Theoretische Untersuchung der Rydberg-Konstante des Wasserstoffatoms

Physikalisches Modell einer Feinkorrektur der Kern-Mitbewegung und zur Ursache der Sommerfeld'schen Feinstrukturkonstante, ein Beitrag aus der Existenzphysik

von Dipl.-Ing. (FH) Martin Bock

Eine physikalische Beweisführung für den Term innerhalb der n. g. eckigen Klammern

$$\boxed{R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + \underbrace{\frac{QM_{1,\frac{1}{2}}}{KMB} + L + HFS}_{\substack{Werte\ und\ Vorzeichen \\ aus\ Tabelle\ 2,\ s.\ Kap.\ 12}} + \left[\frac{m_{\nu e} \cdot \frac{1}{2}\left(4\alpha^2 c\right)^2}{h^* \cdot c} \cdot \frac{\left(1 - \frac{1}{z_H}\right)}{KMB}\right]}$$

mit der Wirkung: $h^* = \left[\frac{8}{9}\right] \cdot \left(m_{UP-Q} - m_{\nu\mu} + \frac{2}{9} m_{\nu\mu}\right) \cdot c \cdot r_p$

Der Faktor $\left[\frac{8}{9}\right]$ entfällt, wenn die Masse des **UP-Quarks** und die Masse des **Myon-Neutrinos** von vorne herein entsprechend kleiner angenommen wird, was innerhalb der Messgenauigkeit zulässig und lt. Kapitel 22 naheliegt.

$r_p = \frac{2}{\pi} \cdot \lambda$ ist der **Protonradius** mit λ als sogen. Elementarlänge (zu λ s. Kap. 3).

$m_{\nu e}$ ist die Masse des **Elektron-Neutrinos** (s. Kap. 6).

KBM ist die modifizierte Kernmitbewegung (s. Kap. 2)

$z_H \cdot \lambda$ ist der Ladungsradius des 'bewegten' Elektrons im Wasserstoffatom.

$$\boxed{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{\hbar\ c} = \alpha \overbrace{=}^{!} \frac{\frac{2}{9} m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f} m_{D-Q} + \frac{2}{9} m_{\nu\mu}}} \text{ mit } m_{D-Q} = 2 \cdot \left(m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}\right)$$

m_{D-Q} ist die Masse des **Downquarks** (s. Kap. 15) und f (s. Kap. 14)

Vorwort

Der Autor verfolgt die Intention, dass die in dieser Untersuchung verwendeten Strukturelemente Elementarlänge, Elementardauer, Elementarmasse und Feldkonstante sowie statische Elektronmasse, auch Eingang in die theoretische Physik finden. Wie die hier vorgestellten Ergebnisse zeigen, sind diese Strukturelemente unerlässlich, um den Messwert der Rydberg-Konstante im Rahmen der Messgenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten theoretisch nachzuvollziehen und anschaulich zu beschreiben. Der Autor ist überzeugt, dass diese Strukturelemente die phänomenologische Transparenz der theoretische Physik erhöhen werden.

Die Vorgehensweise zur Definition der Elemente 'Länge', 'Zeit' und 'Masse' erfolgt in Anlehnung an die von Max Planck ca. 1899 vorgenommene dreifache Verkettung. So ist die Elementarlänge genau wie die Plancklänge an das Wirkungsquantum angebunden und die Elementardauer genau wie die Planckzeit an die Lichtgeschwindigkeit. Der Unterschied liegt nur in der Definition des Elements 'Masse'. Während die Planckmasse Bezug auf die Gravitationskonstante nimmt, ist die Elementarmasse über das Proton-Magnetmoment direkt an die Protonmasse angebunden. Die genannten Strukturelemente wurden von Bernhard Philberth ca. 1970 im Rahmen der von ihm begründeten sogen. ***Existenzphysik*** entwickelt [9], s. auch 'Elektron, Pion, Proton und Elementarlänge', Karl Philberth, ISBN 3 7171 0514 0, 2. Auflage Februar 1974, Christiana-Verlag.

Die Existenz-Physik erfasst und beschreibt das existenzielle Dasein unter dem Nichts, warum überhaupt ein Nukeon, ein Körper, das Weltall existiert. Die Essenz-Physik erfasst und beschreibt das Sosein der Gestaltungen, Strukturen, Metriken, in Relation zueinander, vor allem repräsentiert von der Relativitätsphysik. Die Aktual-Physik erfasst und beschreibt die Ereignisse, Wechselwirkungen, Reaktionen, vor allem repräsentiert von der Quantenmechanik. ... Diese drei Physik-Komponenten verdrängen einander unvereinigbar und zugleich ergänzen sie einander unentbehrlich. Zitat aus 'Bernhard Philberth, Erinnerungen und Gedanken', ISBN 978-3-7171-1215-0, Seite 62. Aufgrund der Bedeutung dieser komplementären Herangehensweise mit drei Physik-Komponenten ist die obige Intention verständlich.

Ein besonderes Beispiel für die durch Anwendung der Philberth'schen Strukturelemente erzielte Transparenz zeigt die Beschreibung eines eigenständigen physikalischen Effekts für die Sommerfeld'sche Feinstrukturkonstante. In Kapitel 14 ist unter Nr. 28 eine Theorieformel für deren Wert angegeben, die nur $+1,18 \cdot 10^{-10}$ vom Codata-Wert abweicht und damit innerhalb der von Codata genannten relativen Abweichung von $\pm 2,3 \cdot 10^{-10}$ liegt. Dem entsprechend ist der Wert für die Feinstrukturkonstante α allein bestimmt durch einen Mitbewegungseffekt M zweier Bestandteile im Innern des Protons sowie des Elektron-Neutrinos gemäß $\boxed{\frac{1}{\alpha} - 1 = \frac{2}{M-1} \cdot \frac{1}{f}}$.

Die physikalische Struktur dieses Effekts besticht durch anschauliche Einfachheit. Der Mitbewegungseffekt M tritt auch in der Berechnungsformel Nr. 25 zur theoretischen Bestimmung der Rydberg-Konstanten auf. Zufälligkeiten sind damit auszuschließen. Ob dieser Beitrag aus der *Existenzphysik* bzgl. α sogar ein 'Mysterium' der theoretischen Physik aufgelöst hat, ist zu diskutieren. Aufgrund der hier nicht erforderlichen höheren Mathematik ist die Untersuchung der Einfachheit gewidmet.

Dillingen-Diefflen, 18. Februar 2018

Über diese Ausarbeitung

Es ist schon erstaunlich mit welcher Hartnäckigkeit man sich mit diesem physikalischen Problem auseinander setzen muss um Erfolg zu haben. Auf den ersten Blick geht es hier sozusagen um fast Nichts. Es geht darum die Abweichung des Theoriewertes der Rydberg-Konstanten von nur $+3,1 \cdot 10^{-7}$ vom $\pm 9,1 \cdot 10^{-13}$ genauen Messwert theoretisch zu erklären.

Worin liegt also die Motivation sich viele Monate lang damit zu beschäftigen, eine solch marginal erscheinende Abweichung auflösen zu wollen. Nun, nicht wenige Zeitgenossen der Physik stellen das mit der Rydberg-Konstante verbundene Theoriegebäude gerade wegen dieser zugegeben geringen Abweichung dennoch in Frage. Andererseits besteht der Eindruck, dass auch die Lehrmeinung sich mit dieser Abweichung abgefunden zu haben scheint und den Umgang mit ihr etwas vernachlässigt. Daher versteht sich die Motivation darin, dass die Theorie der modernen Atomphysik gestützt werden soll.

Was auffällt ist, dass die zur Erklärung anstehende Abweichung in der Größenordnung der Hyper-Fein-Struktur liegt. Während dieser Effekt nachgewiesen werden kann, ist eine Erklärung für die in der gleichen Größenordnung liegende Abweichung trotz der mächtigen Mittel der modernen Physik bislang nicht gelungen. Vielleicht liegt das aber auch an der modernen Physik selbst. Offenbar helfen höhere Mathematik, Quantenmechanik und Relativitätstheorie hier nicht weiter. Daher kann man Verständnis dafür haben, wenn der an sich 'dunkle' Elementarbereich des Daseins in der vorliegenden Ausarbeitung im Lichte von Strukturelementen beschrieben wird, die erst noch Einzug in die theoretische Physik halten müssen. Unbestreitbar sind die Einfachheit dieser physikalischen Strukturelemente und die damit erzielte Präzision.

Wenn man nun diese Ausarbeitung durchliest, kann man leicht feststellen, dass die einzelnen Kapitel logisch aufeinander aufbauen. Man kann anhand einiger Übergänge erahnen, dass eine physikalisch sinnvolle Fortsetzung wohl nur schwer zu finden war. Man hat vom Anfang bis zum Schluss den Eindruck von einer Art Reise ins Ungewisse.

Beim Durchlesen der Ausarbeitung muss man sich zuerst an die neuen Strukturelemente gewöhnen. Dann ist es nur noch spannend zu verfolgen wie durchaus elegant das schwierige Thema abgearbeitet wird.

Am Anfang steht eine Bestandsaufnahme mit allen Erkenntnissen aus der modernen Physik. Daraus wird ein geeigneter Ansatz für den geplanten Rechengang entwickelt. Soweit so gut. Am Anfang steht ja immer ein Ansatz der dann bewiesen werden muss. Anstelle einer mathematischen Beweisführung steht hier aber eine rein physikalische Beweisführung.

Es folgt eine wertmäßig kleine Modifikation der Kern-Mit-Bewegung. Nicht mehr die Gesamtmasse von Proton und Elektron wird zugrunde gelegt, sondern nur noch deren 'statische' Massen. Und hier muss man doch verweilen. Was ist das? Offenbar doch nur ein Hilfsmittel zur Beschreibung von elementar-physikalischen Zusammenhängen. Die Erklärung der neuen Strukturelemente überzeugt und die phänomenologische Transparenz und Präzision überrascht.

Die Modifikation der Kern-Mit-Bewegung fußt auf der einfachen Überlegung, dass nur eine Kern-Mit-Bewegung ohne 'magnetische' Massen den Ansatz der auf elektromagnetischen Effekten beruhenden Hyper-Fein-Struktur erlaubt. Werden also bei der Kern-Mit-Bewegung Gesamtmassen zugrunde gelegt, dann werden die 'magnetischen' Massenanteile sozusagen doppelt angesetzt und das ist unzulässig. Wenn man dies nun weiß, wundert man sich, warum man nicht selbst schon früher darauf gekommen ist.

Als zweites musste eine Strukturformel für das Elektron-Neutrino entwickelt werden um sodann überhaupt erst mit der Überlegung beginnen zu können, ob mit Hilfe dieses kleinen Elementarteilchens die gesuchte Abweichung der Theoriewertes erklärt werden kann. Interessant ist der Hinweis, auf die 'sich selbst stabilisierende' Struktur.

Nachdem diese Hürde vielversprechend genommen ist, wird mit Hilfe einer hochpräzisen Strukturformel für das ruhende Elektron Einblick in dessen innere Struktur genommen. Durchaus ein gewagter Blick, wo doch die Theorie von einem Punkt-Teilchen spricht. Hier wird jedoch wohl zwischen Ladungsradius und Masseradius unterschieden. Obgleich über die existenz-physikalischen Zusammenhänge sozusagen in der Muttersprache des physikalischen Elementarbereichs berichtet wird, war es ganz sicher nicht leicht zu finden, was mit Hilfe der Philberth'schen Feldkonstante dann möglich wurde, dass nämlich der Ladungsradius eines ruhenden Elektrons etwas größer ist, als der Ladungsradius des im Wasserstoffatom 'bewegten' Elektrons.

Genau so schwierig wie diese Einsicht zu gewinnen war es die folgende Logik zu bemerken: Wenn nun das Elektron-Neutrino als ein Bestandteil des Elektrons maßgeblich für die Erklärung der Abweichung zwischen Theorie- und Messwert der Rydberg-Konstante angesehen wird, dann ist es wegen Vermeidung von Doppelungen nur folgerichtig, dessen Einfluss im Innern des 'bewegten' Elektrons des Wasserstoffatoms dann nicht mehr anzusetzen. Dies ist analog der Logik zur Modifikation der Kern-Mit-Bewegung.

Dem Rechengang an sich ist leicht folgen. Bei der Bestimmung des physikalischen Modells der Korrektur in Kapitel (10) erreicht die physikalische Beweisführung ihren ersten Höhepunkt. Die dort zwanglos sich ergebenden drastischen Vereinfachungen der Struktur bei gleichbleibend höchster Präzision können als Beleg für die Richtigkeit der angenommenen Grundlagen angesehen werden.

Schließlich war noch ein winziger Mitbewegungseffekt von Sub-Teilchen aus dem Innern des Protons aufzudecken. Die Strukturformel für das Myon-Neutrino und das UP-Quark erscheinen in der Sprache der Elementarphysik in geradezu wundervoller Einfachheit. Dass dann herausgestellt ist, dass gerade dieser von jeder Beobachtung wohl verborgene, weil sich im Innern des Protons abspielende Mitbewegungseffekt nicht nur auf dem Weg zur theoretischen Bestimmung der Rydberg-Konstanten wichtig ist sondern unabhängig davon zugleich auch als physikalische Ursache der Sommerfeld'schen Feinstrukturkonstante angesehen werden kann, ist als ein starker Beleg für die Richtigkeit der Ausarbeitung zu werten. Die Herleitung der physikalischen Struktur des residualen F-Effektes in Kapitel 17 wirkt in der Tat wie ein krönender Abschluss.

Der Messwert der Rydberg-Konstante wird mit einer relativen Abweichung von $-6,1 \cdot 10^{-12}$ getroffen. Damit liegt der neue Theoriewert der Rydberg-Konstanten innerhalb der Messgenauigkeit, die mit den beteiligten Naturkonstanten möglich ist.

Martin Bock

Zusammenfassung

In der Theorie der Atomphysik stellt die Rydberg-Konstante R_∞ die Ionisierungsenergie $E_\infty = R_\infty \cdot hc$ des Wasserstoffatoms als Wellenzahl (Kehrwert der Wellenlänge $R_\infty = 1/\lambda_\infty$) dar. Sie ist eine nach Johannes Rydberg benannte Naturkonstante, die er bereits ca. 1889, ohne Kenntnis eines Atommodells, aus den beobachteten Linienspektren abgelesen hat. Der aktuelle Theoriewert des Committee on Data for Science and Technology (Codata) beträgt $R_{\infty Theorie\ pur} = 10.973.731,568.508 \cdot m^{-1} \pm 5,9 \cdot 10^{-12}$ [3]. Der experimentell gefundene Wert weicht davon etwas ab. [4] nennt $\boxed{R_{\infty Mess} = \mathbf{10.967.877{,}174.308\ (10)} \cdot m^{-1}}$. Dieser Wert ist im Vakuum ermittelt und gilt für den Grundzustand des Wasserstoffatoms also für die Hauptquantenzahl $n = 1$ und für die Bahn-Drehimpuls-Quantenzahl $l = 0$ [7].

Bei Bezug auf den Codata-Messwert ist der Theoriewert um den Faktor $\frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{R_{\infty Mess}} = 1,000.533.777$ größer als der im Experiment gefundene Messwert. Die Theorie geht davon aus, dass die Kern-Mitbewegung $\boxed{KMB = 1 + \dfrac{m_e}{m_p}}$ mit m_e als Elektron- und m_p als Protonmasse gemäß $R_{\infty Theorie\ pur}/KMB$ zu berücksichtigen ist und errechnet mit $KMB = 1,000.544.617$ den Wert $R_{\infty H} = 10.967.758,342.672\ m^{-1}$, vgl. [5], Seite 157. Infolge der mit KMB angesetzten Kern-Mitbewegung ist der berechnete Theoriewert $R_{\infty H}$ um $\Delta R_\infty = 118,831.636 \cdot m^{-1}$ etwas zu niedrig. Die relative Abweichung vom Messwert beträgt $-1,08 \cdot 10^{-5}$.
Die vorliegende Untersuchung hat zum Ziel ein physikalisches Modell für eine Feinkorrektur einzuführen, das den Effekt beschreibt, der zum Einfluss der Kern-Mitbewegung hinzu kommt. Die Beschreibung der Korrektur erfolgt mit wohl definierten Strukturelementen der 'Philberth'schen' Existenzphysik [9]. Es konnte eine Korrektur bestimmt werden, die sowohl in ihrer physikalischen Struktur als auch numerisch exakt ist. Dem physikalischen Modell liegen drei inneratomare Ursachen zugrunde, die 'kinetische' Elektron-Neutrino-Energie $\frac{1}{2} m_{\nu e} \cdot (6\alpha^2 c)^2$, die durch SUB-Massen mit $c-$Geschwindigkeit auf Protonradius gegebene Wirkung $\left(h'' c\right)$ sowie der im Vergleich zum ruhenden Elektron kleinere Ladungsradius des bewegten Elektrons des Wasserstoffatoms.

Das Ergebnis mit $\boxed{R_{\infty H} = \mathbf{10.967.877{,}174.233} \cdot m^{-1}}$ liegt nur um $-0,000.075 \cdot m^{-1}$ bzw. um $-6,71 \cdot 10^{-12}$ unterhalb des Codata-Messwertes. Die Messungenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten h, m_p, m_e, e lässt für das genannte Ergebnis eine relative Abweichung von $+6,33 \cdot 10^{-10}$ bis $-1,66 \cdot 10^{-10}$ zu. Die verbliebene Abweichung vom Codata-Messwert [4] ist so gering, dass diese schon bei vernachlässigbarer Anhebung der Werte der beteiligten Naturkonstanten h, m_p, m_e um rd. $x = +0,000.075$ % der jeweiligen relativen Messunsicherheit von $\pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ und bei der Elementarladung e, wegen des über die Sommerfeld-Substitution $2\alpha ch\varepsilon_0 = e^2$ gegebenen Zusammenhangs, um $\sqrt{x} = +0,028$ % der relativen Messunsicherheit von $\pm 6,1 \cdot 10^{-9}$ zu null wird, womit die phänomenologische Struktur vollständig abgebildet ist.

Anmerkung zum etwaigen Einbezug der Gravitation: Da die Gravitations-Potenzial-Energie zwischen Elektron und Proton gemäß $G \cdot m_e \cdot m_p / a_0$ um den Faktor rd. 10^{40} kleiner ist als die 'kinetische' Energie des Elektrons $E_{kin} = \frac{1}{2} m_e \left(\alpha c\right)^2$ auf der Grundbahn a_0 des Wasserstoffatoms, ist sie viel zu klein, um sich hier bemerkbar zu machen.

1 Nahtlose Anbindung an die Theorie der Atomphysik

In der Literatur wird sehr dezidiert über $E_{\infty H} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot hc/KMB \pm \Delta E_{n,j}$ auf Energieverschiebungen $\Delta E_{n,j} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur} \cdot hc}{KMB} \cdot \left[\frac{\alpha^2}{n} \cdot \left(\frac{1}{j+1/2} - \frac{3}{4 \cdot n}\right)\right]$ eingegangen, welche die durch Analyse der Linienspektren des Wasserstoffatoms beobachtete Feinstruktur mit Hilfe der Quantenmechanik (QM) theoretisch erklärt [5], s. S.163. Hierbei bedeuten n die Hauptquantenzahl (Bahnnummer), j der Gesamtdrehimpuls gemäß $j = l + \frac{1}{2}$ mit l als Bahndrehimpuls-Quantenzahl des Elektrons und α die Sommerfeld'sche Feinstrukturkonstante. Im Grundzustand des Wasserstoffatoms gilt $l = 0$ und $n = 1$. Damit ergibt sich $\boxed{\Delta E_{1,\frac{1}{2}} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur} \cdot hc}{KMB} \cdot \frac{\alpha^2}{4}}$. In $R_{\infty Theoretisch\ pur}$ ist die reduzierte Elektronmasse m_e/KMB enthalten, vgl. Formel 3 und damit auch in der QM. Hinzu kommen noch die Effekte ‚Lamb-Verschiebung' ΔE_{Lamb} und ‚Hyper-Fein-Struktur' ΔE_{HFS}. Diese durch namhafte Vertreter der Atomphysik (u. a. Rydberg, Zeemann, Bohr, Sommerfeld, Dirac, de Lamb, Feynman, Schwinger) entwickelte Theorien basieren auf der Rydberg-Konstante $R_{\infty Theoretisch\ pur}$. Da der Rechenwert $R_{\infty H}$ trotz Berücksichtigung von KMB und QM sowie ΔE_{Lamb} und ΔE_{HFS} von $R_{\infty Mess}$ abweicht, soll die Abweichung durch die Feinkorrektur F eliminiert werden. Hierfür ist ein geeigneter Ansatz zu treffen. Um diesen Ansatz zu finden, ist es hilfreich, zunächst die zwischen Theoriewert und Messwert der Rydberg-Konstanten auftretende Differenz zu betrachten. Diese ergibt sich wie folgt:

Tabelle 1 (berechnet mit dem Codata-Messwert für m_e)

$R_{\infty Mess} - R_{\infty Theorie\ pur} =$	$-5.854,396.244 \cdot m^{-1}$	Theoriewert zu hoch	
$+R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(1 - \frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}}\right) =$	$+5.973,227.880 \cdot m^{-1}$	Korrektur KMB	
$\boxed{R_{\infty Mess} - R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(\frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}}\right) =}$	$+118,831.636 \cdot m^{-1}$	Theoriewert zu tief	
$relative\ Abweichung =$	$\boxed{-1,08 \cdot 10^{-5}}$		
$-QM_{1,\frac{1}{2}} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \frac{\alpha^2}{4} =$	$-146,091.517 \cdot m^{-1}$	Korrektur QM	
$+QM_{1,\frac{1}{2}} \cdot \left(1 - \frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}}\right) =$	$+0,079.521 \cdot m^{-1}$	Korrektur KMB	
$Lambverschiebung\ L\ =$	$+27,261.780 \cdot m^{-1}$	Korrektur L	1)
$Hyperfeinstruktur\ HFS\ =$	$-3,553.473 \cdot m^{-1}$	Korrektur HFS	2)
$residualer\ Nullabgleich =$	$+3,472.054 \cdot m^{-1}$	Feinkorrektur F_{res}	
$residuale\ relative\ Abweichung =$	$\boxed{+3,17 \cdot 10^{-7}}$	Feinkorrektur F_{res}	

1) $L \quad = 8,172876(29)\ GHz \cdot c^{-1}$, s. [5], S.176; c ist Lichtgeschwindigkeit im Vakuum
2) $HFS = \frac{3}{4} \cdot 1.420.405,751.768\ KHz \cdot c^{-1} = \frac{3}{4} \cdot 4,737.964 \cdot m^{-1}$, vgl. [5], S.168.

Hinweis zur v. g. Aufstellung: In der Theorie ist die Ionisierungsenergie mit negativem Vorzeichen versehen. Die v. g. Aufstellung interessiert sich nur für den Betrag. In diesem Sinne bedeutet z. B. '−', dass sich der Betrag der negativen Energie erhöht also die Energie des Grundzustandes absenkt.

Diskussion der geeigneten Ansätze

Vorbemerkungen:

Die v. g. Aufstellung zeigt, dass sich durch die Einführung der Quantenmechanik $QM_{1,\frac{1}{2}}$, der Lambverschiebung L und der Hyperfeinstruktur HFS die relative Abweichung um zwei Größenordnungen von $-1,08 \cdot 10^{-5}$ auf $+3,17 \cdot 10^{-7}$ verringert hat, was sicherlich kein Zufall ist, sondern für die dahinter stehende Atomtheorie spricht. Entsprechend obiger Aufstellung gilt folgender physikalische Zusammenhang:

$$\underbrace{R_{\infty Mess} - \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB}}_{+118{,}831.636\ m^{-1}} = \left(+ \frac{QM_{1,\frac{1}{2}}}{KMB} + L + HFS + F_{res} \right)$$

Hierbei ist F_{res} die residuale Feinkorrektur um den Messwert exakt einzustellen. Es ist sofort zu erkennen, dass die rechte Gleichungsseite ansonsten nur Terme enthält, die sich jeweils über eigenständige, physikalisch motivierte mathematische Formalismen berechnen. Diese Separation gilt, wie aus der v. g. Aufstellung hervorgeht, für $QM_{1,\frac{1}{2}}$, für die Lambverschiebung L und für die Hyperfeinstruktur HFS, denn $QM_{1,\frac{1}{2}}$ berechnet sich aus der Dirac-Theorie, L berechnet sich mit Hilfe der Quantenelektrodynamik durch inneratomare Absorption und Emission von Photonen durch das Elektron, das dadurch Zitterbewegungen vollführt und HFS bestimmt sich mit Hilfe elementarer elektromagnetischer Formeln.

Mit $R_{\infty Mess} - \frac{R_{\infty Theoretisch\ pur}}{KMB} = \Delta R_\infty$ und $\boxed{F_{res} = \frac{\Delta R_\infty \cdot X}{KMB^a}}$ und X s. n. g. Nr. 3 ist F_{res} unabhängig von diesen Aufspaltungen und bestimmt durch die zur Erklärung anstehende Differenz $R_{\infty Mess} - \frac{R_{\infty Theoretisch\ pur}}{KMB}$. Daher kann man schreiben:

$$\underbrace{R_{\infty Mess} - \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB}}_{=\Delta R_\infty} + \underbrace{\frac{\Delta R_\infty \cdot X}{KMB^a}}_{=F_{res}} = \frac{QM_{1,\frac{1}{2}}}{KMB} + L + HFS$$

Es enthält die linke Gleichungsseite nur die Terme, deren phänomenologische Struktur nicht bekannt ist. Um nun die unbekannte Struktur zu suchen bzw. um hierfür einen geeigneten Ansatz zu treffen, der die zugrundeliegenden physikalischen Effekte zu beschreiben erlaubt, steht nur diese Gleichung als Ergebnis des bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes zur Verfügung.

1. Dass es sich bei F_{res} um einen eigenständigen physikalischen Effekt handelt, ist anzunehmen, weil F_{res} erforderlich ist, um den Messwert einzustellen, obwohl lt. obiger Aufstellung der Betrag von F_{res} in der Größenordnung von HFS liegt, die HFS messtechnisch nachgewiesen werden konnte aber der Nachweis eines $F-$Effektes bisher nicht gelungen ist. Erschwerend kommt hinzu, dass es bisher auch nicht gelungen ist, ein physikalisches Modell bzw. eine Berechnung mit einem eigenständigen mathematischen Formalismus für einen irgendwie gearteten $F-$Effekt überhaupt zu finden.

2. Da F_{res} also nicht über $QM_{1,\frac{1}{2}}$ oder L oder HFS definiert werden kann, weil deren jeweilige spezielle Theorien hierfür ganz sicher keinen Platz bieten und sich auch nicht auf ΔR_∞ beziehen kann und weil F_{res} als durch einen eigenständigen aber wohl nicht beobachtbaren inneratomaren physikalischen Effekt ΔR_∞ verursacht anzusehen ist, bleibt nur übrig F_{res} allein auf den Term $R_{\infty Mess} - \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} = \Delta R_\infty$ zu beziehen als ob es $QM_{1,\frac{1}{2}}, L$ und HFS nicht gäbe. **Bei der Suche nach der physikalischen $F-$Struktur ist also die den $\Delta R_\infty-$Wert liefernde physikalische Struktur die einzige gegebene Grundlage.**

3. Eine Rückwärtsbetrachtung zum besseren Verständnis des geplanten Rechengangs:

   Als Ergebnis ergibt sich $\boxed{F_{res} = \frac{\Delta R_\infty}{KMB^a} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty}}{4} \cdot (1 - 2\alpha)}$ aus Formel 24 über

   $R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + \left(\frac{QM_{1,\frac{1}{2}}}{KMB} + L + HFS \right) + \underbrace{F_{res}}_{zu\ suchen}$ s.o. mit

   $\boxed{\Delta R_\infty = \frac{\frac{1}{2} m_{\nu e} \left(2\alpha^2 c\right)^2}{\frac{1}{3} \cdot \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}} \cdot \frac{z_H - 1}{z_H} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - 4\alpha^4}} \cdot \frac{4}{\varphi_{z=\infty}}}$ aus Formel 23.

   In diesem Ausdruck für ΔR_∞ bzw. F_{res} tauchen mit z_H (Anzahl der Elementarlängen λ, s. Formel 8) des Elektron-Ladungsradius (s. Erläuterung Nr. 3 zu Formel 21) und $\varphi_{z=\infty}$ (Feldkonstante, s. Formel 7) Strukturelemente auf, deren Definition an den genannten Stellen erfolgt. Wie das Ergebnis aber zeigt, kann auf die Angabe einer physikalischen Struktur für ΔR_∞ nicht verzichtet werden, was an der Zahl 1 im Term $(1 - 2\alpha)$ zum Ausdruck kommt, die zeigt, dass auch die physikalische Struktur für ΔR_∞ die Realität abbildet ist, wenn der Faktor $4/\varphi_{z=\infty}$ sich heraus gekürzt hat.

Dem entsprechend sensibilisiert ist also der Term $R_{\infty Mess} - \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} = \Delta R_\infty$ als erstes zu untersuchen und dem numerisch exakten Wert von ΔR_∞ eine hinreichend exakte und plausible physikalische Struktur zuzuordnen. Der Exponent a ermöglicht es zu untersuchen, ob der Korrektur-Nebeneffekt ΔR_∞ ebenso wie der rd. 100.000−fach größere Haupteffekt $R_{\infty Theorie\ pur}$ der gleichen KMB unterliegt oder nicht. Mit $\boxed{? = \frac{\Delta R_\infty}{R_{\infty Theorie\ pur}}}$ wird nun noch ein Korrektur-Faktor eingeführt. Somit ist

$$\boxed{Ansatz\ 1: \ R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + \frac{\Delta R_\infty}{KMB^a} = R_{\infty H}} \tag{1}$$

Nach diesen Vorbemerkungen kann nun die Diskussion der Ansätze beginnen.

Diskussion der Ansätze

Vor diesem Hintergrund und Nr. 2 der Vorbemerkungen folgend kann man schreiben:

$$\boxed{\Delta R_\infty = \frac{QM_{1,\frac{1}{2}}}{KMB} + L + HFS + F_{res} = ?_1 \cdot \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB^a}}$$

Im Ansatz 1 ist die Korrektur $?_1$ für sich separiert und so auf die Rydberg-Konstante $R_{\infty Theorie\ pur}$ bezogen, dass sie direkt proportional auf diese wirkt. Um beispielsweise den Rechenwert $R_{\infty H}$ zu erhöhen, muss die Korrektur ΔR_∞ einen positiven Wert haben. Dies setzt voraus, dass ein physikalischer Effekt existiert, durch den positive Energie $?_1 \cdot E_{\infty Theoretisch\ pur}$ zufließt, etwa durch Effekte, die vom Elektron-Neutrino $+m_{\nu e}$ verursacht sind (s. v. g. Nr. 3).

Aus mathematischer Sicht lässt sich der Korrekturfaktor $?_1$ als Potenzreihe darstellen. Die zugehörige Summenformel lautet:

$$\boxed{R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} \cdot \left\{ \sum_{x=0}^{\infty} \left[\frac{?_1}{KMB^{a-1}} \right]^x \right\}}$$

Diese mathematische Formel verdeutlicht, dass der physikalische Effekt, der die Korrektur hervorbringt, als Ursache zu berücksichtigen ist, um die Abweichung des Theoriewertes vom Messwert zu eliminieren. Die bisherige Theorie ignoriert die Reihe bzw. die Summenformel und rechnet mit $x = 0$, so dass es so aussieht, als ob nur die KMB selbst auftreten würde.

Damit ist Ansatz 1 hinreichend erklärt.

Aus Ansatz 1 heraus lässt sich ein zweiter Ansatz herleiten. Dazu wird angesetzt:

$R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + \frac{?_1 \cdot R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB^a} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB - x}$. Aus physikalischer Sicht gilt $\boxed{?_1 = \frac{\Delta R_\infty}{R_{\infty Theorie}} = ?_2}$. Somit ergibt sich $\frac{1}{KMB} + \frac{?_2}{KMB^a} = \frac{1}{KMB-x}$ bzw. $1 + \frac{?_2}{KMB^{a-1}} - x \cdot \left(\frac{1}{KMB} + \frac{?_2}{KMB^a}\right) = 1$ und hieraus $\frac{?_2}{KMB^{a-2}} = x \cdot \left(1 + \frac{?_2}{KMB^{a-1}}\right)$ also $x = \frac{?_2}{KMB^{a-2}} \cdot \left(\frac{1}{1+\frac{?_2}{KMB^{a-1}}}\right)$. Der Term in der runden Klammer ist aus numerologischer Sicht zwingend erforderlich. Aus physikalischer Sicht ist Ansatz 1 deutlich einfacher und daher zweifellos dem Ansatz 2 vorzuziehen. Nun kann aber der Ausdruck in der runden Klammer gleich eins gesetzt werden.

<u>Beweis:</u> Mit $\Delta R_\infty = 118,831.636 \cdot m^{-1}$ aus v. g. Aufstellung und über Ansatz 1 berechnet sich mit $\Delta R_\infty / KMB^a$ mit $a = 0$ die Rydberg-Konstante ohne Abweichung vom Messwert und über den vereinfachten Ansatz 2, mathematisch konsequent mit $\Delta R_\infty / KMB^{a-2}$ also mit $\Delta R_\infty / KMB^{-2}$, mit einer Abweichung von $+0,001.287 \cdot m^{-1}$. Mit $a = 1$ oder $a = 2$ oder $a = 3$ ergibt sich jeweils keine nennenswert andere Abweichung. Damit differieren beide Ansätze geringfügig von einander mit einer relativen Abweichung bezogen auf den Messwert von $\pm\frac{1}{2} \cdot 1,17 \cdot 10^{-10}$. Diese Abweichung kann als **mathematische Berechnungsunschärfe** verstanden werden. Beide Methoden sind also hinreichend adäquat. Damit existiert folgender zum Ansatz 1 zwar nicht exakt gleicher aber adäquater zweiter physikalischer Ansatz gemäß:

$$\boxed{Ansatz\ 2\ :\ R_{\infty Mess} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left[\frac{1}{KMB - \frac{?_2}{KMB^{a-2}}} \right] = R_{\infty H}}$$

Im Ansatz 2 ist die Korrektur $?_2$ so auf die Rydberg-Konstante $R_{\infty Theorie\ pur}$ bezogen, dass sie umgekehrt proportional auf diese wirkt. Um den Rechenwert $R_{\infty H}$ zu erhöhen, muss die Korrektur hier einen negativen Wert haben. Das negative Vorzeichen ist mathematisch bedingt. Es ändert sich die physikalische Deutung nicht.

Mit $?_2 = \frac{\Delta R_\infty}{R_{\infty Theorie\ pur}}$ ergibt sich $\boxed{R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB - \left[\frac{\Delta R_\infty}{R_{\infty Theorie\ pur} \cdot KMB^{a-2}}\right]}}$.

Wird also der vereinfachte Ansatz 2 als physikalisch zugrunde gelegt, dann ändert sich der ursprüngliche Ansatz 1. Im Wege der Rückwärtsrechnung ergibt sich:

$R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB - \frac{?_2}{KMB^{a-2}}} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + x \cdot \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB}$ bzw. mit $?_1 = ?_2$ der Ausdruck

$\frac{x}{KMB} = \frac{1}{KMB - \frac{?_1}{KMB^{a-2}}} - \frac{1}{KMB}$ und man erhält $x = \frac{1}{1 - \frac{?_1}{KMB^{a-1}}} - 1$ bzw. $x = \frac{1 - 1 + \frac{?_1}{KMB^{a-1}}}{1 - \frac{?_1}{KMB^{a-1}}}$

also $x = \frac{?_1}{KMB^{a-1}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{?_1}{KMB^{a-1}}}$ bzw. $x = \frac{?_1}{KMB^{a-1} - ?_1}$ Einsetzen ergibt:

$R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + \frac{?_1}{KMB^{a-1} - ?_1} \cdot \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB}$ bzw.

$R_{\infty Mess} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(\frac{1}{KMB} + \frac{?_1}{KMB^a - ?_1 \cdot KMB} \right).$

Diese aus Ansatz 2 rückwärts gerechnete neue Formel für Ansatz 1 ist numerologisch, weil sich der Korrekturfaktor $?_1$ auf sich selbst bezieht. Aus physikalischer Sicht ist der ursprüngliche Ansatz 1 deutlich einfacher und daher dieser mathematisch zwar richtigen aber numerologischen Formel vorzuziehen. Dem Grundsatz der Einfachheit folgend stehen aus physikalischer Sicht also folgende zwei gleichberechtigte Ansätze mit allerdings unterschiedlicher Abweichung vom Messwert, die als Berechnungsunschärfe aufgefasst werden kann, zur Verfügung:

$$\boxed{Ansatz\ 1\ :\ R_{\infty Mess} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(\frac{1}{KMB} + \frac{?_1}{KMB^a} \right)}$$ sowie

$$\boxed{Ansatz\ 2\ :\ R_{\infty Mess} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(\frac{1}{KMB - ?_2/KMB^{a-2}} \right)}$$

In diesen Schreibweisen treten KMB und Korrektur '?' jeweils separat voneinander auf. Daher ist diese Schreibweise physikalisch motiviert. Wird KMB ausgeklammert, dann ist die Schreibweise mathematisch motiviert, wie v. g. Potenzreihe zeigt. Diese Feststellung ist Basis für die Schreibweise der beiden Exponenten der KMB.

Der Zahlenwert -2 im Exponent von KMB für Ansatz 2 resultiert aus der Methodik dieses Ansatzes, wie die Herleitung gezeigt hat. Würde z. B. im Ansatz 2 anstelle KMB^{a-2} mit KMB^{a-1} gerechnet, so ergäbe sich im Ansatz 1 anstelle KMB^a der Ausdruck KMB^{a+1} oder würde z. B. im Ansatz 2 anstelle KMB^{a-2} mit KMB^a gerechnet, so ergäbe sich im Ansatz 1 anstelle KMB^a der Ausdruck KMB^{a+2}. Der Exponent a in der KMB ist lediglich ein Zählwert, um den zugehörigen physikalischen Effekt $\Delta R_\infty / KMB$ einzustellen.

Allerdings ist ein Effekt ΔR_∞ mit quadrierter $KMB^{a=2}$ gemäß $\Delta R_\infty / KMB^2$ aus physikalischer Sicht nicht vorstellbar und scheidet daher als Lösung aus. In Betracht kommen Ansatz 1 mit Zählwert $a = 0$ und $a = 1$ oder Ansatz 2 mit Zählwert $a = 2$ und $a = 3$, also in jedem Falle entweder $\boxed{\Delta R_\infty / KMB^0}$ oder $\boxed{\Delta R_\infty / KMB^1}$ entweder über Ansatz 1 oder Ansatz 2 berechnet. In diesen beiden Ansätzen wird vorausgesetzt, dass ein Zufluss an positiver Energie zum Einfluss des Effekts aus KMB gemäß $\frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB}$ für sich separiert hinzu kommt.

Es ist:

$$\boxed{Ansatz\ 1 = \frac{1}{KMB} + \frac{?_1}{KMB^a} \approx \frac{1}{KMB{-}?_2/KMB^{a-2}} = Ansatz\ 2},$$

wobei zwischen $?_1$ und $?_2$ keine Beziehung besteht. Obwohl $?_1 = +...$ in Ansatz 1 mit einem Wert eingeht, der positives Vorzeichen hat und obwohl $?_2 = +...$ Ansatz 2 den gleichen Betrag mit mathematisch bedingtem negativem Vorzeichen liefert, liegt der gleiche Sachverhalt zugrunde, d. h. es bestehen keine unterschiedlichen physikalischen Ursachen und es lässt sich mit beiden Ansätzen die physikalische Realität abbilden.

Mit $+?_1 \overbrace{=}^{!} ?_2 = 0,000.010.828.224$ aus n. g. Formel 5 bei $a = 0$ ergibt sich für $Ansatz\ 1 = 1/1,000.533.771$ und für $Ansatz\ 2 = 1/1,000.533.777$.
Der Vergleich der beiden Ansätze ergibt $(1{+}?_1/KMB^{a-1}) \cdot (1{-}?_2/KMB^{a-1}) \approx 1$ bzw. $1{+}?_1/KMB^{a-1}{-}?_2/KMB^{a-1}{-}?_1 {\cdot} ?_2/KMB^{2\cdot(a-1)} \approx 1$ also
$\frac{?_1}{?_2} = (1{+}?_1 \cdot KMB^{1-a}) = 1,000.001.834$.

Bei $a = 0$ ergibt sich $?_1 = 0,000.010.828.224$ und $?_2 = 0,000.010.828.106$, mit einem kleinen, systematisch bedingten Unterschied in der Genauigkeit, wie bereits erwähnt von $\pm\frac{1}{2} \cdot 1,17 \cdot 10^{-10}$. Jedoch ist nicht Ziel, die identisch gleiche Genauigkeit zu erreichen, sondern den bis auf das mathematisch bedingte Vorzeichen identisch gleichen Effekt für ΔR_∞ aufzufinden.

