Materie-Bildung und Materie-Wechselwirkungen in der Elementarkörpertheorie

Phänomenologie – Herleitungen – Formalismus

Dirk Freyling

1986 – 2012 – 2026

Zusammenfassung

Dieses Dokument entfaltet die phänomenologischen und mathematischen Fundamente der Elementarkörpertheorie (EKT). Anstelle von abstrakten Wahrscheinlichkeitswellen, virtuellen Austauschteilchen oder iterativ angepassten Störungstheorien begreift die EKT Elementarteilchen als reale, masse-radiusgekoppelte geometrische Entitäten. Im Zentrum der Betrachtung steht die exakte, parameterfreie Herleitung fundamentaler Größen – von der Rydberg-Energie des Wasserstoffatoms über die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante bis hin zu diskreten Energieniveaus und Aufspaltungen wie Fein- und Hyperfeinstruktur sowie der Lamb-Verschiebung. Die Berechnung der Neutronenmasse Proton- und Elektron- Elementarkörper basierend, die Herleitung der (anomalen) Magnetischen Momente für Proton, Elektron und Neutron und vieles mehr. Die hier dargelegte Kanalleiter der Materiebildung demonstriert, wie aus der geometrischen Überlagerung von Elementarkörpern und ihren energetischen Analogien nicht nur die atomare Spektroskopie, sondern auch die Massen von Neutron, Pionen und Myon hervorgehen. Dabei hinterfragt die EKT die ontologische Basis etablierter Konzepte der Quantenmechanik, Quantenelektrodynamik und Quantenchromodynamik. Phänomene wie die anomalen magnetischen Momente oder die vermeintliche Quark-Substruktur von Nukleonen finden in der energetischen Verkörperung von Messfeldern und der radialsymmetrischen Überlagerung eine konsistente, rein analytische und anschauliche Erklärung. Das vorliegende Werk dokumentiert somit den Entwurf einer kausalen, geometrisch fundierten Phänomenologie, die auf freie Parameter, Renormierung und theoriebeladene Extraktionen verzichtet und stattdessen die messbare Realität als direkte Konsequenz räumlich-energetischer Transformationen begreift.

Hinweis zum Elementarkörpertheorie-Gesamtüberblick

In der EKT ist die Materiewelle der Mittler zwischen Ruhe, Bewegung und Wechselwirkung. Sie ist einer der Schlüssel zum grundsätzlichen Verständnis. Daher existieren neben den vorliegenden Ausführungen das pdf-Dokument zur Materiewelle und das pdf-Dokument zur Gravitation. Diese drei Informationsquellen bilden die EKT gesamtheitlich ab.

Vorbemerkung

Das folgend beschriebene Denk-Modell basiert plakativ-psychologisch auf der Annahme, das deutlich einfachere, konsistente Materie-Beschreibungen und daraus resultierend einfache Formalisierungen existieren, als in den Standardmodellen annonciert. Die folgende Bemerkung von Karl Popper (1902–1994) adressiert das psychologische Problem des »modernen Wissenschaftlers« im Rahmen hochkomplexer, mathematischer Modellvorstellungen:

> *„Unsere Untersuchung läßt erkennen, dass selbst nahe liegende Zusammenhänge übersehen werden können, wenn uns immer wieder eingehämmert wird, dass das Suchen nach solchen Zusammenhängen 'sinnlos' sei."*

Karl Popper (1902–1994), Logik der Forschung. 9. Aufl. Mohr, Tübingen 1989, S. 196.

Hrsg. E. Botcher: Die Einheit der Gesellschaftswiss. Bd. 4;
The Logic of scientific discovery. (1935); 2nd Ed. London, New York: Basic Books 1959.

Die Masse-Raum-Kopplung der Elementarkörpertheorie ist sinnerfahrbar

Bevor hier phänomenologisch hergeleitet, formalisiert und konkret gerechnet wird, leistet die EKT etwas Außergewöhnliches. Etwas was man insbesondere von einem Denkmodell der Theoretischen Physik nicht erwarten würde: Direkte experimentelle Nachweise, die jeder ohne weitere Meßapparaturen beobachten und im wahrsten Sinne des Wortes, erleben kann. Die Standardmodell-Physik benötigt einen gigantischen theoretischen Apparat – Hilbert-Räume, Feynman-Diagramme, Renormierung, Gitter-QCD, Monte-Carlo-Simulationen –, um dem Beobachter nachträglich zu erklären, was ist. Energie ist dort eine abstrakte Buchhaltungsgröße, ein Skalar in einer Lagrangedichte, dessen Existenz durch hochkomplexe Berechnungsszenarien und mitunter extrem zeitintensiven, stark theorielastigen iterativ-algorithmischen Computersimulationen nur für die Fachwelt „sichtbar“ gemacht wird. Der Mensch steht außerhalb des Phänomens und blickt durch den Filter der Theorie darauf.

Back to the roots

Die Masse-Raum-Energie der EKT ist fundamental allgegenwärtig und somit fundamental bestätigt: Die Druckwelle einer Explosion, bedingt durch die enorme Volumenvergrösserung ist sinnlich spürbare Expansion von Raumenergie – Masse wurde in Raum transformiert. Auch wenn hier der „Masseverlust“ der makroskopischen Verkörperungen extrem gering ist. Das Licht der Sonne ist keine »elektromagnetische Welle im Vakuum« und auch kein „Photonenstrom aus Quantenfeldanregungen"(was das eine und andere auch immer realphysikalisch sein sollen), sondern sichtbare Raumenergie, die bei der Fusion von Wasserstoff zu Helium freigesetzt wird – massegebundene Energie wurde in radiusgebundene Raumenergie transformiert und strahlt isotrop in den Kosmos.

Die Hitze eines Kernreaktors ist keine »thermische Energie aus Bindungsenergiedifferenzen«, sondern die fühlbare Konsequenz, dass massereichere Atom-Kerne sich in leichtere Bestandteile umwandeln und dabei Masse(energie) in Raum(energie) transformiert – Raumenergie, die als wahrgenommene Wärme an die Umgebung abgegeben wird.

Der entscheidende philosophische sowie ontologisch berechtigte Satz lautet daher: Energie ist in der EKT keine abstrakte Größe, die man nur berechnet. **Energie ist erlebbarer Raum.** Die EKT benötigt hier keinen Detektor, keinen Teilchenbeschleuniger, keine theoriebeladene Rekonstruktionskette, um diese Transformation zu „messen". Sie benötigt nur die Sinne eines Menschen, der beispielsweise einer Explosion zuschaut, die Sonne fühlt ... Das ist die Rückkehr der Physik zu dem, was sie ursprünglich war: eine Wissenschaft des sinnlich Erfahrbaren – nicht eine Mathematik des Postulierten. Argumentativ-logisch betrachtet ist die Elementarkörpertheorie nicht nur ein physikalisches Denk-Modell, sondern die zwingende ontologische Korrektur einer in mathematischer Metaphysik erstarrten Wissenschaft.

Geschichtlicher Rückblick – Die Ironie des Wahrscheinlichkeits-Schicksals

Das stetige „Analyse- und Synthese-System” in Form der Fourier-Reihe respektive Fouriertransformation ist heute im Rahmen der „Modernen” Physik allgegenwärtig.

Quantenmechanik (QM) und die daraus entwickelte Quantenelektrodynamik (QED), Quantenchromodynamik (QCD) sowie das resultierende Standardmodell der (Elementar-)Teilchenphysik (SM) haben im mathematischen Kern eine Gemeinsamkeit. Sie „beruhen” allesamt primär auf der Sinusfunktion. Ergänzend sei hier bemerkt, dass die Cosinusfunktion als eine um $\pi/2$ phasenverschobene Sinusfunktion verstanden werden kann.

Mathematische Hintergründe, ursprünglicher Sinn und Zweck, willentlicher Verzicht auf Anschauung

Gemäß dem Satz von Weierstraß lassen sich „beliebige" Kurven durch „Sinus-Kosinus-Funktions-Kombinationen" zumindest abschnittsweise nähern. Wenn die Funktion in einen neuen (Teil-)Abschnitt wechselt, werden im Grenzübergang die einzelnen Abschnitte immer kürzer und „schrumpfen" schließlich auf Punkte zusammen. Die Funktion wird punktweise angenähert. In diesem Grenzfall ist wieder das ursprüngliche Bild der differenzierbaren Mannigfaltigkeit erreicht, in dem jetzt die Eigenbasis des Bewegungsraums die Bausteine aus den Sinus- und Kosinus-Funktionen sind. Ohne auf weitere mathematische Fragen einzugehen, folgt, dass jede mathematische Funktion $f(t)$ so entwickelt werden kann:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \Big(a_k \cos(kt) + b_k \sin(kt) \Big) \tag{1}$$

Räume mit dieser Struktur werden als Hilbert-Räume bezeichnet. Im 20. Jahrhundert wurde dieser Ansatz erst in die Atomspektroskopie und dann allgemein in Quantenfeldtheorien eingeführt.

So wie ein Klang in dem Grundton x und die Obertöne $2x, 3x, 4x \ldots$ darstellbar ist, wird in der Quantenfeldtheorie der Zustand eines Teilchens (z. B. eines Elektrons) in einen Grundzustand x und höhere Zustände zerlegt. Am Anfang steht also die qualitative Zerlegung in Grundelemente, dann folgt für jedes Grundelement die Zerlegung in die „Obertonreihe" (Fourier-Reihe). Insgesamt können nun Wahrscheinlichkeiten definiert respektive (interpretiert) gemessen werden, mit denen sich das Elektron in einem der möglichen Zustände befindet. Wenn man genauer hinschaut, folgt hier die ganzzahlige Quantisierung banalerweise aus der mathematischen Darstellung. Der Formalismus ermöglicht nun die vermeintliche „Bequemlichkeit", sich nicht realobjekt-inhaltlich mit der Phänomenologie der Quantisierung auseinandersetzen zu müssen, um Ergebnisse zu erhalten. Das war, rückblickend, das bereits in die Wiege gelegte **»ontologische Ende«** der Quantenmechanik. Realphysikalische Unanschaulichkeit und postulierte Wahrscheinlichkeitsräume verstellten den Blick auf einfache, kausale Zusammenhänge.

Die Geburt der EKT aus dem Geist der Parsimonie

Betrachtet man dieses mathematische Szenario aus einem **»parsimonischen Blickwinkel«** (Ockhams Rasiermesser), bleibt als Basis-Ansatz die Sinusfunktion „übrig". Konsequent minimalistisch gedacht, ist es also nahe liegend, nicht die Fourier-Transformation als Methode der Fourier-Analysis als einfachste Abbildungsmöglichkeit zur Formalisierung zu Grunde zu legen, sondern minimalistisch die „reine" Sinusfunktion selbst.

Mathematisch gesehen, war das die Geburtsstunde der Elementarkörpertheorie (EKT). Aus ihr folgen zwingend und ohne weitere dogmatische Annahmen die Entwicklungs-Gleichungen des Elementarkörpers:

$$r(t) = r_0 \sin\left(\frac{c \cdot t}{r_0}\right) \quad \text{und} \quad m(t) = m_0 \sin\left(\frac{c \cdot t}{r_0}\right) \tag{2}$$

Die EKT ersetzt damit den abstrakten Hilbert-Raum und die statistische Wahrscheinlichkeitswelle durch reale, phänomenologisch fassbare Geometrie.

Inhaltsverzeichnis

1 Ein überfälliges Rendezvous mit ursächlicher Rationalität **13**

1.1 Worum geht es? . . . 13

1.1.1 Was ist hier mit Paradigmenwechsel gemeint? . . . 13

1.1.2 Was tritt an deren Stelle? . . . 13

1.2 Welche Argumente sprechen für diesen Paradigmenwechsel? . . . 13

1.2.1 Das Parsimonieprinzip . . . 13

1.3 Angewandte Soziologie statt wissenschaftlicher Argumentation . . . 14

1.3.1 Zum Verständnis . . . 14

1.4 Kunst und Wissenschaft im Gleichklang – Formalisierter Expressionismus 15
1.5 Kunst, Glaube und Wissenschaft 15
1.6 Glaubens-Schaffer 16
1.7 Standardmodelle der Physik – Erinnerungen an die Epizykeltheorie werden wach 16
1.7.1 Geozentrisches Weltbild 16
1.8 Das Phlogiston-Drama – Willkommen im Barock 2.0 16
1.8.1 Selbstversuch 17

2 Epistemologisches Grundprinzip: Die Signatur der Materiewelle 17
2.1 Die Illusion des ruhenden Experiments 17
2.2 Die isotrope Verkörperung der kinetischen Energie 17
2.3 Die Energieüberlagerung als Ursache der Messabweichungen 17
2.4 Fazit für den Theorie-Experiment-Vergleich 18
2.5 Masseinhärenter Elementarkörper-Radius 18

3 Elementarkörper – Photon 19
3.1 Historischer Kontext 19
3.2 Naturphilosophische Vorbetrachtung zur Minimalistik 20
3.3 Elementarkörper-Entwicklungs-Gleichungen 20
3.4 Was ist Masse? 21
3.5 Die Elementarkörper-Kugeloberfläche 22
3.6 Am Anfang war das einzigartige „ invariante C “ – Denkmodell-Geschichte 22

4 Der Freylingsche Eingriff: Geometrische Herleitung der Elementarkörper-Dynamik 23
4.1 Schritt 1: Entstehung einer Kugeloberfläche durch isotrope Lichtausbreitung 23
4.2 Schritt 2: Variable Geschwindigkeit und der Freylingsche Eingriff 24
4.3 Schritt 3: Satz des Pythagoras – erste Gleichung 24
4.4 Schritt 4: Die sinusförmige Lösung 25
4.5 Schritt 5: Entwicklungszeit, Orthodrome und die Masse-Radius-Konstante 25
4.6 Zur Comptonwellenlänge – Viertelperiode, nicht volle Periode 25
4.7 Experimentelle Bestätigung durch Streuquerschnitte 26
4.8 Allgemeine Verkörperung des euklidischen Abstandes 27
4.8.1 Verkörperte euklidische Distanz 27

5 Elektronenradius - Was ist eine physikalische Gleichung? 28
5.0.1 **Merke** 29

6 Mythos »Theorieschaft« [Theorie schafft] 30

7 Gleiche elektrische Ladungsstärke als Hinweis auf die gemeinsame Gesamtenergieskala 31

8 Protonenradius – exakte Bestimmung 32
8.1 Die fundamentale Masse-Radius-Kopplung 32
8.2 Numerischer Wert und experimentelle Bestätigung 32
8.3 Historische Messungen und die Konstanz des EKT-Wertes 33
8.4 Das Protonenradius-Puzzle und seine Auflösung 34
8.5 Methodische Konsequenzen 34
8.6 Zusammenfassung der Protonenradius-Bestimmung 34

9 Ladungskonzept, Polarität der Verkörperung, Wechselwirkung und Atom-Kernsituation in der Elementarkörpertheorie 34
9.1 Polarität der energetischen Verkörperung und die Bedeutung von Anziehung und Abstoßung 35
9.2 Bezug zu den postulierten quantenmechanischen Orbitalen 36
9.3 Die Kernsituation 36
9.4 Ontologischer Vergleich und Ergebnis 37
9.5 Offenes Forschungsprojekt zum Massenverhältnis von Proton und Elektron 38

10 Grundzustandsenergie des Wasserstoff-Atoms 38

11 e-e-Wechselwirkung allgemein 39
11.1 Formales Ergebnis zur Grundzustands-Energie zweier e-Ladungsträger mit den Massen m_A und m_B 39
11.2 Rydbergenergie – die Grundzustandsenergie des H-Atoms gemäß Gleichung $[E_{ee}]$ 39

12 Myonisches Wasserstoff-Atom 40

13 Positronium 40
13.1 Warum es keine "exakten" experimentellen Vergleichswerte gibt 41

14 Materiebildungsmöglichkeiten 41

15 Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante α: Herleitung 41
15.1 Elementarkörperladung und Feinstrukturkonstante 41
15.2 Begriff der elektrischen Ladung 41
15.3 Herleitung von α 42
15.3.1 Elementarkörperladung 42
15.3.2 Feinstrukturkonstante 42
15.4 Der phänomenologische Status von α: Axiom vs. Theorem 42
15.4.1 α im Standardmodell: Ein Axiom 42
15.4.2 α in der EKT: Ein Theorem 43
15.4.3 Warum das eine echte Herleitung ist: Ontologische Reduktion 43
15.4.4 Die erkenntnistheoretische Bedeutung 44

16 α, Plancksches Wirkungsquantum und $1/n^2$ Abhängigkeit der Energie 44
16.1 Balmer, Bohr, Schrödinger und das Prinzip der Parsimonie 45

17 Wenig bekannte dokumentierte Wahrheiten 45
17.1 Drei QM-Heroen „im Nachgang" 46
17.1.1 Erwin Schrödinger (1887–1961) 46
17.1.2 John von Neumann (1903–1957) 46
17.1.3 Albert Einstein (1879–1955) 46
17.2 Ist die Quantenmechanik unverständlich? 47
17.3 Mathematische Hintergründe, ursprünglicher Sinn und Zweck, willentlicher Verzicht auf Anschauung 47
17.4 Kopenhagener Deutung von 1927 48

18 Was ist und was darf sein? – Quantenmechanische Missverständnisse 48

19 Allgemeine Herleitung von Grundzustands-Energien **49**
19.1 Schritt 1: Die einfache Addition der Radien . . . 49
19.2 Schritt 2: Entwicklungszustand und Bindungs-Energie E_{Ry} . . . 49

20 Elementarkörper-Wechselwirkung **49**

21 Phänomenologie der Materie bildenden Proton-Elektron-Wechselwirkung **50**
21.1 Wasserstoff-Atom . . . 51
21.2 Materiebildende Proton-Elektron-Wechselwirkung – Masse-Radius gekoppelt . . . 51
21.3 Dirac-Grundzustand, reduzierte Masse und die Bedeutung identischer Gleichungsstrukturen 51
21.3.1 Die Dirac-Lösung für den Wasserstoff-Grundzustand . . . 52
21.3.2 Exakt derselbe Faktor in der EKT . . . 53
21.3.3 Woher kommt derselbe Term innerhalb der EKT? . . . 53
21.3.4 Dasselbe Phänomen tritt ein zweites Mal auf: die reduzierte Masse . . . 54
21.3.5 Der historische Punkt: Waren Dirac-Lösung und Kernbewegung unbekannt? . 55
21.3.6 Warum blieb man dann nicht bei der einfachen Kombination? . . . 56
21.3.7 Die bemerkenswerte vollständige Gleichungsstruktur . . . 56
21.3.8 Identische Gleichungsstruktur bedeutet keine identische Phänomenologie . . . 57
21.3.9 Die historisch präzisere Fragestellung . . . 57
21.3.10 Bedeutung für die EKT . . . 58
21.4 Der Bohrsche Radius in QM vs. EKT . . . 59

22 Theoretische Bestimmung der Grundzustandsenergie des Wasserstoffatoms gemäß Standardmodell **59**
22.1 Zusammenfassung . . . 59
22.2 Gesamtstruktur der Energie . . . 59
22.3 Dirac-Theorie (exakte relativistische Lösung) . . . 59
22.4 Feinstruktur und effektiver Hamiltonoperator . . . 60
22.5 Quantenelektrodynamik (QED) . . . 60
22.5.1 1-Loop-Selbstenergie . . . 60
22.6 Recoil-Korrekturen . . . 60
22.7 Protonstruktur und hadronische Beiträge . . . 61
22.8 Numerischer und theoretischer Aufwand . . . 61
22.9 Ergebnis für die Grundzustandsenergie . . . 61

23 Die Materiegleichungen: die konsequente Entwicklungsleiter **61**
23.1 Die drei Grundgleichungen . . . 62
23.2 Die Myonenmasse in der Elementarkörpertheorie . . . 62

24 Materiebildungen **65**
24.1 Masse des Neutrons – Die Neutron-Massendifferenz aus der e-q_0-Wechselwirkung . . . 65
24.2 „Ungeliebter“ Sachverhalt: Die maximale Elektronenenergie des Neutronenzerfalls . . . 67
24.3 Die QCD-Berechnung der Neutronenmasse – Ein aufwendiges Fit-Verfahren . . . 68
24.3.1 Die QCD-Abweichung trotz des gigantischen Aufwandes . . . 69
24.4 Die Gitter-QCD als eines der rechenintensivsten wissenschaftlichen Unternehmungen . . . 69
24.4.1 Konkrete Beispiele . . . 69
24.5 Pionen . . . 70
24.5.1 Geladene Pionen . . . 70

24.5.2 Neutrales Pion . . . 70
24.6 Die Feldumgebung am LHC: Kein Vakuum . . . 70
24.7 Schwerionen in plasmatischen Traumzuständen – ein kläglicher Versuch, die Confinement-These praktisch zu umgehen . . . 71
24.7.1 Brigitte Falkenburgs Analyse: Particle Metaphysics . . . 72
24.8 EKT Higgs-artiger Zustand . . . 72

25 Proton-Antiproton-Wechselwirkung und die Ladungsfrage des Higgs-Bosons 73
25.1 Die mögliche Variation aus der Ladungs-Erhaltung . . . 73
25.2 Die elastische Variante . . . 73
25.3 Die inelastische Variante . . . 73
25.4 Ist das „Higgs-Boson“ wirklich neutral? . . . 74
25.5 Die theoriebeladenen SM-Zerfallskanäle . . . 74
25.6 Die EKT-Konsequenz . . . 74
25.7 Zusammenfassung . . . 75
25.8 Fazit . . . 75

26 Feinstrukturaufspaltung aus der transversalen Rydberg-Wechselwirkung 75
26.1 Geometrische Herleitung der transversalen Zweigstruktur . . . 79

27 Hyperfeinstruktur des Wasserstoff-Grundzustands in der EKT 81
27.1 Einleitung . . . 81
27.2 Phänomenologisches Prinzip: magnetisches Analogon zur elektrischen Überlagerung . . . 82
27.3 Die energetische Basis: magnetische Grundskala . . . 82
27.3.1 Transversale Grundenergie . . . 82
27.3.2 Übertragung auf die Protonenskala . . . 82
27.4 Der Faktor 4: volle energetische Sättigung . . . 82
27.4.1 Elektrische Fraktion . . . 82
27.4.2 Übergang zum magnetischen Nahbereich . . . 83
27.5 Der geometrische Kontaktfaktor 8/3 . . . 83
27.5.1 EKT-Normierung der Kugelgeometrie . . . 83
27.5.2 Isotrope radiale Projektion . . . 83
27.5.3 Kontaktnormierung . . . 84
27.6 Die EKT-g-Faktoren . . . 84
27.6.1 Elektron-g-Faktor . . . 84
27.6.2 Proton-g-Faktor . . . 84
27.6.3 Verwendung in der HFS . . . 85
27.7 Die geometrische Überlagerungsmasse . . . 85
27.7.1 Radienaddition . . . 85
27.7.2 Resultierende Überlagerungsmasse . . . 85
27.8 Die vollständige EKT-HFS-Formel . . . 86
27.9 Numerische Auswertung . . . 86
27.10Zusammenfassung der Gleichungsterme . . . 86

