

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 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 2026

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 koinzidenten Betrag, der als Informationsvolumen der Wechselwirkung der Elektronenladung mit dem eigenen Strahlungsfeld 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) $\alpha = 137,035\,999\,100$.

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel	Seite
I. Einige kosmologische Voraussetzungen	1
II. Die Hierarchie der Wechselwirkungen	2
III. Information: irreducible stuff	5
IV. Konsekutives Potenzieren	7
V. Potenzierungsübergänge und Kopplungsparameter	9
VI. Kosmologische Bedeutung der Übergangswerte	10
VII. Das Rätsel der Feinstrukturkonstante α	13
VIII. Die Feinstrukturkonstante als Recheneinheit	16
IX. Koinzidente Abstände der Übergangswerte	17
X. Herleitung und Berechnung koinzidenter $1/\alpha$ -Abstände	20
XI. Raumzeitvolumina aus Übergangswerten	22
XII. Die $\alpha^{3/2}$ -Differenz der Raumzeitvolumina	24
XIII. Die Lamb Shift als Unterstruktur	26
XIV. Der physikalische Gehalt der koinzidenten Abstände	31
XV. Korrekturen als mathematisches Spiegelbild	34
XVI. Zwischenstand: Grundlagen und Zurechnungen	36
XVII. Berechnung des Werts der Feinstrukturkonstante	38
XVIII. Volumen oder Dichte?	39
XIX. Barrow: Elucidation and enumeration	40
XX. Enormous usefulness of mathematics	42
XXI. Die „Zeitlosigkeit“ der Ganter-Prognose	48
XXII. Die verschiedenen Messwerte für α	49
XXIII. Noch einige Folgerungen	58
XXIV. Übersicht: Die zwei Seiten der Medaille	59
XXV. Schlussbemerkungen	60
XXVI. Exkurs: Der Anteil der Dunklen Materie	63
XXVII. Mathematischer Anhang	67
XXVIII. Fragenkatalog: Das Wesentliche	83
XXIX. Brief English Summary: Deciphering the FSC	88

Die Entschlüsselung der Feinstrukturkonstante

I. Einige kosmologische Voraussetzungen dieser Arbeit

1. Eugene Wigner faszinierte, dass
"the enormous usefulness of mathematics in the natural sciences is something bordering on the mysterious and there is no rational explanation for it".
Alles ist Zahl, sagten die Pythagoreer.
Max Tegmark: „Die Natur ist mathematisch erklärbar,
weil das Universum selbst eine mathematische Struktur ist.“
2. Mittel der Übertragung der Mathematik auf die Physik ist die Information
als Recheneinheit und Substanz, als „irreducible stuff of the universe“:
 $\text{Mathematik} \times \text{Information} = \text{Physik}$
3. Die Grundbausteine der Erklärung sind nicht in erster Linie Teilchen,
Wellen oder Kräfte, sondern geometrische Größen, Quantenfelder,
die wie ein Gewebe unsere gesamte Raumzeit durchziehen.
4. Die Bildung von Dimensionen im Universum geht einher
mit der Optimierung der Informationsdichten von Raumzeitvolumina,
welche die Stärken der fundamentalen Wechselwirkungen im Universum bestimmen.
5. Der Vergleich der über Mehrfachpotenzierung „ab initio“ geschaffenen
mathematischen Struktur mit diesen fundamentalen Kräften der Physik
zeigt Koinzidenzen (Ähnlichkeiten bzw. Zusammenhänge),
die mit Zufall nicht mehr hinwegerklärt werden können.
6. Nach Wahrscheinlichkeitserwartung führt die Häufung dieser Koinzidenzen
über die Multiplikation der Wahrscheinlichkeiten zur sicheren Annahme
der Richtigkeit der Erklärung der Stärken der fundamentalen Wechselwirkungen
aus der Informationsökonomie.
7. Die Möglichkeit der Berechnung der Feinstrukturkonstante zeigt exemplarisch,
dass reine Mathematik via den Begriff der Information
zu physikalischen Sachverhalten führt
und diese im Großen wie im Kleinen erklärt.

II. 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. Austauschteilchen 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 Austauschteilchen. $\alpha_w = 1/29,5$ “
(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 zur 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 eine relative Größe von $5,9 \cdot 10^{-39}$; Kehrwert ist **1,7*10³⁸**.

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 stehen dem Universum mehrere mathematische Instrumente zur Umsetzung der Informationsökonomie zur Verfügung.

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

III. 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.“ (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)

„Nur darum geht es bei der Quantengravitation:
 um dicht gepackte Information und Entropie.“
 (Leonard Susskind, *Der Krieg um das Schwarze Loch*, 2010, S.507/508)

Da ein direkter **Zusammenhang zwischen Information und Materie/Energie** besteht
 und da es 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**.

IV. Das mathematische Instrument: Optimale Potenztürme

Bei Betrachtung der völlig unterschiedlich großen Stärken der Fundamental 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).

Unter der Voraussetzung, dass das Hierarchieproblem etwas mit Optimierung (also Maximierung oder Minimierung) zu tun hat, geht es 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.

„Nur darum geht es: ... um dicht gepackte Information“ (Susskind, Krieg, a.a.O.)

Mittels Multiplikation ist ein Ergebnis von 10^{38} oder 10^{123}

weder ökonomisch noch gar „ab initio“ zu erreichen, wohl aber über mehrfaches, konsekutives Potenzieren:

Wir bauen einen optimierten **Potenzturm**,

indem wir Zahlen (Substrate) aufspalten

und die Bruchstücke in optimaler Weise miteinander potenzieren:

Beim **Bau eines optimalen**

Potenzturms

soll für ein bestimmtes Substrat (Input)

das Ergebnis (Output)

der Potenzierung seiner Fragmente

ein Optimum sein:

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

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

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

(Zu den Einzelheiten der Berechnung siehe den mathematischen Anhang ab Seite 67)

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	$4,48 \cdot 10^8$	$2,2974 \cdot 10^{27}$
8,3	411,875	$1,228 \cdot 10^{12}$	$1,7432 \cdot 10^{225}$

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	w₁
$S = 2,98913 + 3,27304 = 1,86504 + 2,36373 + 2,03338 = 6,26217$		
$W = 2,98913^{3,27304} = 1,86504^{(2,36373^{2,03338})} = $	36,01442	w₂
$S = 1,7265 + 2,8883 + 3,06352 = 1,2424 + 1,842 + 2,4322 + 2,1617 = 7,6783$		
$W = 1,7265^{(2,8883^{3,06352})} = 1,2424^{(1,842^{(2,4322^{2,1617})})} = $	1.296.106	w₃

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.

V. Potenzierungsübergänge, Kopplungsparameter und Dimensionen

Bei einer Zusammenfassung nach Umstellung auf Basis **e** erkennen wir 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	$e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072 \cdot 3 \cdot 1,3091)}$	$e^{(3! \cdot 1,3287^3)}$
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 koinzident 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.

Gibt es eine Kombination der Übergangswerte, mit der sich die Feinstrukturkonstante unter Beachtung und Einbeziehung physikalischer Vorgaben berechnen lässt, und zwar so, dass eine Annäherung an den tatsächlichen Wert in der Weise erfolgt, dass die einzelnen Schritte eine **über**proportionale Annäherung bringen, so dass der Zufall oder Berechnungswillkür („linking numbers“, vgl. S.42) weitestmöglich ausgeschlossen werden kann?

Die obige, von den Werten her noch tastende Form der Darstellung lässt erkennen, wie eine koinzidente Nähe von $\alpha = 137,036$ zu $w_{12} = e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = 136,04$ zustande kommt (vgl. S.17):
 $137,036 = e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072 \cdot 1 \cdot 1,3729)}$
 $= e^{(1 \cdot 1,3708 \cdot 2 \cdot 1,3072 \cdot 1 \cdot 1,3708 \cdot 1,001485)} = e^{\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot 1,001485} = e^{\ln w_1 \cdot \ln w_2} \cdot (1 + 1/137,036).$

VI. Kosmologische Bedeutung der Übergangswerte

1.

„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/>)

2.

Wir nutzen die **Übergangswerte** zur Berechnung von **Raumzeitvolumina** und umgekehrt **Raumzeitdichten** (Information pro Raumzeitvolumen).

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 entsprächen 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.

3.

„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, S.64)

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

Bei rastermäßiger Übertragung dieser Mathematik auf die Physik kann eine Korrelation der Anzahl der Dimensionen im Universum mit 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. **vier**dimensionalen 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 dann einsetzt, wenn die Raumzeitdichte (als Kehrwert des Raumzeitvolumens) einen bestimmten Wert erreicht,
- die Übergangswerte als Rechengrößen der Raumzeit genutzt werden können.

VII. 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 als möglichst effiziente 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 2019 festgelegten CODATA-2018 Wert abweicht und damit selbst zum Richtwert wird!

VIII. Die Feinstrukturkonstante α als physikalische Recheneinheit

„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.93 Fn, 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)

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

Achtung: Wir bezeichnen in dieser Untersuchung mit α die Zahl 137 und nicht deren Kehrwert.

Wo zitiert wird, belassen wir es beim Kehrwert $\alpha = v/c = 1/137$.

“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)

„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, Physik kompakt 3: Quantenphysik, 2.A 2002, S.210)

IX. Koinzidenzen der Abstände der Übergangswerte zu α

Zur Feststellung, ob die Übergangswerte w_1 , w_2 und w_3
(als Ergebnis doppelter Optimierung: Potenzierungsmaxima, Potenzturmwechsel)
oder ihre Verknüpfungen mit der Feinstrukturkonstante korrelieren,
werfen wir einen Blick auf die Tabelle auf Seite 9:

Erste Koinzidenz

Als wir uns zunächst am Wert von α orientierten, stellten wir

– nach Umstellung der relativen Stärken auf Basis e :

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

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 optimalen 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 Koinzidenz

Da 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 $1/\alpha$ -Koinzidenz
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 $1/\alpha$.

Zur Berechnung der gerundeten Differenz von $1/137,036$ siehe Ausführungen auf Seite 20/21.

Modifizierte Übergangswerte und α

w₁	3,93862
w₂	36,01442
$e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$	136,03985
α	137,036
w₃	1.296.106
α^3	2.573.380
2 w₃	2.592.212

Die koinzidenten Abstände der modifizierten Übergangswerte

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

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

Zur Berechnung der gerundeten Differenz von $1/137,036$ siehe Ausführungen auf Seite 20/21.

Multiplikation der beiden relativen Abstände führt zum binomischen Produkt $1/\alpha^2$.