Zwar fügt sich die gesuchte Korrektur mit beiden Ansätzen widerspruchslos in die Theorie ein, jedoch ist Ansatz 2 aus prinzipieller Sicht noch kurz zu diskutieren. Weil hier $R_{\infty H} \cdot KMB - R_{\infty Theorie\ pur} = ?_2 \cdot R_{\infty H}/KMB^{a-2}$ gilt, bezieht sich die gesuchte Korrektur $?_2$ auf die gesuchte unbekannte Größe $R_{\infty H}$. Da diese jedoch sozusagen den Messwert $R_{\infty Mess}$ einstellt, kann Ansatz 2 beibehalten werden.
Dagegen ist Ansatz 1 auch aus prinzipieller Sicht akzeptabel, weil hier
$R_{\infty H} \cdot KMB - R_{\infty Theorie\ pur} = ?_1 \cdot R_{\infty Theorie\ pur}/KMB^{a-1}$ gilt, womit sich die gesuchte Korrektur $?_1$ auf die bekannte Größe $R_{\infty Theorie\ pur}$ bezieht.

Es lässt sich Ansatz 1 gemäß $R_{\infty Mess} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(\frac{1}{KMB^1} + \frac{?_1}{KMB^a}\right)$ umformen zu $R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{f_1}$ mit $f_1 = \frac{KMB}{1{+}?_1/KMB^{a-1}}$ und es lässt sich Ansatz 2 gemäß $R_{\infty Mess} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(\frac{1}{KMB{-}?_2/KMB^{a-2}}\right)$ umformen zu

$$\boxed{R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{f_2}} \text{ mit } \boxed{f_2 = KMB{-}?_2/KMB^{a-2}}.$$

Auf diesem Ansatz für f_2 basiert Formel 5.

Codata-Werte der Naturkonstanten [3] und Zeichenerklärung
$E_{\infty Theorie\ pur} = 13,605.693.009 \pm 6,1 \cdot 10^{-9} \cdot eV$ Rydberg-Energie ohne KMB
$R_{\infty Theorie\ pur} = 10.973.731,568.508 \cdot m^{-1} \pm 5,9 \cdot 10^{-12}$ Theoriewert Rydberg-Konstante
$R_{\infty Mess} = 10.967.877,174.308 \cdot m^{-1} \pm 9,1 \cdot 10^{-13}$ Messwert Rydberg-Konstante [4]

$h = 6,626.070.040 \cdot 10^{-34} \cdot Js \pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ Planck'sches Wirkungsquantum
$c = 299.792.458 \cdot m/s \pm 0$ Lichtgeschwindigkeit im Vakuum
$e = 1,602.176.620.8 \cdot 10^{-19}C \pm 6,1 \cdot 10^{-9}$ Elementarladung
$\alpha = 1/137,035.999.138 \pm 2,3 \cdot 10^{-10}$ Sommerfeld'sche Feinstruktur-Konstante
$m_e = 9,109.383.56 \cdot 10^{-31} \cdot kg \pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ Elektronmasse
$m_p = 1,672.621.898 \cdot kg \cdot 10^{-27} \pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ Protonmasse
$g_k = 5,585.694.702 \pm 3,0 \cdot 10^{-9}$ Kern-g-Faktor

$\mu_0 = \frac{1}{\varepsilon_0 \cdot c^2} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{Vs}{Am} \pm 0$ magnetische / elektrische Feldkonstante
$a_{0Theorie\ pur} = 0,529.177.210.67 \cdot 10^{-10} \cdot m \pm 2,3 \cdot 10^{-10}$ Bohr'scher Atomradius
$m_e/m_p = 1/1.836,152.673.760 \pm 9,5 \cdot 10^{-11}$ Elektron-Proton-Massenverhältnis
$\mu_p = 1,410.606.7873 \cdot 10^{-26} \cdot JT^{-1}$ Proton-Magnetmoment
$e^2 = 2\alpha ch\epsilon_0$ Sommerfeld-Substitution
$G = 6,674.08 \cdot \dfrac{m^3}{kg \cdot s^2} \pm 4,7 \cdot 10^{-5}$ Gravitationskonstante

Hinweise zum Ergebnis-Einfluss der v. g. Messwerte:

1. Aus Gründen der besseren Nachvollziehbarkeit wird nicht mit dem v. g. Codata-Wert der Sommerfeld'schen Feinstrukturkonstanten α gerechnet, sondern mit $\alpha = \frac{e^2}{2ch\varepsilon_0} = \frac{e^2 c}{2h} \cdot \mu_0 = 1/137,035.999.142$. Dieser Rechenwert weicht um $+0,000.000.003$ bzw. $+2,0 \cdot 10^{-11}$ von der Codata-Angabe ab. Grundlage ist also der Codata-Messwert für die Elementarladung. Würde mit dem Codata-Wert für α gerechnet, so würde sich das in Formel 29 angegebene Ergebnis für die Rydberg-Konstante $R_{\infty H}$ um $+0,000.446 \cdot m^{-1}$ bzw. um $+4,07 \cdot 10^{-11}$ erhöhen, was innerhalb der mathematisch bedingten Berechnungsunschärfe von $\pm\frac{1}{2} \cdot 1,17 \cdot 10^{-10}$ bzw. innerhalb der durch die Messungenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten $h,\ m_p,\ m_e,\ e$ gegebenen Ergebnis-Bandbreite von $+6,33 \cdot 10^{-10}$ bis $-1,66 \cdot 10^{-10}$ liegt.

2. Ebenfalls aus Gründen der besseren Nachvollziehbarkeit wird anstelle der v. g. Codata-Angabe für $R_{\infty Theorie\ pur}$ der Rechenwert aus Formel 4 angesetzt. Dieser weicht um $+0,002.042 \cdot m^{-1}$ bzw. $+1,86 \cdot 10^{-10}$ von der Codata-Angabe ab. Diese Abweichung liegt aber innerhalb der in Nr. 1 genannten Ergebnis-Bandbreite. Damit ist der hier nachvollziehbar berechnete Theoriewert zulässig. Würde mit der Codata-Angabe für $R_{\infty Theorie\ pur}$ gerechnet, so würde sich das in Formel 29 angegebene Ergebnis entsprechend reduzieren und zu einer Abweichung vom Codata-Messwert für $R_{\infty Mess}$ von $0,000.518 \cdot m^{-1}$ bzw. $+4,73 \cdot 10^{-11}$ führen.

3. Aus Gründen einer in sich geschlossenen Theorie könnte anstelle des v. g. Codata-Messwertes für die Gesamt-Elektronmasse m_e auch der Rechenwert aus Formel 19 angesetzt werden. Es würde sich dann das in Formel 29 für die Rydberg-Konstante $R_{\infty H}$ angegebene Ergebnis marginal um $-0,000.067 \cdot m^{-1}$ bzw. $-0,61 \cdot 10^{-11}$ reduzieren, was zulässig ist.

2 Etwas Theorie

In der Atomtheorie stellt die Rydberg-Konstante R_∞ die Ionisierungsenergie E_∞ des Wasserstoffatoms als Wellenzahl dar über die Strukturformel

$$R_{\infty Theorie\ pur} \cdot hc = E_{\infty Theorie\ pur} \tag{2}$$

In Formel 2 ist $E_{\infty Theorie\ pur}$ die kinetische Energie der auf der Grundbahn a_0 des Wasserstoffatoms mit Bahngeschwindigkeit (αc) wie umlaufend erscheinenden Elektronmasse m_e gemäß $E_{\infty Theorie\ pur} = \frac{1}{2} \cdot m_e \left(\alpha c\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$. Ionisierung bedeutet, dass das Elektron von der Grundbahn $n_1 = 1$ durch Anregung unendlich weit entfernt wird, so dass $n_2 = \infty$ gilt also

$$E_{\infty Theorie\ pur} = \frac{1}{2} \cdot m_e \left(\alpha c\right)^2 \tag{3}$$

Gleichsetzen von Formel 2 und 3 ergibt

$$R_{\infty Theorie\ pur} \cdot hc = \frac{1}{2} \cdot m_e \left(\alpha c\right)^2 \tag{4}$$

Formel 4 zeigt, dass sich die Rydberg-Konstante $R_{\infty Theorie\ pur}$ auf die kinetische Energie der Elektronmasse bezieht. Diese hier in moderner Schreibweise notierte Formel für die Rydberg-Konstante ist identisch mit der alten Lehrbuchformel aus Zeiten von Nils Bohr ca. 1910 gemäß $R_{\infty Theorie\ pur} = \frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 ch^3}$ bzw. $\frac{1}{R_{\infty Theorie\ pur}} \cdot \frac{1}{c} = \frac{8h^3}{m_e} \cdot \left(\frac{\varepsilon_0}{e^2}\right)^2$. Mit der ca. 1916 von Sommerfeld entdeckten Substitution $\left(e^2/\varepsilon_0\right)^2 = \left(2\alpha ch\right)^2$ kann man sofort schreiben $\frac{1}{R_{\infty Theorie\ pur}} \cdot \frac{1}{c} = \frac{8h^3}{m_e} \cdot \frac{1}{4\alpha^2 c^2 h^2}$ ergibt $\frac{1}{R_{\infty Theorie\ pur}} \cdot \frac{1}{c} = \frac{h}{m_e/2} \cdot \frac{1}{(\alpha c)^2}$.

Bei Formel 4 handelt es sich, der Lehrmeinung folgend, um eine Näherungsformel zur Berechnung der Atomspektren des angeregten Wasserstoffatoms. Sie gilt nur unter der Annahme eines unendlich schweren Wasserstoffkerns. Da der Kern aber nicht unendlich schwer ist, wird von dessen Mitbewegung ausgegangen. Folglich kann die Bewegung von Kern und Elektron mit den Massen m_e und m_p aufgefasst werden als die Bewegung eines einzigen fiktiven Teilchens, das den gemeinsamen Schwerpunkt im Abstand a_0 (Grundbahn) umläuft und die reduzierte Masse $\mu = m_p \cdot m_e / \left(m_p + m_e\right)$ besitzt. Die Masse m_e des Elektrons muss durch die reduzierte Masse μ ersetzt werden. Damit gilt $R_{\infty H} \cdot hc = \frac{1}{2} m_e \left(\alpha c\right)^2 \cdot \frac{m_p}{(m_p + m_e)}$ und es ergibt sich

Numerische Darstellung der Korrektur $?_2$

$$\boxed{\overbrace{\frac{\frac{1}{2} m_e \left(\alpha c\right)^2}{R_{\infty H} \cdot hc}}^{1{,}000.533.777} = \overbrace{\underbrace{1 + \frac{m_e}{m_p}}_{\substack{eigenst\ddot{a}ndiger \\ Einfluss\ aus\ KMB}}}^{1{,}000.544.617} \underbrace{-}_{\substack{negatives \\ Vorzeichen \\ ist\ mathematisch \\ bedingt}} \underbrace{\left(\overbrace{+0{,}000.010.834}^{=?_2}\right) / KMB^{a-2}}_{\substack{eigenst\ddot{a}ndiger\ Effekt \\ aus\ dem\ inneratomaren \\ SUB-Bereich}}} \tag{5}$$

Dem entsprechend stellt $?_2$ die zu suchende Größe dar. Um den im Experiment gefunden Codata-Messwert numerisch einzustellen, ist in Formel 5 ein 'Zuschlagswert' $?_2 = +0,000.010.834$ angesetzt. Dieser Wert gilt für die beispielhafte Annahme $a = 1$; für $a = 0$ ergibt sich $?_2 = +0,000.010.828$ und für $a = 2$ ergibt sich $?_2 = +0,000.010.840$. Dessen enorme Kleinheit legt nahe, dass aus der SUB-Ebene des Elektrons ein anderer, 'eigenmächtiger' und aufgrund des Ansatzes 2 aus mathematischen Gründen negativ wirkender Effekt zur KMB hinzukommt, welcher deren Struktur zwar als solche nicht verändert aber deren Effekt insgesamt vergrößert. Mit dieser numerischen Darstellung ist sozusagen die Ausgangsstellung des Rechengangs erreicht. Ziel ist es, den Zahlenwert in eine physikalisch motivierte bzw. phänomenologisch sinnvolle und hinreichend exakte Struktur zu überführen.

Begründung für einen neuen Ansatz der KMB

In der bisherigen Theorie wird angenommen, dass die Kern-Mitbewegung (KMB) durch $\mu = \frac{m_p \cdot m_e}{mp+m_e}$ gegeben ist, mit m_p als Gesamt-Protonmasse und mit m_e als Gesamt-Elektronmasse. Gemäß bisheriger Lehrmeinung werden also in der KMB neben den statischen Massen auch sämtlich vorhandene magnetische Massen berücksichtigt. Weil aber die magnetischen Massen über die KMB bereits angesetzt sind, können sie zur Beschreibung des magnetischen Effekts der HFS nicht nochmals herangezogen werden. Es sind beim Ansatz der KMB mit Gesamtmassen alle inneratomaren magnetischen Effekte, hier insbesondere das Kernspin-Proton-Magnetmoment, das maßgebend ist für die Aufspaltung der HFS theoretisch aufgehoben, als ob es kein inneratomares Magnetfeld mehr gäbe. Daher ist es nur konsequent, dass sich gerade mit $HFS = 0$ eine hervorragende Annäherung an den Messwert ergibt. Es darf also beim Ansatz mit der KMB mit Gesamtmassen die HFS nicht angesetzt werden. Mit $HFS = 0$ und bei Ansatz der Dirac'schen QM ohne KMB beträgt die relative Abweichung vom Messwert nur noch $+0,001.898 \cdot m^{-1}$ bzw. $+1,73 \cdot 10^{-10}$ und ist so gering, dass diese schon bei nur marginaler Anhebung der Werte der beteiligten Naturkonstanten h, m_p, m_e um $x = 0,0051$ % der jeweiligen Messunsicherheit von $\pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ und e, wegen des über die Sommerfeld-Substitution $2\alpha ch\varepsilon_0 = e^2$ gegebenen Zusammenhanhgs zur Elementarladung e, um $\sqrt{x} = 0,71$ % der maximal zulässigen Abweichung von $\pm 6,1 \cdot 10^{-9}$, zu null wird.

Damit könnte man sehr zufrieden sein und bei der KMB mit Gesamtmassen einfach die HFS weglassen, sowie die QM ohne KMB ansetzen, obwohl, wie bereits erwähnt, in $R_{\infty Theorie\ pur}$ die reduzierte Elektronmasse m_e/KMB enthalten ist, vgl. Formel 1 und daher auch in der QM. Da aber die bisherige KMB mit Gesamtmassen es erfordert, die HFS außer Acht zu lassen, womit trotz der numerischen Exaktheit die phänomenologische Struktur nicht mehr vollständig abgebildet ist, erscheint es geboten, nunmehr einen neuen Ansatz zu treffen, bei dem in der KMB die magnetischen Teil-Massen nicht enthalten sind.

Daher werden im Rahmen dieser Untersuchung ab hier in die KMB anstelle der Gesamtmassen m_p und m_e nur noch die statischen Massen m_{ps} und m_{es} einbezogen. Zwischen beiden Ansätzen besteht folgender Zusammenhang:

$$\frac{R_{\infty Theoretisch\ pur}}{KMB_{e,p}} + \frac{?_{1e,p} \cdot R_{\infty Theoretisch\ pur}}{KMB^a_{e,p}} = \frac{R_{\infty Theoretisch\ pur}}{KMB_{es,ps}} + \frac{?_{1es,ps} \cdot R_{\infty Theoretisch\ pur}}{KMB^a_{es,ps}}$$

Dieser Zusammenhang ist numerologisch, weil nur einem der beiden Ansätze $KMB_{e,p}$ oder $KMB_{es,ps}$ Realität zukommt. Es ist jedoch zu erwarten, dass für den Ansatz mit $KMB_{e,p}$ wegen der wie gezeigt hieraus resultierenden unvollständigen phänomenologischen Struktur eine physikalische Lösung nicht existiert.

Damit steht die Aufgabe an, die Korrektur $?_2$ in Verbindung mit $KMB_{es,ps}$ also in Verbindung mit statischen Massen zu bestimmen.

3 Geeignete Strukturelemente zur Beschreibung des Elementarbereichs

Der in Formel 5 genannte numerische Abzugswert muss durch phänomenologische Strukturen ersetzt werden. In Betracht kommen die ca. 1899 von Max Planck eingeführten Strukturelemente 'Länge, Zeit und Masse'. So ist die Plancklänge über $l_{Pl} = \frac{h}{c \cdot M_{Pl}}$ an das Wirkungsquantum, ist die Planckzeit mit $t_{Pl} = \frac{l_{Pl}}{c}$ an die Lichtgeschwindigkeit angebunden und nimmt die Planck-Masse über $M_{Pl} = \frac{l^3_{Pl}}{t^2_{Pl} \cdot G}$ Bezug auf die Gravitationskonstante G. Während die Definitionen 'Länge und Zeit' für diese Untersuchung geeignet sind, da sie sich auf Fundamentalkonstanten des Elementarbereichs beziehen, ist zu diskutieren, ob der Ansatz für das Strukturelement 'Masse', wegen des Bezugs auf G, problematisch ist, wovon auch l_{Pl} und t_{Pl} betroffen sind:

- Die gesuchte Korrektur muss eine relative Abweichung des Theoriewertes mit bisheriger KMB zum Messwert der Rydberg-Konstanten von $-1,08 \cdot 10^{-5}$ (Rechenwert zu niedrig) abdecken. Die Gravitationskonstante selbst ist aber schon mit einer Messunsicherheit von $\pm 4,7 \cdot 10^{-5}$ behaftet. Damit ist die Korrektur komplett überdeckt und der Ansatz mit Bezug auf G hier unbrauchbar.

- Die Gravitationskonstante ist zwar im Elementarbereich gültig, aber in diesem zur Beschreibung der Phänomene nur bedingt brauchbar. Sie ist eine Größe, die sich auf das gesamte Universum bezieht. Das zeigen der Ausdruck $G = R/Mc^2$, mit dem Planck ca. 1899 selbst rechnete oder der Ausdruck $G = 2R/Mc^2$, mit dem Einstein und Schwarzschild ca. 1916 in der ART rechneten, worin jeweils R der Weltradius und M die Weltmasse bedeuten. Damit ist der Ansatz mit Bezug auf G hier ungeeignet.

- Es ist eine Beschreibung elektro-magnetischer Phänomene mit Eigenschaften der materiellen Gravitation unzulässig.

- Die Planck-Masse hat keinen Bezug zu irgendeinem real existierenden Elementarteilchen. Damit wäre der Ansatz mit Bezug auf G hier nur eine Fiktion.

Vor diesem Hintergrund ist ein Strukturelement 'Masse' zu definieren, das Bezug auf eine dem Elementarbereich ursächlich zugehörige Masse hat. Das ist offensichtlich bei der Protonmasse der Fall, denn dieser Bezug ist gleichwertig zum Bezug des Strukturelements 'Länge' auf die Planckwirkung bzw. zum Bezug des Strukturelements 'Zeit' auf die Lichtgeschwindigkeit. Das 'neue' Strukturelement 'Masse' wird nicht mehr als 'Planck-Masse' bezeichnet, sondern, zur eindeutigen Unterscheidung, als 'Elementarmasse' m_{ps}. Die sich durch das Einführen dieser 'neuen' Massedefinition ergebenden 'neuen' Darstellungsweisen sind aus formaler Sicht kein Problem. Mit den zugehörigen Substitutionen, die im Folgenden erläutert werden, kann sofort in die 'alte' Darstellung übergeleitet werden. Zwar treten, um das gleiche 'neue' Ergebnis zu erzielen, unweigerlich 'neue' Überleitungsfaktoren auf, aber genau diese stellen den Fortschritt an strukturellem und numerischem Erkenntnisgewinn dar. Auf diese Weise geht das 'Neue' aus dem 'Alten' hervor und kann zwischen zwei gleichwertigen Darstellungen desselben Sachverhalts hin- und her gewechselt werden. Mit dieser grundlegenden 'Neu'-Definition des Strukturelements 'Masse' wird ein seit ca. 1970 eröffneter 'neuer' Weg beschritten. Es werden Strukturelemente aus der 'Philberthschen' Existenzphysik [9], die ebenso wohl definiert sind wie die Planck-Einheiten, herangezogen, um den experimentellen Wert der Rydberg-Konstanten theoretisch nachzuvollziehen.

Für diese 'neuen' Strukturelemente gilt folgender verkettete Zusammenhang:

$$\textbf{Elementarmasse} \;\; m_{ps} = \frac{m_p}{\left(1 + \underbrace{\frac{2}{9} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{4\pi}}_{=0{,}000.120.632}\right)} = \frac{h}{\mu_p} \cdot \frac{2}{9} e \tag{6}$$

Mit Formel 6 wird das Strukturelement 'Elementarmasse' als sogenannte 'statische' Protonmasse direkt mit dem Codata-Messwert für die Gesamt-Protonmasse verknüpft und hat somit deren Messgenauigkeit. Die Bedeutung des Faktors $\frac{2}{9} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{4\pi}$ lässt sich über die Proton-Magnetfeld-Energie E_{pm} erklären. Die **Proton-Magnetfeld-Energie** ist das Produkt aus dem halbierten Elementarmagnetfluss $\frac{1}{2} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha h}{e}$ mit dem halben Kreisstrom $\frac{1}{2} i_p$, wobei sich i_p als Proton-Magnetmoment μ_p pro Elementarfläche $A = \pi\lambda^2$ ergibt, also $E_{pm} = \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha h}{e}\right) \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_p}{\pi\lambda^2}\right)$. Aus dem Messwert von μ_p [3] errechnet sich $E_{pm} = m_{ps} c^2 \cdot 0{,}222.220.9 \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{4\pi}$. Statt des Messwertes kann pragmatisch die Beziehung $\frac{E_{pm}}{c^2} = m_{ps} \cdot \frac{2}{9} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{4\pi} = m_{pm}$ gesetzt werden mit der relativen Abweichung zum Messwert von $+5{,}84 \cdot 10^{-6}$ (Theoriewert zu hoch) [9]. Dementsprechend ist die Strukturformel 6 zweifellos physikalischer Natur und kein numerologisches Kunstgebilde. Sie ist hochpräzise und liefert einen Wert, der sehr genau mit dem Messwert für das Proton-Magnetmoment in Einklang steht. Zugleich ist sie von grundlegender physikalischer Bedeutung für die im Folgenden hergeleiteten Strukturelemente 'Länge' und 'Zeit'. Durch deren verketteten Zusammenhang mit der statischen Protonmasse sind alle drei Strukturelemente gleichermaßen geeignet, den Elementarbereich transparent und exakt zu beschreiben. Zweites Strukturelement ist

$$\textbf{Feldkonstante} \;\; \varphi = \sum_{z=1}^{z=n} \left(\frac{1}{n + \frac{1}{2}}\right)^2 \tag{7}$$

Dieses Strukturelement ist eine von Bernhard und Karl Philberth ca. 1970 in die Theorie eingeführte Neuerung. Es wird das Radial-Feld um eine Quelle herum wie aus einer Anzahl z an 1λ- dicken Kugelschalen gebildet aufgefasst. Daher ist φ die Wirkungs-Intensitätssumme eines Elementarteilchens von $r = 1\lambda$ bis zur Weltraumtiefe $r = R$, gemäß $\frac{h}{\lambda\tau} \cdot \varphi$. Es ist die Summe über alle Schalen oder die Umläufe aller Zeiten $\varphi_{z=\infty} = \frac{1}{2}\pi^2 - 4 = 0{,}934.802.200.545$ und φ_z variiert also je nach Schalenabstand z. Die Intensität in den fernen Schalen nimmt quadratisch mit der Entfernung ab, so dass nur die nahen Schalen zu φ merklich beitragen. So haben alle Schalen außerhalb von ein milliardstel Millimeter zusammen nur noch rd. ein Promille Anteil [9]. In diesem Sinne charakterisiert sich die Eigenmächtigkeit eines radial auslaufenden Magnetfeldes durch Aufsummierung über alle Schalen-Energien. Mit jeder Elementardauer wird eine neue Schale um das Proton selbst erzeugt, als neue 1. Schale, wobei die zuvor 1. Schale zur zweiten wird usw. Je weiter die Schale fortschreitet, umso kleiner wird die ihr zugehörige Feldenergie, bis zum Verschwinden. Weil aber mit jeder Elementardauer immer gleichmäßig eine neue 1. Schale erzeugt wird und die gegebenen Schalen-Energien immer gleichmäßig abfallen, bleibt die Summe über alle Schalen-Energien immer konstant als $\sum_1^n E_n$ [9]. Drittes Strukturelement ist

$$\textbf{Elementarlänge} \;\; \lambda = h/(c \cdot m_{ps}) = \mu_p / \left(2/9 \cdot e \cdot c\right) \tag{8}$$

Sie ist direkt an die Planckwirkung angebunden und ist eine exakte Größe, weil h und m_{ps} die gleiche Messgenauigkeit haben und eine relative Werte-Veränderungen jeweils immer gleich bleibt und jeweils immer gleichgerichtet ist. Viertes Strukturelement ist

$$\textbf{Elementardauer} \;\; \tau = \lambda/c \tag{9}$$

Weil λ und c exakte Größen sind, ist die 'Elementardauer' ebenfalls eine exakte Größe.

Der v. g. verkettete Zusammenhang zur Definition der drei Strukturelemente ist keine Neuerung sondern folgt, wie gezeigt, der Definition der Planck-Einheiten. Die Elementarlänge λ ist genau wie die Plancklänge an h und die Elementardauer τ ist genau wie die Planckzeit an c angebunden. Der Unterschied liegt nur in der Definition der Masse. Während die Elementarmasse m_{ps} direkt an die Protonmasse m_p angebunden ist, nimmt die Planck-Masse Bezug auf G, wodurch alle drei Planck-Einheiten hier unbrauchbar werden.

Ein Beispiel für phänomenologische Transparenz

Der Faktor $\frac{2}{9}$ aus Formel 6 lässt sich auch direkt über das Proton-Magnet-Moment μ_p erklären. μ_p ist das Produkt aus dem halben Elementar-Kreisstrom $i = \frac{1}{2} \cdot \frac{\varphi_{z=1} \cdot e}{2\pi\tau}$ mit Elementarfluss $\varphi_{z=1} \cdot e$ und umlaufener Elementar-Kreisfläche $A = \pi r^2$ auf Radius $r = z \cdot \lambda$ mit $z = 1$, was konsequenter Weise über $\varphi_{z=1} = \frac{1}{\left(1+\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{4}{9}$ aus Formel 7 zu $\mu_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{9} \cdot e \cdot \tau \cdot c^2 + 5,84 \cdot 10^{-6}$ (Theoriewert zu hoch) führt [9]. Hier ist nicht eine Magnetmoment-Summe über alle Schalen oder über die Umläufe aller Zeiten anzusetzen, sondern es charakterisiert sich die 'Eigenmächtigkeit' des Proton-Magnet-Moments als dessen volles Auftreten in jedem beliebigen zeitlichen Moment während des c- Umlaufs der Elementarladung e auf λ- Radius der ersten Schale. Damit ist r nicht zu verwechseln mit dem **Proton-Masse-Radius** $r_p = \frac{2}{\pi}\lambda$ [1] vgl. [6]. Der zugehörige Formelwert liegt in der Toleranz des Messergebnisses des Paul-Scherrer-Instituts [8] und liefert einen exakten Wert, weil der Viertelumlauf mit Lichtgeschwindigkeit gemäß $\frac{2\pi r_p}{4} \cdot \frac{1}{c} = 1\tau$ genau eine Elementardauer 1τ an Zeit benötigt [1]. Dieses Ergebnis ist kein Zufall sondern Ausdruck der durch das Strukturelement 'Elementardauer' gegebenen phänomenologischen Transparenz. Insofern kann Formel 6 auch geschrieben werden $m_{ps} = \frac{m_p}{1+\frac{1}{2}\cdot\varphi_{z=1}\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}{4\pi}}$ womit zwei verschiedene Feldkonstanten in einem Ausdruck erscheinen. Dies bedeutet, dass mit $\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}{4\pi}$ ein eigenständiger Zusammenhang noch hinzukommt. Hierzu wird auf Formel 11 verwiesen.

Ein weiteres Beispiel phänomenologischer Transparenz

Um von der Leistungsfähigkeit der Philbert'schen Strukturelemente zu überzeugen, wird die Spin-Bahn-Kopplungskonstante λ_{LS} betrachtet. Diese Konstante ist eine in der Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik auftretende Wechselwirkung, deren Stärke von der Stellung des Spins des Teilchens relativ zu seinem Bahndrehimpuls abhängt. Bei gebundenen Teilchen führt die Spin-Bahn-Wechselwirkung zu einer Aufspaltung von Energieniveaus, die zur Feinstruktur des Niveau-Schemas beiträgt.

Beweis: Es ist $\boxed{\lambda_{LS} = \frac{\mu_0 \cdot Z \cdot e^2 \cdot h^2}{8\pi \cdot m_e^2 \cdot r^3 \cdot (2\pi)^2}}$ [5], s. S.162. Im Wasserstoffatom gilt $Z = 1$ (ein Elektron) und $r = a_0$, wobei $a_0 = \lambda \cdot \frac{2}{\varphi\alpha^2} \cdot \frac{m_{es}}{m_e}$, s. Formel 13. Einsetzen ergibt

$$\lambda_{LS} = \underbrace{\frac{1}{\varepsilon_0 \cdot c^2}}_{=\mu_0} \cdot \underbrace{1}_{=Z} \cdot \underbrace{(2\alpha ch\varepsilon_0)}_{=e^2} \cdot \frac{h^2}{8\pi \cdot m_e^2} \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\varphi\alpha^2}{2} \cdot \frac{m_e}{m_{es}}\right)^3}_{=1/a_0^3}$$

. Mit $h = m_{ps} \cdot c \cdot \lambda$ und $\frac{m_{ps}}{m_{es}} = \frac{4\pi}{\varphi\alpha}$ ergibt sich $\boxed{\lambda_{LS} = \frac{1}{2} m_e \left(\alpha^2 c\right)^2}$. Dieser Ausdruck ist selbsterklärend. Es gilt also für den Grundzustand des Wasserstoffatoms mit $l = 0$ und $j = l + 1/2$ der Ausdruck $\boxed{\Delta E_{1,\frac{1}{2}} = \frac{\lambda_{LS}}{4}}$ qed., s. Kapitel 1.

4 Eine kleine Modifikation der Kern-Mitbewegung

In der bisherigen Theorie wird angenommen, dass die Kern-Mitbewegung KMB durch $\mu = \frac{m_e \cdot m_p}{m_e + m_p}$ gegeben ist, mit m_p als Gesamt-Protonmasse und mit m_e als Gesamt-Elektronmasse. Weil sich aber mit diesem bisherigen Ansatz eine phänomenologisch vollständige und hinreichend exakte Korrektur-Lösung nicht ergibt, (s. Kapitel 6, letzter Punkt), werden im Rahmen dieser Untersuchung die 'statischen' Massen m_{es} und m_{ps} einbezogen, was zunächst nur eine andere Darstellung ist, die mit der gezeigten Substitution in die bisherige Darstellung zurückgeführt werden kann. Von daher ist es unproblematisch, wenn nun $\mu_e = \frac{m_e \cdot m_{ps}}{m_{es} + m_{ps}}$ und damit $\frac{1}{R_{\infty H}} = \frac{hc}{\frac{1}{2} m_e (\alpha c)^2} \cdot \left(\frac{m_{es} + m_{ps}}{m_{ps}}\right)$ angesetzt wird. Es gilt also

$$\frac{1}{R_{\infty H}} = \frac{hc}{\frac{1}{2} m_e \left(\alpha c\right)^2} \cdot \left(\overbrace{1 + \underbrace{\frac{m_{es}}{m_{ps}}}_{=0.000.542.844} - ?_2 / 1,000.542.844^{a-2}}^{1,000.533.777} \right) \tag{10}$$

Gemäß Formel 10 ist z. B. für $a = 1$ nun $?_2 = +0,000.009.062 = ?_1$. Die Modifikation $\mu_e = \frac{m_e \cdot m_{ps}}{m_{es} + m_{ps}}$ verursacht eine um $\frac{m_e \cdot m_p}{m_e + m_p} \cdot (1 - 0,000.001.772) = \frac{m_e \cdot m_{ps}}{m_{es} + m_{ps}}$ wertmäßig nur kleine Änderung des bisherigen Theorie-Ansatzes, macht aber bereits $-0,000.001.772 / -0,000.009.062 = 19,56\ \%$ der gesuchten Korrektur aus und ist daher nicht vernachlässigbar. Für $a = 0$ ergibt sich $?_2 = +0,000.009.057 = ?_1$, für $a = 2$ ergibt sich $?_2 = +0,000.009.067 = ?_1$ und für $a = 3$ ist $?_2 = +0,000.009.073 = ?_1$. Insbesondere ist die Modifikation mit statischen Massen von phänomenologischer Bedeutung, denn es wird die

$$\textbf{statische Elektronmasse} \quad m_{es} = \frac{\varphi_{z=\infty}}{4\pi} \cdot \alpha m_{ps} \tag{11}$$

als fünftes Strukturelement eingeführt. Die statische Elektronmasse ist die Verkörperung der elektrostatischen Feldenergie $m_{es} \cdot c^2$ der Elementarladung e , denn mit den Formeln 8 und 11 sowie der Sommerfeld-Substitution ergibt sich $m_{es} \cdot c^2 = \frac{1}{\lambda} \cdot \varphi_{z=\infty} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}$. Es charakterisiert sich die Eigenmächtigkeit des radial auslaufenden elektrostatischen Feldes durch Aufsummierung über alle Schalen-Energien. Mit jeder Elementardauer wird eine neue Schale um das Elektron selbst erzeugt, als neue 1. Schale, wobei die zuvor 1. Schale zur zweiten wird usw. Je weiter die Schale fortschreitet, umso kleiner wird die ihr zugehörige Feldenergie, bis zum Verschwinden. Weil aber mit jeder Elementardauer immer gleichmäßig eine neue 1. Schale erzeugt wird und die gegebenen Schalenenergien immer gleichmäßig abfallen, bleibt die Summe über alle Schalenenergien immer konstant als $m_{es} \cdot c^2 = \sum_1^\infty E_n$. Es bezieht sich $\varphi_{z=\infty}$ auf $\frac{e^2}{\varepsilon_0}$ bzw. lt. Sommerfeld-Substitution auf $2\alpha ch$. Somit gilt $m_{es} \cdot c^2 = \frac{1}{\lambda} \cdot \varphi_{z=\infty} \cdot \alpha ch / 4\pi$ und mit Formel 8 wieder Formel 11. Mit Formel 11 wird von einer inneren Elektron-Struktur ausgegangen. Die 'statische' Elektronmasse ist direkt an die 'statische' Protonmasse angebunden. Die 'statische' Elektronmasse ist also der eigenständige Zusammenhang, der in der Strukturformel für die statische Protonmasse hinzukommt.

Formel 6 kann daher auch geschrieben werden als $\boxed{m_{ps} = \frac{m_p}{1 + \frac{1}{2} \cdot \varphi_{z=1} \cdot \frac{m_{es}}{m_{ps}}}}$.

Diese Schreibweise ist physikalisch motiviert, denn mit $m_{pm} = \frac{1}{2} \cdot \varphi_{z=1} \cdot m_{es}$ als magnetische Protonmasse ergibt sich $m_{ps} = m_p - m_{pm}$, was zeigt, dass m_{ps} sich nicht auf sich selbst bezieht also kein Zirkelbezug vorliegt.

5 Übertrag in physikalische Strukturelemente

Wird anstelle von $?_2 = +\ 0,000.009.073$ bei $a = 3$ der physikalische Ausdruck $?_2 = 2 \cdot 4\pi \cdot \varphi_z \cdot \alpha^3 \quad = \ +\ 0,000.009.130$ angesetzt, dann ergibt sich für Ansatz 2

$$\boxed{f_2 = \underbrace{\overbrace{1 + \frac{\varphi_{z=\infty_\infty} \cdot \alpha}{4\pi}}^{\text{KMB}}}_{=1{,}000.542.844} \quad \underbrace{-}_{\substack{negat.\ Vorzeichen\\ ist\ mathematisch\\ bedingt}} \quad \underbrace{\overbrace{+2 \cdot 4\pi \cdot \varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^3}^{\text{eigenständiger positiver Effekt}}}_{+0{,}000.009.130} \quad \cdot A \cdot \frac{\varphi_z}{\varphi_{z=\infty}} / KMB^{a-2}} \tag{12}$$

mit $A = \frac{1}{\sqrt{1-4\alpha^4}} \cdot \left(\frac{m_{es}^2}{m_e \cdot m^*}\right)$ wobei $\boxed{m^* = m_{es} + \frac{m_{es}}{z_H - 1}}$. Es wird vorwegnehmend φ_z mit $z = \infty$ angesetzt, obwohl hier noch offen ist, welches z gilt, s. hierzu Formel 21. Zudem sind vorwegnehmend mit A Feinstkorrekturen eingeführt. Hierzu wird auf Formel 21 verwiesen. Obiger Übertrag liefert folgende numerische Ergebnisse:

Fall 1: Ansatz 1 mit A wie dargestellt und für $\frac{R_{\infty Mess}}{R_{\infty Theorie\ pur}} = \frac{1}{KMB} + \frac{?_1}{KMB^a}$ mit $a = 0$ also $\frac{\Delta R_\infty}{KMB^0}$, beträgt die relative Abweichung vom Messwert $-1,00 \cdot 10^{-8}$ (Faktor zu niedrig) bzw. $+0,109.764 \cdot m^{-1}$ (Rydberg-Konstante zu hoch berechnet). Diese Abweichung kann nicht innerhalb der Messungenauigkeit der Naturkonstanten eliminiert werden. Die physikalische Struktur ist nicht vollständig abgebildet.

Fall 2: Ansatz 2 mit A wie dargestellt und für $\frac{R_{\infty Mess}}{R_{\infty Theorie\ pur}} = \frac{1}{KMB - \frac{?_2}{KMB^{a-2}}}$ bzw. $\frac{R_{\infty Mess}}{R_{\infty Theorie\ pur}} = \frac{1}{KMB - \frac{\Delta R_\infty}{KMB^{a-2}} \cdot \frac{1}{R_{\infty Theorie\ pur}}}$ mit $a = 0$ also nun mit $\frac{\Delta R_\infty}{KMB^{-2}}$, d. h. mit negativ quadrierter KMB^{-2}, beträgt die relative Abweichung $-1,01 \cdot 10^{-8}$ (Faktor zu niedrig) bzw. $+0,110.667 \cdot m^{-1}$ (Rydberg-Konstante zu hoch berechnet). Mit $a = 4$ also mit $\Delta R_\infty / KMB^2$, d. h. mit positiv quadrierter KMB^{+2}, beträgt die Abweichung $+9,59 \cdot 10^{-9}$ (Faktor zu hoch) bzw. $-0,105.114 \cdot m^{-1}$ (Rydberg-Konstante zu niedrig berechnet). Beide Abweichungen können nicht innerhalb der Messungenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten eliminiert werden. Wie bereits erwähnt ist aus physikalischer Sicht eine quadrierte KMB nicht vorstellbar, womit Fall 2 als Lösung ausscheidet.

Fall 3: Ansatz 1 mit A wie dargestellt und für $\frac{R_{\infty Mess}}{R_{\infty Theorie\ pur}} = \frac{1}{KMB} + \frac{?_1}{KMB^a}$ mit $a = 2$ also mit $\frac{\Delta R_\infty}{KMB^2}$, d. h. mit quadrierter KMB^2, beträgt die relative Abweichung nur noch $-1,66 \cdot 10^{-10}$ (Faktor zu niedrig) bzw. $+0,001.817 \cdot m^{-1}$ (Rydberg-Konstante zu hoch berechnet). Wie bereits erwähnt ist aus physikalischer Sicht eine quadrierte KMB^2 nicht vorstellbar, womit auch Fall 3 als Lösung ausscheidet.

Fall 4: Ansatz 2 mit A wie dargestellt und für $\frac{R_{\infty Mess}}{R_{\infty Theorie\ pur}} = \frac{1}{KMB - \frac{?_2}{KMB^{a-2}}}$ bzw. $\frac{R_{\infty Mess}}{R_{\infty Theorie\ pur}} = \frac{1}{KMB - \frac{\Delta R_\infty}{KMB^{a-2}} \cdot \frac{1}{R_{\infty Theorie\ pur}}}$ mit $a = 2$ also nun mit $\frac{\Delta R_\infty}{KMB^0}$, beträgt die relative Abweichung nur noch $-2,48 \cdot 10^{-10}$ (Faktor zu niedrig) bzw. $+0,002.718 \cdot m^{-1}$ (Rydberg-Konstante zu hoch berechnet). Die Abweichung vom Codata-Messwert ist so gering, dass diese schon bei nur geringer Absenkung der Werte der beteiligten Naturkonstanten $h,\ m_p,\ m_e$ um rd. $x = -0,011$ % der jeweiligen relativen Messunsicherheit von $\pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ und, wegen des über die Sommerfeld-Substitution $2\alpha ch\varepsilon_0 = e^2$ gegebenen Zusammenhangs zur Elementarladung e, um $\sqrt{x} = -1,03$ % der maximal zulässigen relativen Abweichung von $\pm 6,1 \cdot 10^{-9}$, zu null wird, womit die physikalische Struktur vollständig abgebildet ist.

