

Die Entschlüsselung Der Feinstrukturkonstante (Deciphering The Fine Structure Constant)

Bernd Ganter

Abstract

This paper is about dimensions and fundamental forces in the universe, and especially the fine structure constant, the value of which has remained unexplained for over 100 years now. The paper is the German parent document of the condensed version viXra:1405.0226 in English translation. It contains the derivation and exact calculation of the value of the fine structure constant which is $1/137.035999100$.

Bernd Ganter

Die Entschlüsselung der Feinstrukturkonstante

Diese Untersuchung beleuchtet die Frage,
warum die Grundkräfte im Universum,
die Fundamentalen Wechselwirkungen,
so unterschiedlich groß sind.

Mit dem mathematischen *Optimierungsverfahren*
der optimalen Potenztürme lässt sich zeigen,
dass zwischen den relativen Stärken der Wechselwirkungen
ein fundamentaler Zusammenhang besteht
ebenso wie mit der Zahl der Dimensionen im Universum.

Dies ermöglicht die Herleitung und Berechnung
des seit über hundert Jahren unerklärten Werts
der Feinstrukturkonstante.

Juli 2020

Dimensionen und Wechselwirkungen im Universum: Worum geht es?

Schlagworte: Information, Informationsvolumen, Informationsspeicherung, Informationsökonomie, Raumzeitvolumen, Dimensionen, Optimierung, Potenztürme, Wechselwirkungen, Welle-Teilchen-Dualismus, relativistische Korrekturen, Lamb Shift, Feinstrukturkonstante

- Es geht um die Frage, wie Information im Universum optimal gespeichert wird. Da nach Minkowski nur noch eine Union von Raum und Zeit Selbständigkeit bewahren soll, und da die Raumzeit auf kleinsten Skalen - bei Annäherung an die Planck-Skala - nicht mehr vier-, sondern zweidimensional zu sein scheint, rechnen wir mit zwei- und vierdimensionalen Raumzeitvolumina: Informationsdichte bedeutet Information pro Raumzeitvolumen.
- Beim Vergleich von Potenztürmen als mathematischem Instrument der Optimierung der Informationsspeicherung in der Raumzeit stellen sich drei Übergänge zu jeweils höheren Potenztürmen ein.
- Deren Übergangswerte w_1, w_2, w_3 korrelieren mit den Kopplungsparametern der Fundamentalen Wechselwirkungen: Sie zeigen Zusammenhänge auf zwischen deren Stärken als auch zwischen diesen und der Zahl der Dimensionen im Universum.
- Die Übergangswerte dienen als Rechengrößen zur Berechnung der Speicherkapazität und Informationsdichte einer zwei- bis vierdimensionalen Welt.
- Das aus den Übergangswerten gebildete Raumzeitvolumen unterscheidet sich vom vierdimensionalen Informationsvolumen, welches der Wert der Feinstrukturkonstante anzeigt, um einen signifikanten Betrag, der durch quantenelektrodynamische Korrekturen gedeutet werden kann.
- Daraus kann der Wert der Feinstrukturkonstante berechnet werden:

$$2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} + \alpha^{3/2} = \alpha^4$$

Er beträgt (2015 erstmals berechnet) $\alpha = 137,035\,999\,100$.

- Dieser Wert der Feinstrukturkonstante beschreibt Volumen und Dichte des elektromagnetischen Feldes als Gesamtsystem von ruhendem zweidimensionalem Elektron und Photonen als alleinige Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld.

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel	Seite
I. Die Hierarchie der Wechselwirkungen	1
II. Information: irreducible stuff	4
III. Konsekutives Potenzieren	6
IV. Potenzierungsübergänge und Kopplungsparameter	9
V. Das Rätsel der Feinstrukturkonstante α	12
VI. Übergangswerte als Dimensionsgrenzen	15
VII. Herleitung der Feinstrukturkonstanten-Formel	19
VIII. Vergleich der vierdimensionalen Raumzeitvolumina	21
IX. Interpretation als relativistische und QED-Korrekturen	23
X. Der physikalische Gehalt der signifikanten Abstände	26
XI. QED-Korrekturen als Aktivitätsniveau	28
XII. Grundgleichung und physikalische Folgerung	32
XIII. Zwischenstand: Grundlagen und Zurechnungen	34
XIV. <i>Berechnung des Werts der Feinstrukturkonstante</i>	36
XV. Enormous usefulness of mathematics	38
XVI. Die verschiedenen Messwerte für α	43
XVII. Übersicht: Die zwei Seiten der Medaille	48
XVIII. Noch einige Folgerungen	49
XIX. Schlussbemerkungen	50
XX. Mathematischer Anhang	53
XXI. Fragenkatalog: Das Wesentliche	70

Die Entschlüsselung der Feinstrukturkonstante

I. Die Hierarchie der Fundamentalen Wechselwirkungen

1.

“The belief in the ultimate simplicity and unity behind the rules that constrain the universe leads us to expect that there exists a single unchanging pattern behind the appearances. Under different conditions this single pattern will crystallize into superficially distinct patterns that show up as the four separate forces governing the world around us.”
(John Barrow, The Constants of Nature, 2002, S.55)

Diese vier Grundkräfte, die Fundamentalen Wechselwirkungen, sind die Starke, die Schwache und die Elektromagnetische Wechselwirkung sowie die Gravitation.

2.

Die Starke Wechselwirkung erklärt die Bindung zwischen den Quarks in den Hadronen. Austauscheteilchen sind die Gluonen.

“QED-like at short distance $r \leq 0.1$ fm, quarks are tightly bound: $\alpha_s \approx 0.2 \dots 0.3$ ”

(Franz Muheim, <https://www2.ph.ed.ac.uk/~muheim/teaching/np3/lect-qcd.pdf>;

Kehrwert ist **3,3 ... 5**).

Die Schwache Wechselwirkung wirkt etwa beim Betazerfall radioaktiver Atomkerne.

„Die Kopplung der Schwachen Wechselwirkung ist nicht schwächer als die Kopplung der Elektromagnetischen Wechselwirkung:

Unterdrückt durch massives Austauscheteilchen. $a_w = 1/29,5$ “

(wwwiexp.desy.de/groups/astroparticle/de/lehre/physikv_ws0708/chap10.1.pdf)

Die Austauschteilchen der Elektromagnetischen Wechselwirkung, die Photonen, koppeln an elektrisch geladene Elementarteilchen, z.B. Elektronen.

Die elektrische Kraft zwischen zwei Elementarladungen entspricht

1/137 (die sog. **Feinstrukturkonstante**)

der Gravitationskraft zwischen zwei Planckmassen.

Achtung: Wir bezeichnen in dieser Untersuchung aus Gründen der einfacheren Berechenbarkeit von Raumzeitvolumina mit α die Zahl 137 und nicht deren Kehrwert. Wo zitiert wird belassen wir es beim Kehrwert $\alpha = 1/137$.

Die durch die Gravitationskonstante vermittelte Stärke

der Massenanziehung zwischen zwei Protonen hat als Vergleichswert

zur Starken Wechselwirkung eine Größe von $5,9 \cdot 10^{-39}$; Kehrwert ist $1,7 \cdot 10^{38}$.

3.

„Es ist wichtig, zwischen den Stärken von Wechselwirkungen und den Stärken von Kräften zu unterscheiden, da diese nicht auf dieselbe Weise verglichen werden können. Wechselwirkung ist ein Oberbegriff, welcher Kräfte sowie die Umwandlung, Erzeugung und Vernichtung von Teilchen vereint.

Bei der Berechnung der Stärke einer Kraft zwischen zwei Teilchen fließt neben dem Kopplungsparameter und dem ... Ladungsprodukt auch der Abstand der beiden Teilchen ein ...

In der Literatur finden sich häufig Tabellen, welche die Stärken von starker, schwacher und elektromagnetischer Kraft miteinander ins Verhältnis setzen. In ihnen wird der Wert für die starke Kraft als Referenz auf 1 gesetzt, der Wert für die schwache Kraft wird dann beispielsweise mit 10^{-12} bis 10^{-15} angegeben. Solche Tabellen sind allerdings mit äußerster Vorsicht zu betrachten ...

Diese drei Kräfte besitzen

- außer bei sehr kleinen Abständen - sehr unterschiedliche Abstandsabhängigkeiten, d.h. auch ihr Verhältnis ist sehr stark vom Abstand abhängig.

Die in einem Stärkevergleich von Kräften angegebenen Werte können also lediglich eine Betrachtung für einen ganz bestimmten Abstand sein.

Das Verhältnis bei einem anderen Abstand kann um viele Größenordnungen davon abweichen ...

Bei diesen kleinen Abständen ist tatsächlich das Verhältnis der Stärken der Kräfte ... nur durch das Verhältnis der Kopplungsparameter α_i gegeben.“

(Michael Kobel e.a., Teilchenphysik: Ladungen, Wechselwirkungen und Teilchen, Joachim Herz Stiftung, 2017, S.26)

4.

Zwei Punkte fallen bei Betrachtung der **Kopplungsparameter** ins Auge:

- Die Übereinstimmung der Zahl der Dimensionen im Universum mit der Zahl der Fundamentalen Wechselwirkungen: nämlich vier,
- die stark unterschiedlichen Stärken der Wechselwirkungen.

FWW	Kopplungsparameter (Kehrwert)
Starke	3,3 ... 5
Schwache	29,5
Elektromagn.	137,036
Gravitation	$2 \cdot 10^{38}$

„Why is nature so hierarchical? Why is the difference between the strength of the strongest and the weakest force so huge?

The hierarchy problem contains two challenges.

The first is to determine what sets the constants, what makes ratios large. The second is how they stay there."

(Lee Smolin, The Trouble with Physics, 2006, S.70/71)

5.

Zur Beantwortung der Frage, warum die Natur so hierarchisch ist, unterstellen wir, das Universum sei ein Ökonom und versuche, die darin enthaltene Information bestmöglich zu organisieren.

Handlungsleitende Idee: Informationsökonomie des Universums
= dicht gepackte, optimale Informationsspeicherung

Dabei steht das Universum vor der Entscheidung, welches mathematische Instrument es zur Umsetzung der Informationsökonomie nutzen soll.

Ebenso wie sich die Operatoren Addition, Multiplikation und Potenzierung auf die Natur anwenden lassen, bringt der nächste Operator, der Hyperoperator Tetration, sinnvoll auf die Physik übertragbare, ja gar spektakuläre Ergebnisse.

II. Information: irreducible stuff

„What if we stripped away all the things we call properties ...
What would be left? There are at least two possible answers to this
question. The first is that by stripping away all the empirical dressing ...
what we are left with is abstract *mathematics*.

A second answer is that we could consider
the irreducible stuff of the universe ... to be *information*.”

(Jim Baggott, Farewell to Reality, 2013, S.235)

Zwar meint der Rezensent im *Spektrum der Wissenschaft*
zum Buch von Susskind *Der Krieg um das Schwarze Loch*, 2010,

„dass der zwischen Mikro- und Makrophysik schillernde Informationsbegriff
kaum als fundamentale Größe für die gesamte Physik geeignet ist,
auch wenn prominente Theoretiker von Carl Friedrich von Weizsäcker
über John Wheeler (<The It from Bit>) bis Anton Zeilinger
das behauptet haben.“

(Michael Springer: Duell der Physikgiganten, Spektrum.de, 17.08.2011)

Zeilinger hatte noch im März 2011 in einem Spektrum-Interview geäußert:

„...wir müssen unsere Grundbegriffe noch klarer analysieren ...
Was meint man, wenn man von Information spricht?“

Doch zwischen Masse/Energie und Information
besteht nach dem Margolus-Levitin-Theorem ein Zusammenhang:
Ein Quantensystem der Energie E benötigt mindestens die Zeit $t = h \cdot \pi / 2 E$,
um zwischen zwei zueinander orthogonalen Zuständen zu wechseln.

Die Masse/Energie des sichtbaren Universums liegt in der Größenordnung
von 10^{53} kg. Aufgrund seines Energiegehalts von 10^{72} Joule
ist die maximale Zahl von Ereignissen, die seit Anbeginn des Universums
abgelaufen sind und die als Ja-Nein-Ergebnisse der Summe der grund-
legenden Information entsprechen nach folgender Berechnungsformel:

$$2E \cdot t / h \cdot \pi = 2 \cdot 10^{72} \text{ J} \cdot 3 \cdot 10^{17} \text{ sec} / 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot \pi = 10^{123}.$$

(vgl. Seth Lloyd; Y. Jack: Ist das Universum ein Computer ?,

Spektrum der Wissenschaft, 1/2005, S.32-41)

Rolf Landauers Postulat „Information is physical“

konnte, wie die Zeitschrift *Nature* im März 2012 berichtete
(Experimental verification of Landauer's principle linking information
and thermodynamics, *Nature*, Volume 483, S.187-189),
durch ein Team um Eric Lutz experimentell belegt werden.

1961 hatte Landauer

(in seinem Aufsatz: Irreversibility and heat generation in the computing process,
IBM Journal of Research and Development, 5, S.183-191)

argumentiert, „dass durch das Löschen von Information zwangsläufig
eine minimale Energie in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben
wird und dass diese Wärme nach unten beschränkt ist.

Ihr Grenzwert wird durch die Menge der gelöschten Information
und die Temperatur der Umgebung bestimmt.

Durch diese Hypothese etablierte Landauer eine fundamentale
Beziehung zwischen Informationstheorie und Thermodynamik.“

(Univ. Augsburg, UPD 49/12, März 2012)

„It seems that *information* is not an abstract concept invented by the human mind.
It is a real, physical thing with real, physical consequences.“ (Jim Baggott, *Farewell*, S.245)

“Materie wäre letztlich als geronnene Quanteninformation aufzufassen ...

Raum-Zeit, Masse, Energie und Entropie sind ...

unterschiedliche Manifestationsformen von Quanteninformation ...

Im Anfang war nicht die Materie, sondern die (Quanten-)Information.“

(Klaus Mainzer, *Information*, Berlin University Press, 2016, S.98)

Da ein direkter **Zusammenhang zwischen Information und Materie/Energie** besteht
und da es etwa in der Quantengravitation um dicht gepackte Information geht,
suchen wir ein **Optimierungsverfahren**,
mit dem **Information möglichst dicht gepackt** werden kann,
bzw. versuchen im Falle dicht gepackter Information herauszufinden,
wie die **Erfassung und Berechnung von Informationsvolumen und -dichte** erfolgen kann.
Wir nutzen dabei das Instrument des **Optimalen Konsekutiven Potenzierens**.

III. Das mathematische Instrument: Optimales Konsekutives Potenzieren

Bei Betrachtung der völlig unterschiedlich großen Stärken der Fundamentalen Wechselwirkungen vermutet man intuitiv, dass sie einem exponentiellen Zusammenhang folgen.

Wenn man die Werte logarithmiert, will sich ein unmittelbar erkennbarer Zusammenhang aber nicht einstellen.

In Anbetracht der immensen Größenunterschiede untersuchen wir, ob es weiterhilft, nicht nur einfach, sondern mehrfach zu logarithmieren bzw. zu potenzieren (Konsekutives Potenzieren).

„Nur darum geht es bei der Quantengravitation:
um dicht gepackte Information und Entropie.“

(Susskind, Der Krieg um das Schwarze Loch, 2010, S.507/508)

Es geht darum, mit einem „Substrat“ einen höchstmöglichen Wert in physikalisch nutzbarer Form eines höchstmöglichen Raumzeitvolumens oder eines höchstmöglichen Umschlags an Informationen zu erzielen bzw. dieses maximale Ergebnis mit geringstem Aufwand zu erreichen, oder in umgekehrter Sichtweise: Information möglichst dicht zu packen.

Mittels Multiplikation ist ein Ergebnis von 10^{38} oder gar 10^{123} nicht ökonomisch zu erreichen, wohl aber über mehrfaches, konsekutives Potenzieren: Wir bauen einen optimierten **Potenzurm**, indem wir Zahlen (Substrate) aufspalten und die Bruchstücke in optimaler Weise miteinander potenzieren:

Beim **Bau eines optimalen Potenzturms**

soll für ein bestimmtes Substrat das Ergebnis der Potenzierung seiner Fragmente ein Optimum sein:

Für $a_1+a_2+\dots$ gilt $a_1^{a_2} \dots \rightarrow$ Maximum!

Für $a_1^{a_2} \dots$ gilt $a_1+a_2+\dots \rightarrow$ Minimum!

Die folgende Tabelle zeigt einige optimale Werte ebenso wie die Übergänge, die durch Optimales Konsekutives Potenzieren erzielt werden können.

(Zu den Einzelheiten der Berechnung siehe den mathematischen Anhang ab Seite 53)

Substrat	2 Fragmente	3 Fragmente	4 Fragmente
1	1		
2	1,226762		
3	2,029		
3,93862	3,93862		
4	4,135		
5	9,911		
6	27,129	17,768	
6,26217	36,01442	36,01442	
6,5	46,87	82,938	
7	83,119	1.161,167	18,77
7,3	118,612	13.452	119,82
7,5	151,056	117.286	2.564,8
7,6783	187,974	1.296.106	1.296.106
8	280,905	$4,48 * 10^8$	$2,2974 * 10^{27}$
8,3	411,875	$1,228 * 10^{12}$	$1,7432 * 10^{225}$

Die **Übergänge** zwischen den aufeinander folgenden optimalen Potenztürmen können durch numerischen Vergleich genau bestimmt werden:

$S = 2,20144 + 1,73718 = W = 2,20144^{1,73718} = $	3,93862	w_1
$S = 2,98913 + 3,27304 = 1,86504 + 2,36373 + 2,03338 = 6,26217$		
$W = 2,98913^3 + 2,7304 = 1,86504^{(2,36373^2 + 2,03338)} = $	36,01442	w_2
$S = 1,7265 + 2,8883 + 3,06352 = 1,2424 + 1,842 + 2,4322 + 2,1617 = 7,6783$		
$W = 1,7265^{(2,8883^3 + 3,06352)} = 1,2424^{(1,842^{(2,4322^2 + 2,1617)})} = $	1.296.106	w_3

Die Werte w_1 , w_2 und w_3 geben die Potenzierungsübergänge an, ab denen ein Ergebniswert durch Nutzung eines höheren Potenzturms ökonomischer erreicht werden kann, übertragen auf die Physik: im Universum ein Speicherwert durch Übergang in eine höhere Exponentialebene, also durch Nutzung einer weiteren Dimension, mit geringerem Substrat gespeichert wird.

Sie sind numerisch berechenbare und fixe Größen, Ergebnis einfacher Vergleichsrechnung, die physikalisch dem Optimierungsprozess der Informationsspeicherung zugrunde liegt. Die Übergangswerte w_1 , w_2 und w_3 sind also mathematisch das Ergebnis einer doppelten Optimierung: erstens aus optimaler Potenzierung, zweitens aus einem Potenzturmvergleich.

Kosmologische Erläuterung

Es geht um die Verarbeitung und Speicherung von Information im Universum: Entwicklung des Universums bedeutet, dass sich Energie und Information in Dimensionen organisieren.

Verhält sich das Universum mit seinem Entstehen nach den Grundsätzen der Ökonomie, wird es sich durch aufeinanderfolgende Schaffung von Dimensionen möglichst schnell ausbreiten. So wird eine Gleichverteilung von Masse und Energie, ein homogenes und isotropes Universum erreicht.

Auf der Grundlage Optimalen Konsekutiven Potenzierens

- durch Nutzung von zunehmenden Potenzierungsgraden, innerhalb derer zu jedem Ursprungswert ein maximaler Ergebniswert existiert - erreicht das Universum sehr hohe Werte für das Raumzeitvolumen.

„Die Phasenübergänge der Materie während der kosmischen Expansion entsprechen Informationsverarbeitungsprozessen

– das Universum als gewaltiger Quantencomputer.

Jedes Stück Materie ließe sich im Prinzip als Rechner aktivieren.“

(Klaus Mainzer, Information, Berlin University Press, 2016, S.98)

Diese Übergänge zwischen zunehmenden Potenzierungsgraden

(deren Zahl als mit der der Raumzeitdimensionen identisch angenommen wird), entsprechen kosmologisch Phasenübergängen der Materie und können durch numerischen Vergleich bestimmt werden.