Dritte Koinzidenz

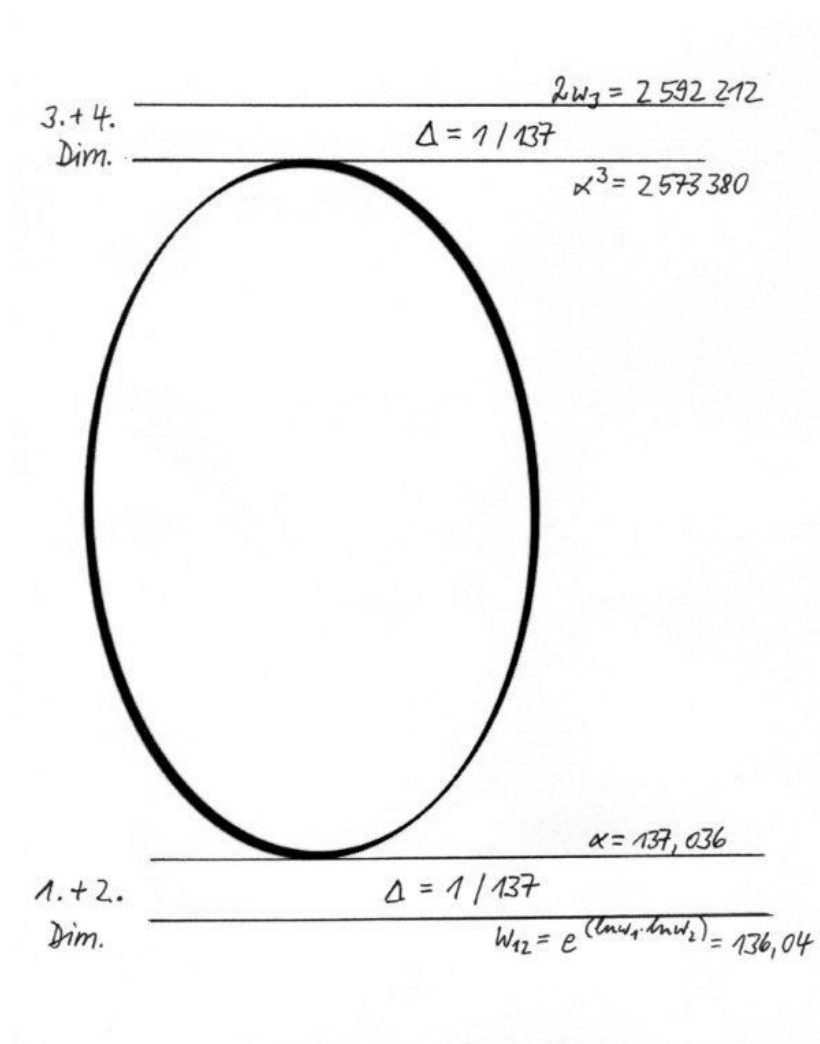
Analoge Multiplikation der als Raumzeitvolumina gedeuteten α -Werte zum Produkt

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

ergibt schließlich einen α -Wert von 137,035843 mit einer weiteren (vgl. S.24)

koinzidenten Abweichung vom CODATA-Wert: $1/220.000$ gleich $1/\alpha^{5/2}$

$$(\alpha_{\text{FSKNF}} / \alpha_{\text{CODATA}})^4 = (137,035843 / 137,035999084)^4 = 1 - 1/\alpha^{5/2}$$



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 $2w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ vom gemessenen α^4 -Wert einen binomischen Abstand von $1/\alpha^2$ hat, aber ...

(Fortsetzung auf S.25)

X. Herleitung und Berechnung koinzidenter $1/\alpha$ -Abstände

Falls der eine oder andere die Berechnung tatsächlich nachvollzogen hat, wird er festgestellt haben, dass der gerundete Wert aus der Division zunächst gar nicht 137,036 beträgt und könnte vermuten, dass es sich um eine lose Koinzidenz handelt, puren Zufall. Daher hier zur Berechnung der 137,036:

a) Auffinden der Koinzidenz

Wir berechnen aufgrund der eine Koinzidenz nahelegenden Zahlenverhältnisse in der Tabelle auf Seite 9 für $\alpha / e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ (bzw. den Kehrwert) die Abstände von beiden Seiten:

Von oben nach unten als $1/(1-136,03985458/137,0359991)$; Ergebnis 137,5663837.

Von unten nach oben als $1/(137,0359991/136,03985458 - 1)$; Ergebnis 136,5663837.

Mittelwert: 137,066

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

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

Wir berechnen für $\alpha^3 / 2w_3$ (bzw. den Kehrwert) die Abstände von beiden Seiten:

Von oben nach unten als $1/(1 - 137,0359991^3 / (2 \cdot 1.296.106,09123))$; Ergebnis 136,6518985584.

Von unten nach oben als $1/(2 \cdot 1296106,091299219 / 137,0359991^3 - 1)$; Ergebnis 137,6518985584.

Mittelwert: 137,152

b) Identität der α -Werte

Wenn wir nun annehmen, dass erstens die Koinzidenzen keine blinden Zufälle sind und es sich zweitens bei den jeweiligen α um ein und denselben Wert handelt, dass die α -Werte in den Raumzeitvolumina und die Kehrwerte der relativen Abstände also identisch sind, dann können wir durch eine diese Identität ausdrückende Gleichung eine rekursive Annäherung vornehmen.

Diese Identität drückt aus, dass

- das mathematische Gerüst aus dimensionsbezogenen Raumzeitvolumina als informationsökonomische Optima dem Welle-Teilchen-Dualismus zugrunde liegt, und zwar unabhängig von der (relativistischen) Geschwindigkeit des Elektrons,
- und der im vorigen als Koinzidenz berechnete Abstand daher kommt, dass sich das Raumzeitvolumen relativistisch mit der Geschwindigkeit des Teilchens ändert; siehe S. 32.

c) Rekursive Annäherung

Erste Beobachtung:

Der α -Wert 137,036 unterscheidet sich vom exponentiell errechneten Volumenwert der beiden ersten Exponentialebenen (aus erstem und zweitem Übergang, $w_{12} = e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = 136,03985$) wieder um etwa 1/137:

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{w_{12}}{\alpha}} \quad \text{bzw.} \quad \alpha = \frac{1}{\frac{\alpha}{w_{12}} - 1}$$

ergibt einen α -Wert von **137,03623**.

Zweite Beobachtung:

Die dritte Potenz von α ($\alpha^3 = 137,036^3 = 2.573.380$) beträgt das Doppelte des dritten Übergangswerts ($w_3 = 1.296.106$) als Volumenmultiplikator (dritte und vierte Dimension öffnend und anschließend), mit einer kleinen Differenz von wiederum 1/137:

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{\alpha^3}{2w_3}} \quad \text{bzw.} \quad \alpha = \frac{1}{\frac{2w_3}{\alpha^3} - 1}$$

ergibt einen α -Wert von **137,03571**.

Dabei stellt sich in beiden Fällen ein **Rundungswert von $\alpha = 137,036$** ein.

d) Entwicklung einer einfachen Näherungsformel

Nimmt man die beiden Seiten aus der rekursiven Annäherung zusammen, ergeben sich folgende inhaltsgleiche Gleichungen:

$$\frac{1}{1 - \frac{w_{12}}{\alpha}} = \frac{1}{1 - \frac{\alpha^3}{2w_3}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{1}{\frac{\alpha}{w_{12}} - 1} = \frac{1}{\frac{2w_3}{\alpha^3} - 1}$$

was schließlich einen α -Wert von **137,035843** ergibt, gerundet wieder **137,036**, der folgender, durch einfache Umstellung gewonnener Formel entspricht:

$$\alpha = \sqrt[4]{2 \cdot w_3 \cdot e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}} \quad \text{(Feinstrukturkonstantennäherungsformel)}$$

Auf Seite 38 weisen wir auf den großen Sprung in der Übereinstimmung der Nachkommadezimalen von drei (036 in 137,036) auf sieben (0359991) beim Vergleich mit dem offiziellen CODATA-Wert hin. Schon aufgrund dieser 7 Dezimalen (Differenz zu CODATA 2018: 0,117 ppb) darf er numerisch als sensationell gutes Ergebnis gelten. Dieser Sprung von vier gilt, wenn man ab erfolgter rekursiver Annäherung zählt. Geht man vom Zustand ab Auffinden der Koinzidenz (siehe oben: 137,066 und 137,152) von einem gerundeten Wert von 137,1 aus, so beträgt der Sprung nicht vier, sondern sieben Dezimalen: Aus dem Dezimalen-Nichts ein Volltreffer!

Vorausgreifend können wir schon hier feststellen, dass der Grund für die relativ großen Abstände zwischen den ersten Werten der rekursiven Annäherung die Tatsache ist, dass diese wertmäßig auch die relativistischen Korrekturen enthalten.

XI. Raumzeitvolumina aus Verknüpfung von Übergangswerten

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

Postulat: Zum Zwecke optimaler Informationsspeicherung
 öffnen sich durch Dimensionsbildung Raumzeitvolumina,
 deren Größe durch Kombination der 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.

Wenn Exponenten nämlich Dimensionen bedeuten, d.h. die Zahl der Exponenten,
 die wir im Konsekutiven Potenzieren einsetzen, also vier,
 mit der der Dimensionen im Universum übereinstimmen,
 haben wir bisher versucht, die Feinstrukturkonstante
 zweidimensional zu berechnen, als ob die Welt nur zwei Dimensionen hätte.

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 und -dichten
für die zwei- und vierdimensionale Raumzeit nutzen,
 erklären diese beiden koinzidenten relativen Abstände von $1/\alpha$

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

$$\alpha^3 / 2w_3 = 2.573.380/2.592.212 = 1 - 1/\alpha$$

die Art der Verknüpfung (Operatoren) der Übergangswerte
 aus dem Phänomen von Zwei- und Vierdimensionalität:

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

Um dem Verdacht des Zufallsfundes oder konstruierender Willkür zu begegnen,
setzen wir zur Erklärung der aufgetretenen Koinzidenzen
als Ausprägungen des handlungsleitenden Prinzips
für die mathematische Verknüpfung der drei Übergangswerte
zwei Annahmen:

a) Volumenidentität von Zeit und Raum

b) Dichtemaximierung.

Mit Blick auf die koinzidenten
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 der
elektromagnetischen Strahlung
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:

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

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

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.

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, ...

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 2019 veröffentlichten CODATA-2018-Wert von α ausgehen)

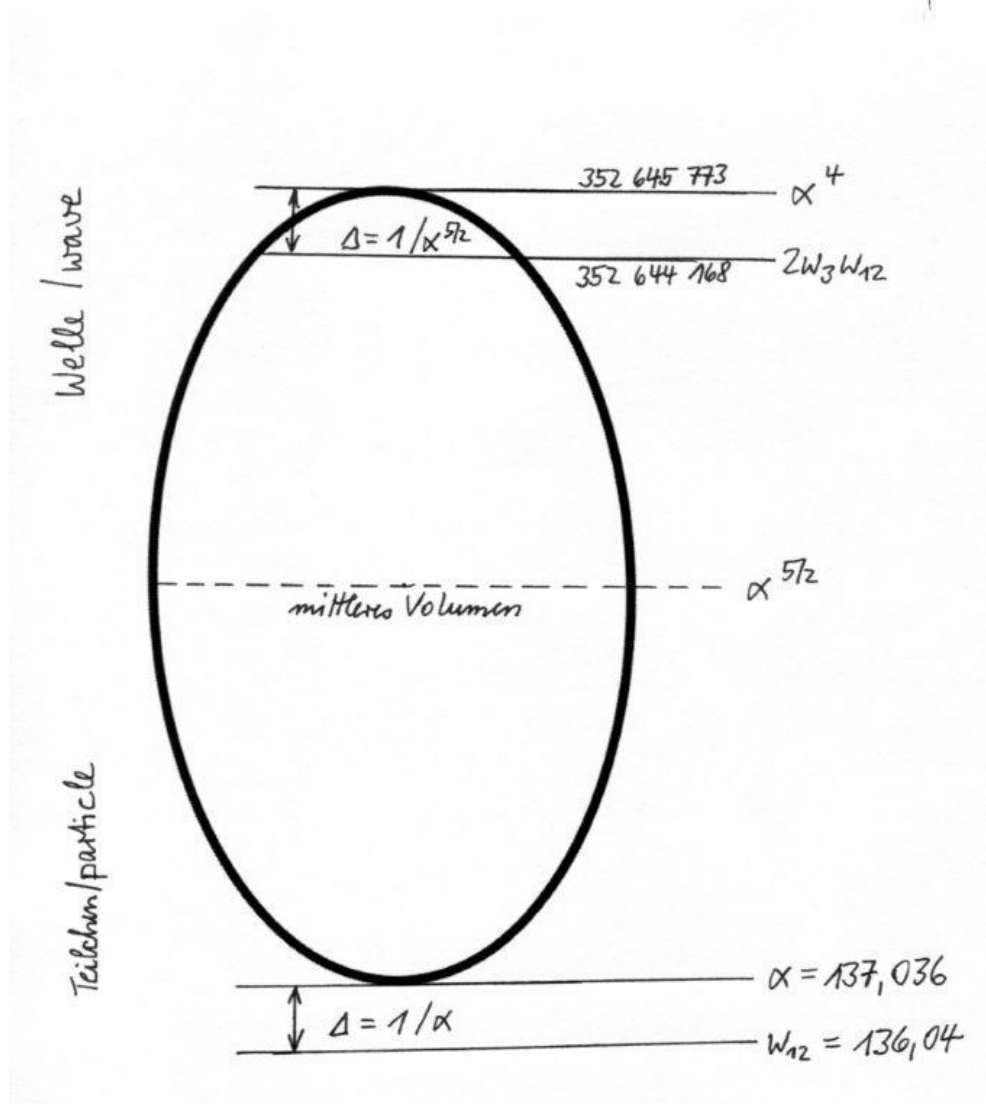
α^4	-	$2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$	
137,035999084 ⁴	-	$2 * 1.296.106,091299219 * 136,0398545814$	
352.645.772,376447	-	352.644.168,364825	= 1604,01162