Fall 5: Ansatz 1 mit A wie dargestellt und für $\frac{R_{\infty Mess}}{R_{\infty Theorie\ pur}} = \frac{1}{KMB} + \frac{?_1}{KMB^a}$ mit $a = 1$ also mit $\frac{\Delta R_\infty}{KMB^1}$, d. h. hier unterliegt der Nebeneffekt ΔR_∞ der gleichen KMB, wie der Haupteffekt $R_{\infty Theorie\ pur}$, beträgt die relative Abweichung vom Messwert $-5,09 \cdot 10^{-9}$ (Faktor zu niedrig) bzw. $+0,055.776 \cdot m^{-1}$ (Rydberg-Konstante zu hoch berechnet). Die Abweichung vom Codata-Messwert ist so gering, dass diese bei Absenkung der Werte der beteiligten Naturkonstanten h, m_p, m_e um rd. $x = -8,57$ % der jeweiligen relativen Messunsicherheit von $\pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ und, wegen des über die Sommerfeld-Substitution $2\alpha ch\varepsilon_0 = e^2$ gegebenen Zusammenhangs zur Elementarladung e, um $\sqrt{x} = -29,28$ % der maximal zulässigen relativen Abweichung von $\pm 6,1 \cdot 10^{-9}$, zu null wird, womit die physikalische Struktur vollständig abgebildet ist.

Fall 6: Ansatz 2 mit A wie dargestellt und für $\frac{R_{\infty Mess}}{R_{\infty Theorie\ pur}} = \frac{1}{KMB - \frac{?_2}{KMB^{a-2}}}$ mit $a = 3$ also nun mit $\frac{\Delta R_\infty}{KMB^1}$, d. h. auch hier unterliegt der Nebeneffekt ΔR_∞ der gleichen KMB, wie der Haupteffekt $R_{\infty Theorie\ pur}$, beträgt die relative Abweichung vom Messwert $+4,67 \cdot 10^{-9}$ (Faktor zu hoch) bzw. $-0,051.213 \cdot m^{-1}$ (Rydberg-Konstante zu niedrig berechnet). Die Abweichung ist so gering, dass diese bei Anhebung der Werte der beteiligten Naturkonstanten h, m_p, m_e um rd. $x = +6,54$ % der jeweiligen relativen Messunsicherheit von $\pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ und, wegen des über die Sommerfeld-Substitution $2\alpha ch\varepsilon_0 e^2$ gegebenen Zusammenhangs zur Elementarladung e, um $\sqrt{x} = +25,57$ % der maximal zulässigen relativen Abweichung von $\pm 6,1 \cdot 10^{-9}$, zu null wird, womit auch hier die physikalische Struktur vollständig abgebildet ist.

Aus dem Vergleich der beiden Rechenergebnisse von Fall 5 und Fall 6 lässt sich die **physikalische Berechnungsunschärfe** ermitteln. Diese beträgt $(0,055.776 - 0,051.213)$ bzw. $+0,004.563 \cdot m^{-1}$ bzw. beträgt die relative Abweichung bezogen auf den Messwert $\pm\frac{1}{2} \cdot 4,16 \cdot 10^{-10}$.

Ergebnisse mit $A = 1$ sind als numerologisch anzusehen und kommen daher als Lösung nicht in Betracht, was hier noch offen ist und erst in der Herleitung von Formel 21 festgestellt werden kann. Mit $A = 1$ würde nämlich auch der in A enthaltene Term $\left(\frac{m_{es}^2}{m_e \cdot m^*} = 0,993.225\right)$ weggelassen. Es wäre dann der in Formel 21 angegebene und ausgehend von Formel 20 hergeleitete eigenständige physikalische Struktur der Korrektur nicht mehr erreichbar, sondern nur noch eine Art Mischstruktur mit Elementen aus $R_{\infty Theorie\ pur}$ und Elementen aus der Korrektur. Es bliebe nämlich bei $A = 1$ der Term $\left(\frac{m_e}{m_{es}^2}\right)$ erhalten, womit die Korrektur nicht mehr durchgängig eigenständig wäre. Insbesondere käme hinzu, dass der Term $\frac{1}{m^*}$ entfiele und damit zugleich eine der beiden wesentlichen Grundlagen des der Korrektur zugrundeliegenden inneratomaren Modells. Hierzu wird auf Nr. 5 der Erläuterungen zu Formel 21 verwiesen.

Dem entsprechend gilt aus physikalischer Sicht nach Ansatz 1 die Gleichung

$$\boxed{\frac{2 \cdot 4\pi \cdot \varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^3}{KMB^a} \cdot R_{\infty Theorie\ pur} \cdot A = R_{\infty Mess} - \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB}} \text{ mit } a = 0 \text{ oder } a = 1.$$

6 Elektron-Neutrino $m_{\nu e}$ ist Ursache der Korrektur $?_2$

In diesem Abschnitt geht es darum, den in Formel 12 angegebenen physikalischen Ausdruck der Korrektur in eine phänomenologische Struktur zu überführen. Zunächst ist festzuhalten, dass es ein großes Missverstehen ist, zu meinen, es bestünde in v. g. Formel 10 vor der runden Klammer Grund zur Einführung des relativistischen Faktors $\sqrt{1-\frac{(\alpha c)^2}{c^2}}$, der die mit (αc) 'umlaufende' Gesamt-Elektronmasse m_e erhöht. In Wahrheit läuft diese gar nicht um, sondern hinter dem Anschein des Umlaufs verbirgt sich hier die mit dem Gradient '(αc)' erfolgende Wirkungserzeugung von genau $1h$ durch die gesamte Elektro<u>ruhe</u>masse m_e auf dem Umfang 2π der Grundbahn des Wasserstoffatoms $a_{0Theorie\ pur}$ mit $1h = m_e \cdot (\alpha c) \cdot 2\pi a_{0Theorie\ pur}$, wobei

$$a_{0H} = \underbrace{\overbrace{\lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^2} \cdot \frac{m_{es}}{m_e}}^{=z\cdot\lambda}}_{\substack{CODATA=0{,}529.177.210.67(12)\cdot 10^{-10}\cdot m \\ hier\ \ =0{,}529.177.210.56\cdot 10^{-10}\cdot m \\ a_{0Theorie\ pur}}} = \frac{\lambda_{Compton}}{\alpha} = \frac{r_{e\ klassisch}}{\alpha^2} \tag{13}$$

$\varphi_{z=\infty}$ stammt aus der Substitutionsformel 11 und ist für $z = 1$ bis $z = \infty$ berechnet. Formel 13 liefert mit $a_{0\ Theorie\ pur} = 0,529.177.210.560 \cdot 10^{-10}\ m$ einen Wert, der innerhalb der Codata-Wertetoleranz liegt. Da m_{es} und m_e die gleiche Messtoleranz haben und die relative Werte-Veränderungen jeweils immer gleich bleibt und jeweils immer gleichgerichtet ist und weil λ eine exakte Größe ist, ist die Struktur der Formel exakt! Aus physikalischer Sicht resultiert Formel 13 aus der **Bahnquantenbedingung** $\boxed{1h = m_{es} \cdot (\alpha c) \cdot 2\pi\lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^2}}$, vgl. Formeln 8 und 11. Es ergibt sich als Schalen-Zählwert $z = a_{0Theorie\ pur}/\lambda = 40.041,579.910.691$, wobei $\lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha} = \lambda \cdot z_H = r_L$ der Ladungsradius des Elektrons im Wasserstoffatom ist. Dessen physikalische Bedeutung zeigt sich darin, dass ein c-Umlauf der statischen Elektronmasse m_{es} auf r_L die Wirkung $h/2\pi$ ergibt (s. Kapitel 8, Formel 19, Vierter Punkt, Nr.2).

Würde die Bahnquantenbedingung nicht die Ursache der Existenz der Grundbahn a_{0H} sein, sondern eine Art 'Eigenmächtigkeit' des Wasserstoffatoms, wie z. B. beim Elektron in Formel 19, vierter Punkt, Nr.1 dargelegt, dann würde sich der Radius des Wasserstoffatoms $r = z \cdot \lambda = \frac{2}{\varphi_z \cdot \alpha^2} \cdot \frac{m_{es}}{m_e} \cdot \lambda = 40.042,649.628.997 \cdot \lambda$ betragen und sich φ_z für $z = 1$ bis $z = 40.042,649.628.997$ iterativ zu $\varphi_z = 0,934.777.227.796$ berechnen. Diese Berechnung erfolgt über die Gleichung $\varphi_{z=1\ bis\ 40.042} + \Delta\varphi_{z=40.043} \cdot x = \frac{2}{(40.042+x)\cdot\alpha^2} \cdot \frac{m_{es}}{m_e} = \varphi_z = \frac{2}{z\cdot\alpha^2}$. Im 1. Schritt wird mit $\varphi_{z=\infty}$ der Schalenzähler $z1$ und hieraus φ_{z1} bestimmt, im 2. Schritt mit φ_{z1} der Zähler $z2$ und hieraus φ_{z2} usw. Dem entsprechend würde sich ein um $\Delta z \cdot \lambda = 1,069.718.307 \cdot \lambda$ größerer Atomradius als $a_{0Theorie\ pur}$ für die Grundbahn ergeben. Formel 13 liefert zugleich ein einschlägiges Beispiel für die hier durch das Strukturelement 'statische' Elektronmasse gegebene größere phänomenologische Transparenz sowie aus physikalischer Sicht für die Sinnhaftigkeit von Formel 11 mit Anbindung der 'statischen' Elektronmasse an die 'statische' Masse des Protons. Da das Elektron nicht genauer zu lokalisieren ist als seine Compton-Wellenlänge $\lambda_{Compton}$ und wenn sich zwei Elektronen bis auf den Abstand $r_{e\ klassisch}$ annähern, wodurch die potenzielle Energie so groß wird, dass ein e^+e^-- Paar erzeugt werden kann [11], entziehen sich die im Innern eines einzelnen Elektrons herrschenden Zusammenhänge der Beobachtung und lassen sich daher nur im Gedankenexperiment erschließen. Auch aus numerologischer Sicht hilft ein relativistischer Faktor bezogen auf m_e in Formel 10 vor der runden Klammer nicht weiter. Mit $?_2 = 0$ und mit relativistischem Faktor bezogen

auf m_e würde sich $R_{\infty H} = 10.968.069,812.318 \cdot m^{-1}$ und eine relative Abweichung von $+1,76 \cdot 10^{-5}$ (Theoriewert zu hoch) zum Messwert
$R_{\infty Mess} = 10.967.877,174.308 \cdot m^{-1}$ [6] ergeben. Mit $?_2 = 0$ und ohne relativistischem Faktor bezogen auf m_e ergibt sich $R_{\infty H} = 10.967.777,776.143 \cdot m^{-1}$ mit einer relativen Abweichung von $-9,06 \cdot 10^{-6}$ (Theoriewert zu niedrig). Es käme bei der relativen Abweichung also lediglich zu einem Vorzeichenwechsel, wobei die Abweichung unsymmetrisch nach unten mehr als fünfmal so groß ist wie die nach oben.
Nach dieser Klärung der Nichtanwendbarkeit eines relativistischen Faktors auf die Gesamt-Elektronmasse wegen deren Wirkungserzeugung auf der Grundbahn des Wasserstoffatoms, kann nun die Untersuchung weitergeführt werden.
$?_2 = 2 \cdot 4\pi \cdot \varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^3 \cdot A \cdot \frac{\varphi_z}{\varphi_{z=\infty}}$ aus Formel 12 eingesetzt in Formel 10 ergibt

$$\frac{\frac{1}{2}m_e(\alpha c)^2}{R_{\infty H}hc} = 1 + \frac{m_{es}}{m_{ps}} - \underbrace{\frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{4\pi}}_{Erw.} \cdot \left[2 \cdot 4\pi \cdot \varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^3 \cdot A \cdot \frac{\varphi_z}{\varphi_{z=\infty}}\right] \cdot \underbrace{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}}_{Erw.} / KMB^{a-2}$$

$$\frac{\frac{1}{2}m_e\,(\alpha c)^2}{R_{\infty H} \cdot hc} = 1 + \frac{m_{es}}{m_{ps}} - 8 \cdot \alpha^2 \cdot \underbrace{\left(\frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{2}\right)^2}_{\substack{vgl.\ Elektron-Neutrino \\ s.\ Formel\ 15}} \cdot A \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha} \cdot \frac{\varphi_z}{\varphi_{z=\infty}} / KMB^{a-2} \quad (14)$$

Nunmehr steht an, die Strukturelemente in einen physikalisch sinnvollen Zusammenhang zu überführen. Dem entsprechend geht es im Folgenden darum, zu identifizieren, ob und wie das Elektron-Neutrino beteiligt ist. Für dessen **Ruhemasse** gilt:

$$\boxed{\textbf{Elektron-Neutrino} \quad m_{\nu e} = +\left(\frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{2}\right)^2 \cdot \overbrace{\underbrace{2 \cdot \frac{2}{9} \cdot \frac{3}{4}}_{=1/3} \cdot \frac{9}{8}}^{=3/8} \cdot m_{es} = 2,22 \cdot \frac{eV}{c^2}} \quad (15)$$

wobei nach Formel 6 und 11, $\frac{2}{9}m_{es} = m_{pm}$ die **Proton-Magnetfeldmasse** ist.
Zum Vergleich: [10] nennt $m_{\nu e}c^2/e = 2,05\ bis\ 2,20\ eV$, $http://pdg.lbl.gov/2017/listings/rpp2017-list-neutrino-prop.pdf$ nennt $< 2\ eV$. Zur Herleitung der Strukturformel 15 wird auf [2] verwiesen. Im Folgenden wird zu Lasten einer numerischen Scheingenauigkeit und zu Gunsten der Einfachheit der Strukturformel 15 ohne den dort aufgeführten Faktor 9/8 weiter gerechnet, also mit $m_{\nu e} = 1,97 \cdot eV$. Die Entscheidung, ob diesem oder einem anderen Faktor Realität zukommt, hängt von der Messgenauigkeit der Ruhemasse des Elektron-Neutrinos ab und muss abgewartet werden (*s. http://www.kit.edu/kit/20624.php*). **Dabei ist jedoch zu erwarten, dass in der SUB-Ebene nur ganzzahlige bzw. unkomplizierte Verhältnisse auftreten.** Umstellen von Formel 15 und anstelle $2 \cdot \frac{2}{9}$ adäquat mit $\frac{8}{3} \cdot \frac{1}{6}$

ergibt: $\quad +m_{\nu e} = \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^2}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{\alpha^2} \cdot m_{ps} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{4\pi}$

bzw. $\quad \frac{4}{3} \cdot \alpha^2 \cdot \left(\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}\right)^2 \cdot 6 \cdot \frac{+m_{\nu e}}{m_{ps}/3} = 8 \cdot \left(\frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^2}{2}\right)^2 \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}$ also

$$\frac{1}{R_{\infty H}} = \frac{hc}{\frac{1}{2}m_e\,(\alpha c)^2} \cdot \left[\underbrace{1 + \frac{m_{es}}{m_{ps}} \overbrace{-}^{!} \frac{?_2}{KMB^{a-2}}}_{=\ f_2}\right] \underbrace{-4,67 \cdot 10^{-9}}_{vgl.\ Fall\ 6} \quad (16)$$

mit $\quad ?_2 = \left\{ \frac{4}{3} \cdot \frac{\cancel{8}}{\cancel{9}} \cdot 6 \cdot \frac{\overbrace{+m_{\nu e}}^{=1{,}97\text{eV}}}{\frac{1}{3} m_{ps}} \cdot \frac{\cancel{9}}{\cancel{8}} \cdot \left(\frac{\alpha m_{ps}}{m_{es}} \right)^2 \cdot A \cdot \underbrace{\frac{\varphi_z}{\varphi_{z=\infty}}}_{=1} \right\} = ?_1$

In Formel 16 steht das 'Ausrufezeichen' dafür, dass aufgrund des (wg.Ansatz 2) aus rein mathematischen Gründen negativen Vorzeichens und der enormen Kleinheit der Korrektur $?_2 = ?_1$ sowie in Ermangelung anderer Elementarteilchen nur eine Masse in der Größe der Elektron-Neutrino-Masse $+m_{\nu e}$ beteiligt sein kann. Aus Formel 16 ergibt sich $f_2 = \underbrace{1 + \frac{m_{es}}{m_{ps}}}_{=\,KMB} - \frac{?_2}{KMB^{a-2}}$ mit Zählwert $a = 2$ oder $a = 3$ und $?_2$ aus

Formel 16 ausmultipliziert führt zu
$?_2 = \alpha \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot 4 \cdot \frac{\cancel{8}}{\cancel{9}} \cdot 6 \cdot \frac{+m_{\nu e}}{m_{es}} \cdot \frac{\cancel{9}}{\cancel{8}} \cdot A \cdot \frac{\varphi_z}{\varphi_{z=\infty}}$ und mit $\varphi_z = \varphi_{z=\infty}$ aus Formel 11 zu

$$\boxed{?_2 = 2 \cdot \alpha \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \underbrace{\frac{\varphi_z}{\varphi_{z=\infty}}}_{=1} \cdot \frac{\cancel{8}}{\cancel{9}} \cdot \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot \frac{\overbrace{+m_{\nu e}}^{1{,}97\text{eV}}}{\frac{2}{9} m_{es}} \cdot A \cdot \frac{\cancel{9}}{\cancel{8}} + \underbrace{\frac{m_x}{m_{es}}}_{\substack{Korrekturmasse \\ m_x}}} \tag{17}$$

In Formel 17 nimmt der Korrekturfaktor $?_2$ Bezug auf das Strukturelement 'Elektron-Neutrino'. Jetzt steht an, den Korrekturfaktor $?_2$ über den Term $?_2 = \frac{\Delta R_\infty}{R_{\infty Theorie\ pur}}$ in die physikalische Struktur für ΔR_∞ zu überführen.

Vergleich mit dem bisherigen $KMB-$Ansatz für $?_2$ mit $A = 1$

- Wird auf Formel 17 aufgesetzt, um im Wege einer Rückwärtsrechnung mit m_p anstelle von m_{ps} teilweise zur 'alten' Kern-Mitbewegung zurückzukehren, ergibt sich mit $B = \alpha \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot 4 \cdot 6$ über $f = 1 + \frac{m_{es}}{m_p} - B \cdot \frac{+m_{\nu e}}{m_{es}} \cdot A + \frac{m_x}{m_{es}}$ und Zählwert $a = 3$ also f mit $KMB^{3-2=1}$ eine positive Korrekturmasse von $m_x = +0,213 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{9} \cdot m_{\nu e}$ bzw. von $m_x = 0,06 \cdot eV$ bzw. bei $m_x = 0$ eine relative Abweichung von $-1,2 \cdot 10^{-7}$ (Faktor zu niedrig), die um etwa zwei Größenordnungen ungenauer ist, wie der obige Ansatz gemäß Formel 17. Zudem ist dieser 'Mischansatz' nicht konsequent und daher als numerologisch abzulehnen.

- Wird auf Formel 17 aufgesetzt, um im Wege einer Rückwärtsrechnung mit m_e und m_p anstelle von m_{es} und m_{ps} vollständig zur 'alten' Kern-Mitbewegung zurückzukehren, ergibt sich über $f = 1 + \frac{m_e}{m_p} - B \cdot \frac{+m_{\nu e}}{m_{es}} \cdot A + \frac{m_x}{m_{es}}$ und auch hier Zählwert $a = 3$ also f mit $KMB^{3-2=1}$ eine negative Korrekturmasse von $m_x = -3,0 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{9} \cdot m_{\nu e}$ bzw. von $m_x = 0,9 \cdot eV$ bzw. bei $m_x = 0$ eine relative Abweichung von $+1,7 \cdot 10^{-6}$, die um drei Größenordnungen ungenauer ist als Formel 17. Wird deswegen m_x nicht vernachlässigt und dem Elektron-Neutrino zugeordnet, dann müsste $-7,169 \cdot +m_{\nu e}$ angesetzt werden. Es ist dieser Ansatz als numerologisch abzulehnen.

Dieser Vergleich zeigt, dass sich auf der Grundlage eines Ansatzes für die KMB mit Bezug auf die Elektron- und Proton-Gesamtmasse $m_e,\ m_p$ keine phänomenologisch sinnvolle und hinreichend exakte Korrektur-Lösung mit Bezug auf das Elektron-Neutrino ergibt, während der Ansatz für die KMB mit Bezug auf die statischen Massen die v. g. physikalisch motivierte Fortsetzung zulässt.

7 Hypothetische Theorieformel für die Korrektur $?_2$

Um die physikalischen Ursachen der Korrektur näher zu untersuchen, wird aus Formel 17 $?_2$ mit (h/e) erweitert. Es ergibt sich:

$$\boxed{?_2 \cdot \left(\frac{h}{e}\right) = \frac{\alpha h}{\frac{1}{2} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot e}{4\pi}} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{\cancel{8}}{\cancel{9}} \cdot \underbrace{2}_{\substack{Wechsel- \\ wirkungs- \\ faktor}} \cdot \frac{\overbrace{+m_{\nu e}}^{1{,}97\mathrm{eV}}}{m_{pm}} \cdot \frac{\cancel{9}}{\cancel{8}} \cdot A \cdot \underbrace{\frac{\varphi_z}{\varphi_{z=\infty}}}_{=1}} \tag{18}$$

Anmerkungen zur hypothetischen Theorieformel 18 für die Korrektur

- Die hypothetische Erweiterung der dimensionslosen Verhältniszahl $?_2$ zu $?_2 \cdot (h/e)$ erfolgt, um dieser eine physikalische Bedeutung zu geben. In dem durch den Ladungsradius begrenzten Innenraum des Elektrons tritt ein **Magnetfluss** $\frac{\alpha h}{\varphi_{z=\infty} \cdot e}$ auf, der mit dem Massenverhältnis $2 \cdot \frac{+m_{\nu e}}{m_{pm}}$ gewichtet ist. Beteiligt ist das Elektron-Neutrino $+m_{\nu e}$ des Elektrons und m_{pm}, wodurch zwei Berührungsschalen auftreten und damit der Wechselwirkungsfaktor. Beteiligt ist $e/2$ pro doppeltem Umlauf $2 \cdot 2\pi$ (Flächenbeiwert der Kugelschalen im Verhältnis zum ebenen Plattenpaar).

- Die in A enthaltenen Faktoren sind hier noch nicht aufzulösen, weil eine noch tiefer liegende Struktur gegeben ist. Es wird hierzu auf Formel 21 verwiesen. Es ist also anstelle φ_z der Term $\varphi_{z=\infty}$ anzusetzen.

- Aufgrund der Werte-Konstanz der Übertragungsformel 12 gemäß $?_2 = (+2 \cdot 4\pi \cdot \varphi_z \cdot \alpha^3 \cdot A) = ?_1$ mit $z = \infty$ ist eine Änderung des Wertes in der Strukturformel 15 für die Masse des Elektron-Neutrinos für die Korrektur wertmäßig nicht erheblich, sondern 'nur noch' in Hinblick auf die sich dann ergebende Struktur. Würde in der Strukturformel 15 z. B. der Faktor $\frac{3}{4}$ nicht eingeführt und als Energiewert nicht $1,97\ eV$ sondern $2,63\ eV$ angesetzt, dann würde in Formel 18 der Faktor $\frac{4}{3}$ sich kürzen.

  Sofern in Formel 18 der gestrichen dargestellte Faktor $\frac{9}{8}$ eingeführt würde, käme die Zuordnung des Kehrwert-Faktors $\frac{8}{9}$ auf h als physikalische Interpretation hinzu, weil jede Änderung an der Elektron-Neutrino-Masse eins zu eins die Anteiligkeit der beteiligten Planckwirkung ändert. Dieser Umstand hat den Vorteil, dass die Struktur der Theorieformel 18 sich sozusagen 'wie von selbst' stabilisiert. An dieser Stelle sieht man, wie wichtig es ist, die korrekte Strukturformel der Elektron-Neutrinomasse zu kennen.

Die Struktur zeichnet sich aus durch Ganzzahligkeit der auf dieser SUB-Ebene des Elementarbereichs beteiligten Größen. Der Ausdruck ist einfach und wirkt obwohl hypothetisch nicht gekünstelt. Der phänomenologische Inhalt ist leicht verständlich.

8 Exakte Strukturformel für die Elektron-Ruhemasse

Es bestehen parallele Strukturen zur Elektronmasse, wie deren n. g. Strukturformel 19 belegt. Zu deren bisheriger Herleitung und zu dem zugrunde liegenden Elektronmodell wird auf [2] verwiesen. Es gilt:

$$\boxed{m_e = m_{es} + \overbrace{\underbrace{\frac{m_{es}}{z_e - 1}}_{\substack{Schalen-\\ masse}} + \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2 \cdot \frac{2}{9}}{1-\alpha^2} \cdot \frac{\overbrace{-m_{\nu e}}^{=1{,}97\mathrm{eV}} \cdot m_{es}}{x \cdot -m_{\nu e} + m_{es}}}^{\textbf{magnetische Elektronmasse } \mathbf{m_{em}}} \underbrace{-5,41 \cdot 10^{-10}}_{\substack{bei\ x=\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{4}{9}\\ vgl.\ n.g.\ Nr.4}}} \qquad (19)$$

Anmerkungen zur Struktur-Formel 19 für die Elektronmasse

- Die im Elektron enthaltene magnetische Ruhemasse m_{em} beträgt nur $0,33$ % der Gesamt-Elektronmasse. Diese kleine Teilmasse wird gegeben durch die anteilig über die Randschale des Elektrons nach außen wirkende statische Elektron-Schalenmasse, was mit $0,9932 \cdot 0,33 = 0,32776$ % den Haupteffekt ausmacht und durch einen mit $0,0068 \cdot 0,33 = 0,00224$ %, jeweils bezogen auf die Gesamt-Elektronmasse, sehr kleinen Nebeneffekt des Anti-Elektron-Neutrinos.

- Der Ausdruck $\frac{m_{es}}{z_e - 1}$ bedeutet, dass die Raumschalen im Innern des Elektrons voneinander ununterscheidbar sind (s. Elektronmodell in [2], während die den außerhalb liegenden Schalen zugehörige Feldenergie bis zu Verschwinden abnimmt, je weiter die Schale fortschreitet, also jede Schale unterschiedlich 'befüllt' ist.

- Bemerkenswert ist, dass Faktor $\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}$ sowohl in Formel 18 für die Korrektur der Rydberg-Konstante als auch in der Formel 19 für die Elektronmasse auftritt.

- Die Struktur liefert bei $x = 0$ für die Elektronmasse einen Zahlenwert, der vom $\pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ genauen Messwert um nur $-6,02 \cdot 10^{-12}$ abweicht. Weil sich dann m_{es} kürzt ist der Term $1 - \alpha^2$ nicht mehr erklärbar (s. Nr. 4). Daher ist der Ansatz mit $x = 0$ als numerologisch anzusehen.

  1. Wegen der Eigenmächtigkeit des Elektrons liegen z und φ_z eindeutig fest. Der Ladungsradius des Elektrons beträgt
     $z_e \cdot \lambda = \frac{2}{\varphi_z \cdot \alpha} \cdot \lambda = 294,253.278.829 \cdot \lambda = 3,888.760.874 \cdot 10^{-13} \cdot m.$
     Dabei berechnet sich φ_z für $z = 1$ bis $z = 294,253.278.829$ iterativ zu $\varphi_z = 0,931.415.273.856$. Diese Berechnung erfolgt über die Gleichung $\varphi_{z=1\ bis\ 294} + \Delta\varphi_{z=295} \cdot x = \frac{2}{(294+x)\cdot\alpha} = \varphi_z = \frac{2}{z\cdot\alpha}$. Im 1. Schritt wird mit $\varphi_{z=\infty}$ der Schalenzähler $z1$ und hieraus φ_{z1} bestimmt, im 2. Schritt mit φ_{z1} der Zähler $z2$ und hieraus φ_{z2} usw., vgl. Formel 13, beachte den Hinweis in Kapitel 21, Nr. 7, letzter Satz.
  2. Würde anstelle $\varphi_{z=z_e}$ mit $\varphi_{z=\infty}$ gerechnet, so ergäbe sich der **Ladungsradius des Elektrons** zu $\boxed{r_L = \lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha} = z_H \cdot \lambda = 293,187.155.661 \cdot \lambda}$, der $\Delta r = \Delta z_{e-H} \cdot \lambda = -1,066.123.168 \cdot \lambda$ kleiner wäre als der theoretische Schalenzählwert. Es ist z_H der Schalenzählwert des Elektrons, wenn $\varphi_{z=\infty}$ angesetzt wird anstelle von $\varphi_{z=z_e}$ (Bahnquantenbedingung, s. Formel 13).
  3. Die Zuordnung der beiden relativistischen Faktoren $(1 - \alpha^2) = \left[\sqrt{1-\alpha^2}\ \right]^2$ ist aufgrund der Mitbewegung eindeutig (s. Nr. 4). Bemerkenswert sind die zugehörigen Masse-Bewegungen von m_{es} und $x \cdot m_{\nu e}$ im Elektroninnern.

4. Mit $x = \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9}$ vergrößert sich zwar die relative Abweichung auf $-5,41 \cdot 10^{-10}$, was innerhalb der Messungenauigkeit von $\pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ liegt. Jedoch erscheint nun in der Strukturformel für die Ruhemasse des Elektrons ein kleiner Mitbewegungseffekt, der dann auch den Faktor $\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9}$ bestätigt.
5. Die verbliebene relative Abweichung von $-5,41 \cdot 10^{-10}$ zum Messwert (Theoriewert zu niedrig) resultiert nicht aus der 'statischen' Elektronmasse m_{es}, sondern aus der 'magnetischen' Elektronmasse m_{em}. Die relative Abweichung von m_{em} vom 'Messwert' $(m_{e\ Codata} - m_{es})$ beträgt $-1,6 \cdot 10^{-7}$ und ist so gering, dass diese schon bei vernachlässigbarer Absenkung der Werte der beteiligten Naturkonstanten h, m_p, m_e um $x = -0,3$ % der jeweiligen relativen Messunsicherheit von $\pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ und bei der Elementarladung e, wegen des über die Sommerfeld-Substitution $2\alpha ch\varepsilon_0 = e^2$ gegebenen Zusammenhangs, um $\sqrt{x} = -5,6$ % der relativen Messunsicherheit von $\pm 6,1 \cdot 10^{-9}$ zu null wird, womit die phänomenologische Struktur vollständig abgebildet ist.

9 Theorieformel für die Korrektur ΔR_∞

Wie weiter oben schon erläutert, sind Ansatz 1 und Ansatz 2 aus physikalischer und numerischer Sicht gleichberechtigt. Beide beschreiben den gleichen physikalischen Sachverhalt. Unter Verwendung der Schreibweise analog zu Formel 18 aber nun ohne die Erweiterung (h/e), wird nunmehr Ansatz 1 zugrunde gelegt, d. h. es gilt der identisch gleiche physikalische Effekt. Mit Formel 17: $?_1 = 2 \cdot \alpha \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot \frac{+m_{\nu e}}{\frac{2}{9} m_{es}} \cdot A$ und mit $?_1 = \frac{\Delta R_\infty}{R_{\infty Theorie\ pur}} = \frac{\Delta R_\infty \cdot hc}{m_e (\alpha c)^2/2}$ ergibt sich für die Korrektur ΔR_∞:

$$\frac{\Delta R_\infty \cdot hc}{\frac{1}{2} m_e \cdot (\alpha c)^2} = 2 \cdot \alpha \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \underbrace{\frac{\alpha}{\alpha}}_{Erw.\ 1} \cdot \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot \frac{+m_{\nu e}}{\frac{2}{9} m_{es}} \cdot \underbrace{\frac{1}{\left(\frac{\varphi_{z=\infty}\alpha}{4\pi} \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}\alpha}\right)}}_{Erw.\ 2} \cdot A \cdot \underbrace{\frac{c^2}{c^2}}_{Erw.\ 3}$$

Es ist $\Delta R_\infty \cdot hc = \Delta E_\infty$ diejenige positive Energie, die sowohl mit Ansatz 1 als auch mit Ansatz 2 durch Effekte zufließt, die vom Elektron-Neutrino verursacht sind. Mit den drei Erweiterungen und der Substitution $\frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{4\pi}$ aus Formel 11 ergibt sich

$$\boxed{\Delta E_\infty = \frac{1}{2} m_e \cdot (\alpha c)^2 \cdot \frac{4}{3} \cdot 2^2 \cdot \frac{+\frac{1}{2} m_{\nu e} (\alpha c)^2}{\frac{2}{9} \frac{m_{es}}{m_{ps}}} \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} m_{es} c^2} \cdot A} \tag{20}$$

mit $\boxed{A = \left(\frac{m_{es}^2}{m_e \cdot m^*}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - 4\alpha^4}}}$ und $\boxed{m^* = m_{es} + m_{es}/(z_H - 1)}$

Analog zum Haupteffekt $\frac{1}{2} m_e (\alpha c)^2$ ist auch für den Nebeneffekt ΔE_∞ das Auftreten einer kinetischen Energie angesetzt. Da dann die Zahl 2 mit dem Exponent 2 auftritt, wird sie der ebenfalls mit diesem Exponent auftretenden Bahngeschwindigkeit gemäß $2\alpha^2 c$ zugeordnet. Strukturformel 20 kommt ohne die v. g. hypothetische Erweiterung aus! In diesem Sinne ist der Effekt, der zu ΔE_∞ führt, eigenständig. Erst jetzt können die in A stehenden Ausdrücke aufgelöst und eindeutig zugeordnet werden. Es ist

$$\boxed{\Delta E_\infty = \frac{1}{\frac{2}{9} \alpha \cdot m^*} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{+\frac{1}{2} m_{\nu e} (2\alpha^2 c)^2}{\sqrt{1 - 4\alpha^4}} \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}} \tag{21}$$

Damit ist die Überführung von Formel 17 in eine physikalische Struktur für $\Delta R_\infty = \Delta E_\infty / hc$ erfolgt. Jetzt steht an hierfür eine physikalische Ursache herauszustellen.

Zu Formel 21 ist folgendes anzumerken:

1. **Zum relativistischer Faktor des Elektron-Neutrinos**
   Der relativistische Faktor $\sqrt{1-4\alpha^4}$ bezieht sich auf die Geschwindigkeit $(2\alpha^2 c)$ und damit auf $+m_{\nu e}$. Demnach gibt die mit $(2\alpha^2 c)$ bewegte um den zugehörigen relativistischen Faktor $\frac{1}{\sqrt{1-4\alpha^4}}$ vergrößerte Masse des Neutrinos die kinetische Energie. Allerdings ist dieser relativistische Effekt mit einem Ergebnisbeitrag von $-0,000.000.129 \cdot m^{-1}$ vernachlässigbar.

2. **Zur mit $\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}$ modifizierten statischen Elektronmasse $\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}$**
   Diese ist Teil eines Mitbewegungseffekts gemäß $1 + 2 \cdot \frac{\varphi_{z=1} \cdot m_{pm}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}}$, was hier noch nicht festgestellt werden kann. Hierzu wird auf Formel 25 verwiesen.

3. **Zur Elektronmasse $m^* = m_{es} + \frac{m_{es}}{z_H - 1}$ ohne Elektron-Neutrino-Anteil**
   Erst jetzt ist zu erkennen, dass sich die Neutrinomasse $m_{\nu e}$ nicht auf die gesamte Elektronmasse m_e bezieht, sondern anstelle der in m_e enthaltenen magnetischen Masse m_{em} ist nur die in m_{em} enthaltene Schalenmasse $m_{es}/(z_H - 1)$ ohne den Einfluss der Neutrinomasse anzusetzen. Ansonsten würde sich die Neutrinomasse auf einen Term beziehen, worin sie selbst bereits enthalten ist. Das wäre ein Zirkelbezug. Über den Ausdruck $m_{pm} \cdot c^2 + \frac{m_{pm} \cdot c^2}{z_H - 1}$ erscheinen nur Magnetfeldmassen, nämlich die Proton-Magnetfeld-Energie E_{pm}, die zur Erläuterung der Elementarmasse aus Formel 6 bereits herangezogen werden konnte bzw. das Äquivalent 'Proton-Magnetfeld-Masse' m_{pm} und die Elektron-Magnetfeld-Masse (ohne Neutrino-Anteil). Der Faktor (4/3) ist noch zuzuordnen.

4. **Ladungsradius des mit αc bewegten Elektrons**
   Es ist nunmehr zu klären, welches z in m^* anzusetzen ist. Aus numerologischer Sicht führt z. B. Ansatz 2 mit $a = 2$ und mit $z_e = 294,253.278.829$ zu einer relative Abweichung vom Messwert von $-7,50 \cdot 10^{-10}$ bzw. von $-0,008.224\ m^{-1}$. Aus numerischer Sicht ist dieser Ansatz zulässig. Es käme aber zu einem unzulässigen Zirkelbezug, der im nächsten Abschnitt erläutert ist. Wird daher der Ansatz mit $z_H = 293,187.155.661$ aus Kapitel 8, vierter Punkt, Nr. 2, zugrunde gelegt, dann führt dies zu einer nur marginal größeren Abweichung von $-8,62 \cdot 10^{-10}$ bzw. von $-0,009.456\ m^{-1}$. Um den unzulässigen Zirkelbezug zu vermeiden, ist es geboten noch tiefer in den Elementarbereich einzusteigen. Es bewegt sich das Elektron-Neutrino im ruhenden Elektron in diesem mit (αc) auf Ladungsradius $\lambda \cdot \frac{2}{\varphi_z \cdot \alpha}$ mit $z_e = 294,253.278.829$ (s. Formel 19, vierter Punkt, Nr.1), und es bewegt sich das gleiche Elektron-Neutrino im mit (αc) bewegten Elektron des Wasserstoffatoms in diesem mit $(2\alpha^2 c)$ auf Ladungsradius
   $\boxed{r_L = \lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha} = z_H \cdot \lambda = 293,187.155.661 \cdot \lambda}$, der damit $\Delta r = \Delta z_{e-H} \cdot \lambda = -1,066.123.168 \cdot \lambda$ kleiner ist als im Ruhezustand (s. Formel 19, vierter Punkt, Nr.2). Zwar ist das Elektron ein eigenständiges Elementarteilchen, jedoch verliert es durch sein Auftreten als Teil des Wasserstoffatoms also als Teil einer übergeordneten Existenzweise die eigenmächtige Selbstbestimmung seiner geometrischen Abmessung. Dadurch ergibt sich die Feldkonstante φ nicht mehr als Summe über die den Innenraum r des freien Elektrons bildenden z_e-fachen und $1\lambda-$dicken kugelförmigen Raumschalen $r = z_e \cdot \lambda$ gemäß $\varphi = \varphi_{z=z_e}$, sondern - aufgrund der Bahnquantenbedingung (s. Formel 13)- als Summe über die Umläufe aller Zeiten der kreisenden Elementarladung [2] gemäß $\varphi = \varphi_{z=\infty}$.

5. **Schalenmasse des bewegten Elektrons**

Lt. Formel 19 muss bei der magnetischen Masse m_{em}, in Folge des Ansatzes von $z = z_H$, der sich wegen $\varphi = \varphi_{z=\infty}$ ergibt, für das Elektron des Wasserstoffatoms die 'Schalen-Korrektur-Masse' Δm eingeführt werden, weil sich die unverändert gleiche statische Elektronmasse m_{es} die sich im ruhenden Elektron auf $z = z_e$ Innenschalen gemäß $m_{es}/(z_e - 1)$ verteilt nun auf den um rd. eine Schale kleineren Innenraum des bewegten Elektrons im Wasserstoffatom verteilt gemäß $m_{es}/(z_H - 1)$. Insoweit ist die Schalenmasse des bewegten Elektrons des Wasserstoffatoms um $\boxed{\Delta m = \frac{m_{es}}{z_H - 1} - \frac{m_{es}}{z_e - 1} = \frac{(z_e - z_H) \cdot m_{es}}{(z_e - 1) \cdot (z_H - 1)}}$ schwerer als die des ruhenden Elektrons; bei $z_H = z_e$ ist $\Delta z = 0$ und damit $\Delta m = 0$. Die im Vergleich zum ruhenden Elektron um Δm erhöhte magnetische Masse des bewegten Elektrons des Wasserstoffatoms könnte von der im Wasserstoffatom herrschenden Planck'schen Bahnquantenbedingung kompensiert werden. Es könnte gelten

$$\boxed{1h = m_e \cdot (\alpha c) \cdot 2\pi a_{0\ Theorie} = (m_e + \Delta m) \cdot \frac{(\alpha c)}{1 + \frac{\Delta m}{m_e}} \cdot 2\pi a_{0\ Theorie}}$$

Dem entsprechend könnte mit der schwereren Elektron-Schalenmasse eine langsamere 'Bahngeschwindigkeit' (ein geringerer Gradient an Wirkungserzeugung) verbunden sein. Die Gesamt-Wirkungs-Erzeugung wäre weiterhin unverändert genau $1h$. Die Kompensation von Δm erfolgt aber nicht durch die Bahnquantenbedingung in Gestalt einer langsameren Bahngeschwindigkeit sondern durch das Auftreten von Δm in Gestalt von $\boxed{m^* = \underbrace{m_e - N}_{=m_{es}+\frac{m_{es}}{z_e-1}} + \Delta m = m_{es} + \frac{m_{es}}{z_H - 1}}$ als Korrektur-Effekt. Die Kompensation der wegen $\frac{m_{es}}{z_H-1}$ gegebenen zusätzlichen magnetischen Schalenmasse Δm hat zur Folge, dass der Einfluss des Elektron-Neutrinos mit dem auf $z_H \cdot \lambda$ verringerten Ladungsradius korrespondiert:

$$m_{em} - \left[\underbrace{\frac{m_{es}}{(z_H - 1)} - \overbrace{m_{es} \cdot \frac{(z_e - 1) - (z_H - 1)}{(z_e - 1) \cdot (z_H - 1)}}^{\text{Kompensation der magnetischen Masse } \Delta m}}_{= m_{es}/(z_e-1)} \right] = -\underbrace{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{m_{\nu e}}{1 - \alpha^2}}_{Neutrino-Einfluss\ ist\ unabhänig\ von\ z_H}$$

Aufgrund der Kompensation der zusätzlichen magnetischen Schalenmasse Δm durch Auftreten im Korrektur-Effekt ist der Neutrino-Einfluss unabhängig von z_H. Aus physikalischer Sicht ist die Annahme $z = z_H$ im Ausdruck für m^* zulässig, da $\Delta m = ca.\ m_e/z_e^2$ und $\frac{m_e}{z_e^2} \cdot (\alpha c) \cdot a_{0Theorie}$ um $\frac{1}{z_e^2}$ kleiner ist als die maximal zulässige Unschärfe-Bandbreite $\pm\frac{1}{2} \cdot \frac{h}{2\pi} = \pm\frac{1}{2} \cdot m_e \cdot (\alpha c) \cdot a_{0\ Theorie}$.

