrößen und die Anzahldichte erforderlich. Erst damit lassen sich Systemgrenzen, z.B. als Erwartungswerte der Stoßorte von Systemkugeln mit solchen der Umgebung, und deren mögliche Verschiebungen durch das Potenzial ermitteln. Die virtuellen Verschiebungen in den Variationen zur Gewinnung der Bewegungsgleichungen im Lagrange-Formalismus der [Feldtheorien](#) werden somit etwas anschaulicher. Das notwendigerweise geltende [Prinzip der stationären Wirkung](#) charakterisiert die Stabilität der betrachteten Kugelmengensysteme (Elementarteilchen). Die unbekanntesten versteckten geradlinigen Bahnen (Bohmsche Trajektorien) der einzelnen Objekte, welche die betrachteten Systeme bilden, geben auch den in der [De-Broglie-Bohm-Theorie](#) verwendeten eine anschauliche Bedeutung.

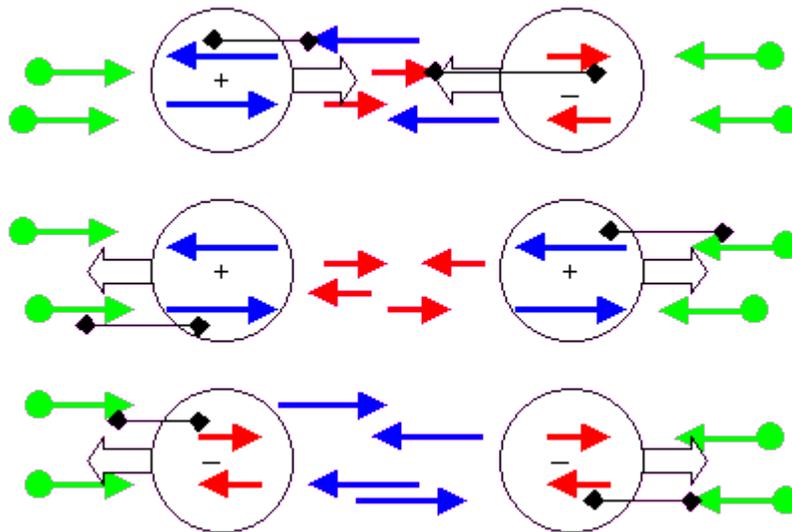


Abbildung 11: Potenzialbildung durch Mischung

3.8 Ausblick auf Vereinigungstheorien von kosmologischem Modell und Standardmodell der Elementarteilchen

SZENEN 8...

- maximale Raumfüllung, dafür kein Stoßgleichgewicht mit Vakuum sondern nur mit Kugelschar aus lokaler Umgebung: Phänomen => Quarks
- Scharbewegung und Anzahl so, dass eine zusammengehörende Menge im Stoßgleichgewicht mit Vakuum: Phänomen => Lepton
- bei Materieansammlungen können trotz der relativ kleinen Geschwindigkeiten durch die massenweise Geschwindigkeitsaufspaltung der Querstöße Systeme mit gleicher Anzahl auf zwei verschiedene Arten gebildet werden, je nachdem ob als innere Kugelschar die langsamen oder die schnellen gebildeten Geschwindigkeiten verwendet werden. Die jeweils anderen verlassen das System außen, zählen aber mit ihrem Feld zur Systemenergie: Phänomen => Antimaterie
- auf dreiecksförmigen geschlossenen Bahnen sind maximal drei zusammengehörige Scharen möglich: Phänomen => drei Elementarteilchenfamilien
- Stoßachsenwinkel durchschnittlich 45° mit Stoßpartner aus Umgebung: Phänomen => Spin $1/2$
- unabhängiges systeminneres Stoßgleichgewicht (auch schnell bewegte Systeme): Phänomen => Spin ganzzahlig (Boson)
- van der Waals Rest der langsamen Ansammlungen: Phänomen => starke WW
- Geschwindigkeitsunterschiede in Ansammlungen: Phänomen => el. m. WW (el. schw. WW)
- Überschüsse bewegter Kugelmengen die nicht in lokale Systeme passen fliegen in Formation durchs Vakuum, bis sie gemessen werden: Phänomene => Neutrinos und el. m. Wellen mit Nichtlokalität

