

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

Die allgemeine und die spezielle Relativitätstheorie (ART, SRT) beschreiben sehr gut die Phänomene der Gravitation und der Zeitdilatation des Raumes und der Materie. Zahlreiche Experimente bestätigten beide Theorien immer wieder und immer genauer. Es besteht eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit, dass beide Theorien ihre vollkommene Richtigkeit haben. Dementsprechend ist es nicht Gegenstand dieses Schriftstücks die SRT oder die ART zu kritisieren, zu ändern oder zu erweitern. Ebenso wenig ist es Ziel eine vollkommen neue Theorie zu etablieren oder eine vollständige Beschreibung abzuliefern.

Es ist ein Gedanke, dass der folgend beschriebene „Weg“ zu einer „Theorie of everything“, der selbst die Verallgemeinerung darstellt aber keine in sich abgeschlossene Quantengravitationstheorie ist. Es wird eine „Brücke“ zwischen den RT's und der QM gebaut, welche beide Aspekte miteinander verbindet, ja sogar verallgemeinert.

## 1. Fraktale Dimension

Für die einfache Darstellung wird als Ausgangspunkt ein dreidimensionaler Testwürfel mit der Kantenlänge  $a$  angenommen.

Für die Dimension  $D$  gilt

$$a^D = 10^3$$

Als Beweis für die Tatsache, dass ein Würfel mit den Abmessungen von  $10^3$  Einheiten dreidimensional ist, kann die 2. Umkehrfunktion der Potenz, das Logarithmieren, angewendet werden.

Der Würfel muss dazu durch eine gleich große Anzahl seiner selbst geteilt werden. Im Beispiel macht eine Teilung durch 10 Sinn, da so insgesamt  $N = 1000$  gleich große Einheiten entstehen, was gleichzeitig sein Volumen darstellt.

Mit dem Teilungsfaktor  $f = 10$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10}$$

$$N = a^D = 10^3 = 1000$$

Lässt sich  $D$  wie folgt berechnen:

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

$$D = - \frac{\ln(N)}{\ln\left(\frac{1}{f}\right)} = - \frac{\ln(1000)}{\ln\left(\frac{1}{10}\right)} = 3$$

1000 einzelne kleine Würfel mit Kantenlänge  $b = 1$  füllen den Würfel mit Kantenlänge  $a = 10$  exakt aus, somit ist die Dimension des Würfels ganzzahlig 3.

Für die Berechnung der Dimension  $D$  wurde der Grundsatz der fraktalen [Ähnlichkeitsdimension](#) angewendet. Per Definition handelt sich alles um eine Ähnlichkeitsdimension, was entweder aus kleineren Teilen seiner selbst (Selbstähnlichkeit) oder einer affinen Abbildung (aus einer Transformation heraus) seiner selbst besteht.

Für die weitere Betrachtung wird die affine Abbildung mit dem Skalierungsfaktor  $\gamma$  an den Testwürfel angewendet und in Bezug zu seiner nicht transformierten Ausgangsdimension  $D$  gesetzt.

Für den Testwürfel ergibt sich die transformierte Ähnlichkeitsdimension  $D'$

$$D' = - \frac{\ln(\gamma * 10^D)}{\ln\left(\frac{1}{f}\right)}$$

| $\gamma$ | $D'$           |
|----------|----------------|
| 0        | $-\infty$      |
| 0.000001 | -3             |
| 0.00001  | -2             |
| 0.0001   | -1             |
| 0.0005   | $\approx -0.3$ |
| 0.001    | 0              |
| 0.005    | $\approx 0.69$ |
| 0.01     | 1              |
| 0.1      | 2              |
| 0.2      | $\approx 2.3$  |
| 0.3      | $\approx 2.48$ |

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

|      |                |
|------|----------------|
| 0.5  | $\approx 2.69$ |
| 0.9  | $\approx 2.95$ |
| 0.99 | $\approx 2.99$ |
| 1    | 3              |

Wie sich zeigt, konvergiert die Ähnlichkeitsdimension  $D'$  bei kleiner werdenden  $\gamma$  nicht gegen null, sondern gegen  $-\infty$ . Der so beschriebene Transformationsprozess ist eine Abbildung des Testwürfels, von seiner ganzzahligen Ursprungsdimension  $D$ , zu seiner fraktalen Ähnlichkeitsdimension  $D'$ .