6. **Inneratomare Ursache der Korrektur ΔR_∞**

Gemäß Formel 19 gilt $\left(+\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{9} \cdot 2 \cdot \frac{1}{1-\alpha^2}\right) \cdot -m_{\nu e} = m_e - m_{es} - \frac{m_{es}}{z_e-1}$

Einsetzen von $m_{es} = m^* - \frac{m_{es}}{z_H-1}$ ergibt

$\left(+\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{9} \cdot 2 \cdot \frac{1}{1-\alpha^2}\right) \cdot -m_{\nu e} = m_e - m^* + \frac{m_{es}}{z_H-1} - \frac{m_{es}}{z_e-1}$ bzw.

$\left(+\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{9} \cdot 2 \cdot \frac{1}{1-\alpha^2}\right) \cdot +m_{\nu e} = m^* - m_e + \left(\frac{m_{es}}{z_e-1} - \frac{m_{es}}{z_H-1}\right)$

Umstellen nach $m_{\nu e}$ und Einsetzen in Formel 21 ergibt

$\Delta E_\infty = \left[\frac{m^*-m_e}{m^*} + \left(\frac{\frac{m_{es}}{z_e-1} - \frac{m_{es}}{z_H-1}}{m^*}\right)\right] \cdot \frac{1}{2} m_{ps} \cdot (2\alpha^2 c)^2 \cdot ....$

$$\ldots \quad \cdot \underbrace{\frac{1}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{9} \cdot 2 \cdot \frac{1}{1-\alpha^2}}}_{Faktor\ aus\ Formel\ 19} \cdot \underbrace{\frac{\frac{4}{3}}{\frac{2}{9} \cdot \sqrt{1-4\alpha^4}}}_{Faktor\ aus\ Formel\ 21}$$

Einsetzen von $m^* = m_{es} + \frac{m_{es}}{z_H - 1}$ in die runde Klammer führt zu

$$\Delta R_\infty = \left[1 - \frac{m_e}{m^*} - \frac{\frac{z_e}{z_H} - 1}{z_e - 1}\right] \cdot \frac{\frac{1}{2} m_{ps} \cdot \left(2\alpha^2 c\right)^2}{hc} \cdot \ldots$$

$$\ldots \quad \cdot \underbrace{\frac{1}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{9} \cdot 2 \cdot \frac{1}{1-\alpha^2}}}_{Faktor\ aus\ Formel\ 19} \cdot \underbrace{\frac{\frac{4}{3}}{\frac{2}{9} \cdot \sqrt{1-4\alpha^4}}}_{Faktor\ aus\ Formel\ 21}$$

Der Term zeigt drei inneratomare Ursachen des Korrektur-Effekts:

a) Maßgebend ist als erster Effekt die Elektronmasse

$m^* = m_{es} + \frac{m_{es}}{z_H - 1} = m_e - \underbrace{\left(\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{9} \cdot 2 \cdot \frac{-m_{\nu e}}{1-\alpha^2}\right)}_{Neutrino-Anteil} + \overbrace{\left(\frac{m_{es}}{z_H - 1} - \frac{m_{es}}{z_e - 1}\right)}^{\Delta m}$, die ohne den Anteil der Anti-Elektron-Neutrinomasse auftritt. Daher ist m^* etwas größer, als die Gesamt-Elektronmasse m_e, vgl. Formel 19.

b) Maßgebend ist als zweiter Effekt die in m^* auftretende höhere Elektron-Schalenmasse Δm gemäß $m^* = \frac{m_{es}}{z_e - 1} + \Delta m$ mit $\Delta m = \frac{m_{es}}{z_H - 1} - \frac{m_{es}}{z_e - 1}$, die infolge des um $\lambda \cdot (z_H - z_e) = -1,066.123.168 \cdot \lambda$ kleineren Ladungsradius des bewegten Elektrons im Wasserstoffatom im Vergleich zum größeren Ladungsradius des ruhenden Elektrons auftritt.

c) Maßgebend ist als dritter Effekt die relativistische Massenvergrößerung $\sqrt{1-4\alpha^4}$.

d) Zur Mitbewegung des Korrektur-Effekts ΔR_∞
Entsprechend der unter lit. a) dargestellten Struktur kann beurteilt werden, ob der lt. Formel 21 'eigenmächtige' Korrektur-Effekt $\Delta E_\infty / c^2$ der gleichen KMB unterliegt wie der auf die Elektron-Gesamtmasse m_e bezogene Haupteffekt $E_{\infty Theorie\ pur} = \frac{1}{2} m_e \cdot (\alpha c)^2 \cdot \frac{1}{hc}$ in Gestalt der reduzierten Elektronmasse $\mu = m_e \cdot m_{ps} / (m_{ps} + m_{es})$. Der Ausdruck in der eckigen Klammer beinhaltet mit m_e / m^* und $\frac{z_e / z_H - 1}{z_e - 1}$ zwei Verhältnisse, die nicht der KMB unterliegen können. Jedoch entspricht der zur Korrektur gehörende Energie-Term $\frac{1}{2} m_{ps} \cdot \left(2\alpha^2 c\right)^2$ dem Energie-Term $E_{\infty Theorie\ pur}$, welcher der KMB unterliegt. Es besteht daher Anlass anzunehmen, dass auch der Korrektur-Effekt ΔR_∞ einer $KMB^{a=1}$ unterliegt.

7. **Diskussion der Zulässigkeit der physikalischen Struktur**
Die in Nr. 6 aufgeführte Formel für ΔR_∞ lässt sich umformen zu:

$$\boxed{\Delta R_\infty = \left[1 - \frac{m_e}{m^*} - \frac{\frac{z_e}{z_H} - 1}{z_e - 1}\right] \cdot \frac{\frac{1}{2} m_{es} \cdot \left(2\alpha^2 c\right)^2}{\frac{1}{3} \alpha hc} \cdot \frac{1}{\frac{m_{pm}}{m_{es}} \cdot \frac{1}{1-\alpha^2}} \cdot C} \qquad (22)$$

mit $C = \frac{1}{\sqrt{1-4\alpha^4}} = A \cdot \left(\frac{m_e \cdot m^*}{m_{es}^2}\right)$. Wie zu sehen, beinhaltet C nur noch den relativistischen Effekt und Formel 22 beinhaltet immer noch alle drei inneratomaren

Effekte. Die Rechnung mit $C = 1$ also die Weglassung des relativistischen Effekts vereinfacht die physikalische Struktur auf zwei inneratomare Aspekte. Diese Vereinfachung ist für Ansatz 1 mit $a = 1$ sowie für Ansatz 2 mit $a = 2$ und $a = 3$ aus numerischer Sicht zulässig, weil die dann verbleibende Abweichung vom Messwert der Rydberg-Konstanten immer noch weit innerhalb der Messungenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten eliminiert werden kann. Nur für Ansatz 1 mit $a = 0$ ist dies nicht möglich, denn der mit $a = 0$ physikalisch zwar gleichwertige Ansatz 1 führt zu einer relativen Abweichung vom Messwert von $+1,00 \cdot 10^{-8}$ bzw. von $+0,109.764 \cdot m^{-1}$ und ist keine Lösung, weil zu ungenau, weil die Abweichung nicht innerhalb der Messungenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten eliminiert werden kann.

Die Tatsache, dass Ansatz 1 mit $a = 0$ als Lösung ausscheidet, womit beide Ansätze nicht mehr für alle Zählwerte gleichberechtigt sind, lässt Zweifel an der Zulässigkeit der Weglassung des relativistischen Faktors $\sqrt{1-4\alpha^4}$ aufkommen. Da aber Ansatz 1 mit $a = 1$ bzw. Ansatz 2 mit $a = 3$ also jeweils $\Delta R_\infty / KMB$ als physikalische Lösung angesehen wird, entfällt dieses Argument. Die Vereinfachung ist zulässig (vgl. Anmerkung Nr. 1 zu Formel 21).

10 Bestimmung eines physikalischen Modells für die Korrektur ΔR_∞

Ausgehend von Formel 22 ist es nun möglich die gesuchte eindeutige physikalische Struktur für ΔR_∞ herzuleiten, die zudem wieder Bezug auf das Elektron-Neutrino nimmt. Hierzu wird Formel 21 in Formel 1 eingesetzt. Es ergibt sich

$R_{\infty H} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + \frac{?_1 \cdot R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB^a}$ bzw. $R_{\infty H} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + \Delta R_\infty / KMB^a$

Hierbei ist $R_{\infty Theorie\ pur} = \frac{\frac{1}{2} m_e (\alpha c)^2}{hc}$ aus Formel 3

und $\Delta R_\infty = \left[1 - \frac{m_e}{m^*} - \frac{\frac{z_e}{z_H} - 1}{z_e - 1}\right] \cdot \frac{\frac{1}{2} m_{es} \cdot \left(2\alpha^2 c\right)^2}{\frac{1}{3}\alpha hc} \cdot \frac{1}{\underbrace{2/9}_{= m_{pm}/m_{es}}} \cdot \frac{1-\alpha^2}{\sqrt{1-4\alpha^4}}$ aus Formel 22.

Einsetzen führt zu

$$R_{\infty H} = \frac{\frac{1}{2} m_e (\alpha c)^2}{hc \cdot KMB} + \left[1 - \frac{m_e}{m^*} - \frac{\frac{z_e}{z_H} - 1}{z_e - 1}\right] \cdot \frac{\frac{1}{2} m_{es} \cdot \left(2\alpha^2 c\right)^2}{\alpha hc \cdot KMB^a} \cdot \underbrace{\frac{1}{1/3} \cdot \frac{1}{2/9}}_{=27/2} \cdot \frac{1-\alpha^2}{\sqrt{1-4\alpha^4}}$$

Einsetzen von $m_e = m_{es} + \frac{m_{es}}{z_e - 1} - N$ aus Formel 19, wobei $N = \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{9} \cdot 2 \cdot \frac{m_{\nu e}}{1-\alpha^2}$ ist, also $m_e = m_{es} \cdot \left(1 + \frac{1}{z_e - 1}\right) - N$ bzw. $\boxed{m_e = m_{es} \cdot \frac{z_e}{z_e - 1} - N}$

und Einsetzen von $m^* = m_{es} + \frac{m_{es}}{z_H - 1}$ aus Formel 12 bzw. $\boxed{m^* = m_{es} \cdot \frac{z_H}{z_H - 1}}$

sowie für m_e in der eckigen Klammer $\boxed{m_e = m^* \cdot \frac{z_H - 1}{z_H} \cdot \frac{z_e}{z_e - 1} - N}$

und Separation von N ergibt

$$R_{\infty H}=\frac{\frac{1}{2}\left(m_{es}\cdot\frac{z_e}{z_e-1}-\overbrace{\cancel{N}}^{\text{separiert 1}}\right)\cdot(\alpha c)^2}{hc\cdot KMB}+...$$

$$...+\left[1-\underbrace{\left(\frac{z_H-1}{z_H}\cdot\frac{z_e}{z_e-1}-\frac{\overbrace{\cancel{N}}^{\text{separiert 2}}}{\cancel{m}^*}\right)}_{=\,m_e/m^*}-\frac{\frac{z_e}{z_H}-1}{z_e-1}\right]\cdot\frac{\frac{1}{2}m_{es}\cdot\left(2\alpha^2c\right)^2}{\alpha hc\cdot KMB^a}\cdot\underbrace{\frac{1}{1/3}\cdot\frac{1}{2/9}}_{=27/2}\cdot\frac{1-\alpha^2}{\sqrt{1-4\alpha^4}}-...$$

$$...-\frac{\frac{1}{2}\overbrace{N}^{\text{aus separiert 1}}(\alpha c)^2}{hc\cdot KMB}+\frac{\overbrace{N}^{\text{aus separiert 2}}}{m^*}\cdot\frac{\frac{1}{2}m_{es}\cdot\left(2\alpha^2c\right)^2}{\alpha ch\cdot KMB^a}\cdot\underbrace{\frac{1}{1/3}\cdot\frac{1}{2/9}}_{=27/2}\cdot\frac{1-\alpha^2}{\sqrt{1-4\alpha^4}}$$

Nachdem in der eckigen Klammer N/m^* separiert ist, wird deren Inhalt gleich null. Damit entfällt der mittlere Term. Mit

$$\frac{\frac{1}{2}m_e(\alpha c)^2}{hc\cdot KMB}+\frac{\Delta R_\infty}{KMB^a}=R_{\infty H}\text{ bzw. }\boxed{\frac{\Delta R_\infty}{KMB^a}=R_{\infty H}-\frac{\frac{1}{2}m_e\,(\alpha c)^2}{hc\cdot KMB}}\text{ und }m_e=m_{es}+\frac{m_{es}}{z_e-1}-N$$

und Einsetzen des obigen Ausdrucks für $R_{\infty H}$ ohne den mittleren Term ergibt sich

$$\Delta R_\infty=\frac{\frac{1}{2}\cdot(\alpha c)^2}{hc\cdot KMB}\cdot\left[\overbrace{m_{es}\cdot\frac{z_e}{z_e-1}}^{\text{aus }R_{\infty H}}-\overbrace{\left(m_{es}+\frac{m_{es}}{z_e-1}-N\right)}^{=\,m_e}\right]-...$$

$$...-\frac{\frac{1}{2}N(\alpha c)^2}{hc\cdot KMB}+\underbrace{\frac{m_{es}}{m^*}}_{=(z_H-1)/z_H}\cdot\frac{\frac{1}{2}N\cdot\left(2\alpha^2c\right)^2}{\alpha hc\cdot KMB^a}\cdot\underbrace{\frac{1}{1/3}\cdot\frac{1}{2/9}}_{=27/2}\cdot\frac{1-\alpha^2}{\sqrt{1-4\alpha^4}}$$

Der Inhalt der eckigen Klammer ist gleich N und kürzt somit den ersten Term in der unteren Reihe. Nach diesen beiden erheblichen Vereinfachungen, die für die Richtigkeit der Vorgehensweise sprechen, bleibt nur noch der zweite Term der unteren Reihe übrig.

Einsetzen von $N=\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{2}{9}\cdot2\cdot\frac{m_{\nu e}}{1-\alpha^2}$ führt für diesen Term auf

$$+\underbrace{\frac{\cancel{m}_{es}}{\cancel{m}^*}}_{=(z_H-1)/z_H}\cdot\frac{\frac{1}{2}\left(2\alpha^2c\right)^2}{\alpha hc\cdot KMB^a}\cdot\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{2}{\cancel{9}}\cdot2\cdot\frac{m_{\nu e}}{1-\alpha^2}\cdot\frac{z_H-1}{z_H}\cdot\frac{1}{1/3}\cdot\frac{1}{2/\cancel{9}}\cdot\frac{1-\alpha^2}{\sqrt{1-4\alpha^4}}$$

Wie zu sehen, kürzt sich als dritte Vereinfachung der Term $1-\alpha^2$ da hier nicht das ruhende Elektron betrachtet wird sondern das mit (αc) bewegte Elektron.

Dies führt zu $\Delta R_\infty=\frac{\frac{1}{2}m_{\nu e}\left(2\alpha^2c\right)^2}{\frac{1}{3}\cdot\frac{2\alpha hc}{4\pi}}\cdot\frac{z_H-1}{z_H}\cdot\frac{1}{\sqrt{1-4\alpha^4}}\cdot\frac{4}{\varphi_{z=\infty}}$ und mit $\frac{2\alpha hc}{4\pi}=\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}$ ergibt sich

$$\boxed{\Delta R_\infty=\frac{\frac{1}{2}m_{\nu e}\left(2\alpha^2c\right)^2}{\frac{1}{3}\cdot\underbrace{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}}_{=\alpha\hbar c}}\cdot\underbrace{\frac{z_H-1}{z_H}}_{\substack{=1-\lambda/r_L\\=m_{es}/m^*\\=m_{es}/[m_e-(N-\Delta m)]}}\cdot\frac{1}{\sqrt{1-4\alpha^4}}\cdot\frac{4}{\varphi_{z=\infty}}}\tag{23}$$

Das gleiche Resultat ergibt sich, wenn in Formel 21 für m_{es}/m^* der Term $(z_H-1)/z_H$ eingesetzt wird.

11 Zusammenfassung der elementaren Strukturen zur Neubestimmung der Rydberg-Konstante $R_{\infty H}$

Nach den drei Vereinfachungen zeigt Formel 23 die gesuchte Struktur des physikalischen Modells der Korrektur ΔR_∞ in eindeutiger Weise. Der physikalische Effekt ist gegeben durch das Elektron-Neutrino $+m_{\nu e}$ und durch den im Vergleich zum ruhenden Elektron engeren Ladungsradius $r_L = z_H \cdot \lambda$ des mit (αc) bewegten Elektrons des Wasserstoffatoms sowie durch einen relativistischen Effekt. Es ist offensichtlich, dass diese Struktur physikalisch ist und insbesondere nicht numerologisch.
Die zugehörige Formelsammlung lautet für Ansatz 1:

Insgesamt: $\boxed{R_{\infty H} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + \frac{\Delta R_\infty}{KMB^a}}$

neu mit $KMB = 1 + \frac{m_{es}}{m_{ps}} = 1,000.542.844$ anstelle bisher mit m_e und m_p

$$R_{\infty H} = \frac{10.973.731{,}570.550 \cdot m^{-1}}{KMB} + \frac{\Delta R_\infty}{KMB^a}$$

Der oben angegebene Zahlenwert für $R_{\infty\ Theorie\ pur}$ ist berechnet mit der Formel:

Theoriewert pur: $\boxed{R_{\infty Theorie\ pur} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\frac{1}{2} m_e \cdot (\alpha c)^2}{m_{ps} \cdot c^2}}$ mit $\boxed{\lambda \cdot m_{ps} \cdot c^2 = hc}$

und mit dem Codata-Messwert für m_e

Korrektur: $\Delta R_\infty = \frac{1}{\lambda \cdot m_{ps} \cdot c^2} \cdot \underbrace{\left[\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} m_{\nu e} \cdot \left(2\alpha^2 c\right)^2 \cdot \frac{m_{ps}}{\frac{2}{9} \cdot m^*} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - 4\alpha^4}}\right]}_{=\ \Delta E_\infty\ aus\ Formel\ 21}$

bzw. adäquat $\boxed{\Delta R_\infty = \left[1 - \frac{m_e}{m^*} - \frac{\frac{z_e}{z_H} - 1}{z_e - 1}\right] \cdot \frac{\frac{1}{2} m_{es} \cdot \left(2\alpha^2 c\right)^2}{\frac{1}{3}\alpha hc} \cdot \frac{1}{\frac{m_{pm}}{m_{es}} \cdot \frac{1}{1-\alpha^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - 4\alpha^4}}}$

bzw. adäquat $\boxed{\Delta R_\infty = \frac{\frac{1}{2} m_{\nu e} \left(2\alpha^2 c\right)^2}{\frac{1}{3} \cdot \underbrace{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}}_{=\alpha\hbar c}} \cdot \underbrace{\frac{z_H - 1}{z_H}}_{\substack{=1-\lambda/r_L \\ =m_{es}/m^*}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - 4\alpha^4}} \cdot \frac{4}{\varphi_{z=\infty}}}$ und nun mit $KMB^{a=1}$

in Kurzform $\frac{\Delta R_\infty}{KMB^{a=1}} = \frac{\varphi^2_{z=\infty}}{\lambda} \cdot \frac{\alpha^6}{KMB^{a=1}} \cdot \frac{z_H - 1}{z_H} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-4\alpha^4}} = \boxed{\frac{+99,507.928 \cdot m^{-1}}{KMB^{a=1}} + 5,09 \cdot 10^{-9}}$

Die Abweichung liegt mittig innerhalb der durch die Messungenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten hier gegebenen Bandbreite von $+4,69 \cdot 10^{-9}$ bis $+5,49 \cdot 10^{-9}$. Die Berechnungsunschärfe beträgt $\pm 2,08 \cdot 10^{-10}$. Die Einfügung von $KMB^{a=1}$ ist also wohl für den $F-$Effekt relevant.

Hierbei ist $m^* = \left[m_{es} + \frac{m_{es}}{z_H - 1}\right]$ und $\boxed{m_{em} - \frac{m_{es}}{z_e - 1} = +\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{-m_{ve}}{1 - \alpha^2}}$

Anmerkungen: Aufgrund der Bahnquantenbedingung (s. Formel 13) gilt $z_H = 293,187.155.661$ mit $\boxed{r_L = z_H \cdot \lambda}$ als **Ladungsradius** des mit (αc) bewegten Elektrons im Wasserstoffatom. Dieser ist im Vergleich zum ruhenden Elektron mit $z_e \cdot \lambda = 294,253.278.829 \cdot \lambda$ um $\Delta z_{e-H} \cdot \lambda = 1,066.123.168 \cdot \lambda$ enger. Damit steht als letzte Aufgabe an, die bis hierhin immer noch völlig unbekannte physikalische Struktur der residualen Feinkorrektur F_{res} mit Bezug auf die Korrektur ΔR_∞ aufzudecken.

12 Bestimmung des physikalischen Effektes für die residuale Korrektur F

Es wird angenommen, dass $KMB = 1 + \frac{m_{es}}{m_{ps}}$ ist, mit m_{ps} als statische Protonmasse und m_{es} als statische Elektronmasse. Die zwischen Theoriewert und Messwert der Rydberg-Konstanten auftretende Differenz setzt sich dann wie folgt zusammen:

Tabelle 2 (berechnet mit dem Codata-Messwert für m_e)

$R_{\infty Mess} - R_{\infty Theorie\ pur} =$	$-5.854,396.244 \cdot m^{-1}$	Theoriewert zu hoch
$+R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(1 - \frac{1}{1+\frac{m_{es}}{m_{ps}}}\right) =$	$+5.953,794.408 \cdot m^{-1}$	Korrektur KMB
$\boxed{R_{\infty Mess} - R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(\frac{1}{1+\frac{m_{es}}{m_{ps}}}\right) =}$	$+99,398.164 \cdot m^{-1}$	Theoriewert zu tief
$relative\ Abweichung =$	$\boxed{-9,06 \cdot 10^{-6}}$	
$-QM_{1,\frac{1}{2}} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \frac{\alpha^2}{4} =$	$-146,091.517 \cdot m^{-1}$	Korrektur QM
$+QM_{1,\frac{1}{2}} \cdot \left(1 - \frac{1}{1+\frac{m_{es}}{m_{ps}}}\right) =$	$+0,079.262 \cdot m^{-1}$	Korrektur KMB
$Lambverschiebung\ L\ =$	$+27,261.780 \cdot m^{-1}$	Korrektur L
$Hyperfeinstruktur\ HFS\ =$	$-3,553.473 \cdot m^{-1}$	Korrektur HFS
$residualer\ Nullabgleich =$	$+22,905.784 \cdot m^{-1}$	Feinkorrektur F_{res}
$residuale\ Abweichung =$	$\boxed{+2,06 \cdot 10^{-6}}$	Feinkorrektur F_{res}

Hinweis zur v. g. Aufstellung: In der Theorie ist die Ionisierungsenergie mit negativem Vorzeichen versehen. Die v. g. Aufstellung interessiert sich nur für den Betrag. In diesem Sinne bedeutet z. B. '$-$', dass sich der Betrag der negativen Energie erhöht also die Energie des Grundzustandes absenkt.

Zu dieser Aufstellung ist folgendes anzumerken:

a) Bei dieser Vorgehensweise werden in der KMB nur die statischen Massen m_{es} und m_{ps} berücksichtigt und nicht zusätzlich auch noch die magnetischen Massen. Da die magnetischen Massen also nur einmal angesetzt werden sind sozusagen die inneratomaren magnetischen Effekte, hier insbesondere das Kernspin-Proton-Magnetmoment, das maßgebend ist für die Aufspaltung der HFS, formal nicht aufgehoben. Folglich ist hier HFS anzusetzen.

b) Entsprechend obiger Aufstellung gilt
$-\left(R_{\infty Mess} - \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB}\right) = \frac{QM_{1,\frac{1}{2}}}{KMB} + L + HFS + F_{res}$ bzw. mit $KMB^{a=1}$

$$\boxed{-\frac{\Delta R_\infty}{KMB^{a=1}} = \frac{QM_{1,\frac{1}{2}}}{KMB} + L + HFS + F_{res}}$$

Die Formel zeigt, dass die Korrektur ΔR_∞ alle Aufspaltungsanteile einschließt.

Nachdem ΔR_∞ bekannt ist, erscheint die noch unbekannte Residualgröße F_{res}.

- Diese Formel liefert ein hochpräzises Ergebnis. Mit $a = 1$ ergibt sich $?_1 = \frac{\Delta R_\infty}{KMB^a} = \frac{99{,}507.928 \cdot m^{-1}}{KMB^a} = 99,453.940 \cdot m^{-1}$ bzw. mit Verweis n. o. $F_{res} = -99,453.940 - (-146,091.517 + 0,079.262 + 27.261.780 - 3,553.473)$ also zum residualen Abgleich auf Null $F_{res} = +22,850.008 \cdot m^{-1}$. Aus v. g. Aufstellung ergibt sich $22,905.784 \cdot m^{-1}$ um dem Messwert einzustellen. Damit beträgt die Abweichung vom Messwert, wie in der Zusammenfassung bereits erwähnt, $+0,055.776 \cdot m^{-1}$ bzw. die relative Abweichung bezogen auf den Codata-Messwert $+5,09 \cdot 10^{-9}$ und liegt damit mittig innerhalb der durch die Messungenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten h, m_p, m_e, e hier gegebenen Bandbreite von $+4,69 \cdot 10^{-9}$ bis $+5,49 \cdot 10^{-9}$.
- Da die v. g. Formel sowohl die separierte $QM_{1,\frac{1}{2}}$, die separierte Lamb-Verschiebung L und die separierte Hyperfeinstruktur HFS enthält, ist die phänomenologische Struktur vollständig abgebildet.
- Dieses Ergebnis rechtfertigt es, in der KMB die magnetischen Massen <u>nicht</u> anzusetzen.
- Es ist interessant noch kurz die Lamb-Verschiebung zu betrachten, ob diese in ΔR_∞ enthalten ist. Dies würde bedeuten, dass die Energie für den die Lamb-Verschiebung verursachenden Effekt der Absorption und Emission von Photonen durch das Elektron aus dem Korrekturterm $\Delta R_\infty \cdot hc = \Delta E_\infty$ abfließt. Es gilt lt. den Zahlenwerten der v. g. Tabelle 2 ohne $KMB^{a=1}$

$$\boxed{L = -\Delta R_\infty - \left[\frac{QM_{1,\frac{1}{2}}}{KMB} + HFS + \left(F_{res} + 0,055.776 \cdot m^{-1}\right)\right]}$$

$$L = -\Delta R_\infty \cdot \underbrace{\frac{+27,261.780}{-99,507.928}}_{=|0{,}273.966|}.$$ Somit kann man schreiben

$$L = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_e \cdot (\alpha c)^2}{hc} \cdot (2 \cdot 4\pi \cdot \varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^3) \cdot 0,272.110.$$

Also wird angesetzt

$$\boxed{L_{Mess} = R_{\infty\ Theorie\ pur} \cdot ?_1 \cdot 0,272.110 = \Delta R_\infty \cdot 0,272.110}$$

ohne KMB und $?_1$ ohne A. Damit besteht zwischen L_{Mess} und ΔR_∞ ein physikalischer Zusammenhang. Es ergibt sich

$$\boxed{L = \left[\frac{m_e \cdot c^2}{hc} \cdot \frac{\alpha^5}{4}\right] \cdot (4\pi \cdot 1,017.476)}$$

Der Inhalt der eckigen Klammer stellt die bekannte Basisstruktur der Lamb-Verschiebung dar. Der Zahlenwert in der runden Klammer stellt den hoch präzisen Messwert der Lamb-Verschiebung exakt ein. Die diesen Zahlenwert liefernden physikalischen Phänomene werden in der Quantenelektrodynamik (QED) behandelt. Diese liefert $0,05 \pm \frac{2}{\pi}$. Die Abweichung zur QED beträgt $(4\pi \cdot 1,017.476) \cdot \left(\frac{1}{\pm\frac{2}{\pi} + 0{,}05}\right) = ca.\ 2\pi^2$, was zeigt, dass zwischen ΔR_∞ und L ein physikalischer Zusammenhang besteht. Es ist

$$\boxed{\underbrace{L_{Mess} = \left[\frac{\frac{1}{2} m_e\ c^2}{h\ c} \cdot \frac{\alpha^5}{2}\right]}_{Basisstruktur} \cdot 2\pi^2 \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{\pi \cdot \frac{1}{2}} + 0,011.125\right)}_{aus\ QED} = 27,261.780 \cdot m^{-1}}$$

13 Physikalisches Modell zur Beschreibung des residualen $F-$Effektes

Mit Hilfe der in lit. b) aufgeführten Formel kann nun versucht werden den immer noch völlig unbekannten '$F-$ Effekt' theoretisch zu beschreiben. Während alle bekannten Aufspaltungen $QM,\ L,\ HFS$ unabhängig von der Korrektur ΔR_∞ sind, weil sie jeweils selbständig auftreten, ist bezüglich des '$F-$ Effekts' zu sehen, dass dieser von der Korrektur ΔR_∞ umfasst ist, da diese ja die Spanne zwischen $\frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB}$ und $R_{\infty Mess}$ abdeckt. Da über F nichts weiter bekannt ist und zudem dieser Effekt im Gegensatz zu den bekannten Aufspaltungen von außen nicht beobachtbar bzw. messbar ist, wird angenommen, dass er sich auf ΔR_∞ bezieht. Dazu wird angesetzt:

$$\boxed{F_{res} = \frac{\Delta R_\infty}{KMB^a} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty}}{4} \cdot (1-2\alpha)} + 2,34 \cdot 10^{-10}\ bzw.\ +0,002.560 \cdot m^{-1} \tag{24}$$

Wird anstelle $(1-2\alpha)$ mit $1/\left(1+2\alpha\right)$ gerechnet, ergibt sich bei $a=1$ die Abweichung vom Messwert der Rydberg-Konstante zu $-2,11 \cdot 10^{-10}$ bzw. $-0,002.319 \cdot m^{-1}$ und mit $1-2\alpha/\left(1+\alpha\right) = \left(1-\alpha\right)/\left(1+\alpha\right)$ erhält man $-9,40 \cdot 10^{-12}$ bzw. $0,000.103 \cdot m^{-1}$, jedoch sind diese Ansätze wohl als numerologisch anzusehen, obwohl im Vergleich dazu bei $\frac{\varphi_{z=\infty}}{4} \cdot (1-2\alpha) = \frac{\varphi_{z=\infty}}{4} - \frac{\varphi_{z=\infty}\alpha}{2}$ mit dem Minus-Ausdruck ein bekannter Term auftaucht. Anstelle von $1-\frac{2\alpha}{1+\alpha}$ kann aber der physikalische Ausdruck

$$\boxed{\frac{1}{M} = \frac{1}{1 + 2 \cdot \underbrace{\frac{4}{9} \cdot \frac{m_{pm}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}}}_{=A}}}$$

angesetzt werden, der als Mitbewegungseffekt M aufzufassen ist, wobei anstelle $2 \cdot \varphi_{z=1} \cdot m_{pm}$ die reduzierte Masse $\boxed{\frac{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} m_{es} \cdot 2\varphi_{z=1} m_{pm}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} m_{es} + 2\varphi_{z=1} m_{pm}}}$ anzusetzen ist, mit der Proton-Magnetfeld-Masse $m_{pm} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{9} \cdot m_{es}$, s. Formel 21, Erläuterung Nr. 2. Es verursachen also diese beiden Bestandteile des Protons $\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}$ und $\frac{8}{9} \cdot m_{pm} = 2 \cdot \varphi_{z=1} \cdot m_{pm}$ einen Mitbewegungseffekt innerhalb des Protons. Um das Ergebnis für ΔR_∞ nicht zu verfälschen, wird dieser Mitbewegungseffekt erst jetzt einbezogen. Wie an der Zahl 1 im Term $1-2\alpha$ zum Ausdruck kommt bzw. mit $M=1$, kann auf die Angabe einer physikalischen Struktur für ΔR_∞ nicht verzichtet werden, denn die physikalische Struktur für ΔR_∞ ist keine Fiktion, wenn der Faktor $4/\varphi_{z=\infty}$ sozusagen als vierte Vereinfachung sich herausgekürzt hat. Mit Formel 23 ergibt sich die

Physikalische Struktur der residualen Feinkorrektur F_{res}

$$\boxed{F_{res} = \frac{\frac{1}{2} m_{\nu e} \cdot \left(2\alpha^2 c\right)^2}{\frac{1}{3} \cdot \underbrace{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}}_{=\alpha\hbar c} \cdot KMB^{a=1} \cdot M} \cdot \underbrace{\frac{z_H - 1}{z_H}}_{\substack{=1-\lambda/r_L \\ =m_{es}/m^*}} \cdot \underbrace{\frac{1}{\sqrt{1-4\alpha^4}}}_{vernachl\ddot{a}ssigbar} = 22,905.858 \cdot m^{-1}} \tag{25}$$

Formel 25 liefert ein physikalisches Modell für den bislang völlig unbekannten inneratomaren und von außen nicht beobachtbaren $F-$Effekt. Wie zu sehen, hat sich der Faktor $4/\varphi_{z=\infty}$ aus Formel 23 gekürzt. Es ergibt sich mit der Abweichung $+6,71 \cdot 10^{-12}$ bzw. $+0,000.074 \cdot m^{-1}$ die beste Annäherung an den Messwert der Rydberg-Konstante bzw. von $+3,21 \cdot 10^{-6}$ bezogen auf den in v. g. Tabelle genannten $F_{res}-$Wert.

14 Eine Theorieformel für die Feinstrukturkonstante α

In diesem Kapitel wird erläutert, weshalb die Substitution $1-\frac{2\alpha}{1+\alpha}\approx\frac{1}{1+2A}=\frac{1}{M}$ als Mitbewegungseffekt M funktioniert. Dazu ist es erforderlich, für die Sommerfeld'sche Feinstruktur-Konstante α einen eigenmächtigen physikalischen Effekt anzugeben. Damit wird versucht, ein 'Mysterium' der theoretischen Physik aufzulösen. Es ist

$$\boxed{\frac{1}{\alpha}=1+\frac{1}{A}\cdot\frac{1}{1+\left[\pi\cdot A\cdot\left(1+\frac{2}{3}N\right)\right]^2}}+9,23\cdot 10^{-11} \tag{26}$$

mit $\boxed{A=\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{4}{9}\right)^2\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}}{4\pi}}$ und Neutrino-Ausdruck $\boxed{N\approxeq\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{4}{9}\cdot\frac{1}{1-\alpha^2}\cdot\underbrace{\frac{1}{3}\cdot\frac{\varphi^2_{z=\infty}}{4}\cdot\alpha^2}_{=+m_{\nu e}/m_{es}}}$

aus Formel 19 und 15. **Anstelle des Anti-Elektron-Neutrinos tritt hier das Elektron-Neutrino auf.** Der Einfachheit halber ist hier für N der Ausdruck notiert, der sich mit $x=0$ ergibt. Wegen der Kleinheit des Einflusses von N auf das Ergebnis für α ist diese Vereinfachung zulässig. Die relative Abweichung von $+9,23\cdot10^{-11}$ ist auf den mit der Sommerfeld-Formel $\alpha=\frac{e^2}{\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{2hc}$ berechneten Wert für α bezogen. Würde in Formel 26 anstelle $\frac{2}{3}N$ mit $1N$ gerechnet, wäre die relative Abweichung $-8,05\cdot10^{-9}$ und läge dann außerhalb des zulässigen Bereichs lt. Codata von $\pm2,3\cdot10^{-10}$. Es muss also dieser Faktor angesetzt werden. Über $N\approxeq\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{4}{9}\cdot\frac{1}{1-\alpha^2}\cdot\underbrace{\frac{4}{9}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{9}{4}}_{Erw.\ 1}\cdot 2\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{\varphi^2_{z=\infty}}{4}\cdot\alpha^2\cdot\underbrace{\frac{\pi}{\pi}}_{Erw.\ 2}$

ergibt sich der Ausdruck $N\approxeq(2\pi)^2\cdot\underbrace{\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{4}{9}\right)^2\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}}{4\pi}}_{=\,A}\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}$. Jetzt steht an α^2 zu substituieren. Um im Ausdruck für N eine unzulässige Verschachtelung von α bzw. einen etwaigen Zirkelbezug zu vermeiden, wird in Formel 26 $N=0$ angesetzt. Zwar beträgt die relative Abweichung vom α-Wert dann $+1,64\cdot10^{-8}$, jedoch ist wegen der Kleinheit von N der Einfluss dieser Näherungsrechnung auf das Ergebnis für α bzw. die Rydberg-Konstante vernachlässigbar (Verweis auf nächste Seite, vergleiche Stufe 2 und 3). Somit erhält man aus Formel 26 den Term $\boxed{\frac{1}{\alpha}\approxeq1+\frac{1}{A}\cdot\frac{1}{1+[\pi A]^2}+1,64\cdot10^{-8}}$

und Einsetzen in die Formel für N führt auf

$$\boxed{N^*=(2\pi)^2\cdot A\cdot\frac{3}{2}\cdot\underbrace{\frac{1}{\left[1+\frac{1}{A}\cdot\frac{1}{1+(\pi A)^2}\right]^2-1}}_{=\,\alpha^2/\left(1-\alpha^2\right)}} \tag{27}$$

Bemerkenswert ist, dass nach Einsetzen von N^* aus Formel 27 in Formel 26 sich der dortige Faktor $\frac{2}{3}$ kürzt und wie gut sich der quadratische relativistische Faktor $\left[\sqrt{1-\alpha^2}\right]^2$ einfügt. Dies ist kein Zufall, sondern ein Indiz dafür, dass sich die Formel für N nahtlos in die Formel 26 für α einfügen lässt. Insbesondere wird dadurch auch deutlich, dass die hier angegebenen Strukturen in sich schlüssig sind. Insbesondere enthalten Formel 26 und 27 keine Zirkelbezüge und sind physikalisch motiviert. Sie beinhalten nur bekannte Terme. Dabei bildet der physikalische Ausdruck für A die wesentliche Grundlage. Die Formeln liefern zusammen $\boxed{\frac{1}{\alpha}=\mathbf{137{,}035.999.154}}$. Die relative Abweichung vom Codata-Wert beträgt $+1,19\cdot10^{-10}$ und liegt damit innerhalb der von

Codata genannten Angabe von $\pm 2,3 \cdot 10^{-10}$. Das gleiche gilt für den Bezug auf den mit $\alpha = \frac{e^2}{\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{2hc}$ berechneten Wert. Wird der relativistische Faktor $1/(1-\alpha^2)$ außer acht gelassen, womit die Zahl 1 außerhalb der eckigen Klammer unter dem Bruchstrich verschwindet, beträgt die relative Abweichung weiterhin $+1,19 \cdot 10^{-10}$. **Zu beachten ist, dass die Messungenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten h, e für α eine Bandbreite von $\pm 2,74 \cdot 10^{-8}$ zulässt.** Wie in Formel 26 und 27 zu sehen, bildet der v. g. Term für A die physikalische Grundlage, hinzukommt noch der Neutrino-Anteil N, der ebenfalls wesentlich von A bestimmt ist.
Nun können zur Bestimmung des Mitbewegungseffekts M drei Genauigkeitsstufen untersucht werden. Es ist $1 - \frac{2\alpha}{1+\alpha} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} = \frac{1}{1+\alpha} - \frac{1}{1+\frac{1}{\alpha}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha}+1} - \frac{1}{\frac{1}{\alpha}+1} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha}+1} \cdot \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right)$.

Für die erste Stufe gilt:

Mit Formel 26 und der dort aufgeführten eckigen Klammer gleich Null also mit [0] erhält man $\frac{1}{\alpha} - 1 \approx \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{1+[0]}$ bzw. $\frac{1}{\alpha} + 1 \approx 2 + \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{1+[0]}$. Es ergibt sich $1 - \frac{2\alpha}{1+\alpha} \approx \frac{1}{2+\frac{1}{A}} \cdot \frac{1}{A}$

also $\boxed{1 - \dfrac{2\alpha}{1+\alpha} \approx \dfrac{1}{1+2A} = \dfrac{1}{M}}$ qed.