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: $1604,01162 = 137,02664^{3/2}$

Der hier angegebene α -Wert von 137,02664 (statt 137,036) kommt daher, dass der CODATA-2018- α -Wert 137,035999084, der als Ausgangswert dient, auf Messungen beruht und nicht auf einer Herleitung oder Entschlüsselung. Man könnte bei genügend Sturheit noch immer behaupten, dass es sich um einen erneuten Zufallstreffer handelt. Das hieße aber, den Zufall überzustrapazieren. Das Aufstellen einer Formel, die davon ausgeht, dass es sich eben nicht um einen Zufallstreffer, sondern um den wahren α -Wert handelt, erlaubt die genaue Berechnung von α (siehe Seite 38).

... 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.19

... 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 mit Information gefüllte Raumzeitvolumen der Welle
 bzw. des das Teilchen umgebenden Feldes aus.

Die Ellipse auf S.19 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.

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

1.

Wenn man in der durch Aufschlüsselung in Potenzreihenform entstandenen Gleichung

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

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

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

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, ehemals 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

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

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, 3.A. 2006, S.109)

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.

2.

„Doch was sind Up-Quarks, Down-Quarks und Elektronen denn nun wirklich?

Wir wissen, dass alle Materie aus ihnen aufgebaut ist.

Sie sind punktförmig und daher ohne Ausdehnung ...

Ein Elementarteilchen ist demnach nur Energie, gebunden in der Form eines Wirbels, der ohne äußere Einwirkung nicht zerfallen kann ...

Sie verfügen offenbar über keinen wie auch immer gearteten Kern.“

(Gerd Ganteför: Das rätselhafte Gewebe unserer Wirklichkeit..., 2.A 2023, S.57/59)

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

„... 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.“

(Ludwig Bergmann/Clemens Schaefer, Experimentalphysik Band 4:

Bestandteile der Materie, 2. A., 2003, S.52)

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 Lamb Shift als *resultierender Energieaufspaltungen*
 um $\alpha^{3/2}$ auf den Gesamtvolumenwert α^4 angehoben wird.

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.

Bildlich könnte man sagen,
 das Raumzeitvolumen der Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld
 (mathematische Umkehrung: 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 $1/\alpha^{5/2}$.

Die Feinstrukturkonstante α beschreibt

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

3.

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.

Denn 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.

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

Der Grund ist,
 dass das mathematisch
 errechnete Gerüst aus
 dimensionsbezogenen
 Raumzeitvolumina
 als informationsökonomische
 Optima
 dem Welle-Teilchen-
 Dualismus unabhängig
 von der Geschwindigkeit
 des Elektrons 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

XIV. Der physikalische Gehalt der koinzidenten Abstände

1.

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

Die Konstante α , die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante, gibt die klassische Elektronengeschwindigkeit v auf der ersten Bohrschen Bahn in Einheiten der Lichtgeschwindigkeit c an.

Anders geschrieben:

$$\left[1 + \frac{1}{\alpha^{5/2}}\right] = \left[\underbrace{\left(1 + \frac{1}{\alpha^2}\right)}_{\text{SBK}} * \underbrace{\left(1 - \frac{1}{\alpha^2}\right)}_{\text{relG}}\right] * \left[\underbrace{1 + \frac{1}{\alpha^{5/2}}}_{\text{LS}} + \underbrace{\frac{1}{\alpha^4}}_{\text{Hyp}} \dots\right]$$

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

Zur Größe $1/\alpha$ bzw. dessen Quadrat:

„Diese Kombination von Größen tritt oft bei der relativistischen Behandlung des Wasserstoffatoms auf. Ihr Quadrat $\sim 5 \cdot 10^{-5}$ ist eine gute Schätzung für die Abweichungen von den nicht-relativistischen Erwartungen... wir [können] diesen Faktor in der Energie der Spin-Bahn-Wechselwirkung finden, denn deren Wert als 10^{-5} -faches der Energien des Wasserstoffatoms ist nicht zufällig.“ (Harris, Moderne Physik, 2.A., 2013, S.459)

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 Gesamtergebnis einer Hebung des Raumzeitvolumens um $1/\alpha^{5/2}$ stellt sich ein als Ergebnis

- der **relativistischen Geschwindigkeit** und der **Spin-Bahn-Kopplung**, die sich durch den multiplikativen Zusammenhang im Idealfall bis auf den binomischen Rest aufheben, für $v=0$ und damit $v/c=0$ aber auf jeden Fall Null sind und wegfallen,
- ergänzt durch die **Lamb-Shift** in Höhe von $1/\alpha^{5/2}$
- und schließlich die folgenden, den vorigen binomischen Rest kompensierenden **Hyperfeinstrukturen** der Größenordnung $1/\alpha^4$.

2.

Die relativen Größenordnungen der relativistischen Effekte rühren aus dem Zusammenspiel der unterschiedlichen Dimensionszustände des Elektrons her. Ihr physikalischer Gehalt kann mathematisch unter Nutzung der Übergangswerte dargestellt werden:

Da bei Annäherung an Planckgrößen die Raumdimensionen von drei auf eine abnehmen (vgl. S.10), können wir unsere Zahlen so interpretieren: Das Elektron im Wasserstoffatom hat eine Geschwindigkeit von $c/137$. Mit höherer, relativistischer Geschwindigkeit - damit Energie bzw. Information - erfolgt ein Übergang hin zu tieferen Dimensionen: Das Raumzeitvolumen der ersten zwei Dimensionen wird größer, weswegen wir hinsichtlich dieses Volumens schließen:

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

Es nimmt das zweidimensionale Raumzeitvolumen von $e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = 136,04$ auf $\alpha = 137,036$ zu.

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 weiteren 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 $1/\alpha$:

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

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 $\frac{1}{\alpha^2}$.

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)

Diese binomische Differenz wird abgezogen, was bedeutet, dass das Raumzeitvolumen sinkt, die Informationsdichte steigt.

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 sich aus 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 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.

Die dritte ist eine

quantenelektrodynamische Korrektur.

Nachdem mathematisch durch Multiplikation der beiden je zweidimensionalen Komponenten w_{12} und $2w_3$ das zugrundeliegende vierdimensionale („leere“) Wellenvolumen $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ 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.26-30).

Diese hat die raumzeitvolumenerhöhende relative Größe $\frac{1}{\alpha^{5/2}}$ und entspricht der mittleren Dichte der Raumzeitvolumina von Welle und Teilchen.

Wegen des Ineinandergreifens von relativistischen und quantenelektrodynamischen Korrekturen, des relativ starken Anstiegs der Korrektur durch die LS-Kopplung mit zunehmender Ordnungszahl des Atoms und der Abhängigkeit von der Hauptquantenzahl, ist der zugrundeliegende Zusammenhang, wie er sich unter der Annahme der Informationsökonomie des Universums ergibt, nicht unmittelbar ersichtlich.

Mit Hilfe der Störungstheorie, nämlich über Potenzreihen der Feinstrukturkonstante α , ist eine maximale Annäherung an den tatsächlichen Wert möglich.

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 62)

XV. Relativistische und QED-Korrekturen als mathematisches Spiegelbild

1.

„... ein erster Korrekturterm, den die QED liefert, berücksichtigt die Wechselwirkung einer Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld. Dabei wird von einem Elektron ein virtuelles Photon emittiert und kurz darauf wieder absorbiert.“
(Bethge/Schröder, Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen, 2006, S.109)

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

Die Formulierung gibt die tatsächliche physikalische Erklärung des Raumzeitunterschieds wieder als Informationsvolumen der Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld.

Die QED-Korrekturen werden mathematisch auf dem Rücken dieser Wechselwirkung vorgenommen, um Energiedifferenz und Feinstrukturaufspaltung zu quantifizieren: Sie sind das rückrechnende Spiegelbild dieser Wechselwirkung.

Letztere enthält als Informationsgröße eine Informationsdichte. Die in α -Größe angegebene QED-Korrektur ($1/\alpha^{5/2}$) ist die mathematische Entsprechung in Form einer relativen Differenz zwischen dem Raumzeitvolumen mit und ohne Informationsvolumen dieser Wechselwirkung.

2.

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

3.

„Die Quantentheorien, welche die elektroschwache und die starke Wechselwirkung beschrieben, beruhen - anders als Einsteins Theorie - auf einer festen, nicht dynamischen Raumzeit. Diese beiden unterschiedlichen Sichtweisen der Raumzeit miteinander zu verbinden, ist eine der größten Herausforderungen der theoretischen Physik.“ (Claus Kiefer, Eine Frage ohne Antwort?, Spektrum der Wiss. 8.25, S.32)

“We need a theory about what makes up space, a background-independent theory ... the success of general relativity demonstrates that the geometry of space is not fixed. It is dynamical and it evolves in time. This is a basic discovery that cannot be reversed, so any further theory must incorporate it.” (Smolin, Trouble with Physics, 2006, S.239)

„Einstein's principal discovery, as set out in his general theory of relativity, that the geometry of spacetime is dynamical and that physics must be expressed in a background-independent manner.“ (ebd., S.174)

Die Notwendigkeit, relativistische Korrekturen als Berücksichtigung und Messung der geschwindigkeitsbedingten Raumzeitveränderungen mathematisch vorzunehmen, ermöglicht unserem Erklärungsansatz, sich als hintergrundunabhängig zu erweisen.

4.

Die koinzidenten Abstände in Höhe von $1/\alpha$, die zu relativistischen Korrekturen in Höhe von $1/\alpha^2$ verarbeitet werden, sind für unseren Ansatz erste Hinweise. Diese mathematischen Hinweise beziehen sich auf Energie- und Feinstrukturaufspaltungen, also Abweichungen von dem, was wir suchen.

Indem die Experimentalphysiker, wenn sie mit dem Wasserstoffatom arbeiten, ein Elektron mit einer Geschwindigkeit von $c/137$ vor sich haben, und dessen in Maßen relativistische, aber nicht vernachlässigbare Geschwindigkeit und deren Folgen für die Raumzeit wieder herausrechnen, reagieren sie auf einen vorgegebenen Zustand, den sie mittels relativistischer Korrekturen „bereinigen“. Die Herleitung aber bezieht sich auf den Ursprungszustand (der Geschwindigkeit $v=0$ und $v/c=0$). Sie nutzt nur als Wegweiser die Koinzidenzen, die sich in relativistischen Korrekturen niederschlagen, benötigt selbst aber keine Korrekturen.