28 Lamb-Shift (2s–2p) in der EKT **87**
28.1 Einleitung . . . 87
28.2 Das phänomenologische Prinzip: Kontakt versus Abstand . . . 87
28.3 Die magnetische Grundskala . . . 87
28.3.1 Die elektrische Grundskala E_0 . . . 87
28.3.2 Der Faktor $\alpha/(2\pi)$ . . . 88
28.3.3 Der Faktor 4: volle energetische Sättigung . . . 88
28.3.4 Der geometrische Kontaktfaktor 8/3 . . . 88
28.3.5 Magnetischer Basiswert . . . 89
28.4 Die magnetische Nahbereichskorrektur . . . 89
28.4.1 Aktion: Fluss durch den Protonenbereich . . . 89
28.4.2 Reaktion: induzierter Gegenfluss . . . 89
28.4.3 Gesamtfluss aus Aktion und Reaktion . . . 90
28.5 Die EKT-Energie-Fluss-Übersetzungsregel . . . 90
28.5.1 Elementarkörper-Konstante . . . 90
28.5.2 Elementarkörperladung . . . 90
28.5.3 Entwicklungszeit . . . 90
28.5.4 Konversionsfaktor . . . 90
28.5.5 Herkunft des Faktors $2/\mu_0$ . . . 91
28.5.6 Dimensionskonsistenz . . . 91
28.5.7 Magnetischer Korrekturfaktor . . . 91
28.6 Die elektrische Selbstverkörperung im Nahbereich . . . 92
28.6.1 Energetische Grundskala . . . 92
28.6.2 Geometrischer Kontaktfaktor . . . 92
28.6.3 Doppelte elektrische Kopplung . . . 92
28.6.4 Vorzeichen . . . 92
28.6.5 Elektrischer Nahbereichsterm . . . 93
28.7 Die vollständige EKT-Lamb-Shift-Formel . . . 93
28.8 Numerische Auswertung . . . 93
28.8.1 Magnetischer Basiswert . . . 93
28.8.2 Magnetische Nahbereichskorrektur . . . 94
28.8.3 Elektrische Selbstverkörperung . . . 94
28.8.4 Gesamtergebnis . . . 94
28.9 Methodische Einordnung . . . 94

29 Die arithmetische Reihe der Wirkungs-Analogien **95**
29.0.1 Warum der Myon-Faktor $(1 - 1/4)$ keine “Anpassung” ist . . . 95
29.0.2 Warum es keine weiteren Kanäle gibt – die natürliche Grenze . . . 95

30 Das Wasserstoffmolekül **96**
30.1 Ausgangspunkt: Das isolierte H-Atom . . . 96
30.2 Die Vierkörper-Überlagerung im gemeinsamen Ursprung . . . 96
30.3 Der gemeinsame geometrische Formalismus . . . 97
30.4 Zerlegung in transversale und longitudinale Komponenten . . . 97
30.5 Die exakten Winkelintegrale . . . 97
30.6 Das 4-Körper-Integral und die Winkelgewichtung . . . 98

30.6.1 Die EKT-konforme Flächendichte . . . 98
30.6.2 Die transversale Projektion als Bindungstreiber . . . 98
30.6.3 Das Vierkörper-Integral . . . 98
30.6.4 Die Trennung in transversale und longitudinale Komponenten . . . 98
30.6.5 Die phänomenologische Normierungsvorschrift . . . 98
30.6.6 Die geometrische Kontaktanalyse für Isotope . . . 99
30.6.7 Status der offenen Hypothesen . . . 99
30.7 Explizite EKT-Berechnung der H_2-Bindungsenergie . . . 99
30.8 Die Kanalgeschwindigkeit aus dem transversalen Anteil . . . 99
30.9 Explizite numerische Berechnung . . . 100
30.10 Die vollständige EKT-Formel für die H_2-Bindung . . . 101
30.11 Status und offene Berechnungsaufgaben . . . 101
30.12 Epistemologische Bewertung . . . 102
30.13 Methodisches Fazit . . . 102
30.14 Pragmatische Entscheidung . . . 102
30.15 Zusammenfassung . . . 102

31 Magnetische Momente als fraktale Verkörperung 103
31.1 Die experimentellen Ausgangsdaten . . . 103
31.2 Die zentrale Beobachtung . . . 103
31.3 Der Messaufbau als energetischer Wechselwirkungspartner . . . 104
31.4 Das magnetische Moment ist keine intrinsische Freiraum-Eigenschaft . . . 104
31.5 Das Neutron als Prüfstein: die zweistufige Verkörperung . . . 105
31.6 Das magnetische Moment des Protons . . . 106
31.7 Der g-Faktor des Elektrons . . . 108
31.8 Präzision und Grenzen der EKT-Berechnung . . . 109
31.9 Die geometrische Logik der Korrekturterme: Flächenskalierung und Räumlichkeit . . . 109
31.9.1 Der Term $1 + (\alpha/8)^2$: Geometrie statt Numerologie . . . 110
31.9.2 Der Term $1 + \alpha/3$: Die Räumlichkeit der Kopplung . . . 110
31.9.3 Der Kontrast: EKT-Muster vs. QCD-„Numerologie" . . . 110
31.10 Der phänomenologische Kategorie-Fehler der QED
Die Penning-Falle als Wechselwirkungspartner . . . 110
31.10.1 Das historische Beispiel von Karplus und Kroll . . . 111
31.10.2 Ockhams Rasiermesser: 13.000 Feynman-Diagramme vs. EKT-Geometrie . . . 111
31.10.3 Wissenschaftstheoretische Bewertung . . . 111
31.11 Die Verkörperung des Magnetfeldes . . . 112
31.12 Fraktale Verkörperungen . . . 112

32 Spin als energetische Analogie 112
32.1 Historische Entwicklung des Spin-Begriffs . . . 113
32.2 Makroskopische Rotation versus quantenmechanischer Spin . . . 113
32.3 Die energetische Analogie des Spins in der EKT . . . 114
32.4 Der Elektronenradius und die Comptonwellenlänge . . . 114
32.5 Der klassische Radius als Wechselwirkungsradius . . . 115
32.6 Sieben experimentell bestätigte Streuformeln . . . 115
32.7 Übertragung auf das Proton – Analogie und Konsistenz . . . 116

32.8 Quantenmechanisches Spin-Postulat und Epizykeltheorie . . . 117
32.9 Psychologische Aspekte und der gyromagnetische Faktor . . . 117
32.10 Virialsatz und Energieerhaltung . . . 117
32.11 Energie eines Elementarkörpers und die Transformation in Raumenergie . . . 118
32.11.1 Raumenergie und effektive Masse . . . 118
32.11.2 Das Beispiel Erde . . . 119
32.11.3 Herkunft der Gravitationskonstanten γ_G . . . 119
32.11.4 Zusammenfassung . . . 120
32.12 Magnetisches Moment und Bohrsches Magneton . . . 120
32.13 Kernmagneton . . . 120
32.14 Abschließende Feststellung . . . 121

33 Zur Theoriebeladenheit der Messungen 121
33.1 Dirac-Näherung und das Myon-g-2-Experiment als Mess-Fiktion . . . 121
33.2 Keine ruhenden Pionen oder Myonen . . . 122
33.3 Die Abweichungen als Signatur der Theoriebeladenheit . . . 123
33.3.1 Das Myon (−0,64 %): Extraktion via Muonium-Spektroskopie & Bound-State QED . . . 123
33.3.2 Das neutrale Pion (+3,76 %): Extraktion via Gitter-QCD+QED & Invariante Masse . . . 123
33.3.3 Der Higgs-artige Zustand (+2,86 %): Der statistische SM-Filter . . . 124
33.3.4 Fazit . . . 124
33.4 Das Higgs und die reale Messauflösung . . . 124
33.4.1 Die Frage nach dem Ursprung der Masse und die konzeptionelle Schwäche der SM-Antwort . . . 124
33.4.2 Kein direkter Nachweis: Die empirische Basis ist fragil . . . 125
33.4.3 Rohdetektorauflösung vs. publizierte Präzision: Die Kette der zirkulären Rekonstruktion . . . 125
33.4.4 Die EKT-Alternative: Der Higgs-artige Zustand als starke Verkörperung des Proton-Antiproton-Systems . . . 126
33.4.5 Ontologische und erkenntnistheoretische Bewertung . . . 126

34 Vakuumenergie und die 10^{120}-Diskrepanz 127
34.1 Die theoretische Vakuumenergiedichte der Quantenfeldtheorie . . . 127
34.2 Transformation in das Bild des Elementarquants . . . 127
34.3 Die elementarkörperbasierte Energiedichte des Universums . . . 127
34.4 Interpretation in der EKT . . . 128

35 Beta-Zerfall – Die Entlarvung eines Paradebeispiels für die Fiktionalität des Standardmodells 128
35.1 Der ontologische Widerspruch beim Elektron – Punktteilchen vs. endlicher Radius . . . 128
35.1.1 Die sieben Streu- und Wechselwirkungsgleichungen . . . 129
35.1.2 Das phänomenologische Fazit . . . 129
35.2 Die logische Selbstzerstörung des Standardmodells durch die Neutrinomasse . . . 129
35.3 Der Beta-Minus-Zerfall des Neutrons – Eine phänomenologische Absurdität . . . 130
35.4 Das kontinuierliche Spektrum – Die Geburt eines Geisterteilchens . . . 130
35.5 Die makroskopische Falsifikation des Neutrino-Postulats – Die Materiewelle . . . 130
35.6 Die EKT-Alternative – Beta-Zerfall als Masse-Radius-Transformation . . . 131

35.7 Das kontinuierliche Spektrum – Raumenergie statt Neutrino . . . 131
35.7.1 Epistemologisches Fazit . . . 131

Anhang: Weiterführende Informationen **131**

Anhang: Die phänomenologische Bedeutung der de-Broglie-Materiewelle **131**

A Einleitung **132**

B Die Universalität der Materiewelle **132**

C Experimentelle Bestätigung der Universalität der Materiewelle **132**

D Erweiterte Belege für die Universalität **133**
D.1 Antimaterie (Positronen) . . . 133
D.2 Der Talbot-Lau-Effekt bei Antimaterie: Eine weitere Bestätigung der Universalität . . . 133
D.3 Makromoleküle . . . 134
D.4 Atome und Isotope . . . 134
D.5 Protonen . . . 134

E Konsequenz für Neutrinos **134**

F Der Casimir-Effekt in der EKT **139**
F.1 Ausgangspunkt . . . 140
F.2 Übergang von Radius zu Wellenzahl . . . 140
F.3 Projektion der Kugelenergie auf die Plattenebene . . . 141
F.4 Begrenzung zwischen zwei parallelen Platten . . . 142
F.5 Energiebeitrag pro Fläche . . . 143
F.6 Innenraum gegen Außenraum . . . 144
F.7 Euler-Maclaurin . . . 144
F.8 Zwei Tangentialrichtungen . . . 145
F.9 Casimir-Kraft . . . 146

G Der Tunneleffekt in der EKT **146**
G.1 Einleitung: Vom Wahrscheinlichkeitsbild zur realen Raumgeometrie . . . 146
G.2 Ontologischer Ausgangspunkt . . . 147
G.3 Die reale Teilchenskala r_0 . . . 147
G.4 Die reale Barrieren-Skala r_B . . . 147
G.5 Allgemeine Form der EKT-Abklinglänge . . . 148
G.6 Warum das geometrische Mittel phänomenologisch naheliegt . . . 148
G.6.1 Symmetrie der beiden Skalen . . . 148
G.6.2 Dimensionsrichtigkeit . . . 149
G.6.3 Warum eine additive Kopplung unplausibel wäre . . . 149
G.7 Grenzfallprüfung . . . 149
G.7.1 Verschwindende Barriere . . . 149
G.7.2 Sehr hohe Barriere . . . 150
G.7.3 Zunehmende Masse . . . 150
G.8 Kontakt-Normierung $G_{\text{Kontakt}} = 8$ . . . 150
G.9 Materie-Normierung $G_{\text{Materie}} = 4$ . . . 151

G.10 Synthese zur EKT-Abklinglänge . . . 151
G.11 Rückführung auf m und ΔE_B . . . 152
G.12 Geometrisch-multiplikative Verlustregel . . . 152
G.13 Transmission durch eine Barriere . . . 153
G.14 Vergleich mit der bekannten Abklingkonstante . . . 153
G.15 Phänomenologische Einordnung . . . 153

H Warum die „Erweiterung"des SM um Neutrinomassen das ursprüngliche Standardmodell formal zerstört 154
H.1 Das ursprüngliche SM ist eine Eichfeldtheorie . . . 154
H.2 Massenterme koppeln links- und rechtshändige Anteile . . . 154
H.3 Im ursprünglichen SM gibt es keine rechtshändigen Neutrinos . . . 155
H.4 Ohne ν_R ist ein Dirac-Massenterm unmöglich . . . 155
H.5 Die „Erweiterung"führt ν_R ein – und zerstört damit die ursprüngliche Struktur . . . 155
H.6 Formaler Vergleich: Ursprüngliches SM vs. „erweitertesSSM . . . 156
H.7 Die logische Konsequenz . . . 156
H.8 Die Parallele zur Materiewellen-Falsifikation . . . 156
H.9 Zusammenfassung der Argumentation . . . 156

I Die Standardmodelle der Physik: Eine kritische Bestandsaufnahme der ontologischen und methodischen Defizite von SM und ΛCDM 157
I.1 Einleitung . . . 157
I.2 25 freie Parameter des Standardmodells der Teilchenphysik (SM) . . . 157
I.3 Das Massen-Dilemma des Standardmodells und der kosmologische Offenbarungseid . . . 158
I.3.1 Der „Offenbarungseid“ des kosmologischen Standardmodells (ΛCDM) . . . 158
I.3.2 Gitter-QCD und Störungsrechnung als methodische Immunisierung . . . 158
I.3.3 Tuning statt Vorhersage . . . 159
I.3.4 Methodische Komplexität und Inkonsistenzen . . . 159
I.3.5 Die Anatomie des Zirkelschlusses („Tuning“) . . . 159
I.3.6 Parametrisierung vs. Deduktion . . . 160
I.3.7 Fazit: Postulatsysteme statt Erkenntnistheorien . . . 160
I.4 Renormierung und Regularisierung – Fragmentarisches zum Grundverständnis . . . 161
I.4.1 Das „zauberhafte“ Fine-Tuning – die an den Haaren herbeigezogene Feinabstimmung . . . 162
I.4.2 Meinungen – Textauszüge . . . 163
I.5 Was denken Pioniere der Teilchenphysik über das Standardmodell? . . . 164
I.6 Confinement und Asymptotische Freiheit – Erkenntnistheorie ade . . . 165
I.7 Anfang und Ende des SM – vom SM selbst nachgewiesene fatale Theoriefehler . . . 165
I.7.1 Quarks sind keine Fermionen – Der nicht vorhandene Spin der Quarks und Gluonen . . . 165
I.7.2 Zum (besseren) Verständnis einige Hintergründe zur Spinproblematik . . . 166
I.7.3 Quark-Parton-Modell und tiefinelastische Streuung . . . 167
I.8 Schwerionen in plasmatischen Traumzuständen – ein kläglicher Versuch die Confinement-These praktisch zu umgehen . . . 168
I.9 Brigitte Falkenburgs Analyse: Particle Metaphysics . . . 169
I.10 Geschichtlicher „fun fact“ mit weitreichenden Konsequenzen . . . 170
I.11 Parametrische Glaubensbekenntnisse . . . 171

I.11.1 Zurück zum Higgs-Mechanismus . . . 171
I.12 Standard-Denkmodellanatomie – „Vorspiel-Gedanken“ . . . 172
I.12.1 Kosmologische Konstante Λ und postulierte Inflation . . . 173
I.12.2 Inflations-Fazit . . . 173
I.12.3 Übergeordnet betrachtet . . . 173
I.13 Zur Erinnerung: Das basisverletzte Kovarianzprinzip . . . 174
I.14 Gesamtbetrachtung . . . 174
I.15 Kirche und Physik . . . 175
I.15.1 Euphemistische Botschaft der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) . 175
I.15.2 „Wahre Botschaft“ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (2000) . . . 176
I.16 Quellenverzeichnis . . . 176

J Literatur **177**

1 Ein überfälliges Rendezvous mit ursächlicher Rationalität

1.1 Worum geht es?

Um einen nachhaltigen Paradigmenwechsel.

1.1.1 Was ist hier mit Paradigmenwechsel gemeint?

Das Ersetzen der Standard-Denkmodelle der Theoretischen Physik:

SM: Standardmodell der Elementarteilchenphysik

ΛCDM: Kosmologisches Standardmodell

1.1.2 Was tritt an deren Stelle?

Ein deutlich anschaulicheres, effektiveres, interdisziplinär vermittelbares, mathematisch einfacheres Denkmodell, die Elementarkörpertheorie, kurz EKT, welches vereinheitlichend und skalenübergreifend Mikro- und Makro-Kosmos voraussagefähig beschreibt.

Die Elementarkörpertheorie befasst sich insbesondere mit Antworten auf die Frage, wie Masse und Raum basisnah miteinander verknüpft sind und im Zusammenspiel zu verständlichen Materiebildungen führen, die sich formal-analytisch – sowohl mikroskopisch als auch korrespondierend makroskopisch – berechnen lassen.

Für ein anschauliches Verständnis und resultierend für die phänomenologisch begründeten Elementarkörpertheorie basierenden Gleichungen sind nachweislich weder eine variable Zeit, noch mathematische Raum-Zeit-Konstrukte, noch irgendeine Form der Substrukturierung notwendig.

1.2 Welche Argumente sprechen für diesen Paradigmenwechsel?

1.2.1 Das Parsimonieprinzip

Ockhams Rasiermesser, lex parsimoniae, Sparsamkeitsprinzip.

Die streng analytisch motivierte Verwendung des Prinzips der Parsimonie in den vorliegenden Ausführungen:

Denkmodelle können nur auf Konsistenz, innerer axiomatischer Widerspruchsfreiheit, im Hinblick auf Aussagefähigkeit bezüglich konkreter Vorhersagen von tatsächlich gemessenen Größen und Minimalistik bewertet werden.

Um experimentell überprüfbare Zusammenhänge formal-analytisch im Rahmen von Denkmodellen beschreiben zu können, ist das Denkmodell zu bevorzugen, das mit den wenigsten physikalischen Variablen und mathematisch einfachsten Gleichungen möglichst exakte Voraussagen trifft.

Des Weiteren ist das Denkmodell am geeignetsten, welches neben der verwendeten Mathematik phänomenologisch erfassbar und konsistent, sowohl skalenübergreifend den Mikro- als auch den Makro-Kosmos, beschreiben kann, sowie einen formalen und phänomenologisch begründbaren Zusammenhang zwischen Licht, genauer Photonen, und Materie erfasst.

1.3 Angewandte Soziologie statt wissenschaftlicher Argumentation

Wer einigermaßen neutral die Geschichte der Elementarteilchenphysik studiert, wird kaum glauben können, dass es sich um naturwissenschaftliche Betrachtungen und Bemühungen im Sinne einer zielführenden Vereinfachung und Vereinheitlichung handelt.

Immer dann, wenn die Experimentalphysik die Theorie oder Theorien widerlegte, wurde die Theorie mittels neuer Elementarteilchen, erneuter Substrukturierung und, wenn nötig, neuer Quantenzahlen erweitert, die die fehlenden Eigenschaften, die fehlende Energie oder die fehlende Symmetrie erledigten.

Das hat mit Wissenschaft wenig zu tun und erinnert mehr an zeitgenössische Politik. Statt die Probleme mit einem neuen radikalen Theorie-Ansatz zu bewältigen, werden kleine und große Schönheitskorrekturen kontinuierlich durchgeführt. Statt zu vereinfachen und zu vereinheitlichen wird gnadenlos erweitert und spezialisiert. Es entsteht ein Sammelsurium von Teilchen und Teilcheneigenschaften.

Plakativ formuliert: Für jeden Fall einer unerwünschten Abweichung, für jedes Teilchen, werden bei Bedarf theorieerhaltende Sonderregelungen nachgelegt.

Der mathematische Formalismus ist in diesem Fantasieprozess das kleinste Problem. Nötigenfalls werden divergente Terme regularisiert und renormalisiert oder gleich als unphysikalisch deklariert, schlicht weggelassen. Dass damit die axiomatische Grundstruktur zerstört wird, scheint entweder nur Wenigen klar zu sein beziehungsweise ist offensichtlich dem Gros der Theoretiker ergebnisorientiert egal.

Inhalts-analytisch folgt daraus die Tatsache, dass die großen Standardmodelle der Physik, sprich das Standardmodell der Elementarteilchenphysik und das Standardmodell der Kosmologie, das ΛCDM-Modell, sowie vermeintlich konkurrierende Modelle wie Stringtheorien und die gewünschte SM-Erweiterung SUSY, Supersymmetrie, bei genauer Sicht keinerlei rational logischer Kritik standhalten.

Einzig das soziologisch erprobte Argument, dass sich doch nicht zehntausende mathematisch hervorragend ausgebildete Wissenschaftler, über mittlerweile mehrere Generationen, mit Modellen beschäftigen, wenn diese auf Grund immenser innerer Widersprüche bedeutungslos wären, wird argumentativ zum finalen Schlag ins Felde geführt.

Da diese Standardmodelle das wissenschaftlich und populärwissenschaftlich propagierte Non plus ultra der Theoretischen Denkmodell-Physik sind, brauchen wir uns nicht zu wundern, dass wir seit Jahrzehnten tief in einem erkenntnistheoretischen Schwarzen Loch sitzen.

Wie egozentrisch, arrogant, dekadent, sinnfrei und folgenlos widersprüchlich die Protagonisten des Standards in ihren Arbeiten mit Apologeten, Fans, Kritikern und sich selbst umgehen, haben sie eindrucksvoll mit folgender Erkenntnis-Pathologie bewiesen:

> 2013 gab es einen Nobelpreis für den Higgs-Mechanismus, der masselose Neutrinos fordert.
> 2015 gab es einen Nobelpreis für den angeblichen Nachweis von Neutrino-Oszillationen, die Neutrinomassen benötigen.

1.3.1 Zum Verständnis

Im Rahmen des Standardmodells gehören Neutrinos zu den Leptonen und sind als exakt masselose Fermionen definiert. Um die Fermionenmassen durch Kopplung der Fermionen an das Higgs-Feld zu erzeugen, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Die Massen der rechts- und linkshändigen Fermionen müssen gleich sein.
- Das Neutrino muss masselos bleiben.