Damit ist klargestellt warum die in Formel 25 vorgenommene Substitution funktioniert. Mit dieser Genauigkeitsstufe ergibt sich $R_H = \mathbf{10.967.877{,}174.233} - 6,71 \cdot 10^{-12}$.

Für die zweite Stufe gilt:

$\frac{1}{\alpha} - 1 \approx \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{1+[\pi A]^2}$ und es ergibt sich für $1 - \frac{2\alpha}{1+\alpha} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha}+1} \cdot \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right)$ der Ausdruck

$$\boxed{1 - \frac{2\alpha}{1+\alpha} \approx \frac{1}{1+2A \cdot \left\{1+[\pi A]^2\right\}} = \frac{1}{M}}.$$

Die Anwendung dieser Formel führt auf $R_{\infty H} = \mathbf{10.967.877{,}174.410} + 9,40 \cdot 10^{-12}$. Die Genauigkeit liegt in der gleichen Größenordnung. Es kommt aber bei der Abweichung zu einem Vorzeichenwechsel.

Für die dritte Stufe gilt:

$\frac{1}{\alpha} - 1 = \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{1+\left[\pi A \cdot \left(1+\frac{2}{3}N^*\right)\right]^2}$ und es ergibt sich für $1 - \frac{2\alpha}{1+\alpha} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha}+1} \cdot \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right)$ der Ausdruck

$$\boxed{1 - \frac{2\alpha}{1+\alpha} = \frac{1}{1+2A \cdot \left\{1+\left[\pi A \cdot \left(1+\frac{2}{3}N^*\right)\right]^2\right\}} = \frac{1}{M}}.$$

Die Formel führt ebenfalls auf $R_{\infty H} = \mathbf{10.967.877{,}174.410} + 9,40 \cdot 10^{-12}$.

Fazit: Aus Gründen der Einfachheit und mit Blick auf die erzielten Ergebnisse kann für die Berechnung von $R_{\infty H}$ auch mit Stufe 1 gerechnet werden. Wie die dritte Stufe zeigt, gilt $\boxed{\dfrac{1}{\alpha} - 1 = \dfrac{2}{M-1}}$, d. h. der Mitbewegungseffekt M bestimmt allein den Wert der Feinstruktur-Konstanten.

Erläuterung zur Herleitung der Formel 26 für α

Aufgrund der Bedeutung dieser Formel für die theoretische Physik, wird die Herleitung im Detail erläutert. Die Motivation eine physikalische Struktur zu suchen, welche eine Eigenmächtigkeit von α zum Ausdruck bringt, fußt auf der Frage, weshalb der Übergang gemäß $1 - \frac{2\alpha}{1+\alpha} \approx \frac{1}{1+2A}$ so trefflich funktioniert. Diese Frage ist durch die v. g. Betrachtung zur ersten Stufe beantwortet. Diese stellt den Haupteffekt dar gemäß

$\boxed{\dfrac{1}{\alpha} = 1 + \dfrac{1}{A} \cdot \dfrac{1}{1+[0]} + 5,28 \cdot 10^{-4}}$ bzw. $+0,072.476.422.616$

mit einem Ergebnisbeitrag von $136,963.322.731.819$. Der Term ist sehr einfach strukturiert und liefert zugleich eine bereits gute Annäherung an den Wert für α. Es lohnt sich daher näher darauf einzugehen, um den physikalischen Effekt aufzufinden. Dazu wird der Kehrwert gebildet und man erhält $\boxed{\alpha = \frac{1}{1+(f\cdot A)^{-1}}}$. Diese Form zeigt an, dass es sich bei A^{-1} um einen **reziproken 'materiellen' Mitbewegungseffekt** handelt. Dies wird deutlich, wenn $\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{4}{9}\right)^2\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}}{4\pi} = 1\cdot A = \frac{\varphi_{z=1}\cdot m_{pm}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot m_{es}}$ angesetzt wird. Dies führt zu $\alpha = \frac{1}{1+\frac{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot m_{es}}{\varphi_{z=1}\cdot m_{pm}}} = \frac{\varphi_{z=1}\cdot m_{pm}}{\varphi_{z=1}\cdot m_{pm}+\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot m_{es}}$, was zeigt, dass hier anstelle $\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot m_{es}$ die reduzierte Masse $\boxed{\frac{1\varphi_{z=1}m_{pm}\cdot\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}m_{es}}{1\varphi_{z=1}m_{pm}+\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}m_{es}}}$ anzusetzen ist. Dem entsprechend verursachen hier die beiden Bestandteile des Protons $1\cdot\varphi_{z=1}\cdot m_{pm}$ und $\frac{4\pi}{\varphi z=\infty}\cdot m_{es}$ einen Mitbewegungseffekt innerhalb des Protons. Zwar ist dieser letzte Ausdruck adäquat zu αm_{ps}, jedoch handelt es sich hierbei nur um eine Substitution. Dagegen bildet $\frac{4\pi}{\varphi z=\infty}\cdot m_{es} = \frac{1}{2}\cdot e^2\cdot\mu_0\cdot\frac{1}{\lambda}$ mit $\lambda = \frac{\mu_p}{\frac{2}{9}ec}$ die Realitätsebene direkt ab, eben weil α eliminiert ist. Allerdings ist in Formel 25 der reziproke Mitbewegungseffekt nicht enthalten.

Diese einfache physikalische Interpretation von A verbunden mit der bereits guten Annäherung an den $\alpha-$Wert geben Anlass nach einem dem Haupteffekt unterlagerten Neben-Effekt zu suchen. Es ist

$$\boxed{\frac{1}{\alpha} = 1+\frac{1}{A}\cdot\frac{1}{1+[\pi\cdot A]^2}} + 1,64\cdot 10^{-8} \text{ bzw. } +0,000.002.250.407.$$

An der physikalischen Interpretation des Haupteffekts der ersten Stufe kann sich durch den rd. 2.000-fach schwächeren Nebeneffekt nichts ändern. Dies ist durch die gestufte Struktur gewährleistet. Es tritt mit $[\pi A]^2$ ein kleiner Nebeneffekt hinzu. Trotz dessen Kleinheit ist zu untersuchen, ob dieser Ausdruck weiterhin physikalisch ist. Durch das Auftreten von π vereinfacht sich der Term A in der eckigen Klammer zu $[...]^1 = \left(\frac{2}{9}\right)^2\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}}{2} = \underbrace{\left(\frac{m_{es}}{m_{pm}}\right)^2}_{=(2/9)^2}\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}}{2}$. Mit $\varphi_{z=\infty} = \frac{1}{2}\pi^2 - 4$ kann man schreiben $[...]^1 = \left(\frac{m_{es}}{m_{pm}}\right)^2\cdot\left(\frac{1}{2}\pi^2-4\right)\cdot\frac{1}{2}$ und es ergibt sich $[...]^1 = \left(\frac{2\pi}{4}\cdot\frac{m_{es}}{m_{pm}}\right)^2 - \frac{1}{2}\cdot\left(2\cdot\frac{m_{es}}{m_{pm}}\right)^2$. Damit ist die Feldkonstante substituiert und fügt sich gut ein in die mit Exponent 2 versehenen Ausdrücke. Das Auftreten des Minuszeichens erinnert an die ebenfalls zusammengesetzte Darstellung der Quark-Massen. Während dort 'Differenz-Zustände' auftauchen, treten hier 'Differenz-Massen' in Erscheinung. Insoweit ist dieser Umstand nicht befremdlich. Der Nebeneffekt ist sehr klein. Er trägt nur noch mit $0,072.474.172.209$ zum Ergebnis bei. Da die verbliebene Abweichung noch außerhalb des zulässigen Bereichs nach Codata von $\pm 2,3\cdot 10^{10}$ liegt, muss ein weiterer noch tiefer unterlagerter Effekt existieren. Damit befindet man sich auf der **Neutrino-Ebene**. Durch auch hier ebenso gestuften Einbezug des noch tiefer unterlagerten Neutrino-Effektes ergibt sich

$$\boxed{\frac{1}{\alpha} = 1+\frac{1}{A}\cdot\frac{1}{1+\left[\pi\cdot A\cdot\left(1+\frac{2}{3}N^*\right)\right]^2} = \frac{1}{1+A\cdot f}} + 9,23\cdot 10^{-11} \text{ bzw. } +0,000.000.012.646$$

Der Neutrinoeffekt trägt nur noch mit $0,000.002.237.761$ zum Ergebnis bei. Einsetzen von N^* aus Formel 27 ergibt $\frac{1}{\alpha} = 1 + \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{1+\left[\pi \cdot A + \pi \cdot A \cdot \frac{2}{3} \cdot (2\pi)^2 \cdot A \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\left[1+\frac{1}{A} \cdot \frac{1}{1+(\pi A)^2}\right]^2 - 1}\right]^2}$.

Faktor $\frac{2}{3}$ kürzt sich heraus und $(2\pi)^2$ sowie A^2 sind jeweils der eckigen Klammer zuzuordnen, was am Exponent 2 der eckigen Klammer zu erkennen ist. Das führt auf

$$\boxed{\frac{1}{\alpha} = 1 + \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{1+\left\{\pi \cdot A + \pi \cdot \frac{(2\pi \cdot A)^2}{\left[1+\frac{1}{A} \cdot \frac{1}{1+(\pi \cdot A)^2}\right]^2 - 1}\right\}^2}} \tag{28}$$

Wie zu sehen beinhaltet Formel 28 nur noch die Zahl 1, den Wert π und insbesondere den physikalischen Term $\boxed{A = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{4}{9}\right)^2 \cdot \frac{\varphi_{z=\infty}}{4\pi}}$. Für Numerologie ist kein Platz.

Damit kann das bisher als 'Mysterium' angesehene physikalische Wesen der Feinstruktur-Konstante α wie folgt erklärt werden: Es handelt sich bei α um einen reziproken, dreifach abgestuften Mitbewegungseffekt zweier Bestandteile des Protons, nämlich $2 \cdot \varphi_{z=1} \cdot m_{pm}$ und $\frac{4\pi}{\varphi_\infty} \cdot m_{es}$, wobei die jeweils übergeordnete Stufe unbeeinflusst ist von der ihr nachfolgenden Stufe.

Anstelle $\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}$ ist die reduzierte Masse $\boxed{\frac{1\varphi_{z=1} m_{pm} \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} m_{es}}{1\varphi_{z=1} m_{pm} + \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} m_{es}}}$ anzusetzen. Wenn also α in irgendeinem physikalischen Effekt auftritt, dann wird genau diese Mitbewegung im Innern des Protons kompensiert, d. h. zum Stillstand gebracht.

Kein Zirkelbezug bei der Bestimmung von α

Es ist $A = \frac{\varphi_{z=1} \cdot m_{pm}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}}$ also $\boxed{\alpha \cdot A = \frac{\varphi_{z=1} \cdot m_{pm}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}} \cdot \alpha}$. Diesen Ausdruck erreicht man auch über einen dubiosen $1 = 1$ Ansatz gemäß

$1 \cdot \alpha^* = \frac{1}{A} \cdot A \cdot \alpha$ also $\boxed{\alpha^* \cdot A = \underbrace{\frac{\varphi_{z=1} \cdot m_{pm}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}}}_{=A} \cdot \alpha}$.

Da sich α und α^* heraus kürzen, könnte man der Meinung sein, dass ein Zirkelbezug vorliegt. Dies ist aber nicht der Fall.

Beweis: Auf der linken Seite steht ein $\alpha-$Wert, der von anderer Stelle irgendwie vorgegeben wird, zur besseren Unterscheidung hier mit α^* bezeichnet. Auf der rechten Gleichungsseite steht $\alpha = \frac{e^2}{\varepsilon_0 \cdot 2hc}$. Bei Werte-Gleichheit ist die Kürzung natürlich berechtigt, bedeutet aber nichts anderes als eine normale mathematische Operation.

Die Bestimmung von α^* erfolgt, wie bereits dargestellt, auf ganz anderem Wege, nämlich über $\frac{1}{\alpha^*} = 1 + \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{1+[...]^2}$ bzw. über $\alpha^* = \frac{1}{1+A^{-1} \cdot [...]^{-2}}$, wobei der reziproke Mitbewegungseffekt $A^{-1} \cdot [...]^{-2}$ auftritt. So ergibt sich z. B. mit $[...]^{-2} = 0$ also mit Ansatz einer Näherungsrechnung zur Bestimmung des α^*-Wertes gemäß $\alpha^* + 5,24 \cdot 10^{-4} = \frac{1}{1+A^{-1}}$ durch Einsetzen in obige mit dubiosem $1 = 1$ Ansatz hergeleitete Formel der Ausdruck $\boxed{\alpha^* + 5,24 \cdot 10^{-4} = \frac{1}{A} \cdot \frac{\varphi_{z=1} \cdot m_{pm}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}} \cdot \underbrace{\alpha}_{=e^2/2ch\varepsilon_0}}$. Nun kann aber α^* wegen der bei $[...]^2 = 0$ sich ergebenden Abweichung vom eigentlichen α-Wert nicht gegen α gekürzt werden. Damit ist bewiesen, dass bei der Bestimmung von α ein Zirkelbezug nicht vorliegt.

15 Mitbewegungs-Effekt M ist verursacht durch Myon-Neutrino $m_{\nu\mu}$ und Down-Quark m_{D-Q}

Der Term $2 \cdot \varphi_{z=1} \cdot m_{pm}$ ist in Formel 25 enthalten, wie die Substitution $1 - \frac{\lambda}{r_L} = \frac{m_{es}}{m^*} = \frac{2 \cdot \varphi_{z=1} \cdot m_{pm}}{m^* \cdot \left[\left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot \frac{2}{9} \cdot 2\right]}$ zeigt. Der Faktor $\frac{2}{9}$ ist, wie in Formel 21 bereits angegeben, m^* zuzuordnen, wodurch mit $\frac{2}{9}m^* = \frac{2}{9}m_{es} + \frac{\frac{2}{9}m_{es}}{z_H - 1}$ mit $\frac{2}{9}m_{es} = m_{pm}$ nur noch magnetische Massen auftreten. Damit steht der 2. Term gemäß $\frac{\frac{2}{9}m_{es}}{z_H - 1}$ nicht im Widerspruch zu dem Term $\frac{\frac{9}{9}m_{es}}{z_e - 1}$, der in Formel 19 auch als magnetische Masse bezeichnet ist. Der quadratische Faktor $\left(\frac{2}{3}\right)^2$ ist der quadratischen Elementarladung zuzuordnen. Der somit unter dem Bruchstrich gemäß $\frac{2}{3}$ resultierende Faktor kann aber dort nicht zugeordnet werden. Wird daher dieser Faktor als Kehrwert dem Zähler der eckigen Klammer zugeordnet, ergibt sich für die residuale Feinkorrektur folgender Ausdruck:

$$\boxed{F_{res} = \frac{\frac{1}{2}m_{\nu e} \cdot (2\alpha^2 c)^2}{\underbrace{\frac{\frac{2}{3}e \cdot \frac{2}{3}e}{4\pi\varepsilon_0}}_{\alpha\hbar c \cdot (2/3)^2} \cdot KMB^{a=1} \cdot \frac{2}{9}m^*} \cdot \overbrace{\left[\frac{2\varphi_{z=1} m_{pm} \cdot \frac{3}{2}}{M}\right]}^{= \left(\frac{2}{3}\right)^3 \cdot m_{es} \ / \ M} \cdot \underbrace{\frac{1}{\sqrt{1 - 4\alpha^4}}}_{vernachl\ddot{a}ssigbar}} \tag{29}$$

wobei $\boxed{M = 1 + \frac{\left(\frac{2}{3}\right)^3 \cdot m_{es}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \left(\frac{3}{2}\right) \cdot m_{es}}}$. Wie zu sehen, ist aus dem physikalischen Grunde, dass im Zähler von M der Term $\left(\frac{2}{3}\right)^3 \cdot m_{es}$ ebenfalls auftreten muss, damit dieser Term als mit M reduzierte Masse aufgefasst werden kann, der Faktor $\frac{2}{3}$ vom Zähler in M als Kehrwert $\frac{3}{2}$ dem Nenner in M zugeordnet. Mit dieser Logik gelingt es, tiefer in das Innere des Protons hinein zu blicken. Die in Formel 29 im Nenner stehenden Faktoren sind alle eindeutig und physikalisch sinnvoll zugeordnet. Andere Zuordnungen sind möglich, führen aber alle zu komplizierteren Ausdrücken. Jedenfalls muss die bisherige physikalische Interpretation aufgegeben werden, demnach im Zähler von M mit m_{pm} die Proton-Magnetfeldmasse und mit $\varphi_{z=1}$ die Feldkonstante der 1. Schale auftritt und im Nenner mit $m_{es} \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} = \alpha m_{ps}$, als Kennzeichen eines Magnetfeldes, die mit der Sommerfeldkonstante modifiziert statische Protonmasse. Stattdessen ist Bezug auf die Massen der im Protoninnern real existierenden SUB-Teilchen **Myon-Neutrino** $m_{\nu\mu}$ sowie **UP-Quark** m_{UP-Q} zu nehmen. Dazu wird auf den nächsten Abschnitt verwiesen.

Myon-Neutrino und UP-Quark sind beteiligt

Die bisher erzielte phänomenologische Transparenz in Gestalt von Einfachheit, Anschaulichkeit und Präzision ist Folge der angewandten Philberth 'schen Strukturelemente. Diese sind dem Elementarbereich ursächlich zugehörig und daher geeignet über den Elementarbereich sozusagen in dessen 'Muttersprache' zu berichten. Nunmehr steht an, die beiden SUB-Teilchen mit Strukturelementen der an sich ganzheitlichen Existenzphysik zu beschreiben. Die Methode der Existenzphysik ist zwar exakt, Voraussetzung für die Angabe einer die Realität zutreffend abbildenden phänomenologischen Struktur sind natürlich hinreichend exakte Messwerte. In der Schreibweise der Existenzphysik kann für das **Myon-Neutrino** folgender Ausdruck angegeben werden:

$$\boxed{m_{\nu\mu} = \left(\frac{2}{3}\right)^3 \cdot \frac{9}{8} \cdot m_{es} = \overbrace{1}^{!} \cdot \left(\frac{2}{\varphi\alpha}\right)^2 \cdot m_{\nu e}} = 0,170 \frac{MeV}{c^2}.$$

Das Auftreten des Faktors '1' resultiert aus der Weglassung des Faktors $\frac{9}{8}$ in Formel 15 für $m_{\nu e}$. Ohne diese Weglassung würde dort $\frac{8}{9}$ stehen.
Die Formel liefert ein Ergebnis in Übereinstimmung mit Literaturwert $< 0,19\frac{MeV}{c^2}$ (*s. http://pdg.lbl.gov/2016/listings/rpp2016-list-neutrino-prop.pdf*) bzw. $< 0,170\frac{MeV}{c^2}$ (*s. http://www.physik.uni-mainz.de/lehramt/lehrsystem/Teilchen/Nu Mu.html* sowie *https://web.physik.rwth-aachen.de/ hebbeker/lectures/sem0304/altenhoefer2.pdf, s. S. 9*). Zur Herleitung wird auf [2] verwiesen (*s.'Das Myon' sowie 'Das Pion'*).

Da das Myon-Neutrino ladungsfrei ist, kommt als Träger der $\frac{2}{3}e-$Ladungen jeweils nur die Masse des UP-Quarks in Betracht. Für dieses SUB-Teilchen kann folgender Ausdruck angegeben werden: $\boxed{m_{UP-Q} = m_{\nu\mu} + \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{9} \cdot \overbrace{\frac{9}{8}}^{!} \cdot m_{es}} = 2,737\frac{MeV}{c^2}$.

Die Formel zeigt, dass die Myon-Neutrinomasse in der Masse des UP-Quarks enthalten ist. Die Formel liefert ein Ergebnis, das innerhalb der Bandbreite des Messwerts $2,3^{+0,7}_{-0,5}\frac{MeV}{c^2}$ liegt (*s. http://pdg.lbl.gov/2013/tables/rpp2013-sum-quarks.pdf*). Zur Herleitung wird auf [2] verwiesen (*s. 'Das Myon' sowie 'Das Pion'*).
Umstellen nach m_{es} und Einsetzen in die Formel für den Mitbewegungseffekt M führt zu $M = 1 + \frac{1 \cdot m_{\nu\mu}}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{[m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}]}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{9}}} \cdot f$ mit $f = 1 + \left[\pi A \cdot \left(1 + \frac{2}{3}N^*\right)\right]^2$, womit sich der Term $\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{3}{2}$ heraus kürzt, was zeigt, dass sich die Struktur der Formel für m_{UP-Q} hervorragend in den Mitbewegungseffekt M einfügt und zugleich zur einfachsten möglichen Struktur führt. Es ergibt sich in physikalischer Schreibweise (s. eingerahmte Formel)
$\boxed{M = 1 + \frac{\left(\frac{2}{9}\right) \cdot m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}\right]}}$ bzw. $M = 1 + \frac{\left(\frac{2}{9}\right)}{\frac{1}{f}\left[\frac{m_{UP-Q}}{m_{\nu\mu}} - 1\right]} = 1 + 2Af = 1 + \frac{2}{\frac{1}{\alpha} - 1}$
Da $-m_{\nu\mu}$ als im Nenner subtrahiert ist, besteht kein Zirkelbezug. Damit hat sich die physikalische Interpretation durch Bezug auf im Protoninnern real existierende SUB-Teilchen konkretisiert. Es gilt $\boxed{A = \frac{\left(\frac{2}{9}\right)}{2 \cdot \left[\frac{m_{UP-Q}}{m_{\nu\mu}} - 1\right]}}$ womit nur noch die beiden SUB-Massen und der Faktor $\frac{2}{9}$ auftreten, der keine Zufälligkeit ist, sondern Grundlage der theoretischen Berechnung des Proton-Magnetmoments und Grundlage der physikalischen Definition der hier angewandten Strukturelemente der Existenzphysik (s. Formel 6). Dies gilt dann auch für die Bestimmung der Sommerfeldkonstanten α, denn es ist $\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{Af} + 1$ bzw. $\alpha = \frac{1}{\frac{1}{Af} + 1}$ also $\boxed{\alpha = \frac{\left(\frac{2}{9}\right)}{\frac{1}{f} \cdot 2 \cdot \left[\frac{m_{UP-Q}}{m_{\nu\mu}} - 1\right] + 1}}$
Der Term in der eckigen Klammer gehört zusammen und bewirkt die hauptsächliche physikalische Prägung, was sich sofort zeigt, wenn mit $f = 1$ nur die erste Genauigkeit-Stufe betrachtet wird. Bemerkenswert ist, dass die notwendige Zuordnung des Faktors $\frac{2}{3}$ als Kehrwert in den Zähler der eckigen Klammer von Formel 29 sofort zum Ansatz der beiden SUB-Teichen Myon-Neutrino und UP-Quark führt. Es ist aber auch zulässig, Bezug auf das Down-Quark m_{D-Q} zu nehmen. Für dieses SUB-Teilchen kann folgender Ausdruck angegeben werden: $\boxed{m_{D-Q} = 2 \cdot (m_{UP-Q} - m_{\nu\mu})} = 5,134\frac{MeV}{c^2}$, zulässig sind: $4,8^{+0,5}_{-0,3}\frac{MeV}{c^2}$. Faktor '2' zeigt an, dass im Proton zwei UP-Quarks existieren. Die Formel zeigt, dass die Massen von UP- und Down-Quark zusammenhängen und liefert ein Ergebnis, das innerhalb der Bandbreite des Messwerts $4,8^{+0,5}_{-0,3}\frac{MeV}{c^2}$ liegt (*s. http://pdg.lbl.gov/2013/tables/rpp2013-sum-quarks.pdf*). Zur Herleitung wird auf [2]

verwiesen (*s. 'Das Myon' sowie 'Das Pion'*). Somit ergibt sich die physikalische Bedeutung von f aus $\boxed{f = 1 + \left[\underbrace{\overbrace{\frac{\frac{2}{9} m_{\nu\mu}}{m_{D-Q}}}^{=A} \cdot \overbrace{\frac{\lambda}{\frac{1}{2} r_p}}^{=\pi}}_{Energieverh\ddot{a}ltnis} \cdot \underbrace{\frac{\frac{2}{3} N}{m_{es}} \cdot \left(\frac{m_{es} + \frac{2}{3} N}{1 \cdot \frac{2}{3} N} \right)}_{=\left(1+\frac{2}{3} N^*\right)} \right]^2 = 1,000.532.774}$

Erst der in den runden Klammern stehende Mitbewegungsterm führt zu $f > 1$.
Anstelle des unterlagerten Mitbewegungsterms $\left(1 + \frac{\frac{2}{3} N}{m_{es}}\right)$ kann wegen der enormen Kleinheit von N bei gleicher Präzision auch der Term $1/\sqrt{1 - \frac{\frac{4}{3} N}{m_{es}} \cdot \frac{c^2}{c^2}}$ angesetzt werden, der einen relativistischen Faktor darstellt, um den sich die Ruhemasse $m_{\nu\mu}$ des Myon-Neutrinos erhöht. Der in Formel 29 für die Bestimmung der Rydberg-Konstante enthaltene Mitbewegungseffekt $M = 1 + 2Af$ zeigt, dass im Proton-Innern nicht nur SUB-Teilchen bloß existieren, sondern dass diese sich dort bewegen, untereinander wechselwirken und elektrische und magnetische Felder entfalten. Bzgl. der Massen der beteiligten SUB-Teilchen ist zu erwarten, dass eine Verbesserung der Messgenauigkeit bzw. die Festlegung einer unteren Grenze für die Masse des Myon-Neutrinos, die hier vorgestellten physikalischen Interpretationen bestätigen wird. Beleg dafür ist folgender Ausdruck für die **Myonmasse**:

$$\boxed{m_\mu = \frac{m_{ps}}{9} + \left(2 + \frac{\pi}{4}\right) \cdot m_{es} - 3 \cdot \underbrace{\left(\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot m_{\nu e} \right)}_{wie\ im\ Elektron}} = 105,658.374.60 \tfrac{MeV}{c^2} \ -8,1 \cdot 10^{-10}.$$

Die Formel liefert ein Ergebnis das innerhalb der zul. Messtoleranz $\pm 2,5 \cdot 10^{-8}$ liegt (*s. http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?mmu*) und überzeugt durch Ganzzahligkeit der Faktoren.

16 Ergebnis für die Rydberg-Konstante berechnet mit der neuen Theorieformel

Das n.g. Ergebnis für den Wert der Rydberg-Konstanten gilt für die Rechnung mit $R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{KMB} + QM_{1,\frac{1}{2}} + L + HFS + F_{res}$ mit

$\boxed{F_{res} = \frac{\Delta R_\infty}{KMB^{a=1}} \cdot \left(\frac{1}{M} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty}}{4} \right)}$ und ΔR_∞ aus Formel 23, F_{res} aus Formel 25

sowie mit $\boxed{M = 1 + \frac{\left(\frac{2}{3}\right)^3}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{3}{2}}}$ bei $f = 1$.

Es berechnet sich die Rydberg-Konstante des Wasserstoffatoms bei $a = 1$ zu

$$\boxed{R_{\infty H} = \mathbf{10.967.877{,}174.233} \cdot m^{-1}} \tag{30}$$

Die verbliebene Abweichung vom Messwert beträgt $-0,000.075 \cdot m^{-1}$ bzw. $-6,71 \cdot 10^{-12}$ und ist so gering, dass diese schon bei vernachlässigbarer Anhebung der Werte der beteiligten Naturkonstanten h, m_p, m_e um $x = +0,000.075$ % der jeweiligen relativen Messunsicherheit von $\pm 1,2 \cdot 10^{-8}$ und, wegen des über die Sommerfeld-Substitution $2\alpha c h \varepsilon_0 = e^2$ gegebenen Zusammenhangs zur Elementarladung e, um $\sqrt{x} = +0,028$ % der maximal zulässigen relativen Abweichung von $\pm 6,1 \cdot 10^{-9}$, zu null wird. Damit ist der Messwert der Rydberg-Konstanten im Rahmen der Messgenauigkeit der beteiligten Naturkonstanten vollständig nachvollzogen.

17 Die physikalische Struktur des residualen F-Effektes

Da im Ausdruck für $M = 1 + \frac{\frac{2}{9} \cdot m_{\nu u}}{\frac{1}{f=1} \cdot (m_{UP-Q} - m_{\nu\mu})}$ im Zähler der Term $\left(\frac{2}{9} m_{\nu\mu}\right)$ auftritt, muss dieser Term auch im Ausdruck für F_{res} enthalten sein. Daher ist Formel 29 um den Faktor $\left[\frac{2}{9}\right]$ zu erweitern. Es ergibt sich dann:

$$\boxed{F_{res} = \frac{\frac{1}{2} m_{\nu e} \cdot (2\alpha^2 c)^2}{\underbrace{\left[\frac{2}{9}\right] \cdot \frac{\frac{2}{3} e \cdot \frac{2}{3} e}{4\pi\varepsilon_0}}_{\left[\frac{2}{9}\right] \cdot \alpha\hbar c \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2} \cdot KMB^{a=1} \cdot \frac{2}{9} m^*} \cdot \overbrace{\left[\frac{\left[\frac{2}{9}\right] \cdot 2\varphi_{z=1} m_{pm} \cdot \frac{3}{2}}{M}\right]}^{= \left[\frac{2}{9}\right] \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^3 \cdot m_{es} = \left[\frac{2}{9}\right] \cdot \frac{8}{9} \cdot m_{\nu\mu}} \cdot \underbrace{\frac{1}{\sqrt{1 - 4\alpha^4}}}_{vernachlässigbar}}$$

Es ist $\alpha m_{ps} \cdot \frac{2}{9} = \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es} \cdot \frac{2}{9} = \frac{2}{3} \cdot \frac{8}{9} \cdot (m_{UP-Q} - m_{\nu\mu})$ bzw.

$\frac{\alpha m_{ps} \cdot c \cdot \lambda}{2\pi} \cdot c \cdot \frac{2}{9} = \alpha\hbar c \cdot \frac{2}{9} = \frac{2}{3} \cdot \frac{8}{9} \cdot (m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}) \cdot \frac{c^2 \lambda}{2\pi}$.
Erst diese Substitution eröffnet den Weg, um die physikalische Struktur des residualen F-Effektes endgültig zu bestimmen. Einsetzen in v. g. Formel für F_{res} führt mit $\frac{2}{9} m^* = m_{pm} \cdot \frac{z_H}{z_H - 1}$ auf

$$\boxed{F_{res} = \frac{\frac{1}{2} m_{\nu e} \cdot (2\alpha^2 c)^2 \cdot 3^2 \cdot \frac{3}{2}}{\cancel{\frac{8}{9}} \cdot (m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}) \cdot c^2 \cdot \frac{2\lambda}{\pi} \cdot KMB^{a=1} \cdot m_{pm} \cdot \frac{z_H}{z_H - 1}} \cdot \frac{\frac{2}{9} \cdot m_{\nu\mu} \cdot \cancel{\frac{8}{9}}}{M}}.$$

Wie hier zusehen, kürzt sich der Faktor $\frac{8}{9}$ heraus, was bedeutet, dass der in die Strukturformeln der Massen m_{UP-Q} und $m_{\nu\mu}$ aus Gründen der Transparenz jeweils separat ausgewiesene Faktor $\frac{9}{8}$ auch entfallen könnte, was innerhalb deren Messgenauigkeit liegt und damit zulässig wäre.

Mit $\boxed{r_p = \frac{2}{\pi} \cdot \lambda}$ als Protonradius und mit der Wirkung $\boxed{h' = \frac{2}{3} m_{pm} \cdot c \cdot r_p}$ ergibt sich

$$\boxed{F_{res} = \frac{\frac{1}{2} \cdot (6\alpha^2 c)^2}{\frac{h' c}{m_{\nu e}} \cdot KMB^{a=1}} \cdot \left(1 - \frac{1}{z_H}\right) \cdot \left(1 - \frac{1}{M}\right) = 22,905.858 \cdot m^{-1}} \qquad (31)$$

Erweitern mit $(m_{UP-Q} - m_{\nu\mu})$ stellt den direkten Bezug zu $1 - \frac{1}{M} = \frac{\frac{2}{9} m_{\nu\mu}}{(m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}) + \frac{2}{9} m_{\nu\mu}}$ her und damit zu $\frac{1}{M}$. Nach Kürzen der Erweiterung bleibt der Bezug auf $m_{\nu e}$ erhalten.

Sofern anstelle auf $m_{\nu e}$ Bezug auf m_{es} genommen würde, etwa weil m_{es} einen direkten Bezug zur Kernmitbewegung $KMB^{a=1}$ hat, führt dies zu $v^2 = (2\varphi_{z=\infty} \alpha^3 c)^2 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2}$, womit wieder der Faktor $\left(\frac{3}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{9}{8}$ auftaucht. Dies führt im Zähler zu $\frac{1}{2} m_{es} \cdot \frac{1}{3} \cdot \left(6 \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \alpha^3}{2} \cdot c\right)^2$ und im Nenner zu $h' = \frac{2}{3} m_{pm} \cdot c \cdot r_p$. Der Ausdruck im Zähler ist wegen des Auftretens der Feldkonstante $\varphi_{z=\infty}$ <u>im Zähler</u> von v^2 numerologisch.

Wird daher der Bezug auf $m_{\nu e}$ beibehalten und der Faktor 3^2 der ebenfalls quadratischen 'Umlaufgeschwindigkeit' des Elektron-Neutrinos $m_{\nu e}$ zugeordnet, kann dies damit begründet werden, dass in v die Feinstrukturkonstante α nur mit dem Exponent 2 auftritt. Dass diese Strukturen physikalischer Natur sind, zeigt sich jeweils an der dimensionslosen Form der Korrekturterme $\left(1 - \frac{1}{z_H}\right) = 0,996.589.209$ sowie $\left(1 - \frac{1}{M}\right) = 0,014.481.370$ und $\frac{1}{KMB^{a=1}} = \frac{1}{1 + \frac{m_{es}}{m_{ps}}} = 0,999.457.450$.

Demnach ist der dimensionsgebende Teil der physikalischen Struktur des von Außen nicht beobachtbaren inneratomaren residualen F-Effektes durch die mit 'Gradient' $\frac{1}{2}\left(6\alpha^2 c\right)^2$ gegebene Energie der Masse des Elektron-Neutrinos $m_{\nu e}$ bestimmt und es sieht hier noch so aus, als sei diese alleine bezogen auf das $c-$fache der mit $c-$Geschwindigkeit auf Protonradius r_p gegebenen Wirkung $h^{'}$ der Magnetfeldmasse $\frac{2}{3}m_{pm} = \frac{2}{3}\cdot\frac{2}{9}m_{es}$.
Es ist aber gerade der alleinige Bezug auf m_{pm} numerologisch, wie die folgende Vereinfachung zeigt, die mit $\left(1-\frac{1}{M}\right) = 0{,}014.481.370$ einen Term eliminiert, der weit vom Zahlenwert 'Eins' entfernt ist. Weil aber die beiden verbleibenden Korrekturterme $\frac{1}{KMB^{a=1}}$ und $\left(1-\frac{1}{z_H}\right)$ fast genau den Wert 'Eins' haben, beinhaltet der dimensionsgebende Strukturteil den korrekten physikalischen Zusammenhang. Im Ausdruck für h' kann die <u>Substitution</u> $\boxed{m_{pm} = \frac{2}{3}m_{\nu\mu}}$ eingesetzt werden, was zu $h' = 3\cdot\frac{2}{3}\cdot\left(\frac{2}{9}m_{\nu\mu}\right)\cdot c\cdot r_p$ führt. Nun kürzt sich im Ausdruck für $1-\frac{1}{M} = \frac{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{\left[\left(m_{UP-Q}-m_{\nu\mu}\right)+\frac{2}{9}m_{\nu\mu}\right]}$ sowie für $h^{'}$ der Term $\frac{2}{9}m_{\nu\mu}$ heraus, was $\boxed{h^{''} = 2\cdot\left(m_{UP-Q}-m_{\nu\mu}\right)\cdot c\cdot r_p + 2\cdot\frac{2}{9}m_{\nu\mu}\cdot c\cdot r_p}$ ergibt. Damit bleibt eine Wirkung nun in der Größe von $h^{''}$ erhalten aber es ist der Term $\left(1-\frac{1}{M}\right)$ und damit für F_{res} der Mitbewegungseffekt M insgesamt <u>nicht</u> mehr existent. Es ist

$$\boxed{F_{res} = \frac{m_{\nu e}\cdot\frac{1}{2}\left(6\alpha^2 c\right)^2}{h''c}\cdot\underbrace{\frac{1}{KMB^{a=1}}}_{=0{,}999.457.450}\cdot\underbrace{\left(1-\frac{1}{z_H}\right)}_{=0{,}996.589.209} = 22{,}905.858\cdot m^{-1}} \tag{32}$$

Demnach ist der dimensionsgebende Teil der physikalischen Struktur des von Außen nicht beobachtbaren inneratomaren residualen F-Effektes -wie bereits erwähnt- durch die mit 'Gradient' $\frac{1}{2}\left(6\alpha^2 c\right)^2$ gegebene Energie der Masse des Elektron-Neutrinos $m_{\nu e}$ bestimmt aber diese ist bezogen auf das $c-$fache der mit $1c-$Geschwindigkeit auf Protonradius $1\cdot r_p$ gegebenen Wirkung der Masse des Downquarks m_{D-Q} zzgl. -wie bereits erwähnt- der $c-$fachen mit $c-$Geschwindigkeit auf Protonradius $1\cdot r_p$ gegebenen Wirkung der Magnetfeldmasse $2\cdot\frac{2}{9}m_{\nu\mu} = \frac{2}{3}m_{pm}$. Obwohl die Messgenauigkeit der Quarkmassen noch sehr zu wünschen übrig lässt, wäre es ein grober Fehler zu meinen, man könnte die Korrekturterme außer Acht lassen und die Masse des Downquarks einfach passend mindern, nur weil dies von der Messgenauigkeit abgedeckt ist. Dies ist so nicht zulässig, denn für die hier zugrunde gelegten Quark-Massen m_{UP-Q} und m_{D-Q} sowie für das Myon-Neutrino $m_{\nu\mu}$ sind Ganzzahlige Verhältnisse bzw. einfache Strukturen mit Bezug auf die statische Elektronmasse m_{es} zu erwarten. **Dies zeigt die Weglassung des Faktors $\frac{9}{8}$ in Formel 15 für die Masse des Elektron-Neutrinos $m_{\nu e}$ und die Hinzufügung des Faktors $\frac{9}{8}$ in den Strukturformeln für $m_{\nu\mu}$ und m_{D-Q}. Letzterer kann entfallen (s. o.), was mit Blick auf Kapitel 21, Nr. 1 und 3 nahegelegt ist! Damit Formel 32 das gleiche Ergebnis liefert, muss im <u>Nenner</u> der Faktor $\frac{9}{8} = \frac{1}{2}\cdot\left(\frac{3}{2}\right)^2$ nachgetragen werden. Dann ergibt sich als 'Gradient' $\frac{1}{2}\left(6\alpha^2 c\right)^2\cdot 2\cdot\left(\frac{2}{3}\right)^2 = \left[(4\alpha)^2 c\right]^2$.**
<u>Beachte:</u> Wird in den Term für $R_{\infty\ Theorie\ pur}$ (s. Formel 4) und damit auch in ΔR_∞ (s. Formel 23) nicht der Codata-Messwert für m_e eingesetzt sondern der Wert aus Formel 19, so hat dies Einfluss auf F_{res}. In diesem Fall ist Formel 32 mit dem Faktor $\left[1+\frac{1}{3}\cdot\left(1+\frac{\pi}{3}\right)\cdot\alpha\right]$ zu multiplizieren. Die relative Abweichung vom Codata-Messwert beträgt dann $+2{,}20\cdot 10^{-12}$ bzw. $0{,}000.024\cdot m^{-1}$. Bzgl. der physikalischen Bedeutung des Terms $\pi\alpha$ wird auf Kapitel 21 verwiesen.

Noch ein letzter Versuch, die bisherige Definition der Kernmitbewegung mit Bezug auf Elektron- und Proton-Gesamtmasse gemäß $KMB = 1 + \frac{m_e}{m_p}$ **beizubehalten, s. Formel 1 und 5:**

Wird im Falle der Weglassung der v. g. Fein-Korrekturterme der Faktor $\boxed{\dfrac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}}$ in Formel 32 hinzugefügt, so ergibt sich $\boxed{F_{res} = 3,421.416 \cdot m^{-1}}$ und damit eine Abweichung von nur $+4,62 \cdot 10^{-9}$ vom **Tabellenwert in Kapitel 1** bzw. vom Codata-Messwert (Theoriewert ist etwas zu hoch, weil der Abzugswert F_{res} etwas zu klein ist). Damit liefert der dimensionsgebende Strukturteil auch für den Fall der Beibehaltung der bisherigen Definition der KMB eine enorme Präzision. So kann im Nenner der Faktor 2π dem Protonradius r_p und damit der Wirkung $h^{''}$ eindeutig zugeordnet werden. Nahe dem $\lambda-$Radius ist ein kleineres Feld wirksam; kleiner im Vergleich mit jenem, das sich mit dem klassischen Feldlinienbild ergäbe, welches an größeren Entfernungen normiert ist. Diese Verkleinerung wird durch die **Feldkonstante** $\varphi_{z=\infty}$ erfasst. Im einem in sich geschlossenen System wäre kein in größere Entfernungen auslaufendes Feld gegeben. Da es sich beim Anti-Elektron-Neutrinos aber um ein offenes Teilchen handelt, ist die schwächere Nahstruktur des Feldes von außen messbar.