Natur bzw. Physik ist die Wechselwirkung der Ladung mit dem Strahlungsfeld und die Geschwindigkeit des über eine Masse verfügenden Elektrons.

Mathematik sind die relativistischen (und die QED-)Korrekturen, um die relativistische Geschwindigkeit zu neutralisieren und die zugrundeliegende Raumzeit wieder ins Reine zu bringen.

XVI. 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 ist,
 - ✓ 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-Korrektur) ist als mittlere Dichte von $1/\alpha^{5/2}$ (bezogen auf das Wellenvolumen α^4 in absoluter Größe: $\alpha^4 \cdot 1/\alpha^{5/2} = \alpha^{3/2}$) gleichzeitig der relative Abstand vom tatsächlichen Raumzeitvolumen, welches die Größe α^4 anzeigt.
Wir interpretieren diesen Unterschied physikalisch als Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld.

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

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

$$2 \cdot 1.296.106,0913 \cdot 136,03985$$

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

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

„leeres“ Volumen

(vor relativistischen und QED-Korrekturen):

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

Aktivitätsniveau

4 Dimensionen

Wechselwirkung der Ladung
mit dem eigenen Strahlungsfeld
(QED-Korrekturen):

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

Summe =

Hintergrund + Aktivitätsniveau

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

XVII. 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)

„This is the Holy Grail of fundamental physics and it means the numerical calculation
of one of the constants of nature. This has never been done.“ (Barrow, Constants, 2002, S.65)

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

Wenn wir nun berechnen, wie hoch der Wert von α sein muss,
damit das aus den drei Übergangswerten berechnete vierdimensionale Volumen $2w_3w_{12}$
ergänzt um die Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld
(mathematische Umkehrung: QED-Korrekturen)
als reale Aktivität in Form einer Differenz von $\alpha^{3/2}$
sich zum Gesamtvolumen α^4 zusammensetzt,
dann lautet die Gleichung (erweiterte Feinstrukturkonstanten-Formel):

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

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

Bemerkenswert der große Sprung hinsichtlich der Übereinstimmung der Nachkommadezimalen von drei
(036 in 137,036; vgl. S.20/21) auf sieben (0359991) beim Vergleich mit dem CODATA-Wert 2018 (vgl. S.51).
Schon aufgrund dieser 7 Dezimalen (Differenz: 0,117 ppb) darf er numerisch als sensationell gutes Ergebnis gelten.
Dieser Sprung von vier gilt, wenn man ab erfolgter rekursiver Annäherung (S.20/21) zählt.
Geht man vom Zustand ab Auffinden der Koinzidenz (siehe S.20: 137,066 und 137,152)
von einem gerundeten Wert von 137,1 aus, so beträgt der Sprung nicht vier, sondern sieben Dezimalen:
Aus dem Dezimalen-Nichts ein Volltreffer!

α^4	=	$2w_3w_{12}$	+	$\alpha^{3/2}$
		vierdimensionales Raumzeitvolumen		Information
		$2 * 1.296.106,0913 * 136,03985$		+ 1604,176
		352.644.168,3648		+ 1604,176
α^4	=	352.645.772,54	=	137,035999100⁴

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

Sieht man sich die Summe
 $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} + a^{3/2}$ 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 $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$
 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 koinzidenten $1/\alpha$ -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 $\alpha^{3/2}$
 aus den Berechnungen ergibt und er nicht
 nur als Unterschied sonst unerklärt dasteht,
 sondern weil er auch noch eine koinzidente
 Größe hat, nämlich die mittlere Dichte,
 herrührend aus Wellenvolumen (α^4)
 und Teilchenvolumen (α),
 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.

XIX. Barrow: Elucidation and enumeration

1. Grundbausteine

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.13): „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.14, 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.

„Die Grundbausteine der erfolgreichsten Theorien sind heute nicht mehr Teilchen, Wellen oder Kräfte, sondern so genannte Quantenfelder, die wie eine Art Gewebe unsere gesamte Raumzeit durchziehen.“ (Kevin Hartnett, Quantenfeldtheorie – Das Fundament der Physik, Spektrum der Wissenschaft 11.21, Nov. 2021, S.13)

Es geht 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.

Mathematik x Information = Physik
--

2. Real advances in our understanding

„Sorge bereiten den Physikern nur Zahlen ohne Maßeinheiten – Zahlen, die man als <dimensionslos> bezeichnet.“ (Hossenfelder, Das hässliche Universum, 2018, S.89)

„The only thing that counts in the definition of the world are the values of the dimensionless constants of Nature.“ (Barrow, Constants, S.49)

Eines der lesbarsten Bücher zur Einführung auch in das Problem der Feinstrukturkonstante ist John Barrows Buch „The Constants of Nature“, 2002 erschienen.

„Real advances in our understanding of the physical world always seem to involve either: Revelation, Elevation, Reduction, Elucidation, Variation, Enumeration.“ (S.61/62)

Davon betreffen unseren informationsökonomischen Ansatz vorrangig zwei, nämlich:

- „elucidation: the discovery that an observed phenomenon is governed by a new combination of constants“ und
- „enumeration: the calculation of the value of a constant of nature from first principles showing that its value is explained“.

Die Ergebnisse der vergangenen Jahrzehnte waren dürftig:

„... despite almost a century of effort, there is no microscopic grand unified theory which predicts this fundamental parameter of our universe.“
(TCM group e.a., The emergent fine structure constant of quantum spin ice is large, Phys. Rev. Lett. 127, 117205, Sept. 2021)

Zur Enumeration führt Barrow, wie schon zitiert, aus:

„This is the Holy Grail of fundamental physics and it means the numerical calculation of one of the constants of nature. This has never been done.
So far, the only way we can know their values is by measuring them.“ (Barrow, S.65)

Was Barrow fordert (auf S.76, bei Erwähnung der M-Theorie aus der Stringtheorie, von der er sich 2002 wohl noch Erkenntnisfortschritte erhofft hat), ist:

- „a large and consistent theoretical edifice from which the prediction would follow“, eine Erklärung, die „eventually comes up with a determination of the value of $1/\alpha$ “,
- „it would also need to make some predictions of things that we have not yet measured, for example the next few decimal places of $1/\alpha$, that future experimenters could search out and check.“

XX. Enormous usefulness of mathematics oder Numerologie ?

1. Linking numbers

Mit willkürlich gewählten mathematischen Konstrukten kann jede gewünschte Genauigkeit erreicht werden, wenn man nur immer weiter ergänzende Elemente einführt, die den Wert in die gewünschte Richtung pushen.

Dem steht aber entgegen, dass diese zusätzlichen Elemente keinen physikalischen Inhalt haben, sondern nur Zahlenverknüpfungen sind:
„the name of the game was linking numbers.“ (Barrow, 2002, S.93).

Barrow kommt auf den Seiten 73-76 seines Buchs auf numerologische Erklärungsversuche zur Feinstrukturkonstante zu sprechen, solche, die willkürlich Zahlenkombinationen ohne „large and consistent theoretical edifice“ herstellen, denen dann ein Wert entspringt, der in der Nähe der Feinstrukturkonstante liegt. Diesen wirft er zu Recht vor:
„No need to observe the world and no need to make any predictions about things that had not yet been seen; the name of the game was linking numbers.“ (S.93)
Vergleichen wir einmal die Genauigkeiten dieser numerologischen Zufallskonstrukte, welche Barrow selbst zitiert, mit dem von uns berechneten Wert von α .

Barrow gibt als „the best experimental value“ den damaligen Wert 137,035989561 an. Dieser Wert unterscheidet sich vom CODATA-2018-Wert 137,035999084 um ein Vierzehnmillionstel; unser Wert dagegen um eins zu 8,5 Milliarden, ist also sechshundertmal näher dran. Der Vergleich mit dem zitierten numerologischen Wert von Robertson 137,03594 hat einen Abstand von einem Dreiundvierzigmillionstel; unserer ist an CODATA-2018 zweihundertmal näher dran. Und gegenüber Burgers Wert 137,0360157 mit Abstand von einem Zwölfmillionstel sind wir siebenhundertmal näher.

Die numerologischen Werte scheiden schon deshalb aus, weil sie so ungenau sind. Der Zufall bringt, nicht unerwartet, keine Genauigkeit.

Drittens aber verstoßen solche Ansätze und Formeln gegen das Gebot der Ökonomie. Wirklich grundlegende Dinge lassen sich mit einfachen Formeln beschreiben, etwa durch $E=mc^2$. Wenn zusätzliche mathematische Elemente („linking numbers“) nicht zu einer überproportionalen Zunahme an Genauigkeit führen, liegt der Verdacht der Willkür und Sinnlosigkeit nahe.

Die willkürlich herbeigezauberten numerologischen Werte

- haben kein „large and consistent theoretical edifice“,
- verletzen das Gebot der Ökonomie,
- sind noch dazu ungenau

und scheiden daher aus.

2. Drei Unterschiede zur Zahlenspielerei

Warum aber ist unsere Betrachtung keine reine Zahlenspielerei, Numerologie?

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

- durch die handlungsleitende Idee der Informationsökonomie in Form der den Hyperoperator Tetration nutzenden Raumzeitoptimierung,
- durch die Möglichkeit einer unendlich genauen Prognose des Wertes der Feinstrukturkonstante,
- durch eine Mehrzahl gewichtiger und aussagekräftiger, da physikalisch zurechenbarer und erklärbarer Koinzidenzen.

3. Quacks like a duck: Neue Objekte in der Mathematik

„Die Mathematik zu verstehen ist nicht das, was Physik so schwierig macht.
Die eigentliche Schwierigkeit besteht darin, die richtige Mathematik zu finden ...“
(Hossenfelder, Das hässliche Universum, 2018, S.22)

Der Ansatz der Optimierung über Potenztürme mag zunächst ungewohnt erscheinen, aber es besteht kein Grund zur Annahme, dass das Universum in seinem Ökonomiestreben vor der Nutzung unterschiedlicher und zusammenwirkender Exponentialenen Halt machen sollte. Es besteht nur der „Anspruch, dass die Theorie konsistent ist, sowohl in sich als auch konsistent mit der experimentellen Beobachtung ...“ (ebd.)

Erstaunlicher als die Ergebnisse selbst, nämlich die Erzielung eines genauen Prognosewerts als auch die zielführende Interpretierbarkeit der Werte, 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.

„... die Geschichte hat gezeigt, dass, sobald neue Objekte in der Mathematik auftauchen, diese meist mit anderen Strukturen zusammenhängen (etwa Zahlen, Gleichungen oder geometrischen Formen) und dadurch zu unerwarteten Erkenntnissen führen.“
(Hartnett, Quantenfeldtheorie, a.a.O., S.15)

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.

Unsere Arbeit ist eine konkrete Anwendung des umfassenderen Problems
bzw. Ansatzes, der darin besteht zu erklären, In welchem Zusammenhang
die Mathematik mit der Physik, also der Wirklichkeit steht.

Die Frage ist, ob die neuen Objekte in der Mathematik, hier: die Übergangswerte
aus dem Potenzturmvergleich, mit physikalischen Strukturen zusammenhängen
und diese deckungsgleich abbilden, oder ob es sich um numerische Zufälle handelt.