## 2. Die „absolute“ Verallgemeinerung

In der Physik spielen Transformationen von einem Bezugssystem in das andere, eine wesentliche Rolle. Im Grunde kann jede Bewegung eines Körpers im Raum genau als solche eine Ähnlichkeitsabbildung dargestellt werden. Insbesondere bei Strömungen kann damit jede kausal zusammenhängende und zeitliche Bewegung vielfältig in der Natur beobachtet werden. Dazu zählen z.B. sämtliche Wetterphänomene, denn das Wetter beschreibt die räumlich abgegrenzte Transformierung der Atmosphäre mittels affiner Abbildungen, wie z.B. Rotation, Translation und Skalierung, im dreidimensionalen Raum.

Im Grunde können alle, durch Vektoren darstellbaren physikalischen Größen, mittels affiner Abbildungen transformiert werden.

Wie in den mathematischen Beschreibungen der QM werden Vektoren, Matrizen und Skalare mit ihren jeweiligen invarianten und unter Anwendung verschiedener Transformationen abgebildet werden.

Wird nun anstelle eines frei wählbaren Skalierungsfaktors  $\gamma$  der Lorentz Faktor eingesetzt, so ergibt sich die fraktale Ähnlichkeitsdimension  $D'$  des Testwürfels, in Abhängigkeit zu seiner Relativgeschwindigkeit und entsprechend der Lorentzkontraktion des dreidimensionalen Raumes, in dem sich der Testwürfel bewegt.

$$\gamma = \sqrt{1 - \frac{v_{rel}^2}{c^2}}$$

$$c = 1$$

$$\gamma = \sqrt{1 - v_{rel}^2}$$

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

Ähnlichkeitsdimension  $D'$  während der Lorentzkontraktion

$$D = 3$$

$$D' = - \frac{\ln(\gamma * 10^D)}{\ln\left(\frac{1}{\gamma}\right)}$$

| $v_{rel}$ in c (c=1) | $D'$           | $\gamma$        |
|----------------------|----------------|-----------------|
| 0                    | 3              | 1               |
| 0.00001              | ≈ 2.9999999998 | ≈ 0.99999999995 |
| 0.0001               | ≈ 2.9999999979 | ≈ 0.999999995   |
| 0.001                | ≈ 2.99999979   | ≈ 0.9999995     |
| 0.01                 | ≈ 2.999979     | ≈ 0.99995       |
| 0.1                  | ≈ 2.998        | ≈ 0.995         |
| 0.2                  | ≈ 2.991        | ≈ 0.98          |
| 0.5                  | ≈ 2.94         | ≈ 0.87          |
| 0.7                  | ≈ 2.85         | ≈ 0.72          |
| 0.9                  | ≈ 2.64         | ≈ 0.44          |
| 0.99                 | ≈ 2.15         | ≈ 0.14          |
| 0.999                | ≈ 1.65         | ≈ 0.04          |
| 0.9999               | ≈ 1.15         | ≈ 0.014         |
| 0.99999              | ≈ 0.65         | ≈ 0.0045        |
| 0.999999             | ≈ 0.15         | ≈ 0.0014        |
| 0.9999995            | ≈ 0            | ≈ 0.001         |
| 0.9999999            | ≈ -0.35        | ≈ 0.00045       |
| 0.99999999           | ≈ -0.85        | ≈ 0.00014       |
| 0.999999999          | ≈ -1.35        | ≈ 0.000045      |
| 0.99999999999        | ≈ -2.85        | ≈ 0.0000014     |
| 1                    | $-\infty$      | 0               |