Um den Messwert der Rydberg-Konstanten genau einzustellen muss der Betrag von $-F_{res}$ noch um $1,48$ % erhöht werden. Mit den v. g. Fein-Korrekturen lässt sich die Genauigkeit des Ergebnisses jedenfalls nicht verbessern, sondern sie verschlechtert sich geringfügig auf $+5,85 \cdot 10^{-9}$. Die benötigte Erhöhung um $1,48$ % entspricht sehr genau der Größe des bekannten Mitbewegungsfaktors $M = 1 + 2Af = 1,014.694.162$, hierbei wurde mit $f = 1$ gerechnet, womit für eine derartige Feinkorrektur aus physikalischer Sicht eine sinnvolle Erklärung vorliegt, zumal die Definition von M mit den in $h^{''}$ enthaltenen Massenanteilen korrespondiert, wobei $\frac{2\pi \cdot h^{''}}{M} = m_{D-Q} \cdot c \cdot 2\pi r_p = h^{'''}$ ist. Damit kürzt sich auch hier der Mitbewegungsfaktor M. Wird also anstelle der v. g. Feinkorrekturen mit der Wirkung $h^{'''}$ gerechnet, dann beträgt die relative Abweichung vom Codata-Messwert der Rydberg-Konstante nur noch $-5,11 \cdot 10^{-12}$. Es ist also

$$\boxed{F_{res} = \frac{m_{\nu e} \cdot \frac{1}{2}\left(6\alpha^2 c\right)^2}{h^{'''} \cdot c} \cdot \varphi_{z=\infty} \cdot \left(1 + \frac{\frac{2}{9} m_{es}}{m_{ps}}\right)} = 3,472.110 \cdot m^{-1} \tag{33}$$

Um diesen Rechenwert einzustellen wurde noch die Mitbewegung der Protonmagnetfeldmasse $m_{pm} = \frac{2}{9} m_{es}$ bezogen auf die statische Protonmasse m_{ps} einbezogen. Allerdings führt dies zu einer 'Vermischung' zwischen den statischen Massen aus diesem Mitbewegungsterm $KMB = \left(1 + \frac{2}{9} m_{es}/m_{ps}\right)$ und den Gesamtmassen aus dem Mitbewegungsterm $(1 + m_e/m_p)$. Der $HFS-$Messwert wird exakt eingestellt, wenn anstelle $\frac{2}{9}$ mit $\frac{\sqrt{3}}{9}$ gerechnet würde, was jedoch numerologisch ist. Dies alles bedeutet, dass Formel 33 die physikalische Struktur nicht korrekt abbildet. **Auch mit Blick auf Kap.21, Nr.1 und 3 ist Formel 32 der Formel 33 vorzuziehen.** Wird auch in Formel 33 m_{UP-Q} und $m_{\nu\mu}$ um den Faktor $\frac{8}{9}$ vermindert angesetzt, dann gilt dies wegen $m_{D-Q} = 2 \cdot (m_{UP-Q} - m_{\nu\mu})$ auch für die Masse des Downquarks m_{D-Q} und es ergeben sich wegen $\frac{h^{'''}}{2\pi} = \frac{h^{''}}{M} = \frac{h^{'}}{M-1}$ entsprechend verminderte Wirkungen $h^{'''}$ und $h^{''}$ und somit auch hier der 'Gradient' $\left[(4\alpha)^2 c\right]^2$. Umformen ergibt

$$\boxed{F_{res} = \frac{m_{\nu e} \cdot \frac{1}{2}\left(\varphi_{z=\infty}\alpha^2 c\right)^2}{\left[\frac{9}{8}\right] \cdot 2\pi \cdot \frac{2}{3} hc} \cdot \left(1 + \frac{\frac{2}{9} m_{es}}{m_{ps}}\right) = 3,472.110 \cdot m^{-1}}.$$

Wegen des Auftretens der Feldkonstante $\varphi_{z=\infty}$ innerhalb des Terms der Bahngeschwindigkeit $v^2 = \left(\varphi_{z=\infty}\alpha^2 c\right)^2$ ist auch dieser Ausdruck für F_{res} numerologisch.

18 Die beiden Korrektur-Ansätze sind legitim

Im Kapitel 1 wurden zwei numerisch und physikalisch gleichwertige Ansätze diskutiert.
$Ansatz\ 1: \ R_{\infty Mess} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left[\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)} + ?_1\right] = R_{\infty H}$ und

$Ansatz\ 2\ : R_{\infty Mess} = \frac{R_{\infty Theorie\ pur}}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)} = \ R_{\infty H}$

$?_1$ und $?_2$ müssen aus physikalischer Sicht betragsmäßig gleich sein, weil der gleiche physikalische Effekt abgebildet wird. Dennoch gilt $\boxed{\left[\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)} + ?_1\right] \approx \frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)}}$

Wir beziehen uns auf den rechts stehenden Ausdruck. Der Sinn ist, durch Abzug eines Terms $?_2$ im Nenner eine bessere Annäherung an den gemessenen Wert der Rydberg-Konstante zu gewinnen. Der Ausdruck $?_2$ ist, wie in den vorausgehenden Kapiteln dargelegt, physikalisch motiviert.

Bei allen Betrachtungen muss gelten:
$\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)} > \frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)}$

Damit diese Ungleichung stimmt ist zwingend notwendig: $?_2 > 0$
Im Falle $?_2 \leq 0$ hätten wir nämlich $\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)} \leq \frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)}$ und damit eine Verschlechterung des Theoriewertes im Verhältnis zum gemessenen Wert. Eine Verbesserung des Theoriewertes bedeutet dessen Erhöhung in Richtung gemessener Wert durch Einbezug der Korrektur $?_2$ in die Kern-Mitbewegung. Um erkennen zu können, wie sich die Erhöhung zusammensetzt, bietet es sich an, die Summenformel für geometrische Reihen zu verwenden. Es gilt allgemein:

$$\boxed{\sum_{n=0}^{\infty} q^n = 1 + q + q^2 + q^3 + ... = \frac{1}{1-q}}$$

1. Fallstudie, Beibehaltung der bisherigen Kernmitbewegung:
Unter Beibehaltung des bisherigen Standes der Theorie wird **nur** die Kern-Mitbewegung selbst berücksichtigt, d. h. $?_2 = 0$ angesetzt, d. h. so getan, als ob es eine Korrektur gar nicht erst gäbe. Es ergibt sich dann

$\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)} = \frac{1}{\left(1-\left(-\frac{m_e}{m_p}\right)\right)}$ bzw. $\boxed{\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)} = \sum_{n=0}^{\infty}\left(-\frac{m_e}{m_p}\right)^n}$. Somit gilt

$\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)} = 1 + \left(-\frac{m_e}{m_p}\right) + \left(-\frac{m_e}{m_p}\right)^2 + \left(-\frac{m_e}{m_p}\right)^3 + ...$ also

$\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)} = 1 - \left(\frac{m_e}{m_p}\right) + \left(\frac{m_e}{m_p}\right)^2 - \left(\frac{m_e}{m_p}\right)^3 + ...$

Wie zu sehen, haben wir bei dieser Addition alternierend positive und negative Ausdrücke, also positive und negative Beiträge.

2. Fallstudie, Korrektur zusätzlich zur bisherigen Kernmitbewegung:
Dem vorherigen mathematischen Schema folgend wird zur Verbesserung der Theorie **zusätzlich** zur Kern-Mitbewegung eine Korrektur $?_2$ berücksichtigt. Korrektur bedeutet, dass die Bedingung $0 <?_2 < \frac{m_e}{m_p}$ erfüllt sein erfüllt sein muss. Im Falle $?_2 \geq \frac{m_e}{m_p}$ wäre der Begriff Korrektur offensichtlich unpassend.

Es gilt also $\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)} = \frac{1}{\left(1-\left(?_2-\frac{m_e}{m_p}\right)\right)}$ bzw. $\boxed{\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)} = \sum_{n=0}^{\infty}\left(?_2 - \frac{m_e}{m_p}\right)^n}$.

Dieses Ergebnis ist die formal logische Weiterentwicklung der bisherigen Kern-Mitbewegung durch Einbezug einer Korrektur. Es gilt

$$\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)} = 1 + \left(?_2 - \frac{m_e}{m_p}\right) + \left(?_2 - \frac{m_e}{m_p}\right)^2 + \left(?_2 - \frac{m_e}{m_p}\right)^3 + ... \quad \text{also}$$
$$\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)} = 1 - \left(\frac{m_e}{m_p}-?_2\right) + \left(\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)^2 - \left(\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)^3 + ...$$

Wie zu sehen, werden hier die Korrektur-Werte sämtlich addiert. Aber auch bei dieser Addition haben wir alternierend positive und negative Ausdrücke, also positive und negative Beiträge. In dem abzuschätzenden Ausdruck $\frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}-?_2}$ sieht man nicht, wie die Beiträge zum Theoriewert addiert werden, während die Reihenentwicklung den Vorteil hat, dass man dies erkennen kann. Es gilt

$$\frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}-?_2} = \underbrace{1}_{\substack{\textit{Beitrag des Theoriewertes pur} \\ \textit{d.h. ohne Kernmitbewegung}}} \underbrace{- \left(\frac{m_e}{m_p}-?_2\right) + \left(\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)^2 - \left(\frac{m_e}{m_p}-?_2\right)^3 + ...}_{\textit{Kernmitbewegung und Korrektur}}$$

Die Reihenentwicklung hat positive und negative Summen-Beiträge.

Man kann die Reihe auch als Summe nur positiver Beiträge schreiben.
In diesem Falle wird die Reihe dann nicht bezogen auf den Beitrag des Theoriewertes (also auf die 1 in der Reihe) sondern wird bezogen auf die Kernmitbewegung. Dem entsprechend wird angesetzt:
$$\frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}-?_2} = \frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}} \cdot \{1 + ...\}$$
Um die zugehörige Reihe zu finden formulieren wir um
$$\frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}-?_2} = \frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}} \cdot \left\{\frac{1}{1-\frac{?_2}{1+\frac{m_e}{m_p}}}\right\} \text{ und erhalten}$$
$$\boxed{\frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}-?_2} = \frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}} \cdot \sum_{n=0}^{\infty}\left(\frac{?_2}{1+\frac{m_e}{m_p}}\right)^n \approx \frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}}+?_1}$$

Die Potenzreihe zeigt, dass sich die Korrektur widerspruchslos in die bisherige Theorie einfügt. Die Potenzreihe verdeutlicht, dass allein die Korrektur die Ursache für die Abweichung des Theoriewertes vom Messwert beseitigt. Bei Ansatz von $n = 0$ wird die Korrektur als solche, obwohl sie aus physikalischer Sicht zweifellos unverzichtbar ist (s. nächstes Kapitel), ignoriert, so dass sich nur die bisherige Kern-Mitbewegung ergibt. Bei Ansatz von $n = 1$ tritt die Korrektur in Erscheinung. Wird dennoch $?_2 = 0$ angesetzt, so ergibt sich ebenfalls wieder die bisherige Kern-Mitbewegung.

3. Fallstudie, Korrektur zusätzlich zur 'modifizierten' Kernmitbewegung
In der hier vorgelegten Untersuchung wird als Kernmitbewegung, wie Formel 10 zu entnehmen, anstelle der Gesamt-Elektronmasse m_e die statische Elektronmasse m_{es} angesetzt und anstelle der Gesamt-Protonmmasse m_p die statische Protonmasse m_{ps}. Somit gilt für die Korrektur:

$$\boxed{\frac{1}{1+\frac{m_{es}}{m_{ps}}-?_2} = \frac{1}{1+\frac{m_{es}}{m_{ps}}} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{?_2}{\left(1+\frac{m_{es}}{m_{ps}}\right)^1} \right]^n}$$

Bezeichnen wir nun die Kern-Mitbewegung der Einleitung zu Kapitel 10 folgend, mit KMB, dann kann man schreiben

$\underbrace{\frac{1}{KMB}+?_1}_{aus\ Ansatz\ 1} \approx \underbrace{\frac{1}{KMB-?_2}}_{aus\ Ansatz\ 2}$. Somit gilt $\frac{1}{KMB}\cdot ?_2 \approx KMB\cdot ?_1$ mit $-?_2\cdot ?_1 \longrightarrow 0$. Damit ergibt sich die Summenformel $\boxed{\frac{1}{1+\frac{m_{es}}{m_{ps}}}+?_1 = \frac{1}{1+\frac{m_{es}}{m_{ps}}} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} [?_1 \cdot KMB]^n}$

Bei Ansatz von $n = 1$ erhalten wir gerade wieder den Korrektur-Ansatz 1. Dieser resultiert also aus den beiden ersten Gliedern einer Potenzreihe. Damit ist gezeigt, dass beide Korrektur-Ansätze legitim sind und die bisherige Theorie beinhalten.

Wird $?_1 = ?_2$ angesetzt, weil jeweils der identisch gleiche physikalische Effekt abgebildet sein soll, dann ergeben sich unterschiedliche Rechenwerte und damit einhergehend eine unterschiedlich genaue Annäherung an den Messwert. Die Gleichung bedeutet nicht, dass $?_1$ und $?_2$ sich aufeinander beziehen.

19 Die Korrektur repräsentiert einen signifikanten physikalischen Einfluss

Die theoretisch berechnete Rydberg-Konstante ohne Berücksichtigung der Kern-Mitbewegung beträgt $R_{\infty Theorie\ pur} = 10.973.731,568.508 m^{-1} \pm 5,9 \cdot 10^{-12}$. Die theoretisch berechnete Rydberg-Konstante mit Berücksichtigung der Kern-Mitbewegung beträgt $R_{\infty H} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}} = 10.967.758,343 m^{-1}$. Die experimentell gemessene Rydberg-Konstante beträgt v $R_{\infty Theorie\ pur} = 10.967.877,174.308 m^{-1} \pm 5,9 \cdot 10^{-12}$. $R_{\infty H}$ ist kleiner als der gemessene Wert $R_{\infty Mess}$. Ziel ist es zu klären, ob es neben der Kern-Mitbewegung weitere Einflüsse gibt, welche die Differenz von $R_{\infty Theorie\ pur}$ und $R_{\infty Mess}$ erklären. Zunächst muss die Frage geklärt werden, ob im Rahmen der Messgenauigkeit neben der Kern-Mitbewegung ein signifikanter zusätzlicher physikalischer Einfluss angenommen werden muss, der eine Korrektur rechtfertigt. Innerhalb von Fehlertoleranzen haben wir gemäß Codata die Abschätzungen:
$\frac{1}{1.836,152.674.06} \leq \frac{m_e}{m_p} \leq \frac{1}{1.836,152.673.72}$. Damit es einen **signifikanten** physikalischen Einfluss gibt, der eine Korrektur rechtfertigt, muss gelten: $R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \frac{1}{1+\frac{1}{1.836,152.674.06}} \leq R_{\infty Mess}$. Zu dieser Untersuchung der Korrektur wird folgender Ansatz gemacht:
$R_{\infty Mess} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}-\Delta}$ mit $0 < \Delta < 1 + \frac{m_e}{m_p}$. Wir fordern $0 < \Delta$, da $R_{\infty H} < R_{\infty Mess}$ und $\Delta < 1 + \frac{m_e}{m_p}$, damit der Nenner positiv ist.

Nun ist $\frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}-\Delta} = \frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)} \cdot \left[\frac{1}{1-\frac{\Delta}{1+\frac{m_e}{m_p}}}\right]$ also

$$\boxed{\frac{1}{1+\frac{m_e}{m_p}-\Delta} = \underbrace{\frac{1}{\left(1+\frac{m_e}{m_p}\right)}}_{\substack{Beitrag\ der\\ Kern-Mitbewegung}} \cdot \underbrace{\sum_{n=0}^{\infty}\left[\frac{\Delta}{1+\frac{m_e}{m_p}}\right]^n}_{\substack{Korrektur\\ relativ\ zur\ Kern-Mitbewegung}}}$$

Damit ist es gerechtfertigt für Δ einen signifikanten physikalischen Effekt anzunehmen.

20 Codata-Messwert gilt für Vakuum-Umgebung [7]

Die Unterschiede zwischen gemessenem und theoretisch berechnetem Wert der Rydberg-Konstante sind auch mit Berücksichtigung der Kern-Mitbewegung nicht vernachlässigbar. Der theoretische Ansatz beruht auf der Ausbreitung von Wellen im Vakuum. In diesem Kapitel wird untersucht, ob die experimentelle Bestimmung der Rydberg-Konstanten in einer Vakuum-Umgebung oder unter Standard-Bedingungen bei normaler Luft am Boden die hier vorgetragene Korrektur beeinflusst.
Aus dem **Theoriewert** $R_{\infty Theorie\ pur} = 10.973.731,568.508 \cdot m^{-1}$ berechnet sich die Wellenlänge zu $\lambda_{\infty Theorie\ pur} = \frac{1}{R_{\infty Theorie\ pur}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)} = 656,112.276.399\ nm$ für den Übergang n=3 zu n=2 ohne Kern-Mitbewegung. Dieser Wert gilt für Vakuum-Umgebung. Wird nun in der theoretischen Berechnung die **Kern-Mitbewegung** (Index: KMB) angesetzt, dann ist $\lambda_{\infty Theorie\ KMB} = \frac{1}{R_{\infty Theorie\ pur}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)} \cdot \left(1 + \frac{m_e}{m_p}\right) = 656,469.606.312\ nm$. Durch die Kern-Mitbewegung wird der Wert $R_{\infty Theorie\ pur}$ kleiner also dessen Kehrwert $\lambda_{\infty Theorie\ pur}$ größer. Auch der Wert $\lambda_{\infty Theorie\ KMB}$ gilt für Vakuum-Umgebung. Bei Berücksichtigung des Brechungsindexes für Luft ergibt sich
$\lambda_{\infty Theorie\ KMB\ Luft} = 656,469.606.312/1,000.292 = 656,277.973.144\ nm$. Allerdings ist dieser Wert des Brechungsindexes für die hier angestrebte Genauigkeit viel zu ungenau. Es sind mindestens 9 exakte Kommastellen erforderlich.
Der **Codata-Messwert** beträgt $R_{\infty Mess} = 10.967.877,174.308(10) \cdot m^{-1}$.
Würde unterstellt, dass dieser Messwert in Luft-Umgebung ermittelt worden wäre, dann ergäbe sich über $\lambda_{\infty Mess\ Luft} = \frac{1}{R_{\infty Theorie\ pur}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)}$ die Wellenlänge zu
$\lambda_{\infty Mess\ Luft} = 656,462.493.660\ nm$. Der Ansatz des Brechungsindexes für Luft wäre hier nicht erforderlich, weil es sich um einen Wert handelt, der in Luft-Umgebung ermittelt wurde. Da aber der Codata-Wert für eine Messung in Vakuum-Umgebung gilt, ergibt sich wiederum über $\lambda_{\infty Mess\ Vakuum} = \frac{1}{R_{\infty Theorie\ pur}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)}$ die Wellenlänge $\lambda_{\infty Mess\ Vakuum}$ zu $656,462.493.660\ nm$. Der Ansatz des Brechungsindexes ist nicht erforderlich, weil es sich hier um einen Wert für Vakuum-Umgebung handelt.
Der Codata-Messwert ist in Vakuum-Umgebung ermittelt worden [7]. Für diesen Wert berechnet sich die relative Abweichung der theoretisch berechneten Wellenlänge $\lambda_{\infty\ KMB\ Vakuum}$ für Vakuum-Umgebung vom Codata-Messwert für Vakuum-Umgebung gemäß $\frac{(656{,}469.606.312 - 656{,}462.493.660)}{656{,}270.862.568} = +1,08 \cdot 10^{-5}$ (Rechenwert zu groß). Die Abweichung entspricht exakt der bisherigen relativen Abweichung von $-1,08 \cdot 10^{-5}$ (s. 3. Abschnitt auf Seite 1). Das dortige negative Vorzeichen bezieht sich auf die Rydberg-Konstante und wird bei Bezug auf deren Kehrwert positiv. Damit ist der Ansatz einer Vakuum-Umgebung für den Codata-Messwert von den hier gegebenen Erklärungen abgedeckt. Für den hypothetischen Fall, dass der **Codata-Messwert in Luft-Umgebung** ermittelt worden wäre, würde sich die relative Abweichung der theoretisch berechneten Wellenlänge $\lambda_{\infty\ KMB\ Luft}$ für Luft-Umgebung vom Codata-Messwert für Luft-Umgebung ergeben zu $\frac{(656{,}277.973.144 - 656{,}462.493.660)}{656{,}462.493.660} = -2,8 \cdot 10^{-4}$ (Rechenwert zu klein). In diesem hypothetischen Falle wäre die relative Abweichung des berechneten Theoriewertes vom Codata-Messwert bei Annahme einer Luft-Umgebung um eine Größenordnung größer als die bisherige relative Abweichung und wäre von den hier gegebenen Erklärungen nicht mehr vollständig abgedeckt. Die Einführung eines zusätzlichen physikalischen Effekts wäre erforderlich. Dies ist aber nicht notwendig und wäre auch kaum möglich, weil der Brechungsindex hierfür viel zu ungenau ist.

21 Anhang mit weiteren Beispielen phänomenologischer Transparenz

In diesem Kapitel erfolgen die Berechnungen mit m_e aus Formel 19.

1. Theoretische Bestimmung des Proton-Magnet-Moments

Auf Seite 17 wird als ein Beispiel für die mit den philberth'schen Strukturelementen erzielbare phänomenologische Transparenz das **Proton-Magnet-Moment** μ_p berechnet über die Strukturformel $\mu_p = \frac{2}{9} \cdot e \cdot c \cdot \lambda + 5,84 \cdot 10^{-6}$.

Im Bemühen, etwaige aufgrund der v. g. Abweichung aufkommende Zweifel an der Korrektheit der philberth'schen Strukturelemente auszuräumen, wird im folgenden Abschnitt gezeigt, dass die Abweichung nicht etwa durch unpräzise Strukturelemente verursacht ist, sondern durch im Proton-Innern auftretende Mitbewegungseffekte, die in obiger Strukturformel als Feinkorrektur noch zu berücksichtigen sind. Es ist:

$$\mu_p = \tfrac{2}{9} \cdot e \cdot c \cdot \lambda \cdot \left[1 + \frac{\frac{1}{4} \cdot \frac{N}{m_{es}} \cdot \left(1-\alpha^2\right)}{M} \cdot (1+\pi\alpha) \right] \underbrace{+4,31 \cdot 10^{-9}}_{zul. \pm 6,9 \cdot 10^{-9}}$$

Die Formel liefert als Ergebnis $\mu_p = 1,410.606.793.4 \cdot 10^{-26} \cdot J \cdot T^{-1}$, das innerhalb der Codata-Messtoleranz liegt. Codata nennt $\mu_p = 1,410.606.787.3 \cdot 10^{-26} \cdot J \cdot T^{-1} \pm 6,9 \cdot 10^{-9}$. Damit ist diese Strukturformel als exakt anzusehen, womit der Messwert von μ_p vollständig nachvollzogen ist. Wie der Inhalt der eckigen Klammer zeigt, ist es sinnvoll erst im Nachgang zur Bestimmung der Rydberg-Konstanten $R_{\infty H}$ zu versuchen, die im Proton-Innern auftretenden physikalischen Effekte zu beschreiben. So ist $-N$ der Anti-Elektron-Neutrino-Anteil aus Formel 18 für die Ruhemasse des Elektrons m_e und ist M der Mitbewegungseffekt aus Formel 29 für die residuale Feinkorrektur F_{res} zur theoretischen Bestimmung der Rydberg-Konstanten $R_{\infty H}$. Dass bei der Bestimmung von μ_p mit N und M die gleichen Terme auftreten wie bei der davon unabhängigen Bestimmung der Rydberg-Konstanten $R_{\infty H}$ ist kein Zufall sondern als Beleg anzusehen, dass diese Strukturelemente tatsächlich die Realität auch bei der Bestimmung von μ_p abbilden. Zur Erinnerung, es ist lt. Formel 19:
$\frac{1}{4} \frac{N}{m_{es}} \cdot (1-\alpha^2) = \frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{9} \cdot \frac{-m_{\nu e}}{m_{es}} \cdot \frac{1}{1+\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{-m_{\nu e}}{m_{es}}}$ mit $m_{\nu e} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\varphi_{z=\infty}\alpha}{2}\right)^2 \cdot m_{es}$, wobei $m_{es} = \frac{\varphi_{z=\infty}\alpha}{4\pi} \cdot m_{ps}$ und es ist $M = 1 + \left(\frac{4}{9}\right)^2 \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}$ wobei auch gilt $M = 1 + \frac{4}{9} \cdot \frac{m_{\nu\mu}}{m_{DQ}}$ mit Beteiligung des Myon-Neutrinos $m_{\nu\mu} = \left(\frac{2}{3}\right)^3 \cdot \frac{9}{8} \cdot m_{es}$ und des Down-Quarks mit $\left[\frac{8}{9}\right] m_{DQ} = \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{9}{8} \cdot \left[\frac{8}{9}\right] \cdot m_{es} = \frac{2}{3}\alpha \cdot m_{ps}$. Somit ist

$$\boxed{\mu_p = \frac{2}{9} \cdot e \cdot c \cdot \lambda \cdot \left[1 + \frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{9} \cdot \frac{-m_{\nu e}/m_{es}}{M} \cdot \frac{1}{1+\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{-m_{\nu e}}{m_{es}}} \cdot \underbrace{(1+\pi\alpha)}_{neu} \right]}$$

Damit taucht in der runden Klammer erfreulicherweise lediglich ein neuer Term auf, den es nun zu interpretieren gilt. Der dazu im Folgenden vorgenommene Umgang mit philberth'schen Strukturelementen ist zweifellos einfach und insbesondere eben als wesentlichstes Kennzeichen unmittelbar 'anschaulich'. Die damit erzielte phänomenologische Transparenz spricht für sich. Es ist naheliegend, den neu zu interpretierenden Ausdruck mit der statischen Protonmasse m_{ps} zu erweitern. Es ergibt sich dann $(1+\pi\alpha) = 1 + \frac{\pi\alpha \cdot m_{ps}}{m_{ps}}$. Die Erweiterung mit m_{ps} im Zähler ist wegen Anwesenheit von α^1 naheliegend, denn es ist ja bei der Suche nach dem verborgenen Massenterm grundsätzlich erst dann dessen wahre Struktur zu erkennen, wenn α eliminiert werden konnte. Im Nenner könnte dies somit schon der Fall sein. Einsetzen der v. g. Substitution für αm_{ps} ergibt $(1+\pi\alpha) = 1 + \frac{\pi\alpha \cdot m_{es} \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}\alpha}}{m_{ps}}$ und α kürzt sich heraus. Dies führt zu dem Ausdruck

$(1+\pi\alpha) = 1 + \frac{2\pi \cdot m_{es} \cdot \frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}}}{m_{ps}}$ bzw.

$$\boxed{KMB_2 = 1 + \frac{\frac{2\pi}{2} \cdot m_{es}}{\frac{\varphi_{z=\infty}}{4\pi} \cdot m_{ps}} = 1 + \frac{\frac{2\pi}{2} \cdot m_{pm}}{\frac{2}{9}\frac{\varphi_{z=\infty}}{4\pi} \cdot m_{ps}} = 1 + \frac{\frac{2\pi}{2} \cdot \left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}{\frac{2}{3} \cdot m_{ps}} = 1 + \frac{\frac{1}{2} \cdot \left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}{m_{S-Q}}}$$

Damit sind für KMB_2 Ausdrücke erreicht, in dem α nicht mehr auftritt. Dennoch bleibt es schwierig zu entscheiden, ob gerade diese Massenanteile die Realität spiegeln. So ist z. B. die Proton-Magnetfeld-Masse m_{pm} definiert über $m_{es} = \frac{9}{2} \cdot m_{pm}$, so dass auch das Auftreten der Proton-Magnetfeld-Masse im Zähler möglich ist, was die zweite Gleichung ausdrückt. Nun erscheint der Ausdruck im Nenner zwar nicht fremd ist aber doch komplizierter geworden. Dem Prinzip der Einfachheit folgend wäre der Bezug auf die Masse des Down-Quarks $\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}$ vorzuziehen, was die dritte Gleichung dargestellt. Zuletzt kann im Nenner auch Bezug auf die Masse des **Strange-Quark** $\boxed{m_{S-Q} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{2}{3} \cdot m_{ps}} = 99,542\frac{MeV}{c^2}$, zulässig sind $95 \pm 5\frac{MeV}{c^2}$, genommen werden, wie in der vierten Gleichung angegeben. Stets ergibt sich die Form $1 + \frac{Z}{Ne} = \frac{Ne+Z}{Ne} = \frac{Ne+Z}{Ne \cdot Z} \cdot Z$. Da jeder der im Zähler Z von KMB_2 stehenden Terme in Form einer Erweiterung in die Formel für μ_p in den rechten Term der eckigen Klammer gezogen werden kann (s. u.) sind alle vier Terme aus physikalischer Sicht gleichberechtigt zulässig und es identifiziert sich diese Form als Mitbewegungseffekt KMB_2. Es ist also festzuhalten, dass ein Term mit dem Auftreten eines Pluszeichens nach der Ziffer '1' wohl auf einen Mitbewegungseffekt hindeutet, wie auch schon bei M und KMB. Welcher der hier aufgeführten Massenterme aus physikalischer Sicht letztlich die Realität abbildet, kann erst entschieden werden, wenn die philberth'schen Strukturelemente systematisch auf den gesamten elementaren SUB-Bereich angewendet werden. Jedenfalls gilt für die Berechnung des Proton-Magnet-Moments die folgende Strukturformel, wobei die jeweilige Erweiterung Z gekürzt werden kann: $\boxed{\mu_p = \frac{2}{9} e \cdot c \cdot \lambda \cdot \left[1 + \frac{2}{9} \cdot \frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{-m_{\nu e}/m_{es}}{M} \cdot \frac{KMB_2}{1 + \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{-m_{\nu e}}{m_{es}}}\right]}$

Wie schon an der Notation der Strukturformel für μ_p zu erkennen (das negative Vorzeichen ist dem Anti-Elektron-Neutrino $-m_{\nu e}$ zugeordnet, dadurch ergibt sich das Pluszeichen nach der Ziffer '1'), ist hier neben M und KMB_2 noch ein dritter Mitbewegungsterm vorhanden. Analog der Vorgehensweise zur Identifikation von KMB_2 ist der gesamte Term in der eckigen Klammer als Mitbewegungseffekt KMB_3 aufzufassen.

Es ist also: $\boxed{\mu_p = \frac{2}{9} e \cdot c \cdot \lambda \cdot \frac{m_{es}}{m_{es}/\left[KMB_3\right]}}$ mit

$$\boxed{KMB_3 = 1 + \frac{2}{9} \cdot \frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{-m_{\nu e}/m_{es}}{M} \cdot \frac{KMB_2}{1 + \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{-m_{\nu e}}{m_{es}}}}$$

Wie an der Schreibweise der Strukturformel für μ_p zu sehen, wurde diese mit der statischen Elektronmasse m_{es} erweitert, ansonsten würde die Masse fehlen, auf die sich die Mitbewegung KMB_3 bezieht. Diese Erweiterung rechtfertigt sich, da die statische Elektronmasse die Verkörperung der elektrostatischen Feldenergie ist gemäß $m_{es} \cdot c^2 = \frac{\varphi_{z=\infty}}{\lambda} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\varphi_{z=\infty}}{\lambda} \cdot \frac{\alpha ch}{4\pi}$. Einsetzen dieser Substitution in den Zähler der Strukturformel für μ_p ergibt $\mu_p = \frac{2}{9} \cdot e \cdot c \cdot \lambda \cdot \frac{\frac{\varphi_{z=\infty}}{\lambda} \cdot \frac{\alpha ch}{4\pi} \cdot \frac{1}{c^2}}{m_{es}/[KMB_3]}$ also $\mu_p = \frac{2}{9} \cdot e \cdot \frac{h}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}\alpha} \cdot m_{es}/[KMB_3]}$

bzw. $\boxed{\mu_p = \frac{2}{9} e \cdot \frac{h}{m_{ps}/\left[KMB_3\right]}}$, mit $h = m_{ps} \cdot c \cdot \lambda$.

Wie die Substitutionsmöglichkeit mit dem Planck'schen Wirkungsquantum h zeigt, ist der Umweg über die statische Elektronmasse eigentlich entbehrlich. Er dient hier lediglich dazu, Zweifel an der Zuverlässigkeit der Strukturelemente auszuräumen.

2. Theoretische Bestimmung des Landé-Faktors

Als ein weiteres einschlägiges Beispiel der durch die philberth'schen Strukturelemente, hier durch die **Feldkonstante** $\boxed{\varphi_{z=\infty} = \frac{1}{2}\pi^2 - 4}$, erzielten Präzision und phänomenologischen Transparenz, wird in diesem Abschnitt das gyromagnetische Verhältnis bzw. der sogen. Landé-Faktor betrachtet. Nach [5], s. S. 161, Formel 5.53a gilt für das

Elektron-Magnet-Moment $\boxed{\mu_e = -\left(\frac{1}{2}g\right) \cdot \mu_B}$ mit **Bohr-Magneton** $\boxed{\mu_B = \frac{1}{2} \cdot e \cdot \hbar \cdot \frac{1}{m_e}}$.

$$\boxed{\text{Mit } g = \underbrace{\left[1 + \underbrace{\frac{j\,(j+1) + s\,(s+1) - l\,(l+1)}{2j\,(j+1)}}_{\substack{j=l+s.\ Im\ Grundzustand\ gilt\ l=0. \\ Daher\ ist\ dieser\ QM-Term\ =\ 1.}}\right] \cdot \left[1 + \underbrace{\frac{1}{\frac{\varphi_{z=\infty}}{2}} \cdot \frac{m_{es}}{m_{ps}}}_{\substack{Schwinger- \\ Korrektur}} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{4\pi \cdot m_{pm}}{m_{ps}}\right)}\right]}_{\substack{in\ \text{Übereinstimmung}\ mit\ der \\ Genauigkeit\ der\ Dirac-Theorie}} \underbrace{-3,7 \cdot 10^{-10}}_{\substack{Dirac-Theorie: \\ \pm 4{,}0 \cdot 10^{-10}}}}$$

zeigt sich schon mit bloßem Blick auf die beiden positiven Vorzeichen nach der jeweiligen Ziffer '1', dass der Lande-Faktor nichts anderes ist, als ein Mitbewegungseffekt, der sich auf die Gesamt-Elektronmasse m_e des Bohr-Magnetons auswirkt, wobei es sich bei diesem Effekt um in einander **verschachtelte** Mitbewegungseffekte handelt. Analog der Vorgehensweise zur Identifikation von KMB_2 ist der Term in der runden Klammer als Mitbewegungseffekt $\boxed{KMB_4 = 1 + \frac{4\pi \cdot m_{pm}}{m_{ps}} = 1 + \frac{2}{9} \cdot \varphi_{z=\infty}\alpha}$ aufzufassen, dem der Masseterm $4\pi \cdot m_{pm}$ unterliegt. Damit tritt in KMB_4 unvermeidlich die philberth'sche Feldkonstante auf. Erst sie liefert die zu fordernde Genauigkeit und belegt zugleich, dass die Feldkonstante und die damit verbundene **Kugelschalentheorie** es verdient, Eingang in die theoretische Physik zu finden. Einsetzen von $\frac{m_{es}}{m_{ps}} = \frac{\varphi\alpha}{4\pi}$ ergibt

$$\boxed{\frac{1}{1 + \underbrace{QM}_{\substack{bei\ l=0 \\ ist\ QM=1}}} \cdot g = 1 + \underbrace{\frac{\alpha}{2\pi}}_{\substack{Schwinger- \\ Korrektur}} /KMB_4 \underbrace{-3,7 \cdot 10^{-10}}_{\substack{Dirac-Theorie: \\ \pm 4{,}0 \cdot 10^{-10}}}}.$$

Bemerkenswert ist, wie einfach sich der nach dem Physik-Nobelpreisträger **Julian Schwinger** benannte Korrekturterm $\alpha/2\pi$ herleiten lässt sowie die prägnante Kürze und enorme Präzision des Ausdrucks. Das Ergebnis ist in praktischer Übereinstimmung mit dem Ergebnis aus der Dirac-Theorie. Diese Übereinstimmung ist ein Beleg für die Zuverlässigkeit der hier vorgestellten Methode der Elementarphysik. Somit ergibt sich

$$\boxed{\frac{1}{2}g = \underbrace{\left[1 + \underbrace{\frac{m_{es}}{\frac{\varphi_{z=\infty}}{2} \cdot m_{ps}}}_{\substack{Schwinger- \\ Korrektur}} /KMB_4\right]}_{\substack{in\ \text{Übereinstimmung}\ mit\ der \\ Genauigkeit\ der\ Dirac-Theorie}} \underbrace{-3,7 \cdot 10^{-10}}_{\substack{Dirac-Theorie: \\ \pm 4{,}0 \cdot 10^{-10}}}}.$$

Analog der Vorgehensweise zur Identifikation von KMB_2 ist auch der Term in der eckigen Klammer als Mitbewegungseffekt aufzufassen. Demnach ist das gyromagnetische Verhältnis $\boxed{\frac{1}{2}g = KMB_5}$ also die Mitbewegung $\boxed{KMB_5 = 1 + \frac{m_{es}/KMB_4}{\frac{\varphi_{z=\infty}}{2} \cdot m_{ps}}}$ selbst.

Es gilt also $\boxed{\mu_e = -\frac{1}{2} \cdot e \cdot \hbar \cdot \frac{1}{m_e/KMB_5}}$.

Dem entsprechend ist die Gesamt-Elektronmasse m_e von der Mitbewegung KMB_5 gemäß m_e/KMB_5 betroffen, welcher die Mitbewegung m_{es}/KMB_4 unterlagert ist. Damit ist die physikalische Bedeutung des Landé-Faktor im Rahmen der Genauigkeit der Dirac-Theorie vollständig erklärt.

Es ergibt sich $g = 2,002.319.303.616.340 - 3,7 \cdot 10^{-10}$ was mit dem Wert aus der Dirac-Theorie übereinstimmt, die $g = 2,002.319.304.8 \pm 4,0 \cdot 10^{-10}$ errechnet. Codata nennt $2,002.319.304.361.82 \pm 2,6 \cdot 10^{-13}$ (361.82 ± 52). Damit liegt der Formel- bzw. Theoriewert für g <u>außerhalb</u> der Codata-Messtoleranz. Allerdings ergibt sich nach Einsetzen des Formelwertes für g das Elekron-Magnet-Moment zu $\mu_e = -928,476.461.8 \cdot 10^{-26} \cdot J/T - 2,2 \cdot 10^{-10}$. Codata nennt $\mu_e = -928,476.462 \cdot 10^{-26} \cdot J/T \pm 6,2 \cdot 10^{-9}$, womit der Formelwert innerhalb der Codata-Messtoleranz liegt. Die Strukturformel für g ist also eigentlich hinreichend exakt. Die relative Abweichung vom Messwert für μ_e ist so gering, dass diese bei Anhebung der beteiligten Naturkonstanten h, e, m_e um nur 1% der jeweiligen relativen Messunsicherheit schon zu Null wird. Damit ist der Messwert von μ_e mit der gleichen Präzision nachvollzogen wie durch die Dirac-Theorie.

3. Vorschlag für eine Verstärkung der Dirac-Theorie

Es wird vorgeschlagen, die hinter der im Folgenden beschriebenen Feinkorrektur stehende Idee der Berücksichtigung von Mitbewegungen aus dem SUB-Elementarbereich zwischen Elektron-Neutrino und Down-Quark in das mathematische Konzept der Dirac-Theorie aufzunehmen.

Der nun folgende Vorschlag für eine Feinkorrektur entstammt natürlich dem hier praktizierten Abbild einer physikalischen Elementarphysik, bei der es sich insbesondere nicht um mathematische Physik handelt. Wie die nachfolgenden Ergebnisse bzgl. Präzision und phänomenologischer Transparenz zeigen, verdient es die hier vorgestellte Idee für eine Feinkorrektur, Eingang in das Konzept der Dirac-Theorie zu finden. Um den Codata-Wert des Landé-Faktors <u>innerhalb</u> dessen Messtoleranz einzustellen, müsste nämlich auch in der Dirac-Theorie noch eine Feinkorrektur eingeführt werden.