Und da kommt die Wahrscheinlichkeitsbetrachtung ins Spiel:

„If it looks like a duck, walks like a duck, and quacks like a duck,
I'm guessing it's a duck.“ (aus: Miles Corvin, Midnight Alley, S.41)

Denn wenn wir Koinzidenzen in zehn Punkten entdecken (vgl. S.45f),
haben wir ausreichend Anhaltspunkte und Anlass zu prüfen,
ob der vorgeschlagene Ansatz, also die Informationsökonomie
basierend auf dem mathematischen Verfahren der Potenztürme,
konsistent, realistisch und erfolgversprechend ist.

„In welchem Zusammenhang die Mathematik mit der Wirklichkeit steht,
ist ein Rätsel, mit dem sich Philosophen schon herumgeschlagen haben,
lange bevor es Wissenschaftler gab, und wir sind auch heute noch nicht schlauer.
Aber glücklicherweise können wir mathematische Formeln nutzen,
ohne dieses Rätsel zu lösen.“ (Hossenfelder, S.74)

So wie diese:

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

4.

Zehn 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.

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 von Koinzidenzen 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.47 unten), nach vernünftiger Wahrscheinlichkeitserwartung ausscheiden kann, vor allem auch weil es gelingt, dem CODATA-2018-Wert bis auf sieben Dezimalen bzw. einen relativen Abstand von einem Achtmilliardstel nahezukommen.

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

An koinzidenten Übereinstimmungen und Näherungen liegen vor:

- (1) Die Begrenzung der Zahl der mittels Optimalen Konsekutiven Potenzierens erzielbaren physikalisch sinnvollen Übergänge (3) und damit verbunden der Exponentialebenen (4) auf die tatsächlich erfahrbaren vier Dimensionen, die mit der Anzahl der Fundamentalen Wechselwirkungen übereinstimmen.
- (2) Die Zuordnungsfähigkeit der Wechselwirkungen zu den Dimensionen, also etwa der Gravitation zur Anzahl von vier Dimensionen, sodass mit Zunahme der Stärken der Wechselwirkungen und Rückgang der Zahl der Dimensionen bei Annäherung an Planck-Größen die Welt zweidimensional wird.
- (3) Die durch Berücksichtigung der relativistischen Korrekturen bewirkte Hintergrundunabhängigkeit des Erklärungsansatzes.
- (4) Als Teil der relativistischen Korrekturen: Der relative Abstand in Höhe von jeweils $1/\alpha$ der beiden modifizierten Übergangswerte von den α -Werten.
- (5) Der relative Abstand des übergangswertebasierten Raumzeitvolumens von der vierten Potenz der Feinstrukturkonstante, in Höhe von $1/\alpha^{5/2}$, gleich der geometrisch-mittleren Dichte aus Zwei- und Vierdimensionalität.
- (6) Die Zusammensetzung des Werts der Feinstrukturkonstante aus vorhergehenden ein- und zweidimensionalen Übergangswerten und nachfolgendem vierdimensionalem, analog zur Zusammensetzung aus Fundamentalkonstanten der Relativitätstheorie und Quantenphysik.
- (7) Die Identifikation der mathematischen Faktoren der erweiterten Feinstrukturkonstantengleichung mit relativistischen und QED-Korrekturen incl. des Wertes von $\alpha^{-1/2} = 8,54\% \sim 10\%$ im Größenvergleich dieser Korrekturen.
- (8) Die Nähe der ersten beiden Übergangswerte zu den Kopplungsparametern der Starken und Schwachen Wechselwirkung.
- (9) Die Nähe des extrapolierten Terms $w_1 * w_2 * w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)}$ zur Stärke der Gravitation.
- (10) Die Annäherung an den CODATA-2018-Wert bis auf 0,117 ppb.

5.

Angesichts der zehn im vorigen Abschnitt genannten Gründe 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.

Als Vorbild die Untersuchung von Spektrallinien, die zur Balmer-Formel führte:

„Zumindest einige Linien des leichtesten Elements, des Wasserstoffatoms, ließen sich durch eine Formel reproduzieren, die der Schweizer Mathematiklehrer Johann Jakob Balmer entdeckt hatte. Freilich nicht auf Basis einer physikalischen Theorie. Stattdessen hatte Balmer in der Abfolge der Wasserstofflinien ein reines Zahlenrätsel gesehen, ähnlich der geheimnisvollen Stufenfolge ägyptischer Pyramiden. Allein mit den Mitteln der Numerologie war es ihm gelungen, dieses Rätsel zu lösen und eine Serie des Wasserstoffs in einer Formel zusammenzufassen.“ (Thomas de Padova, Quantenlicht, 2024, S.75)

„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)

XXI. Die „Zeitlosigkeit“ der Ganter-Prognose

Barrows (2002, S.76) Forderung entsprechend:

*„it would also need to make some **predictions** of things that we have not yet measured, for example the **next few decimal places** of $1/\alpha$, that future experimenters could search out and check.“*

hätte man - anachronistisch vorausgesetzt das Wissen um die Zweidimensionalität von Zuständen nahe dem Planckbereich und präzise Rechenmöglichkeiten - schon vor 50 und mehr Jahren den genauen Wert über den hier vorgestellten Ansatz der Informationsökonomie prognostizieren können, weil die ungefähre Größe 137 bzw. 137,036 schon bekannt war.

Wer hätte damals eine Wette angenommen, die besagt, dass ein tausendmal genauerer Wert prognostiziert und in den nächsten Jahrzehnten experimentell nachgewiesen werden kann?

Mit tausendmal genauer ist gemeint, dass er tausendmal näher am CODATA-Wert liegt. Unserer Sichtweise gemäß hat sich nicht unser unveränderlicher Richtwert verbessert, sondern sind - mit Ausreißern - die Messungen immer genauer geworden.

Unser prognostizierter Wert stammt aus der Herleitung (vgl. S.17), die auf den beiden relativen Abständen (von $1/\alpha$) der modifizierten α -Werte einerseits von den mittels der Übergangswerte berechneten Raumzeitvolumina andererseits beruht - bei einem gerundeten (sowohl prognostizierten als auch gemessenen) α -Wert von 137,036.

Die mathematische **Unveränderlichkeit** und die praktische **Rundungsnähe** bedingen die „**Zeitlosigkeit**“ unserer Prognose.

Gemessene Werte liegen schon **seit Jahrzehnten** bei 137,036 oder schlechter, aber ausreichend nah an diesem Wert, um jeweils eine **Koinzidenz** herzustellen, aufgrund derer die genaue Berechnung ausgeführt wird (Koinzidenzen, die also schon vor Jahrzehnten zur Berechnung hätten genutzt werden können).

In unserem Ansatz wird, nach Feststellung der Koinzidenzen, die Genauigkeit durch nur eine Maßnahme (vgl. Seite 24), die sich noch dazu physikalisch gut begründen lässt, - nämlich die Einfügung eines zusätzlichen Raumzeitvolumens von $\alpha^{3/2}$ (relativ: $1/\alpha^{5/2}$), wie die Berechnung nahelegt - um gleich vier Dezimalstellen angehoben, von 137,036 auf 137,0359991.

Dieser müsste im Rahmen guter Wissenschaft, bei der Theorie und Experiment sich ergänzen, danach von den Messungen bestätigt werden.

Wir prüfen daher, ob sich die experimentell bestimmten und berechneten CODATA-Werte in den letzten Jahrzehnten unserem Wert (bei $v=0$) 137,0359991 angenähert haben, um zu sehen, ob sich die Zuverlässigkeit unseres „wahren“ Wertes bestätigt.

Der Tabelle auf S.54 können wir entnehmen, dass dies der Fall ist, denn die Abstände werden in der langfristigen Tendenz immer kleiner, von 1/6,6 Mio für 1969 auf 1/8,6 Mrd für 2018 (2002 sogar 1/13,7 Mrd; 2006 dann leider wieder größer), was eine mehr als tausendfach höhere Genauigkeit bedeutet und jeden numerologischen Ansatz in den Schatten stellt.

XXII. Die verschiedenen Messwerte für α

1.

“Physicists have more or less given up on a century-old obsession over where alpha’s particular value comes from; they now acknowledge that the fundamental constants could be random, decided in cosmic dice rolls during the universe’s birth ... But a new goal has taken over. Physicists want to measure the fine-structure constant as precisely as possible.”

(Natalie Wolchover, Physicists Nail Down the ‘Magic Number’ That Shapes the Universe, Quanta Magazine, 2.12.2020, <https://www.quantamagazine.org/physicists-measure-the-magic-fine-structure-constant-20201202/>)

“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)

Bis 2012 waren folgende Genauigkeiten erzielt worden:

- „–(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.

Ende 2020 konkurrierten drei Institute um die genaueste Messung:

„ ... 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)

“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)

Die gemessenen und weiterberechneten Werte waren (Stand November 2020):

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]
 $\alpha^{-1} (a_e: 2017) = 137.035999\mathbf{1491} (15)(14)(330)$ ”
(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 $\alpha^{-1} = 137.035999\mathbf{046}(27)$ 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 noch im Januar 2019 selbst einräumte:

“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. Aoyama, Kinoshita, Nio, a.a.O.)

standen bis November 2020 als **die beiden besten Werte** zur Verfügung:

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

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)

Anfang Dezember 2020 hat nun aber das **LKB in Paris**

einen neuen Wert der Feinstrukturkonstante veröffentlicht,

der nach eigenen Angaben der genaueste je gemessene und berechnete Wert und fast dreimal so genau wie der zuvor beste Wert, aus Berkeley, sein soll:

„and determine the fine-structure constant

$\alpha^{-1} (a_e: 2017) = 137.035999**206** (11)$ with a relative accuracy of 81 parts per trillion.”

(vgl. Léo Morel, Zhibin Yao, Pierre Cladé & Saïda Guellati-Khélifa: Determination

of the fine-structure constant with an accuracy of 81 parts per trillion; Nature, volume 588, pages 61–65 (2020), <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2964-7>; 2.12.2020)

Der Anfang 2019 vom LKB genannte Wert von $\alpha = 137.035998996(85)$ lag, was die Ziffern 7-9 nach dem Komma angeht, mit einem Abstand zum CODATA-2018-Wert von 88 noch abgeschlagen hinter denen aus Berkeley mit 38 und Harvard/Riken mit 65.

Nunmehr stellt das LKB die anderen durch die Genauigkeit seines Werts in den Schatten: $\alpha = 137,035999206$ mit einer Genauigkeit von 81 ppt, die jene von Müller (Berkeley) mit 0,2 ppb und von Gabrielse/Aoyama (Harvard/Riken) mit 0,24 ppb um das Zweieinhalb- bis Dreifache übertrifft.

... while we haven't done a full analysis of the LKB result, if acceptable then it will dominate the value of alpha."

(Mail David Newell, NIST, vom 31.08.2021)

Allerdings weist Müller aus Berkeley in seinem Artikel „Standard model of particle physics tested by the fine-structure constant“ (<https://www.nature.com/articles/d41586-020-03314-0>; 2.12.2020) auf die Unstimmigkeit zwischen seiner und der LKB-Messung hin:

„However, there is a remaining puzzle ... there is a strong tension between Morel and colleagues' latest measurement and its two predecessors ... because the latest measurement and its predecessors deviate from the standard-model prediction in opposite directions."

"According to Cladé, both the Paris and Berkeley experiments are based on the same physics, making the divergence all the stranger. <I don't think the discrepancy is due to the use of cesium or rubidium. There is probably something in one of the two experiments that may not have been accounted for.>" (Dhananjay Khadilkar, Scientific American, 16.12.2020; <https://www.scientificamerican.com/article/physicists-achieve-best-ever-measurement-of-fine-structure-constant/>)

Die LKB-Messung "differs from Müller's 2018 result in the tenth digit, a bigger discrepancy than the margin of error of either measurement. This means ... that one or both of the measurements has an unaccounted-for error ... In such precise experiments, every detail matters.