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

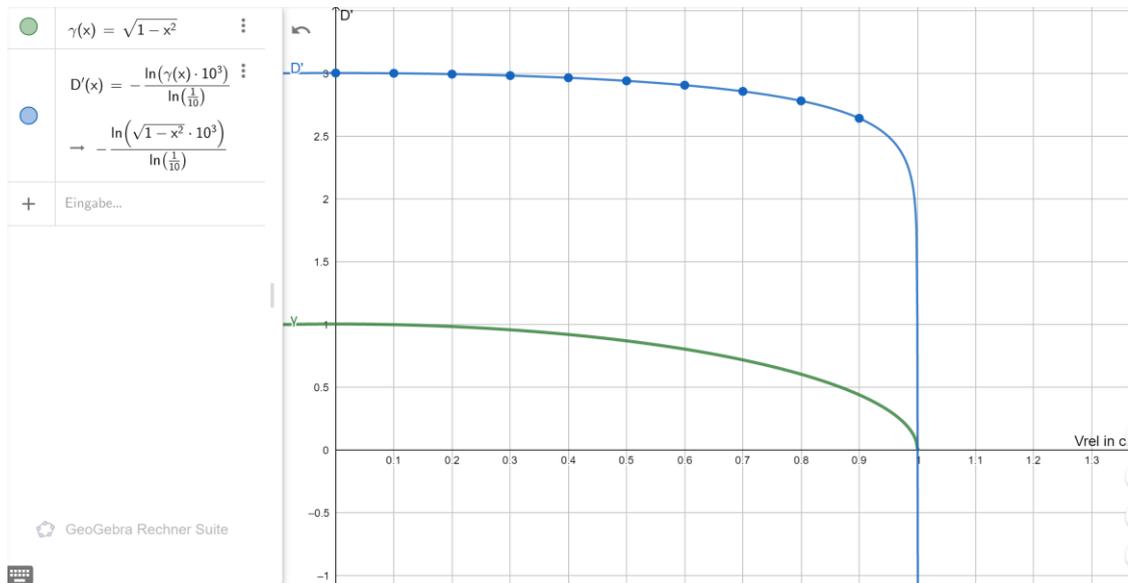


Abbildung 1 - Grün Lorentzfaktor  $\gamma$ , blau Ähnlichkeitsdimension  $D'$

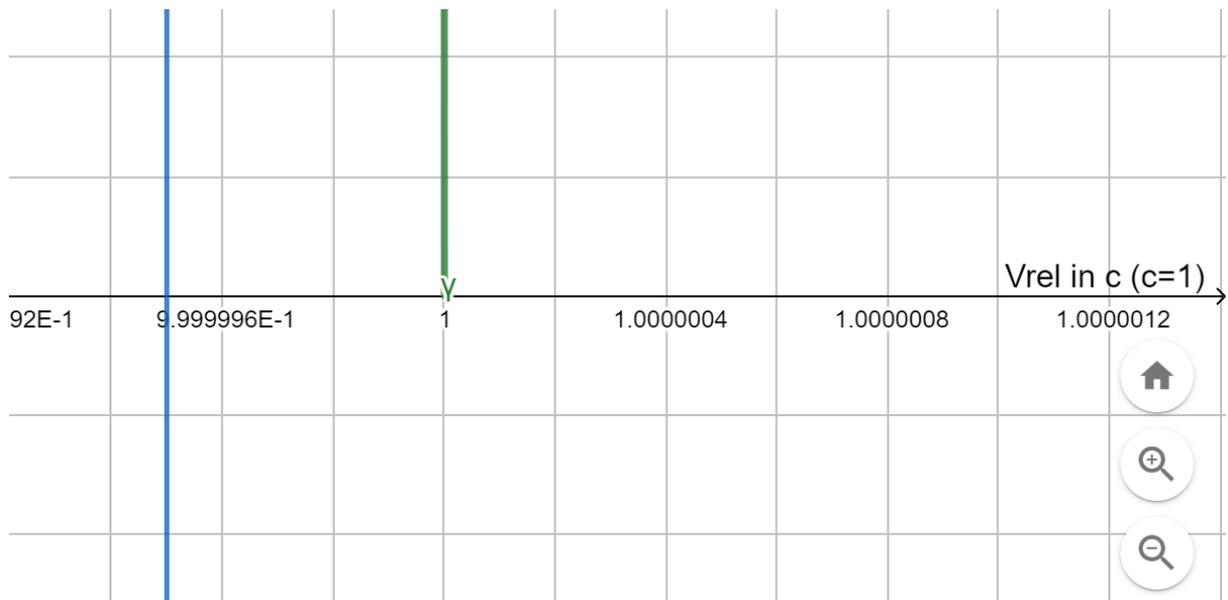


Abbildung 2 - Nullstelle der Ähnlichkeitsdimension  $D'$  (blau)

In Abbildung 1 sind die Graphen  $\gamma(x)$  und  $D'(\gamma(x))$  zu erkennen. Die fraktale Ähnlichkeitsdimension  $D'$  verläuft über dem Lorentz Faktor  $\gamma(x)$  und schneidet diesen bei  $D' \approx 0.4$ .