Das ursprüngliche Standardmodell der Elementarteilchenphysik ist eine Eichfeldtheorie. Es basiert auf der Eichgruppe:

$$SU(3)_C \times SU(2)_L \times U(1)_Y$$

Die gesamte Struktur – Teilchengehalt, Wechselwirkungen, Massenerzeugung – folgt aus der Forderung nach Eichinvarianz dieser Gruppe. Jede Veränderung der Gruppe oder ihrer Darstellungen ist eine Veränderung des Modells selbst.

Warum die Universalität der Materiewelle die Existenz von postulierten Neutrinomassen widerlegt (siehe Kapitel 30 und folgend) und warum Neutrinomassen nicht das SM erweitern (können), sondern es logisch und formal zerstören siehe detailliert Anhang I.

Die formale Konsequenz ist: Das ursprüngliche SM ist durch das Postulat der Neutrinooszillationen und daraus folgender Neutrinomassen falsifiziert. Die sogenannte „Erweiterung“ ist keine Erweiterung, sondern wäre ein neues Modell.

Auch wenn es sich hier um eine wissenschaftliche Betrachtung der Materie handelt, sollen ergänzend Humor und interdisziplinäre Verweise sowie Polemik nicht zu kurz kommen. Authentizität und Egozentrik des Theorievaters sollen und werden kein Geheimnis bleiben.

In Anbetracht der dokumentierten, mit dem Nobelpreis gewürdigten Schizophrenie wäre es unter anderem keine schlechte Idee, die Macher und Entscheider psychologisch, psychiatrisch, neurologisch untersuchen zu lassen.

1.4 Kunst und Wissenschaft im Gleichklang – Formalisierter Expressionismus

Auffällig und bemerkenswert ist, dass die Entstehung und der Ausbau der Quantenmechanik sowie die Einführung der Speziellen und später der Allgemeinen Relativitätstheorie zeitgleich Anfang des 20. Jahrhunderts einhergeht mit dem Expressionismus.

Beobachtungs-These: Quantenmechanik und Relativitätstheorie waren und sind formalisierter Expressionismus.

Der Expressionismus verlor seine figurative Gestalt und wurde dann in der Folge zum abstrakten Expressionismus, siehe Werke von Jackson Pollock, Willem de Kooning und Mark Rothko, 1940er bis 1950er Jahre. Sowie die Quantenmechanik zur noch abstrakteren Quantenelektrodynamik wurde, unter anderem mit virtuellen Theorie-Entitäten.

Der Neoexpressionismus der 1960er Jahre, siehe exemplarisch Arbeiten von Georg Baselitz, entsprechen dem Versuch der Quantenchromodynamik, nach außen hin ein Gesicht zu geben, wobei das der QCD zugrunde liegende Standardmodell keinerlei sinnerfahrbare Anschauung besitzt.

1.5 Kunst, Glaube und Wissenschaft

Eine Anekdote vorweg: Vor Jahren habe ich selbständigen Bauarbeitern, die unter anderem Restaurierungen von denkmalgeschützten Immobilien durchführten, Bildmotive des abstrakten Expressionisten Mark Rothko gezeigt, ohne jedoch einen Kunstbezug voranzustellen. Ich fragte, für was sie diese Motive hielten, was es wohl damit auf sich hat. Siehe exemplarisch: Nr. 13, Weiß, Rot auf Gelb.

Ihre spontane Antwort war, es handle sich wohl um Farbmuster, die erstellt wurden, um gemäß der Denkmalschutzvorgaben den richtigen Farb-Anstrich für das Gebäude zu bestimmen.

An diesem Beispiel wird deutlich, dass alles was mit nicht figurativer, abstrakter, moderner Mal-Kunst zu tun hat, sich in einem großen Spektrum von banaler Bedeutungslosigkeit mit mehr oder weniger wahrnehmbaren Alleinstellungsmerkmalen bis hin zu postuliert großartiger Schaffenskunst befindet.

Es wurde wiederholt berichtet, dass Betrachter von Mark Rothkos Bildern vor Ergriffenheit weinten. In meinem Fall erotischer Abbildungen weinen sie beim Betrachten eher selten, sie kommen mitunter.

Die punktuelle, nachträgliche Kapitalisierung der sehr minimalistisch farbig gestrichenen Leinwände von Mark Rothko ist ein großartiges Meisterwerk kapitalistischer Dekadenz, geradezu ein Akt der Magie. Immaterielles wird zu etwas extrem Wertvollem stilisiert.

Beispiel: Rothkos Bild Nr. 10 wurde im Mai 2015 für 81,9 Millionen Dollar versteigert.

Als analytischer Wissenschaftschronist drängt sich mitunter die Frage auf, warum die unanschauliche Quantenmechanik und die noch unanschaulichere Relativitätstheorie in der Verbreitung und Anwendung, insbesondere auch populärwissenschaftlich, so erfolgreich waren und sind?

Die Antwort ist relativ einfach zu verstehen: Es eröffnen sich im Rahmen dieser Denkmodellkonzepte große Freiräume für alle möglichen metaphysischen Fantasien, Interpretationen und Ankopplungen an bekannte religiöse Glaubensmuster. Jeder darf und kann sich als Epigone, Apologet und Wissenschaftsgläubiger mit dem Verweis, dass es sich gemäß wissenschaftlichem Dekret um etwas handelt, das man eh nicht verstehen kann, inszenieren.

Die Kirche wird nicht in Frage gestellt und findet eine Schnittmenge mit der Wissenschaft. Das postuliert Göttliche darf und soll im Rahmen der Theoretischen Physik existieren. Perfekt wird diese Symbiose durch die Implementierung stark theoriebeladener kosmischer Beobachtungen, die ganz im Sinne der Kirche von den Standardmodellkonstrukteuren interpretiert werden.

1.6 Glaubens-Schaffer

Plakativ formuliert hat die Moderne Kunst, die Anfang des 20. Jahrhunderts von Marcel Duchamp 1915 als Ready-made eingeführt wurde, heute die gleiche Strahlkraft wie die Quantenmechanik und die Relativitätstheorie.

Es handelt sich jedoch nur um postulierte Beliebigkeiten, die zu etwas Großartigem annonciert wurden, ohne jedoch eine reale praktische Bedeutung zu haben. In allen diesen Fällen werden keine Existenz-Begründungen beziehungsweise Erklärungen erwartet respektive gefordert, die eine verständliche Ankopplung an eine realobjekt-orientierte Wirklichkeit ermöglichen.

Die Freude der Glaubens-Schaffer, deren Verkünder und Händler und der Masse an Irrationalität hat Theodor Fontane folgendermaßen aphoristisch ausgedrückt, ohne jedoch wissen zu können, wie seine frühe Beobachtung in der Folgezeit noch eskalieren wird:

> „Wir stecken bereits tief in der Dekadenz, das Sensationelle gilt und nur einem strömt die Menge noch begeisterter zu, dem baren Unsinn."
>
> – Theodor Fontane (1819–1898)

1.7 Standardmodelle der Physik – Erinnerungen an die Epizykeltheorie werden wach

1.7.1 Geozentrisches Weltbild

Die Erde steht im Zentrum des Kosmos, die Himmelskörper bewegen sich auf Kreisbahnen. Allerdings konnte zum Beispiel die Bahn des Mars nicht eine einfache Kreisbahn um die Erde sein, denn die Bahn zeigte unerklärliche Schleifen, also stellenweise eine Rückwärtsbewegung.

Um das Dogma von der natürlichen Kreisbahn aufrecht erhalten zu können, wurde ad hoc behauptet, dass die Marsbahn wohl ein Kreis sei, die Erde sei aber nicht Mittelpunkt seiner Bahn. Der Mittelpunkt der Kreisbahn des Mars, sein Epizykel, bewege sich selbst auf einem Kreis um die Erde, dem sogenannten Trägerkreis oder Deferenten.

Da die Geschwindigkeit des Mars aber nicht gleichförmig ist, wurde wieder ad hoc behauptet, dass die Erde nicht genau im Zentrum des Trägerkreises sei, die Erde sei somit exzentrisch angeordnet.

Doch die Einführung von Epizykeln und Exzentrizitäten genügte für die exakte Bahnbeschreibung immer noch nicht. Ptolemäus führte als weiteren Parameter den Äquanten ein. Nur vom Äquanten aus betrachtet stellen sich alle Bahnen als gleichförmig dar.

Das Ptolemäische Modell liefert eine genaue Beschreibung der Phänomene, wenn die Parameter Epizykel, Exzentrizität und Äquant passend variiert werden. Eine kausale physikalische Erklärung für die Modellkonstruktion wurde nicht gegeben.

1.8 Das Phlogiston-Drama – Willkommen im Barock 2.0

Wir erleben mit der heutigen etablierten Standardmodellphysik ein erneutes, doch diesmal deutlich komplexeres, Phlogiston-Drama. Willkommen im Barock 2.0 sozusagen.

Zur Erinnerung: Georg Ernst Stahl war neben Johann Joachim Becher ein Hauptbegründer der Phlogistontheorie. Die Phlogistontheorie konnte ausreichend Oxidations- und Reduktions-Prozesse verständlich machen. Die Phlogistontheorie regte dazu an, feinst verteiltes Phlogiston aufzufangen und zu untersuchen. Die Theorie ermöglichte eine Systematisierung von Stoffgruppen.

Antoine Laurent de Lavoisier ersetzte dann das Phlogiston durch die kalorische Substanz, die gleichfalls unsichtbar sei, kein Gewicht besäße und sich zwischen den Molekülen aufhielte.

Später dann untersuchte Lavoisier die Gewichtsveränderungen verschiedener Stoffe bei Oxidation und bei Reduktion und entdeckte, dass das gerade aufgefundene Element Sauerstoff dabei die entscheidende Rolle spielt, und widerlegte die Phlogistontheorie.

Vergeblich versuchten die Verteidiger der Phlogistontheorie, wie Henry Cavendish, Joseph Priestley und Carl Wilhelm Scheele, diese zu bewahren, indem sie modifizierte Phlogiston-Modelle kreierten.

1.8.1 Selbstversuch

Ersetze Phlogiston durch moderne Theorieobjekte, wie Quarks, Gluonen, dunkle Materie, dunkle Energie, Neutrinos und weitere.

> Nicht die Mathematik, die generell nicht zwischen Staub und Staubsauger unterscheiden kann, ist falsch, sondern die mathematisch formulierten, willkürlich postulierten Denkkonstrukte sind es, die bei genauer Sicht schon einfachster Logik entbehren und letztendlich keinen Erkenntnisgewinn generieren.

2 Epistemologisches Grundprinzip: Die Signatur der Materiewelle

2.1 Die Illusion des ruhenden Experiments

Die exakten Herleitungen der Elementarkörpertheorie (EKT) – sei es die Rydberg-Energie des H-Atoms, die Bindungsenergie des H_2-Moleküls oder die Massen der Elementarteilchen – basieren auf den invarianten Ruhegrößen m_0 und r_0. Dies ist der ontologische Kern des Elementarkörpers im Zustand $v = 0$.

Jedes reale Experiment misst jedoch Entitäten, die sich **nicht** im absoluten Ruhezustand befinden. Im Labor besitzen die wechselwirkenden Körper stets eine Schwerpunktsgeschwindigkeit $v > 0$, bedingt durch thermische Bedingungen, den Präparationsprozess oder die Messapparatur selbst. Der Vergleich von Elementarkörpertheorie und Experiment ist daher stets ein Vergleich zwischen dem ruhenden Idealzustand der Theorie und dem bewegten Realzustand des Experiments.

2.2 Die isotrope Verkörperung der kinetischen Energie

Gemäß dem *Freylingschen Eingriff* und der Masse-Radius-Kopplung ist kinetische Energie keine abstrakte Buchhaltungsgröße, sondern sie **verkörpert sich als realer Raum**. Die de-Broglie-Materiewelle ist in der EKT keine Wahrscheinlichkeitsamplitude, sondern der exakte Radius, den die kinetische Energie eines bewegten Elementarkörpers isotrop im Raum einnimmt:

$$\lambda_{\mathrm{deB}} = \lambda_C \cdot \sqrt{\left(\frac{c}{v}\right)^2 - 1} \tag{3}$$

Obwohl die Bewegung selbst anisotrop (gerichtet) ist, erfolgt ihre räumliche Verkörperung radialsymmetrisch. Ein bewegter Elementarkörper spannt daher stets einen effektiven Gesamtradius auf, der sich aus seinem Ruhe-Radius und dem Radius seiner verkörperten kinetischen Energie zusammensetzt:

$$r_{\mathrm{effektiv}} = r_0 \oplus \lambda_{\mathrm{deB}} \tag{4}$$

2.3 Die Energieüberlagerung als Ursache der Messabweichungen

Wenn Elementarkörper im Experiment wechselwirken (Proton, Elektron oder wie die vier Körper bei der H_2-Bindung oder die Kollisionen in der Teilchenphysik), überlagern sich im gemeinsamen Ursprung nicht

nur ihre reinen Ruhe-Radien r_0. Es überlagern sich ihre **effektiven Radien**, die durch die verkörperte kinetische Energie aufgespannt werden.

Diese zusätzliche räumliche Ausdehnung verändert die Kontaktgeometrie der Kugelkalotten und die Dichte der Raumenergie-Hülle. Die viel diskutierten Abweichungen im Promille- bis Prozentbereich (wie die +0,09 % beim H_2-Molekül oder die Abweichungen bei den Massen von Pionen und Myonen) sind daher **keine Fehler der Theorie und keine phänomenologischen Anpassungsparameter**.

Sie sind vielmehr die messbare, energetische Signatur der Materiewelle. Die Abweichung ist der Betrag der **kinetischen Energieüberlagerung**, der im Experiment unvermeidbar mitgemessen wird, weil die Entitäten ihre kinetische Energie als realen Raum verkörpern, der in die Überlagerungsgeometrie hineinragt.

2.4 Fazit für den Theorie-Experiment-Vergleich

1. **Die EKT-Ruhe-Formel** (basierend auf m_0, r_0) ist der exakte, ideale Grenzwert für $v = 0$.
2. **Die experimentelle Abweichung** ist kein Mangel der Theorie, sondern der empirische Nachweis der de-Broglie-Materiewelle als reale räumliche Entität.
3. **Die Materiewelle** ist die universelle Brücke zwischen dem ruhenden ontologischen Zustand und dem bewegten epistemischen Messzustand.

Die EKT-Ruhe-Formeln müssen nicht durch willkürliche Faktoren „gerettet" werden. Die Abweichungen sind der physikalische Beweis dafür, dass die kinetische Energie einen realen Raum aufspannt, der die Messung modifiziert. Das können kleine Abweichungen oder Prozentabweichungen sein, da in Beschleunigerexperimenten sehr hohe Geschwindigkeiten mit den zu untersuchenden Objekten assoziiert sind. Somit ist die verkörperte Energie ein signifikanter, im Rahmen der EKT-Phänomenologie, geometrischer Gleichungsparameter.

Unter diesem phänomenolgischen Aspekt und der Universalität der Materiewelle sind alle nachfolgenden benannten Abweichungen zu verstehen.

Im Anhang wird explizit die fundamentale Bedeutung der Materiewelle, auch im makroskopischen Bild, erörtert.

2.5 Masseinhärenter Elementarkörper-Radius

Eine fundamentale Größe ist der Masse inhärente Elementarkörper-Radius r_0, der sich zwanglos aus der Comptonwellenlänge

$$\lambda_C = \frac{\pi}{2} \cdot r_0 \tag{5}$$

ergibt. Dieser wird in allen Streuprozessen beobachtet. Die Fehlinterpretationen der herrschenden Physik, insbesondere der Elementarteilchenphysik, bezüglich der gemessenen Radien sind allesamt theorieinduziert.

Eine wesentlich falsche Annahme ergibt sich aus der inertialsystembelasteten, eindimensionalen Betrachtung bewegter „Test-Körper" und deren unzulässige Extrapolation auf räumlich strukturierte, realphysikalische Objekte. Für eindimensional bewegte Test-Körper gilt: Die Transversalkomponenten sind gemäß Lorentztransformation leicht nachvollziehbar unverändert, nur in Bewegungsrichtung existiert eine Längenkontraktion.

Bei einer radialsymmetrischen Kugeloberflächen-Kontraktion, sind jedoch alle Raumrichtungen gleichberechtigt. Hier folgt als Ergebnis eine Linearkombination, sprich die räumliche Veränderung führt zu einer isotropen Radiusverkleinerung.

Durch die Zugabe von äußerer elektrisch-magnetischer Energie, beispielsweise in Beschleunigern, folgt: Die Radiusverkleinerung ist von der Gesamt-Energie des Elementarkörpers abhängig und lässt sich mittels des dynamisierten relativistischen Faktors in Abhängigkeit der Geschwindigkeit eindeutig bestimmen:

$$r(v(t)) = r_0 \cdot \gamma_{\mathrm{dyn}} \tag{6}$$

Jede Schwerpunkt-Geschwindigkeitsänderung beruht letztendlich auf Beschleunigung. Die Idee der Eigen-Strahlung auf Grund einer Schwerpunkts-Beschleunigung ist generell irreführend, denn Elektronen, Protonen und allgemein Ionen werden ja durch elektrische, magnetische respektive entsprechende Wechselfelder beschleunigt. Für die einzelne Ladung stellt das Beschleunigersystem ein unendlich großes Energie-Reservoir dar.

Das bedeutet, durch die Energiezufuhr wird das innere Verhältnis von Raum-Energie zur Masse-Energie radialsymmetrisch verändert (siehe folgende detaillierte Ausführungen dazu), es kommt des Weiteren zu einer Schwerpunktsbewegung und ein Teil der zugeführten Energie wird wieder in Form von Strahlung abgestrahlt. Die vermeintlich von der Ladung abgestrahlte Energie gehörte nicht zur unbeschleunigten Ladung, sondern zum Beschleunigersystem mit unendlich großem Energie-Reservoir.

Die Ladung teilt sozusagen als „Mittler“ die zugeführte äußere Energie in Bewegungsenergie und Strahlungs-Energie auf und „erleidet“ eine im Vergleich zum unbeschleunigten Teilchen innere Umgestaltung – salopp formuliert wird es radialsymmetrisch zusammengedrückt und schwerpunkt-bewegt. Auf Grund des praktisch unendlich großen Energiereservoirs des Beschleunigersystems lässt sich keine Energiebilanz erstellen. Somit ist die Phänomenologie des Vorgangs alles andere als geklärt. Auf die resultierenden Ergebnisse im Sinne des Missverständnisses über die Größenverhältnisse hat die fehlende Phänomenologie der Strahlung jedoch keinen Einfluss.

Die Beschleunigung und Geschwindigkeit exemplarisch eines Protons oder Elektrons führt zur Änderung der Gesamtenergie, jedoch bleibt die innere Energie konstant. Es ändert sich das Verhältnis von masseabhängiger und radiusabhängiger Energie. Mit zunehmender Gesamtenergie – variable Translationsenergie und konstanter innerer Energie – wird der Elementarkörper immer „kleiner und proportional schwerer“. Das bedeutet, dass sich die Wirkungsquerschnitte mit $(r(v))^2$ verkleinern.

Daraus resultiert die Fehlinterpretation, dass der aus den Wirkungsquerschnitten hochrelativistischer Teilchen berechnete Radius dem Ruhe-Radius entspricht. Kommt es durch Wechselwirkung im Detektor zur Verlangsamung, vergrößert sich der Radius bei proportionaler Masseverkleinerung, masseabhängige Energie wird in radiusabhängige Raum-Energie transformiert.

„Kalorisch“ wird aber nur die Translationsenergie gemessen. Das ist aus Sicht der Phänomenologie der Elementarkörper verständlich, da die Objektvergrößerung innere Raumenergie bedeutet, die dem Außen nicht zur Verfügung gestellt werden kann. Dieser Vorgang ist im Denken der herrschenden Physik nicht realisierbar.

Da bei Teilchenzerfällen radiuskleinere Objekte, also Comptonwellenlängen-kleinere Objekte, sich in radiusgrößere Objekte umwandeln, scheint Energie verloren gegangen zu sein. Hier kommt fatalerweise das Neutrino-Postulat ins Spiel, welches EKT basierend widerlegt wird. Wobei das Neutrinomassen-Postulat bereits durch die Universalität der Materiewelle denkmodellunabhängig widerlegt wird (später ausführlich mehr dazu).

3 Elementarkörper – Photon

Die Elementarkörpertheorie bietet eine in sich konsistente, minimalistische und anschauliche Beschreibung des Photons und seiner Wechselwirkung mit Materie. Ausgehend von der fundamentalen Masse-Radius-Konstantengleichung $m_0 r_0 = 2h/(\pi c)$ wird der Übergang vom Photon, reine Bewegungsenergie, zum massebehafteten Elementarkörper durch einfache Sinus-Funktionen beschrieben.

Der Nullpunkt repräsentiert nicht „Nichts“, sondern den maximalen Bewegungszustand – die zeitlose Lichtgeschwindigkeit. Information und materieller Zustand sind verbunden durch die Masse-Radius-Kopplung.

3.1 Historischer Kontext

Die Bezeichnung „Photon“ wurde erstmals 1926 von dem amerikanischen Physikochemiker Gilbert Lewis in seiner Arbeit „The Conservation of Photons“ vorgeschlagen – 21 Jahre nach Einsteins Arbeit zum photoelektrischen Effekt. Lewis spekulierte, ob Licht aus einer neuen Atomsorte bestehe, die weder erzeugt noch vernichtet werden könne, also einem Erhaltungssatz gehorche.

Diese historische Anmerkung ist bedeutsam, denn sie zeigt, dass der Photonenbegriff von Anfang an mit der Frage nach der Natur des Lichts und seiner Beziehung zur Materie verbunden war – eine Frage, die die Elementarkörpertheorie auf bemerkenswert einfache Weise beantwortet.

Für ein anschauliches Verständnis und resultierend für die phänomenologisch begründeten Elementarkörpertheorie basierenden Gleichungen sind nachweislich weder eine variable Zeit, noch mathematische Raum-Zeit-Konstrukte, noch irgendeine Form der Substrukturierung notwendig.

Die grundsätzliche, phänomenologisch begründete Elementarkörper basierende Denkmodell-Forderung besteht darin, dass möglichst minimalistische Gleichungen sowohl das masselose Photon als auch massebehaftete Materie abbilden. Die Entstehungsgleichungen

$$r(t) = r_0 \cdot \sin\left(\frac{c \cdot t}{r_0}\right)$$

und

$$m(t) = m_0 \cdot \sin\left(\frac{c \cdot t}{r_0}\right)$$

leisten genau das. Die zeitlose Lichtgeschwindigkeit – als Zustand reiner Bewegung – steht nicht im Widerspruch mit der Materie-Energie-Verkörperung.

3.2 Naturphilosophische Vorbetrachtung zur Minimalistik

Die ursprungssymmetrischste räumliche Anordnung ist die nichtrotierende infinitesimale Kugeloberfläche. Nur auf einer idealisiert infinitesimalen, nichtrotierenden Kugelschale sind alle Punkt-Elemente respektive Flächenelemente gleichberechtigt.