Bzgl. der Feinkorrektur wird angesetzt:

$$\boxed{\frac{1}{2}g = 1 + \underbrace{\underbrace{\frac{2}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{m_{es}}{m_{ps}}}_{\substack{Schwinger- \\ Korrektur}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{4\pi \cdot m_{pm}}{m_{ps}}}}_{\substack{Feinkorrektur\ KMB_5 \\ in\ \ddot{U}bereinstimmung \\ mit\ der\ Dirac-Theorie}} \cdot \left[\underbrace{1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{1}{4}N\left(1-\alpha^2\right)}{\frac{8}{9} \cdot m_{D-Q}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{1}{4}N\left(1-\alpha^2\right)}{m_{ps}}}_{\substack{Feinkorrektur\ KMB_6 \\ in\ \ddot{U}bereinstimmung\ mit\ Codata}} \right] \underbrace{+1,9 \cdot 10^{-13}}_{zul.\ \pm 2{,}6 \cdot 10^{-13}}}$$

Nachdem der physikalische Inhalt des Ausdrucks vor der eckigen Klammer im vorherigen Kapitel ausführlich erläutert ist, wird hier wieder mit der Ausgangsformel gestartet. Wie auch hier in der eckigen Klammer an der Ziffer '1' und dem nachfolgenden Pluszeichen zu erkennen ist die Feinkorrektur KMB_6 selbst auch nichts anderes als ein Mitbewegungseffekt gemäß

$\boxed{KMB_6 = 1 + \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot N \cdot \left(1-\alpha^2\right)}{\left[\frac{8}{9}\right] \cdot -m_{D-Q} / \left(1 + \frac{\left[\frac{8}{9}\right] \cdot -m_{D-Q}}{m_{ps}}\right)}}$, wobei N negativ ist (s. Formel 19), was sich analog zu KMB_2 auch hier nach Erweitern mit dem Zähler-Term zeigt. **Der in KMB_6 auftretende Faktor $\frac{8}{9}$ entfällt, wenn die Masse des Anti-Downquarks von vorne herein vermindert angesetzt wird.** Damit ist die physikalische Bedeutung des Landé-Faktors auch schon vollständig erklärt. Ausmultiplizieren führt auf

$$\boxed{\frac{1}{2}g = 1 + \underbrace{\underbrace{\frac{\alpha}{2\pi}}_{\substack{Schwinger- \\ Korrektur}} \cdot \frac{1}{1+\frac{2}{9}\varphi_{z=\infty}\alpha}}_{\substack{Feinkorrektur\ KMB_5 \\ in\ Übereinstimmung \\ mit\ der\ Dirac-Theroie}} \cdot \left[\underbrace{1+\frac{3}{8}\cdot\frac{2}{9}\cdot\overbrace{\frac{1}{3}\cdot\left(\frac{\varphi_{z=\infty}\alpha}{2}\right)^2}^{aus\ m_{\nu e}}\cdot\left(1-\frac{2}{3}\alpha\right)}_{\substack{Feinkorrektur\ KMB_6 \\ in\ Übereinstimmung\ mit\ Codata \\ wobei\ -\frac{2}{3}\alpha=\frac{3}{2}\cdot\frac{N\cdot\left(1-\alpha^2\right)}{m_{\nu e}}\cdot\frac{m_{es}}{m_{ps}}}}\right] \underbrace{+1,9\cdot 10^{-13}}_{zul.\ \pm 2{,}6\cdot 10^{-13}}}$$

Mit dieser Feinkorrektur ergibt sich $g = 2,002.319.304.362.2$. Damit liegt der Formel- bzw. Theoriewert für g innerhalb der Codata-Messtoleranz. Die Struktur der Zahlenformel besticht durch Ganzzahligkeit der Faktoren. Auch hier tritt die philberth'sche Feldkonstante $\varphi_{z=\infty} = \frac{1}{2}\pi^2 - 4$ auf, herrührend aus der Strukturformel des Elektron-Neutrinos. Erst die Feldkonstante liefert auch hier die zu fordernde Genauigkeit. Es ergibt sich nach Einsetzen des feinkorrigierten Formelwertes für g das Elektron-Magnet-Moment zu $\mu_e = -928,476.461.800\cdot 10^{-26}\cdot J/T - 2,9\cdot 10^{-10}$, womit auch der Formelwert für μ_e weiterhin innerhalb der Codata-Messtoleranz liegt. Die in obiger Formel dargestellte Feinkorrektur ist physikalischer Natur und insbesondere nicht numerologisch. Da in der Feinkorrektur Strukturelemente auftreten, die auch schon für die hiervon unabhängige Bestimmung der Rydberg-Konstanten maßgebend sind, ist die Annahme berechtigt, dass die Elemente die Realität abbilden. Die exakte Formel für das Elektron-Magnet-Moment lautet also:

$$\boxed{\mu_e = -\frac{1}{2}e\cdot\hbar\cdot\frac{1}{m_e/\left(KMB_6\cdot KMB_5\right)}\underbrace{+1,9\cdot 10^{-13}}_{zul.\ \pm 2{,}6\cdot 10^{-}13}} \text{ mit } \boxed{KMB_5 = 1+\frac{m_{es}/KMB_4}{\frac{\varphi_{z=\infty}}{2}\cdot m_{ps}}}.$$

Es ist offensichtlich, dass beim Elektron-Magnet-Moment drei Mitbewegungseffekte mit unterschiedlichen Beteiligten aus dem SUB-Elementarbereich auftreten. Es wird daher vorgeschlagen, basierend auf dem Beispiel des Elektron-Magnet-Moments eine mathematische Formulierung zur Berücksichtigung von Mitbewegungen aus dem SUB-Elementarbereich in das mathematische Konzept der Dirac-Theorie aufzunehmen.

4. Nachbetrachtung zur Feinstrukturkonstanten α

Es wird hier nur die erste Genauigkeitsstufe betrachtet. In Kapitel 14 wurde $\alpha = \frac{1}{1+A^{-1}}$ hergeleitet, mit dem **reziproken Mitbewegungseffekt** $1 + A^{-1}$. In Kapitel 15 wurde

$$\boxed{1+\frac{1}{A\cdot f} = 1+\frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}} = \frac{1}{\alpha}}$$

ermittelt, was für $f = 1$ zu $\frac{1}{\alpha^*} \approx \frac{1}{\alpha}$ wird.

Die Sommerfeldkonstante α ist also die reziproke Mitbewegung selbst. Sofern $\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}$ um $+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}$ vergrößert würde, was innerhalb der Messgenauigkeit zulässig wäre, um z. B. den dreigliedrigen SUB-Massenterm in Formel 32 alleine mit m_{D-Q} identifizieren zu können, ergäbe sich mit $\frac{1}{\alpha} = -\left(1+\frac{\frac{1}{f}\cdot\left[\frac{8}{9}\right]\cdot - m_{D-Q}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}\right)$ ein Bezug auf ein Anti-Downquark aber wegen des negativen Vorzeichens ein numerologischer Ausdruck.

5. Physikalische Struktur der Lambverschiebung

In Kap. 12, s. letzter Punkt, ist gezeigt, dass zwischen ΔR_∞ und L ein physikalischer Zusammenhang besteht. Um den Messwert für L einzustellen und zugleich den Übergang zur QED zu vollziehen, wird wieder auf die dortige Formel für L_{Mess} aufgesetzt aber anstelle $4\pi \cdot 1,017.4764$ mit $2\pi^2 \cdot \left(\pm\frac{1}{\pi\cdot\left(j+\frac{1}{2}\right)\cdot\left(l+\frac{1}{2}\right)} + k(n,\ l)\right)$ gerechnet mit $n=1$, $j = l + \frac{1}{2}$ und $l = 0$ im hier betrachteten Grundzustand, wobei $k = 0,011.125$ eine 'kleine Zahl' ist. Es wird also wieder ausgegangen von

$$\boxed{\underbrace{L_{Mess} = \left[\frac{m_e\ \frac{1}{2}c^2}{h\ c}\cdot\frac{\alpha^5}{2}\right]}_{Basisstruktur} \cdot 2\pi^2 \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{\pi\cdot\frac{1}{2}} + 1\cdot 0,011.125\right)}_{aus\ QED} = 27,261.780 \cdot m^{-1}}$$

Der Inhalt der eckigen Klammer stellt die bekannte Basisstruktur der Lambverschiebung dar. Das Problem an dieser mathematischen Schreibweise ist aber, dass die eigentliche Physik im Term $m_e \cdot \alpha^5$ und in der 'kleinen Zahl' verborgen ist. Diesen Nachteil gilt es auszuräumen. Dazu wird auf die hier gewonnenen 'physikalischen Bausteine' zurückgegriffen und diese dadurch zugleich auch erprobt.

Die Lambverschiebung wird durch das Modell der 'virtuellen' Absoption und Emission von Photonen durch das Elektron beschrieben. Dadurch vollführt das Elektron wegen des Photonenrückstoßes Zitterbewegungen im Coulombfeld des Kerns. **Hier wird unterstellt, dass von diesen Zitterbewegungen nicht die Gesamt-Elektronmasse m_e sondern nur die 'statische' Elektronmasse m_{es} betroffen ist, wodurch das Modell gültig bleibt.** Daher wird anstelle m_e mit m_{es} gerechnet. Es ergibt sich

$$\boxed{\underbrace{L_{Mess} = \left[\frac{m_{es}\ \frac{1}{2}c^2}{h\ c}\cdot\frac{\alpha^5}{2}\right]}_{modifizierte\ Basisstruktur} \cdot 2\pi^2 \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{\pi\cdot\frac{1}{2}} + 1\cdot 0,013.319\right)}_{aus\ QED} = 27,261.780 \cdot m^{-1}}$$

Damit hat sich lediglich die 'kleine Zahl' geringfügig erhöht. Nun können die physikalischen Bausteine einbezogen werden. Ziel ist es α vollständig zu substituieren. Dazu wird als erstes m_{es} über $m_{\nu e} = \frac{1}{3}\cdot\left(\frac{\varphi_{z=\infty}\alpha}{2}\right)^2 \cdot m_{es}$ substituiert, so dass noch α^3 verbleibt, weil sich das α^2 im Masseterm des $m_{\nu e}$ heraus kürzt. Einsetzen führt also auf

$$\boxed{L_{Mess} = \left[\alpha\cdot\frac{m_{\nu e}\ \frac{1}{2}c^2}{\frac{1}{\cancel{3}\,\pi}\cdot h\ c}\cdot\left(\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\alpha\right)^2\right]\cdot\frac{1}{\pi}\cdot(2 + 1\cdot\pi\cdot -0,015.974)}.$$

Hier wurde noch $\frac{1}{\pi}$ vor die runde Klammer gezogen und bei der Substitution mit der Formel für $m_{\nu e}$ der Faktor 3 durch π ersetzt, damit sich das vor die runde Klammer gezogene π heraus kürzt und aus $\left(j+\frac{1}{2}\right)\cdot\left(l+\frac{1}{2}\right)$ bei $l = 0$ und $j = \frac{1}{2}$ in der runden Klammer vor dem Pluszeichen allein die QM-basierte Zahl 2 verbleibt und so die Bezugsbasis für L bzw. für die 'kleine Zahl' definiert. **Wegen der $\pi-$Modifikation bei der Substitution mit $m_{\nu e}$ hat die kleine Zahl nun das Vorzeichen gewechselt.** Wie zu sehen eröffnet sich ein erster Einblick in die bisher im Term $m_e \cdot \alpha^5$ verborgene physikalische SUB-Struktur von L. Der nächste Schritt ist, die kleine Zahl so zu substituieren, dass deren Zahlenwert durch geeignete Strukturelemente vollständig ersetzt ist. Mit Blick auf die v. g. eckige Klammer wird angesetzt $-0,015.974 = -\frac{2}{\varphi}\cdot\alpha\cdot 1,023.135$.

Das führt auf $\boxed{L_{Mess} = \left[\alpha\cdot\frac{m_{\nu e}\ \frac{1}{2}\left(\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\alpha c\right)^2}{h\ c}\right]\cdot\left(2 - 1\cdot\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\alpha\cdot 1,023.135\right)}$.

Da $\left(\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\alpha\right)^2$ im Quadrat auftritt ist er dem Term $\left[\frac{1}{2}\left(\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\alpha c\right)^2\right]$ zugeordnet.

Nun steht an, das verbliebene α zu substituieren.

Der Term $\boxed{\frac{1}{\alpha} - 1 = \frac{2}{M-1} \cdot \frac{1}{f} = \frac{2}{A \cdot f}}$ mit $\boxed{M = 1 + \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}} = 1 + \frac{4}{81} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}}$ ist aus Kapitel 14 bekannt. Es kann daher $\boxed{\alpha = \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}}$ substituiert werden mit $\boxed{f = 1 + \left[\pi \cdot A \cdot \left(1 + \frac{2}{3} N^*\right)\right]^2 = 1,000.532.774}$ s. Formel 26 und N^* s. Formel 27. Für $f = 1$ wird α zu α^* also $\alpha^* \approx \alpha$. Auch bei f handelt es sich um einen verschachtelten allerdings sehr kleinen Mitbewegungseffekt. Wie am obigem Term für α zu erkennen wirkt er allein auf die Masse des Downquarks gemäß $\frac{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}{f}$. Der mögliche Substitutions-Term $\alpha = \frac{\frac{8}{9} m_{D-Q}}{\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} m_{S-Q}}$ s. KMB_2 in Abschnitt 1. kommt hier nicht zur Anwendung, weil α in diesem Term nur als eine mathematische 'Verhältniszahl' gegeben ist. Einsetzen ergibt $L_{Mess} =$

$$\boxed{\left[\frac{m_{\nu e}\,\frac{1}{2}\left(\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \alpha c\right)^2}{h\ c} \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}\right] \left(2 - 1 \cdot \frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu} \cdot 1,023.135}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}\right)}$$

Wie zu sehen, stehen in der eckigen Klammer und in der hinzu kommenden 'kleinen Zahl' identisch gleiche Terme. Dies ist ein Beleg dafür, dass Zufälligkeiten auszuschließen sind. Beim Ausrechnen quadrieren sich diese Terme sogar. Offenbar herrscht im Grundzustand des Wasserstoffatoms in dessen SUB-Bereich eine rege Interaktion zwischen den einzelnen SUB-Teilchen. Die Strukturformel für L_{Mess} zeigt die in der abstrakten mathematischen Schreibweise im Term $m_e \cdot \alpha^5$ <u>verborgenen</u> physikalischen Zusammenhänge in anschaulicher Weise.

Damit sind weiterhin nur bekannte Bausteine einbezogen. Mit $\boxed{f = 1}$ entfällt diese kleine Mitbewegung und es vereinfacht sich der Ausdruck. Zugleich verbessert sich die Genauigkeit um eine Größenordnung. Es ist $L_{Mess} =$

$$\boxed{\left[\frac{m_{\nu e}\,\frac{1}{2}\left(\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \alpha c\right)^2}{h\ c} \underbrace{\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\left(\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}\right)}}_{=\alpha^*\ wg.\ f=1\ \approx\ \alpha}\right] \cdot \left(2 - 1 \cdot \underbrace{\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu} \cdot 1,002.641}{\left(\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}\right)}}_{=\ 0{,}049.152\ <\ 0{,}05\ lt.\ QED}\right)}$$

Nun steht an, den Zahlenwert $\boxed{1 + 0,002.641 = KMB_7}$ zu untersuchen. Wie beim Proton-Magnet-Moment μ_p (s. Abschnitt 1) und beim Landé-Faktor g (s. Abschnitt 2) wird auch hier **dem Gedanken der Einfachheit sowie der Teilchen-Hierarchie folgend**, angenommen, dass die Mitbewegungseffekte verschachelt sind. Es ist $KMB_7 =$

$$1 + \left\{ \underbrace{\left(\frac{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} \quad + \ \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q} + \ \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}\right)^2}_{=\left(\alpha/\alpha^* \cdot \frac{1}{\frac{81}{4}+\alpha}\right)^2} \cdot \left[1 + \frac{\frac{m_{es}}{z_H - 1}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}} \cdot \left(\ 1 + \frac{4}{3}\ \frac{4}{9} \cdot \left(1 - \frac{+\frac{4}{3} \cdot \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{4}{3} \cdot \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}\right)\ \right)\right] \right\}$$

wobei $\boxed{\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{9}=\frac{2\cdot\frac{8}{27}\cdot m_{es}}{m_{es}}=2\cdot\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{m_{es}}=\frac{2\cdot\frac{2}{9}\left[\frac{9}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{2}{9}m_{es}}=\frac{\frac{4}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{m_{pm}}}$ ist, weil über $\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{9}=\frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}}\cdot\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{9}\cdot\frac{81}{4}$ also $\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{9}=\frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}}\cdot\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{9}\cdot\frac{\frac{4}{3}m_{es}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}$ (Beweis s. n. S.), was zu $\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{9}=\underbrace{\left[\frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}}\cdot\frac{81}{4}\right]}_{=1}\cdot\frac{\frac{4}{9}m_{\nu\mu}}{\frac{3}{4}m_{\nu\mu}}$ führt, wobei die eckige Klammer den Wert '1' liefert, für $\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{9}$ wieder die gleiche Struktur erreicht ist wie oben angegeben, da $\frac{3}{4}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}=m_{pm}=\frac{2}{9}m_{es}$ ist. **Die relative Abweichung vom Messwert der Lambverschiebung beträgt $-2,16\cdot10^{-9}$.**
Es tritt mit dem Term $m_{es}/(z_H-1)$ die <u>Schalenmasse des 'bewegten' Elektrons</u> auf. **Die in KMB_7 auftretenden Faktoren $\left[\frac{8}{9}\right]$ entfallen, wenn die Masse des Down-quarks und Myon-Neutrinos von vorne herein vermindert angesetzt wird.**
Nun erscheint der quadratische Term in KMB_7 kompliziert obwohl er gleich ist mit der in der Fußzeile angegebenen Kurzform, so dass die Annahme naheliegt diesen Term zugrunde legen zu dürfen. **Jedenfalls ist diese Übereinstimmung ein Beleg dafür, dass die Bausteine in sich konsistent sind.** Zum Beweis dient die folgende Rechnung, die auch ein Beispiel ist für den Umgang mit physikalischen Bausteinen.

Mit der Substitution $\alpha=\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}{2\pi\cdot m_{S-Q}}$, die hier verwendet werden darf, es gilt daneben auch $\alpha=\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{2}{9}\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}}$ und $\boxed{\alpha=\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}}$, sowie mit $\frac{81}{4}=\frac{\frac{4}{3}m_{es}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}$ und $\frac{1}{\alpha^*}=1+\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}$, liegen die benötigten physikalischen Bausteine vor. Einsetzen ergibt

$$\frac{\alpha}{\alpha^*}\cdot\frac{1}{\frac{81}{4}+\alpha}=\frac{1+\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}}{\frac{2\pi\cdot m_{S-Q}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}\cdot\left(\frac{\frac{4}{3}m_{es}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}+\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}{2\pi\cdot m_{S-Q}}\right)}=\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}\cdot\left(\frac{2\pi\cdot m_{S-Q}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}\cdot\frac{\frac{4}{3}m_{es}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}+1\right)}\text{ bzw.}$$

$$\frac{\alpha}{\alpha^*}\cdot\frac{1}{\frac{81}{4}+\alpha}=\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\left(\frac{2\pi\cdot m_{S-Q}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}\cdot\frac{4}{3}m_{es}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}\right)}$$

Da $\frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}\cdot\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}=\frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}\cdot\left(2\cdot\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{2}{9}\cdot m_{es}\right)=\frac{4}{3}m_{es}$ ergibt sich

$$\boxed{\frac{\alpha}{\alpha^*}\cdot\frac{1}{\frac{81}{4}+\alpha}=\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}\quad+\ \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}\ +\ \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}}\ \textbf{qed.}$$

Jetzt steht noch an, die obige Substitution für $\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{9}$ zu beweisen.
Es ist $\left[\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\left[\frac{2}{9}\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}\right]\cdot\frac{\alpha^*}{\alpha}=\frac{1}{\frac{81}{4}+\alpha}$ und $\frac{\alpha^*}{\alpha}=\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}\cdot\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}\cdot f}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}\cdot f}$ bzw. $\frac{\alpha^*}{\alpha}=\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}\cdot\frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}$. Einsetzen ergibt

$$\left[\frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}\right]\cdot\left(\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}\cdot\frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}\right)=\frac{1}{\frac{81}{4}+\alpha}$$ und nach Kürzen

$\frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}=\frac{1}{\frac{81}{4}+\alpha}$. Der Kehrwert führt auf $\boxed{\frac{81}{4}=\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}\ +\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}-\alpha}$.

Nun ist noch α zu substituieren. Es ergibt sich

$$\tfrac{81}{4} = \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}} - \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}} \text{ also } \boxed{\frac{81}{4} = \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}} \textbf{ qed.}$$

In der Formel für KMB_7 kann mit gleicher Präzision anstelle des quadratischen Terms auch folgender Term angesetzt werden:

$$\boxed{\left[\frac{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} \quad + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}\right]^2 = \left[\frac{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q}} \cdot \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{4}{3} m_{es}}\right]^1} \cdot X$$

Zur Bestimmung von X wird im ersten Schritt auf der linken Gleichungsseite im Nenner der Term $\frac{2}{9} m_{\nu\mu}$ vernachlässigt und im zweiten Schritt dies wieder korrigiert. Im ersten Schritt kürzt sich dann auf der rechten Seite der Gleichung der erste Term komplett und das Quadrat auf der linken Gleichungsseite verschwindet. Es ergibt sich $X = \frac{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q}} \cdot \frac{\frac{4}{3} m_{es}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}$. Der einfachste Weg ist das Ausmultiplizieren.

$X = \frac{2 \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{9} \cdot m_{es} + \frac{2}{9} \cdot \frac{8}{27} \cdot m_{es}}{\frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot m_{es}} \cdot \frac{81}{4} = \frac{\frac{4}{3} \frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} + \frac{4}{3} \frac{4}{81}}{\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{\alpha}} \cdot \frac{81}{4} = \left(\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} + \frac{4}{81}\right) \cdot \alpha \cdot \frac{81}{4}$ bzw. $X = \left(\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{81}{4} + 1\right) \cdot \alpha$. Der Term in der runden Klammer ist $\left(\frac{1}{A} + 1\right) = \frac{1}{\alpha^*}$ da hier $A \cdot (f = 1)$ auftritt und somit ergibt sich $\boxed{X = \frac{1}{\alpha^*} \cdot \alpha = 1{,}000.528.886}$.

Nun wird die Auswirkung der Vernachlässigung des Terms $\frac{2}{9} m_{\nu\mu}$ im v. g. quadratischen Term nachgeholt. Es gilt $\left[\frac{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} \quad + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}\right]^2 = \left[\frac{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q}}\right]^2 \cdot Y^2$ und hieraus $\boxed{\frac{1}{Y^2} = \left(1 + \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q}}\right)^2 = \left(1 + \frac{4}{81} \cdot \alpha\right)^2 = 1{,}000.720.856}$. Somit ist die Auswirkung $X \cdot Y^2$ auf die Strukturformel für KMB_7 insgesamt äußerst gering. **Mit $X \cdot Y^2 = 1$ steht anstelle des Faktors $+\frac{4}{3}$ im Zähler in der ganz rechts stehenden runden Klammer in der Formel für KMB_7 nun $+\frac{6}{3} = +2$, so dass hier $1 - 2\alpha^{**}$ wirksam ist.** Es ist $2 \cdot \alpha^{**} = 2 \cdot \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + 2 \cdot \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}$. Im Unterschied zu α^* wo <u>im Nenner</u> $1 \cdot \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}$ steht, tritt hier $2 \cdot \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}$ auf. Auch dies ist ein bekannter Term. Er kommt bei der Bestimmung der Hyper-Feinstruktur (s. Abschnitt 6.) zur Anwendung. **Die relative Abweichung vom Messwert der Lambverschiebung beträgt $-2{,}16 \cdot 10^{-9}$.**

Anzumerken ist, dass in der Theoretischen Physik der QED bei der Berechnung der Lambverschiebung umfangreiche Berechnungen mit <u>vielen tausenden</u> von mathematischen Termen erforderlich sind, die nur noch mit Einsatz von Computer-Algebra-Programmen durchgeführt werden können. Nach Einsetzen der Strukturformeln für die Massen der beteiligten Elementarteilchen treten auch hier <u>massenhaft 'viele'</u> Einzel-Terme auf, die sich hinsichtlich der dann mit unterschiedlichen Exponenten auftretenden Feinstrukturkonstante α genau zuordnen lassen. Offenbar behandelt die QED nur diese Art von Einzel-Termen und macht daher keine Aussagen über deren Ursache. Im Bild der Elementarphysik werden die den Einzel-Termen übergeordneten und sie begründenden Verursacher mit physikalischen Strukturelementen eindeutig bezeichnet.

6. Physikalische Struktur der Hyper-Feinstruktur

Lt. Lehrmeinung, s. [5] Formel Nr. (7.82) auf Seite 168 gilt:

$$QM \cdot A = QM \cdot \frac{2}{3} \cdot g \cdot g_I \cdot \mu_0 \cdot \mu_B \cdot \mu_K \cdot \underbrace{\frac{1}{1 \cdot \pi \cdot a_0^3}}_{=|\psi_{n=1}(r=0)|^2} \cdot \left[\frac{2}{\hbar\ c} \cdot \frac{1}{z_H - 1} \cdot \frac{2^3 \cdot \pi}{1{,}082.735} \right] = 4{,}737.964 \cdot m^{-1}$$

jedoch ohne den Inhalt der eckigen Klammer. Dieser ist hier zusätzlich eingefügt, um insbesondere die Dimension m^{-1} zu erreichen aber auch um den $HFS-$Messwert exakt einzustellen. Hierbei ist g der Landé-Faktor, $g_I = 5{,}585.694.702$ der Messwert für den **Kern-g-Faktor**, μ_0 die magnetische Feldkonstante, $\mu_B = \frac{e \cdot \hbar}{2 \cdot m_e}$ das Bohr-Magnet-Moment und $\mu_K = \frac{e \cdot \hbar}{2 \cdot m_p}$ das **Kern-Magnet-Moment**. Mit $z = z_H \cdot \lambda = r_L$ als Ladungsradius des 'bewegten' Elektrons im H-Atom (s. Kap. 6, S. 21 und vgl. mit Kap. 8, S. 25) und a_0 als Radius der Grundbahn des H-Atoms (s. Kap. 6, Formel 13, S. 21).

Für QM gelten die Kopplungen: $QM = \frac{1}{2} \cdot [F\,(F+1) - j\,(j+1) - I\,(I+1)]$.

Für den **Grundzustand des Wasserstoffatoms** gilt $I = \frac{1}{2}$, $j = \frac{1}{2}$ sowie $F = 0$ oder $F = 1$. Mit $F = 0$ ergibt sich $QM = -\frac{3}{4}$ und damit der $HFS-$Wert in Tabelle 1 (s. S. 6) bzw. Tabelle 2 (s. S. 33). In der Erwartung, dass der Zahlenwert $\frac{1}{1{,}082.735}$ auch hier durch Mitbewegungseffekte aus dem SUB-Bereich gegeben ist und diese eindeutig zugeordnet sein sollen, wird folgende physikalische Strukturformel angesetzt:

$$\boxed{\underbrace{QM \cdot \frac{A}{2} \overbrace{=}^{!} QM \cdot \frac{2}{3} \cdot g \cdot g_I \cdot \mu_0 \cdot \mu_B \cdot \mu_K \cdot \frac{1}{1 \cdot \left(\frac{1}{2} a_0\right)^3}}_{\textit{in Übereinstimmung mit der Theorie}} \cdot \left[\frac{1}{\hbar\ c} \cdot \frac{1}{\cancel{m}_{es}} \cdot \frac{\cancel{m}_{es}}{\underbrace{z_H - 1}_{\textit{aus Elektron-Schalenmasse}}} \cdot \frac{1}{KMB_8} \right]}$$

Der Ausdruck hat die Dimension $[m^{-1}]$ und nach Multiplikation mit $\hbar c$ gemäß $QM \cdot \frac{1}{2} A \cdot \hbar c$ die einer Energie. **Über den Inhalt der eckigen Klammer macht die Theorie keine Aussagen obwohl dieser und hier insbesondere der Term $\left(\frac{1}{z_H - 1}\right)$ erforderlich ist, um den $HFS-$Messwert einzustellen.**

Jetzt steht an den physikalischen Zusammenhang zu suchen, der im Nenner den Zahlenwert $1{,}082.735 = KMB_8$ liefert. Demnach existieren auch hier kleinste Mitbewegungseffekte, die auch hier **dem Gedanken der Einfachheit sowie der Teilchen-Hierarchie folgend** als ineinander verschachelt angenommen werden. Dabei ist es im Sinne dieser Betrachtung, wenn auch hier nur bereits bekannte Terme eingehen. Es ist

$$\boxed{KMB_8 = \underbrace{\left(1 + \frac{2}{3}\alpha^* \frac{4\pi}{\varphi_{z=\alpha}}\right)\left(1 + \frac{2}{3}\alpha\right)}_{KMB_{8a}} \underbrace{\left[1 + \frac{1}{2}\pi\alpha \cdot \alpha \cdot \left\{\frac{1}{\alpha} - 1 + 4\pi\alpha \cdot \frac{8}{9} \cdot (1 + 2\alpha^{**})\right\}\right]}_{KMB_{8b}}}$$

Aufgrund der Länge der Strukturformel ist KMB_8 unterteilt in KMB_{8a} und KMB_{8b}. Die Terme sind nach Größe geordnet. Der erste Term liefert den größten Beitrag. Die Mitbewegung KMB_8 setzt sich aus drei parallelen Anteilen zusammen. Der in KMB_{8b} stehende dritte Anteil ist zudem ineinander verschachtelt.

Für beide Teile gilt:

Der Term $\frac{1}{\alpha} - 1 = \frac{2}{M-1} \cdot \frac{1}{f}$ mit $M - 1 = 2A$ ist aus Kapitel 14 bekannt. Es kann daher $\frac{1}{\alpha} - 1 = \frac{1}{A \cdot f}$ substituiert werden, mit $f = 1 + \left[\pi \cdot A \cdot \left(1 + \frac{2}{3}N^*\right)\right]^2 = 1{,}000.532.774$ und

$$\boxed{A = \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}} = \frac{4}{81} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi} = 0{,}007.347.081}$$

. Die aus Kapitel 14 bekannte und mit $f = 1$ sich ergebende Näherungsformel $\frac{1}{\alpha^*} - 1 = \frac{1}{A \cdot (f=1)} = \frac{m_{D-Q}}{\frac{2}{9} m_{\nu\mu}}$ und hieraus

$\alpha^* = \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}$ führt auf $2\alpha^{**} = \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{1}{2}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{1}{2}\cdot\frac{\cancel{2}\ 4}{9\cdot\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}}$. Damit auch dieser Term $2\alpha^{**}$ einen Mitbewegungseffekt abbildet, muss der Zählerausdruck $\frac{2}{9}m_{\nu\mu}$ im Nenner auch nach Multiplikation mit $\frac{1}{2}$ erhalten bleiben. Daher wurde im Nenner $\frac{1}{2}\cdot\frac{4}{9}m_{\nu\mu}$ angesetzt, was die relative Abweichung vom $HFS-$Messwert von $-7,9\cdot 10^{-10}$ auf $+6,0\cdot 10^{-10}$ geringfügig verbessert, wobei die Abweichung das Vorzeichen gewechselt hat. Es gilt also folgender Zusammenhang: $\boxed{\frac{1}{\alpha^{**}} - 1 = \frac{1}{\alpha^*} = \frac{1}{\alpha} + \frac{f-1}{A\cdot f} = \frac{1}{\alpha}\cdot\frac{f\cdot(1+A)}{1+A\cdot f}}$

6.1 Als erstes wird KMB_{8a} betrachtet.

Die parallele Mitbewegung $KMB_{8a} = \left(1+\frac{2}{3}\alpha^*\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\right)\left(1+\frac{2}{3}\alpha\right)$ kann auch als in sich verschachtelte Mitbewegung dargestellt werden. Ausmultiplizieren ergibt

$KMB_{8a} = 1+\frac{2}{3}\alpha+\frac{2}{3}\alpha\cdot\frac{2}{3}\alpha^*\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}+\frac{2}{3}\alpha^*\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{\frac{2}{3}\alpha}{\frac{2}{3}\alpha}$.

Mittels der Erweiterung kann $\frac{2}{3}\alpha$ ausgeklammert werden. Das führt auf

$KMB_{8a} = 1+\frac{2}{3}\alpha\left[1+\frac{2}{3}\alpha^*\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}+\frac{2}{3}\alpha^*\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{1}{\frac{2}{3}\alpha}\right]$.

Nun kann $\frac{2}{3}\alpha^*\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}$ ausgeklammert werden und es ergibt sich

$$\boxed{KMB_{8a} = 1+\frac{2}{3}\alpha\left[1+\frac{2}{3}\alpha^*\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\left(1+\frac{1}{\frac{2}{3}\alpha}\right)\right]}.$$

Damit stellt KMB_{8a} einen in sich verschachtelten Mitbewegungsterm dar, der allerdings parallel zu KMB_{8b} auftritt. Der Abstieg in die Quarkebene erfolgt durch Substitution von $\boxed{\alpha = \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}}$ und von $\boxed{\alpha^* = \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f=1}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}}$.

Damit ist KMB_{8a} abschließend erklärt. Es treten nur bekannte Terme auf.

Als zweites wird KMB_{8b} betrachtet.

$KMB_{8b} = \left[1+\frac{1}{2}\pi\alpha\cdot\alpha\cdot\left\{\frac{1}{\alpha}-1+4\pi\alpha\cdot\frac{8}{9}\cdot(1+2\alpha^{**})\right\}\right]$. Mit $\frac{1}{\alpha}-1 = \frac{1}{A\ f}$ ergibt sich

$KMB_{8b} = \left[1+\frac{1}{2}\pi\alpha\cdot\alpha\cdot\left\{\frac{1}{A\ f}+4\pi\alpha\cdot\frac{8}{9}\cdot(1+2\alpha^{**})\right\}\right]$ bzw.

$KMB_{8b} = \left[1+\frac{1}{2}\pi\alpha\cdot\frac{\alpha}{A\ f}\cdot\left\{1+A\ f\cdot 4\pi\alpha\cdot\frac{8}{9}\cdot(1+2\alpha^{**})\right\}\right]$. Wie in Kapitel 14 gezeigt, stellt der Term $f = 1+\left[\pi\cdot A\cdot\left(1+\frac{2}{3}N^*\right)\right]^2$ ebenfalls einen verschachtelten Mitbewegungseffekt dar. Allerdings steht dieser, wie die Herleitung zu KMB_{8b} zeigt, vor der geschweiften Klammer und tritt damit parallel zu den beiden verschachtelten Mitbewegungstermen in der geschweiften Klammer auf. **Aus physikalischer Sicht ist aber nur die Parallelität zur geschweiften Klammer zulässig, so dass das Auftreten von f in der geschweiften Klammer entfällt. Da in der geschweiften Klammer A auftritt ist es nur konsequent nicht α sondern das strukturell dazu passende α^* anzusetzen.** Mit diesen notwendigen Modifikationen ergibt sich

$$\boxed{KMB_{8b} = 1+\frac{1}{2}\pi\cdot\frac{\alpha^2}{A\cdot f}\cdot\left\{1+[\alpha^*]_1\cdot\left[4\pi\cdot A\cdot(f=1)\cdot\frac{8}{9}\right]_2\cdot(1+2\alpha^{**})\right\}}.$$

Die Faktoren $\left[\frac{8}{9}\right]$ sind n. g. aus Platzgründen weggelassen. Einsetzen ergibt $KMB_{8b} =$

$$\boxed{1+\frac{1}{2}\pi\cdot\left(\frac{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}m_{D-Q}+\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}\right)^2\cdot\frac{\frac{1}{f}m_{D-Q}}{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}\cdot\left\{1+\frac{1}{1+\frac{\frac{1}{f=1}m_{D-Q}}{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}}\cdot\frac{\frac{8}{9}\cdot\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{\frac{1}{2\pi}\cdot\frac{1}{2}\frac{1}{f=1}m_{D-Q}}\cdot(1+..)\right\}}$$

mit $\boxed{.. = 2\alpha^{**} = \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{1}{2}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}}$ mit $\frac{1}{2}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q} = \left[\frac{8}{9}\right](m_{UP-Q}-m_{\nu\mu})$.

Die relative Abweichung vom $HFS-$ Messwert beträgt $-1,42\cdot 10^{-8}$.

Sofern in der geschweiften Klammer nicht $f = 1$ sondern f angesetzt würde, wäre die Gleichung $\boxed{\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}} \cdot 4\pi \cdot \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f=1}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9} m_{\nu\mu}} \cdot \frac{8}{9} = \frac{\left(\frac{4}{9}\frac{8}{9}\right) \cdot \left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{m_{S-Q}}}$ erfüllt, was zwar ein einfacheren Ausdruck bedeutet mit einer relativen Abweichung vom $HFS-$ Messwert von nur noch $+2,86 \cdot 10^{-9}$, jedoch wäre in diesem Fall α als eine bloß 'mathematische' Verhältniszahl eingegangen. Die elementaren Strukturen werden aber nicht durch mathematische Verhältnisse verursacht sondern durch physikalische. Da α hier durch einen reziproken Mitbewegungseffekt also durch einen 'materiellen' Effekt verursacht ist (s. Kapitel 14), kommt die Substitution von α mit Bezug auf die Masse des Strangequark hier nicht in Betracht und selbstverständlich auch nicht die Substitution über das über einen 'elektrischen' Effekt verursachte $\boxed{\alpha = \frac{e^2}{2ch\varepsilon_0}}$. Offensichtlich wird diese **Substitutions-Problematik**, wenn der Term vor der geschweiften Klammer

$$\boxed{\frac{1}{2}\pi \cdot \frac{\alpha^2}{A \cdot f} = \left(\frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}{\frac{4}{9} m_{S-Q}}\right)^2 \cdot f \overbrace{=}^{\text{s. u.}} \frac{1}{2}\pi \cdot \alpha \cdot (1-\alpha)}$$

gesetzt wird, weil die Gleichung erfüllt ist. In diesem Falle fehlt dem außerhalb der runden Klammer stehenden f der Bezug.

Die Faktoren $\left[\frac{8}{9}\right]$ entfallen, wenn die Masse des Downquarks und Myon-Neutrinos von vorne herein vermindert angesetzt wird.

Die oben geschilderte Substitutions-Problemtik lässt sich vermeiden.

6.2.1 Untersuchung des Terms KMB_{8b} vor der geschweiften Klammer

Es ist $KMB_{8b} = 1 + \frac{1}{2}\pi \cdot \left(\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}\right)^2 \cdot \frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}} =$

$$1 + \frac{1}{2}\pi \cdot \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}} \cdot \frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}} = 1 + \frac{1}{2}\pi \cdot \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}}$$

Der erste Term (ohne $\frac{1}{2}\pi$) ist gleich α und der zweite Term ist gleich $\frac{1}{1+Af}$. Also ist $\frac{\alpha}{A \cdot f} = \frac{1}{1+Af}$. Da $Af = \frac{1}{\frac{1}{\alpha}-1}$ ergibt sich $\boxed{Af = \frac{\alpha}{1-\alpha}}$. Das führt auf $\boxed{\frac{\alpha^2}{A \cdot f} = \alpha \cdot (1-\alpha)}$.

Es gilt also für den zweiten Term $\boxed{(1-\alpha) = \frac{1}{1 + \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}}}$. Ausmultiplizieren ergibt

$(1-\alpha) = \frac{1}{1+\frac{\frac{2}{9}\cdot\frac{8}{27}\cdot m_{es}}{\frac{1}{f}\cdot 2\cdot\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{2}{9}\cdot m_{es}}} = \frac{1}{1+\frac{\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{81}}{\frac{1}{f}\cdot\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{4}{3}}}$ bzw. $(1-\alpha) = \frac{1}{1+\frac{4}{81}\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}\cdot f}$.

Nach Abschnitt 5. ist $1+\frac{4}{81}\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}\cdot f = \boxed{1 + \frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} + \frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty} \cdot m_{S-Q}} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi} \cdot f = (1-\alpha)}$ mit Bezug auf das Strangequark. Eindeutig einfacher ist also

$$\boxed{KMB_{8b} = 1 + \frac{2\pi}{4} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}\right)} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}}\right)}}$$

. Die Strukturformel zeigt, dass zwei parallele Mitbewegungseffekte auftreten. f ist eindeutig zugeordnet. Es treten nur bekannte Bausteine auf ohne Bezug auf das Strangequark.