Die positive Nullstelle von  $D'(\gamma(x))$  befindet sich bei  $v_{\text{rel}} = 0.9999995c$  bzw. bei  $\gamma = 0.0001$ . (Abbildung 2)

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

Die fraktale Ähnlichkeitsdimension  $D'$  des Testwürfels bricht bei einer Lorentzkontraktion von 0.0001 durch den Raum, denn  $D' = 0$ . Bei noch höheren Relativgeschwindigkeiten wird  $D'$  negativ und konvergiert gegen  $-\infty$ , je weiter  $v_{rel}$  sich  $c$  annähert.

### 3. Die fraktale Geometrie der Materie und des Raumes

Was ist der Raum, die Materie und das Vakuum? Was ist bekannt, über die Bestandteile? Zum ersten sind darin die elektrisch geladene (Elektron, Muon und Tau Leptonen) und/oder zusammengesetzte Materie (Protonen, Neutronen), zum zweiten die elektrisch ungeladenen Leptonen (Neutrinos) und zum dritten die Photonen zu finden.

Da sich die Neutrinos und die Photonen immer mit  $v_{rel} \geq 0.9999995c$  bewegen, wäre es naheliegend, dass diese Bewegungen nicht auf der positiven Seite der fraktalen Ähnlichkeitsdimension stattfinden. Es sind Prozesse, die sich tief innerhalb des gewohnten dreidimensionalen Raumes, mit Wirkungen unterhalb der Planck-Skala zeigen. Nur aus Sicht der elektromagnetischen Wechselwirkung ist das Vakuum leer. Dennoch wird der gesamte Raum, also das Vakuum und die Materie, zu jeder Zeit mit unzähligen Neutrinos durchflossen aber scheinbar ohne dabei in Wechselwirkung zu geraten. Die Wechselwirkung zwischen den Neutrinos und seiner Umgebung zeigen sich nur im schwachen Bereich und in der Gravitation. Dabei erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer Wechselwirkung, je energiereicher die Neutrinos den Raum durchdringen.

Wie wahrscheinlich ist es, dass derselbe Effekt (Vergrößerung des Wirkungsquerschnitts) auch eintritt, wenn Teilchen mit Ähnlichkeitsdimension  $D' > 0$  (Elektronen, Protonen...) ultrarelativistisch werden?

Ist dieser umgekehrte Effekt möglicherweise genau der Grund für den fraktalen Bruch der Ähnlichkeitsdimension auf  $D' \leq 0$ ?

Die Materie bricht bei  $v_{rel} \geq 0.9999995c$ , weil der Wirkungsquerschnitt zwischen Neutrinos und dem Teilchen derart zunimmt, sodass eine schwache Wechselwirkung immer wahrscheinlicher wird. Es beschreibt die Auflösung der elektromagnetischen Wechselwirkung in die elektroschwache Wechselwirkung. Sämtliche Bindungsenergien durch die elektromagnetischen Wechselwirkungen gehen ab dieser Relativgeschwindigkeit verloren, was z.B. das Zerfallen von, sonst nahezu über unendliche Zeiten stabilen Protonen, in dessen einzelnen und zusammengesetzten Teilchen bewirkt.

In Teilchenbeschleunigern werden z.B. Protonen auf  $v_{rel} = 0.9999991c$  beschleunigt und auf Targets geschossen. Das ist schon „fast“ Lichtgeschwindigkeit, es fehlt aber noch ein „wenig“ mehr, damit die Protonen nur durch die Relativgeschwindigkeit und dem fraktalen Bruch der Ähnlichkeitsdimension  $D'$  genau diese Grenze überschreiten und somit ganz ohne Kollision zerfallen.

Kollision mit dem Target selbst erzeugt dann die nötige Energie, welche zum sofortigen Bruch der Ähnlichkeitsdimension und dem Zerfall der Protonen in seine Bestandteile führt.