Die naturphilosophische Bedingung für eine elementare Struktur, im Sinne einer strengen Bedeutung, ist die Abwesenheit einer Substruktur. Selbst eine Hauptträgheitsachse erzeugt eine Asymmetrie, mit den Extremen, dass die Pole gar nicht rotieren und am Äquator maximale Drehgeschwindigkeit herrscht. Somit sind Strukturelemente, wie Punkte und Flächen, eines Rotationskörpers nicht gleichberechtigt.

Somit besitzt ein Rotationskörper, selbst wenn es sich um eine um eine Hauptträgheitsachse rotierende infinitesimale Hohlkugel mit konstanter Winkelgeschwindigkeit handelt, eine Substruktur, die sich durch verschieden schnell bewegte Strukturelemente manifestiert. Rotation kann also aus logischer Sicht keine Fundamentaleigenschaft einer elementaren Struktur sein.

»**phänomenologisch begründet**«

In den vorliegenden Ausführungen wird des Öfteren der Terminus »phänomenologisch begründet« verwendet. Was bedeutet das?

Im Gegensatz zu den vorherrschenden Standardmodellen der Elementarteilchenphysik (SM) und dem Kosmologischen Standardmodell (ΛCDM-Modell) ist das alternative Denkmodell der Elementarkörpertheorie mathematisch einfach und anschaulich. Die Modell-Gleichungen sind geometrisch begründet und „sinnerfahrbar“. Was das im Detail bedeutet, ist Gegenstand aller folgenden Betrachtungen und resultierenden Berechnungen im Rahmen der EKT.

3.3 Elementarkörper-Entwicklungs-Gleichungen

Die zeitabhängigen Elementarkörper-Entwicklungs-Gleichungen leiten sich aus der beobachteten Invarianz der Vakuum-Lichtgeschwindigkeit ab. Der fundamentale Unterschied zur Speziellen Relativitätstheorie respektive zur Lorentztransformation ist der wechselwirkungsnotwendige radialsymmetrisch-dynamische Charakter dieser Gleichungen.

Im Rahmen vorliegender näherungsfreier, phänomenologisch begründeter Elementarkörper wird der Begriff Ruhemasse m_0 verwendet, dieser ist jedoch von dem Begriff der Ruhemasse der Speziellen Relativitätstheorie zu unterscheiden. Die Ruhemasse entspricht dem voll ausgebildeten Elementarkörper mit $m(t) = m_0$ und $r(t) = r_0$. Die innere Strukturdynamik und alle möglichen Elementarkörper-Wechselwirkungen sind inertialsystembefreit-dynamisch.

Die Entwicklungsgleichungen lauten:

$$r(t) = r_0 \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \tag{7}$$

$$m(t) = m_0 \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \tag{8}$$

$$v(t) = \frac{dr}{dt} = c\cos\left(\frac{ct}{r_0}\right) \tag{9}$$

Die Randbedingungen sind:

$$r(0) = 0, \quad m(0) = 0, \quad v(0) = c$$

$$r(t_0) = r_0, \quad m(t_0) = m_0, \quad v(t_0) = 0$$

Die Entwicklungszeit beträgt:

$$t_0 = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{r_0}{c} \tag{10}$$

3.4 Was ist Masse?

Die Ruhemasse (invariante Masse) der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) ist inhärent mit Inertialsystemen verbunden. Zur Begriffsdefinition: Eine Größe, die sich bei Lorentz-Transformationen nicht ändert, heißt Lorentz-Invariante. In der Speziellen Relativitätstheorie wird Masse (m_{SRT}) so definiert, dass sie eine lorentzinvariante Größe ist. **In der Elementarkörpertheorie ist die Ruhe-Masse m_0 ein Maß für die Oszillationsfrequenz des Elementarkörpers**. Die radius-kleineren Elementarkörper besitzen eine größere Masse, da diese äquivalent zur möglichen Bewegung der oszillierenden Oberfläche ist. **Masse ist also im Bild des Elementarkörpers äquivalent zur inneren Bewegung und wird über die reziproke Proportionalität auf den Radius zurückgeführt:**

$$m_0 = \frac{2h}{\pi c\, r_0} = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{r_0} \tag{11}$$

3.5 Die Elementarkörper-Kugeloberfläche

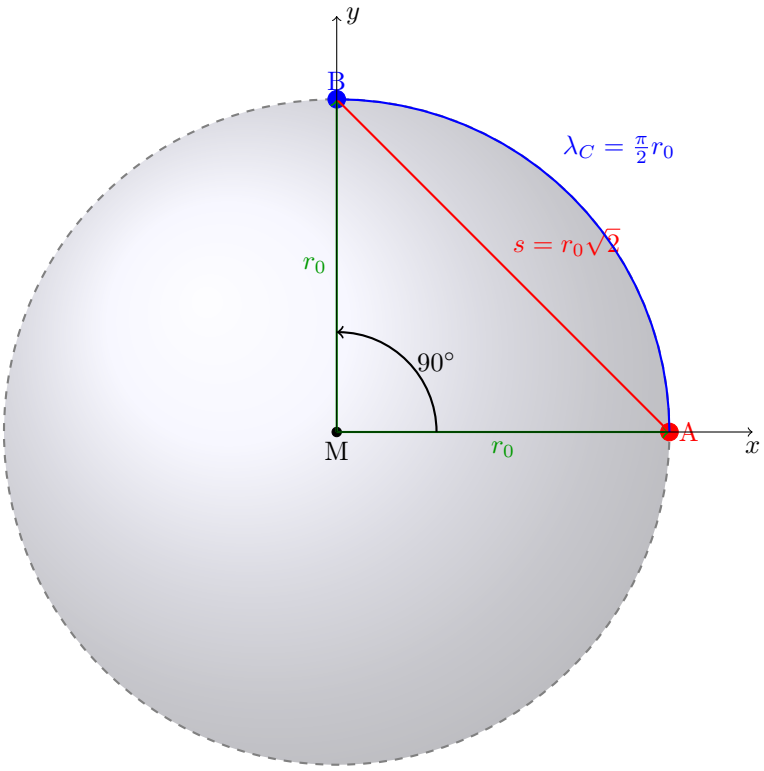


Abbildung 1: Die Elementarkörper-Kugeloberfläche mit Radius r_0. Die Orthodrome $\lambda_C = \frac{\pi}{2} r_0$ entspricht der Compton-Wellenlänge und entspricht der vollständigen Elementarkörper-Entwicklung.

Die Abbildung zeigt die Elementarkörper-Kugeloberfläche mit Radius r_0. Der Punkt A liegt auf der x-Achse, Punkt B auf der y-Achse. Der euklidische Abstand zwischen A und B ist die rote Sehne:

$$s = r_0\sqrt{2}$$

Die Orthodrome, der blaue Viertelbogen, ist:

$$\lambda_C = \frac{\pi}{2} r_0$$

Diese Orthodrome entspricht der Compton-Wellenlänge des Elementarkörpers und markiert die vollständige Entwicklung vom Photon zum massebehafteten Elementarkörper.

3.6 Am Anfang war das einzigartige „ invariante C “ – Denkmodell-Geschichte

Das Verständigungs- bzw. Interpretations-Problem aus Sicht der Standardphysiker begann bzw. beginnt – wie so oft – mit einem Realphysik befreiten Formalismus. Die beobachtbare Invarianz der Vakuum-Lichtgeschwindigkeit ist keineswegs „direkt“ mit der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) verbunden, wie suggeriert wird. Das historisch viel zitierte Michelson-Morley-Experiment ist eindimensional konzipiert und sagt gar nichts über massebehaftete Teilchen im Sinne der herrschenden Physik aus und behandelt auch keine transversalen Komponenten. Die mathematische Invarianz der transversalen Komponenten ist lediglich eine formale Konsequenz der geradlinig gleichförmig bewegten Beobachter bezüglich kräftefreier Teilchen in einem mathematischen Denkmodell. Mit anderen Worten, das gesamte Konstrukt der Lorentztransformation(en) ist an Inertialsysteme gebunden. Phänomenologisch sagt die SRT nichts über die Invarianz der Lichtgeschwindigkeit.

Bevor Missverständnisse aufkommen, es wird nicht behauptet, dass die Mathematik der Relativitätstheorie falsch ist. Doch das mathematische Konstrukt besitzt – außer der zugrunde liegenden beobachtbaren

Invarianz der Vakuum-Lichtgeschwindigkeit – keine realphysikalische Basis. Es existieren zwar Beobachtungen, aber es existiert keine Phänomenologie zur Mathematik der SRT. Die inertialsystembehaftete „Relativität der Beobachter“ ist eine „heikle Sache“, da es in der Natur nur dann zu messbaren Systemänderungen kommt, wenn Energie ausgetauscht wird. Energieaustausch bedeutet aber grundsätzlich, dass Beschleunigungen auftreten. Mit der Beschleunigung „verabschiedet“ sich das Inertialsystem und folgerichtig gleichfalls die Lorentztransformation in ihrer ursprünglichen Form. Die Mathematik der SRT ist nicht falsch, sondern schon „per Definition“ nicht dynamisch.

Mit einfachen Worten: Es stellte sich mir (Dirk Freyling), schon 1986, während meines Physikgrundstudiums, die Frage, welche mathematische Ur-Gleichung den „relativistischen“ Faktor der dynamisierten Lorentztransformation abbildet. Fakt ist: Losgelöst von konkreten Denkmodellansätzen sind Realobjektwechselwirkungen stets dynamisch. Da die SRT „inertialsystembelastet“ ist, musste zwingend für einen dynamischen Entwicklungsprozess $v = \text{const.}$ durch $v = dr/dt$ ersetzt werden.

Das Auffinden der Funktion

$$r(t) = r_0 \cdot \sin\left(\frac{c \cdot t}{r_0}\right) \tag{12}$$

war somit einfach. Die später erdachte Elementarkörper-Rekonstruktion (**Freylingscher Eingriff**) bildet einen der Denk-Versuche ab, wie man sich geometrisch „etwas“ vorstellen kann. Doch primär und in letzter Konsequenz war das „einfache“ Ersetzen der „unnatürlich“ stets konstanten Geschwindigkeit durch eine variable Geschwindigkeit der Schlüssel zu einem komplett neuen Verständnis.

4 Der Freylingsche Eingriff: Geometrische Herleitung der Elementarkörper-Dynamik

Ausgehend von der isotropen Lichtausbreitung im Zentrum einer werdenden Kugeloberfläche und dem Satz des Pythagoras wird die Beziehung $r(t) = ct\sqrt{1 - v^2/c^2}$ hergeleitet. Die sinusförmige Entwicklung $r(t) = r_0 \sin(ct/r_0)$ ergibt sich aus der Forderung, dass die Anfangsbedingungen $r(0) = 0$, $v(0) = c$ und die Endbedingungen $r(t_0) = r_0$, $v(t_0) = 0$ erfüllt sein müssen. Die Schritt-für-Schritt-Herleitung zeigt jede Umformung. Interessant ist zu erwähnen, dass die Geometrie und Plausibilität ohne „relativistische Ideen“ auskommt. Im Folgenden wird gezeigt, wie aus einer einfachen geometrischen Betrachtung ein so genannter Elementarkörper entsteht und das Relativitätsprinzip in Form des dynamisch-relativistischen Faktors γ_{dyn} eine Konsequenz der Radialsymmetrie ist.

4.1 Schritt 1: Entstehung einer Kugeloberfläche durch isotrope Lichtausbreitung

Wir betrachten die Entstehung einer Kugeloberfläche als isotrope Lichtausbreitung vom Zentrum mit maximalem Radius r_0. Aufgrund der Kugelsymmetrie reduziert sich die Betrachtung auf einen Kreis mit Radius $r_0 = c \cdot t$ (c: Lichtgeschwindigkeit, t: Zeit).

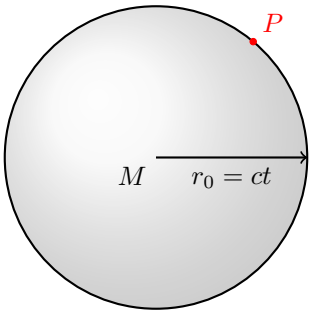


Abbildung 2: Isotrope Lichtausbreitung vom Zentrum M erzeugt eine Kugeloberfläche. Zum Zeitpunkt t hat die Oberfläche den Radius $r_0 = ct$. Punkt P ist ein beliebiger Punkt auf der Oberfläche.

Zum Zeitpunkt $t = 0$ ist der Radius Null – dies entspricht dem Photon. Zum Zeitpunkt t hat die Oberfläche den Radius r_0.

4.2 Schritt 2: Variable Geschwindigkeit und der Freylingsche Eingriff

Die Kugeloberfläche expandiere mit einer variablen radialen Geschwindigkeit $v = dr/dt$.

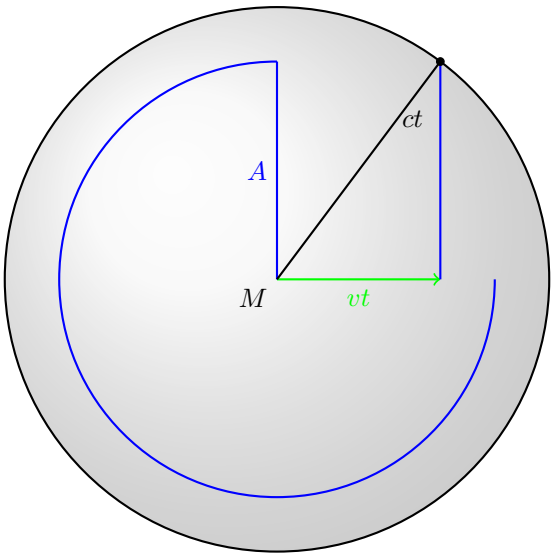


Abbildung 3: **Freylingscher Eingriff**: Die horizontale Strecke vt (grün), die blauen Senkrechten (die zweite mit A bezeichnet), A entspricht geometrisch einem reduzierten Radius in Abhängigkeit der Geschwindigkeit v.

Für die mathematische Berechnung ist es zwar anschaulich notwendig, dass wir die Geschwindigkeit v als Momentaufnahme als konstant und senkrecht zu c mit definierter Raum-Richtung betrachten, doch im Rahmen einer phänomenologischen Betrachtung ist das nicht der Fall. Die Kugeloberfläche entwickelt sich offensichtlich dynamisch und radialsymmetrisch mit $v = dr/dt$ isotrop. Mit anderen Worten: Schaut man sich die obige Grafik an, so steht A zwar zur mathematischen Berechnung senkrecht auf $v \cdot t$, aber A kann auf Grund der Radialsymmetrie beliebig im Kreis, respektive weitergedacht im Raum, gedreht werden, ohne dass sich A betragsmäßig ändert. Dies ist der **Freylingsche Eingriff**.

A entspricht geometrisch einem reduzierten Radius in Abhängigkeit der Geschwindigkeit v, der mit $r = r_0$ sein Maximum erreicht. Wir suchen nun eine Lösung, die $A(v) := r(v)$ in Abhängigkeit der Zeit beschreibt. Wenn wir v als variabel annehmen, gilt: $v = dr/dt$.

4.3 Schritt 3: Satz des Pythagoras – erste Gleichung

Aus der Zeichnung folgt der Satz des Pythagoras:

$$(ct)^2 = A^2 + (vt)^2.$$

Da A in dieser Konstruktion genau der aktuelle Radius $r(t)$ ist, schreiben wir:

$$(ct)^2 = r(t)^2 + (vt)^2.$$

Auflösen nach $r(t)$:

$$\begin{aligned} A^2 + (v \cdot t)^2 &= (c \cdot t)^2 \\ A^2 &= (c \cdot t)^2 - (v \cdot t)^2 \\ A^2 &= t^2(c^2 - v^2) \\ A^2 &= c^2 t^2 \left(1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2\right) \end{aligned}$$

Damit ergibt sich für A, der Radius $r(t)$:

$$\boxed{r(t) = ct\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

4.4 Schritt 4: Die sinusförmige Lösung

Die Randbedingungen lauten:

$$r(0) = 0, \quad v(0) = c, \quad r(t_0) = r_0, \quad v(t_0) = 0.$$

Der einfachste Ansatz, der diese Bedingungen erfüllt und zugleich die obige Pythagoras-Beziehung identisch erfüllt, ist die Sinusfunktion:

$$\boxed{r(t) = r_0 \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right)} \qquad \boxed{v(t) = \frac{dr}{dt} = c\cos\left(\frac{ct}{r_0}\right)}.$$

Die maximale Ausdehnung r_0 wird erreicht, wenn $\sin(ct/r_0) = 1$, also bei

$$t_0 = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{r_0}{c}.$$

4.5 Schritt 5: Entwicklungszeit, Orthodrome und die Masse-Radius-Konstante

Die Entwicklungszeit t_0 ist die Zeitspanne vom Photon bis zum voll ausgebildeten Elementarkörper. Die während dieser Zeit auf der Kugeloberfläche zurückgelegte Bogenlänge, die Orthodrome, ist

$$\lambda = ct_0 = \frac{\pi}{2} r_0.$$

In der Quantenphysik ist die Compton-Wellenlänge eines Teilchens der Masse m_0 gegeben durch $\lambda_C = \frac{h}{m_0 c}$. Die EKT identifiziert λ mit λ_C:

$$\frac{\pi}{2} r_0 = \frac{h}{m_0 c}.$$

Daraus folgt die fundamentale **Masse-Radius-Konstantengleichung**:

$$\boxed{m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c}} \qquad \text{[F1]}.$$

Diese Gleichung ist das Herzstück der Elementarkörpertheorie. Sie verknüpft Masse und Radius jedes Elementarkörpers ohne freie Parameter.

4.6 Zur Comptonwellenlänge – Viertelperiode, nicht volle Periode

Energie-äquivalent wird die Energie des Masse-Radius-gekoppelten Realobjektes alternativ durch die Comptonwellenlänge $\lambda_C = \frac{\pi}{2} r_0$ definiert. Somit ergibt sich die Comptonwellenlänge objekt-natürlich.

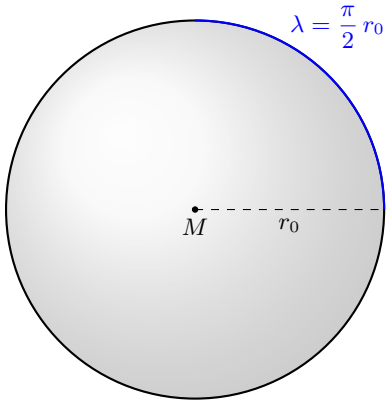
In der herrschenden Physik wird die Comptonwellenlänge als $\lambda_C = \frac{h}{m_0 c}$ eingeführt, jedoch ohne geometrische Begründung und implizit als Ergebnis einer **vollen Periode** 2π betrachtet. Die EKT zeigt dagegen: Der Verkörperungsprozess vom Photon zum massebehafteten Elementarkörper entspricht einer **Viertelperiode** $\frac{\pi}{2}$ der zugrundeliegenden Schwingung. Daher ist die korrekte Beziehung:

$$\lambda_C = \frac{\pi}{2}\, r_0.$$

Daraus folgt unmittelbar der **masseinhärente Radius**:

$$r_0 = \frac{2}{\pi}\, \lambda_C = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{h}{m_0 c}.$$

Die Frage, wie wertesicher die mit den Comptonwellenlängen assoziierten Ruhemassen inhärenten Ruheradien $r_0(m_0)$ sind, ist leicht zu beantworten: **Comptonwellenlängen sind auch Messgrößen.** [CODATA-λ_C(Proton), CODATA-λ_C(Elektron)]



$\lambda_C = \frac{\pi}{2}\, r_0$

Daraus folgt unmittelbar der **masseinhärente Radius**:

$r_0 = \frac{2}{\pi}\, \lambda_C = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{h}{m_0 c}$

Abbildung 4: Die Orthodrome als Viertelbogen der Kugeloberfläche: $\lambda_C = \frac{\pi}{2} r_0$

Dieses elementarkörpertheoretische Fundament wird durch Messergebnisse im Rahmen differentieller Streuquerschnitte elastischer und inelastischer Streuungen bestätigt – und steht gleichzeitig in eklatantem Widerspruch zu den Aussagen der Elementarteilchenphysik.

4.7 Experimentelle Bestätigung durch Streuquerschnitte

Die folgende Zusammenstellung zeigt, dass der aus der Masse-Radius-Kopplung abgeleitete **klassische Radius**

$$r_{\mathrm{kl}} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_0 c^2}$$

in sämtlichen etablierten Streuformeln auftritt – ein starkes Indiz für die physikalische Realität des masse-inhärenten Radius r_0. In der EKT wird dieser ausgedrückt als

$$r_{\mathrm{kl}} = \frac{\alpha}{4}\, r_0,$$

wobei α die Feinstrukturkonstante ist. Der Faktor $\alpha/4$ ist das Verhältnis von elektrischer Energie zur Gesamtenergie.

Zu den sieben experimentell bestätigten Streuformeln gehören:

- Thomson-Streuung
- Møller-Streuung
- Bethe-Bloch-Sternheimer-Gleichung
- Photoelektrischer Effekt
- Paarbildung
- Compton-Streuung (Klein-Nishina)
- Kramers-Heisenberg-Formel

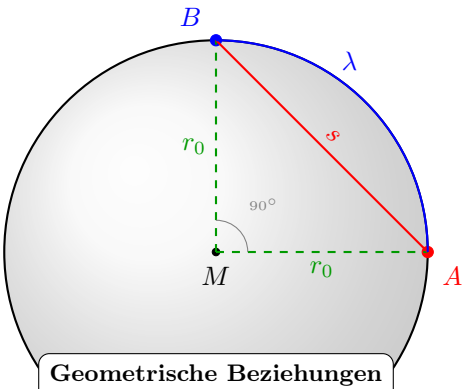
In allen diesen Gleichungen erscheint der klassische Radius r_{kl} bzw. $\frac{\alpha}{4} r_0$. Die experimentelle Übereinstimmung ist ein direkter Beleg für die Gültigkeit der Masse-Radius-Kopplung.

4.8 Allgemeine Verkörperung des euklidischen Abstandes

Die Tatsache, dass wir in sehr guter Näherung – im Vergleich konträr zu modernen theoretischen Abstraktionen der Elementarteilchenphysik und in Korrespondenz zum masse-radius-gekoppelten Mikrokosmos – auf einer Kugeloberfläche leben, führt nicht zu einer dreidimensionalen Raumkrümmung oder gar zu einem Raum-Zeit-Kontinuum.

Die Tatsache, dass elementare Strukturen initial aus oszillierenden Kugeloberflächen bestehen, führt gleichfalls nicht zu einem vierdimensionalen Konzept mit Vertauschungsmöglichkeiten von Raum und Zeit. Es kommt ganz im Gegenteil zu einer konstruktiven Beschreibungsverarmung. Die Isotropie führt zu einer 2-dimensionalen Plausibilität, die sich formal auf Zeit und Radius verarmt. Die Selbstverständlichkeit, dass die Wegstrecke auf einer Kugeloberfläche nicht der euklidischen Entfernung zwischen den Punkten A und B entspricht, bedarf keiner Abstraktion.