Diese Übergänge bestimmen als Ergebnis

der dortigen Energie- und Informationsdichte (Information pro Raumzeitvolumen) die Stärken der Fundamentalen Wechselwirkungen.

IV. Potenzierungsübergänge, Kopplungsparameter und Dimensionen

Bei einer Zusammenfassung nach Umstellung auf Basis e erkennen wir über Signifikanzen Zusammenhänge zwischen

- Übergangswerten,
- Kopplungskonstanten (hier: als Kehrwert angegeben),
- Dimensionen.

FWW	Kopplungskonstante bzw. Übergangswert		Zusammenfassung
w_1	3,93862	$e^{1,3708}$	$e^{(1! \cdot 1,3708^1)}$
w_2	36,01442	$e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072)}$	$e^{(2! \cdot 1,3386^2)}$
Elektromagn.	137,036	$e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072 \cdot 1 \cdot 1,3729)}$	$e^{(2! \cdot 1,3500^3)}$
w_3	1296106	$e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072 \cdot 3 \cdot 1,3091)}$	$e^{(3! \cdot 1,3287^3)}$
$2w_3w_{12}$	352,645 Mio		$e^{(3! \cdot 1,3458^4)}$
Gravitation	$1,7 \cdot 10^{38}$		$e^{(4! \cdot 1,3839^4)}$

Mit aufsteigenden Übergangs- und aufsteigenden (Kehr-)Werten der Kopplungskonstanten nimmt bei Umstellung auf Basis e im Exponenten der Betrag der Fakultäten und der Exponenten in Einerschritten zu, wobei die (zweite) Basis (im Exponenten) schon fast signifikant stets einen Wert zwischen 1,3 und 1,4 hat.

Die Übersicht und die nachfolgenden Berechnungen zur Feinstrukturkonstante legen die Vermutung nahe, dass die Größenordnungen der Wechselwirkungen, wie auch von Feynman für die Feinstrukturkonstante vermutet, über den natürlichen Logarithmus verbunden sind: Über den natürlichen Logarithmus der Übergangswerte.

Diese von den Werten her noch tastende Form der Darstellung lässt erkennen,

wie eine signifikante Nähe von $\alpha = 137,036$ zu $w_{12} = e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = 136,04$ zustande kommt (vgl. S.15/19):

$$137,036 = e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072 \cdot 1 \cdot 1,3729)}$$

$$= e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072 \cdot 1 \cdot 1,3708 \cdot 1,001485)} = e^{\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot 1,001485} = e^{\ln w_1 \cdot \ln w_2} \cdot (1 + 1/137,036).$$

„Die **Raumzeit** scheint auf kleinsten Skalen
– bei Annäherung an die Planck-Skala –
nicht mehr vier-, sondern zweidimensional zu sein.“
(Claus Kiefer, Quantenkosmos, 2010, S.239)

„Bei der dynamischen Triangulation ergaben die Berechnungen
makroskopisch tatsächlich die gewohnten vier Dimensionen –
drei für den Raum und eine für die Zeit.
Dennoch erlebten die Forscher eine herbe Überraschung:
Sobald sie sich mathematisch den kleinen Skalen näherten,
zumal der Planck-Länge, wurde der Raum effektiv eindimensional.

Das klingt verwirrend. Doch das gleiche Ergebnis ergibt sich
auch in einem anderen Zugang zur Quantengravitation,
den die Erfinder »asymptotische Sicherheit« nannten ...

Nimmt man noch die Indizien aus der Schleifentheorie hinzu,
so ergibt sich ein erstaunliches Bild der Raumstruktur
im Mikrokosmos: Von den drei klassischen Raumdimensionen
auf makroskopischer Ebene bleibt dann nur noch eine übrig.“
(Claus Kiefer, Auf dem Weg zur Quantengravitation,
Spektrum der Wissenschaft, 4/12, 2012, S.42)

“... **Spacetime** on the Tiniest Scale May Be Two-Dimensional:
... recent work in loop quantum gravity, high temperature string theory,
renormalization group analysis applied to general relativity
and other areas of quantum gravity research,
all hints at a two-dimensional spacetime on the smallest scale.
In most of these cases, the number of dimensions simply collapses
in a process called spontaneous dimensional reduction as the scale reduces.”
(<https://www.technologyreview.com/s/420717/why-spacetime-on-the-tiniest-scale-may-be-two-dimensional/>)

„Alle bisherigen Ansätze auf Basis der Quantenmechanik legen jedenfalls nahe, dass die Raumzeit selbst nicht fundamental ist, sondern aus einer grundlegenden mathematischen Struktur hervorgeht.“ (Steven Giddings, *Ausweg aus dem Schwarzen Loch*, Spektrum der Wissenschaft 3.20, März 2020, S.64)

Diese grundlegendere mathematische Struktur wird mittels konsekutiven Potenzierens geschaffen unter Nutzung der Übergänge zwischen optimalen Potenztürmen.

Bei rastermäßiger Übertragung dieser Mathematik auf die Physik kann eine Abhängigkeit der Anzahl der Dimensionen im Universum von der Exponentialhöhe angenommen werden:

Da bei Annäherung an Planckgrößen, also mit zunehmender Dichte, die Welt zweidimensional wird, lesen wir die Tabelle auf S.9 so, dass dort eine Aussage über den Zusammenhang zwischen Exponentialhöhen und Dimensionen im Universum steckt. Wir interpretieren die dort rotmarkierten Fakultäten und Exponenten als Dimensionszahl, d.h. als Zahl der zutage tretenden Dimensionen. Fakultät **(2)** und Exponent **(3)** zur Feinstrukturkonstante zeigen dann den **Übergang** von der **zwei-** zur **drei-** bzw. **vierdimensionalen** Raumzeit:

Einen stationären Zustand eines **zwei**dimensionalen Elektrons mit einer von der Zeit unabhängigen Amplitudenverteilung kann man sich nach Schrödinger als eine **drei**dimensionale stehende Welle vorstellen. (<https://physikunterricht-online.de/jahrgang-12/schroedingergleichung/>)

Und die **vier**dimensionale Raumzeit kann man sich wie in einem Film als Abfolge dreidimensionaler Räume (den Verallgemeinerungen der Teilchenorte) vorstellen (vgl. Kiefer, *Quantengravitation*, 2012, S.42).

Zwei Erscheinungen, nämlich

- der vermutete Zusammenhang zwischen Übergangswerten und α -Werten sowie die postulierte Identität von Fakultäten/Exponenten und Dimensionen, die zusammen eine Vermutung über die Herkunft des Welle-Teilchen-Dualismus zulassen,
- die Spontanität der Dimensionsänderung, etwa von vier auf zwei Dimensionen bei einer spontanen Dimensionsreduktion,

deuten darauf hin, dass

- eine Dimensionsänderung spontan dann einsetzt, wenn die Raumzeitdichte (als Kehrwert des Raumzeitvolumens) einen bestimmten Wert erreicht,
- die Übergangswerte als Rechengrößen der Raumzeit genutzt werden können.

V. Das Rätsel der Feinstrukturkonstante α

"One fundamental constant deserves special attention.

It is called the fine-structure constant ... This constant is unique because alpha in itself is a combination of three other fundamental constants. As a pure number, alpha will be the same in any galaxy where intelligent beings develop the physics needed to describe the natural environment they inhabit.

Alpha thus has universal significance ...

A third reason that alpha deserves attention is that it is surrounded by mystery ... while physicists know the roles that the fine-structure constant plays, they have no idea where this constant comes from. For decades alpha has intrigued physicists who have tried unsuccessfully to determine the origin of this constant, to discover a theoretical framework from which the constant alpha naturally arises, and thus *explains* its origin." (John Rigden, R. Stuewer, Editorial: Constancy directs change, in: Physics in Perspective, 13, 2011, 1-3)

„Die Feinstrukturkonstante ist zweifellos die grundlegendste reine (d.h. dimensionslose) Zahl der Physik. Sie verbindet die Naturkonstanten aus den Bereichen Elektromagnetismus (die Elektronenladung), Relativitätstheorie (die Lichtgeschwindigkeit) und Quantenmechanik (das Planck'sche Wirkungsquantum).“
(David Griffiths, Quantenmechanik, 2.A., 2012, S.304/305)

In seinem Lehrbuch stellt Prof. Griffiths seinen Studenten folgendes Problem:

„Berechnen Sie die Feinstrukturkonstante aus den physikalischen Grundprinzipien (d.h. ohne Rückgriff auf die gemessenen Zahlenwerte von ϵ , e , h und c) ...

Wenn Sie die Aufgabe lösen können,

[you have the most certain Nobel Prize in history waiting for you].

Aber ich würde Ihnen raten, jetzt nicht zu viel Zeit auf diese Aufgabe zu verwenden; viele brillante Physiker haben sich daran versucht, und sie sind (bis jetzt) alle daran gescheitert.“ (a.a.O.)

“It has been a mystery ever since it was discovered more than fifty years ago ... Immediately you would like to know where this number for a coupling comes from: is it related to π or perhaps to the base of natural logarithms? Nobody knows. It's one of the greatest damn mysteries of physics: a magic number that comes to us with no understanding by man.”
(Richard Feynman, QED: The Strange Theory of Light and Matter, 1985, S.129)

„Diese Zahl ist die berühmteste Zahl der Naturwissenschaft überhaupt ... Der Grund hierfür ist, dass α die Stärke der elektromagnetischen Wechselwirkung beschreibt und damit von grundlegender Bedeutung für die gesamte Naturwissenschaft und Technik ist ... Es ist klar, dass eine theoretische Berechnung des Wertes von α einen großen Fortschritt im Verständnis der fundamentalen Wechselwirkungen darstellen würde.“
(Harald Fritzsch, Elementarteilchen Bausteine der Materie, 2004, S.63/64)

„Weiter sollte der Wert in einer wirklich fundamentalen Theorie berechenbar sein. Gegenwärtig existiert keine solche Theorie, die allgemein akzeptiert und verstanden wird.“
(Hans Frauenfelder, Teilchen und Kerne, 4.A., 1999, S.294)

“It has been a notably elusive task to find a remotely sensical ansatz for a calculation of Sommerfeld’s electrodynamic fine-structure constant $\alpha_{\text{QED}} \sim 1/137.036$ based on first principles ... Indeed, the problem of finding a conceivable analytic formula for the fine-structure constant is of such fundamental interest that considerable field-theoretical insight and effort has been invested into the task, despite the formidable challenges.”
(Jentschura/Nandori, Attempts at a determination of the fine-structure constant from first principles: A brief historical overview, 2014, arXiv: 1411.4673, S.1)

„QED cannot offer a true explanation for 137. The true α must have a mathematical underpinning with an applicable physical definition, otherwise even the best experiments still cannot answer *Why 137?*”
(Ke Xiao, Dimensionless Physical Constant Mysteries, 2012, viXra:1205.0050, S.6)

Da der numerische Wert als Quotient aus physikalischen Größen eine mathematische Größe ohne physikalische Dimension ist, muss sein Ursprung in mathematischen oder geometrischen Verhältnissen zu suchen sein, die dem physikalischen Wert zugrunde liegen.

„The scientific literature is not free from attempts to determine α_{QED} based on algebraically simple combinations of transcendental numbers like π , or logarithms of characteristic dimensionless physical quantities, which approximate the numerical value of the QED coupling $\alpha_{\text{QED}} \sim 1/137.036$.” (Jentschura/Nandori, a.a.O., S.4)

“There have also been attempts to calculate it with various combinations of mathematical constants such as e and π , much like the ratio of proton to electron mass is very nearly $6\pi^5$.” (Peter van der Straten/Harold Metcalf, Atoms and molecules interacting with light, Cambridge University Press, 2016, S.142)

Solche Ansätze führen aber zu keinem Ergebnis, denn es fehlt ihnen die **handlungsleitende Idee**, die zuallererst eine rein mathematische, ohne „empirical dressing“, ist:

Die **Informationsökonomie des Universums**

(also in unserer Terminologie: die Suche nach dem kleinstmöglichen Substrat, oder umgekehrt: größtmöglichen Potenzierungswert), physikalisch in einer möglichst effizienten Informationsspeicherung.

Handlungsleitende Idee: Informationsökonomie des Universums
= dicht gepackte, optimale Informationsspeicherung

Sie ermöglicht die Herleitung und Berechnung eines Werts der Feinstrukturkonstante, der um weniger als ein Achtmilliardstel vom aktuellen, 2019 festgelegten CODATA-Wert abweicht und damit selbst zum Richtwert wird!

VI. Die Übergangswerte als Dimensionsgrenzen und Berechnungsgrundlagen

Die drei Werte w_1 , w_2 und w_3 sind das Ergebnis doppelter Optimierung:

- erstens als durch Potenzierung aus einem Substrat zu gewinnende Maxima,
- zweitens als Übergangswerte, an denen sich jeweils die Exponentialhöhe und damit die Dimensionsanzahl ändert.

Erste Signifikanz

Wenn wir uns nun zunächst am Wert von α orientieren, stellen wir

– nach Umstellung der relativen Stärken auf Basis e , wie in der Tabelle auf Seite 9 dargestellt:

$$\begin{aligned} 137,036 &= e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072 \cdot 1 \cdot 1,3729)} = e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072 \cdot 1 \cdot 1,3708 \cdot 1,001485)} \\ &= e^{\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot 1,001485} = e^{\ln w_1 \cdot \ln w_2} \cdot (1 + 1/137,036) - \end{aligned}$$

fest, dass eine nochmalige Potenzierung eines der beiden Übergangswerte

mit dem Logarithmus des jeweils anderen ein Ergebnis von

$$w_{12} = e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = w_1^{\ln w_2} = w_2^{\ln w_1} = 136,03985$$

ergibt, was

- dem Strukturaufbau auf Basis der Zahl e entspricht,
- die beiden Übergangswerte wechselweise austauschbar macht,
- sich vom Wert von α um den Kehrwert unterscheidet, also um $1/\alpha$.

Zweite Signifikanz

Da etwa relativistische Korrekturen nur über gerade Potenzen von α erfolgen

und diese die gleiche Potenz von α haben wie die Spin-Bahn-Kopplung,

liegt die Vermutung nahe, dass noch eine weitere $1/\alpha$ -Signifikanz irgendwo

als binomische Ergänzung verborgen ist, und tatsächlich:

- Der verdoppelte Übergangswert w_3 ($2 \cdot 1.296.106 = 2.592.212$) unterscheidet sich von der dritten Potenz von α (also von $\alpha^3 = 2.573.380$) ebenfalls um den Kehrwert $1/\alpha$.

Diese beiden signifikanten relativen Abstände von $1/\alpha$ erklären die Art der Verknüpfung (Operatoren) der Übergangswerte aus dem Phänomen von Zwei- und Vierdimensionalität, wenn wir gemäß Minkowskis Feststellung von 1908, dass „von Stund' an ... Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken (sollen) und nur noch eine Art Union der beiden ... Selbständigkeit bewahren (soll)“, die Übergangswerte als rechnerische Basisgrößen zur Berechnung von Raumzeitvolumina für die zwei- und vierdimensionale Raumzeit nutzen:

Erste zwei Dimensionen	1 R + 1 Z	$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$
+ zwei weitere Dimensionen	1 R + 1 Z	$2w_3$
= Raumzeitvolumen der elektromagn. Strahlung		$2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$

Postulat: Zum Zwecke optimaler Informationsspeicherung öffnen sich durch Dimensionsbildung Raumzeitvolumina, deren Größe durch Kombination nacheinander eingesetzter Übergangswerte bestimmt wird.

Regel der mathematischen Kombination der Übergangswerte zur Optimierung der Raumzeitvolumina bzw. der Informationsdichte: Höhere Operatoren zuerst!

Die Natur nutzt - nachdem Tetration die Übergangswerte geschaffen hat - die mathematischen Operatoren in absteigender Linie.

Wir hatten vorausgesetzt als

handlungsleitende Idee die Informationsökonomie des Universums
= dicht gepackte, optimale Informationsspeicherung

Um den Verdacht des Zufallsfundes oder konstruierender Willkür auszuräumen, setzen wir zur Erklärung der aufgetretenen Signifikanzen als Ausprägungen dieses handlungsleitenden Prinzips zwei Annahmen für die mathematische Verknüpfung der drei Übergangswerte.

Die zwei **Annahmen** zur Erklärung der Verknüpfung der Übergangswerte durch Operatoren sind:

a) Volumenidentität von Zeit und Raum

b) Dichtemaximierung.

Mit Blick auf die signifikanten Näherungen $2w_3 \sim \alpha^3$ und $2w_3 * w_{12} = 2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} \sim \alpha^4$, welche wir interpretieren als:

- Sprung auf vier Dimensionen (α^4),
- doppeltes multiplikatives Raumzeitvolumen des dritten Übergangswerts ($2w_3$),

umfasst der vierdimensionale Wellenzustand zwei weitere, volumenidentische (R=Z) Dimensionen, welche das multiplikativ wirkende maximale Raumzeitvolumen der dritten Exponentialhöhe (w_3) in gleicher Höhe ausschöpfen.

Die **erste Annahme** lautet:
Die Verdoppelung des Wertes w_3 ist notwendig, weil sich das Raumzeitvolumen aus den beiden Kategorien Raum und Zeit zusammensetzt, wobei beide Kategorien (unabhängig davon, dass es für uns drei Raumdimensionen und nur eine Zeitdimension gibt) die Hälfte stellen, weil die **Zeit den Raum abbildet**.

In Zweidimensionalität wird dem dadurch entsprochen, dass die Werte w_1 und w_2 in ihrer Zusammensetzung (zum Volumen in Zweidimensionalität) austauschbar sind:

$$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = w_1^{\ln w_2} = w_2^{\ln w_1}.$$

Unter dieser ersten Annahme brauchen wir in Vierdimensionalität keinen oberen Übergangswert w_4 als Multiplikator.

Die **zweite Annahme** lautet:
Die Verknüpfung der einzelnen Dimensionen Raum und Zeit erfolgt bei Zweidimensionalität exponentiell, hin zur Vierdimensionalität dann multiplikativ, um eine

höhere Dichte

(= kleineres Raumzeitvolumen)

als bei Potenzierung zu erreichen:

$$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} < w_1 * w_2 \quad \text{und} \\ 2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} < e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)}.$$

Wenn wir gemäß Minkowskis Feststellung von 1908, dass
 „von Stund' an ... Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken (sollen)
 und nur noch eine Art Union der beiden ... Selbständigkeit bewahren (soll)" ,

**die dimensionslosen Übergangswerte und deren Verknüpfungen
 als rechnerische Basisgrößen zur Berechnung von Raumzeitvolumina**

für die zwei- und vierdimensionale Raumzeit nutzen,

können wir die Stärken der Wechselwirkungen als Ausdruck

der Kehrwerte dieser Größen, also von Raumzeitdichten, ansehen.

In der folgenden Ergebnistabelle sind die wichtigen

Werte, Formeln und Signifikanzen nochmals übersichtlich enthalten.

Wir haben hier, in schwarz, acht Formelzeilen.

Die Formeln in den Zeilen vier und acht sowie die Signifikanz in Zeile sieben werden im Folgenden erst entwickelt, hier der Vollständigkeit halber aber schon angegeben.

Die Übergangswerte w_1 und w_2 (vgl. S.8) liegen in der Nähe der beiden Kopplungsparameter der Starken und der Schwachen Kraft (vgl. S.1-3), was bis dato noch als schwache Signifikanz gelten muss.

Die doppelte Signifikanz der Unterschiede in Höhe des Kehrwerts $1/\alpha$ (Zeilen 3 und 6)

führt über deren Multiplikation zur Größe α^4 ,

die schon aufgrund des Exponenten als vierdimensionale Raumzeitgröße vermutet werden kann.