Aufgrund der Tatsache, dass die fraktale Ähnlichkeitsdimension bricht, bevor die Länge des Testwürfels auf 0 kontrahiert wurde, bringt einen gewissen Widerspruch mit sich. Wie kann der Testwürfel eine Raumdimension von 0 (Punkt) annehmen, wenn doch die Länge nicht

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

vollständig zu 0 kontrahiert ist? Das ist wohl definitiv ein Grund, um die fraktale Ähnlichkeitsdimension anzuzweifeln.

Für die Ähnlichkeitsdimension spricht aber der Fakt, dass der „elektromagnetische Raum“ an der Planck-Skala sein Minimum findet. Der Teil unterhalb der Planck-Skala kann durch die elektromagnetische Wechselwirkung nicht beschrieben werden. Mit Hinblick, dass die Ähnlichkeitsdimension des Raumes bei 0 eben noch nicht auf das kleinstmögliche Maß kontrahiert wird, spricht für eine fraktale Geometrie der Materie und des Raumes, welche den Bereich unterhalb der Planck-Skala miteinschließt.

Es wäre denkbar, dass einzig und allein ein Teilchen zu sich selbst, einen perfekten, also ganzzahligen dreidimensionalen beschreibt. Kommt ein zweites Teilchen dazu, dann haben beide Teilchen aufgrund des Eigendrehimpulses, eine gewisse Relativgeschwindigkeit zueinander, die dann (im nicht relativistischen Fall sehr gering) eine fraktale Ähnlichkeitsdimension  $D'$ , „zwischen“ den beiden Teilchen erzeugt.

Demnach wäre der gesamte Raum des Universums nicht ganzzahlig dreidimensional, sondern etwas geringer. Wenn dann noch hohe externe Energien oder hohe Relativgeschwindigkeiten dazu kommen, verringert sich die globale Ähnlichkeitsdimension noch weiter.

Von unserem menschlichen Blickpunkt kann aber eben auch definiert werden, dass alle Vielteilchensysteme die zueinander nicht relativ bewegt sind, der dreidimensionale Raum zutrifft. Der Bruch der Ähnlichkeitsdimension ist so gering, dass er für normale Anwendungen keine Rolle spielt und so dann nur die Newtonsche Gravitation ausreicht, um das Verhalten der Materie zu beschreiben.

## 4. Schwarze Löcher

Der interessanteste Aspekt der fraktalen Ähnlichkeitsdimension  $D'$ , im Bezug zum Lorentz-Faktor  $\gamma$ , ist wohl die Nullstelle der fraktalen Dimension bei  $v_{rel} = 0.9999995c$ .

Im Internet sind Angaben zu den Protonengeschwindigkeiten im LHC in Cern finden.

Demnach liegt diese bei  $0.9999991c$ , was „nur“ einen Unterschied von  $0,000004\%$  ausmacht.

Trotz der enormen Energiemengen wird es aber physikalisch möglich sein, ein elektrisch geladenes Teilchen auf  $v_{rel} \geq 0.9999995c$  zu beschleunigen.

In der Natur geschieht genau das mit hoher Wahrscheinlichkeit bei der Entstehung schwarzer Löcher.

Dort bricht die Materie innerhalb kürzester Zeit und mit enormen Energiemengen in sein Gravitationszentrum. Dabei rotiert die Materie um das Gravitationszentrum und durch den plötzlichen fraktalen Bruch der Ähnlichkeitsdimension  $D'$ , setzt ein Pirouetten-Effekt ein, welcher die Rotation um ein Vielfaches beschleunigt.

Die Teilchen fallen und rotieren „gleichzeitig“ mit (ultra-)relativistischer Geschwindigkeit, während die gesamte Materie in die Ähnlichkeitsdimension bricht. Durch die Konzentration der Materie in die skaleninvariante Ähnlichkeitsdimension  $D'$ , erhöht sich die Energiedichte und verstärkt die Wirkung auf den zunehmend fraktalen Raum.

Es entsteht ein in sich stabiles „Gravitationsmonster“, aber wie kann sich der Bruch vorgestellt werden? Wie schon weiter oben angedeutet ist das Prinzip der transformierten Ähnlichkeitsdimension allgemein gültig. Es können damit der mikrokosmische Bruch des

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

Raumes aber eben auch viele makrokosmische Effekte beschrieben werden. Es ist egal ob der Testwürfel eine Kantenlänge von 10 cm, 10 km, 10 Lichtjahre oder 10 Planck-Längen hat. Ebenso wenig ist die Masse selbst dafür auch nicht relevant, was dem Äquivalenzprinzip zwischen der trägen und der schweren Masse entspricht.