4.8.1 Verkörperte euklidische Distanz



Geometrische Beziehungen

$$s = r_0\sqrt{2}$$
$$\lambda = \frac{\pi}{2}\, r_0$$
$$\frac{\lambda}{s} = \frac{\pi}{\sqrt{8}}$$
$$\Delta s = s\left(\frac{\pi}{\sqrt{8}} - 1\right)$$
$$= r_0\left(\frac{\pi}{2} - \sqrt{2}\right)$$

Die Verkörperung des euklidischen Abstandes
Auf einer Kugeloberfläche ist die kürzeste Verbindung λ (Orthodrome) länger als der euklidische Abstand s im dreidimensionalen Raum.

Abbildung 5: Euklidischer Abstand s (rote Sehne) und Orthodrome λ (blauer Bogen) auf einer Kugeloberfläche. Beide Punkte A und B haben den Abstand r_0 vom Mittelpunkt M und schließen einen 90°-Winkel ein.

Zu jedem euklidischen Abstand s der Punkte A und B gibt es radialsymmetrische Körper mit Radius r_0, die eindeutig den Abstand der Punkte A und B auf der Kugeloberfläche in kugelsymmetrischer Weise bestimmen.

Aus Sicht eines Beobachters im Körper-Mittelpunkt ist der kürzeste Abstand, der die Punkte A und B auf der Kugeloberfläche verbindet: $\lambda = \frac{\pi}{2} r_0$ bzw. $\lambda = s\,\frac{\pi}{\sqrt{8}}$. Bedingt durch die Verkörperung ist die Wechselwirkung radialsymmetrisch. Das bedeutet, dass ein physischer Raum aufgebaut wird.

Ein Verständigungs- und Interpretations-Problem besteht darin, dass stillschweigend vorausgesetzt wird, dass es im Mikrokosmos die klassische Möglichkeit eines euklidischen Abstandes gibt und dass dieser euklidische Denk-Ansatz im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie durch einen gekrümmten dreidimensionalen Raum mit erweiterter Zeitfunktion eine abstrakte differentialgeometrische Erfüllung

findet. Aber beispielsweise weder der quantenmechanische Spin, basierend auf einer postulierten Wahrscheinlichkeitswelle oder wahlweise postulierten Punktmasse des Elektrons, noch die postulierte Krümmung des Raumes beinhalten physikalische Plausibilität, geschweige denn Realität.

5 Elektronenradius - Was ist eine physikalische Gleichung?

Eine physikalische Gleichung besteht aus maßgebenden Größen wie Ladung, Masse und Radius, möglicherweise Naturkonstanten, Koeffizienten und Rechenvorschriften. Der Sinn einer physikalischen Gleichung besteht darin, in Abhängigkeit der vorkommenden Gleichungsbestandteile eine qualitative und quantitative Aussage zu treffen.

Nun zu behaupten, der klassische Elektronenradius $r_{e,\text{klassisch}}$ respektive der Elektronenmasse inhärente Elektronenradius r_e käme zwar in allen Gleichungen zur Streuung an Elektronen vor – Ausnahme Teilchenbeschleuniger – hätte aber keine maßgebende Bedeutung, sondern sei nichts weiter als eine Rechengröße, ist irreal und interdisziplinär grotesk.

Der klassische Elektronenradius ist keine abstrakte Rechengröße, sondern der – bedingt durch das Verhältnis von elektrischer Energie zur Ruhe-Energie des Elektrons – skalierte Wechselwirkungsradius r, der ausnahmslos bei allen Streu-Experimenten an Elektronen in Erscheinung tritt, auch im Teilchenbeschleuniger.

Für das Elektron gilt, wie für alle Elementarkörper, die fundamentale Masse-Radius-Beziehung:

$$m_e \cdot r_e = \frac{2h}{\pi c} = F_{\text{EK}} \tag{13}$$

Daraus folgt der Elektronenmasse inhärente Radius:

$$r_e = \frac{2h}{\pi c \cdot m_e} = \frac{2}{\pi} \cdot \lambda_{C,e} \tag{14}$$

Mit den CODATA-Werten ergibt sich:

$$r_e \approx 1{,}54 \cdot 10^{-12}\,\text{m} \tag{15}$$

Der klassische Elektronenradius ist in der EKT der über das Verhältnis von elektrischer Energie zur Gesamtenergie skalierte Wechselwirkungsradius:

$$r_{e,\text{kl}} = \frac{\alpha}{4} \cdot r_e \tag{16}$$

Numerisch:

$$r_{e,\text{kl}} = \frac{\alpha}{4} \cdot r_e \approx 2{,}82 \cdot 10^{-15}\,\text{m} \tag{17}$$

Dieser klassische Radius tritt in allen Streuformeln an Elektronen auf – von der Thomson-Streuung über die Klein-Nishina-Formel bis zur Bethe-Bloch-Gleichung. Er ist keine abstrakte Rechengröße, sondern der skalierte reale Wechselwirkungsradius des Elektrons.

Nicht die typischen energieabhängigen Elektronenradien kleiner als 10^{-19} m in Verbindung mit Teilchenbeschleunigern sind falsch gemessen, sondern die von der Elementarteilchenphysik resultierenden Schlussfolgerungen bezüglich ruhender Elektronen.

Die Elementarkörpertheorie beschreibt konsistent sowohl das Verhalten bei konventionellen Streu-Energien der Streu-Partner des Elektrons als auch hochenergetisch im Teilchenbeschleuniger. Hier gibt es die größten emotionalen Ausbrüche und eine methodische Plausibilitäts-Verweigerung der Standardmodell-Physiker und deren Anhänger.

Der klassische Elektronenradius führt zum Elektronenmasse inhärenten Elektronenradius r_e, der als skalierter Wechselwirkungsradius r bei Streuexperimenten in Erscheinung tritt. Hier wird die fundamentale Masse-Radius-Kopplung deutlich, die ihren formalen Ausdruck in der Masse-Radius-Konstanten-Gleichung findet:

$$m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c} = F_{\mathrm{EK}} \tag{18}$$

Protonen

In der masse-radius-gekoppelten Realität sind die Proton-Streuzentren mit Wirkungsquerschnitten kleiner als der Wirkungsquerschnitt des Protons – die theorieinduziert als Quark-Gluonen-Substruktur interpretiert werden – die radialsymmetrisch radius-verkleinerten Protonen selbst. Analoges gilt für hochenergetische Elektronen.

Nur hier führt das etablierte Denkschema dazu, dass man den Elektronen per Postulat keine Substruktur geben möchte. Im Resultat erleiden Elektronen gemäß Standardmodell der Teilchenphysik dann die phänomenologisch sinnleere Punktverarmung von Masse und elektrischer Ladung.

Die daraus resultierenden Divergenzen sind punktverarmungs-inhärent. Resultierende Unendlichkeiten der Masse-, Ladungs- und Energiedichte werden sodann mittels aufwendigen, mathematisch-axiomatisch bedenklichen Neukonstruktionen – Stichworte Renormierung und Regularisierung – mit eigens für dieses Problem konstruierten, kompensatorisch wirkenden negativen Unendlichkeiten zum Verschwinden gebracht.

Teilchenbeschleuniger

Im wahrsten Sinne des Wortes ist ein Teilchenbeschleuniger das von Menschenhand energetisch dimensionsgrößte Nichtinertialsystem. Dort gilt die Lorentztransformation der SRT nicht. Auch das Relativitätsprinzip gilt nicht für einen Teilchenbeschleuniger.

Die kontinuierlich beschleunigten Teilchen – gleichgültig welcher Art – und deren beschleunigte Bezugssysteme zur formalen Beschreibung sind eindeutig von dem Beschleunigersystem unterscheidbar. Die zugeführte Energie, die sich durch die vergrößerte Gesamtenergie der Teilchen manifestiert, lässt sich nicht mit der Lorentztransformation beschreiben, da die Relativität unmissverständlich an Inertialsysteme gebunden wäre.

Wer nun – mit oder ohne akademischen Grad – glaubt, dass sich in Ermangelung eines bekannten Formalismus bequemerweise die Lorentztransformation für einen Teilchenbeschleuniger anwenden lässt und zu einer eindimensionalen Längenkontraktion sowie zu einer zeitgleichen relativen Massenvergrößerung der beschleunigten Teilchen führt, unterliegt einer naiven Dekadenz. Oder wie sollte man es anders ausdrücken, wenn eine axiomatische Wirklichkeit nach Belieben ausgeblendet wird?

Die radialsymmetrische, dynamische Erweiterung der Lorentztransformation im Rahmen der Elementarkörpertheorie ist jedoch nicht an Inertialsysteme gebunden. Die Invarianz der Vakuumlichtgeschwindigkeit ist und bleibt eine Grundvoraussetzung für die Elementarkörpertheorie. Es existieren keine Widersprüche zur Beobachtung.

5.0.1 ***Merke***

Obwohl Teilchenbeschleuniger keine Inertialsysteme sind, wird auf Grund wunschgemäßen Denkens der Standardmodell-Physiker und Quantenfeldtheoretiker die theoretische Konsequenz und Axiomatik der inertialsystemgebundenen Speziellen Relativitätstheorie verdrängt und diese auf eine relative Massenvergrößerung und Längenkontraktion nur in Bewegungsrichtung eines Beschleunigersystems reduziert.

Diese dogmatisch verordnete, im Sinne der SRT nicht anwendbare relativistische Eindimensionalität führt zu fatalen Fehlinterpretationen der Messergebnisse, die letztendlich zur vermeintlichen Substruktur der Protonen und zu der Aussage führen, dass Elektronen einen Radius kleiner als 10^{-18} m besitzen und theoretisch als punktförmig angenommen werden können.

Die zur Kollision gebrachten Elektronen sind beschleunigte Vielteilchensysteme. Die bis zur Kollision zur Verfügung gestellte Energiemenge ist ein Vielfaches der aufgenommenen Energie der Elektronen. Die Suggestion, dass das einzelne Elektron eine vorbestimmte Menge an Energie aus dem Beschleuniger aufnimmt, ist mehr Wunsch als Wirklichkeit.

Da die abgestrahlte Leistung – Bremsstrahlung, im Ringbeschleuniger Synchrotronstrahlung – für beschleunigte Elektronen bei gleicher Beschleunigung in der Größenordnung

$$\frac{P_e}{P_p} = \left(\frac{m_p}{m_e}\right)^4 \approx 10^{13} \tag{19}$$

größer ist als für beschleunigte Protonen, ist das Wechselspiel von Energiezufuhr und Energieabfuhr evident. Da die Struktur respektive innere Dynamik des Elektrons der herrschenden Physik unbekannt ist, erübrigt sich die Frage nach der theoretischen Einbettung.

Ohne hier detaillierter und quantitativ auf das Problem der fehlenden Phänomenologie der Standard-Physik einzugehen, lässt sich Folgendes allgemeingültig feststellen: Der Elektronenradius bei hochenergetischen Kollisionen in Teilchenbeschleunigern ist von der Energie respektive Geschwindigkeit abhängig. Mit steigender Geschwindigkeit wächst die Impulsmasse des Elektrons. Gemäß Masse-Radius-Konstantengleichung hat das eine Abnahme des Elektronen-Radius zur Folge.

Das vermeintlich substrukturierte, Quark-basierende Proton und das vermeintlich strukturlose Elektron sind bei genauer Betrachtung nachvollziehbare Fehlinterpretationen der Teilchenbeschleuniger-Experimente.

Protonen und Elektronen in Collider-Beams verändern gemäß der Masse-Radius-Konstantengleichung fundamental ihre Masse-Radius-Verhältnisse. Somit sind Interpretationen und Theorien zur Substruktur, Streuung, Form- und Strukturfaktoren, Quarks, Gluonen, W- und Z-Bosonen, Confinement, Asymptotische Freiheit, CKM-Matrix und weitere Teilchenbeschleuniger Erscheinungen theoriebelade energetische Beliebigkeiten und Möglichkeiten insgesamt SM-Artefakte, die mit dem eigentlichen ruhenden Teilchen wenig zu tun haben.

6 Mythos »Theorieschaft« [Theorie schafft]

Praktisch orientierte Ägypter, Römer und Griechen erschufen lange vor Einführung der Integral- und Differentialrechnung, lange vor theoretischen Modellen zur Tragfähigkeit und Biegemöglichkeit von Balken und Säulen, komplexe Bauwerke, deren Fragmente teils auch heute noch zu besichtigen sind. Nicht die Theorie zum Halbleiter schuf den Halbleiter, der Halbleiter als elektrotechnisches Bastel- und Tüftler-Objekt ließ Spielraum für theoretische Betrachtungen. Funktionierende Technik als Innovation Angewandter Physik bedarf und bedurfte versuchsfreudiger „Macher“, (Miß-)Erfolge (trial & error) zeigten den Weg.

Physik und Philosophie - Thesen und Realität

„Die Physik beantwortet Wie-Fragen, die Philosophie beantwortet Warum-Fragen.“ Naja, Philosophen äußern Meinungen, selten bis nie handelt es sich insbesondere im ereich der Theoretischen Physik-Denkmodelle um Antworten, die inhaltlich über willkürliche, subjektive Bewertungen hinausgehen. Im Rahmen der Angewandten Physik gibt es praktische Antworten, die im Ergebnis beispielsweise Speichermedien, Kommunikation und realen Transport möglich machen. In der Modernen Theoretischen Physik gibt es seit mehr als 100 Jahren keine Antworten mehr, die phänomenologisch basierend begründet sind, sofern man anschauliche Realphysik fordert.

Um übergeordnet verstehen zu können, warum sich das **S**tandard**m**odell der (Elementar-)Teilchenphysik (SM) und das Kosmologische Standardmodell (Λ**C**[old]**D**[ark]**M**[atter]-Modell) ohne große Gegenwehr, trotz der extremen inneren Widersprüche, 25 freie Parameter SM und mindestens 6 freien Parametern im Standardmodell der Kosmologie, postulierter überlichtschneller Expansion des Universums,... ausschließlich postulierten, indirekten Existenzbeweisen und theoriebeladenen Messungen,... etablieren konnten, ist zu bemerken, dass diese Modellbetrachtungen für die Realphysikforschung sprich Material- und Anwendungs-Forschung keinerlei Bedeutung hatten und haben. Das gilt sowohl für die „Diagnostik“ (Materialuntersuchungen), als auch für die Konstruktion von (Material-)Anwendungen (später „am Rande“ mehr dazu).

Tatsache sind : Theoretische Modelle hink(t)en stets der (meßbaren) Realität hinterher. Der Mythos, das hochkomplexe, mathematische Theorien die Wirklichkeit beschreiben und Neues generieren konnten und können, lebt. Dass jedoch die Voraussagefähigkeiten der theoretischen Modelle, bei genauer Sicht, Ergebnisse von immer wieder (neu) durchgeführten Nachkorrekturen sind, erschließt sich den meisten Interessierten nicht. Realobjekt-Interpretationen werden im Rahmen der Standardmodelle aus mathematisch formalisierten (mitunter esoterischen) [BR]) Konzepten geboren. Theoretisches wurde über Jahrzehnte immer wieder genaueren Meßergebnissen angepasst. Sei es durch Zusatzrechnungen, neue Quantenzahlen, neue Wechselwirkungspostulate und neuen Substrukturthesen, sowie extrem zeitintensiven, iterativ-algorithmisch nachkorrigierten Ergebnissen mittels Cluster-Rechenanlagen respektive »Super-Computern«

Eine gesicherte „höhere mathematische Realität“ existiert ausschließlich im Rahmen axiomatisch be-

gründeter Sprache (Mathematik). Inwieweit eine korrekte mathematische Struktur („höhere mathematische Realität“) physikalisch anwendbar ist, lässt sich mit den Mitteln der Mathematik nicht entscheiden (siehe unstrittig-exemplarisch Epizykeltheorie und Banach-Tarski-Paradoxon). Mathematik erfasst letztendlich Mengen und kann nicht zwischen Staubsauger und Staub unterscheiden.

»**Natur kann nur addieren oder subtrahieren**«

7 Gleiche elektrische Ladungsstärke als Hinweis auf die gemeinsame Gesamtenergieskala

Ein besonders einfacher phänomenologischer Hinweis auf die energetische Beziehung zwischen Elektron und Proton liegt in einer elementaren experimentellen Tatsache: **Elektron und Proton besitzen trotz ihrer sehr unterschiedlichen Massen betragsmäßig exakt dieselbe elektrische Elementarladung** e,

$$\boxed{|q_e| = |q_p| = e.}$$

Im Bild der EKT ist diese Gleichheit gerade das zu erwartende Resultat. Elektron und Proton stellen unterschiedliche Aufteilungen derselben Gesamtenergie in Masse und räumliche Verkörperung dar. Grundlage dafür ist die Masse-Radius-Konstantengleichung

$$\boxed{m\,r = F_{\mathrm{EK}},}$$

aus der unmittelbar folgt:

$$\boxed{m_e r_e = m_p r_p = F_{\mathrm{EK}}.}$$

Eine größere Masse ist damit zwingend mit einem entsprechend kleineren masseinhärenten Radius verbunden, eine kleinere Masse mit einem entsprechend größeren Radius. Elektron und Proton unterscheiden sich folglich erheblich in ihrer **Verteilung zwischen Masse und Raum**, nicht jedoch in der zugrunde liegenden masse-radius-gekoppelten Gesamtgröße.

Vor diesem Hintergrund erhält die betragsmäßig gleiche elektrische Elementarladung eine besondere phänomenologische Bedeutung. Obwohl

$$m_p \gg m_e$$

gilt, bleibt die elektrische Kopplungsstärke beider Elementarkörper gleich. Sie folgt somit nicht einfach der jeweiligen Masse, sondern verweist im EKT-Bild auf die **gemeinsame Gesamtenergieskala**, die hinter den unterschiedlichen Masse-Radius-Verkörperungen steht. Die experimentell festgestellte Gleichheit der Ladungsbeträge kann daher als ein einfacher indirekter Hinweis auf jene energetische Gleichwertigkeit verstanden werden, welche die Masse-Radius-Konstantengleichung geometrisch ausdrückt.

Elektron und Proton erscheinen damit als **zwei unterschiedliche masse-räumliche Verkörperungszustände derselben elementaren Gesamtenergieskala**: Das Proton repräsentiert den stärker massegebundenen und entsprechend räumlich kleineren Zustand, das Elektron den masseärmeren und entsprechend räumlich weiter entwickelten Zustand.

Davon zu trennen ist zunächst die Frage nach der konventionell als „positiv“ und „negativ“ bezeichneten Ladungsrichtung. Dass Elektron und Proton experimentell ein entgegengesetztes elektrisches Verhalten zeigen, steht außer Frage. **Welche geometrische oder energetische Eigenschaft innerhalb der EKT diesem Unterschied zugrunde liegt, bleibt jedoch eine Forschungsaufgabe.** Die Begriffe „positiv“ und „negativ“ bezeichnen daher zunächst das beobachtete Verhalten, liefern innerhalb der EKT aber noch keine Erklärung seiner Ursache.

Auch die Bildung des Wasserstoffatoms erhält damit eine weitergehende Interpretation. Die Aussage, Proton und Elektron „ziehen sich aufgrund ihrer entgegengesetzten Ladungen an“, beschreibt zunächst

das beobachtete Verhalten. Im EKT-Bild wird der gebundene Zustand grundlegender als **energetisch-räumlicher Ausgleich zweier komplementärer Masse-Radius-Verkörperungen** verstanden. Proton und Elektron bilden einen gemeinsamen Zustand, weil ihre unterschiedlichen Masse- und Radiusanteile miteinander in Beziehung treten und einen Ausgleichszustand ermöglichen.

Die grundlegende Aussage lässt sich daher zusammenfassen als

unterschiedliche Masse-Radius-Verkörperungen $\longrightarrow$ gemeinsamer energetisch-räumlicher Ausgleichszustand.

Die betragsmäßig gleiche elektrische Elementarladung ist in diesem Bild der unmittelbar sichtbare phänomenologische Hinweis darauf, dass hinter den unterschiedlichen Massen und Radien von Elektron und Proton **dieselbe elementare Gesamtenergieskala** steht.

8 Protonenradius – exakte Bestimmung

8.1 Die fundamentale Masse-Radius-Kopplung

Die exakte theoretische Bestimmung des Protonenradius erfolgt im Rahmen der Elementarkörpertheorie (EKT) über die Masse-Radius-Konstantengleichung [$F1$]. Diese Gleichung besagt, dass das Produkt aus Masse und Radius eines Elementarkörpers eine fundamentale Invariante ist, die ausschließlich von Naturkonstanten abhängt:

$$m_0 \cdot r_0 = \frac{2h}{\pi c} = F_{\mathrm{EK}} \qquad [F1] \tag{20}$$

Mit Kenntnis der Protonenmasse m_p ergibt sich der Protonenmasse inhärente Protonenradius:

$$r_p = \frac{2h}{\pi c \cdot m_p} \tag{21}$$

Die Herleitung dieser Beziehung folgt einer stringenten geometrisch-energetischen Logik: Betrachtet man das Plancksche Wirkungsquantum h als kleinste skalare Wirkung, so hat diese Wirkung die Dimension Energie mal Zeit. Setzt man für die Energie die masseabhängige Ruhe-Energie $E_0 = m_0 c^2$ ein, so ergibt sich für jede Ruhe-Masse eine spezifische Zeit:

$$t(m_0) = \frac{h}{m_0 c^2} = \frac{\lambda_0}{c} \tag{22}$$

Diese Zeit lässt sich auch durch die Comptonwellenlänge $\lambda_0 = h/(m_0 c)$ der Ruhemasse ausdrücken. Die Entwicklungsgleichung des Elementarkörpers

$$r(t) = r_0 \sin\left(\frac{c}{r_0} \cdot t\right) \tag{23}$$

liefert den Zustand maximaler Ausdehnung bei $ct/r_0 = \pi/2$, woraus sich

$$t_0 = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{r_0}{c} \tag{24}$$

ergibt. Das Gleichsetzen beider Zeitausdrücke führt unmittelbar zu [$F1$].

8.2 Numerischer Wert und experimentelle Bestätigung

Die elementarkörpertheoretische Vorhersage für den Protonenradius lautet:

$$r_p(\mathrm{EKT}) = 8{,}412356415 \cdot 10^{-16}\ \mathrm{m} \tag{25}$$

Dieser Wert liegt im angegebenen Genauigkeitsbereich des experimentellen Wertes aus myonischem Wasserstoff mit $8{,}4087(\pm 0{,}0039) \cdot 10^{-16}$ m – das experimentelle Maximum liegt bei $8{,}4126 \cdot 10^{-16}$ m. Der

derzeitige CODATA-Wert für den Ladungsradius des Protons von $8{,}751(61) \cdot 10^{-16}$ m weicht dagegen um mehr als 4 % von der EKT-Vorhersage ab.