FWW	Kopplung	Übg.werte	Formeln	Signifikanz
Starke	3,3 – 5	3,93862	w_1	ja
Schwache	29,5	36,01442	w_2	ja
(RZV Teilchen)		(136,04)	$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = w_1^{\ln w_2} = w_2^{\ln w_1}$	$\alpha^*(1-1/\alpha)$
Elektromagn.	137,036		$[2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} + \alpha^{3/2}]^{1/4}$	α
		1296106	w_3	
		(2592212)	$2w_3$	$\alpha^3*(1+1/\alpha)$
(RZV Welle)		(352,65 Mio)	$2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$	$\alpha^4*(1-1/\alpha^{5/2})$
Gravitation	$2*10^{38}$		$w_1 * w_2 * w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)}$	

VII. Die Herleitung der Feinstrukturkonstanten-Formel

Der Vergleich der drei Übergangswerte mit den Werten von α

w_1	3,93862
w_2	36,01442
$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$	136,03985
α	137,036
w_3	1.296.106
α^3	2.573.380
$2 w_3$	2.592.212

Die Werte w_1 , w_2 und w_3 geben die Potenzierungsübergänge an, ab denen ein Ergebniswert durch Nutzung eines höheren Potenzturms ökonomischer erreicht werden kann, übertragen auf die Physik: im Universum ein Speicherwert durch Übergang in eine höhere Exponentialebene, also durch Nutzung einer weiteren Dimension, mit geringerem Substrat gespeichert wird. Sie sind numerisch berechenbare und fixe Größen, Ergebnis einfacher Vergleichsrechnung, die physikalisch dem Optimierungsprozess der Informationsspeicherung zugrunde liegt.

Die signifikanten Abstände der modifizierten Übergangswerte (vgl. S.15)

$$\alpha / e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = 137,036/136,04 = \left[1 + \frac{1}{\alpha} \right]$$

$$\alpha^3 / 2w_3 = 2.573.380/2.592.212 = \left[1 - \frac{1}{\alpha} \right]$$

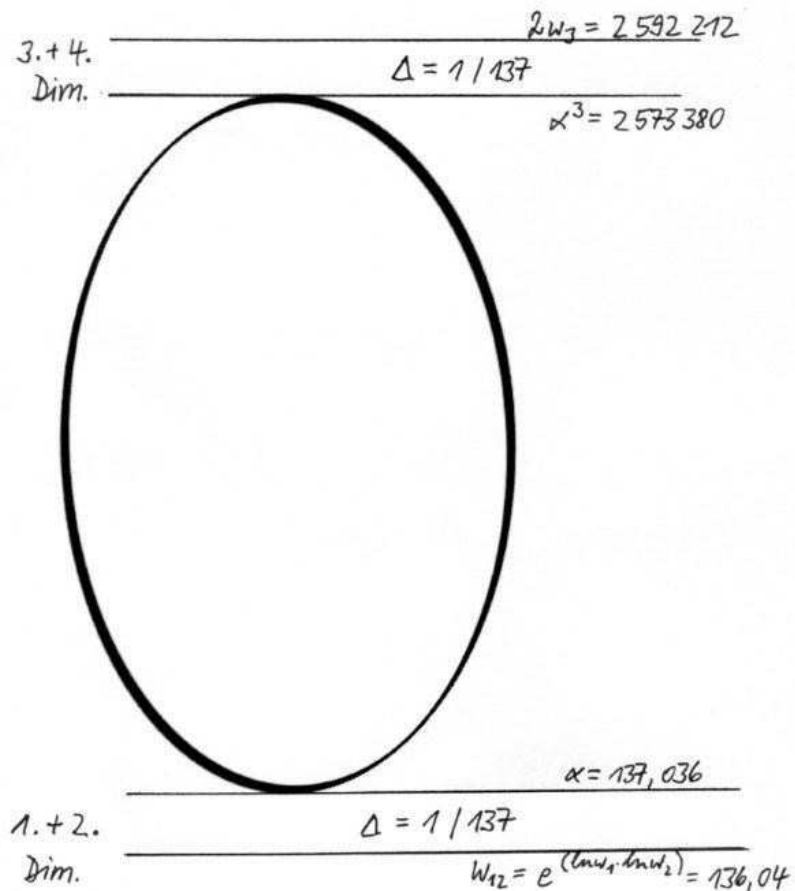
Multiplikation der als Raumzeitvolumina gedeuteten α -Werte zum Produkt

$$\alpha^4 \sim 2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} \quad \text{(einfache Feinstrukturkonstantennäherungsformel)}$$

ergibt schließlich einen α -Wert von **137,035843**, der (wie wir auf S.21 sehen werden) eine weitere signifikante Abweichung vom CODATA-Wert aufweist:

$$1/220.000 \text{ gleich } 1/\alpha^{5/2}.$$

Diese Formel enthält die drei Übergangswerte als integrale Bestandteile, aus deren blockweiser Zusammensetzung wir das Zusammenwirken erschließen können.



Die Volumina (bzw. Multiplikationsfaktoren) der einzelnen Dimensionen sind Funktionen der Übergangswerte.

In ihrer blockweisen exponentiellen und multiplikativen Verknüpfung ermöglichen sie die Speicherung eines Raumzeit- und Informationsvolumens.

Wir haben hier die vergleichende Darstellung der noch unverbundenen w-Blöcke mit den α -Werten, bevor die Blöcke zum Wellenvolumen verbunden werden, was durch Multiplikation der Werte der beiden Blöcke erfolgt.

Angesichts der relativen Abstände (in Höhe von jeweils $1/\alpha$) der modifizierten Übergangswerte $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ und $2w_3$ von den Größen α und α^3 sollte man vermuten, dass das vierdimensionale Volumen $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ vom gemessenen α^4 -Wert einen binomischen Abstand von $1/\alpha^2$ hat, aber ...

(Fortsetzung auf S.22)

VIII. Vergleich der vierdimensionalen Raumzeitvolumina: Die $\alpha^{3/2}$ -Differenz

Die auf den Übergangswerten aufbauende Geometrie gibt den Rahmen vor, in den sich die drei oder vier Extremwerte der physikalischen Konstituenten (ϵ , e , h und c) der Feinstrukturkonstante einfügen.

In ihrem blockweisen Zusammenwirken als Exponenten und Multiplikatoren sorgen sie für optimale Speichergröße, welche diese Konstituenten ausbalanciert.

Das informationsspeichernde Raumzeitvolumen im Teilchenzustand, der die erste und die zweite Dimension vereinigt, liegt bei

$$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = w_1^{\ln w_2} = w_2^{\ln w_1} = \mathbf{136,03985},$$

die dritte und die vierte Dimension zusammen bringen einen Multiplikator von $2w_3 = 2 * 1.296.106,0913 = \mathbf{2.592.212,1826}$.

Der Wellenzustand umfasst die ersten vier Dimensionen mit dem Volumen von $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = 2 * 1.296.106,0913 * 136,03985 = \mathbf{352.644.168,3648}$.

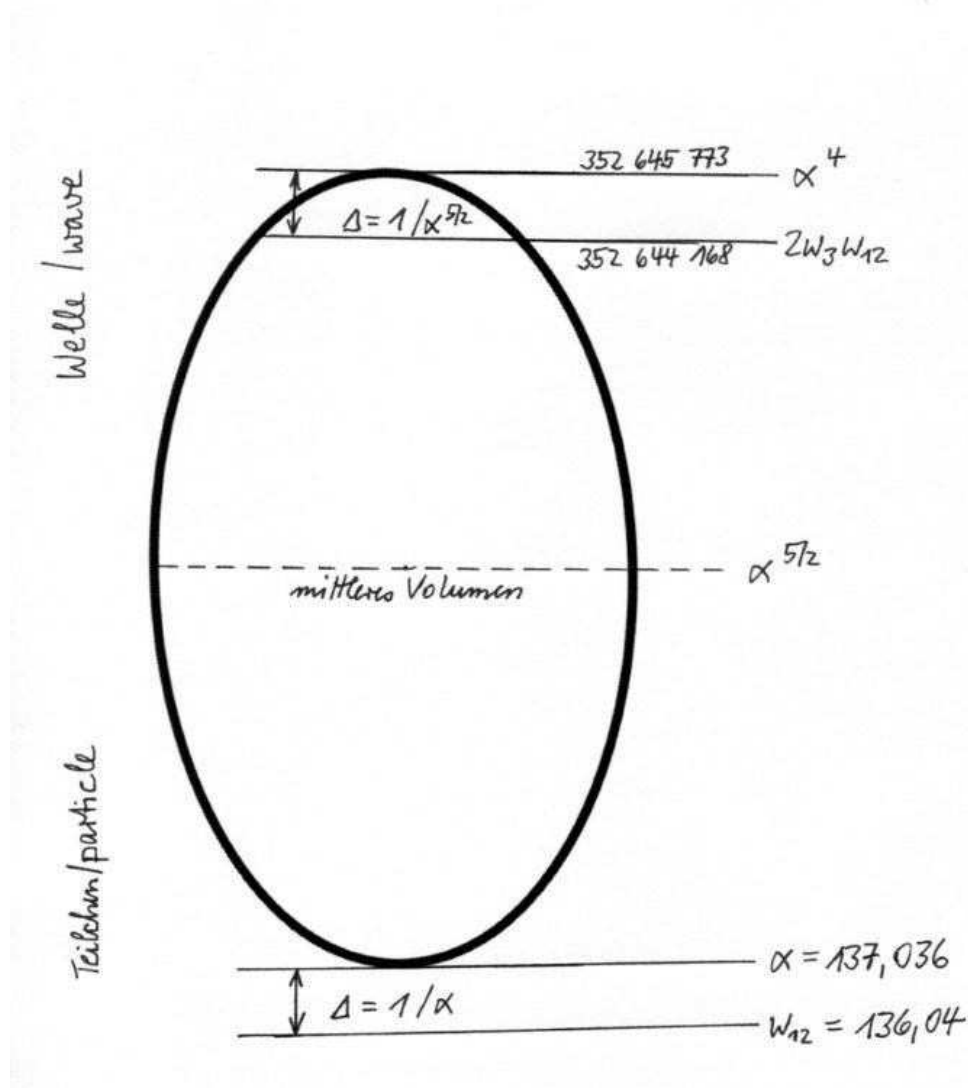
Im Vergleich dieses Raumzeitvolumens mit dem Informationsvolumen α^4 (wenn wir vom aktuellen, im Mai 2019 veröffentlichten CODATA-Wert von α ausgehen)

α^4	-	$2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$	
137,035999084 ⁴	-	$2 * 1.296.106,091299219 * 136,0398545814$	
352.645.772,376447	-	352.644.168,364825	= 1604,01162

ist eine absolute Abweichung zwischen den beiden Volumenwerten festzustellen, von der unschwer erkennbar ist, dass es sich um den Wert von α , potenziert mit $3/2$, handelt: $1604,01162 = 137,02664^{3/2}$

Wenn wir annehmen, dass es sich bei α um das Informationsvolumen in Zweidimensionalität (Teilchenvolumen) und bei α^4 um das Volumen in Vierdimensionalität (Wellenvolumen) handelt, ist $1/\alpha^{5/2}$ als Kehrwert der Wurzel des Produkts der beiden Volumengrößen die mittlere Dichte aus Teilchen- und Wellenvolumen.

Die Größe $\alpha^{3/2}$ entspricht als Anteil am vierdimensionalen Wellenvolumen genau diesem Wert.



Fortsetzung von S.20

... dem ist nicht so, sondern der Abstand beträgt $1/\alpha^{5/2}$,
 was die mittlere Dichte des Volumens von Teilchen und Welle ist,
 die sich als Kehrwert der Wurzel des Produkts der beiden Volumengrößen α und α^4 ergibt.

Wir können dies so interpretieren, dass $2w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$

das von den Übergangswerten aufgespannte Raumzeitvolumen in Vierdimensionalität ist.

Die Größe α^4 drückt das gesamte Informations- oder Raumzeitvolumen der Welle bzw. des das Teilchen umgebenden Feldes nach der Vergrößerung des Hilbert-Raums (vgl. S.23 oben) aus.

Die Ellipse auf S.20 ist in der obigen enthalten.

Das entspricht Kiefers Ausführungen (Quantengravitation, 2012, S.42),

dass man sich die vierdimensionale Raumzeit wie in einem Film als Abfolge dreidimensionaler Räume (den Verallgemeinerungen der Teilchenorte) vorstellen kann.

IX. Interpretation als relativistische und QED-Korrekturen

1. Die $1/\alpha^2$ -Abstände als relativistische Korrekturen

Die Multiplikation der beiden signifikanten Abstände zu den Übergangswerten führt zu einem binomischen Produkt von $1/\alpha^2$.

“The fine structure terms account for relativistic effects through order $(v/c)^2$ and have the effect of enlarging the Hilbert space by the inclusion of the spin degrees of freedom, introducing new quantum numbers, and shifting and splitting the energy levels of the electrostatic model.”
(Berkeley Physics 221A, Quantum Mechanics: Fine Structure in Hydrogen and Alkali Atoms, Spring 2016, Notes 23)

Achtung: Wir bezeichnen in dieser Untersuchung mit α die Zahl 137 und nicht deren Kehrwert. Wo zitiert wird, belassen wir es beim Kehrwert $\alpha = v/c = 1/137$.

Da das Multiplikationsergebnis als $1/\alpha^2$ eine gerade Potenz hervorbringt, interpretieren wir diese als relativistische Korrektur.

Relativistische oder Feinstrukturkorrekturen folgen aus der Dirac-Gleichung und berücksichtigen relativistische kinetische Energie, Spin-Bahn-Kopplung und Darwin-Term.

„Die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante α ist ... in der Quantenelektrodynamik als Entwicklungskoeffizient von großer Bedeutung ... nur die Tatsache, dass die Elektronen im Wasserstoffatom noch keine relativistischen Geschwindigkeiten aufweisen, (ermöglicht) überhaupt eine Beschreibung im Rahmen der nichtrelativistischen Quantenmechanik mit Hilfe der Schrödinger-Gleichung. Die relativistische Korrektur ist ... von der Größenordnung $\alpha^2 = 5 \times 10^{-5}$.“
(Vorlesungsskript Rudolf Gross, Physik IV, Garching 2003, S.138, im Internet)

„Relativistische Korrektur ... Es treten nur gerade Potenzen ... von α auf!
Da die Korrektur klein ist, wird die Reihe schnell konvergieren ... Das ist die gleiche Potenz von α wie bei der Spin-Bahn-Kopplung.“
(web.physik.rwth-aachen.de/~hebbeker/lectures/p405/p405_l10.pdf)

2. Die Lamb Shift als Unterstruktur der Feinstrukturaufspaltung: $1/\alpha^{5/2}$

In der durch Aufschlüsselung in Potenzreihenform entstandenen Gleichung

$$\left[1 + \frac{1}{\alpha^{5/2}}\right] = \left[1 - \frac{1}{\alpha^2}\right] * \left[1 + \sum \frac{1}{\alpha^{2n}} + \frac{1}{\alpha^{2n+1/2}}\right]$$

wird die durch Vergleich der Raumzeitvolumina errechnete Differenz $1/\alpha^{5/2}$

im Zusammenspiel mit relativistischen Vielfachen von $1/\alpha^2$ angeführt,

dabei zeigt sie sich (in der letzten Klammer) als „Unterstruktur“

in relativer Höhe von $1/\alpha^{1/2}$ zum links vorhergehenden Quotienten.

„Durch hochauflösende optische Spektroskopie wurde ... bereits früh festgestellt, dass die Spektrallinien des Wasserstoffs eine Unterstruktur besitzen ...

In einem verfeinerten Modell müssen wir noch weitere,

allerdings wesentlich schwächere Wechselwirkungen berücksichtigen.

Dies (sind)

- die Spin-Bahn-Kopplung und relativistische Korrekturen, die zur Feinstruktur führen,
- ein quantenelektrodynamischer Effekt, der zur Lamb-Verschiebung führt, und schließlich
- die magnetische Kopplung zwischen Elektronen und Kern, die zur Hyperfeinstruktur führt.“

(Rudolf Gross, Vorlesungsskript Physik IV, Garching 2003, S.135)

Die relative Höhe dieses eine noch unerklärte Differenz anzeigenden

Quotienten $1/\alpha^{5/2}$ im Vergleich zu seinem Vorgänger $1/\alpha^2$ beträgt

$$(1/\alpha^{5/2})/(1/\alpha^2) = \alpha^{-1/2} = 1/11,71 = \mathbf{8,54\%}.$$

Welche physikalische Entsprechung hat dieser mathematische Quotient?

„Simpel, messbar, berechenbar: Das einfachste aller Atome spielte eine zentrale Rolle bei der Entwicklung der modernen Physik. So entdeckten 1947 die US-Physiker Willis Lamb und Robert Retherford eine Unstimmigkeit in zwei Energieniveaus des Wasserstoffs, genannt 2S und 2P. Nach der Quantentheorie sollten beide eigentlich die gleiche Energie haben. Doch die Forscher beobachteten im Experiment eine Energiedifferenz.

Die Entdeckung dieser seitdem so genannten Lamb-Verschiebung (englisch „Lamb shift“, benannt nach Willis Lamb) beflügelte eine neue physikalische Theorie, die Quantenelektrodynamik, QED. Mit ihr ließ sich der Effekt durch die Wechselwirkung des Elektrons mit dem Vakuum gut erklären.“ (http://www.wissenschaft.de/archiv/-/journal_content/56/12054/4061576/Das-geschrumpfte-Proton/)

„Wenn man die Wechselwirkung zwischen Proton und Elektron über den Rahmen der Diracgleichung hinaus quantenelektrodynamisch behandelt ... liegt z.B. das $2s_{1/2}$ -Niveau im H-Atom um etwa $0,2 \cdot 10^{-6}$ atomare Einheiten unter dem $2p_{1/2}$ -Niveau, was etwa 10% der Feinstrukturaufspaltung zum $2p_{3/2}$ -Niveau entspricht. Dieser Lamb shift wird von experimentellen Messungen sehr genau bestätigt.“ (Harald Friedrich, Theoretische Atomphysik, 1990, S.66)

„Allgemein lautet das Ergebnis von Lamb und Retherford: die Niveaus mit gleichen Quantenzahlen n und j , aber verschiedenen l fallen nicht exakt zusammen. Vielmehr liegen alle $S_{1/2}$ -Terme um ca. 10% der Energiedifferenz höher als die zugehörigen $P_{1/2}$ -Terme ...“ (Hermann Haken/H.C. Wolf, Atom- und Quantenphysik, 8.A., 2004, S.205)

„Die Korrekturen werden mit Hilfe der Störungstheorie berechnet, wobei der Entwicklungsparameter ($Z \cdot \alpha$) ist. Mit wachsendem Z sollten die Effekte deshalb größer werden.“ (Bethge/Schröder, Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen, 2012, Abs. 9.1.)

Nehmen wir den berechneten Ausgangswert von **8,54%** und berücksichtigen, dass mit wachsendem Z die Effekte größer werden, ist eine Energiedifferenz und damit Feinstrukturaufspaltung von **10%** erklärbar.

X. Der physikalische Gehalt der signifikanten Abstände

Die relativen Größenordnungen der relativistischen und QED-Effekte rühren aus dem Zusammenspiel der unterschiedlichen Dimensionszustände des Elektrons her.

Ihr physikalischer Gehalt kann mathematisch unter Nutzung der Übergangswerte dargestellt werden:

Die Potenzreihe, die aus der Division

$$\left[1 + \frac{1}{\alpha^{5/2}}\right] / \left[1 + \frac{1}{\alpha}\right] =$$

entspringt (vgl. Abbildung S.22),

zeigt in den ersten vier Quotienten, die uns der Größenordnung halber interessieren, folgende resultierende Bestandteile an:

$$= 1 - \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\alpha^{5/2}}$$

Diese Quotienten lassen sich als ideale Größen (faktisch liegen Abweichungen vor, abhängig von Ordnungszahl und Quantenzahl) exakt zuordnen.

Da das Elektron im Wasserstoffatom eine Geschwindigkeit von $c/137$ hat, liegt eine geschwindigkeitsabhängig höhere Masse vor, und damit ist sein zweidimensional gespeichertes Raumzeitvolumen größer, weswegen wir hinsichtlich dieses Volumens schließen:

$$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} * \left[1 + \frac{1}{\alpha}\right] \sim \alpha.$$

Aufgrund der Bewegung des Teilchens konkurrieren die beiden Komponenten $2w_3$ und $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$, die Faktoren des Wellenvolumens, nach der Relativitätstheorie - ebenso wie die Kategorien Raum und Zeit insgesamt - um ihren Anteil am Raumzeitvolumen.