Das Durchbrechen der Schallmauer ist so ein äußerst anschauliches Beispiel, welches in der makrokosmischen Welt zu finden ist. Es beschreibt eine affine Transformation der Schallwellen von einem ruhenden Bezugssystem, in ein bewegtes Bezugssystem. Der einzige Unterschied zur Lorentzkontraktion besteht darin, dass das verursachende Flugzeug nicht mit der Atmosphäre transformiert wird. Dazu sind die Geschwindigkeiten viel zu gering. Es veranschaulicht sehr gut, was mit der Atmosphäre in diesem Zusammenhang geschieht. Die Transformationen der Atmosphäre können auf die Transformationen durch die Lorentzkontraktion voll übertragen werden, nur das dabei das Testobjekt (der Würfel), mit seinem Raum zusammen kontrahiert wird.

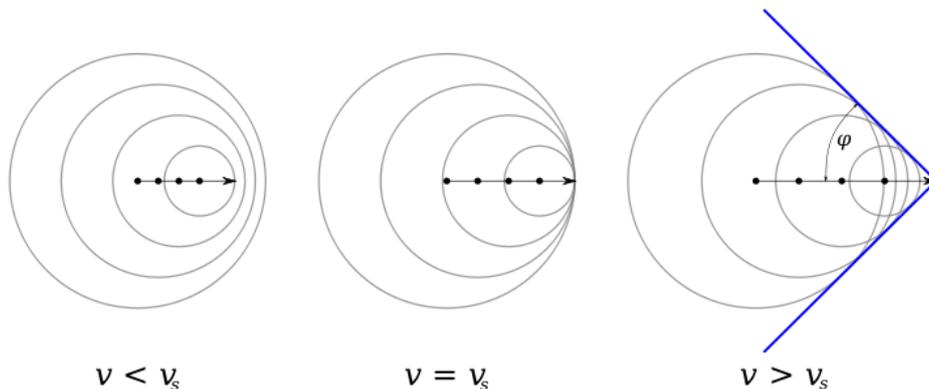


Abbildung 3 - Machscher Kegel (schematisch). Im Diagramm wird die Ausbreitung von Schallwellen eines sich bewegenden Objekts für die Fälle  $v < v_s$ ,  $v = v_s$  und  $v > v_s$  dargestellt ( $v$ : Geschwindigkeit des Objekts;  $v_s$ : Schallgeschwindigkeit). Im letzteren Fall bildet sich eine Stoßwelle, der Machsche Kegel, aus (blau) Zykure, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons

Die rechte Abbildung symbolisiert den fraktalen Bruch der Ähnlichkeitsdimension  $D'$  (der Atmosphäre) in den negativen Bereich. Analog dazu bricht der Raum eines schwarzen Lochs ebenso in den negativen Bereich. Bei Annäherung an die Schallgeschwindigkeit erhöht sich der Luftwiderstand immer weiter, was wiederum eine Analogie zum Energieanstieg darstellt, um  $v_{rel}$  immer weiter an  $c$  annähern zu können.

## 5. Weiteres

- Mit Blick auf die Ähnlichkeitsdimension ist es möglich konkret über eine (multidimensionale) „Theory of Everything“ nachzudenken bzw. die bestehenden (z.B. die Superstringtheorie, Schleifenquantengravitation) mit den fraktalen Ähnlichkeitsdimensionen zu verbinden. Gerade die Stringtheorien sind dafür ausgezeichnete Kandidaten, denn mehrere zusätzliche Dimensionen des Raumes können

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

mittels der fraktalen Ähnlichkeitsdimension und mit einfacher Mathematik hergeleitet werden.

- Es muss die Frage gestellt werden, was die Unschärferelation wirklich aussagt. Existiert die Unschärfe, weil die Messung das Ergebnis verfälscht oder ist es sogar unmöglich, bestimmte Zustände „normaler“ Materie (z.B. beim Spin Durchlauf des Nullpunktes) mit normaler Materie zu vermessen, da sich die Teilchen an diesem Punkt innerhalb der elektrisch neutrale Ähnlichkeitsdimension  $d' < 0$  befinden? In den Stringtheorien sind die Teilchen keine Punkte. Sie sind Wellen bzw. gefaltete und schwingende Strings, die sich tief in die weiteren Dimensionen erstrecken.