- unbekannte Ankunfts geschwindigkeit fernen Lichts: nur lokales Phänomen => $c =$ konstant
- auch mit Lichtquanten stoßen Normalraumkugeln zusammen: Phänomene => Rotverschiebung fernen Lichts und Hintergrundstrahlung
- In der Kosmologie wird die Entfernung von Objekten dadurch beschrieben, dass sich der Raum zwischen den Objekten ausdehnt \Leftrightarrow freie Weglängen werden zwischen den betrachteten Objekten größer \Leftrightarrow Kugeln werden in den Objekten (durch Gravitation) absorbiert und deshalb wird dort das HKG dünner
- ungefähr 80% der Kugeln sind versteckt im "leeren" Raum: Phänomen => dunkle Energie
- weitere große Mengen der bereits angesammelten Kugelmengen sind unsichtbar in schwarzen Löchern versteckt
- In sich drehenden Sammelgebieten ist die Drehachse ausgezeichnet. Dort bilden sich möglicherweise die Elementarteilchen und treten als Jet aus. Das kann bei allen kosmischen Objekten auftreten, bei denen es nicht durch die thermische Bewegung (z.B. durch Kernfusion verursacht) wieder zerstört wird, z.B. auch in braunen Zwergen: Phänomen => Jetbildung

Alle Szenen sollten durch echte Berechnungen (Computerprogramm) erzeugt werden. Den unterschiedlichen Strukturen der Kugelmengenflüsse können per Definition die Phänomene zugeordnet werden. Eine Überprüfungsmöglichkeit ergibt sich durch berechenbare Zahlenverhältnisse.