Table 1 of the new paper is an "error budget" listing 16 sources of error and uncertainty that affect the final measurement ... Much of the error budget comes from foibles of the laser, which the researchers have spent years perfecting."

(Wolchover, a.a.O.)

3.

Dass die genauesten Werte nicht übereinstimmen und außerhalb des Unsicherheitsbereichs des jeweils anderen liegen, ist nichts Neues. Dies war zuvor schon der Fall, etwa beim CODATA-2018-Wert.

Der Wert aus Harvard/Riken (Gabrielse/Aoyama) $\alpha = 137.035999149(33)$ deckt in den Ziffern 7-9 nach dem Komma einen Bereich zwischen 116 und 182 ab.

Der Wert aus Berkeley (Müller, Parker) $\alpha = 137.035999046(27)$ deckt in den Ziffern 7-9 nach dem Komma einen Bereich zwischen 019 und 073 ab.

Obwohl sich die Bereiche mangels Überschneidung mathematisch ausschließen, musste das NIST die Werte mangels besserer neben anderen als wesentliche zugrunde legen und gewichten, wobei als Ergebnis dann ein offiziell fixierter Wert von 084 herauskam. Dieser liegt außerhalb beider Unsicherheitsbereiche. Streng genommen bedeutet das, dass das NIST beiden Messungen bzw. deren Angaben über die jeweilige Unsicherheit numerisch widerspricht.

Auf die Problematik hatte auch das LKB in einem Beitrag im Internet im September 2017 hingewiesen, der heute leider nicht mehr verfügbar ist (wobei es um den Unterschied zwischen Berkeley und LKB auf der einen sowie Harvard/Riken auf der anderen Seite ging):

“In 2010 the two values $\alpha(a_e)$ and $\alpha(h/m)$ were in good agreement, but in 2015 new QED calculations have been performed which shifted the value of $\alpha(a_e)$, there is no more overlap between error bars especially if one considers the new value of the relative electron mass and the latest adjustments of the Rydberg constant and the rubidium mass. Using the value of the Rydberg constant derived from muonic hydrogen and 1S-2S transition experiments results in an even larger discrepancy. This makes the CODATA adjustment less reliable.”

(S. Bade, P. Cladé, e.a., Precise determination of the fine structure constant: impact on the new International System of Units, damals: <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/WS.../S2/S2-9.pdf>)

4.

Die CODATA-Werte sind gewichtete und veränderliche Festlegungen von experimentellen Werten, wobei die Unsicherheitsmarge (error bar) dieser vermittelnden CODATA-Werte, wie die Tabelle zeigt, zwar kontinuierlich abnimmt und im Laufe von 50 Jahren (1969-2019) auf ein Zehntausendstel (von 210.000 auf 21) minimiert wurde, aber die Unsicherheitsbereiche öfters durch nachfolgende Werte desavouiert werden.

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

Jahr	CODATA-Wert	Unsicherheit	ΔGanter, abs.	ΔGanter, 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)
2022	137,035999177	(21)	(77)	(1/1,8 Mrd)

Bspw. liegt die Unsicherheit von 2014 außerhalb des Wertes von 2018 (in den letzten drei Ziffern): $139 - 31 = 108$. 84 liegt aber unterhalb des Unsicherheitsbereichs von 2014 (der von 108 bis 170 ging).

Noch erheblicher ist die Entwicklung zwischen 2003 und 2010, wo 2006 (aus heutiger Sicht) ein Ausreißer festzustellen ist, der 2010 korrigiert wurde. Die letzten drei Ziffern waren zunächst um 569 gestiegen, dann um 605 gesunken, trotzdem stellte das NIST jeweils eine starke Verbesserung der Unsicherheitsbereiche fest.

Es stellt sich also die Frage, ob die Unsicherheitswerte vom NIST nicht systematisch geschönt werden, um wissenschaftlichen Fortschritt anzudeuten.

David Newell vom NIST gibt folgende Auskunft (Mails vom 20./31.08.2021):

„the 2006 CODATA value of alpha was dominated by ‘one’ input value that had a much smaller uncertainty than any other input data.

CODATA values of the fundamental constants are based on a least-squares analysis with inverse variance weighting – that is – the smaller the uncertainty for an input data, the larger the weight.

The ‘one’ 2006 value is the comparison of QED theory and experiment for the anomalous moment of the electron. There was only one effort for the QED theory and an error was discovered in the eighth order mass-independent coefficient that was only partially completed and not independently verified. A correction for this error was applied in the 2010 CODATA adjustment of the fundamental constants.

... the measurements and understanding (theory) of the fine structure has steadily improved as indicated by the steady decline of its uncertainties and it is through lower uncertainties that either new physics or errors are discovered.

We initially investigate all input data for relevance and accuracy, fully reviewing the input data for any potential over-sites by the researchers, either in the experiment or in the theory applied.

If the data are acceptable, we investigate the inconsistencies of input data that affect a fundamental constant (in this case alpha) and if we cannot find any reason for the discrepancies, we use the reduced residuals from the input data of the LSA as a ‘rule of thumb’ (nominally no greater than 2) and apply an expansion factor to the final uncertainty of the fundamental constant.“

Das bedeutet wohl:

Das NIST verlässt sich auf die Angaben der Experimentatoren zu den Unsicherheitsmargen, übernimmt diese, korrigiert sie aber im Nachhinein nicht mehr, so dass es wie ein „steady decline of its uncertainties“ aussieht.

Sollte die Ganter-Herleitung und -Prognose richtig sein, wird das LKB seinen Wert revidieren müssen, weil die angebliche hohe Präzision sich als Irrtum erweist. Es birgt für das NIST die Gefahr, dass wieder ein falscher Unsicherheitswert perpetuiert und desavouiert wird.

5.

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

Bei der siebten Ziffer gibt es seit Ende 2020 diese Übereinstimmung nicht mehr,
denn bei Rundung des neuen LKB-Werts kommt eine 2 und keine 1 mehr heraus.

Im Mai 2024 legte das NIST den Wert der Ziffern 7-9
aufbauend auf den neuen Messwerten auf 177 fest.

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	100	(Ganter-Prognose, 2015)
137,035999	139	(CODATA 2014)
137,035999	149	(Gabrielse, Aoyama, 2018)
137,035999	166	(Fan, Myers, Sukra, Gabrielse, 2022)
137,035999	177	(CODATA 2022)
137,035999	206	(LKB Paris, 2020)

6.

Dass “physicists have more or less given up on a century-old obsession
over where alpha’s particular value comes from” (Wolchover, a.a.O.),
ist umso bedauerlicher, als sich aus der Informationsökonomie
unser genauer Wert (137,035999100) herleiten und begründen lässt,
der ziemlich genau zwischen den Messungen aus Berkeley und Harvard liegt,
allerdings dem neuen Wert aus Paris dahingehend widerspricht,
dass er außerhalb des Unsicherheitsbereichs der LKB-Messung liegt,
was aber auch, wie festgestellt, für die Messungen aus Berkeley und Harvard gilt.
Kurioserweise liegt das Mittel des alten (Januar 2019) und neuen (Dezember 2020)
LKB-Werts ziemlich genau an der Ganter-Prognose,
nämlich bei $0,5 \cdot (137,035998996 + 137,035999206) = 137,035999101$.

Aus Sicht der Ganter-Herleitung und -Prognose
sind die besten Werte noch immer die aus Harvard und Berkeley.

7.

Von wem sind sonst noch neue Messungen zur Feinstrukturkonstante zu erwarten?

„Grundlagenphysik

Das Extremely Large Telescope ELT soll dabei helfen, einige offene Fragen der Grundlagenphysik zu beantworten: etwa ob die Stärke der elektromagnetischen Kraft zwischen den Elementarteilchen oder das Verhältnis zwischen den Massen des Protons und des Elektrons seit der Geburt des Universums gleichgeblieben sind.

Indem man die Strahlung weit entfernter Quasare untersucht, lässt sich die Feinstrukturkonstante bis zur zehnten Nachkommastelle genau bestimmen. So könnten Forscherteams herausfinden, ob der Wert von der Entfernung zur Quelle – und damit vom Alter des Alls – abhängt.“ (Barcons/Gonzalez/Lavega: Technik – Das größte Auge der Welt, Spektrum der Wissenschaft 8.21, August 2021)

Oder vom MPI in Heidelberg. Zoltan Harman vom MPI teilte zu dessen Ankündigung von 2016 (<https://www.mpi-hd.mpg.de/mpi/en/news/meldung/detail/neuer-weg-zur-feinstrukturkonstante/>) auf Anfrage am 26.01.2021 per Mail mit:

„Das Experiment ist tatsächlich in Vorbereitung, bzw. wir Theoretiker arbeiten an den entsprechenden Rechnungen. Die Ionenfalle ALPHATRAP für die Messungen wurde gebaut und getestet, und die ersten Experimente sind damit durchgeführt worden ... Es wird noch Jahre dauern, bis wir die Feinstrukturkonstante bestimmen können - es war schon in 2016 klar, als wir die Idee veröffentlicht haben, dass es viel Arbeit ist. Es bleibt noch abzuwarten, ob wir so genau oder sogar noch genauer sein werden als die Methode der Pariser.“

„For the future, a measurement is underway to realize the new precision with a positron, to improve the test of the fundamental CPT symmetry invariance of the SM by a factor of 40. Much larger improvements ... more stable apparatus, improved statistics, and better understood uncertainties. Detectors being tested, more harmonic and lower loss trap cavities, and detector backaction circumvention methods should enable much more precise measurements to come.“

(Fan, Myers, Sukra, Gabrielse: Measurement of the Electron Magnetic Moment, Phys. Rev. Lett. 130, 071801 (2023))

„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>)

XXIII. Noch einige Folgerungen

- (1) Dass die Herleitung der Feinstrukturkonstante aus dem Vergleich der Kopplungsparameter mit den Übergangswerten richtig ist, 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, was den errechneten Wert als neuen Referenzwert empfiehlt.
- (2) Da der Wert der Feinstrukturkonstante bei $v=0$ auf der Grundlage informationstheoretischer Überlegungen mathematisch-geometrisch herzuleiten ist, steht zu vermuten, dass er sich nicht räumlich oder zeitlich ändert.
- (3) Wenn die Gleichsetzung von Exponentialebenen und Dimensionen sowie der Vergleich der Übergangswerte mit den Kopplungsparametern der Fundamental 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.
- (4) Eine Singularität im Schwarzen Loch dürfte dadurch verhindert werden, dass die vierdimensionale Raumzeit sich auf eine zweidimensionale zurückbildet. Von drei Raumdimensionen mit unendlich hoher Dichte im Zentrum bleibt nur eine übrig und die Informationsspeicherung erfolgt zweidimensional – ohne Zentrum und Singularität.
- (5) 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.

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

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

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 relativen optimierten Größen: Volumina, Dichten, Stärken.

XXV. 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.

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.

4.

"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.

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, 2002, S. xiii).

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 Koinzidenz	α	α^3	α^4	$= \alpha^4$
genauere Koinzidenz	$\alpha(1-1/\alpha)$	$\alpha^3(1+1/\alpha)$	$\alpha^4(1-1/\alpha^{5/2})$	
Informationsdichte	$1/\alpha$	$1/\alpha^3$	$1/\alpha^4$	$[1/\alpha^{5/2}, \text{ aus } 2D+4D]$
mittlere Dichte (rel. Korrr.)		$1/\alpha^2$		
mittlere Dichte (QED-Korr.)			$1/\alpha^{5/2}$	

XXVI. Exkurs: Der Anteil der Dunklen Materie gemäß Informationsökonomie

1.