- Es muss eine Bewertung erfolgen, ob nicht das gesamte Universum nur eine Teilmenge, einer übergeordneten weiteren Teilmenge sein kann bzw. in dieser eingebettet ist, ganz ähnlich der Mandelbrotmenge, bei der das „Apfelmännchen“ und seinen „Satelliten“ schon im Startbild der Mandelbrotmenge festgelegt sind.

Im kosmologischen Modell wird die Möglichkeit primordialer schwarzer Löcher diskutiert, welche sehr ähnliche Eigenschaften der Entstehung zu den „Apfelmännchen“ und seine Satelliten zeigen. Die primordialen schwarzen Löcher entwickeln sich nicht über lange Zeiträume aus der folgenden Menge heraus, sondern sind schon von ganz am Anfang als „Saatkörner“ angelegt und ohne vorausgegangenen Stern entstanden. Sie entstehen sehr kurz nach dem Urknall, quasi aus der Energie des Urknalls selbst. Neueste Forschungen bzw. Simulationen weisen genau darauf hin [Link](#).

Wird ein solches, extrem massereiches schwarzes Loch erzeugt, so wird die Materie und der Raum, durch die Lorentzkontraktion, in eine negative Ähnlichkeitsdimension gebrochen. Für einen mitbewegten Beobachter zeigt sich aber keine Kontraktion, denn für ihm ist es so, als würde er sich nicht bewegen (Äquivalenzprinzip, Skaleninvarianz), dafür aber alles andere um ihn herum. Innerhalb des schwarzen Lochs befindet sich demnach eine Raumzeit, die innen viel größer, aber von außen gesehen, um ein Vielfaches verkleinert ist [Link](#).

Im Grunde ist es egal ob ein primordiales schwarzes Loch betrachtet wird oder ein schwarzes Loch, welches sich „normal“ aus einem Stern entwickelt. Der wesentliche Unterschied besteht „nur“ in der Energiemenge. Denn ein primordiales schwarzes Loch entsteht bei wesentlich höheren Energien.

Es ist anzunehmen, dass alle supermassereichen schwarzen Löcher primordialer Natur sind.

- Die bekannte These, dass  $0.999\bar{9} = 1$  ist, macht mit Hinblick, dass die ultrarelativistische Geschwindigkeit zwischen  $1c \geq v_{rel} \geq 0.9999995c$  liegt, nun auch einen tieferen Sinn, in der Betrachtung der Lichtgeschwindigkeit.

Für die schwerwiegenden Effekte der SRT ist das Erreichen von genau  $c$  dementsprechend unnötig und wahrscheinlich Aufgrund der Annäherung an die negativ unendlichen Ähnlichkeitsdimension auch nicht möglich. Der Widerstand des Raumes (Neutrinos) bzw. der weiter steigende Energiebedarf ist eben nicht in der Lichtgeschwindigkeit selbst zu suchen, sondern im fraktalen Bruch der

# Eine Brücke zur Verallgemeinerung

Ähnlichkeitsdimension bzw. dem steigenden Wirkungsquerschnitt zwischen den Neutrinos und den restlichen Fermionen.

- Eine besondere Rolle spielt dann die ART. Sie ist aus den verschiedenen Tensor Feldern zusammengesetzt und relativ kompliziert zu berechnen. Diese zusammengesetzten Felder sind aber im Grunde auch nur einzelne transformierte Ähnlichkeitsdimensionen, die untereinander wechselwirken. So erhöht eine externe Energie die relativistische Energie eines Lorentz transformierten Körpers. Genau das geschieht mit allen Energien und Kräften, ganz egal ob es sich um gravitative, elektrische oder thermische Energien handelt. Sie alle tragen ihre einzelne Wirkung zu einer gesamten Wirkung des abgegrenzten Raumes bei.

Im Grunde könnte man also auch annehmen, dass die Wirkung  $S$  und die fraktale Dimension  $D$  ein und dasselbe Beschreiben, nämlich die Energiewirkung pro Zeiteinheit (1s beim Testwürfel, denn  $c$  hat die Einheit Länge/Zeit, also z.B. m/s).