Literatur

- [B 81] Becher, Böhm, Joos; Eichtheorien der starken und elektroschwachen Wechselwirkung; Stuttgart 1981
- [B 86] Bethge, K, Schröder, U.; Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen; Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt 1986
- [BD-M 90] Bjorken, J.D., Drell, S.D.; Relativistische Quantenmechanik; BI Mannheim, Wien, Zürich 1990
- [BD-F 90] Bjorken, J.D., Drell, S.D.; Relativistische Quantenfeldtheorie; BI Mannheim, Wien, Zürich 1990 ([S. 13](#), [S. 14](#), [S. 15](#), [S. 16](#))
- [BH 79] Böhm, H., Hollik, K.; Eichtheorien der starken, elektromagnetischen und schwachen Wechselwirkung; Physik in unserer Zeit, Weinheim 1979
- [B 84] Bogoljubov, N. N., Sirkov, D. V.; Quantenfelder; Weinheim 1984
- [D 89] Davies, Brown (Hrsg.); aus dem Engl. H.-P. Herbst; Superstrings: eine Allumfassende Theorie; Basel, Boston, Berlin 1989
- [D 2000] Dragon, Norbert; Geometrie der Relativitätstheorie; Institut für Theoretische Physik Universität Hannover, 2000; <http://www.itp.uni-hannover.de/~dragon>
- [E 05] Einstein, A.; Zur Elektrodynamik bewegter Körper, in Annalen der Physik; IV. Folge 1905 S.891 ff
- [E 56] Einstein A.; Grundzüge der Relativitätstheorie; New York 1956
- [EI 56] Einstein A., Infeld L.; Die Evolution der Physik; München 1956
- [F 89] Fachlexikon ABC Physik; 2 Bde; Harri Deutsch Thun, Frankfurt/M, 1989
- [F 92] Fritzsche, H.; Das Problem der Masse in der Elementarteilchenphysik, in Phys. Bl. 48 (1992) Nr. 9
- [H 90] Hein, W.; Einführung in die Struktur- und Darstellungstheorie der klassischen Gruppen, Springer Berlin, Heidelberg, New York 1990
- [G 85] Grawert, G.; Quantenmechanik; AULA Wiesbaden 1985
- [GM 90] Greiner, W., Müller, B.; Quantenmechanik, Teil 2 Symmetrien; Harri Deutsch Thun, Frankfurt a.M. 1990
- [GS 89] Greiner, W., Schäfer, A.; Quantenchromodynamik; Harri Deutsch Thun, Frankfurt a. M. 1989
- [Ha 90] Haken, H.; Synergetik: eine Einführung; Nichtgleichgewichts-Phasenübergänge und Selbstorganisation in Physik, Chemie und Biologie; Berlin, Heidelberg, New York,... 1990
- [H 67] Heisenberg, W.; Einführung in die einheitliche Theorie der Elementarteilchen; Stuttgart 1967
- [L 89] Lucha, W., Schöberl, F.; Die starke Wechselwirkung, eine Einführung in nichtrelativistische Potentialmodelle; BI Mannheim/ Wien/ Zürich 1989
- [M 73] Meyers Physik-Lexikon; Mannheim, Wien, Zürich 1973
- [W 85] von Weizsäcker, C.F.; Aufbau der Physik; München, Wien 1985
- [R 91] Roepstorff, Gert; Pfadintegrale in der Quantenphysik; Vieweg Braunschweig 1991
- [S 89] Schmutzer, E.; Grundlagen der theoretischen Physik, mit einem Grundriß der Mathematik für Physiker; 2 Bde BI Mannheim, Wien, Zürich 1989
- [S 06] Scheiderer, S. (Diplomarbeit an der Abteilung für Simulation großer Systeme, Universität Stuttgart 2006), Effiziente parallele Lattice-Boltzmann-Simulation für turbulente Strömungen, 2.2.1 Überblick ([.pdf](#))
- [W 85] von Weizsäcker, C.F.; Aufbau der Physik; München, Wien 1985
- [W 99] Wiese, L.; Urmaterie: Milleniumsfrage? Textversion von "Struktur und Dynamik der Materie im Uratom-Modell"; [news:de.sci.physik](http://news.de.sci.physik), 12/1999

Stichwortverzeichnis

Allumfassenden Theorie.....	40
Ansammlung.....	23, 32
Anzahldichte.....	9
Anzahldichte-Zunahme.....	24
Äquivalenz von träger und schwerer Masse.....	36
Asymmetrie der Winkelwahrscheinlichkeiten.....	19
Atome.....	1
Aufsammlung.....	29
Bahn.....	14
Bahnenwinkel.....	9
Bahngleichungen.....	13
Beobachtbarkeit.....	33
Berührungsnormale.....	9
Beschleunigungen.....	5
Bewegungsänderung.....	3
Bewegungsänderung von Systemen.....	36
Bewegungsgleichungen.....	11, 14
Bohmsche Trajektorien.....	45
Brans-Dicke-Theorien.....	4
Confinement.....	33, 44
Dichtefluktuationen.....	23
Dichtezunahme.....	29
Dichtezuwachs orthogonal zur Bewegungsrichtung.....	37
Differenzierbarkeit.....	13
Dimension.....	5
Diskretisierung aber nicht Quantisierung von Raum und Zeit.....	39
Drehrichtung.....	42
Drehwinkel.....	9
dunkle Energie.....	30
Dunkle Materie bzw. - Energie.....	41
Durchmesser.....	9
Durchschnittsgeschwindigkeit.....	36
effektive Theorie.....	4
effektive Theorien.....	14
elektrisches Feld.....	44
Elementarteilchen.....	43
Elementarteilchenquelle.....	42
Energie relativ zu anderen Objekten erzeugt oder vernichtet.....	23
Energie-Impuls-Tensor.....	34
Energiedichte.....	35
Energieerhaltungssatz.....	22
Ensembles.....	7
Entropieabnahme.....	23
Entropiezunahme.....	23
Erhaltungssätze.....	22
Erwärmung.....	42
Existenz der Größe h	32
Flugwinkel.....	9
Fluktuation.....	32
Galaxienbildung.....	43
Geonen.....	17
Gitter.....	25