6.2.2 Untersuchung des Terms KMB_{8b} <u>in</u> der geschweiften Klammer

Es ist $\frac{\alpha^*}{A} = \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}m_{\nu\mu}} \cdot \frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}} = \frac{1}{1+\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}} = \frac{1}{1+\frac{\frac{2}{9}\cdot\frac{8}{27}\cdot m_{es}}{2\cdot\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{2}{9}\cdot m_{es}}} = \frac{1}{1+\frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}\cdot\frac{4}{81}}$

Somit ist $[\alpha^*]_1 \cdot \left[4\pi \cdot A \cdot \frac{8}{9}\right]_2 = \left[\frac{A}{1+\frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}\cdot\frac{4}{81}}\right]_1 \cdot \left[4\pi \cdot A \cdot \frac{8}{9}\right]_2$, wobei $A = \frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi} \cdot \frac{4}{81}$ ist (s. o.). Ausmultiplizieren ergibt $[\ \ ]_1 \cdot [\ \ ]_2 = \left[\frac{A}{1+A}\right]_1 \cdot \left[4\pi \cdot A \cdot \frac{8}{9}\right]_2$, womit sich der Ausdruck vereinfacht zu $[\ \ ]_1 \cdot [\ \ ]_2 = \frac{4\pi\cdot\frac{8}{9}\cdot A}{1+\frac{1}{A}} = \frac{4\pi\cdot\frac{8}{9}\cdot A}{1+\frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{81}{4}}$. Einsetzen von $A = \frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}$ und $1 + \frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{81}{4} = 1 + \frac{2\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}$, s. o. und s. S. 59 führt auf

$$\boxed{KMB_{8b} = 1 + \frac{2 \cdot \frac{8}{9} \cdot \varphi_{z=\infty} \cdot \left[\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}} \overbrace{=}^{!} \frac{4}{81} \overbrace{=}^{!} \frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}}\right] \cdot (1+..)}{1 + \frac{2\pi\cdot m_{S-Q}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}}}.$$

Der Faktor $\frac{1}{2}$ ist $\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q}$ zugeordnet, weil $\frac{1}{2}\left[\frac{8}{9}\right] m_{D-Q} = \left[\frac{8}{9}\right](m_{UP-Q} - m_{\nu\mu})$ ist.
Der Zähler ist mit $\varphi_{z=\infty}$ erweitert wegen des Bezugs auf den Faktor $\frac{4}{81}$.
Das Auftreten des Faktors $\frac{8}{9}$ im Zähler vor der eckigen Klammer bedeutet, dass gemäß $\frac{2}{9} \cdot \frac{8}{9} \cdot \left[\frac{8}{9}\right] m_{\nu\mu} = \frac{2}{9} \cdot \left[\frac{8}{9}\right]\left(m_{\nu\mu} + \frac{1}{9} \cdot -m_{\nu\mu}\right)$ eine **Anti-Myon-Neutrino-Teilmasse** in Erscheinung tritt.

Die <u>einfachere</u> Darstellung ergibt sich jedoch aus der obigen Ausgangsformel für KMB_{8b} (s. S. 61) mit den in der geschweiften Klammer enthaltenen Bausteinen gemäß

$$\boxed{KMB_{8b} = \left\{1 + \frac{1}{1+\frac{\frac{1}{f=1}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}} \cdot \frac{\frac{8}{9}\cdot\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{1}{2\pi}\cdot\frac{1}{2}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}} \cdot (1+..)\right\}},$$

weil $\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}} = \frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi} \cdot \frac{4}{81} = \frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{2\pi\cdot m_{S-Q}} = \frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{2\pi\cdot m_{S-Q}}$ ist und dies wieder zu dem Term in der eckigen Klammer für KMB_{8b} führt (s. o.). Zugleich ist

$\frac{2\pi\cdot m_{S-Q}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}} = \frac{\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}$ bzw. $\boxed{\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}} = \alpha = \frac{m_{D-Q}}{2\pi \cdot m_{S-Q}}}$

Damit sind beide Strukturen zwar äquivalent jedoch ist, dem Gedanken der Einfachheit folgend, die Struktur der Ausgangsformel vorzuziehen, d. h. es ist ein Bezug auf das Strangequark <u>nicht</u> gegeben.

6.2.3 Zusammengefasst ergibt sich für KMB_{8b} folgender Term:

Hier der besseren Übersicht wegen ohne die Darstellung der $\left[\frac{8}{9}\right]$-Faktoren.

$$\boxed{KMB_{8b} = \left(1 + \frac{1}{1+\frac{\frac{1}{f}m_{D-Q}}{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}} \cdot \frac{\frac{2\pi}{4}}{1+\frac{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}m_{D-Q}}}\right) \cdot \left(1 + \frac{1}{1+\frac{\frac{1}{f=1}m_{D-Q}}{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}} \cdot \frac{\frac{8}{9}\cdot\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{\frac{1}{2\pi}\cdot\frac{1}{2}\frac{1}{f=1}m_{D-Q}} \cdot (1+..)\right)}$$

mit $.. = 2\alpha^{**} = \frac{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{\frac{1}{2}m_{D-Q}+\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}$ und mit $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\pi}m_{D-Q} = \frac{1}{2\pi}(m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}) = \frac{1}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{2}{3}m_{es}$.
Der Bezug auf das Downquark ist unvermeidlich, wie das Auftreten von α im Vor-Faktor des Terms $\frac{1}{\varphi_{z=\infty}}\frac{2}{3} \cdot m_{es} = \frac{1}{2\pi}\frac{1}{3}\alpha \cdot m_{ps}$ zeigt. KMB_{8b} zeigt die physikalischen Ursachen dieser Mitbewegung.

7. Physikalische Struktur der relativistischen Korrektur der Energieterme
Es zeigt sich, dass die Emissionslinien des H-Atoms sich in Serien anordnen lassen, deren Wellenzahlen $\nu_{ik} = \frac{1}{\lambda} = (E_k - E_i)/hc$ auf Basis der mathematischen Schrödinger-Theorie durch die einfache Formel $\nu_{ik} = R_{\infty Theorie\ pur} \cdot \left(\frac{1}{n_i}^2 - \frac{1}{n_k}^2\right)$ gut wieder gegeben werden. Führt man jedoch genauere Messungen mit höherer spektraler Auflösung durch, so findet man signifikante Abweichungen. Lt. Lehrmeinung s. [5] (s. Formel Nr. (5.42) auf Seite 158) erfordern die Abweichungen der mit v. g. Formel berechneten Werte zu ihrer Erklärung eine Erweiterung des quantenmechanischen Schrödinger-Modells. Demnach erklären sich die gefundenen sehr kleinen Abweichungen der gemessenen Energiewerte durch Berücksichtigung der relativistischen Massenzunahme des Elektrons bei seiner Bewegung um den Kern. **Die Energieabweichung ergibt sich aus dem sogenannten Darwin-Term (s. Kapitel 1)** und beträgt $\frac{\Delta E_{n,j}}{hc} = \Delta R_{n,j} = \frac{\alpha^2 \cdot R_{\infty Theoriepur}}{KMB} \cdot \frac{Z^2}{n} \cdot \left(\frac{1}{j+\frac{1}{2}} - \frac{3}{4n}\right)$, wobei für das H-Atom $Z = 1$ und $R_{\infty Theoriepur} = \frac{\frac{1}{2} m_e \cdot (\alpha c)^2}{hc}$ ist. Das führt für das hier betrachtete H-Atom auf

$$\boxed{\Delta R_{n,j} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{j+\frac{1}{2}} - \frac{3}{4n}\right) \cdot \frac{m_e \alpha^2 \cdot \frac{1}{2} v_B^2}{hc} \cdot \frac{1}{KMB}}$$ mit 'Gradient' $v_B = (\alpha c)$.

Demnach bezieht sich der Darwin-Term auf die Ruhemasse m_e des 'freien' Elektrons. Wie in der Einleitung zu Kapitel 6 dargelegt, läuft die Elektronmasse nicht um, sondern hinter dem Anschein des Umlaufs verbirgt sich die mit 'Gradient' αc erfolgende Wirkungserzeugung von genau $1h$ durch die gesamte Elektronruhemasse m_e auf dem Umfang 2π der Grundbahn des H-Atoms a_o mit $1h = m_e \cdot (\alpha c) \cdot 2\pi a_0$. In diesem Falle gilt die Substitution $\alpha c = \frac{e^2}{2\ h\ \varepsilon_0}$, was zu $\left(\frac{h}{e}\right)^2 = \frac{\frac{1}{2} m_e}{\varepsilon_0} \cdot 2\pi a_0$ führt mit $\frac{h}{e}$ als **elementare Spannung**. Die eigentliche Physik ist im verbliebenen mathematischen Term $m_e \cdot \alpha^2$ verborgen. Diesen Nachteil gilt es auszuräumen. Dazu wird auf die hier gewonnenen 'physikalischen Bausteine' zurückgegriffen und diese dadurch zugleich weiter erprobt.
Wie in Abschnitt 5. und 6. dargelegt existieren eine ganze Reihe von Substitutionsmöglichkeiten für α die jedoch bloß mathematische Verhältniszahlen darstellen. Die elementaren Strukturen werden aber nicht durch mathematische Verhältnisse begründet sondern durch physikalische. Da α durch einen reziproken Mitbewegungseffekt also neben dem obigen 'elektrischen' Effekt auch durch einen davon unabhängigen 'materiellen' Effekt verursacht ist, (s. Kapitel 14), kommt die Substitution von α nur mit Bezug auf diesen 'materiellen' Effekt in Betracht. Daher gilt für das verbliebene α die Substitution $\boxed{\alpha = \frac{\frac{2}{9} m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f} m_{D-Q} + \frac{2}{9} m_{\nu\mu}}}$ mit $\boxed{f = 1 + \left[\pi \cdot A \cdot \left(1 + \frac{2}{3} N^*\right)\right]^2}$ und mit N^* aus Kapitel 14, Formel 27.
Um für die **Ruhemasse des 'freien' Elektrons** m_e Bezug auf N in der Formel für $\Delta R_{n,j}$ herzustellen, wird der Term $m_e = m_{es} + \frac{m_{es}}{z_e - 1} + N$ angesetzt mit $\boxed{N = \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{-m_{\nu e}}{1 - \alpha^2}}$ aus Kapitel 8, Formel 19 also mit $(1 - \alpha^2)$ gerechnet und mit $m_{\nu e}$ als Masse des Anti-Elektron-Neutrinos (s. Kapitel 6, Formel 15). Einsetzen führt auf
$\Delta R_{n,j} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{j+\frac{1}{2}} - \frac{3}{4n}\right) \cdot \frac{\left(m_{es} + \frac{m_{es}}{z_e - 1} + N\right)\alpha^2 \cdot \frac{1}{2} v_B^2}{hc}$ mit $h = m_{ps} \cdot c \cdot \lambda$ bzw. $h = \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}\alpha} \cdot m_{es} \cdot c \cdot \lambda$.
Einsetzen ergibt $\Delta R_{n,j} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{j+\frac{1}{2}} - \frac{3}{4n}\right) \cdot \frac{\left(m_{es} + \frac{m_{es}}{z_e - 1} + N\right)\alpha^2 \cdot \frac{1}{2} v_B^2}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}\alpha} \cdot m_{es} \cdot c \cdot \lambda \cdot c}$ bzw.
$\Delta R_{n,j} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{j+\frac{1}{2}} - \frac{3}{4n}\right) \cdot \frac{\left(1 + \frac{1}{z_e - 1} + N^{**}\right) \cdot m_{es}\alpha^2 \cdot \frac{1}{2} v_B^2}{m_{es} \cdot c^2 \cdot 2\pi\lambda \frac{2}{\varphi_{z=\infty}\alpha}}$, wobei $\lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=z_e} \cdot \alpha} = r_L$ der Elektron-

Ladungsradius des 'ruhenden' Elektrons im H-Atom ist. In diesem Ausdruck für $\Delta R_{n,j}$ tauchen mit z_e die Anzahl der Elementarlängen λ (s. Formel 8) des Elektron-Ladungsradius (s. Erläuterung Nr. 3 zu Formel 21) und $\varphi_{z=z_e}$ (Feldkonstante, s. Formel 7) Strukturelemente auf, deren Definition an den genannten Stellen erfolgt. Es gilt also

$$\boxed{\Delta R_{n,j} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{j+\frac{1}{2}} - \frac{3}{4n} \right) \cdot \frac{\left(\frac{z_e}{z_e - 1} + N^{**} \right) \cdot m_{es}\alpha^2 \ \cdot \ \frac{1}{2} v_B^2}{m_{es} c^2 \cdot 2\pi\lambda \frac{2}{\varphi_{z=\infty}\alpha}}} \text{ mit } \boxed{N^{**} = \frac{N}{m_{es}}}.$$

Gemäß Formel 15 ist $m_{es}\alpha^2 = \frac{4}{\varphi^2_{z=\infty}} \cdot 3 \cdot m_{\nu e}$. Einsetzen führt auf

$$\Delta R_{n,j} = \tfrac{1}{n} \cdot \left(\tfrac{1}{j+\frac{1}{2}} - \tfrac{3}{4n} \right) \cdot \frac{\left(\frac{z_e}{z_e-1} + N^{**} \right) \cdot \frac{4}{\varphi^2_{z=\infty}} \cdot 3 \cdot m_{\nu e} \ \cdot \ \frac{1}{2} v_B^2}{m_{es} c^2 \cdot 2\pi\lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=\infty}\alpha}} \text{ also auf}$$

$$\Delta R_{n,j} = \tfrac{1}{n} \cdot \left(\tfrac{1}{j+\frac{1}{2}} - \tfrac{3}{4n} \right) \cdot \frac{\left(\frac{z_e}{z_e-1} + N^{**} \right) \cdot m_{\nu e} \ \cdot \ \frac{1}{2} \left(\frac{2}{\varphi_{z=\infty}} \cdot v_B \right)^2}{\frac{1}{3} m_{es} c^2 \cdot 2\pi\lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=\infty}\alpha}}$$

$$\Delta R_{n,j} = \tfrac{1}{n} \cdot \left(\tfrac{1}{j+\frac{1}{2}} - \tfrac{3}{4n} \right) \cdot \frac{\left(\frac{z_e}{z_e-1} + N^{**} \right) \cdot m_{\nu e} \ \cdot \ \frac{1}{2} \left(\frac{2}{\varphi_{z=\infty}} \cdot v_B \right)^2}{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\pi} \frac{2}{3} m_{es} \cdot \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}\alpha} c^2 \cdot 2\pi\lambda} \text{ und somit auf}$$

$$\boxed{\Delta R_{n,j} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{j+\frac{1}{2}} - \frac{3}{4n} \right) \cdot \frac{\left(\frac{z_e}{z_e-1} + N^{**} \right) \cdot m_{\nu e} \cdot \ \frac{1}{2} \left(\frac{2}{\varphi_{z=\infty}} \cdot v_B \right)^2}{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2\pi} \frac{2}{3} m_{ps} \right) \cdot c \cdot 2\pi\lambda \quad \cdot c} = 146{,}091.517 \cdot m^{-1}}$$

Der im Nenner in runden Klammern stehende Term $\boxed{\left(\frac{1}{2\pi} \frac{2}{3} m_{ps} \right) = m_{S-Q}}$ **ist die Masse des Strangequarks m_{S-Q}.** Demzufolge erzeugt die halbe Masse des Strangequark mit jedem Umlauf 2π auf $\lambda-$Radius mit $c-$'Gradient' die Wirkung $\boxed{\frac{1}{3} h = \frac{1}{2} m_{S-Q} \cdot c \cdot 2\pi\lambda}$. Der Ausdruck ist physikalisch und insbesondere nicht numerologisch. Alle Bausteine sind bekannt und eindeutig zugeordnet.

Die Formel für $\Delta R_{n,j}$ zeigt den Korrektur-Term, der sich lt. des mathematischen Modells der QM aufgrund der relativistischen Vergrößerung der Masse des Elektrons m_e ergibt. Wie an der Rechnung mit $z = z_e$ zu sehen, ist die Ruhemasse des 'freien, ruhenden' Elektrons in Bezug genommen, was also der Lehrmeinung entspricht. Wie an der hier angewandten Schreibweise mit Elementareinheiten am Term $(.. + N^{**}) \cdot m_{\nu e}$ zu erkennen, bezieht sich $m_{\nu e}$ auf sich selbst, was einen Zirkelbezug darstellt. Um diesen zu vermeiden, muss mit $N^{**} = 0$ gerechnet werden also ohne den Neutrino-Anteil der Masse des Elektrons (s. Formel 19, S. 25). Da es sich nicht um ein 'freies, ruhendes' Elektron handelt sondern um ein 'bewegtes' Elektron im H-Atom, muss zudem anstelle $z = z_e$ mit $z = z_H$ gerechnet werden. **Mit diesen beiden aus physikalischer Sicht gebotenen Modifizierungen stellt die n. g. Formel für $\Delta R_{n,j}$ eine konsequente Weiterentwicklung des Darwin-Terms dar:**

$$\boxed{\Delta R_{n,j} = \underbrace{\frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{j+\frac{1}{2}} - \frac{3}{4n} \right)}_{QM-Teil} \cdot \frac{\left(\frac{z_H}{z_H-1} + [N^{**} = 0] \right) \cdot m_{\nu e} \cdot \ \frac{1}{2} \left(\frac{2}{\varphi_{z=\infty}} \cdot v_B \right)^2}{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2\pi} \frac{2}{3} m_{ps} \right) \cdot c \cdot 2\pi\lambda \quad \cdot c} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{2}{3}\alpha^2\right)}}.$$

Diese Formel liefert mit $\left(\frac{1}{1+\frac{2}{3}\alpha^2} \right)$ ebenfalls den Wert $\Delta R_{n,j} = 146{,}091.517 \cdot m^{-1}$. **Das bei den v. g. Zahlenwerten für $\Delta R_{n,j}$ noch fehlende negative Vorzeichen als Kennzeichen der Energieabsenkung ergibt sich, wenn anstelle $m_{\nu e}$ mit $-m_{\nu e}$ also mit dem Anti-Elektron-Neutrino gerechnet wird.**
Aufgrund dieser exakten Übereinstimmung ist es interessant die physikalischen Verhältnisse zu untersuchen, die zum Auftreten des Terms $\frac{1}{\left(1+\frac{2}{3}\alpha^2\right)}$ führen.

Bei diesem Term handelt es sich um einen Mitbewegungseffekt, der sich auf die Masse des Elektron-Neutrinos $m_{\nu e}$ bezieht. Für die Herleitung wird hilfsweise anstelle $\left(\frac{1}{1+\frac{2}{3}\alpha^2}\right)$ mit praktisch gleicher Präzision der Term $\left(1-\frac{2}{3}\alpha^2\right)$ angesetzt, weil dadurch die folgende Herleitung etwas einfacher ist. Es gilt $\frac{m_e}{m_{es}} = \frac{z_e}{z_e-1} + N^{**} = \frac{z_H}{z_H-1} \cdot \left(1-\frac{2}{3}\alpha^2\right)$ bzw. $1 - \frac{z_H-1}{z_H} \cdot \frac{z_e}{z_e-1} = \frac{2}{3}\alpha^2 + N^{**} \cdot \frac{z_H-1}{z_H} = \frac{2}{3}\alpha^2 \cdot \left(1 + N^{**} \cdot \frac{1}{\frac{2}{3}\alpha} \cdot \frac{z_H-1}{z_H}\right)$ und hieraus

$$\boxed{1 + \underbrace{\frac{2}{3}\alpha^2}_{0{,}000.035} = 1 + \frac{\overbrace{1 - \frac{z_H-1}{z_H} \cdot \frac{z_e}{z_e-1}}^{0{,}000.012}}{1 + \underbrace{\frac{z_H-1}{z_H} \cdot N^{**}}_{\substack{-0{,}000.023 \\ weil\ N^{**}\ negativ\ ist}} \cdot \frac{1}{\frac{2}{3}\cdot\alpha^2}} - 2{,}80 \cdot 10^{-8} \quad bzw. \quad \underbrace{-8{,}33 \cdot 10^{-4}}_{bezogen\ auf\ +\frac{2}{3}\alpha^2}}$$

mit $N^{**} \cdot \frac{1}{\frac{2}{3}\alpha^2} \approxeq -\frac{2\pi}{1-\alpha^2} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty}}{9}$, womit sich $\frac{2}{3}\alpha^2$ im Nenner der rechten Seite kürzt. Der Term $\frac{1}{1-\alpha^2}$ bleibt erhalten, da dieser Ausdruck gemäß $1-\alpha^2 = \sqrt{1-\left(\frac{\alpha c}{c}\right)^2} \cdot \sqrt{1-\left(\frac{\alpha c}{c}\right)^2}$ zwei relativistische Effekte darstellt (s. Erläuterungen zu Formel 19 auf S. 25, vierter Punkt, Nr. 3). Es handelt es sich also bei diesem Kürzen nur um eine normale Rechenoperation mit dem Ziel eine Verschachtelung zu eliminieren. Es handelt sich aber nicht um die Eliminierung eines Zirkelbezugs, denn obige Gleichung stellt keine physikalische Ursache für α dar (s. hierzu Kapitel 14, S. 36), sondern lediglich 'Verhältnisse'. In diesem Sinne ist das von $N^{**} = N/m_{es}$ gegebene Masseverhältnis

$$\boxed{N^{**} = \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{-m_{\nu e} \cdot \cancel{m}_{es}}{1-\alpha^2} \cdot \frac{1}{\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}} \cdot \frac{4}{9} \cdot -m_{\nu e} + m_{es}}}$$

mit $m_{\nu e} = \left(\frac{\varphi_{z=\infty}\alpha}{2}\right)^2 \cdot \frac{m_{es}}{3}$ maßgebend. Da $z_H = \frac{2}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}$ mit $\varphi_{z=\infty} = \frac{1}{2}\pi^2 - 4$ fest steht und weil $\varphi_{z=z_e}$ sich über die Gleichung $\varphi_{z=z_e} = \varphi_{z=294} + \Delta\varphi_{z=295} \cdot x = \frac{2}{(294+x)\cdot\alpha}$ bestimmt, wobei $x = 0{,}253.278.829$ iterativ ermittelt ist (vgl. Erläuterung zur Bahnquantenbedingung des H-Atoms zur Formel 13 auf S. 21, s. Formel 19, vierter Punkt, Nr. 1 und Nr. 2) besteht hier auf den ersten Blick keine Variationsmöglichkeit, denn um die relative Abweichung von $-8{,}33 \cdot 10^{-4}$ auf $-1{,}45 \cdot 10^{-11}$ zu reduzieren also praktisch zu eliminieren, müsste x mit dem Korrekturfaktor $1{,}003.338.180$ multipliziert werden. Somit ist diese marginale Korrektur eine gute Bestätigung für den v. g. iterativen Rechengang zur Ermittlung von $\varphi_{z=z_e} = \frac{2}{z_e \alpha}$ als Rand des Ladungsradius $r_L = \lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=z_e} \cdot \alpha}$ des 'freien, ruhenden' Elektrons. Damit abweichend vom diesem iterativen Rechengang sich die Verhältnisse für die diese spezielle Grenze bestimmende Größe $z = z_e$ gerade so einstellen, dass die v. g. Gleichung für $\left(1+\frac{2}{3}\alpha^2\right)$ exakt erfüllt ist, so dass $z_{e\ neu} = 294 + (x_{neu} = 0{,}254.124.319)$ gilt, ist die Annahme erforderlich (vgl. Erläuterungen zur 'Eigenmächtigkeit' des H-Atoms, s. Formel 13 auf S. 21), dass übergeordnete 'Mächtigkeiten' den Ladungsradius bzw. insbesondere dessen Erstreckung hinein in die 1λ dicke 295. Raumschale des 'freien, ruhenden' Elektrons bestimmen. Diese winzige Feinkorrektur vergrößert den Ladungsradius des 'freien, ruhenden' Elektrons im Vergleich zum iterativ ermittelten Radius um $+0{,}000.845.490 \cdot \lambda$ bzw. um $+1{,}117.374 \cdot 10^{-18} \cdot m$ und $\varphi_{z=z_e}$ um $\Delta\varphi = 0{,}000.000.009.683$. Diese Änderungen sind wegen ihrer numerischen Kleinheit vernachlässigbar, nicht aber mit Blick auf die durch obige Formel gewonnenen Verhältnisse. Wird die Feinkorrektur rückwirkend auf die Ruhemasse des 'freien, ruhenden' Elektrons angewandt, die in Formel 19, s. S. 25 bei $x = 0$ mit einer relativen Abweichung von $-5{,}41 \cdot 10^{-10}$ vom $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-8}$ genauen Messwert berechnet ist, verschlechtert diese sich auf $-1{,}03 \cdot 10^{-8}$, womit die v. g. 'Verhältnisse' annehmbar bleiben.

22 Über die physikalischen Strukturen der SUB-Ebene

Das Konzept zur Beschreibung der SUB-Ebene mit physikalischen Bausteinen ist an sich recht einfach. Grundlage für die Definition der physikalischen Bausteine sind die philberth'schen Elementareinheiten für **Masse** (m_{ps}) (das ist die 'statische' Protonmasse), **Länge** λ und **Zeit** τ. Sie definieren sich durch den verketteten Zusammenhang über erstens m_{ps} aus der Protonmasse m_p (s. Formel 6, S. 16), über zweitens λ aus dem Planck'schen Wirkungsquantum h (s. Formel 8, S. 16) und über drittes τ aus der Lichtgeschwindigkeit c (s. Formel 9, S. 16). Diese Art von Verkettung ist nicht neu. Sie folgt dem Gedanken der Verkettung zur Definition der Planck-Einheiten, jedoch verknüpfte Planck die Masse gemäß $m_{pl} = \frac{l_p^3}{G \cdot t_p^2}$ mit der Gravitationskonstanten G während hier die Masse gemäß $m_{ps} = \frac{m_p}{1+\frac{2}{9}\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}{4\pi}}$ mit der Protonmasse m_p verknüpft ist. In soweit ist die Methode der Verkettung zur Definition der Elementareinheiten nicht zu beanstanden. Hinzu kommt die Verknüpfung der 'statischen' Elektronmasse m_{es} (s. Formel 11, S. 18) mit m_{ps}. Neu ist die Feldkonstante φ (s. Formel 7, S. 16). Sie trägt dem Gedanken Rechnung, dass der Weltraum aus Raum-Kugelschalen der Dicke von 1λ aufgebaut ist, wobei in jeder Elementardauer τ eine neue $\lambda-$dicke kugelförmige Raumschale im Ursprungspunkt existent wird und alle anderen schon existierenden Raumschalen nach außen verschiebt ($\frac{\lambda}{\tau} = c$ -Expansion). Diese Elementareinheiten sind strukturell exakt und haben wertmäßig die gleiche Messgenauigkeit wie m_p und h. Die Struktur der SUB-Einheiten (z. B. der Quark- und Neutrino-Massen) setzt sich aus diesen Elementareinheiten zusammen (was sonst) und bildet die physikalischen Bausteine, die jeder für sich selbständig sind. Mit Hilfe dieser Bausteine erfolgt dann die Beschreibung der physikalischen Realität. Daher ist die Beschreibung des SUB-Bereichs mit physikalischen Bausteinen auch physikalischer Natur und insbesondere nicht mathematisch oder gar numerologisch. **Die Struktur liefert also ein anschauliches und zugleich scharfes Abbild der Realität allerdings in der Sprache der philberth'schen Elementareinheiten.**

Wie festgestellt, gelten folgende Verhältnisse (vgl. mit Abschnitt 6.):

$$\boxed{\frac{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}m_{D-Q}+\frac{2}{9}m_{\nu\mu}} = \alpha = \frac{m_{D-Q}}{2\pi\cdot m_{S-Q}} \overbrace{=}^{!} \frac{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f=1}m_{D-Q}+\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}\cdot\frac{\alpha}{\alpha^*}}, \text{ wobei } \boxed{\frac{1}{\alpha^*} = \frac{1}{\alpha^{**}} - 1}$$

oder die äquivalente Darstellung

$$\boxed{\frac{\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\frac{\varphi_{z=\infty}}{2\pi}\cdot\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}} = \frac{4}{81} = \frac{\frac{1}{f}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}} \overbrace{=}^{!} \frac{\frac{1}{f=1}\left[\frac{8}{9}\right]m_{D-Q}+\frac{2}{9}\left[\frac{8}{9}\right]m_{\nu\mu}}{\varphi_{z=\infty}\cdot m_{S-Q}}\cdot\frac{\alpha^*}{\alpha}}$$

Der Bezug auf α und $\frac{4}{81}$ sowie α^* (s. hierzu Abschnitt 6., S. 61 am Ende der Erläuterung von KMB_{8a}) und α^{**} zeigt, dass übergeordnete Zusammenhänge zwischen den v. g. SUB-Massen bestehen, die zeigen, dass deren dargestellte Struktur <u>nicht</u> zufällig so ist. Hierbei ist:

$$\boxed{m_{\nu\mu} = \left(\frac{2}{3}\right)^3\cdot\frac{\cancel{9}}{\cancel{8}}\cdot m_{es}} = 0,151\frac{MeV}{c^2} \text{ zul. } < 0,17\frac{MeV}{c^2}$$

$$\boxed{m_{UP-Q} = m_{\nu\mu} + \frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{\cancel{9}}{\cancel{8}}\cdot m_{es}} = 2,433\frac{MeV}{c^2} \text{ zul. } 2,3^{+0,7MeV}_{-0,5}\frac{MeV}{c^2}$$

$$\boxed{m_{D-Q} = 2\cdot(m_{UP-Q} - m_{\nu\mu})} = 4,564\frac{MeV}{c^2} \text{ zul. } 4,8^{+0,5MeV}_{-0,3}\frac{MeV}{c^2}$$

$$\boxed{m_{S-Q} = \frac{1}{2\pi}\cdot\frac{2}{3}\cdot m_{ps}} = 99,542\frac{MeV}{c^2} \text{ zul. } 95^{+5MeV}_{-5}\frac{MeV}{c^2}$$

$\boxed{\alpha = \dfrac{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{\frac{1}{f}m_{D-Q} + \frac{2}{9}m_{\nu\mu}}}$ mit $f = 1 + \left[\frac{\frac{2}{9}m_{\nu\mu}}{m_{D-Q}} \cdot \frac{\lambda}{\frac{1}{2}r_p} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(1-\frac{4}{3}N^*\right)}}\right]^2$ und N^* aus Formel 27.

Des weiteren gilt die bekannte Sommerfeld-Formel $\boxed{h\ \cdot \alpha c = \underbrace{m_{ps} \cdot c \cdot \lambda}_{=h}\ \cdot \alpha c = \dfrac{1}{2} \cdot \dfrac{e^2}{\varepsilon_0}}$

Über $\boxed{m_{ps} = \dfrac{4\pi}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha} \cdot m_{es}}$ ergibt sich $\boxed{m_{es} \cdot c \cdot 2\pi r_L\ \cdot \alpha c = \dfrac{1}{2} \cdot \dfrac{e^2}{\varepsilon_0}}$ mit $r_L = \lambda \cdot \frac{2}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}$ als Ladungsradius r_L des im H-Atom 'bewegten' Elektrons, vgl. Kapitel (4).

Da $\alpha = \frac{m_{D-Q}}{2\pi \cdot m_{S-Q}}$ ist $\frac{m_{D-Q}}{2\pi \cdot m_{S-Q}} = \frac{e^2}{2 \cdot c \cdot (h) \cdot \varepsilon_0}$ bzw. $\frac{m_{D-Q}}{2\pi \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{2}{3} m_{ps}} = \frac{e^2}{2 \cdot c \cdot (m_{ps} \cdot c \cdot \lambda) \cdot \varepsilon_0}$ und es ergibt sich $\boxed{m_{D-Q} \cdot c \cdot \lambda\ \cdot c = \dfrac{1}{3} \cdot \dfrac{e^2}{\varepsilon_0}}$. Das Auftreten der Drittelladung $\frac{1}{3}e$ passt zum Downquark und zeigt, dass die SUB-Ebene dargestellt ist.

Für $m_{D-Q} = 2 \cdot (m_{UP-Q} - m_{\nu\mu})$ ergibt sich $2 \cdot (m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}) \cdot c \cdot \lambda\ \cdot c = \frac{1}{3} \cdot \frac{e^2}{\varepsilon_0}$ bzw. $(m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}) \cdot c \cdot 4\lambda\ \cdot c = \frac{2}{3} \cdot \frac{e^2}{\varepsilon_0}$ bzw. $(m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}) \cdot c \cdot 2\pi \cdot \underbrace{\dfrac{4}{2\pi}\lambda}_{=r_p}\ \cdot c = \frac{2}{3} \cdot \frac{e^2}{\varepsilon_0}$ also

$\boxed{(m_{UP-Q} - m_{\nu\mu}) \cdot c \cdot 2\pi r_p\ \cdot c = \dfrac{2}{3} \cdot \dfrac{e^2}{\varepsilon_0}}$ mit $\boxed{r_p = \dfrac{2}{\pi}\lambda}$ als Protonradius.

Das Auftreten der Zwei-Drittelladung $\frac{2}{3}e$ passt zum UP-Quark. Das Myon-Neutrino ist ladungsfrei, weshalb dessen Masse nicht beteiligt ist.

In Kapitel 21, Abschnitt 7. ist gezeigt, dass die Masse des Strangequark mit jedem Umlauf 2π auf $\lambda-$Radius mit $c-$'Gradient' die Wirkung $\boxed{\dfrac{2}{3}h = m_{S-Q} \cdot c \cdot 2\pi\lambda}$ erzeugt.

Es ergibt sich somit $\frac{e^2}{2\alpha c\varepsilon_0} = h = \frac{3}{2} \cdot m_{S-Q} \cdot c \cdot 2\pi\lambda$ also $\boxed{m_{S-Q} \cdot c \cdot 2\pi\lambda \cdot\ \alpha c = \dfrac{1}{3} \cdot \dfrac{e^2}{\varepsilon_0}}$.

Das Auftreten der Drittelladung $\frac{1}{3}e$ passt zum Strangequark.

Wegen der 'Einshaftigkeit' der v. g. Ausdrücke besteht kein Platz für eine Variation der Masse des Downquarks, UP-Quarks, Myon-Neutrinos sowie des Strangequarks. Diese Strukturen sind stabil.

Dies gilt auch für den n. g. Masse-Ausdruck des Elektron-Neutrinos $m_{\nu e}$.

Auch hier besteht keine Variationsmöglichkeit mehr. Würde z. B. $m_{\nu e}$ von vorne herein gemäß $x \cdot m_{\nu e}$ z. B. erhöht angesetzt, so müsste in den v. g. Beispielrechnungen anstelle $m_{\nu e}$ der Term $\frac{1}{x} \cdot m_{\nu e}$ notiert werden, wie am Beispiel der $\left[\frac{8}{9}\right]$Faktoren dargelegt, was an sich kein Problem ist. Hierbei wäre zu erwarten, dass in dieser SUB-Ebene für x nur ganzzahlige bzw. unkomplizierte Verhältnisse auftreten. Es ist

$\boxed{m_{\nu e} = \dfrac{1}{3} \cdot \left(\dfrac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{2}\right)^2 \cdot m_{es} \cdot \dfrac{\cancel{9}}{\cancel{8}}} = 1,975\frac{eV}{c^2}$ zul. $2,10\ {}^{+0,10eV}_{-0,05}\frac{eV}{c^2}$ bzw. $<\ 2\ \frac{eV}{c^2}$ [1)]

1) s. $http://pdg.lbl.gov/2017/listings/rpp2017-list-neutrino-prop.pdf$

Innerhalb der erst genannten Messgenauigkeit wäre es noch möglich die Formel mit dem Term $\frac{1}{\varphi_{z=\infty}}$ zu multiplizieren also $m_{\nu e}$ auf $>\ 2\ eV$ zu erhöhen, was aber 1) widerspricht. Anstelle des in der Formel für $\Delta R_{n,j}$ enthaltenen $\frac{1}{\varphi^2_{z=\infty}}$ stünde dann $\frac{1}{\varphi_{z=\infty}}$ vor der runden Klammer und könnte dem Masse-Ausdruck des Strangequarks zugeordnet (multipliziert) werden, was innerhalb deren Messgenauigkeit gut möglich wäre. Diese Idee widerspricht aber den Ausführungen zur 'Einshaftigkeit' (s. o. zu m_{S-Q} sowie auch zu F_{res}, s. Formel 32 auf S. 44).

Dem Wort Gottes gewidmet.

Viele Teile des Buches Ijob erscheinen rätselhaft und unverständlich. Der Grund hierfür liegt darin, dass alle unsere gängigen Bibelübersetzungen unter dem Einfluss einer vorchristlichen Tradition nicht mehr dem hebräischen Grundtext entsprechen. Statt die Unbegreiflichkeit jener Bibelaussagen in der Mangelhaftigkeit der traditionellen Exegese zu suchen, behaupten die Schriftkritiker, dass die Unverständlichkeit auf einem 'Verderbtsein' des Grundtextes beruhe. Nachfolgendes Beispiel ist typisch dafür, wie das altorientalische Weltbild in den biblischen Text hinein interpretiert worden ist und die biblische Aussage von daher unverständlich erscheint.

Über die Schilderung einer Naturerscheinung (Gewitter) in der Atmosphäre

Ijob 37: 14-21 nach Carel Claeys DIE BIBEL BESTÄTIGT DAS WELTBILD DER NATURWISSENSCHAFT (ISBN 3 7171 0745 3, 2. Auflage, Christiana Verlag 1987)
14 "Lausche diesem Ijob, stehe still und wende deine Aufmerksamkeit den ungewöhnlich gemachten (Werken) Gottes zu!
15 Begreifst du (sie, nämlich die Werke des Schöpfers, vermagst du dich hineinzudenken) in das Bestimmen Gottes über sie und wie er das Geleucht einer IHM gehörenden, wolkenartigen Erscheinung strahlend sichtbar werden lässt (als Blitz)?
16 Erkennst du, (wie) Durchdringende (Teilchen) einer Verdichtung (geladener Teilchen) (sich als) Ungewöhnliche (Erscheinungen) (erweisen, die durch) Den an Weisheit vollkommenen (Schöpfer) bewirkt werden?
17 Du dem schon die Kleider vor Hitze glüh'n, wenn unter dem Süd die Erde ruht.
18 Verursacht's du mit IHM das dünne Ausbreiten von Abgetrennten (Ionisierung), (der) Gekräftigten, einem Schaustück gleich, das zum Sich-Ergießen (Entladung hin zum entgegengesetzten Ladungsraum) veranlasst wird?
19 Tue es uns kund, lass es uns doch wissen, was wir IHM sagen sollen, denn wir vermögen angesichts der Finsternis (unseres Verstandes) nichts ordnungsgemäß zu formulieren.
20 Soll IHM (Gott) aufgezählt werden, was ich (zu IHM) reden soll? Wenn einer (zu IHM) spricht, wird er (von Gott) verschlungen werden.
21 Und nun: man hat das Licht nicht gesehen, (jetzt aber) ist es fern hin leuchtend in der (Luftschicht) der Abgetrennnten, da ein Wind hindurch zog und sie (die abgetrennten Teilchen) somit aufhellte.
22 Von Norden her erscheint Goldglanz wegen der Kraftauswirkung des furchtbaren Gottes.

Ijob 37: 14-21 nach DIE BIBEL NACH MARTIN LUTHERS ÜBERSETZUNG, revidiert 2017, © 2016 Deutsche Bibelgesellschaft, Stuttgart.
14 Das vernimm, Hiob, steh still und merke auf die Wunder Gottes!
15 Weißt du, wie Gott ihnen Weisung gibt und wie er das Licht aus seinen Wolken hervorbrechen lässt?
16 Weißt du, wie die Wolken schweben, die Wunder des Allwissenden?
17 Du, dem schon die Kleider heiß werden, wenn das Land still liegt unterm Südwind,
18 kannst du gleich ihm die Wolkendecke ausbreiten, die fest ist wie ein gegossener Spiegel?
19 Zeige uns, was wir ihm sagen sollen; denn wir können nichts vorbringen vor Finsternis.
20 Wenn jemand redet, muss es ihm gesagt werden? Hat je ein Mensch gesagt, er wolle vernichtet werden?
21 Eben sah man das Licht nicht, das hinter den Wolken hell leuchtet; als aber der Wind daherfuhr, da wurde es klar.
22 Von Norden kommt goldener Schein; um Gott her ist schrecklicher Glanz.

Quellenverzeichnis

[1] Bock. *Anmerkungen zur 'Elementarkörper-Theorie'*. 2015. URL: \URL{http://www.physik-theologie.de/uploads/tx_sbdownloader/Anmerkungen_zur_ELEMENTARKOERPERTHEORIE.pdf}.

[2] Bock. *Die Elektron-Magnetfeld-Masse*. 2009. URL: http://www.physik-theologie.de/uploads/tx_sbdownloader/Elektron_Magnetfeldmasse.pdf.

[3] Codata. *CODATA Internationally recommended 2014 values of the Fundamental Physical Constants*. Physical Measurement Laboratory of NIST. 2015. URL: http://physics.nist.gov/cuu/Constants/.

[4] Codata. *NIST Atomic Spectra Database Ionization Energies Data*. 2016. URL: http://www.nist.gov/pml/data/asd.cfm.

[5] Demtroeder. *Experimentalphysik3*. 3. Auflage, S. 157. 2005. ISBN: 3 540 20210 2.

[6] Dirk Freyling. *Theoretische Physik - Elementarkörpertheorie*. Deutsch. URL: http://www.kinkynature.com/ektheorie/proton.htm.

[7] Codata Nist. *Handbook of Basic Atomic Spectroscopc Data, Kapitel III., Abschnitt Nr. A, 3. Satz*. URL: http://www.nist.gov/pml/data/handbook/index2.cfm.

[8] Paul-Scherrer-Institut. *Messung Protonradius*. Paul Scherrer Institut. 2014. URL: https://www.psi.ch/muonic-atoms/lamb-shift-experiment.

[9] Philberth. *DAS ALL*. 2. Auflage. 1994. ISBN: 3 7171 0183 8.

[10] Pieta. *Neutrinomasse*. 2015. URL: http://web.physik.rwth-aachen.de/~stahl/Seminar/PietaVortrag.pdf.

[11] Povh. *Streuung und Strukturen*. 2002. ISBN: 3 540 42887.