Die experimentelle Bestätigung der EKT-Vorhersage erfolgte durch mehrere unabhängige Messungen:

Myonischer Wasserstoff (2010/2013) Die Lamb-Shift-Messungen am myonischen Wasserstoff durch Randolf Pohl und Kollegen ergaben einen Protonenradius von

$$r_p(\mu) = 8{,}4087(39) \cdot 10^{-16} \text{ m} \tag{26}$$

– eine Übereinstimmung mit der EKT-Vorhersage innerhalb der Messunsicherheit.

Regulärer Wasserstoff (2017) Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching bestätigten mit hochpräziser Laserspektroskopie den unerwartet kleinen Protonenradius. Die Messung des 2S-4P-Übergangs in Wasserstoff erreichte eine relative Messungenauigkeit von $4 \cdot 10^{-12}$. Die daraus abgeleiteten Werte für die Rydberg-Konstante und den Protonenradius stimmten sehr gut mit den Messungen an myonischem Wasserstoff überein:

$$R_\infty = 10973731.568076(96) \text{ m}^{-1}$$
$$r_p = 8{,}335(95) \cdot 10^{-16} \text{ m}$$

Elektron-Proton-Streuung (PRad-Experiment, 2019) Das Proton Charge Radius (PRad) Experiment am Jefferson Lab maß die elastische Elektron-Proton-Streuung bei extrem niedrigen Impulsüberträgen ($Q^2 = 2 \cdot 10^{-4}$ bis 0,06 $(\text{GeV}/c)^2$) mit subprozentiger Präzision. Das Ergebnis

$$r_p = 0{,}831 \pm 0{,}007_{\text{stat}} \pm 0{,}012_{\text{syst}} \text{ fm} \tag{27}$$

stimmt hervorragend mit dem theoretisch berechneten EKT-Wert überein.

8.3 Historische Messungen und die Konstanz des EKT-Wertes

Bereits 1958 ermittelten Robert Hofstadter und Kollegen in Elektron-Proton-Streuexperimenten einen Protonenradius von

$$r_p = 0{,}80 \pm 0{,}04 \text{ fm} \tag{28}$$

– ein Wert, der mit der EKT-Vorhersage verträglich ist. Auch spätere Auswertungen, wie der "dispersion fit"von 1996/1997 mit 0,832(12) fm, bestätigten die Tendenz zu kleineren Werten.

Die EKT-Berechnung des Protonenradius ist parameterfrei. Die Genauigkeit der theoretischen Vorhersage ist nur von der Genauigkeit des Protonenmasse-Wertes und den Naturkonstanten h und c abhängig. Im Gegensatz dazu sind die experimentellen Bestimmungen durch Streuexperimente stark theoriebeladen – sie hängen von den verwendeten Formfaktoren und Modellannahmen ab.

Bemerkung 8.1. ***Zur Fundamentalität des Protons:*** *Der Physiker Hans-Peter Dürr wies bereits 1986 darauf hin, dass die Vorstellung einer Teilchenunterstruktur mit Erreichen einer charakteristischen Schranke versagt. Diese Schranke ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen dem Planckschen Wirkungsquantum und der Lichtgeschwindigkeit ($mR \ll h/c \approx 10^{-37}$ g cm). Dürr zufolge ist dies zum ersten Mal bei einem Proton der Fall ($R \approx 10^{-13}$ cm, $m = 1{,}7 \cdot 10^{-24}$ g), woraus sich für $mR \approx 10^{-37}$ g cm ergibt. Dürr nimmt diese auffällige Koinzidenz zum Anlass, das Quark-Modell zu kritisieren. Es erscheint ihm viel überzeugender, dass die Quarkstruktur wie auch eine Subquarkstruktur nur die Funktion einer effektiven Beschreibung im Sinne der Quasiteilchensprache der Mehrkörperphysik hat.*

8.4 Das Protonenradius-Puzzle und seine Auflösung

Die Diskrepanz zwischen den Protonenradien aus elektronischem Wasserstoff ($\sim 0{,}877$ fm) und myonischem Wasserstoff (0,84087 fm) – das sogenannte *Protonenradius-Puzzle* – ist in der EKT kein Rätsel. Der theoretische, parameterfreie Wert

$$r_p = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m_p} = \frac{2h}{\pi c m_p} = 0{,}84124 \text{ fm} \tag{29}$$

liegt exakt im Bereich der präzisesten myonischen Messungen.

Die Abweichung der CODATA-Werte resultiert aus der Theoriebeladenheit der Extraktionsmethoden und der Vernachlässigung der Wechselwirkung mit dem Messfeld.

8.5 Methodische Konsequenzen

Die EKT zeigt, dass der Protonenradius eine inhärente Eigenschaft der Masse-Radius-Kopplung ist – und nicht das Ergebnis einer komplexen Quark-Gluonen-Substruktur. Die Übereinstimmung der parameterfreien EKT-Vorhersage mit den präzisesten experimentellen Ergebnissen (Abweichung im Bereich der Messunsicherheit) ist ein starkes Indiz für die Konsistenz des elementarkörpertheoretischen Ansatzes. Der Protonenradius ist damit keine frei bestimmbare Größe mehr, sondern ein aus den Naturkonstanten ableitbares Resultat.

8.6 Zusammenfassung der Protonenradius-Bestimmung

Die EKT liefert eine parameterfreie, ausschließlich auf Naturkonstanten basierende Berechnung des Protonenradius:

Methode	**Wert**	**Abweichung zum EKT-Wert**	**Referenz**
EKT (theoretisch)	$8{,}412356415 \cdot 10^{-16}$ m	–	–
Myonischer Wasserstoff	$8{,}4087(39) \cdot 10^{-16}$ m	+0,04 %	Pohl et al. (2010/2013)
Regulärer Wasserstoff	$8{,}335(95) \cdot 10^{-16}$ m	−0,92 %	MPQ Garching (2017)
PRad (e-p-Streuung)	$8{,}31(7)(12) \cdot 10^{-16}$ m	−1,22 %	JLab (2019)
CODATA 2014	$8{,}751(61) \cdot 10^{-16}$ m	+4,03 %	CODATA 2014
Hofstadter (1958)	$8{,}0(4) \cdot 10^{-16}$ m	−4,90 %	Hofstadter et al. (1958)

Tabelle 1: Vergleich der EKT-Vorhersage mit experimentellen Bestimmungen des Protonenradius.

Die Übereinstimmung der EKT-Vorhersage mit den präzisesten experimentellen Ergebnissen (myonischer Wasserstoff, regulärer Wasserstoff, PRad-Experiment) liegt innerhalb der Messunsicherheiten. Die signifikante Abweichung des CODATA-Wertes ist ein Indiz für die Theoriebeladenheit der dortigen Extraktionsmethode.

9 Ladungskonzept, Polarität der Verkörperung, Wechselwirkung und Atom-Kernsituation in der Elementarkörpertheorie

In der Elementarkörpertheorie (EKT) besitzt der Begriff der elektrischen Ladung eine stringente geometrisch-energetische Ontologie. Elektron und Proton sind strukturgleiche Elementarkörper. Beide gehorchen derselben fundamentalen Invariante

$$m_e r_e = m_p r_p = F_{EK} = \frac{2h}{\pi c}. \tag{30}$$

Ihre Gesamtenergie ist damit durch das Produkt aus Masse und Radius festgelegt und identisch skaliert. Die unterschiedliche Massenverteilung – das Elektron leicht und räumlich ausgedehnt, das Proton schwer und räumlich kompakt – ist lediglich eine unterschiedliche Aufteilung derselben Gesamtenergieskala in massegebundenen und radiusgebundenen Anteil. Die betragsmäßig gleiche elektrische Elementarladung beider Körper ist in diesem Bild kein unerklärtes Faktum, sondern der unmittelbare phänomenologische Hinweis auf die gemeinsame energetische Grundlage.

Die Elementarkörperladung q_0 ist diejenige Maximal-Ladung, deren elektrostatische Selbstenergie exakt der gesamten Ruheenergie des Elementarkörpers entspricht:

$$\frac{q_0^2}{4\pi\varepsilon_0 r_0} = m_0 c^2. \tag{31}$$

Aus der Masse-Radius-Invariante folgt

$$q_0 = \sqrt{8\varepsilon_0 hc}. \tag{32}$$

Das Verhältnis der empirischen Elementarladung e zur Maximal-Ladung q_0 definiert die energetische Skalierung der elektrischen Wechselwirkung:

$$\frac{e^2}{q_0^2} = \frac{\alpha}{4}. \tag{33}$$

Damit ist $\alpha/4$ das Maß der „elektrischen Kopplungseffizienz“: Nur der Bruchteil $\alpha/4 \approx 1/548$ der masse-radius-gekoppelten Gesamtenergie eines Elementarkörpers tritt als elektrische Selbstenergie bzw. Wechselwirkungsenergie in Erscheinung. Der weitaus größte Teil der Energie bleibt in der Geometrie (Radius und begleitende Raumenergie-Hülle) verkörpert. Die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante α ist in der EKT kein freier Parameter, sondern ein Theorem, das aus dem Verhältnis von elektrischer Energie zur Gesamtenergie abgeleitet wird (siehe die ausführliche Herleitung von α im entsprechenden Abschnitt).

9.1 Polarität der energetischen Verkörperung und die Bedeutung von Anziehung und Abstoßung

Die Wechselwirkung ist in der EKT keine Kraft zwischen punktförmigen Ladungen, sondern eine inelastische Radienüberlagerung im gemeinsamen geometrischen Ursprung. Der resultierende Gesamtzustand muss wieder ein gültiger Elementarkörper-Zustand sein, d. h. er muss auf dem Einheitskreis der Transformation liegen und die Invariante $m \cdot r = F_{EK}$ erfüllen. Das System strebt den energetisch und geometrisch günstigsten Ausgleichszustand an. Entscheidend ist dabei die relative „Polarität“ der energetischen Verkörperung der beteiligten Elementarkörper.

Bei entgegengesetzter energetischer Verkörperung (Proton und Elektron) führt die Überlagerung zu einem kompakteren, stabilen gemeinsamen Zustand. Die kollektive Raumenergie-Hülle kann sich optimal ausbilden, die Phasen passen zusammen, und die Energiedifferenz erscheint als Bindungsenergie. Für das Wasserstoffatom ergibt sich die Grundzustandsenergie parameterfrei aus

$$\Delta E = \left(\frac{m_e}{1 + m_e/m_p}\right) \cdot \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right) \cdot c^2. \tag{34}$$

Mit den bekannten Werten liefert diese Gleichung $\Delta E = 13{,}5984682\,\mathrm{eV}$ und damit eine Übereinstimmung mit der experimentellen Rydberg-Energie auf dem Niveau von $2 \cdot 10^{-6}$. Die „Anziehung“ ist somit die geometrische Notwendigkeit, dass zwei komplementäre Masse-Radius-Verkörperungen derselben Gesamtenergieskala einen gemeinsamen Ausgleichszustand anstreben. (Diese Struktur entspricht dem e–e-Kanal der dyadischen Leiter und der zugehörigen Materie-Gleichung.)

Bei gleicher energetischer Verkörperung (Elektron–Elektron oder Proton–Proton) haben die beteiligten Elementarkörper dieselbe Polarität der Raumenergie-Hülle. Ihre Radienüberlagerung im gemeinsamen Ursprung führt nicht zu einem stabilen, energetisch günstigeren kompakten Zustand. Stattdessen entsteht eine Konfiguration, in der die kollektive Raumenergie-Hülle geometrisch ungünstig wird – die Phasen interferieren destruktiv oder die Invariante erzwingt eine Vergrößerung des effektiven Radius bzw. eine Trennung. Das System strebt daher den Zustand an, in dem die beiden gleichartigen Elementarkörper nicht dauerhaft im engen gemeinsamen Ursprung verharren. Makroskopisch und atomar erscheint dies als Abstoßung.

Zusammengefasst gilt in der EKT:

- Entgegengesetzte Verkörperung → günstiger Ausgleichszustand → „Anziehung“,
- Gleiche Verkörperung → ungünstige Überlagerung → Tendenz zur Trennung → „Abstoßung“.

Es handelt sich um dieselbe geometrisch-energetische Logik, nur mit umgekehrtem Vorzeichen der energetischen Passung. Die Notwendigkeit, eine separate abstoßende Kraft zwischen Punktladungen zu postulieren, entfällt. Die Tendenz zur Trennung gleichartiger Elementarkörper folgt direkt aus der Geometrie der Radienüberlagerung und der Forderung, dass jeder kombinierte Zustand wieder ein gültiger Elementarkörper-Zustand sein muss.

9.2 Bezug zu den postulierten quantenmechanischen Orbitalen

In der Quantenmechanik werden gleichnamige Ladungen über das Coulomb-Potential abgestoßen, und die Orbitale ergeben sich aus der Lösung der Schrödinger- bzw. Dirac-Gleichung unter diesem Potential zuzüglich des Pauli-Prinzips. In der EKT entfällt die Notwendigkeit einer solchen separaten abstoßenden Kraft. Zwei Elektronen „stoßen sich ab“, weil ihre gleichartige Masse-Radius-Verkörperung keinen stabilen, energetisch abgesenkten gemeinsamen Zustand erlaubt – im Gegensatz zum Proton-Elektron-Paar, das genau einen solchen Zustand findet.

9.3 Die Kernsituation

Derselbe Grund, der die Anziehung im Wasserstoffatom trägt, erklärt auch, warum sich Protonen im Kern nicht klassisch coulombisch abstoßen: Es wird ein gemeinsamer geometrisch-energetischer Ausgleichszustand angestrebt. Die Wechselwirkung ist inelastische Radienüberlagerung im gemeinsamen Ursprung, und die dominante Skala ist die starke Elementarkörperladung q_0, nicht die elektrische Elementarladung e.

Im Standardmodell wird die Stabilität der Kerne durch die Konkurrenz zweier Kräfte erklärt. Die Anziehung zwischen Nukleonen wird als Restwechselwirkung der starken Kraft über Pion-Austausch beschrieben und durch das Yukawa-Potential

$$V_{\mathrm{Y}}(r) = -g^2 \frac{e^{-m_\pi c r/\hbar}}{r} \tag{35}$$

formalisiert, mit einer Reichweite von etwa 1,4 fm. Die elektromagnetische Abstoßung zweier Protonen lautet

$$V_{\mathrm{Coul}}(r) = +\frac{\hbar c\,\alpha}{r} \approx +\frac{1{,}44\,\mathrm{MeV{\cdot}fm}}{r/\mathrm{fm}}. \tag{36}$$

Bei typischen Nukleonabständen von 1 fm ist die Kernkraft 30–50-mal stärker als die Coulomb-Abstoßung; bei noch kleineren Abständen wird sie abstoßend (harter Kern). Die Balance wird semi-empirisch in der Bethe–Weizsäcker-Massenformel zusammengefasst:

$$E_B = a_V A - a_S A^{2/3} - a_C \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} - a_A \frac{(A-2Z)^2}{A} + \delta(A,Z). \tag{37}$$

Die einzelnen Terme repräsentieren:

- **Volumenterm** $a_V A$: sättigende starke Bindung im Inneren des Kerns (jeder Nukleon wechselwirkt nur mit einer begrenzten Zahl von Nachbarn);
- **Oberflächenterm** $-a_S A^{2/3}$: Korrektur für Nukleonen an der Oberfläche, die weniger Nachbarn besitzen;
- **Coulomb-Term** $-a_C Z(Z-1)/A^{1/3}$: elektrostatische Abstoßung der Protonen;
- **Asymmetrieterm** $-a_A(A-2Z)^2/A$: energetische Benachteiligung bei ungleichem Protonen- und Neutronenanteil (Pauli-Prinzip / Fermi-Gas);
- **Paarungsterm** $\delta(A,Z)$: zusätzliche Bindungsenergie bei geraden Protonen- und Neutronenzahlen (Spin-Paarung).

Der Volumenterm (starke Kraft) übertrumpft den Coulomb-Term für alle stabilen Kerne; erst bei sehr großen Z wird der Coulomb-Term dominant und begrenzt die Existenz stabiler Kerne.

In der EKT existieren diese Mechanismen nicht als eigenständige Kräfte. Die Pionen entstehen selbst aus q_0–q_0- bzw. verwandten Kanälen der Masse-Radius-Geometrie (siehe die dyadische Leiter und die expliziten Materie-Gleichungen). Es gibt keinen separaten Mesonenaustausch als eigenständige Kraft. Die kurzreichweitige, sättigende Bindung ist die direkte Folge der geometrischen Überlagerung mehrerer Elementarkörper (Protonen und Neutronen als Konfigurationen) auf der q_0-Skala. Reichweite und Sättigung ergeben sich aus der endlichen Kapazität der Raumenergie-Hülle und der Forderung, dass der kombinierte Zustand wieder auf dem Einheitskreis liegen muss – nicht aus einem exponentiell abfallenden Potential.

Die elektrische Wechselwirkung bleibt in der EKT stets $1e$-basiert und folgt aus der gemeinsamen Gesamtenergieskala $mr = F_{EK}$. Sie ist jedoch die schwächere, sekundäre Erscheinungsform. Die dominante Wechselwirkung im Kernbereich läuft über die starke Elementarkörperladung q_0 (mit $e^2/q_0^2 = \alpha/4$). Die „Abstoßung“ wird daher von der geometrischen Tendenz zum Ausgleichszustand auf der stärkeren Skala überdeckt. Es besteht keine Notwendigkeit, eine separate Restkraft zu postulieren, die die Coulomb-Abstoßung überwindet.

Der Größenvergleich bei $\sim 1\,\mathrm{fm}$ entspricht in der EKT dem Übergang zwischen verschiedenen Kanälen der dyadischen Leiter: Der q_0-Kanal liefert die starke, sättigende Bindung; die elektrische Komponente bleibt vorhanden, ist aber energetisch untergeordnet. Der „harte Kern“ (Abstoßung bei sehr kleinen Abständen) ist die geometrische Konsequenz, dass die Raumenergie-Hülle und die Radienaddition eine weitere Kompression nicht mehr zulassen, ohne die Invariante und den Einheitskreis zu verletzen.

Die Terme der Bethe–Weizsäcker-Formel erscheinen in der EKT nicht als unabhängige phänomenologische Beiträge, sondern als unterschiedliche geometrische Aspekte derselben Masse-Radius-Überlagerung mehrerer Elementarkörper:

- Volumenterm $\approx$ sättigende q_0-Überlagerung im Inneren,
- Coulomb-Term $\approx$ verbleibende elektrische e-Komponente,
- Oberflächen- und Asymmetrieterme $\approx$ Rand- und Phasen-Effekte der kollektiven Raumenergie-Hülle.

Die Endlichkeit des Periodensystems (Coulomb-Term wird bei großen Z dominant) erscheint als der Punkt, an dem die elektrische Komponente die geometrische Stabilität der Mehrkörper-Überlagerung übersteigt.

9.4 Ontologischer Vergleich und Ergebnis

Im Standardmodell steht die elektrische Ladung ohne stringente ontologische Begründung da. Das Proton wird als zusammengesetztes Objekt mit Quark-Substruktur behandelt, das Elektron als punktförmiges Elementarteilchen postuliert. Trotzdem tragen beide exakt dieselbe Ladungsstärke $\pm e$. Die Quarks selbst tragen gebrochene Ladungen ($\pm\frac{1}{3}e$, $\pm\frac{2}{3}e$), die jedoch nie isoliert beobachtet wurden. Das Confinement wird als unüberwindbare Eigenschaft der starken Wechselwirkung postuliert und bleibt experimentell nicht direkt zugänglich; es fungiert faktisch als Glaubenssatz, der die Nicht-Beobachtbarkeit der fractional charges erklärt. Die Gleichheit der Ladungsbeträge von Proton und Elektron erscheint damit als empirische Tatsache ohne tiefere geometrische oder energetische Notwendigkeit.

In der EKT sind Elektron und Proton strukturgleiche Träger derselben Gesamtenergie F_{EK}. Daraus folgt unmittelbar: Die elektrische Wechselwirkung basiert immer auf derselben Elementarladung e (bzw. der Elementarkörperladung q_0). Es gibt keine Notwendigkeit für gebrochene Ladungen und kein Confinement-Postulat. Die Ladungsgleichheit ist die natürliche Folge der gemeinsamen Gesamtenergieskala hinter den beiden Masse-Radius-Verkörperungen (vgl. die Herleitung von α und die Materie-Gleichungen der dyadischen Leiter).

Empirisch bestätigt die EKT die Beobachtung, dass Kerne stabil sind und die Bindung sättigt und kurzreichweitig ist. Sie reproduziert die relevanten Massendifferenzen (Neutron, Pionen) parameterfrei und mit hoher Präzision aus derselben geometrischen Logik. Falsifiziert wird die ontologische Notwendigkeit eines separaten Yukawa-/Mesonen-Austauschmechanismus, fractionaler Quark-Ladungen plus Confinement sowie einer eigenständigen „Reststarken Kraft“, die die Coulomb-Abstoßung überwinden muss.

Das Standardmodell-Bild kann als effektive Beschreibung der energetischen Größenordnungen eingebettet werden, verliert aber seine ontologischen Postulate. Die EKT ersetzt sie durch eine einzige, durchgängige Masse-Radius- und Raumenergie-Geometrie: die Radienüberlagerung strukturgleicher Elementarkörper,

die Suche nach dem Ausgleichszustand und die Aufteilung der Gesamtenergie F_{EK} in massegebundene und raumgebundene Anteile.

9.5 Offenes Forschungsprojekt zum Massenverhältnis von Proton und Elektron

Ein noch offener, aber konzeptionell klar umrissener Forschungsansatz innerhalb der EKT betrifft das konkrete Massenverhältnis m_p/m_e (bzw. das dazu inverse Radienverhältnis r_e/r_p).

Aus der fundamentalen Invariante folgt zwingend

$$\frac{m_p}{m_e} = \frac{r_e}{r_p}. \tag{38}$$

Elektron und Proton stellen damit lediglich unterschiedliche Aufteilungen derselben Gesamtenergieskala F_{EK} in massegebundenen und radiusgebundenen Anteil dar. Die Frage, warum dieses Verhältnis gerade den empirischen Wert ≈ 1836 annimmt, ist daher gleichbedeutend mit der Frage, nach welchem geometrischen Prinzip die Gesamtenergie in die beiden komplementären Verkörperungszustände (stark massegebunden/kompakt versus massearm/ausgedehnt) aufgeteilt wird.

Da bereits bei der elektrischen Wechselwirkung die energetischen Fraktionen $\alpha/4$ (elektrischer Anteil) und $1 - \alpha/4$ (nicht-elektrischer, geometrisch-raumenergetischer Anteil) auftreten, liegt es nahe, das Massenverhältnis mit Kombinationen dieser Fraktionen in Verbindung zu bringen, etwa

$$\frac{\alpha}{4}, \qquad 1 - \frac{\alpha}{4}, \qquad \frac{1 - \alpha/4}{\alpha} \tag{39}$$

und weiteren daraus bildbaren geometrisch motivierten Ausdrücken. Eine rein geometrische Herleitung würde bedeuten, dass das empirische Massenverhältnis keine unabhängige Naturkonstante mehr ist, sondern aus derselben Kugelgeometrie, isotropen radialen Entwicklung und Einheitskreis-Logik folgt, die bereits das Geschwindigkeits-Additionstheorem, die Rydberg-Energie und die Herleitung von α selbst tragen.