Gravitation.....	36, 42
große Vereinigung.....	41
Grundmengenaxiom.....	8
harte Kugeln.....	4
Herkunftswinkel.....	9
HKG.....	1
implizite Funktionen.....	20, 29
Impulserhaltungssatz.....	22
Jets.....	43
Kollisionswinkel.....	9
konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit.....	36
Konstanz der Lichtgeschwindigkeit.....	37
Korrespondenzprinzip.....	34
Kugelpackung.....	27
Kugelsternhaufen.....	41
Längenmaß.....	35
Längenverkürzung.....	39
Lattice-Boltzmann-Simulationen.....	25
Lepton.....	44
lokale Wirbel.....	5
Magnetfeld.....	44
Masse.....	10, 30
Massenzuwachs.....	39
Materieansammlung.....	24
Materiezusammenhalt.....	41
Maxwell-Boltzmann-Verteilung.....	29, 41
Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung.....	28
Mean field theory.....	14
Metrik (als Feld).....	34
Mikrostruktur.....	40
Mischung von Kugelströmungen.....	37
Mittelfeldtheorie.....	14
Molekularfeldtheorie.....	14
Monte-Carlo-Simulation.....	29
Naturkonstanten.....	7
nicht erklärte Phänomene.....	21
Nichtlokalität.....	43
Normalraum.....	27
Normalraumabweichung.....	30
ortsloses Gas.....	28
Photonen.....	44
Plancksches Wirkungsquantum.....	32
Quantenhaftigkeit.....	30
Quantisierung.....	35
Quarks.....	44
Quasar.....	41
Raumfüllung.....	27
Raumzeitverzerrung.....	24
Relativgeschwindigkeit.....	9
Sammelgebiet.....	41
Schar.....	28
Schatteneffekt.....	42
schwarzes Loch.....	41
Selbstorganisation.....	8

Selbstwechselwirkung.....	24
Signalgeschwindigkeit, konstante.....	36
Simulation eines HKG ´s.....	17
Spin.....	42
Stabilität.....	31
Standardphysik.....	3
statistische Simulation.....	28
Stoßachsenwinkel.....	9
Stoßbereichsüberlagerung.....	16
Stoßfrequenz.....	16, 23, 31
Stoßfrequenzänderungen in Bewegungsrichtung.....	37
Stoßfrequenzraumwinkeldichte.....	26
Stoßgleichgewicht.....	28, 31
Stoßhäufigkeit.....	23
Stoßkegel.....	33
Stoßtransformationen.....	13
Stoßwahrscheinlichkeit bleibt erhalten.....	33
Stoßzahl.....	23
Streifstöße häufig.....	42
Strukturen.....	9
System.....	23
Systembildung.....	24f.
Systemmasse.....	30
Teilchenzahldichte.....	5, 9, 25
Theory of Everything = TOE.....	40
Thermalisierung.....	29
Trägheitsgesetz.....	36
Trajektorie.....	14
Überlichtgeschwindigkeiten.....	36
Unschärfe bei der Messung.....	32
Urmaterieportionen.....	40
Vakuumfluktuationen.....	41
Verwirbelung.....	27
Verwirbelung der Vakuumfluktuationen.....	43
Verzerrungen der Raumzeit.....	34
virtuelle Bahnen.....	14
virtueller Zustand.....	33
Wellengleichung.....	15
Winkelwahrscheinlichkeiten.....	17
Wirbel.....	26
Wirbelbildung.....	27
Zeit.....	39
Zeitdehnung.....	39
Zeitmaß.....	35
Zufallsgeneratoren.....	17