Ein entsprechender Anteil (von $1/\alpha$) muss von den beiden zusätzlichen Dimensionen (also der dritten und vierten) abgezogen werden. Daher verringern wir den Multiplikationsfaktor $2w_3$, der das Volumen der beiden zusätzlichen Raumzeitdimensionen angibt, um einen relativen Wert von $1/\alpha$, so dass gilt:

$$2w_3 * \left[1 - \frac{1}{\alpha}\right] \sim \alpha^3.$$

Die durch die **relativistische Geschwindigkeit** des Teilchens bedingte Zunahme seines zweidimensionalen Raumzeitvolumens wird annähernd kompensiert durch eine entsprechende Verringerung des Volumens der beiden folgenden Dimensionen, so dass das Gesamt-Raumzeitvolumen der Welle dasselbe bleibt, abgesehen vom binomischen Rest

in Höhe von $\frac{1}{\alpha^2}$.

Die zweite relativistische Korrektur folgt aus der **Spin-Bahn-Kopplung**.

Ein sich um den Kern bewegendes Elektron erfährt durch den geladenen Kern nicht nur ein elektrisches Feld, sondern nach der Lorentz-Transformation ein zu seinem Bahndrehimpuls paralleles Magnetfeld. Mit dem Elektronenspin ist ein magnetisches Dipolmoment verbunden, das mit diesem Magnetfeld in Wechselwirkung tritt.

Die Feinstruktur beruht auf dieser magnetischen Wechselwirkung zwischen Bahnmoment und Eigenmoment des Elektrons. Tatsächlich ist auch diese ein nur relativistisch korrekt zu beschreibender Effekt.

Das dem Bereich der Relativitätstheorie zugehörige, sich aus der Behandlung der relativistischen Geschwindigkeit ergebende, binomische Produkt

$$\left[1 + \frac{1}{\alpha}\right] * \left[1 - \frac{1}{\alpha}\right] = \left[1 - \frac{1}{\alpha^2}\right]$$

wird kompensiert auf dem Felde der Quantenphysik durch die Spin-Bahn-Kopplung in entgegengesetzter Höhe von

$$\left[1 + \frac{1}{\alpha^2}\right].$$

Unter Berücksichtigung der Hyperfeinstrukturen mit einem geraden Quotienten gleichen sich die beiden Korrekturen im idealen Fall aus. Das Wasserstoffatom kommt dem immerhin sehr nahe.

Die dritte ist eine **quantenelektrodynamische Korrektur**.

Nachdem mathematisch durch Multiplikation der beiden je zwei-dimensionalen Komponenten w_{12} und $2w_3$ das zugrundeliegende vierdimensionale („leere“) Wellenvolumen $2w_3 * e^{(\ln w_1 - \ln w_2)}$ geschaffen ist, ist es das Elektron, welches im leeren Raum (bzw. genauer: in der leeren Raumzeit) mit diesem/r selbst reagiert und durch diese Wechselwirkung des Teilchens mit Vakuumfluktuationen des elektromagnetischen Feldes die **Lamb Shift** hervorruft (siehe S.28).

Diese hat die raumzeitvolumenerhöhende relative Größe $\frac{1}{\alpha^{5/2}}$

und entspricht der mittleren Dichte der Raumzeitvolumina von Welle und Teilchen.

Die **relativistischen Korrekturen** ergeben sich aus dem Konkurrenzverhältnis der ersten und der letzten beiden Dimensionen.

Die **QED-Korrektur** ergibt sich aus dem Wechselverhältnis von Zwei- und von Vierdimensionalität.

(Siehe dazu auch Übersicht Seite 52)

XI. QED-Korrekturen als Aktivitätsniveau

„Die normale Feinstruktur atomarer Zustände resultiert aus der Spin-Bahn-Wechselwirkung und relativistischen Korrekturen. Terme mit gleichen Quantenzahlen n, j, l fallen nach der Pauli-Approximation und der Dirac'schen Theorie energetisch zusammen.“

(Ludwig Bergmann/Clemens Schaefer, Experimentalphysik Band 4: Bestandteile der Materie, 2. A., 2003, S.52)

Für das Spektrum des Wasserstoffatoms gilt:

„Abweichung der tatsächlichen Energien ... [von den] nicht-relativistischen Energien, und zwar um den konstanten Wert $1/\alpha^2$.“

(Randy Harris, Moderne Physik, 2.A., 2013, S.459)

„Die Energie-Entartung wird durch **quantenelektrodynamische Effekte** aufgehoben und die resultierenden Energieaufspaltungen und Energieverschiebungen werden als **Lamb Shift** bezeichnet ...

Mit anderen Worten, selbst bei Abwesenheit reeller elektromagnetischer Felder besitzt das Vakuum ein oszillierendes elektromagnetisches Restfeld.“

(Bergmann/Schaefer, a.a.O.)

Die Hebung des Raumzeitvolumens

um einen relativen Anteil von $1/\alpha^{5/2}$ oder absolut um $\alpha^{3/2}$

enthält die Lamb Shift als *resultierende Energieaufspaltungen*.

Die Wechselwirkung des Elektrons mit dem

oszillierenden elektromagnetischen Restfeld des Vakuums

entspricht der Interpretation, dass die Größe $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$

im Grunde ein „leeres“ Raumzeitvolumen beinhaltet,

bereitgestellt über die Optimierung mittels der Übergangswerte,

welches durch die (hilbertraumvergrößernde) Lamb Shift um $\alpha^{3/2}$

auf den Gesamtvolumenwert α^4 angehoben wird.

In den bisher möglichen Experimenten zeigen Elektronen weder Ausdehnung noch innere Struktur und können insofern als punktförmig angenommen werden. Wir setzen daher voraus, dass das Elektron zweidimensional ist und das Volumen $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ hat.

Das zweidimensionale Teilchen zeigt sich in Vierdimensionalität als Welle mit dem Volumen $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$. Dieser einfachen Multiplikation können wir in Bezug auf den Welle-Teilchen-Dualismus entnehmen:

Welle und Teilchen stehen nicht nebeneinander, sind also nicht per Addition zu behandeln, denn im Wellenvolumen $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ ist das Teilchenvolumen $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ multiplikativ enthalten. Es gibt also nicht Welle „und“ Teilchen, sondern das Teilchen „als Welle“.

„Nach den Gesetzen der Quantenphysik bleibt ... Quanteninformation konstant erhalten ... die Wellenfunktion eines Quantensystems (enthält) seine vollständige Information ... Ein quantenphysikalischer Entwicklungsprozess entspricht einer unitären Transformation, wonach der Anfangszustand eines Systems verlustfrei aus seinem Endzustand rekonstruierbar ist. In diesem Sinn geht keine Quanteninformation verloren.“
(Klaus Mainzer, Information, 2016, S.98/99)

Der Welle-Teilchen-Dualismus äußert sich so, dass beide Zustände [Volumen Teilchen: $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$; Volumen Welle: $2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$] bei gleichbleibendem Informationswert beider Volumina einen Durchschnitt der Raumzeitdichte bilden, der vor dem Hintergrund des vierdimensionalen Wellenvolumens dem tatsächlichen Aktivitätsniveau entspricht.

Das Raumzeitvolumen $2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$, das nahe am vierdimensionalen Raumzeitvolumen liegt, das der Wert α^4 anzeigt, ist das Volumen, innerhalb dessen Teilchen noch keine relativistischen Geschwindigkeiten aufweisen und das daher eine Beschreibung im Rahmen der nichtrelativistischen Quantenmechanik mit Hilfe der Schrödinger-Gleichung erlaubt (vgl. S.23: Skript Gross).

Dieses Wellenvolumen ist kein allein räumliches, sondern ein Raum und Zeit integrierendes relatives Raumzeitvolumen (relativ, d.h. was die Größenverhältnisse zu den Raumzeitvolumina in anderen Dimensionalitäten betrifft).

Der Volumenunterschied in Höhe von $\alpha^{3/2}$ gibt an, welche raumzeitliche Ergänzung als reale Aktivität anzusetzen ist angesichts der Umwandlung der auf den Übergangswerten w_1, w_2, w_3 beruhenden zwei- und vierdimensionalen Raumzeitgrößen in ein den Durchschnittswert abbildendes Volumen, das die vierte Potenz der Feinstrukturkonstante beschreibt.

Das Aktivitätsniveau entspricht der Durchschnittsdichte als Kehrwert des Durchschnittsvolumens.

Bildlich könnte man sagen, das Raumzeitvolumen der QED-Korrekturen fließt in das Volumen, das die Vierdimensionalität der Übergangswerte bereithält; es füllt die Raumzeit im Hintergrund auf, verbunden mit einer mittleren Dichte der (gleichbleibenden) Information von $1/\alpha^{5/2}$.

$$2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} * \left[1 - \frac{1}{\alpha^2}\right] * \left[1 + \sum \frac{1}{\alpha^{2n}} + \sum \frac{1}{\alpha^{2n+1/2}}\right] = \alpha^4$$

Anders geschrieben:

$$\left[1 + \frac{1}{\alpha^{5/2}}\right] = \left[\left(1 + \frac{1}{\alpha^2}\right) * \left(1 - \frac{1}{\alpha^2}\right)\right] * \left[1 + \frac{1}{\alpha^{5/2}} + \frac{1}{\alpha^4} \dots\right]$$

SBK relG LS Hyp

Das Gesamtergebnis einer Hebung des Raumzeitvolumens um den relativen Anteil von $1/\alpha^{5/2}$ stellt sich ein als Ergebnis der Wirkung

- der relativistischen Geschwindigkeit und der Spin-Bahn-Kopplung, die sich durch den multiplikativen Zusammenhang im Idealfall bis auf den binomischen Rest aufheben,
- ergänzt durch die Lamb-Shift in Höhe von $1/\alpha^{5/2}$
- und schließlich die folgenden, den vorigen binomischen Rest kompensierenden Hyperfeinstrukturen der Größenordnung $1/\alpha^4$.

Wegen

- des Ineinandergreifens von relativistischen und quantenelektrodynamischen Korrekturen,
- des relativ starken Anstiegs der Korrektur durch die LS-Kopplung mit zunehmender Ordnungszahl des Atoms,
- der Abhängigkeit von der Hauptquantenzahl,

ist der zugrundeliegende Zusammenhang,

wie er sich unter der Annahme der Informationsökonomie des Universums ergibt, nicht unmittelbar mit Leichtigkeit ersichtlich.

Mit Hilfe der Störungstheorie,

nämlich über Potenzreihen der Feinstrukturkonstante α ,

ist eine maximale Annäherung an den tatsächlichen Wert möglich.

XII. Grundgleichung und physikalische Folgerung

Mit den bisher entwickelten Formeln, welche Mathematik und Physik zur Übereinstimmung bringen sollen, können folgende physikalische Effekte und Wechselwirkungen mathematisch berücksichtigt werden:

- Feinstruktur aus Spin-Bahn-Kopplung und relativistischer Geschwindigkeit,
- Lamb-Verschiebung als quantenelektrodynamischer Effekt,
- Hyperfeinstruktur aus magnetischer Kopplung zwischen Elektronen und Kern.

Für das Spektrum des Wasserstoffatoms gilt:

„Abweichung der tatsächlichen Energien ... [von den] nicht-relativistischen Energien, und zwar um den konstanten Wert $1/\alpha^2$.“ (Randy Harris, Moderne Physik, 2.A., 2013, S.459)

„Dies ist allerdings nur für das H-Atom und sehr leichte Atome richtig, denn die relativistische Korrektur ist stets von der Größenordnung $\sim 10^{-4} E_n$, während die Korrektur durch die LS-Kopplung relativ stark mit zunehmender Ordnungszahl des Atoms ansteigt ...“ (Lindström/Langkau/Scobel, a.a.O., S.210)

Wir müssen daher für das Verhalten bei größeren Ordnungszahlen in der Formel Raum schaffen, und zwar durch Wahl von einfachen, je nach Ordnungszahl experimentell zu messenden Koeffizienten (a, b, c ...).

Daher formulieren wir die Gleichung folgendermaßen als

Grundgleichung

$$1 + \frac{1}{\alpha^{5/2}} = [(1 - a \cdot \frac{1}{\alpha^2}) \cdot (1 + b \cdot \frac{1}{\alpha^2})] \cdot [1 + \frac{1}{\alpha^{5/2}} + c \cdot \frac{1}{\alpha^4} \dots]$$

„Die Konstante α ... die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante, welche die klassische Elektronengeschwindigkeit v auf der ersten Bohrschen Bahn in Einheiten der Lichtgeschwindigkeit c angibt.“ (Gross, a.a.O., S.138) In konventioneller Schreibweise: $\alpha_k = v/c = 1/137$.

Auf der linken Seite der Grundgleichung steht die Zusammenfassung der physikalischen, auf der rechten Seite aufgeführten Aktivitäten.

Dass links nur die durch den Dichtequotienten $1/\alpha^{5/2}$ definierte Aktivität übrigbleibt, bedeutet, dass im unbewegten Grundzustand geschwindigkeitsabhängige, im Exponenten geradzahlige relativistische Korrekturen wegfallen.

Das „leere“ Raumzeitvolumen $2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = \alpha^4 (1 - 1/\alpha^{5/2})$,
 das nahe am vierdimensionalen Raumzeitvolumen liegt, das der Wert α^4 anzeigt,
 ist eben das Volumen des Elektrons ohne Geschwindigkeit und ohne Lamb Shift.

Wir vermuten ja, dass die Größe $\alpha^{3/2}$ (relativ: $1/\alpha^{5/2}$)
 der Lamb-Verschiebung entspricht, weil die relative Größe $1/\alpha^{5/2}$
 gegenüber der vorigen $1/\alpha^2$ als Quotient $1/\alpha^{1/2} = 8,54\%$ beträgt,
 ferner mit wachsender Ordnungszahl Z die Effekte größer werden,
 und die tatsächlich gemessene Energiedifferenz in der Feinstrukturaufspaltung
 $\sim 10\%$ beträgt, quantitativ-relativ also alles zusammenpasst.

Die Feinstrukturkonstante α beschreibt

**Volumen und Dichte des elektromagnetischen Feldes als Gesamtsystem
 von ruhendem ($v=0$), zweidimensionalem Elektron und Photonen
 als alleinige Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld.**

Fraglich könnte sein, warum die Signifikanzen von jeweils $1/137$ auftreten,
 obwohl das letztendliche genaue Ergebnis des α -Werts zeigt,
 dass es für den Zustand der Bewegungslosigkeit des Elektrons gilt,
 also für $v=0$ und damit $v/c=0$. Die Antwort ist die, dass das mathematische Gerüst
 aus dimensionsbezogenen Raumzeitvolumina unabhängig von der Geschwindigkeit
 des Elektrons dem Welle-Teilchen-Dualismus zugrunde liegt:
 Die Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld ist immer da,
 eine Geschwindigkeit des Elektrons aber nicht. Eine jeweilige dem Elektron
 zugeschriebene Geschwindigkeit, etwa auf der ersten Bohrschen Umlaufbahn
 ($v=c/137$), muss dann mittels relativistischer Korrekturen berücksichtigt werden.

Nochmals: Warum Lamb Shift?

- Vergleich Mess- und Rechenergebnis: $\Delta=1/\alpha^{5/2}$
- Lamb Shift passendes Glied von mehreren
 in α -Größen rechnenden Wirkungen und Korrekturen
- Relative Größe zu den relativistischen Korrekturen: $\Delta=1/\alpha^{1/2} \rightarrow \sim 10\%$
- Driftgeschwindigkeit von freien Elektronen nahe Null
- Vakuumfluktuationen

XIII. Zwischenstand: Grundlagen und Zurechnungen

Zur Herleitung des Werts der Feinstrukturkonstante sind wir gekommen in drei Schritten:

- Analyse der numerischen Größenverhältnisse zwischen den Fundamentalen Wechselwirkungen,
- Nutzung des Instruments des Konsekutiven Potenzierens zur Umsetzung des Ökonomie- oder Optimumgedankens,
- Anwendung physikalischer Sachverhalte auf die gefundenen Werte und ihre Beziehungen. Dazu gehören:
 - ✓ das Verständnis der Information als „irreducible stuff of the universe ... real, physical thing with real, physical consequences“ und als Recheneinheit, die je nach Dichte zwischen den Dimensionen wandelt,
 - ✓ die Vermutung, dass die Raumzeit auf kleinsten Skalen – bei Annäherung an die Planck-Skala – nicht mehr vier-, sondern zweidimensional zu sein scheint,
 - ✓ die Berücksichtigung von relativistischen und QED-Korrekturen.

Dabei haben wir folgende Zurechnung vorgenommen:

- $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ ist das zweidimensionale Volumen des Teilchens, umfassend erste und zweite Dimension;
- $2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ ist das vierdimensionale Volumen der Welle, bestehend aus erster, zweiter, dritter und vierter Dimension.
- Das geometrische Mittel ist die Wurzel aus $2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$, stark annähernd $\alpha^{5/2}$.

Dieser Wert entspricht dem mittleren Volumen beider Zustände.

Der Kehrwert (incl. QED-Korrekturen) ist als mittlere Dichte von $1/\alpha^{5/2}$ (bezogen auf das Wellenvolumen α^4 in absoluter Größe: $\alpha^4 * 1/\alpha^{5/2} = \alpha^{3/2}$) gleichzeitig der relative Abstand vom tatsächlichen Raumzeitvolumen, welches die Größe α^4 anzeigt. Wir interpretieren diesen Unterschied physikalisch als quantenelektrodynamische Korrekturen.

Schematischer Zusammenhang

2 Dimensionen

Teilchen

Volumen:

$$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = w_1^{\ln w_2} = w_2^{\ln w_1}$$

$$136,03985 \sim \alpha$$

4 Dimensionen

Welle

$$\text{Volumen: } 2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$$

$$2 * 1.296.106,0913 * 136,03985$$

$$352.644.168,3648 \sim \alpha^4$$

Welle-Teilchen-Dualismus

Durchschnittsdichte

(vor relativistischen und QED-Korrekturen)

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$$

$$\sim 1/\alpha^{5/2}$$

Hintergrund

4 Dimensionen

Volumen

(vor relativistischen und QED-Korrekturen):

$$2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$$

Aktivitätsniveau

4 Dimensionen

QED-Korrekturen:

$$\text{Volumen: } \alpha^{3/2}$$

Summe =

Hintergrund + Aktivitätsniveau

$$2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} + \alpha^{3/2} = \alpha^4$$

XIV. Die Berechnung des Werts der Feinstrukturkonstante

„Weiter sollte der Wert in einer wirklich fundamentalen Theorie berechenbar sein.“

(Hans Frauenfelder, Teilchen und Kerne, 4.A., 1999, S.294)

„... von nahezu mystischer Bedeutung für die Physiker,

für die eine ab-initio-Berechnung von α dem ultimativen Heiligen Gral gleichkommt.“

(David Griffiths, Einführung in die Physik des 20. Jahrhunderts, 2015, S.162)

Die wirklich fundamentale Theorie ist die Informationsökonomie des Universums, mathematisch umgesetzt über absteigende Operatoren.

Wenn wir nun gemäß der erweiterten Feinstrukturkonstanten-Formel (s. 31) berechnen, wie hoch der Wert von α sein muss,

damit das aus den drei Übergangswerten berechnete vierdimensionale Volumen $2w_3w_{12}$ ergänzt um QED-Korrekturen als reale Aktivität in Form einer Differenz von $\alpha^{3/2}$ sich zum Gesamtvolumen α^4 zusammensetzt,

dann lautet die Gleichung:

$$2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} + \alpha^{3/2} = \alpha^4$$

Diese ergibt **$\alpha = 137,035\,999\,099\,966$** als Wert der Feinstrukturkonstante.

Da dieser Wert zwischen den beiden genauesten Messungen der Feinstrukturkonstante, denen aus Harvard (137,035999149) und aus Berkeley (137,035999046), liegt (vgl. S.44/45), darf er schon numerisch als sensationell gutes Ergebnis gelten.

$\alpha^4 =$	$2w_3w_{12}$	$+ \alpha^{3/2}$
	vierdimensionales Raumzeitvolumen	QED-Korrekturen
	$2 * 1.296.106,0913 * 136,03985$	$+ 1604,176$
	$352.644.168,3648$	$+ 1604,176$
$\alpha^4 =$	$352.645.772,54 =$	$137,035999100^4$

Volumen oder Dichte: $a^{3/2}$ oder $a^{5/2}$?