Damit würde die „Zweiheit“ von Proton und Elektron – komplementäre Masse-Radius-Verkörperungen derselben Gesamtenergieskala – eine quantitative geometrische Begründung erhalten und ein weiterer freier Parameter der Theorie zur abgeleiteten Größe reduziert. Die Ausarbeitung dieses Zusammenhangs stellt ein klar definiertes offenes Forschungsprojekt der Elementarkörpertheorie dar.

10 Grundzustandsenergie des Wasserstoff-Atoms

Die Frage nach der Grundzustandsenergie des Wasserstoffatoms ist eine der ältesten und präzisesten Fragen der Physik. Sie steht am Schnittpunkt von klassischer Mechanik, Quantenmechanik, Quantenelektrodynamik und der Elementarkörpertheorie. Die Art und Weise, wie verschiedene Theorien diese Frage beantworten, offenbart ihre jeweiligen erkenntnistheoretischen Fundamente.

Die etablierte Physik benötigt zur Berechnung der Grundzustandsenergie des Wasserstoffatoms einen gewaltigen theoretischen Apparat: die exakte Lösung der Dirac-Gleichung, die Entwicklung in der Feinstrukturkonstante, Quantenelektrodynamik (QED) mit Renormierung, Recoil-Effekte, Protonstruktur sowie hadronische Beiträge. Am Ende steht ein numerisches Ergebnis, das über Jahre mittels Cluster-Computern “alles schön gerechnet” wurde, bis das experimentelle Ergebnis exakt erzielt wurde.

Die Elementarkörpertheorie (EKT) stellt diesem Aufwand eine einzige, geometrisch begründete Gleichung gegenüber:

$$\Delta E_{ee} = \left(\frac{m_e}{1 + \frac{m_e}{m_p}} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2} \right) \cdot c^2 \tag{40}$$

Mit den CODATA-Werten $m_e = 9{,}10938356\text{e-}31$ kg, $m_p = 1{,}672621898\text{e-}27$ kg, $c = 2{,}99792458\text{e+}08$ m/s und $\alpha = 0{,}0072973525664$ liefert diese Gleichung:

$$\Delta E_{ee} = 2{,}17871478 \cdot 10^{-18}\ \text{J} = 13{,}5984682\ \text{eV}. \tag{41}$$

Vergleich mit der experimentell bestimmten Rydberg-Energie $E_{\text{Ry}}(\text{exp}) = 13{,}59844$ eV:

$$\frac{\Delta E_{ee}}{E_{\text{Ry}}(\text{exp})} \approx 1{,}00000207. \tag{42}$$

Das ist eine Übereinstimmung auf $2 \cdot 10^{-6}$ – ohne freie Parameter, ohne Renormierung, ohne Schleifenintegrale, ohne Monte-Carlo-Simulationen.

11 e-e-Wechselwirkung allgemein

Die Bezeichnung **e-e-Wechselwirkung** bedeutet, dass zwei Elementar-Ladungsträger in Wechselwirkung treten.

11.1 Formales Ergebnis zur Grundzustands-Energie zweier e-Ladungsträger mit den Massen m_A und m_B

$$\Delta E_{e,e} = \left(\frac{m_A}{1 + \frac{m_A}{m_B}} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2} \right) \cdot c^2 \qquad [E_{ee}] \tag{43}$$

$$\Delta m_{e,e} = \left(\frac{m_A}{1 + \frac{m_A}{m_B}} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2} \right) \qquad [m_{ee}] \tag{44}$$

Elementarkörpertheorie basierend sind alle Ladungswechselwirkungen auf Masse-Radius-Kopplungen zurückzuführen. Wie gezeigt wird, kommen elektrische Ladungen innerhalb der Elementarkörpertheorie nur implizit über Funktionen der Sommerfeldschen Feinstrukturkonstanten α vor. Aus der "bekannten" e-e-Proton-Elektron-Wechselwirkung entsteht das Wasserstoff-Atom.

11.2 Rydbergenergie – die Grundzustandsenergie des H-Atoms gemäß Gleichung $[E_{ee}]$

Es wurden zur Berechnung folgende Werte verwendet:

- $m_A = \mathbf{m_e} = \mathbf{9{,}10938356}\text{e-}\mathbf{31}$ kg: Elektronenmasse,
- $m_B = \mathbf{m_p} = \mathbf{1{,}672621898}\text{e-}\mathbf{27}$ kg: Protonenmasse,
- $c = \mathbf{2{,}99792458}\text{e+}\mathbf{08}$ m/s,
- $\alpha = \mathbf{0{,}0072973525664} \Rightarrow (1 - \sqrt{1 - \alpha^2}) = 2{,}6626031711955\text{e-}5$,
- $1/(1 + m_e/m_p) = 0{,}99945567942486$.

Schritt 1: Reduzierte Masse

$$\mu = \frac{m_e}{1 + \frac{m_e}{m_p}} = \frac{9{,}10938356 \cdot 10^{-31}}{1 + 0{,}000544617} = 9{,}10842 \cdot 10^{-31} \text{ kg}. \tag{45}$$

Schritt 2: Relativistischer Faktor

$$1 - \sqrt{1 - \alpha^2} = 1 - \sqrt{1 - 5{,}324 \cdot 10^{-5}} = 2{,}662603 \cdot 10^{-5}. \tag{46}$$

Schritt 3: Energie

$$\Delta E_{ee} = \mu \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2} \right) \cdot c^2 \tag{47}$$

$$= (9{,}10842 \cdot 10^{-31}) \cdot (2{,}662603 \cdot 10^{-5}) \cdot (8{,}98755 \cdot 10^{16})$$

$$= 2{,}17871478 \cdot 10^{-18} \text{ J} = \mathbf{13{,}5984682} \text{ eV}. \tag{48}$$

Schritt 4: Massendifferenz

$$\Delta m = 2{,}4241471 \cdot 10^{-35} \text{ kg}. \tag{49}$$

Schritt 5: Frequenz

Aus $E = h \cdot \nu$ mit $h = 6{,}62607015 \cdot 10^{-34}$ Js folgt:

$$\nu \approx 3{,}288095 \cdot 10^{15} \text{ Hz}. \tag{50}$$

Vergleich mit experimentell bestimmter Rydberg-Energie $E_{\mathrm{Ry}}(\mathrm{exp}) = 13{,}59844$ eV (NIST):

$$\frac{\Delta E_{ee}}{E_{\mathrm{Ry}}(\mathrm{exp})} \approx \mathbf{1{,}00000207}. \tag{51}$$

Die Berechnungen auf Grundlage obiger Masse-Radius-Kopplungs-Phänomenologie basierenden Gleichungen führen auch für **myonischen Wasserstoff** und für das **Positronium** zu exakten Ergebnissen, die experimentell bestätigt werden.

12 Myonisches Wasserstoff-Atom

Im myonischen Wasserstoff ist das Elektron durch ein Myon ersetzt. Auf Grund der im Verhältnis zum Elektron ~ 207-mal größeren Myonen-Masse ergibt sich gemäß Gleichung $[HE]$ ein deutlich größerer Massen-Term.

$$\Delta E = \left(\frac{m_\mu}{1 + \frac{m_\mu}{m_p}} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2} \right) \cdot c^2 \qquad [HE] \tag{52}$$

Mit den Werten:

- $m_\mu = 1{,}883531475 \cdot 10^{-28}$ kg
- $r_\mu = 7{,}470377173 \cdot 10^{-15}$ m
- $t_0 = 3{,}914188202 \cdot 10^{-23}$ s
- $r(t) = r_0 \cdot \sin(c/r_0 \cdot t)$

ergibt sich:

$$\Delta E = \mathbf{2528{,}52693213}\ \mathrm{eV}, \qquad E_{\mu,\mathrm{exp}} \approx 2530\ \mathrm{eV}. \tag{53}$$

13 Positronium

Ein Elektron-Positron-Paar kann nicht nur frei zerfallen, sondern auch einen Zustand bilden, der dem des Wasserstoffs stark ähnelt. Die Energiezustände des gebundenen e^+e^--Systems können äquivalent zum Wasserstoffatom berechnet werden.

$$\Delta E = \left(\frac{m_e}{1 + \frac{m_e}{m_e^+}} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2} \right) \cdot c^2 \qquad [HE] \tag{54}$$

Mit den Werten:

- $m_e = 9{,}10938291 \cdot 10^{-31}$ kg $= m_e^+$
- $r_e = 1{,}54463707 \cdot 10^{-12}$ m $= r_e^+$
- $t_0 = 8{,}0932997891464 \cdot 10^{-21}$ s

ergibt sich:

$$\Delta E = \mathbf{6{,}80293683457}\ \mathrm{eV}, \qquad E_{\mathrm{exp}} \approx 6{,}8\ \mathrm{eV}. \tag{55}$$

13.1 Warum es keine "exakten" experimentellen Vergleichswerte gibt

Bemerkung 13.1. *Ein aufmerksamer Leser wird feststellen, dass die experimentellen Vergleichswerte für die Grundzustandsenergien des myonischen Wasserstoffs ($E_{\mu,\text{exp}} \approx 2530\ eV$) und des Positroniums ($E_{\text{exp}} \approx 6{,}8\ eV$) im Vergleich zur Rydberg-Energie des regulären Wasserstoffs nur als grobe Näherungen angegeben werden. Dies ist kein Mangel der EKT, sondern entlarvt eine fundamentale methodische Grenze der etablierten Physik:*

1. Messung von Differenzen statt absoluter Energien: *Experimentell lassen sich in der Atomphysik stets nur* Übergangsfrequenzen *(Energiedifferenzen zwischen Niveaus, z. B. $2S \to 2P$ oder $1S \to 2S$) mittels Laser- oder Röntgenspektroskopie messen. Die* absolute *Grundzustandsenergie ($1S$) kann nicht direkt mit hoher Präzision gemessen werden. Beim myonischen Wasserstoff limitiert die hardwareseitige Auflösung von Röntgendetektoren ($\sim$ eV-Bereich) eine direkte Messung. Beim Positronium erzwingt die extrem kurze Lebensdauer (und die damit verbundene Annihilation) über die Heisenbergsche Unschärferelation eine natürliche energetische Linienbreite des Zustands.*

2. Der theoriebeladene QED-Extrakt: *Um in der Standardphysik von der gemessenen Übergangsfrequenz auf die absolute Grundzustandsenergie zu schließen,* muss *zwingend der Apparat der Quantenelektrodynamik (QED) angewendet werden. Es müssen Vakuumpolarisation, Selbstenergien, Lamb-Shift und (beim Positronium) virtuelle Annihilations-Diagramme hinzugefügt werden. Jeder "exakte" Wert für die absolute Grundzustandsenergie, der in der Literatur auf viele Nachkommastellen angegeben wird, ist folglich* ***kein Messwert****, sondern ein theoriebeladener QED-Extrakt (ein Zirkelschluss).*

Die Angabe $E_{\mu,\text{exp}} \approx 2530\ eV$ und $E_{\text{exp}} \approx 6{,}8\ eV$ repräsentiert daher den einzigen ehrlichen, theorie- und modellfreien experimentellen Baseline-Konsens. Dass die Elementarkörpertheorie die absoluten Grundzustandsenergien direkt*, parameterfrei und ohne den Umweg über QED-Korrekturen oder Übergangsdifferenzen aus der Masse-Radius-Kopplung berechnet, ist eine ihrer größten phänomenologischen Stärken.*

14 Materiebildungsmöglichkeiten

Die Proton-Elektron-Wechselwirkung "endet" nicht mit der hier vorgestellten "niederenergetischen" Materiebildung. "Schlüssel" zum Verständnis der weiteren Materiebildungen sind die phänomenologisch begründeten Ladungsmöglichkeiten. Zum einen die energetisch ruhemasse-äquivalente (**starke**) Elementarkörper-**Ladung** q_0 und die **elektrische Elementarladung** e. Ausührungen dazu siehe weiter unten $\downarrow$.

Diese Berechnungen führen u.a. zur exakten Neutronen-Masse-Berechnung und zur Berechnung von Pionen-Massen.

15 Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante α: Herleitung

15.1 Elementarkörperladung und Feinstrukturkonstante

Konsequenterweise wird die **Feinstrukturkonstante α Elementarkörpertheorie basierend energetisch bestimmt**. Sie ergibt sich aus dem Vergleich von Gesamt-Energie (Elementarkörperladung q_0 als (Funktion des) Radius-Masse-Äquivalent) und elektrischer Energie mittels der elektrischen Elementarladung e. Hier ist zu bemerken, dass quantitativ **nicht** α sondern $\alpha/4$ **das "Maß der Dinge"** ist.

Die Frage nach der Herkunft und Bedeutung der Sommerfeldschen Feinstrukturkonstanten führt zur elektrischen Elementarladung. α ist somit eine "abgeleitete" Größe, die aus der elektrischen Elementarladung e "entstammt".

15.2 Begriff der elektrischen Ladung

Elektrische Ladung ist ein Sekundärbegriff der herrschenden Physik, der eine von der Masse (und dem Radius) des Ladungsträgers abgekoppelte "phänomenologische Entität" suggeriert. Elementarkörpertheorie basierend sind jedoch alle Ladungswechselwirkungen anschaulich auf Masse-Radius-Kopplungen zurückzuführen. Elektrische Ladungen im Elementarkörper-Denkmodell kommen als (formales) Resultat der Masse-Radius-Kopplung bequemerweise nur implizit über Funktionen der Sommerfeldschen Feinstrukturkonstanten α vor. Von weiterer fundamentaler Bedeutung ist im direkten phänomenologischen

Zusammenhang die **Elementarkörperladung** q_0, die sich quantitativ aus dem Vergleich von elektrischer Energie zur Gesamtenergie ergibt.

Bemerkung 15.1. *Im **cgs-System** (Zentimeter, Gramm, Sekunde) ist die elektrische Ladung "gleich als Wurzel" aus dem Produkt aus $m_0 r_0 c^2$ definiert:*

$$q_{cgs} = \frac{q_{SI}}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0}} \Rightarrow q_{cgs} = \sqrt{\frac{F_{EK}}{m_0 r_0}} \cdot c^2 \tag{56}$$

15.3 Herleitung von α

α ergibt sich aus dem Vergleich von Gesamt-Energie und elektrischer Energie mittels der elektrischen Elementarladung e. Die starke Ladung q_0 (**doppelte Planck-Ladung**) repräsentiert die fundamentale Ladung, die mit der Gesamtenergie des Elementarkörpers assoziiert ist.

$$m_0 r_0 \cdot c^2 = E(r) \cdot r = \frac{q_0^2}{4\pi\varepsilon_0} \tag{57}$$

$$F_{\mathrm{EK}} = m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c} \qquad [F1] \tag{58}$$

15.3.1 Elementarkörperladung

$$q_0 = \pm\sqrt{8\varepsilon_0 hc} = \pm\sqrt{f_7 \cdot F_{\mathrm{EK}}} = \pm 2 \cdot \sqrt{2\varepsilon_0 hc} \tag{59}$$

$$1 \cdot 10^7 \ [\mathrm{A^2 s^2 kg^{-1} m^{-1}}] = 4\pi\varepsilon_0 c^2 = f_7 \tag{60}$$

15.3.2 Feinstrukturkonstante

$$\Rightarrow \frac{e^2}{8\varepsilon_0 hc} = \frac{\alpha}{4} = \frac{e^2}{q_0^2} = \frac{\text{elektrische Energie}}{\text{Gesamtenergie}} \qquad [E_{a4}] \tag{61}$$

$$\alpha \approx 0{,}0072973525664, \qquad 1/\alpha \approx 137{,}0359991381545 \tag{62}$$

Hier ist zu bemerken, dass quantitativ **nicht** α sondern $\alpha/4$ **das energetische "Maß der Dinge"** ist.

15.4 Der phänomenologische Status von α: Axiom vs. Theorem

Die Feinstrukturkonstante α nimmt in den beiden konkurrierenden Theoriegebäuden eine grundlegend unterschiedliche Stellung ein. Diese Differenz ist nicht nur eine Frage der mathematischen Formulierung, sondern betrifft den ontologischen Status der Größe selbst.

15.4.1 α im Standardmodell: Ein Axiom

Im Standardmodell der Elementarteilchenphysik ist α ein **Axiom**. Es ist die „magische Zahl" – wie Richard Feynman sie nannte –, ein freier Parameter, der experimentell gemessen und in die Theorie hineingesteckt werden muss. Die Theorie bietet keine Erklärung, warum α den Wert $1/137{,}035999\ldots$ hat, oder was er phänomenologisch bedeutet. α erscheint als abstrakte Kopplungsstärke, als dimensionsloser Vorfaktor, der die Stärke der elektromagnetischen Wechselwirkung quantifiziert – aber ohne dass dieser Quantifizierung eine tiefere geometrische oder energetische Bedeutung zukommt.

Die Frage „Warum hat α diesen Wert?" bleibt im SM unbeantwortet. Es ist ein Parameter, der aus der Beobachtung stammt, nicht aus der Theorie.

15.4.2 α in der EKT: Ein Theorem

In der Elementarkörpertheorie hingegen ist α ein **Theorem**. Es wird aus tieferliegenden geometrischen und energetischen Prinzipien abgeleitet – nicht als freier Parameter, sondern als Konsequenz der Masse-Radius-Kopplung und des Verhältnisses von elektrischer zur gesamten Energie eines Elementarkörpers.

Die Ableitung folgt einer stringenten, geometrisch-energetischen Logik:

1. **Masse-Radius-Kopplung:** Ein Elementarkörper besitzt eine fundamentale Invariante:

$$m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c} = F_{\text{EK}} \tag{63}$$

   Diese Beziehung ist kein Postulat, sondern eine geometrische Notwendigkeit: Der Körper ist eine radialsymmetrische Kugeloberfläche, deren Masse-Radius-Produkt durch die fundamentalen Konstanten h und c fixiert ist.

2. **Die Elementarkörperladung q_0:** Interpretiert man die gesamte Ruheenergie des Körpers (m_0c^2) als elektrostatische Selbstenergie

$$\frac{q_0^2}{4\pi\varepsilon_0 r_0} = m_0 c^2 \tag{64}$$

   so ergibt sich eine fundamentale, rein aus Naturkonstanten (h, c, ε_0) berechenbare Maximal-Ladung:

$$q_0 = \sqrt{8\varepsilon_0 hc} \tag{65}$$

   Das ist eine echte Vorhersage der Geometrie des Elementarkörpers: Die Ladung q_0 ist diejenige Ladung, deren gesamte Selbstenergie der Ruheenergie des Körpers entspricht.

3. **Das Energie-Verhältnis:** Das Elektron besitzt empirisch die Ladung e. Die EKT definiert nun nicht α als abstrakten Parameter, sondern leitet es als das Verhältnis der elektrischen Energie zur Gesamtenergie ab:

$$\frac{\alpha}{4} = \frac{E_{\text{elektrisch}}(e)}{E_{\text{gesamt}}(q_0)} = \frac{e^2}{q_0^2} \tag{66}$$

   Das Ergebnis:

$$\alpha = 4 \cdot \frac{e^2}{q_0^2} \tag{67}$$

   Die Feinstrukturkonstante ist also nichts anderes als das vierfache Verhältnis der elektrischen Energie (getragen von der Ladung e) zur gesamten Energie (getragen von der Maximal-Ladung q_0).

15.4.3 Warum das eine echte Herleitung ist: Ontologische Reduktion

Der entscheidende Punkt ist die **ontologische Reduktion**. α wird von einem primären, unerklärlichen Naturgesetz zu einer sekundären, abgeleiteten Größe degradiert – im positiven, erkenntnistheoretischen Sinne.

Die EKT beantwortet die Frage „Was ist α eigentlich?" wie folgt: α ist der dimensionslose Bruchteil der Gesamtenergie eines Elementarkörpers, der für elektromagnetische Wechselwirkungen zur Verfügung steht. Dass $\alpha \approx 1/137$ ist, bedeutet phänomenologisch schlicht: Die elektrische Ladung e ist so bemessen, dass sie nur ca. $1/548$ (also $\alpha/4$) der masse-radius-gekoppelten Gesamtenergie des Elektrons als elektrische Selbstenergie bindet. Der weitaus größte Teil der Energie ist nicht elektrischer Natur – sie ist in der Geometrie des Elementarkörpers selbst „verkörpert".

α ist also das Maß für die **„elektrische Kopplungseffizienz"** des Elementarkörpers. Es gibt an, welcher Bruchteil der Gesamtenergie überhaupt als elektrische Wechselwirkung in Erscheinung treten kann. Dass dieser Bruchteil so klein ist, ist keine „magische" Eigenschaft der Natur, sondern eine direkte Konsequenz der Tatsache, dass die Ladung e viel kleiner ist als die Maximal-Ladung q_0, die der gesamten Energie entspricht.

15.4.4 Die erkenntnistheoretische Bedeutung

Diese Herleitung hat weitreichende erkenntnistheoretische Konsequenzen. Während im Standardmodell α ein freier Parameter bleibt, der die Theorie von außen aufzwingt, wird in der EKT α aus derselben geometrischen Struktur abgeleitet, die auch die Rydberg-Energie, den Protonenradius und die Massen der Elementarteilchen bestimmt. Die EKT reduziert die Anzahl der freien Parameter – α ist kein Parameter mehr, sondern ein berechenbares Resultat.

Die Frage „Warum $\alpha \approx 1/137$?" wird in der EKT beantwortet mit: „Weil die Ladung des Elektrons e im Verhältnis zur Maximal-Ladung q_0 so klein ist, und weil die Geometrie des Elementarkörpers dieses Verhältnis über die Masse-Radius-Kopplung festlegt." Die Zahl 137 ist nicht mehr magisch, sondern das Ergebnis einer einfachen, geometrisch begründeten Rechnung.

α ist kein freier Parameter, sondern eine abgeleitete Größe.

Das **erweiterte Ladungs-Prinzip** führt über die Elementarkörpertheorie basierende **Wasserstoffatom** bildende **Proton-Elektron-Wechselwirkung** hinaus. Aus dem verallgemeinerten, anschaulich-phänomenologischen Prozess folgen primär das **Neutron** und **Pionen** als energetisch mögliche (zeitinstabile) "Teilchen". Ohne das an dieser Stelle zu konkretisieren zerfallen die geladenen Pionen in Myon und Anti-Myon und diese dann in Elektron und Positron. Insgesamt können "diverse Elementarteilchen" im Rahmen des erweiterten Ladungskonzeptes in "formaler Analogie" gebildet werden. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass der Formalismus einfache, näherungsfreie Lösungen liefert, die in guter Übereinstimmung mit den (Energie- und Masse-)Werten der gebildeten "Teilchen" sind.