Die Formeln zur Bestimmung der ersten drei Grundkräfte ergaben sich aus einem Vergleich der Stärken der Wechselwirkungen, auf welche dann die Übergangswerte aus einem Potenzturmvergleich angewendet wurden.

Bei Extrapolation dieser Formeln auf ganze Größe $w_1 * w_2 * w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)}$ unter Verwendung aller drei Übergangswerte stellt man fest, dass das Ergebnis in der Größenordnung wunderbar mit dem Stärkenunterschied zwischen Gravitation und Starker Kraft übereinstimmt, abgesehen eben von einem numerischen Unterschied von etwa 15%.

Bei der Gravitation haben wir nämlich ein informationshaltiges Raumzeitvolumen (als Erwartungswert gemäß unserer Formel $w_1 * w_2 * w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)}$) von $1,9748 * 10^{38}$ mit einer die Stärke der Wechselwirkung bedingenden Informationsdichte von **1 zu $1,9748 * 10^{38}$** . Die tatsächlich gemessene Kraft in relativer Größenordnung ist aber stärker, nämlich **1 zu $1,69 * 10^{38}$** .

Wenn wir das dazugehörige relative Raumzeitvolumen von $1,69 * 10^{38}$ durch das unserer Formel $w_1 * w_2 * w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)}$ entspringende, nämlich $1,9748 * 10^{38}$, dividieren, erhalten wir $1,69 / 1,9748 = 0,8558 = 85,58\%$.

2.

Hier bietet sich nun eine Erklärung an, die mit einem ungelösten Rätsel der Gravitation im Universum zusammenhängt, nämlich der Dunklen Materie.

„Das europäische Weltraumobservatorium Planck war noch präziser und begann 2009 mit der Datensammlung; 2018 wurden die endgültigen Ergebnisse veröffentlicht. Sie untermauern die bis dahin gewonnenen Erkenntnisse zum CMB und zu dem Universum, das laut Simulationen dazu passt: Es besteht zu 4,9% aus baryonischer Materie, zu 26,6% aus Dunkler Materie und zu 68,5% aus Dunkler Energie.“ (Richard Panek: Dunkle Energie - Was das Weltall auseinandertreibt, Spektrum der Wissenschaft 3.24, S.19)

Der Quotient:

„85% der Materie in unserem Universum existieren in einer Form, deren Natur wir nicht verstehen.... Nur **15%** aller Materie bestehen aus dem, wovon wir täglich umgeben sind und woraus wir selbst bestehen, aus denjenigen Materieteilchen, die wir im Labor untersuchen und in Teilchenbeschleunigern erzeugt haben.“ (Sibylle Anderl, Dunkle Materie, 2.A. 2023, S.7)

Kandidaten:

„In der Vergangenheit wurden viele mögliche Dunkle-Materie-Kandidaten postuliert: von bestimmten Neutrinos über Axionen bis hin zu WIMPs.

Bislang fehlt aber von allen postulierten Teilchen jede Spur. Der Grund:

Dunkle Materie scheint zwar massebehaftet und hinterlässt somit gravitative Spuren, doch sonst wechselwirkt sie wohl kaum mit gewöhnlicher Materie, was einen Nachweis mit herkömmlichen Detektoren erschwert.

In einer bei Physical Review Letters erschienenen Arbeit hat Becker mit seinen Kollegen ... einen weiteren Kandidaten für Dunkle Materie vorgestellt, das Wallion.

Dieses ähnelt den vom Physik-Nobelpreisträger Wilczek vorgestellten Axionen:

Es entsteht durch ein Quantenfeld, das ein bestimmtes Potential besitzt ...

Diese Form des Potentials sei stabil und erzeuge Teilchen mit extrem geringer Masse.“

(Manon Bischoff: Ein neuer Kandidat für Dunkle Materie, Spektrum der Wissenschaft 8.26, S.25/26)

3.

Als Rest aus der obigen Berechnung bleiben $100\% - 85,58\% = 14,42\%$.

Hier liegt offensichtlich eine Koinzidenz vor, die sich mit physikalischem Inhalt füllen lässt, denn diese Größe hat eine starke Nähe zum Quotienten, den wir erhalten, wenn wir den von der ESA genannten sichtbaren Anteil von 4,9% durch den Gesamtanteil an Materie von 4,9% plus 26,8% teilen, also zu den oben genannten 15%.

Einerseits ist beeindruckend, dass eine solche Formel, $w_1 * w_2 * w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)}$, die alle drei Übergangswerte

in einer mit den vorherigen Formeln kohärenten Zusammenstellung beinhaltet, so nahe an der relativen Größenordnung der Gravitation liegt, andererseits besteht dieser Unterschied von 14-15%, der zu erklären ist, wenn man vermeiden will, dass der Ansatz als numerologischer Zufallsfund, als belanglose Zahlenspielerlei abgetan wird.

Koinzidenz	
15%	85%
0,28 von 1,97	1,69 von 1,97
Nebenteil	Hauptteil
sichtbar	unsichtbar
Nahwirkung	Fernwirkung

Einer Interpretation können wir folgende Feststellungen zugrunde legen:

„Die Raumzeit hat ... Energie, und damit auch Masse... Grundlage dieser These sind die sogenannten Vakuumfluktuationen.“ (Ganteför: Das rätselhafte Gewebe ..., 2.A 2023, S.30)
 „... man Teilchen wie Elektronen und Photonen auch als Anregungszustände der Raumzeit betrachten kann.“ (S.32) „... die Raumzeit: Sie ist offenbar ein <Etwas>, denn sie hat Masse, Energie, Druck, Temperatur und Strömungen.“ (S.45)

„Es entsteht durch ein Quantenfeld, das ein bestimmtes Potential besitzt ...
 Diese Form des Potentials [ist] stabil und erzeug[t] Teilchen mit extrem geringer Masse.“
 (Bischoff, a.a.O., Spektrum der Wiss. 8.26, S.25/26)

Unsere Erklärung:

85% der Gravitation im Universum entsprechen über Quantenfelder der Tatsache, dass die Raumzeit Energie und damit auch Masse hat;
 der Rest von 15% bedeutet ebenfalls ein Raumzeitvolumen,
 und zwar der Elementarteilchen, die im Urknall geschaffen wurden,
 und der damit verbundenen Wechselwirkungskräfte,
 die nach unserer Berechnung einen Raumzeitvolumenanteil von 14,4%
 (Achtung: Raumzeitvolumen, nicht Raumvolumen!) einnehmen,
 bei denen etwa aber als Starke und Schwache Wechselwirkung
 nur eine **Nahwirkung** vorliegt,
 während die Gravitation eine **Fernwirkung** ist.

Die ersten drei Wechselwirkungen haben sich schon einen Anteil
 an den Kräften pro Raumzeitvolumen gesichert bevor als vierte die Gravitation auftritt.

Diese Fernwirkung der Gravitation
 in Raumzeitdichten mathematisch einfach formuliert:

$$\frac{1,69 \cdot 1}{85,6\%} + \frac{1,69 \cdot 0}{14,4\%} = \frac{1,9748 \cdot 1}{100\%}$$

Fazit:

Die Informationsökonomie erlaubt
 über das Mittel der Nutzung höherer Potenzebenen (optimale Potenztürme)
 durch Bildung von Koinzidenzen die Erklärung
 des Anteils der Dunklen Materie im Universum, der zwischen 14 und 15% beträgt,
 aber nicht in erster Linie in der Form, dass klar würde, aus welchen Teilchen
 die Dunkle Materie besteht, sondern indem sie eine Berechnung des Anteils
 der Dunklen Materie über die Raumzeitvolumendichte ermöglicht.

XXVII. 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	68
Dimensionsabhängige Berechnung optimaler Werte	78
Die ganz genauen Übergangswerte	80
Bauplan	82

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 auch nur 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 Potenzurm von n Exemplaren von k , also $k^{k^{k^k \dots}}$ 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 ...

$a^a^a^a$	Tetration
$a^a^a^x$	Iterated exponentials
$a_1^{a_2^{a_3^{a_n}}}$	Nested exponentials (also towers)
$a_1^{a_2^{a_3^{a_4 \dots}}}$	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 (Input) eine möglichst große Rechteckfläche A (Output) 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 (Input) von 100 führt zu einem Ergebnis von $25 \cdot 25 = 625$ (Output).

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 (Input) entspricht ein Ergebniswert (Output).

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 (Input) 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 (Output) 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 Exponentialenen (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 Potenztürmen 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
Potenzturmhöhen mit kleinerer Zahl der Exponentialebenen.

Die **Übergänge** zwischen den Potenztürmen 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 Potenztürmen auf S.80/81)

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 Potenzturmvergleich.

Lesen der Tabelle: Maximalwerte der Potenzierung

In der zweiten Spalte (2 Fragmente) auf S.72 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 Potenzturm 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 Beispielsfall 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.68 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 $x^{x^{\ln x}}$,
im Falle des Turms aus drei Ebenen die Formel $(S-x-x^{\ln x})^{(x^{\ln x})}$.
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 dass man im zweiten Term
zur Verdeutlichung eher $(S-y-y^{\ln y})^{(y^{\ln y})}$ schreiben sollte.

Die Werte müssen numerisch bestimmt werden
durch Vergleich der jeweiligen Ergebniswerte.
Man muss dazu ein bisschen hin und her rechnen in beiden Potenztürmen,
um zu bestimmen, wo bei gleichem Substrat
beide Potenztürme den gleichen maximalen Wert liefern.

Und dabei kommt folgendes Ergebnis heraus:
 $2,98913^{3,27304} = 1,86504^{2,36373^{2,03338}} = 36,01442$
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: $Y^{(C-x-x^{\ln x})^{(x^{\ln x})}}$,
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, beim Dimensionsübergang $2,20144 + 1,73718 = 2,20144^{1,73718} = \mathbf{3,93862}$.

Das allgemeine Maximum bei Aufteilung in zwei Teile folgt (siehe S.71 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:

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

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

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 Potenztürmen 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.

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 optimale relative Speichervolumen bzw. als Kehrwert die optimale Dichte einer Dimension.
- Das Raumzeitvolumen einer einzelnen Dimension ist begrenzt. 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 oben optimales Volumen, nach unten optimale Dichte.

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!

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

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: $Y^{(Z-x-x*\ln x)^{(x^*(x*\ln x))}$, 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^((7,199787-e-e)^(e^e))

Die ganz genauen Übergangswerte

Übergang 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

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

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

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

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

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

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

Volumenwert der letzten beiden Exponentialebenen=Dimensionen

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

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	Koinzidenz
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	
9		(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	$2*10^{38}$		$w_1 * w_2 * w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2 \cdot \ln w_3)}$	ja

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.

XXVIII. 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 Potenztürme 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.

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 Koinzidenzen 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 koinzidente Abstände von jeweils $1/\alpha = 1/137$ erhält, sondern auch noch den koinzidenten 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.

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 dem Volumen der Wechselwirkung der Ladung mit dem eigenen Strahlungsfeld, 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, so das MPI.

Im übertragenen Sinne haben die Physiker das Dach gebaut, 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.

Denn auch mit all den noch so extrem genauen Messungen der praktischen Physiker lässt sich die Feinstrukturkonstante nicht herleiten. Die Physiker agieren als Messingenieure, deren Ergebnisse zwar wichtig sind, weil sie auch im Kleinen die genauen relativen Unterschiede in der Feinstrukturaufspaltung aufzeigen. Diese Ergebnisse führen aber aus sich selbst heraus zu keiner Erklärung über die Herkunft des Werts der Feinstrukturkonstante.