Sieht man sich die Summe

$$2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} + a^{3/2} \text{ an,}$$

so könnte man vermuten,

dass es sich bei der Ergänzung

in absoluter Höhe von $a^{3/2}$

oder in relativer Höhe von $1/a^{5/2}$

um einen kleinen, eigentlich (wenn

nur der gemessene Wert nicht wäre!)

vernachlässigbaren Restwert handelte.

Tatsächlich ist es umgekehrt:

Diese Größe ist das Aktivitätsniveau;

der große Grundbetrag in Höhe von

$$2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} \text{ ist dagegen eine Art „leeres“}$$

Raumzeitvolumen, das angefüllt wird.

Analog etwa dem (um Größenordnungen

krasseren) Verhältnis von Atom zu Atomkern:

Das räumliche Volumen des Atomkerns

ist im Vergleich zum Volumen des Atoms

verschwindend klein, dennoch steckt darin

so gut wie die gesamte Masse.

Fraglich könnte sein,

warum wir als Volumenunterschied

nicht $a^{5/2}$, sondern $a^{3/2}$ ansetzen.

Die physikalisch interpretierte Antwort

auf das mathematische Zuordnungsproblem ist:

Es geht nicht um das Volumen,
sondern um die Dichte,
da letztere die spontanen
Dimensionsübergänge bestimmt.

Wir setzen - bei Informationserhaltung -

als Kehrwerte von Informationsvolumina:

$1/\alpha$ = Informationsdichte des

zweidimensionalen Teilchens,

$1/\alpha^4$ = Informationsdichte der

vierdimensionalen Welle.

Die Information wird

- samt eigenem Volumen, daher die

errechneten signifikanten $1/\alpha$ -Unterschiede -

in der auf Grundlage der drei Übergangswerte

berechneten Raumzeit untergebracht.

Dem vierdimensionalen „leeren“

Raumzeitvolumen muss dieses zusätzliche

Aktivitätsniveau hinzugefügt werden,

weil sich der Raumzeitunterschied von $a^{3/2}$

aus den Berechnungen ergibt und er nicht

nur als Unterschied sonst unerklärt dasteht,

sondern weil er auch noch eine signifikante

Größe hat, nämlich die mittlere Dichte,

herrührend aus Wellenvolumen ($\sim \alpha^4$)

und Teilchenvolumen ($\sim \alpha$),

geometrischer Mittelwert $1/\alpha^{5/2}$.

Diese **mittlere Informationsdichte**

aus Zwei- und aus Vierdimensionalität

wird daher angewandt auf das vierdimensionale

Raumzeitvolumen:

Was in der Vierdimensionalität
an Kraftwirkung ankommt,
beruht auf der mittleren Dichte
des Welle-Teilchen-Systems.

XV. Enormous usefulness of mathematics oder Numerologie ?

1.

Da es trotz ihres Auftauchens an diversen Stellen der Physik auch nach 100 Jahren noch immer nicht gelungen war, den Wert der Feinstrukturkonstante herzuleiten, stand zu vermuten, dass er sich nicht aus den Größen der Physik unmittelbar herleiten ließe, abgesehen natürlich von seiner Zusammensetzung aus den drei oder vier zugrundeliegenden Naturkonstanten.

Daher auch die scherzhaft gestellte Aufgabe von Prof. Griffiths (vgl. S.12):
„Berechnen Sie die Feinstrukturkonstante aus den physikalischen Grundprinzipien (d.h. ohne Rückgriff auf die gemessenen Zahlenwerte von ϵ , e , h und c) ...“

Aber: “The true α must have a mathematical underpinning with an applicable physical definition ...” (vgl. S.13, Ke Xiao, a.a.O.)

Das Zugrundeliegende sind mathematische bzw. geometrische Größen und ihre Beziehungen bzw. relativen Verhältnisse.

„What if we stripped away all the things we call properties ...
What would be left? There are at least two possible answers to this question. The first is that by stripping away all the empirical dressing ... what we are left with is abstract *mathematics*.
A second answer is that we could consider the irreducible stuff of the universe ... to be *information*.“
(Jim Baggott, Farewell to Reality, 2013, S.235)

Das kann man auch so sehen: the irreducible stuff of the universe, also die Information, richtet sich nach den Gesetzen der Mathematik, der Geometrie.

Es geht zunächst nicht um Teilchen, Massen und Kräfte, sondern um geometrische Größen, um Volumina und deren Kehrwerte, die, wenn man die Volumina mit Information füllt, als Massen und Energien, und die Kehrwerte als informationsdichteabhängige Kräfte auftreten.

2.

Warum ist diese Betrachtung keine reine Zahlenspielerei oder Numerologie?

Weil sich dieser Ansatz durch **drei Unterschiede zur Zahlenspielerei** auszeichnet:

- Erstens durch die handlungsleitende Idee der Informationsökonomie in Form der den Hyperoperator Tetration nutzenden Raumzeitoptimierung,
- zweitens durch die Möglichkeit einer genauen Prognose des Wertes der Feinstrukturkonstante,
- drittens durch eine Mehrzahl gewichtiger Signifikanzen.

” ... the enormous usefulness of mathematics in the natural sciences is something bordering on the mysterious and ... there is no rational explanation for it ...”
 (Eugene Wigner: „The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences“, Communications in Pure and Applied Mathematics, Vol.13, No.1, 1960)

Optimierungsaufgaben in Mathematik- und Physiklehrbüchern nutzen Differentialrechnung, um Maxima oder Minima zu finden.

Der Ansatz der Optimierung über Potenztürme mag zunächst ungewohnt erscheinen, aber es besteht kein Grund zur Annahme, dass das Universum in seinem Ökonomie-streben vor der Nutzung unterschiedlicher und zusammenwirkender Exponentialebenen Halt machen sollte.

Erstaunlicher als die Ergebnisse selbst ist nur, dass das mathematische Verfahren des Optimalen Konsekutiven Potenzierens bisher nicht eingesetzt worden ist, obwohl doch die Größenverhältnisse der Stärken der Wechselwirkungen ebenso wie die alltägliche physikalische Notwendigkeit des Optimierens dazu herausfordern.

Für dieses Konzept benötigt man die Information als grundlegende Größe: Sie ist die Recheneinheit, die je nach Dichte zwischen den Dimensionen wandelt, um möglichst ökonomisch untergebracht zu werden.

3.

Acht Gründe gegen den *Mann im Mond*

“The true α must have a mathematical underpinning with an applicable physical definition, otherwise even the best experiments still cannot answer *Why 137?*”

Das ist die Grundlage dieser Arbeit, umgesetzt durch das mathematische Verfahren des Optimalen Konsekutiven Potenzierens. Der Ansatz besagt, dass es nicht möglich ist, auf Grundlage mathematischer Zufallsgenerator-konstrukte oder physikalischer Größen allein die Lösung zu finden, bestätigt durch die Ergebnislosigkeit solcher mathematischer oder physikalischer Konstrukte in den letzten 100 Jahren.

Wir folgen dem Optimumprinzip, welches über das beschriebene Instrument des Optimalen Konsekutiven Potenzierens umgesetzt wird – als Ausdruck der Vermutung, dass die Expansion des Universums einer (Folge von) Wachstumsfunktion(en) folgt.

Die Natur verfolgt den Ökonomiegedanken ja auch an anderer Stelle, etwa in der Kugelform von Himmelskörpern, einer optimalen Form, in der bei gegebener Oberfläche das größte Volumen untergebracht wird. Optimales konsekutives Potenzieren ersetzt in der vorliegenden Arbeit (aber nicht in Gänze) die Infinitesimalrechnung.

Die vorliegende Herleitung und Prognose ist solange nicht mehr als eine, wenn auch brillante, Spekulation, wie (kommende) experimentelle Messungen sie nach ihrer Formulierung noch nicht bis zu letztgültiger Präzision bestätigt haben. Sie bedarf noch weiterer experimenteller Fundierung, darf aber insofern schon als mehr als wohlbegründet gelten, als sie sich auf eine erhebliche Anzahl signifikanter Eigenschaften in Form von Übereinstimmungen und Näherungen stützt, sodass eine Art Zufallstreffer als „Mann im Mond“, dass man also Strukturen sieht, die eigentlich gar keine sind (vgl. S.42 unten), ausscheiden kann, umso mehr als es gelingt, dem CODATA-Wert bis auf einen relativen Abstand von einem Achtmilliardstel nahezukommen.

Aus den folgenden **acht Gründen** ergibt sich zwar kein Beweis, aber eine hohe Gesamtwahrscheinlichkeit gegen einen auf Zahlenspielerei basierenden Zufallstreffer.

An signifikanten Übereinstimmungen und Näherungen liegen vor:

- (1) Die Begrenzung der Zahl der mittels Optimalen Konsekutiven Potenzierens erzielbaren physikalisch sinnvollen Übergänge und damit verbunden der Exponentialebenen bzw. Dimensionen auf die tatsächlich erfahrbaren vier Dimensionen; bei Übereinstimmung der Anzahl der Dimensionen mit der Anzahl der Fundamentalen Wechselwirkungen.
- (2) Die Zuordnungsfähigkeit der Wechselwirkungen zu den Dimensionen, also etwa der Gravitation zur vierten Dimension (vgl. Tabelle S.9).
- (3) Der Rückgang der Zahl der Dimensionen mit Zunahme der Stärken der Wechselwirkungen entsprechend der Vermutung, dass bei Annäherung an Planck-Größen die Welt zweidimensional wird; eine Vermutung, anhand der sich der Wert der Feinstrukturkonstante letztlich als Ergebnis der Zwei- und der Vierdimensionalität von Zuständen berechnen lässt.
- (4) Der relative Abstand in Höhe von jeweils $1/\alpha$ der beiden modifizierten Übergangswerte von den α -Werten.
- (5) Der relative Abstand des auf den Übergangswerten basierenden Raumzeitvolumens von der vierten Potenz der Feinstrukturkonstante, in Höhe von $1/\alpha^{5/2}$, der mit der geometrisch-mittleren Dichte aus Zwei- und Vierdimensionalität übereinstimmt.
- (6) Die Zusammensetzung des Werts der Feinstrukturkonstante aus den vorhergehenden und nachfolgenden Übergangswerten; analog zur Zusammensetzung des Werts der Feinstrukturkonstante aus Fundamentalkonstanten der Relativitätstheorie und Quantenphysik.
- (7) Die Identifikation der mathematischen Faktoren der erweiterten Feinstrukturkonstantengleichung mit relativistischen und QED-Korrekturen incl. des passenden Wertes von $\alpha^{-1/2} = 8,54\%$ im Größenvergleich dieser Korrekturen.
- (8) Die signifikante Nähe der ersten beiden Übergangswerte zu den Kopplungsparametern der Starken und Schwachen Wechselwirkung.

Angesichts

- der acht im vorigen Abschnitt genannten Gründe und
- der Annäherung an den CODATA-2018-Wert bis auf 0,12 ppb

darf darauf vertraut werden, dass es sich beim Vergleich der relativen Größen nicht um reines „juggling with numbers“ handelt.

Aber ohne dieses anfängliche erprobende Jonglieren mit den vorgefundenen Werten wäre es nicht möglich, die Feinstrukturkonstante herzuleiten.

Vergleiche dazu etwa als Vorbild die Interpretation von Spektrallinien und die Aufstellung der Balmer-Formel:

„Das Aufstellen solcher Formeln für eine Abfolge von Linien in einem Spektrum war natürlich reine Zahlenakrobatik, ein „Hineinlegen“ einer mathematischen Struktur, ohne zu wissen, ob es überhaupt einen Grund für diese Struktur gibt. Man hatte damit noch nichts verstanden. Oft genug führt solch ein „Hineinsehen einer Struktur“ in die Irre ... Im besten Falle allerdings ist man mit einer solchen Spekulation auf der richtigen Fährte.“ (Josef Honerkamp, Die Entdeckung des Unvorstellbaren, 2010, S.296)

„Die Annahmen waren schließlich auch keine wilden Spekulationen, denn es orientierte sich schließlich alles an experimentellen Aussagen, höchstens der Effekt des „Mann im Mond“, dass man also Strukturen sieht, die eigentlich gar keine sind, hätte einem ein Schnippchen schlagen können.“ (ebd., S.303)

XVI. Die verschiedenen Messwerte für α

1.

„... nicht nur in der Atomphysik spielt α eine große Rolle, sondern zum Beispiel auch in der Festkörperphysik. Dort allerdings wird sie anders festgelegt und gemessen.“

(Oliver Morsch, Licht und Materie, 2003, S.212).

“Many people are trying to fit the latest data mathematically, but fail to understand that CODATA is a statistic of experimental data and keeps changing.

The QED calculation itself is a supercomputer numeral fitting and also keeps changing. The reality of experimental data is that the fine structure constant measured using different methods will create slight differences.”

(Ke Xiao, Dimensionless Physical Constant Mysteries, viXra:1205.0050, 2012, S.6)

„This results in numerous experimental routes to measuring α involving several different disciplines. The diversity of these methods allows stringent tests across these disciplines, in principle allowing an outside check on each discipline.”

(David Pritchard e.a., Single Ion Mass Spectrometry and the Fine Structure Constant, CP551, Atomic Physics 17, 2001, S.80)

„Die Festkörperphysiker können allerdings bereits heute α mit einer Genauigkeit von 20 ppb messen, während in der Atomphysik der Messfehler immer noch doppelt so hoch liegt.“ (Morsch, 2003, a.a.O.).

Neun Jahre später, 2012, war die Genauigkeit weiter fortgeschritten:

- „-(Muonium Hyperfine) = 137.0359997(84) [61ppb]
- (ac Josephson) = 137.0359875(43) [31ppb]
- (Quantum Hall) = 137.0360030(25) [18ppb]
- (Neutron Wavelength) = 137.0360077(28) [21ppb]
- (Atom Interferometry) = 137.0360001(11) [7.7ppb]
- (Optical Lattice) = 137.03599883(91) [6.7ppb]
- (Electron $g/2$ QED) = 137.035999084(28) [0.37ppb]“ (Ke Xiao, a.a.O.)

2.

“Both the Guellati-Khélifa group at Laboratoire Kastler-Brossel (LKB, France) and Müller’s group at Berkeley are measuring the fine-structure constant by measuring h/m , the ratio of the Planck constant and the mass of an atom.”
(<https://www.nist.gov/file/410611> zu den NIST Precision Measurement Grants 2017)

„ ... the three best available determinations of α :

- the measurement of **LKB** ...,
- the measurement using a_e from **Harvard** combined with the last calculation from Riken, and
- the recent measurement of h/m_{cs} from **Berkeley**.”

(Cladé, Nez, Biraben, Guellati-Khelifa [alle LKB Paris], State of the art in the determination of the fine structure constant and the ratio h/m_u , arXiv: 1901.01990v1, Januar 2019, S.9)

Die gemessenen und weiterberechneten Werte sind:

LKB (Guellati-Khélifa): „This leads to the following value of α : $\alpha^{-1} = 137.035998996(85)$ “
(Cladé, Nez, Biraben, Guellati-Khelifa, a.a.O.)

Harvard/Riken (Gabrielse/Aoyama):

“If we assume that the theory of a_e is correct ... we obtain an α which is more precise than that of (19): [Hinweis: (19) ist der o.a. LKB-Wert]
 $\alpha^{-1} (a_e: 2017) = 137.0359991491(15)(14)(330)$ ”

(Aoyama, Kinoshita, Nio: Revised and improved value of the QED tenth-order electron anomalous magnetic moment, Physical Review D 97, 036001, Februar 2018)

Berkeley (Müller, Parker):

“Combining with precise measurements of the cesium and electron mass, we found $\alpha^{-1} = 137.035999046(27)$ with a statistical uncertainty of 0.16 ppb and a systematic uncertainty of 0.12 ppb (0.20 ppb total). Our result is a more than threefold improvement over previous direct measurements of α .”

(Holger Müller, Richard Parker e.a., Measurement of the fine-structure constant as a test of the Standard Model, Science, 13 Apr 2018, Vol. 360, Issue 6385, pp. 191-195)

Da das LKB selbst einräumt:

“Despite the different improvements made on the experiment since 2010, we are not yet able to present a new measurement due to the systematic effect ...” (Cladé, Nez, etc., a.a.O.) und

da der LKB-Wert von Aoyama etc. als weniger genauer Wert als der ihrige bezeichnet worden ist (vgl. oben Aoyama, Kinoshita, Nio, a.a.O.)

stehen als **die beiden besten Werte** gegenwärtig zur Verfügung:

Harvard/Riken:	137,035999 149 (0,24 ppb)
Berkeley:	137,035999 046 (0,2 ppb)

Gewichtet man das Ergebnis von Müller (Berkeley, 2018,

<http://science.sciencemag.org/content/360/6385/191>),

den Wert 137,035999**046** mit seiner 0.2-ppb-accuracy, die mehr als dreimal so groß ist wie die des LKB, das die gleiche Messmethode (h/m) anwendet,

mit dem Wert von Gabrielse/Aoyama - 137,035999**149** mit 0,24 ppb -,

käme man auf einen Wert von

$(137,035999**046***0,24 + 137,035999**149***0,2) / (0,24 + 0,2) = 137,035999**093**.$

Aber das NIST gewichtete 2019 zur Festlegung des neuen CODATA-Wertes

von 137,035999**084** (<https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?alphinv>)

nicht nur die beiden besten Werte:

“the most important new input data for alpha is from Mueller/Berkeley.

There is some new theory, but I don't recall the impact being significant.

The next significant impact is spectroscopy input data from muonic systems

and from Hessel that impact the Rydberg constant, the proton radius, and alpha.”

(Mail von David Newell, NIST, vom 17.06.2019)

Zum genauen Messwert gibt es großes Einvernehmen,
was die ersten sechs Ziffern nach dem Komma betrifft:

137,035998 **996** (LKB Paris, 2018)
 137,035999 **046** (Müller, Berkeley, 2018)
 137,035999 **074** (CODATA 2010)
 137,035999 **084** (Gabrielse, Hanneke, 2008)
 137,035999 **084** (CODATA 2018)
 137,035999 **093** (gewichtet: Müller, Gabrielse, Aoyama, 2018)
 137,035999 **100** (Ganter-Prognose, 2015)
 137,035999 **139** (CODATA 2014)
 137,035999 **149** (Gabrielse, Aoyama, 2018)

„Theoretiker des MPI für Kernphysik

[haben ... berechnet, wie der die Messgenauigkeit beeinträchtigende Einfluss
des Atomkerns zum Verschwinden gebracht werden kann.]

Ein großes Hindernis stellt ... der Atomkern dar: er ist ein kompliziertes System
aus Protonen und Neutronen, und seine Struktur ist nicht so gut verstanden
wie sich die Präzisionsphysiker wünschen ... bringen sie die störende, quantitativ
unvollständig bekannte Kernstruktur dazu, aus der Gleichung zu verschwinden.

‘Mit Präzisionsmessungen an unterschiedlich geladenen Ionen mehrerer
leichter Elemente sollte es zukünftig möglich sein, die Genauigkeit der derzeit
auf 10 Stellen genau bekannten Feinstrukturkonstante zu verbessern‘“

(<https://www.mpi-hd.mpg.de/mpi/en/news/meldung/detail/neuer-weg-zur-feinstrukturkonstante/>; 9.03.2016)

„NIST support will ... allow the [Müller] group ... to reduce the error bar
further to 0.1 ppb and to develop a future apparatus that will even reach 0.01 ppb.“

(<https://www.nist.gov/file/410611>)

Die **Ganter-Prognose** dazu steht seit 2015!

Sie hat den Wert (vgl. S.36)

137, 035 999 100

bzw. auf 12 Nachkommastellen genau

137, 035 999 099 966.

3.