Ist der neue LKB-Wert von 2020 falsch?

Man muss zwei Werte unterscheiden:
den genauen Wert der Feinstrukturkonstante und die Unsicherheitsmarge.

Aus Sicht der Ganter-Prognose ist der LKB-Wert extrem genau; immerhin stimmen die ersten sechs Ziffern hinter dem Komma überein. Aber die Werte aus Harvard und Berkeley sind noch genauer, da sie noch näher an der Ganter-Prognose liegen.

Nun behauptet das LKB aber eine Genauigkeit von 0,081 ppb. Und diese liegt außerhalb der Ganter-Prognose, ebenso wie außerhalb der anderen beiden Messungen. Die Ganter-Prognose sagt zum LKB-Wert daher anerkennend, dass er sehr genau ist, fügt aber hinzu: nicht genau genug, um die Aussage über die Unsicherheitsmarge zu bestätigen. Letztere ist offensichtlich viel zu gering!

Die Ganter-Prognose als Richtwert?

Sollte die Herleitung Hand und Fuß haben, dann ist die Ganter-Prognose zum Wert der Feinstrukturkonstante bei $v=0$ des ruhenden Elektrons eine unveränderliche mathematische Konstante mit unbegrenzter Genauigkeit.

Die Messungen der Physiker dagegen variieren erfahrungsgemäß um diesen theoretisch fixierten Wert, so auch der CODATA-Wert (der im Laufe der Jahrzehnte mal größer, mal kleiner als der 2015 erstmals berechnete Ganter-Wert war).

Irgendwelche mathematischen Konstrukte konnte man früher mit dem CODATA-Wert vergleichen, um festzustellen, welches Konstrukt näher heran reicht, was dem näheren Konstrukt höheres Ansehen hätte verschaffen können, auch ohne nachvollziehbare Herleitung. Nunmehr kehrt sich die Sichtweise um: Nicht mehr der CODATA-Wert setzt den Standard, sondern der Ganter-Wert, welcher die Qualität von Messungen wiederum an deren Abstand zu ihm selbst misst. Dabei kann man dann lobend feststellen, dass sich der CODATA-Wert in den letzten Jahrzehnten stark angenähert hat, oder aber die Ausreißer (incl. LKB-Wert von 2020) und Unsicherheitsmargen kritisieren.

Wird der berechnete Wert 137,035999099966 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. 49, Ke Xiao) und bis heute auf 0,2 ppb bzw. angeblich 0,081 ppb (LKB) 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>)

Ist die hier verwendete Mathematik nicht zu einfach?

Die Entschlüsselung der Feinstrukturkonstante mithilfe von Koinzidenzen mag den meisten Physikern trotz der zehn auf S.46 aufgeführten Gründe gegen den *Mann im Mond* noch immer als pure Zahlenspielererei 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.

Warum wird in der Rechnung auf Seite 24 der CODATA-2018-Wert und nicht der CODATA-2022-Wert benutzt?

Wir zitieren hier (ebenso wie auf weiteren Seiten den alten CODATA-2018-Wert (137,035999084) und nicht den CODATA-2022-Wert (137,035999177), weil wir der Überzeugung sind, dass der Wert in absehbarer Zeit (bezüglich der Dezimalen 7-9) Richtung 100 korrigiert werden wird, auch wenn es wissenschaftlich richtig wäre, den neuen Wert zu nutzen, da sich Theorie und Experiment ergänzen bzw. das Experiment über die Theorie richtet. Seit 1969 ging der CODATA-Wert immer abwechselnd hoch und runter, seit 2006 tut er dies um den von uns berechneten Wert alternierend; siehe S.54. 2002 betrug der Abstand zwischen CODATA-Wert und Ganter-Wert sogar nur etwa 1 zu 14 Milliarden.

Ändert sich der Wert von α ?

Da der Wert der Feinstrukturkonstante α bei $v=0$ auf der Grundlage informationstheoretischer Überlegungen mathematisch-geometrisch herzuleiten ist, steht zu vermuten, dass er sich nicht räumlich oder zeitlich ändert.

Daran ändert auch nichts die Tatsache, dass α sich mit zunehmender Energie erhöht, nämlich auf einen Wert von etwa $1/128$. Dabei handelt es sich um zwei Effekte, nämlich erstens relativistische und zweitens die Tendenz zur Dimensionsverringering mit Annäherung an die Planckgrößen.

Der Wert bei $v=0$ beträgt unveränderlich $\alpha = 137,035999100$.

„Eine Naturkonstante sollte immer den gleichen Wert haben, unabhängig davon, zu welcher Zeit oder an welchem Ort sie bestimmt wird ... als Lokale Positionsinvarianz (LPI) bekannt.

Zur Detektion von α -Variationen ... ein kombinierter Vergleich von Ytterbium- und Cäsium-Uhren ... Es zeigte sich, dass Änderungen im Wert von α pro Jahr höchstens ab der 21. Nachkommastelle auftreten können. Dies ist die erste signifikante Verbesserung der Grenze einer möglichen zeitlichen Variation von α seit über 12 Jahren, mit einer um den Faktor 20 höheren Genauigkeit. (PTB News 2/2021, S.6)

Nochmals zur „Zeitlosigkeit“ unserer Prognose

Die mathematische Unveränderlichkeit unseres Ergebnisses zur Feinstrukturkonstante und die Rundungsnähe dieses Ergebnisses zu den Messwerten bedingen die „Zeitlosigkeit“ unserer Prognose.

Gemessene Werte liegen schon seit Jahrzehnten bei 137,036 oder schlechter, aber ausreichend nah an diesem Wert, um jeweils eine Koinzidenz herzustellen, aufgrund derer die genaue Berechnung ausgeführt wird (Koinzidenzen, die also schon vor Jahrzehnten zur Berechnung hätten genutzt werden können).

Newton war beim Gravitationsgesetz ein noch größeres Kunststück geglückt:
„Newton berief sich auf Beobachtungen und Experimente, die auf nur vier Prozent
genau waren, und leitete daraus ein mathematisches Gravitationsgesetz
von einer Genauigkeit ab, die bei eins zu einer Million lag.

Er vereinte zum ersten Mal Erklärungen für natürliche Phänomene
mit der Macht des Voraussagens der Ergebnisse von Beobachtungen.

Physik und Mathematik wurden auf ewig miteinander verbandelt.“

(Mario Livio, Ist Gott ein Mathematiker?, 2009/2024, S.141)

Stellt sich die Frage, ab welchem Messwert, ab welcher Ungenauigkeit,
man Schwierigkeiten hätte, den Zusammenhang zu sehen.

XXIX. Brief English Summary: Deciphering the Fine Structure Constant

- Eugene Wigner said that the enormous usefulness of mathematics in the natural sciences is something bordering on the mysterious and there is no rational explanation for it. All is number, said the Pythagoreans. Max Tegmark holds that our external physical reality is a mathematical structure, that the physical universe is not merely described by mathematics, but is mathematics.
- The means of changing mathematics into physics is information, which has a double role as calculating unit and as substance, as irreducible stuff of the universe: Mathematics x Information = Physics.
- This paper is about information economy, the question of how information is stored in the universe and what that means for the four fundamental interactions, esp. the fine structure constant which can, based on this approach, be derived and exactly calculated.
- What we show in this process is the conformance of the forces of nature with a mathematical structure created by using tetration. Power towers, resp. multiple exponentiation, are our instrument, given the giant differences in the relative strengths of the fundamental forces, esp. between strong force and gravity (see table on page 4).
- The basic elements of explanation are not first of all particles, waves or forces but geometrical units, quantum fields, like a kind of tissues of space-time.
- Comparing optimal power towers as a mathematical instrument of optimizing information storage in space-time, we find three transitions to ever higher power towers (see table on page 8).
- The transition values w_1, w_2, w_3 correlate first with the coupling parameters of the four fundamental interactions, second with the number of (four) dimensions in the universe.
- Multiple exponentiation in the form of optimal power towers thus creates a mathematical structure describing quantum fields as geometrical units of optimized space-time volumes which, filled with information, have an external physical reality.
- Recent work in loop quantum gravity, high temperature string theory, renormalization group analysis applied to general relativity and other areas of quantum gravity hint at a two-dimensional space-time at the smallest scale. Dimensions pop up or are reduced spontaneously in the universe according to the information density of space-time.

- The information densities of space-time units define the strengths of the fundamental interactions.
- The number of effective dimensions, related to the strengths of fundamental interactions, can be read as faculties and powers (in red on the table on page 9).
As for the fine structure constant, the transition from two to three (then four) dimensions is the numerical correspondence of wave-particle dualism, the timeless coexistence of space-time volumes of two-dimensional particle and four-dimensional wave.
- The transition values w_1, w_2, w_3 serve as basic figures in this process for calculating the storage capacity and information density of two- and four-dimensional worlds.
- We find out (on page 17/18) that there are two interesting numerical distances of size $1/\alpha$ between α and α^3 on the one hand and combinations of transition values on the other hand:

$$\alpha / e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} = 137.036/136.04$$

$$= \left[1 + \frac{1}{\alpha} \right]$$

$$\alpha^3 / 2w_3 = 2,573,380/2,592,212$$

$$= \left[1 - \frac{1}{\alpha} \right]$$

which boil down to be explained as binomial parts of relativistic corrections of size $1/\alpha^2$.

- These distances of $1/\alpha$ compared to the measured values of α and α^3 (read as space-time volumes) give us a hint about the numerical basis of wave-particle-dualism. When we regard them as differences in space-time volumes, they describe the relativistic deviations from the value we are really looking for, which is the fine structure constant at zero velocity of the electron.
- How probable is it that these distances appear by pure chance? That the difference, based on an information economy approach using results gained by optimal exponentiation, is $1/137.036$ and not $1/137.000$ or any other figure like $1/100$ or $1/200$?
- The space-time volume formed by a combination of transition values $-2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)}$ - covering two- and four-dimensional states of the electron differs from the four-dimensional space-time volume (α^4) indicated by the CODATA-value of the fine structure constant by an amount of $\alpha^{3/2}$ (see page 22) which can be interpreted as the information volume of the interaction of the electron's charge with its own radiation field; mathematically corresponding to the Lamb Shift, having 8,5% of the size of relativistic corrections (page 24/25).

- $\alpha^{3/2}$ has a share of $1/\alpha^{5/2}$ in the four-dimensional space-time volume α^4 which $(1/\alpha^{5/2})$ is the geometrical average of the density of two- (particle) and of four- (wave) dimensionality.
- Using this difference we can calculate the exact value of the fine-structure constant as the result of the equation $2w_3 * e^{(\ln w_1 \cdot \ln w_2)} + \alpha^{3/2} = \alpha^4$ as **$\alpha = 137.035\,999\,100$**
- Once again: How probable is it that this final value appears by pure chance?
That this value, based on an information economy approach using results gained by optimal exponentiation, is $1/137.0359991$ (in conformity with the first seven decimals fixed by NIST) and not $1/137.036$ or any other figure?
- Why is this approach not just juggling with numbers, numerology?
Three different facets:
First there is the underlying idea of information economy in the form of space-time optimization by using hyper-operator tetration. This process brings about the transition values which are double-fold maximae:
As optimal power towers and as transition spots to higher towers, the powers of which (in red on the table on page 9) result in the external physical world as dimensions.
Second, by the possibility of calculating an exact prognosis of the value of the fine-structure constant.
Third, by a multitude of such coincident similarities that fit into the concept of information economy integrating relativity theory into quantum mechanics.