CODATA-Werte seit 1969 und Ganter-Prognose 137,035999100

Jahr	CODATA-Wert	Unsicherheit	Δ Ganter, abs.	Δ Ganter, rel.
1969	137,036020000	(210.000)	(21.000)	(1/6,6 Mio)
1973	137,036120000	(150.000)	(121.000)	(1/1,1 Mio)
1986	137,035989500	(6.100)	(9.600)	(1/14,3 Mio)
1998	137,035999760	(500)	(660)	(1/208 Mio)
2002	137,035999110	(460)	(10)	(1/13,7 Mrd)
2006	137,035999679	(94)	(579)	(1/237 Mio)
2010	137,035999074	(44)	(26)	(1/5,3 Mrd)
2014	137,035999139	(31)	(39)	(1/3,5 Mrd)
2018	137,035999084	(21)	(16)	(1/8,6 Mrd)

Entwicklung der CODATA-Werte

- Die Unsicherheitsmarge der vermittelnden CODATA-Werte nimmt kontinuierlich ab, wurde im Laufe von 50 Jahren (1969-2019) auf ein Zehntausendstel minimiert, aber Unsicherheitsbereiche werden öfters durch nachfolgende Werte desavouiert.

Bspw. liegt die Unsicherheit von 2014 außerhalb des Wertes von 2018
(vgl. die letzten drei Ziffern): $139 - 31 = 108$.

84 liegt unterhalb des Unsicherheitsbereichs von 2014 (der von 108 bis 170 ging).

- Die Differenz zur Ganter-Prognose nimmt ab, aber nicht kontinuierlich:
bis 2002 Verbesserung auf weniger als ein Zweitausendstel,
seither, nach Ausreißer 2006, langsame und erratische Annäherung an Ganter-Prognose.
- „NIST support will ... allow the [Müller] group ... to reduce the error bar further to 0.1 ppb and to develop a future apparatus that will even reach 0.01 ppb.“

(<https://www.nist.gov/file/410611>):

Für die Ganter-Prognose 137,035999 099 966 würde dies bedeuten:

Werte zwischen 137,035999 098 596 und 137,035999 101 336.

XVII. Übersicht: Die zwei Seiten der Medaille

Physik trifft auf Mathematik, Information trifft auf Raumzeit

Physik: Information	Mathematik: Raumzeit
Naturkonstanten (e, ħ, c): extremal, unveränderlich, Ergebnis einer Optimierung	Einpassung der Naturkonstanten und der 4 Wechselwirkungen in optimierte Raumzeitvolumina
Informationsdichte bestimmt Kopplungsparameter und Stärke der Wechselwirkung	Raumzeitvolumen: Kehrwert der Informationsdichte
4 Dimensionen	4 Exponentialebenen
Dimensionsbrechung: dichteabhängig, spontan, von vier auf zwei Dimensionen	Exponentialübergänge aus Optimierung von Potenztürmen, unveränderlich: w_1, w_2, w_3

Man kann den Informationswert der elektromagnetischen Strahlung sowohl in zwei (als Teilchen) als auch in vier (als Welle) Dimensionen unterbringen, wobei die Quanteninformation konstant erhalten bleibt: die vierdimensionale Wellenfunktion eines Quantensystems enthält seine vollständige Information.

Information: konstant	Raumzeitvolumina
im Welle-Teilchen-Dualismus	gleichzeitig
Teilchen	zweidimensional: $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$
Welle	vierdimensional: $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$

4 Exponentialebenen, 4 Dimensionen, 4 Wechselwirkungen

Die Dimensionen klinken sich an den Optima darstellenden Übergangswerten aus der Optimierung von Potenztürmen ein und schaffen einen Zusammenhang aus jeweils relativ optimierten Größen: Volumina, Dichten, Stärken.

Auch für die Optimierung durch den Hyperoperator Tetration gilt Wigners Diktum: „the enormous usefulness of mathematics in the natural sciences is something bordering on the mysterious and there is no rational explanation for it.“

XVIII. Noch einige Folgerungen

- (1) In der Physik als einer Art kondensierter Mathematik ist es möglich, in genauen Raumzeitvolumina zu rechnen. Man kann für die eine Informationsdichte (Information pro Raumzeitvolumen) widerspiegelnden Wechselwirkungen eine verallgemeinerte Form der sich aus Übergangswerten aufbauenden Stärkenformeln als eine Art Weltformel aufsetzen.
- (2) Die Unveränderlichkeit der die Feinstrukturkonstante bildenden Naturkonstanten ebenso wie die abrupte Spontanität der Übergänge zwischen Zwei- und Vierdimensionalität ermöglichen die Annahme, dass mit den Übergangswerten die Feinstrukturkonstante berechnet werden kann.
- (3) Da der Wert der Feinstrukturkonstante auf der Grundlage informationstheoretischer Überlegungen mathematisch-geometrisch herzuleiten ist (und aus diesem Grunde auf mehrere physikalische Zusammenhänge passt), steht zu vermuten, dass er sich nicht räumlich oder zeitlich ändert.
- (4) Dass der Vergleich der Kopplungsparameter mit den Übergangswerten Aussagekraft hat, wird auch dadurch bestätigt, dass es gelingt, den Wert der Feinstrukturkonstante bis auf eine Abweichung zum CODATA-Wert 2018 von einem Achtmilliardstel genau zu berechnen, wobei der errechnete Wert zwischen den beiden genauesten Messwerten liegt, was ihn als neuen Referenzwert empfiehlt.
- (5) Wenn die Gleichsetzung von Exponentialebenen und Dimensionen sowie der Vergleich der Übergangswerte mit den Kopplungsparametern der Fundamentalen Wechselwirkungen Aussagekraft besitzt, dann gibt es keine höheren Dimensionen als die vierte, weil die Informationsdichte und damit die Kraftwirkung in darüber liegenden Dimensionen zu gering wäre.

XIX. Schlussbemerkungen

1.

Die mathematische Anwendbarkeit des Tetrationsverfahrens auf die Stärken der Wechselwirkungen ist entweder Zufall und Willkür oder aber beruht auf dem Zutreffen der Annahme, dass das Universum mit der Information ökonomisch verfährt. In letzterem Falle legt sich die Mathematik mit Schaffung des Universums und damit der Wechselwirkungen über die Physik des Kosmos und bestimmt diese bis in die kleinsten Teilchen, gilt also für die Physik des ganz Kleinen und des ganz Großen, was sich auch darin ausdrückt, dass die mathematisch als Optima bestimmten Übergangswerte physikalisch mit allen vier Wechselwirkungen korrelieren, als ob ein Raster angelegt worden wäre.

2.

„Eine Theorie ist desto eindrucksvoller, je größer die Einfachheit ihrer Prämissen ist, je verschiedenartigere Dinge sie verknüpft, und je weiter ihr Anwendungsbereich ist.“

(Einstein, Autobiographical Notes, 1946)

Diese drei Kriterien erfüllt die Informationsökonomie ausgezeichnet:

- Die Einfachheit der Prämissen ist offensichtlich:
Es geht um die Organisation von Information in Dimensionen.
Dicht gepackte bedeutet optimal organisierte Information.
- Die Betrachtung verknüpft alle vier Wechselwirkungen über die Logarithmen ihrer relativen Stärken, und verknüpft dabei die Stärken und die Dimensionen miteinander.
- Die unterschiedlichen Bereiche Elektromagnetismus, Relativitätstheorie und Quantenphysik gehen über die ihnen zugeordneten Naturkonstanten in die Feinstrukturkonstante ein.

3.

Jeglicher weiterer Anstrengung zur Vereinigung der Wechselwirkungen dürfte sich der hier dargestellte Zusammenhang als Überbau anbieten, "to discover if the constants that define them are fixed and framed by some overarching logical consistency ..."
(Barrow, Constants, S. xiii).

4.

Dass Einstein, Dirac oder Pauli die Idee nicht hatten, dürfte an vier Gründen liegen:

Erstens wurden Starke und Schwache Wechselwirkung erst viel später als Elektromagnetismus und Gravitation entdeckt, zweitens war nicht bekannt, dass die Welt bei hohen Dichten zweidimensional wird, drittens hatten sie zu ihrer Zeit noch keinen programmierbaren Rechner zur Verfügung, der ihnen reelle Werte aus potenzierten reellen, nicht-ganzen Zahlen hätte berechnen können, und viertens ist der Gedanke so simpel, dass selbst der an Einfachheit interessierte Einstein („Man sollte alles so einfach wie möglich machen, aber nicht einfacher!“) hier keinen Weg gesehen hätte.

5.

"If I have seen further, it is by standing upon the shoulders of giants", schrieb Newton 1676 an Hooke. Dasselbe kann Ganter behaupten insofern er Gebrauch machte von den Erkenntnissen der physikalischen Theoretiker, so u.a. zur Zweidimensionalität in der Nähe der Planckgrößen, und der Experimentalpraktiker, die Messungen ausführten, welche präzise genug waren, um den numerischen Zusammenhang zu begreifen.

Nun ist die Erklärung gegeben. Auf dieser Grundlage lässt sich weiterforschen.

Übersicht: Dimensionen, Volumina, Dichten und Korrekturen

	2 Dim.	+ 2 Dim.	= 4 Dim.	4 Dim. + Information
Raumzeitvolumen	136,04	2,592 Mio	352,644 Mio	352,644 Mio
Formel	w_{12}	$2w_3$	$2w_3 * w_{12}$	$+ \alpha^{3/2}$ (1604 = Information)
grobe Signifikanz	α	α^3	α^4	$= \alpha^4$
genauere Signifikanz	$\alpha(1-1/\alpha)$	$\alpha^3(1+1/\alpha)$	$\alpha^4(1-1/\alpha^{5/2})$	
Informationsdichte	$1/\alpha$	$1/\alpha^3$	$1/\alpha^4$	$[1/\alpha^{5/2}$, aus 2D+4D]
mittlere Dichte (rel. Korr.)	$1/\alpha^2$			
mittlere Dichte (QED-Korr.)		$1/\alpha^{5/2}$		

xx. Mathematischer Anhang

Im Folgenden wird erklärt, wie Konsekutives Potenzieren funktioniert und wie man die Dimensionsübergänge berechnet, die in Beziehung gesetzt werden zu den Stärken der Fundamentalen Wechselwirkungen.

Konsekutives Potenzieren	54
Bauplan	65
Dimensionsabhängige Berechnung optimaler Werte	66
Die ganz genauen Übergangswerte	68

Konsekutives Potenzieren Ausbuchstabiert

Wie lässt sich Information mathematisch möglichst dicht packen?

Wie kann ein Wert durch Überführung in Exponentialform mit einem möglichst geringen Substrat dargestellt werden?

Mittels Multiplikation ist ein Ergebnis von 10^{123} oder 10^{38} nicht ökonomisch zu erreichen, wohl aber über mehrfaches, konsekutives Potenzieren. Wir bauen einen optimierten **Potenzurm!**

Dieses mathematische Instrument ist eine Sonderform der **Tetration**, welche das *Lexikon der Mathematik* (Red.: Guido Walz, Bd. 5, 2002, S.200) definiert als „**iterierte Potenzierung**.“

Wie die Multiplikation zweier natürlicher Zahlen k und n eine iterierte Addition ist, nämlich $k \cdot n = k + \dots + k$ mit n Exemplaren von k , und die Potenzierung eine iterierte Multiplikation, nämlich $k^n = k \cdot \dots \cdot k$ mit n Exemplaren von k , so ist die Tetration definiert als Potenzturm von n Exemplaren von k , also $k \wedge k \wedge k \wedge \dots$ mit n Exemplaren von k .“

Eine genauere Unterscheidung nimmt Wikipedia vor:

„In mathematics, **tetration** (or hyper-4) is the next hyper operator after exponentiation, and is defined as iterated exponentiation.

Tetration is used for the notation of very large numbers ...

$a \wedge a \wedge a \wedge a$	Tetration
$a \wedge a \wedge a \wedge x$	Iterated exponentials
$a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_n$	Nested exponentials (also towers)
$a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4 \dots$	Infinite exponentials (also towers)

In the first two expressions **a** is the base, and the number of times **a** appears is the height (add one for x).

In the third expression, **n** is the height, but each of the bases is different.“

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Tetration>)

Wir demonstrieren das Ziel des Konsekutiven Potenzierens durch einen
Vergleich mit der Suche nach dem Optimum in der Differenzialrechnung.

Wollen wir bestimmen, wie man mit einem Zaun von 100 Meter Länge
 eine möglichst große Rechteckfläche A umzäunen kann,

gehen wir von der Rechteckformel einer ebenen Fläche aus:

$A = x \cdot y \rightarrow \text{Maximum}$, unter Nebenbedingung $2x + 2y = 100$ oder $y = 50 - x$.

Daraus die zu maximierende Funktion: $A = x \cdot (50 - x) = 50x - x^2 \rightarrow \text{Maximum}$.

Ableitung nach x führt zu $A' = 50 - 2x = 0$ oder $x = 25$.

Heraus kommt, dass ein Rechteck bei einer Zaunlänge von 100m
 die größte Fläche umfasst, wenn die Seitenlänge 25m (in Form eines Quadrats)
 beträgt. Ein Substrat von 100 führt zu einem Ergebnis von $25 \cdot 25 = 625$.
 Umgekehrt ist die kürzeste Zaunlänge, die man für eine Rechteckfläche
 von 625m^2 braucht, 100 Meter.

Dagegen braucht ein Kreis gleicher Fläche, der einen zugehörigen Radius r
 von 14,1047 hätte, nur einen Zaun der Länge $2\pi r = 88,6227$ Meter.

Mit einem Substrat von 88,6227 ist ein Ergebnis von 625 möglich.

Für eine Fläche ist das der beste Wert. Alle anderen Kombinationen
 ergeben schlechtere Ergebnisse.

Jeder Länge entspricht eine Fläche,

anders formuliert: Jedem Substrat entspricht ein Ergebniswert.

Damit sind wir noch immer im Stadium der Multiplikation,

die eine iterierte Addition ist,

wobei leichte Ansätze zur Potenzierung (wir haben oben ein x^2),

die eine iterierte Multiplikation ist, schon auftauchen.

Tetration als Bau maximierender Potenztürme

Auch beim **Bau von optimalen Potenztürmen**

geht es uns um die Minimierung eines Ursprungswerts

bzw. die Maximierung eines Ergebniswerts.

Das Substrat ist immer der nicht gesplittete Betrag,

der zur Verfügung steht, so wie im vorigen Beispiel die Zaunlänge.

Mit einer bestimmten Zaunlänge als Substrat können wir dort

eine möglichst große Fläche als Ergebniswert einzäunen.

Mit Potenztürmen können wir auf Grundlage eines jeweiligen Substrats

ebenfalls einen möglichst hohen Ergebniswert produzieren.

Jedem Substrat entspricht ein durch Potenzierung seiner Bruchstücke

erhaltener maximaler Ergebniswert, und umgekehrt.

Nun könnte man sagen, hier werden Äpfel mit Birnen verglichen,

weil einerseits Längen, andererseits Flächen, dann Volumen vorliegen,

aber genau darum geht es: Um den Wechsel von Dimensionen,

der mit der Speicherfähigkeit einer Grundlage, hier einer Verknüpfung

von Exponentialebenen (entsprechend Dimensionen), zusammenhängt.

Beim **Bau eines optimalen Potenzturms**

soll für ein bestimmtes Substrat das Ergebnis

der Potenzierung seiner Fragmente ein Optimum sein:

Für $a_1+a_2+\dots$ gilt $a_1^{a_2^{a_3\dots}}$ → Maximum!

Für $a_1^{a_2^{a_3\dots}}$ gilt $a_1+a_2+\dots$ → Minimum!

Wir beginnen zunächst mit 2 Fragmenten: Für einen Ursprungswert (Substrat)

wird berechnet, wie er in zwei Teile (Fragmente) aufgeteilt werden muss,

um das höchste Ergebnis zu erzielen. Beispielsweise könnte die Zahl 6

aufgeteilt werden in 2^4 (=16) oder 4^2 (=16) oder 3^3 (=27).

Tatsächlich liegt das Maximum aber bei $2,904^{3,096}$ (=27,129).

Nehmen wir umgekehrt, d.h. in substratminimierender Betrachtung, als Beispiel für ein relatives Informationsvolumen die Zahl 64.

Wollen wir das mit 64 bezifferte Volumen exponentiell dichter packen,

können wir die Zahl schreiben als 8^2 ; Substrat ist dann $8+2 = 10$.

Noch dichter geht es als 2^6 ; Substrat ist $2+6 = 8$.

Und noch dichter geht die Packung als 4^3 ; Substrat ist $4+3 = 7$.

Maximumrechnung bei zwei Potenzebenen

Wir haben ein Substrat, gesplittet in zwei Teile: Basis x und Exponent y .
Maximiere x^y ($x+y = \text{constant}$)
oder minimiere $x+y$ ($x^y = \text{constant}$).
Wir setzen $x^y = C$ (ein sich aus der Potenzierung der Teile x und y erhaltener Wert C wird als konstant vorgegeben); $x+y$ ist zu minimieren (der aus Potenzierung gewonnene Wert soll mit geringstem Substrat erreicht werden):

$$x^y = C \rightarrow y \cdot \ln x = \ln C$$

$$\rightarrow y = \ln C / \ln x \rightarrow x+y = x + \ln C / \ln x.$$

Leite ab nach x :

$$\rightarrow 1 - (\ln C / x) / (\ln x)^2 = 0$$

$$\rightarrow (\ln x)^2 - \ln C / x = 0 \rightarrow x \cdot (\ln x)^2 = \ln C$$

$$\rightarrow x \cdot \ln x = \ln C / \ln x = y.$$

Das **Maximum** im zweidimensionalen Bereich liegt jeweils bei **$W = x^y = x^{x \cdot \ln x}$** .

Mit nur zwei Potenzebenen am dichtesten ist aber $W = x^{x \cdot \ln x} = 3,153267^{3,621335}$
mit einem Substrat von $3,153267+3,621335 = 6,774602$.

Will man das Volumen 64 noch dichter packen, kann man dies durch Nutzung einer weiteren Exponentialstufe erreichen, also indem drei Potenzhöhen eingesetzt werden:

$$1,842396^{(2,43082^2,159124)} = 1,842396^{6,80594} = 64;$$

Substrat ist $1,842396+2,43082+2,159124 = 6,4323395$.

Das Substrat sinkt mit zunehmender Potenzhöhe von 64 über 6,775 bis auf 6,432.

Eine weitere Exponentialebene bringt Vorteil erst wieder ab einem Substrat von 7,6783 mit einem Ergebniswert von 1.296.106, d.h. erst ab dort ist ein Übergang zu 4 Potenzebenen angesagt, um mittels eines gegebenen Substrats einen möglichst hohen Ergebniswert oder umgekehrt einen gegebenen Ergebniswert mit einem möglichst geringen Substrat zu erreichen.

Die Tabelle zeigt die durch Potenzierung der Bruchstücke des Ursprungswerts (=Summe/Substrat) erzielbaren Maxima.

Für ein bestimmtes Resultat soll das Ergebnis seiner Konstituenten ein Optimum sein:

Für $a_1^{a_2} \dots$ gilt $a_1 + a_2 \dots \rightarrow$ Minimum!

Für $a_1 + a_2 \dots$ gilt $a_1^{a_2} \dots \rightarrow$ Maximum!

Zu lesen bspw. als: Bei einem Ursprungswert von 7 ist das erzielbare Maximum erreichbar durch Teilung in drei Fragmente, da das Maximum bei Zweiteilung ($83,119 = 3,2246^3,7754$, wobei $3,2246 + 3,7754 = 7$) ebenso wie bei Vierteilung ($18,77 = 1,61^2,041^1,986^1,363$, wobei $1,61 + 2,041 + 1,986 + 1,363 = 7$) weit niedriger ist als bei Dreiteilung ($1.161,167 = 1,78098^2,64544^2,57358$, wobei $1,78098 + 2,64544 + 2,57358 = 7$). Ab einem Substrat von 7,6783 ist dann Teilung in vier miteinander zu potenzierende Fragmente angesagt.

Substrat	2 Fragmente	3 Fragmente	4 Fragmente
1	1		
2	1,226762		
3	2,029		
3,93862	3,93862		
4	4,135		
5	9,911		
5,25335	12,644	5,25335	
6	27,129	17,768	
6,26217	36,01442	36,01442	
6,4	41,924	56,909	
6,5	46,87	82,938	
7	83,119	1.161,167	18,77
7,1	93,489	2.400,9	
7,2	105,254	5.412,5	
7,3	118,612	13.452	119,82
7,4	133,792	37.324	408
7,5	151,056	117.286	2.564,8
7,6	170,703	424.248	44.018
7,6783	187,974	1.296.106	1.296.106
7,7	193,082	$1,8 * 10^6$	$4,2944 * 10^6$
7,8	218,590	$9,14 * 10^6$	$9,8545 * 10^9$
7,9	247,687	$5,7 * 10^7$	$9,7265 * 10^{15}$
8	280,905	$4,48 * 10^8$	$2,2974 * 10^{27}$
8,1	318,853	$4,585 * 10^9$	$3,3277 * 10^{50}$
8,2	362,238	$6,33 * 10^{10}$	$4,3367 * 10^{101}$
8,3	411,875	$1,228 * 10^{12}$	$1,7432 * 10^{225}$

Wichtig ist, dass es beim Konsekutiven Potenzieren
Übergänge zwischen den optimalen Potentztürmen gibt,
die (durch numerischen Vergleich!) genau bestimmt werden können.

Ab diesen Übergängen ist es jeweils möglich, einen Ergebniswert
mit weniger Substrat zu erzielen als unter Nutzung der vorhergehenden
Potentzturmhöhen mit kleinerer Zahl der Exponentialebenen.

Die **Übergänge** zwischen den Potentztürmen sehen mit zunehmendem
Speichervolumen W bei zunehmender Potenzierung folgendermaßen aus:

$S = 2,20144+1,73718 = W = 2,20144^{1,73718} = 3,93862$	w_1
$S = 2,98913+3,27304 = 1,86504 + 2,36373 + 2,03338 = 6,26217$ $W = 2,98913^{3,27304} = 1,86504^{(2,36373^{2,03338})} = 36,01442$	w_2
$S = 1,7265 + 2,8883 + 3,06352 = 1,2424 + 1,842 + 2,4322 + 2,1617 = 7,6783$ $W = 1,7265^{(2,8883^{3,06352})} = 1,2424^{(1,842^{(2,4322^{2,1617}))})} = 1.296.106$	w_3

(Die ganz genauen Werte der Übergänge zwischen optimalen Potentztürmen auf S.68/69)

Beispielhafte Erläuterung zur Tabelle:

Sehen wir uns die erste Zahl 3,93862 an.

Unterhalb dieser Zahl ist es nicht möglich,
durch Aufspaltung der Zahl (des Substrats)

und wechselseitiges Potenzieren der Fragmente
einen höheren Wert als die ursprüngliche Zahl zu erzielen.

Aufspaltung der Zahl 3 etwa bringt bei Potenzierung der Fragmente

einen maximalen Wert von nur $1,855^{1,145} = 2,029$,

während Aufspaltung der Zahl 4 und Potenzierung
einen maximalen Wert von $2,223^{1,777} = 4,135$ bringt,

der höher ist als der ursprüngliche Wert.

Die Grenze, ab der eine solche Aufspaltung via Potenzierung

einen höheren Wert als den Ursprungswert erzielt,

ist eben der erste Übergangswert 3,93862.

Mit den folgenden Zahlen und Werten geht es analog.

Die Übergangswerte w_1 , w_2 und w_3 sind also mathematisch

das Ergebnis einer doppelten Optimierung:

erstens aus optimaler Potenzierung, zweitens aus einem Potentzturmvergleich.

Lesen der Tabelle: Maximalwerte der Potenzierung

In der zweiten Spalte (2 Fragmente) auf S.58 sehen wir die maximalen Werte, die entstehen, wenn man das Substrat optimal in zwei Teile splittet und die Bruchstücke miteinander multipliziert.

In der dritten Spalte (3 Fragmente) der Tabelle sehen wir die maximalen Werte, die entstehen, wenn man das Substrat optimal in drei Teile splittet und die Bruchstücke miteinander multipliziert.

Beispiel: Das Substrat 7 könnte man in ganze Zahlen splitten, z.B. in 2 und 2 und 3. Wenn wir diese drei Bruchstücke miteinander potenzieren, sind möglich die Kombinationen $3^{2^2} = 3^4 = 81$ oder $2^{2^3} = 2^8 = 256$ oder $2^{3^2} = 2^9 = 512$.

Der maximale Wert entsteht durch den Übergang zu reellen, nicht-ganzen Zahlen, indem wir weiter die einzelnen Bruchstücke im Potenzurm so miteinander oder gegeneinander verrechnen bis wir den maximalen Wert von 1161,167 erreicht haben: 1,78098 und 2,64544 und 2,57358 ergeben zusammen den Wert 7. Höher als 1161,167 geht nicht mit einem Substrat von 7.

Sehen wir uns bei den Bruchstücken oben die beiden letzten Werte an, das sind $x=2,64544$ und $x*\ln x=2,57358$, Summe der beiden ist 5,21902.

Bei drei Potenzebenen ist die verbleibende Basis, die mit dem maximalen Ergebniswert der beiden oberen Ebenen potenziert wird: $7 - 5,21902 = 1,78098 = S - x - x*\ln x$.

Als Formel zum Bau des Potenzturms mit drei Ebenen haben wir also $(S-x-x*\ln x)^{(x^{(x*\ln x)})}$, wobei S das Substrat angibt, im Beispielfall die 7. Erste Ebene ist $S-x-x*\ln x$, zweite Ebene ist x , dritte Ebene ist $x*\ln x$.

Ein Blick in die Tabelle auf S.58 zeigt, dass ein Substrat von 7 den höchsten Wert ergibt bei Dreiteilung, d.h. wenn man das Substrat nicht in zwei und nicht in vier, sondern in genau drei Bruchstücke splittet.

Konsekutiv optimale Potenztürme

Wenn wir nun vergleichen wollen, welcher Potenzturm bei gegebenem Substrat einen höheren Wert ergibt, haben wir im Falle des Turms aus zwei Ebenen die Formel $x^{x \cdot \ln x}$, im Falle des Turms aus drei Ebenen die Formel $(S-x-x \cdot \ln x)^{(x^{x \cdot \ln x})}$. Nun könnte man glauben, dass man diese beiden nur gleichsetzen muss, um einen Übergangswert bestimmen zu können, ab dem ein Turm mit drei Ebenen einen höheren Ergebniswert pro Substrat erbringt, aber Vorsicht: Das geht natürlich nicht so einfach, denn es handelt sich in beiden Termen um verschiedene x-Werte, so das man im zweiten Term zur Verdeutlichung eher $(S-y-y \cdot \ln y)^{(y^{y \cdot \ln y})}$ schreiben sollte.

Die Werte müssen numerisch bestimmt werden durch Vergleich der jeweiligen Ergebniswerte.

Man muss dazu ein bisschen hin und her rechnen in beiden Türmen, um zu bestimmen, wo bei gleichem Substrat beide Potenztürme den gleichen maximalen Wert liefern.

Und dabei kommt folgendes Ergebnis heraus:

$$2,98913^{3,27304} = 1,86504^{2,36373} \cdot 2,03338 = 36,01442$$

bei einem Substrat von

$$2,98913 + 3,27304 = 1,86504 + 2,36373 + 2,03338 = 6,26217.$$

Wenn wir auf diesem Weg weitergehen, kommen wir zum Übergang von drei zu vier Potenzebenen, und auch hier muss man die Optima beider Höhen einzeln berechnen und dann numerisch vergleichen, was mühseliger ist als zuvor, da die Bestimmung mit zunehmender Exponentialhöhe mit größerem Rechenaufwand verbunden ist.

Hier muss das Substrat S nämlich in vier Teile gesplittet werden, die exponentiell aufgebaut so aussehen: $Y^{(C-x-x \cdot \ln x)^{(x^{x \cdot \ln x})}}$, wobei $C=S-Y$, und durch Austarieren von Y und C muss man die günstigste Kombination finden, deren Ergebnis dann dem bei drei Potenzebenen gegenüberstellen.

Bei einem Substrat von 7,6783 erhält man durch dessen Aufteilung in die vier Werte $1,242425 + 1,8419946 + 2,432194 + 2,161719$ und deren exponentielle Auftürmung $1,242425^{(1,8419946^{(2,432194^{2,161719})})}$ den maximalen Ergebniswert 1.296.106,091299219, der bei gleichem Substrat übereinstimmt mit einem Wert eines optimalen Potenzturms aus drei Ebenen $1,72648^{(2,888296^{3,06352})}$.

Nochmals zusammengefasst die Potenzturmübergänge

Eine Aufteilung in zwei Zahlen erfolgt ab einem Ursprungswert von 3,93862 mit den beiden Teilgrößen 1,73718 und 2,20144, die einen Dimensionsübergang festlegen bei $2,20144+1,73718 = 2,20144^{1,73718} = \mathbf{3,93862}$.

Das allgemeine Maximum bei Aufteilung in zwei Teile folgt (siehe S.57 Mitte blau) der Formel $W = x^{x \cdot \ln x}$, wobei hier am Übergang gilt: $x=2,20144$ und $x \cdot \ln x=1,73718$.

Ab einem Substrat S von 6,26217 mit dem Ergebnis von $W=36,01442$ erfolgt eine Aufspaltung in drei Teile.

Ab diesem Punkt wird die Erzielung eines möglichst hohen Ergebnisses dadurch besser möglich, dass man das Substrat in drei, statt nur zwei Teile aufteilt, wobei dann gilt:

$$S = 2,98913+3,27304 = 1,86504 + 2,36373+ 2,03338 = 6,26217$$

$$W = 2,98913^{3,27304} = 1,86504^{(2,36373^{2,03338})} = \mathbf{36,01442}$$

Der nächste Übergang von drei zu vier Teilgrößen folgt bei einem Substrat S von 7,6783 mit dem Ergebnis von 1.296.106.

$$1,7265+ 2,8883+3,06352 = 1,2424+ 1,842+ 2,4322+2,1617 = 7,6783$$

$$1,7265^{(2,8883^{3,06352})} = 1,2424^{(1,842^{(2,4322^{2,1617})})} = \mathbf{1.296.106}$$

Maximale Zahl physikalischer Dimensionen

Einen Wert von $1,7 \cdot 10^{38}$ erreicht man durch dreimaliges Potenzieren über einen Ursprungswert von 8,056. Sehr viel höhere Ergebnisse werden mit nur noch geringer weiterer Substratzuführung erreicht, da der erzielte Wert sehr schnell über alle Maßen ansteigt.

Möglicherweise kann man mit leistungsfähigen Rechnern weitere Übergänge zwischen nachfolgenden Potenttürmen berechnen, aber deren Werte liegen so unvorstellbar weit über der Zahl von 10^{38} oder selbst von 10^{123} , dass weitere Dimensionen nicht in Frage kommen.

Ein Blick auf die Übersicht auf Seite 67 zur Berechnung der Dimensionsübergänge zeigt, dass bei einem Übergang zur fünften Dimension die Basis bei einem Wert von unter 1,11 liegen dürfte, während die Summe der Exponenten mindestens 7,2 betragen müsste, um allein einen Wert von 10^{245} zu erreichen, der bei diesem Substrat aber besser mit vier Dimensionen erzielbar ist. Jenseits einer Exponentensumme von über 7,5 erreicht der Exponentenwert eine Höhe, die einen Übergang in Betracht ziehen lässt. Das bedeutet aber, dass die Gesamtsumme, das Substrat, schon über 8,6 liegt und damit schon bei 4 Dimensionen ein Resultat nach sich zieht, das jenseits aller physikalischen Möglichkeiten liegt, da es in einer unvergleichlich höheren – jenseits aller, die etwa von Margolus-Levitin (10^{123}) ins Spiel gebracht wurden – Größenordnung liegt.

Ergebnis: Ein weiterer Dimensionsübergang scheidet in physikalischer Hinsicht aus. Es bleibt bei vier Dimensionen im Kosmos. Sinngemäß dasselbe Fazit zieht John Barrow:

„The remarkable feature of the picture is that as the dimensions of space increase so the numerical factors grow to become enormously different from 1 ... The ubiquity of small numerical factors in the laws of Nature and the formulae of physics is a consequence of the world having a very small number of space dimensions.”
(Barrow, Constants, S.215)

Zusammengefasst gelten folgende Regeln:

- Suche nach optimalen Werten. Bilde dazu Potenztürme.
- Die Übergänge zwischen Potenztürmen werden numerisch festgestellt: 3 wichtige Übergangswerte.
- Diese Übergänge bestimmen das maximale relative Speichervolumen bzw. als Kehrwert die maximale Dichte einer Dimension.
- Das Raumzeitvolumen einer einzelnen Dimension ist begrenzt. Nur im Zusammenspiel der Dimensionen erreicht es höhere Werte zur Speicherung des Informationsvolumens.
- Um Information zu speichern, arbeiten die Dimensionen mathematisch in absteigenden Operatoren zusammen: Erst Tetration (Potenztürme), dann Potenzierung, dann Multiplikation.
- Die Operatoren wirken sich auf die Werte in beide Richtungen aus: Nach unten maximale Dichte, nach oben maximales Volumen.

Warum ist diese Mathematik so einfach?

Weil die grundlegenden drei Naturkonstanten e , h und c als unveränderliche vorliegen und die physikalischen Extremwerte ausreizen. Es geht bei der Feinstrukturkonstante nur noch darum, sie in einen mathematisch passenden Rahmen zu setzen, den, wie wir durch Beobachtung und Berechnung erkennen, die Übergangswerte zwischen den optimalen Potenztürmen definieren.

Einfachste und allgemeinverständliche Darstellung

Der Weihnachtsmann schenkt der Menschheit einige schöne und nützliche Gaben, wie Elektronenladung, Wirkungsquantum und Lichtgeschwindigkeit. Er hat aber keine Verpackung dafür und bittet findige α -Tüftler, ihm einen Korb zu basteln, in den die drei Gaben genau reinpassen und der die Größe 137,036 hat. Wir brauchen dazu nur eine allgemeine Kenntnis der drei Gaben und einige Informationen darüber, wie groß der Schlitten des Weihnachtsmanns ist. Es geht um relative Größen, aber es muss wie angegossen passen!

Bauplan des Universums

Der Vergleich der Kopplungskonstanten und insbesondere die Berechnungen zur Feinstrukturkonstante bestätigen die Vermutung, dass die Größenordnungen der Fundamentalen Wechselwirkungen, wie auch von Feynman für die Feinstrukturkonstante vermutet, über den natürlichen Logarithmus verbunden sind: Sie sind über den natürlichen Logarithmus der Übergangswerte verbunden.

FWW	Kopplungskst.	Übg.werte	Formeln	Signifikanz
Starke	3,3 – 5	3,93862	W_1	ja
Schwache	29,5	36,01442	W_2	ja
(RZV Teilchen)		(136,04)	$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = w_1^{\ln w_2} = w_2^{\ln w_1}$	$\alpha^*(1-1/\alpha)$
Elektromagn.	137,036		$[2W_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} + \alpha^{3/2}]^{1/4}$	α
		1296106	W_3	
		(2592212)	$2W_3$	$\alpha^3*(1+1/\alpha)$
(RZV Welle)		(352,65 Mio)	$2W_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$	$\alpha^4*(1-1/\alpha^{5/2})$
Gravitation	$2*10^{38}$		$W_1 * W_2 * W_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)}$	

Die Formeln bestehen aus einem Produkt zweier Terme:

- einem Produkt eines oder mehrerer Übergangswerte (w_1, w_2, w_3),
- der Wachstumsfunktion e , potenziert mit dem Produkt der natürlichen Logarithmen von Übergangswerten ($\ln w_1, \ln w_2, \ln w_3$).

Die Mathematik der Ausdehnung der Raumzeit ist weniger eine multiplikative, sondern in erster Linie eine (mehrfach) exponentielle, wie die Tabelle zeigt.

Die Tabelle kann als Bauplan des Universums gelesen werden.

Berechnung wichtiger optimaler Werte in ihrer jeweiligen Dimension

2D-Werte: $x^y = x^{(C-x)}$

2D bedeutet Summe aus 2 Teilen, wovon einer Basis x und der andere Exponent y ist.

Entweder muss x^y maximiert (wenn $x+y = \text{constant}$)
 oder $x+y$ minimiert (wenn $x^y = \text{constant}$) werden.
 Nehmen wir: $x^y = C$ (ein sich aus der Potenzierung zweier Teile erhaltener
 Wert C soll als konstant vorgegeben werden).
 $x+y$ soll minimiert werden (der aus der Potenzierung gewonnene Wert
 soll mit geringstem Substrat erreicht werden).

Logarithmieren von $x^y = C \rightarrow y \cdot \ln x = \ln C \rightarrow y = \ln C / \ln x, \rightarrow x+y = x + \ln C / \ln x$.
 Ableitung nach $x \rightarrow 1 - (\ln C / x) / (\ln x)^2 = 0$.
 Multiplikation mit $(\ln x)^2 \rightarrow (\ln x)^2 - \ln C / x = 0 \rightarrow x \cdot (\ln x)^2 = \ln C \rightarrow x \cdot \ln x = \ln C / \ln x = y$.

Das Maximum im zweidimensionalen Bereich liegt daher jeweils bei $W = x^{x \cdot \ln x}$.

Angegeben sind die Maxima,
 die als Kombination der beiden Konstituenten erzielbar sind.

2D=0	1	(als Grenzwert von x^y mit x und y gegen Null)
2D=1	1,0	= 1^0
2D=2	1,227	= $1,455^{0,545}$
2D=3	2,029	= $1,855^{1,145}$
2D= 3,93862	3,93862	= $2,20144^{1,737182}$; ab hier ist D2 größer als D1
2D=4	4,135	= $2,223^{1,777}$
2D=5	9,911	= $2,571^{2,429}$
2D=2e	15,154	= e^e
2D=6	27,129	= $2,904^{3,096}$
2D= 6,2621684	36,01442	= $2,989^{3,273}$ ab hier ist D3 größer als D2
2D=7	83,119	= $3,2246^{3,7754}$
2D=8	280,905	= $3,5354^{4,4646}$
2D=9	1.035,5	= $3,838^{5,162}$
2D=10	4.126,95	= $4,1337^{5,8663}$

3D-Werte: $(C-x-x*\ln x)^{(x^x)}$

3D=6,2621684	36,01442	=1,86505 ² ,36373 ² ,03338
	ab hier übersteigt D3 die D2	
3D=7	1.161,167	=1,78098 ² ,64544 ² ,57358
3D=7,1	2.400,906	=1,771889 ² ,68205 ² ,646061
3D=7,2	5.412,54	=1,763202 ² ,71836 ² ,718438
3D=7,678295	1.296.106	= 1,726479 ² ,888296 ³ ,06351955
	ab hier übersteigt D4 die D3	
3D=8	448.124.942	=1,7054 ² ,999601 ³ ,2950
3D=8,2	63.299.579.967	= 1,69347 ³ ,06775 ³ ,43878
3D=8,3	1,228 *10 ¹²	=1,68783 ³ ,10154 ³ ,51063
3D=8,4	35,11 *10 ¹²	=1,68235 ³ ,13516 ³ ,58249
3D=8,5	1,5604 *10 ¹⁵	=1,67705 ³ ,16861 ³ ,65434

4D-Werte: $Y^{(Z-x-x*\ln x)^{(x^x)}$, wobei $Z=S-Y$

4D=7,0	18,77	=1,61 ² ,041 ¹ ,986 ¹ ,363
4D=7,5	2564,8	=1,3092 ¹ ,8757 ² ,3351 ¹ ,98
4D=7,678295	1.296.106	=1,242425 ¹ ,841957 ² ,432194 ² ,161719
	ab hier D4 > D3	
4D=7,7	4.294.384	=1,2336 ¹ ,8381 ² ,4441 ² ,1842
4D=7,8	9.854.464.412	=1,2056 ¹ ,8229 ² ,4934 ² ,2781
4D=8	2,2974 *10 ²⁷	=1,1619 ¹ ,796585 ² ,5855 ² ,456015
4D=8,05	6,414 *10 ³⁶	=1,1523 ¹ ,7909 ² ,6076 ² ,4992
4D=8,2	4,3367 *10 ¹⁰¹	=1,12647 ¹ ,77425 ² ,67239 ² ,62689
4D=8,225	6,763 *10 ¹²²	=1,1220 ¹ ,77175 ² ,6831 ² ,64815
4D=8,25	2,3611 *10 ¹⁴⁹	=1,11897 ¹ ,76915 ² ,69335 ² ,66853
4D=8,31	2,06247 *10 ²⁴⁵	=1,110213 ¹ ((7,199787-e-e) ^(e^e))

Die ganz genauen ÜbergangswerteÜbergang von erster zu zweiter Exponentialebene=Dimension

$$\begin{aligned}
 x+x*\ln(x) &= x^{x*\ln(x)} \\
 &= 2,20144017842653590880525^1,73718236179526542632168 \\
 &= \mathbf{3,93862254022180133512693} \\
 &= e^{1,370831053101579102621}
 \end{aligned}$$

Übergang von zweiter zu dritter Exponentialebene=Dimension

$$\begin{aligned}
 x^{(6,262168359366175062485985-x)} \\
 &= 2,98912796195770^3,27304039740617506 \\
 &= \mathbf{36,0144165040712926642873} \\
 &= e^{3,58391931674045148290515} \\
 \\
 (6,26216835936617506-z-z*\ln(z))^{(z^{(z*\ln(z))})} \\
 &= 1,8650498849967043769869161^2,3637339505421^2,0333845238273706855 \\
 &= \mathbf{36,0144165040712926642873} \\
 &= e^{3,58391931674045148290515}
 \end{aligned}$$

Volumenwert der ersten beiden Exponentialebenen=Dimensionen

$$\begin{aligned}
 e^{(\ln(3,93862254022180133512693)*\ln(36,0144165040712926642873))} \\
 &= \mathbf{136,03985458139989976495839}
 \end{aligned}$$

Übergang von dritter zu vierter Exponentialebene=Dimension

$$(7,67829495344594035082858 - x - x \cdot \ln(x))^{(x^{(x \cdot \ln(x))})}$$

$$= 1,72647933879796835^2,8882960660424^3,063519548605572$$

$$= \mathbf{1296106,0912992189723178}$$

$$1,24242486627932858062^{((6.43587008716661177021 - z - z \cdot \ln(z))^{(z^{(z \cdot \ln(z))})})}$$

$$= 1,24242486627932858062^{(1,84195727165086147021 \cdot 2,432194012658751^2,1617188028569993)}$$

$$= \mathbf{1296106,0912992189723178}$$

Volumenwert der letzten beiden Exponentialebenen=Dimensionen

$$2 * \mathbf{1.296.106,0912992189723178} = \mathbf{2.592.212,182598437944634}$$

XXI. Fragenkatalog: Das Wesentliche zur Entschlüsselung der Feinstrukturkonstante

Worum geht es?

Zu erklären, warum die vier Grundkräfte im Universum, die fundamentalen Wechselwirkungen, so völlig unterschiedliche Größen haben. Und warum es nur vier davon gibt. Speziell geht es um eine der vier Stärken, die Feinstrukturkonstante, deren dimensionsloser Wert seit Entdeckung durch Sommerfeld im Jahre 1916 bis heute nicht hergeleitet und erklärt werden konnte.

Was ist das Neue?

Die handlungsleitende Idee ist die mit der Entstehung und Nutzung von Dimensionen direkt zusammenhängende Informationsökonomie des Universums. Es geht darum zu zeigen, wie Information als irreducible stuff of the universe, als grundlegende Substanz - fundamentaler gar als Energie und Masse -, gespeichert wird. Das Universum handelt ökonomisch, nutzt mathematische Funktionen, die Optima herstellen.

Was bedeutet Informationsökonomie des Universums?

Wir vermuten, dass die Stärke einer Wechselwirkung davon abhängt, wie viel Information sie enthält. Wenn die Starke Kraft so viel stärker ist als die Gravitation, ist anzunehmen, dass sie so viel mehr Information pro Raumzeitvolumen enthält als die Gravitation.

Die Speicherung von Information erfolgt anhand von Größen, die auf der Wachstumsfunktion e basierenden Optima folgen und die physikalisch mit dem Raumzeitvolumen und damit der Speicherfähigkeit von Dimensionen verbunden sind.

Was hat das mit der Feinstrukturkonstante zu tun?

In der Feinstrukturkonstante erfolgt das Zusammentreffen von Relativitätstheorie und Quantenphysik durch Größen, die ihrerseits physikalische, unveränderliche Extrema darstellen, nämlich die Naturkonstanten Lichtgeschwindigkeit, Wirkungsquantum und Elektronenladung. Dies ist die physikalische Seite der Medaille. Diese Extremalgrößen werden vom Universum in einen durch die reine Zahl $\alpha=137,036$ beschriebenen Zusammenhang gesetzt, der einer mathematischen Optimierung folgt. Das ist die mathematische Seite der Medaille. Information ist die Verbindung: physikalisch als irreducible stuff of the universe, mathematisch als Recheneinheit.

Warum mathematische, nicht physikalische Optimierung?

Die physikalische Optimierung ist schon erfolgt, da die in der Feinstrukturkonstante enthaltenen Naturkonstanten Extremalgrößen sind. Da der numerische Wert der Feinstrukturkonstante als Quotient aus physikalischen Größen eine mathematische Größe ohne physikalische Dimension ist, muss sein Ursprung in mathematischen oder geometrischen Verhältnissen zu suchen sein, die dem physikalischen Wert zugrunde liegen. The true α must have a mathematical underpinning with an applicable physical definition.

Welches Instrument benutzen wir zur Optimierung?

Vorzugsweise würden wir reine Differentialrechnung benutzen, aber angesichts der immensen Größenunterschiede gehen wir zum nächsthöheren (Hyper)Operator über. Weil die Stärkeunterschiede, etwa zwischen Starker Kraft und Gravitation, so immens groß sind, nutzen wir ein Verfahren der mehrfachen optimierenden Potenzierung: Wir bilden optimale Potenttürme mit zunächst keinem, dann einem (der Form $x \text{ hoch } y = x^y = x^{\wedge}y$), dann mehr als einem Exponenten (der Form $x \text{ hoch } y \text{ hoch } z = x^{\wedge}y^{\wedge}z$) etc., um schnell hohe Werte erreichen zu können.

Worin bestehen die mathematischen Optima physikalisch?

Die Optima werden in Raumzeitvolumen, oder umgekehrt: in Raumzeitdichten, berechnet. Damit können wir rechnerisch nutzen erstens die 1908 von Einsteins früherem Lehrer Minkowski getroffene Feststellung zur 1905 formulierten Speziellen Relativitätstheorie, dass nur noch eine Union von Raum und Zeit Selbständigkeit bewahren soll, und zweitens die von neueren Ansätzen der Physik herrührende Vermutung, dass die Raumzeit auf kleinsten Skalen, nämlich bei Annäherung an die Planck-Skala, nicht mehr vier-, sondern zweidimensional ist.

Wie unterscheidet man zwei von vier Dimensionen?

Anhand der Informationsdichte:
Wenn die Raumzeit auf kleinsten Skalen – bei Annäherung an die Planck-Skala – nicht mehr vier-, sondern zweidimensional ist, ist das identisch mit der Aussage, dass mit extrem steigender Informationsdichte die Welt zweidimensional wird.

Was hat der Teilchen-Welle-Dualismus damit zu tun?

Im Welle-Teilchen-Dualismus des Elektrons erscheint das zweidimensionale Teilchen gleichzeitig als vierdimensionale Welle. Die Quanteninformation bleibt konstant erhalten: die Wellenfunktion des Quantensystems enthält seine vollständige Information. Dieses Wechselspiel der informationsspeichernden Dimensionen bestimmt den Wert der Feinstrukturkonstante.

Wie funktioniert die Übertragung der Mathematik auf die Physik?

Die hier gezeigte mathematische Anwendbarkeit der Übergangswerte auf die Stärken der Wechselwirkungen ist entweder Zufall und Willkür oder aber beruht auf dem Zutreffen der Annahme, dass das Universum mit der Information ökonomisch verfährt.

In letzterem Falle bestimmt die Mathematik mit Schaffung des Universums und damit der Wechselwirkungen die Physik des Kosmos bis in die kleinsten Teilchen, gilt also für die Physik des ganz Kleinen und des ganz Großen, was sich auch darin ausdrückt, dass die mathematisch als Optima bestimmten Übergangswerte physikalisch mit allen vier Wechselwirkungen korrelieren, als ob ein Raster angelegt worden wäre.

Wegen der Unveränderlichkeit der die Feinstrukturkonstante bildenden Naturkonstanten und der Spontanität der Übergänge können wir die reinen Übergangswerte als rechnerische Basisgrößen zur Berechnung von Raumzeitvolumina und Raumzeitdichten für die zwei- und vierdimensionale Raumzeit nutzen.

Wie treten die Dimensionsübergänge auf?

Der Begriff der Spontanität erhält hier seine besondere Bedeutung: Da die Übergangswerte aus dem Potenzturmverfahren korrelieren mit physikalischen Werten, den Stärken der Wechselwirkungen, ist zu vermuten, dass der Spontanität der physikalischen Dimensionsänderungen eine Entsprechung im mathematischen Bereich zugrunde liegt, die auf fixen, „spontanen“ Übergangswerten als Eckwerten beruht: Da diese und ihre Kombinationen für Raumzeitvolumina stehen, erfolgt ein solcher spontaner Übergang, sobald eine auf den Übergangswerten basierende Raumzeitdichte erreicht ist.

Die spontanen Übergänge erfolgen sprunghaft, *natura facit saltus*, sobald eine gewisse Raumzeitdichte erreicht wird. Spontan bedeutet zeitlos, ohne zeitlichen Verzug oder Aufwand, was mit unserer späteren Interpretation, dass es sich beim Teilchen-Welle-Phänomen um ein „zeitloses“ Nebeneinander zweier Dimensionszustände handelt: eines zwei- und eines vierdimensionalen, zusammenpasst.

Wie können wir den Wert berechnen?

Eben durch das Verfahren der Nutzung von Potenztürmen:

Die fixen Übergangswerte w_1, w_2, w_3 zwischen optimalen Potenztürmen
 - wobei auf- oder absteigend ein Potenzturm den anderen ablöst -
 schaffen einen Zusammenhang zwischen der Zahl von Dimensionen
 und dem erzielbaren Raumzeitvolumen im Universum
 und - umgekehrt - zwischen der Zahl von Dimensionen
 und der erzielbaren Raumzeitdichte im Universum.

Wie kommt man vom Welle-Teilchen-Dualismus zu den Raumzeitgrößen?

Numerische Hinweise geben die auf Zahl e berechneten Formeln (S. 9),
 welche in der Fakultät und im Exponenten offenbar die Zahl der
 Dimensionen enthalten, wobei man annimmt, dass das Teilchen
 zweidimensionale und die Welle vierdimensionale Form hat.

Bei der Feinstrukturkonstante sehen wir in der Formel die Zwei
 und die Drei, was bedeutet, dass die Informationsvolumina
 im Welle-Teilchen-Dualismus pendeln zwischen der oberen Grenze
 der Zwei- und der unteren Grenze der Vierdimensionalität.

Die Suche nach Signifikanzen legt dann für die Zweidimensionalität
 einen Raumzeitinhalt von $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = w_1^{\ln w_2} = w_2^{\ln w_1} = 136,04$ nahe,
 für die Vierdimensionalität von $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = 352,65$ Mio.

Man kann dieses Vorgehen auch als Jonglieren mit Zahlen ansehen,
 wichtig ist aber zu sehen, ob es weiterführt.

Da man auf diese Weise nicht nur signifikante Abstände
 von jeweils $1/\alpha = 1/137$ erhält, sondern auch noch
 den signifikanten Abstand von $1/\alpha^{5/2}$ als mittlerer Raumzeitdichte
 - letzterer sich darüber hinaus noch als Aktivitätsniveau
 in Form von quantenelektrodynamischen Korrekturen deuten lässt,
 was ganz zuletzt eine genaue Berechnung ermöglicht -
 ist das Vorgehen begründet.

Relativistische oder QED-Korrekturen?

In der Formel zur Feinstrukturkonstante α sind zuordnungsfähig die Elektronenladung zum Elektron; zu den Photonen das Plancksche Wirkungsquantum h und die Lichtgeschwindigkeit c .

Die Feinstrukturkonstante beschreibt Volumen und Dichte des elektromagnetischen Feldes als Gesamtsystem von ruhendem ($v=0$), zweidimensionalem Elektron und Photonen als alleinige Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld.

Fraglich könnte sein, warum auf relativistischen Geschwindigkeiten herrührende Signifikanzen von jeweils $1/137$ auftreten, obwohl das letztendliche genaue Ergebnis des α -Werts zeigt, dass es für den Zustand der Bewegungslosigkeit des Elektrons gilt, also für $v=0$ und damit $v/c=0$.

Die Antwort ist die, dass das mathematische Gerüst aus dimensionsbezogenen Raumzeitvolumina unabhängig von einer Geschwindigkeit des Elektrons dem Welle-Teilchen-Dualismus zugrunde liegt.

Die Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld ist auf jeden Fall da, eine Geschwindigkeit des Elektrons aber nicht. Eine jeweilige dem Elektron zugeschriebene Geschwindigkeit, etwa auf der ersten Bohrschen Umlaufbahn ($v=c/137$), muss dann mittels relativistischer Korrekturen berücksichtigt werden.

Die relativistischen Korrekturen ergeben sich aus dem Konkurrenzverhältnis der ersten und der letzten beiden Dimensionen.

Die QED-Korrektur ergibt sich aus dem Wechselverhältnis von Zwei- und von Vierdimensionalität.

Warum werden die Werte zur Berechnung der Raumzeitvolumina mal per Potenzierung und mal per Multiplikation berechnet?

Erstens um eine möglichst hohe Dichte zu erreichen, zweitens um die Abbildung des Raums durch die Zeit sicherzustellen. Das Universum legt fest, durch welches Rechenverfahren im Welle-Teilchen-Dualismus für jeden Zustand die höhere Dichte erzielt werden kann, wobei der Verwendung der Übergangswerte eine ursprüngliche Optimierung durch den Bau und den Vergleich optimaler Potenztürme ja schon zugrunde liegt.

So ist im Falle der Übergangswerte w_1 und w_2 das exponentiell berechnete Volumen $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = w_1^{\ln w_2} = w_2^{\ln w_1} = 136,04$

geringer als das Produkt der beiden $w_1 \cdot w_2 = 141,85$.

Eine Verknüpfung als $w_1^{w_2}$ und $w_2^{w_1}$ geht nicht,

weil diese zu unterschiedlichen Ergebnissen führt,

die Abbildung des Raums durch die Zeit nicht mehr möglich wäre.

Im Falle der Verwendung der weiteren Übergangszahl w_3

wäre aber ein analog exponentiell berechnetes Volumen

$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)} = 10^{30}$ immens höher als eine Verknüpfung

per Multiplikation in Form von $2w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = 352,65$ Mio.

So wird bei gegebenem Informationsvolumen und jeweiligem Raumzeitvolumen für eine möglichst hohe Informationsdichte im zwei- und im vierdimensionalen Bereich gesorgt.

Haben die Dimensionen denn unterschiedliche Größen?

Ja, genau so sind die Zahlenverhältnisse zu verstehen.

Die Feinstrukturkonstante spiegelt das Teilchen-Welle-Verhältnis wider.

Es werden zunächst im zweidimensionalen Teilchen die beiden ersten Dimensionen gemäß den Maxima darstellenden Raumzeitvolumina der beiden Übergangswerte w_1 und w_2 exponentiell-logarithmisch miteinander verknüpft, eben um eine möglichst hohe Dichte und die Abbildung des Raums durch die Zeit sicherzustellen.

Die weitere Verknüpfung von der Zwei- zur Vierdimensionalität der Welle erfolgt durch multiplikative Anbindung zweier weiterer Dimensionen mit dem ebenfalls ein - aber weit höheres - Maximum darstellenden Raumzeitvolumen des folgenden Übergangswerts w_3 .

Erst nachdem das mathematisch dadurch geschaffene „leere Gefäß“, also das durch die Übergangswerte determinierte Raumzeitvolumen, angefüllt wurde mit quantenelektrodynamischen Korrekturen, entsteht der Wert der Feinstrukturkonstante als geometrischer Durchschnitt, nämlich als vierte Wurzel der Raumzeitvolumina der auf diese Weise verknüpften vier Dimensionen.

Warum sehen die Formeln der Physiker ganz anders aus?

Weil diese nicht die Herkunft der Feinstrukturkonstante erklären, sondern den Zusammenhang zwischen Ordnungs- und Quantenzahlen einerseits und relativistischen und quantenelektrodynamischen Korrekturen andererseits, indem etwa die Korrektur durch die LS-Kopplung relativ stark mit zunehmender Ordnungszahl des Atoms ansteigt. Die Physiker kämpfen mit dem die Messgenauigkeit beeinträchtigenden Einfluss des Atomkerns: der störenden, quantitativ unvollständig bekannten Kernstruktur.

Im übertragenen Sinne haben die Physiker das Dach gebaut, zu dem der Unterbau fehlt. Dieser Unterbau ist die Herleitung der Feinstrukturkonstante gemäß den Raumzeitvolumina der Übergangswerte. Die Formeln der Physiker stellen Mittel zur Annäherung an den wahren Wert der Feinstrukturkonstante dar.

Ist die hier verwendete Mathematik nicht zu einfach?

Die Entschlüsselung der Feinstrukturkonstante mithilfe von Signifikanzen mag den meisten Physikern trotz der acht auf S.41 aufgeführten Gründe gegen den *Mann im Mond* noch immer als pure Zahlenspielerei vorkommen, da sie gewohnt sind, Relativitätstheorie und Quantenphysik als äußerst komplizierte Gebiete höherer Mathematik wahrzunehmen.

„Hieroglyphen – faszinierende Symbole der alten Pharaonen in Ägypten. Wer konnte sie schreiben oder in Stein gravieren? Kann man sie genauso lesen wie unsere Buchstabenschrift? Oder handelt es sich um eine Schrift aus Bildern, deren Ideen und Symbole man erschließen muss? Die griechischen und römischen Schriftsteller, die damals lebten, als die Priester in Ägypten die Hieroglyphen noch lesen und schreiben konnten, sprachen vom Symbolgehalt dieser uralten Schrift. Weil die modernen Sprachforscher nahezu blind an die Genialität der antiken Schriftsteller glaubten und daher deren Urteil über die Hieroglyphen nicht hinterfragten, ließen sie sich lange Jahre in die Irre führen.“

(Vieweger/Vogg: Wie man ein Königsgrab findet, 2013, S.31)

Vermutlich sitzen die Physiker dabei demselben Irrtum auf wie die oben zitierten Sprachforscher. Die Genialität der Relativitätstheorie und Quantenphysik entwickelnden Physiker ist unbestritten, dennoch muss man nicht blind daran glauben, dass die Entschlüsselung der Feinstrukturkonstante einen gleichen mathematischen Schwierigkeitsgrad erfordert. Vielmehr liegt nahe, dass man sie „genauso lesen kann wie unsere Buchstabenschrift“, dass also ihr mathematischer Hintergrund als reine, dimensionslose Zahl gleichen elementaren Rechenregeln wie den uns vertrauten folgt, da hier ein physikalisch-mathematischer Zusammenhang zu einer grundlegenden Prämisse, nämlich der Raumzeitökonomie, vorliegt. Dieser erfordert eben nur eine Präferenzbildung im konsekutiven Gebrauch elementarer Operatoren bzw. Rechenregeln. Ermöglicht wird der Zusammenhang zwischen Raumzeitdichte und Dimensionsbildung durch die Spontanität der Änderungen der Dimensionszahl („spontane Dimensionsreduktion“), welche die Raumzeitökonomie - eben spontan - umsetzen. Diese Spontanität erübrigt mathematisch weitere olympische Höhen, um dem Wert der Feinstrukturkonstante auf die Spur zu kommen.

Wird der berechnete Wert **137,0359990999966 bestätigt werden können?**

Die Chronologie der letzten Jahre zeigt einen ständigen und großen Fortschritt in den Messungen, wobei die Abweichung innerhalb weniger Jahre von 61 auf 0,37 ppb (vgl. S. 43, Ke Xiao) und bis heute auf 0,2 ppb zurückging.

„NIST support will ... allow the [Müller] group ... to reduce the error bar further to 0.1 ppb and to develop a future apparatus that will even reach 0.01 ppb.“
(<https://www.nist.gov/file/410611>)