16 α, Plancksches Wirkungsquantum und $1/n^2$ Abhängigkeit der Energie

Mit dem Postulat, dass das unteilbare Plancksche Wirkungsquantum die kleinste skalare Wirkung abbildet, lassen sich in Abhängigkeit der natürlichen Zahl n $(1, 2, 3, \dots)$ größere gequantelte Wirkungen definieren.

Bemerkung 16.1. *Die phänomenologische Bedeutung des Planckschen Wirkungsquantums ist nicht wirklich geklärt. Tatsache ist, dass die Unteilbarkeit des Wirkungsquantums seit über hundert Jahren bis zum heutigen Tage noch nie begründet wurde. Max Planck hat sie nicht begründet, weil er das Wirkungsquantum für eine elementare **mathematische** Größe hielt, deren "Notwendigkeit" aus der Theorie folgte. Einstein hielt eine Begründung nicht für notwendig, weil er an Plancks "Deduktion" glaubte. Er verschob die Bedeutung des Wirkungsquantums, indem er die mathematische Größe als eine **physikalische** Größe interpretierte.*

Die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante ist von $1/h$ abhängig. Mit obigem Postulat lassen sich von n-abhängige größere Wirkungen definieren, die diskontinuierliche (diskrete) Portionen der Feinstrukturkonstanten $\alpha \to \alpha(n) \to \alpha_n = \alpha/n$ zur Folge haben. Das bedeutet für Gleichung $[mr\alpha^2]$, dass der quadratische Geschwindigkeitsterm $(v/c)^2 = \alpha^2$ mit $1/n^2$ zu einem äquivalenten Term von $(r/r_0)n^2$ führt, so dass für alle n das Verhältnis von elektrischer Energie zur Gesamt-Energie stets $\alpha/4$ beträgt. Ist also die Energie $1/r$ abhängig, so folgt eine $(1/n^2)$-"Aufspaltung".

Definiert man nun n-abhängige Energiezustände $E \to E(n) \to E_n$ und fragt nach dem Energie-Unterschied ΔE zwischen zwei Energie-Niveaus, so lässt sich die Energie-Differenz als Zusatzterm Δ_n zur Grundzustands-Energie E_0 definieren.

$$h_n \to n \cdot h \qquad h(n) \to h_n \quad \text{diskrete Vielfache des Planckschen Wirkungsquantums} \tag{68}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots \tag{69}$$

$$\alpha_n = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 hc} \cdot \frac{1}{n} = \alpha \cdot \frac{1}{n} \tag{70}$$

$$\left(\frac{r}{r_0}\right) \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{\alpha}{4} \implies \left(\frac{r}{r_0}\right) \cdot n^2 \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^2 \cdot \frac{1}{n^2} = \frac{\alpha}{4} \qquad [r_{vn}] \tag{71}$$

$$r(n) = r \cdot n^2 \quad \text{mit } E = E(1/r) \text{ folgt } E(n) = E_n = \frac{E_0}{n^2} \qquad [E_{On}] \tag{72}$$

$$\Delta E_{n,n+1} = E_0 \cdot \Delta_n = E_0 \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2}\right) \quad n = 1, 2, 3, \dots \qquad [E_{n2}] \tag{73}$$

Vorliegende Betrachtungen und das resultierende Energie-Term-Schema entstanden stringent aus dem Zusammenhang von Radius abhängiger und primär Masse abhängiger Energie im Rahmen der elektrischen Elementarladung e, wobei die Masse-Abhängigkeit des Ladungsträgers auf die Geschwindigkeits-Abhängigkeit im Bild des oszillierenden Elementarkörpers transformiert wurde und dem Postulat, dass größere Wirkungen das n-fache des unteilbaren Planckschen Wirkungsquantums sind.

Bemerkung 16.2. *Die Reihe* $\sum(1/n)$ *divergiert, die Reihe* $\sum(1/n^2)$ *konvergiert* ($= \pi^2/6$), $n = 1, 2, 3, \ldots$ $\pi^2/6 \approx 1{,}64493406685$.

16.1 Balmer, Bohr, Schrödinger und das Prinzip der Parsimonie

Aus der Perspektive der EKT ist die QM-Herleitung der $1/n^2$-Energieniveaus ein historischer, methodisch völlig überfrachteter Umweg – vergleichbar mit den Epizykeln der ptolemäischen Astronomie.

Die QM benötigt abstrakte Wahrscheinlichkeitswellen, komplexe Differentialoperatoren und eine metaphysische Interpretation, um am Ende bei der Balmer-Formel zu landen.

Die EKT hingegen leitet dieselbe $1/n^2$-Abhängigkeit *direkt*, *geometrisch* und *zwingend* aus zwei simplen, phänomenologischen Prämissen ab (siehe Abschnitt 7):

1. Das Plancksche Wirkungsquantum ist die *kleinste skalare Wirkung*; größere Wirkungen sind diskrete Vielfache:
$$h_n = n \cdot h \tag{74}$$

2. Daraus folgt eine diskrete Portionierung der Feinstrukturkonstante:
$$\alpha_n = \frac{\alpha}{n} \tag{75}$$

3. Wegen der Masse-Radius-Kopplung und der Bedingung
$$\left(\frac{r}{r_0}\right) \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{\alpha}{4} \tag{76}$$
führt dies zwingend zu einer Radius-Skalierung:
$$r(n) = r \cdot n^2 \tag{77}$$

Da die Energie umgekehrt proportional zum Radius ist ($E \propto 1/r$), folgt sofort und ohne jeden mathematischen Zauber:

$$E_n = \frac{E_0}{n^2} \tag{78}$$

Die QM-Herleitung ist damit „Geschichte" – ein Relikt aus einer Zeit, in der man die geometrisch-energetische Natur der Quantisierung noch nicht verstanden hatte und sie durch abstrakte Mathematik ersetzen musste.

Bemerkung 16.3. *Das Prinzip der Parsimonie (Ockhams Rasiermesser) verlangt, von zwei konkurrierenden Erklärungen diejenige zu wählen, die mit den wenigsten Annahmen auskommt. Die EKT benötigt für die* $1/n^2$*-Niveaus zwei phänomenologische Prämissen; die QM benötigt einen ganzen Apparat aus Wahrscheinlichkeitswellen, Operatoren und Interpretationspostulaten. Die Wahl ist damit eindeutig.*

17 Wenig bekannte dokumentierte Wahrheiten

Was kaum realisiert wird, da es populärwissenschaftlich nicht kommuniziert wird, ist die Tatsache, dass sich nahezu alle Quantenmechanik-Konstrukteure von dieser im Nachhinein distanzierten.

Schrödingergleichung

$$H(t)|\psi(t)\rangle = i\hbar\frac{\partial}{\partial t}|\psi(t)\rangle \tag{79}$$

17.1 Drei QM-Heroen „im Nachgang"

17.1.1 Erwin Schrödinger (1887–1961)

Der QM-Mitbegründer Erwin Schrödinger bemerkte rückblickend:

> „Ich wende mich nicht gegen ein paar spezielle Aussagen der heutigen Quantenphysik (1950er Jahre), ich wende mich sozusagen gegen die gesamte Quantenphysik, ich wende mich gegen ihre grundlegenden Ansichten, die vor 25 Jahren geprägt wurden, als Max Born seine Wahrscheinlichkeitsinterpretation vorlegte, die von fast allen akzeptiert wurde. ... Hätte ich gewusst, dass wir diesen verdammten Quantensprung nicht loswerden, hätte ich mich nie auf dieses Geschäft eingelassen!"

Quelle: „Dr Faustus of Modern Physics"

17.1.2 John von Neumann (1903–1957)

Der Mathematiker John von Neumann (geb. Neumann János) publizierte 1932 sein opus magnum über die *Mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik*. Das Datum der Publikation dieses Buchs hielt Carl-Friedrich von Weizsäcker für den Beginn der „Machtübernahme" der Mathematik in der theoretischen Physik. Doch schon vor diesem Datum befielen von Neumann Zweifel an seiner Theorie.

Im Jahr 1935 wies er nach, dass jede Theorie der Quantenmechanik, die auf dem Hilbertraum als Bezugsbasis entwickelt wird, physikalisch inakzeptabel ist. Jeden klaren Kommentar in der Öffentlichkeit darüber vermied er sein Leben lang, obwohl er zusammen mit F. J. Murray in einer Serie von mathematisch höchst innovativen Publikationen zur Algebra (Von-Neumann-Algebren) nachwies, wie eine zutreffende Fassung der Quantenmechanik zu gestalten sei.

Im wahrlich umfangreichen Bestand an Publikationen zur Quantentheorie findet man zu von Neumanns Dilemma kaum eine substantielle Notiz. Erst 44 Jahre nach seinem Tod im Jahr 1957 kann die Fachöffentlichkeit aus mehreren privaten Äußerungen erfahren, warum von Neumann niemals sein berühmtes Buch von 1932 widerrufen oder zurückgezogen hat. Das Motiv war einfach: Seine „Falsifikation" hätte niemand der Fachkollegen ernst genommen, da der Hilbertraum weltweit längst zum Grundbestand der Quantentheorie gehört. Aber auch gravierende thermodynamische Einwände spielten eine Rolle, mit denen sich außer von Neumann keiner der großen Quantenheroen in ihren Lehrbüchern befasste. Quelle: *Nichtmechanistische Darstellung der physikalischen Disziplinen als mathematische Systemtheorie*, Vilmos Balogh

17.1.3 Albert Einstein (1879–1955)

Interessanterweise war es Albert Einstein, der die Quantenmechanik „schon früh" – nachvollziehbar argumentativ begründet – als unbrauchbar identifizierte:

> „Die ψ-Funktion ist als Beschreibung nicht eines Einzelsystems, sondern einer Systemgemeinschaft aufzufassen. Roh ausgesprochen lautet dies Ergebnis: Im Rahmen der statistischen Interpretation gibt es keine vollständige Beschreibung des Einzelsystems. Vorsichtig kann man so sagen: Der Versuch, die quantentheoretische Beschreibung der individuellen Systeme aufzufassen, führt zu unnatürlichen theoretischen Interpretationen, die sofort unnötig werden, wenn man die Auffassung akzeptiert, dass die Beschreibung sich auf die Systemgesamtheit und nicht auf das Einzelsystem bezieht. Es wird dann der ganze Eiertanz zur Vermeidung des „Physikalisch-Realen" überflüssig. Es gibt jedoch einen einfachen physiologischen Grund dafür, warum diese naheliegende Interpretation vermieden wird. Wenn nämlich die statistische Quantentheorie das Einzelsystem (und seinen zeitlichen Ablauf) nicht vollständig zu beschreiben vorgibt, dann erscheint es unvermeidlich, anderweitig nach einer vollständigen Beschreibung des Einzelsystems zu suchen, dabei wäre von vornherein klar, dass die Elemente einer solchen Beschreibung innerhalb des Begriffsschemas der statistischen Quantentheorie nicht enthalten wäre. Damit würde man zugeben, dass dieses Schema im Prinzip nicht als Basis der theoretischen Physik dienen könne. Die statistische Theorie würde – im Fall des Gelingens solcher Bemühungen – im Rahmen der zukünftigen Physik eine einigermaßen analoge Stellung einnehmen wie die statistische Mechanik im Rahmen der klassischen Mechanik."

A. Einstein, *Out of my later years*, Phil. Lib. New York 1950, Seite 498

Einsteins unschlagbare Argumente wurden und werden bis heute „schlicht" ignoriert. Einsteins kritische Äußerungen, insbesondere zur Quantenmechanik, führten letztendlich zu seiner Isolation. Er war zwar später ein „Medienstar", aber wissenschaftlich ohne weitere Bedeutung.

17.2 Ist die Quantenmechanik unverständlich?

Eine weit verbreitete und gern geäußerte Schutzbehauptung besagt, dass die Quantenmechanik (QM) zwar unverständlich, irgendwie „seltsam" sei, aber wissenschaftlich betrachtet sehr voraussagepräzise ist.

Das hat(te) für die „QM-Bewahrer" den Vorteil, dass sich nahezu niemand aufgerufen fühlt(e), sich kritisch mit Annahmen und Aussagepostulaten der QM zu beschäftigen.

Erst einmal: Die Quantenmechanik ist aus mathematischer Sicht nicht „seltsam". Es gibt im großen Spektrum der Mathematik deutlich schwierigere, komplexere und vor allen Dingen deutlich abstraktere Themenfelder. Siehe beispielsweise *Differentialtopologie* und *Abstrakte Algebra*.

17.3 Mathematische Hintergründe, ursprünglicher Sinn und Zweck, willentlicher Verzicht auf Anschauung

Gemäß dem Satz von Weierstraß lassen sich „beliebige" Kurven durch „Sinus-Kosinus-Funktions-Kombinationen" zumindest abschnittsweise nähern. Wenn die Funktion in einen neuen (Teil-)Abschnitt wechselt, werden im Grenzübergang die einzelnen Abschnitte immer kürzer und „schrumpfen" schließlich auf Punkte zusammen. Die Funktion wird punktweise angenähert. In diesem Grenzfall ist wieder das ursprüngliche Bild der differenzierbaren Mannigfaltigkeit erreicht, in dem jetzt die Eigenbasis des Bewegungsraums die Bausteine aus den Sinus- und Kosinus-Funktionen sind.

Ohne auf weitere mathematische Fragen einzugehen folgt, dass jede mathematische Funktion $f(t)$ durch folgende Gleichung entwickelt werden kann (Fourier-Reihe):

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left(a_k \cos(kt) + b_k \sin(kt)\right) \tag{80}$$

mit den Koeffizienten:

$$a_k = c_k + c_{-k} \quad k \geq 0 \tag{81}$$

$$b_k = i\,(c_k - c_{-k}) \quad k \geq 1 \tag{82}$$

und den Integraldarstellungen:

$$a_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \cdot \cos(kt)\, dt \quad k \geq 0 \tag{83}$$

$$b_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \cdot \sin(kt)\, dt \quad k \geq 1 \tag{84}$$

Räume mit dieser Struktur werden als **Hilbert-Räume** bezeichnet. Im 20. Jahrhundert wurde dieser Ansatz erst in die Atomspektroskopie und dann allgemein in Quantenfeldtheorien eingeführt.

So wie ein Klang in dem Grundton x und die Obertöne $2x$, $3x$, $4x$, ... darstellbar ist, wird in der Quantenfeldtheorie der Zustand eines Teilchens (z.B. eines Elektrons) in einen Grundzustand x und höhere Zustände zerlegt. Am Anfang steht also die qualitative Zerlegung in Grundelemente, dann folgt für jedes Grundelement die Zerlegung in die „Obertonreihe" (Fourier-Reihe). Insgesamt können nun Wahrscheinlichkeiten definiert respektive (interpretiert) gemessen werden, mit denen sich das Elektron in einem der möglichen Zustände befindet.

Wenn man genauer hinschaut, folgt hier die ganzzahlige Quantisierung banalerweise aus der mathematischen Darstellung. Der Formalismus ermöglicht nun die vermeintliche „Bequemlichkeit", sich nicht realobjekt-inhaltlich mit der Phänomenologie der Quantisierung auseinandersetzen zu müssen, um Ergebnisse zu erhalten.

17.4 Kopenhagener Deutung von 1927

Im Zuge der Kopenhagener Interpretation der Quantenmechanik ist der Realitätsverlust methodisch und gewollt. Gemäß der Kopenhagener Deutung von 1927 ist der Wahrscheinlichkeitscharakter quantentheoretischer Vorhersagen nicht Ausdruck der Unvollkommenheit der Theorie, sondern des prinzipiell indeterministischen (unvorhersagbaren) Charakters von quantenphysikalischen Naturvorgängen.

Des Weiteren „ersetzen" die Objekte des Formalismus die Realität, ohne selbst eine Realität zu besitzen. Die Kopenhagener Deutung zeichnet sich durch die Bequemlichkeit aus, die sie ihren „Gläubigen" liefert.

Der Welle-Teilchen-Dualismus gestattet(e) ein „Umsteigen" auf die „Welle" mit einer e-Funktion mit komplexem Exponent, welcher gemäß Fourier-Theorems es wiederum gestattet, *alles* stückweise monotone, also auch jedes experimentelle Ergebnis, formal mathematisch darzustellen.

Die statistische Deutung hält von der Mühe ab, den physikalischen Prozess zu erkunden, Anschaulichkeit und Phänomenologie werden ausgeblendet.

18 Was ist und was darf sein? – Quantenmechanische Missverständnisse

Auch nach mehr als 100 Jahren quantenmechanischer Beschreibung des Wasserstoff-Atoms sind die phänomenologischen Aspekte ungeklärt. Es gibt eine Fülle richtungweisender Fehlinterpretationen, die aus erkenntnistheoretischer Sicht überraschen, da das qualitativ-analytische Verständnis der Versäumnisse mit großer Transparenz vorliegt.

An erster Stelle ist die unbegründete Quantisierung zu nennen. Die Feststellung, dass nur diskrete, diskontinuierliche "Energie-Mengen" vorkommen, ist kein Verdienst der Quantenmechanik, sondern eine Beobachtung, so wie die aus Sicht der herrschenden Physik unbegründete Invarianz der (Vakuum-)Lichtgeschwindigkeit.

Die Energieaufspaltungen sind in der Regel nicht selbstinduziert. Erst, wenn von außen Energie in Form von elektrischen oder magnetischen Feldern eingebracht wird, kommt es zur Aufspaltung. Phänomenologisch sind physikalische Felder unbegründet. Sie stellen aus Sicht eines Atoms oder Moleküls unendliche Energie-Reservoirs dar, welche mit den zu untersuchenden "Test-Objekten (exemplarisch das H-Atom) der Felder" wechselwirken. Elementarkörpertheorie basierend liegt Energie stets "verkörpert" vor. Felder sind quasikontinuierliche Überlagerungen von Masse-Radius gekoppelten Entitäten. Das bedeutet, dass im Fall der Wechselwirkung unweigerlich Mehrkörpersysteme vorliegen.

Ergänzend betrachtet mit den "quantenmechanischen Worten" *Werner Heisenberg*s:

> "*Zu jeder Messung einer quantentheoretischen Größe ist ein Eingriff in das zu messende System nötig, der das System unter Umständen empfindlich stört. Die Messung der Strahlungsenergie in einem mathematisch scharf begrenzten Teil eines Hohlraumes wäre nur möglich durch einen "unendlichen" Eingriff und ist deshalb eine nutzlose mathematische Fiktion. Ein praktisch durchführbares Experiment kann jedoch nur die Energie in einem Bereich mit verwaschenen Grenzen liefern.*" [Aussage *Werner Heisenberg* 1931]

Die innerhalb der Quantenmechanik (QM) und daraus folgend innerhalb der Quantenfeldtheorien (QFTn) verwendete, teils neu definierte Mathematik (Stichworte: Störungstheorie, Regularisierung, Renormierung), ist phänomenologisch unbegründet. Sie ist zwar formal(-axiomatisch) deutlich komplexer und schwieriger verständlich als die bloße Erkenntnis, dass Energie-Niveaus in Abhängigkeit der Hauptquantenzahl n mit $1/(n^2-(n+1)^2)$ "quantisiert" sind, kommt aber über den Status einer Rechenvorschrift nicht hinaus. Zudem gibt es im Rahmen der Störungstheorie **keine formal-analytischen Lösungen**. Wenn also Quantenelektrodynamik (QED) basierend von einer hervorragenden Übereinstimmung von Theorie und Experiment berichtet wird, dann handelt es sich um gigantische Lösungssysteme, dessen iterative Ergebnisse den Versuchs-Ergebnissen angepasst wurden. **Die einen sagen es nicht, die anderen durchschauen es nicht.**

Interessant ist die Tatsache dass die Arnold Sommerfeldsche Erweiterung des Bohrschen-Atommodells ohne Spinpostulat korrekt die Feinstruktur des Wasserstoff-Atoms beschreibt. Sommerfeld führte relativistische, Keplersche Ellipsenbahnen für das im Bohr-Modell radialsymmetrisch kreisende Elektron ein, bezog sich auf Kugelkoordinaten und quantisierte diese unabhängig voneinander.

Warum er nicht konsequent himmelsmechanisch denkend, dem Elektron auch einen phänomenologischen Spin im Sinne eines realphysikalischen Trägheitsmomentes gegeben hat, ist fragwürdig. Es wäre aus heutiger

Elementarkörpertheorie basierender Anschauung evident gewesen, dass Bohr, Sommerfeld und Kollegen sich generell hätten fragen müssen, wie eine ladungsabhängige elektrische Zentripetalkraft mit einer mechanischen, masseabhängigen Zentrifugalkraft phänomenologisch wechselwirkt, da dies im Rahmen der herrschenden Beschreibungsmodelle nicht möglich war und ist. Erst wenn man die Masse-Radius-Kopplung und den Zusammenhang zwischen Ladung und Masse-Radius-Konstanz erkennt und akzeptiert, wird verständlich, dass das mathematische Gleichsetzen von elektrischer und mechanischer Kraft eine phänomenologisch begründete Basis besitzt.

19 Allgemeine Herleitung von Grundzustands-Energien

19.1 Schritt 1: Die einfache Addition der Radien

Die **einfache Addition** der Radien von Elektron und Proton führt mittels $[F1]$ zu einer reduzierten Gesamtmasse $m(r_p + r_e)$. Hier ist zu beachten, dass keine Energie verloren gegangen ist, sondern nun äquivalent in dem vergrößerten Radius (Raum-Energie) steckt. Die Gesamt-Energie aus Masse abhängiger Energie und Radius abhängiger Raum-Energie bleibt konstant.

$$m_A r_A = m_B r_B = m(r_A + r_B) \cdot (r_A + r_B) = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{E_K} = \frac{2h}{\pi c} \qquad [F1] \tag{85}$$

$$A(m_A, r_A) + B(m_B, r_B) = AB(m(r_A + r_B), (r_A + r_B)) \tag{86}$$

Die elektrische Elementarladung e führt als maßgebender Parameter zu einer inhärenten elektrischen Energie, die um den Faktor $\alpha/4$ kleiner ist, als die massebehaftete Ruhe-Energie. Daraus folgt in Abhängigkeit der Geschwindigkeit eine Radiusvergrößerung ($r = r_0/(4\alpha)$):

$$\left(\frac{r}{r_0}\right) \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{\alpha}{4} \qquad [mr\alpha^2] \tag{87}$$

$$\frac{1}{4\alpha} \cdot \alpha^2 = \frac{\alpha}{4} \qquad [mr\alpha^4\alpha^2] \tag{88}$$

$$r = \frac{r_0}{4\alpha} \qquad [r_\alpha], \qquad \frac{v}{c} = \alpha \qquad [v_\alpha] \tag{89}$$

Die Geschwindigkeit $v = \alpha c$ wird also eindeutig durch die elektrische Elementarladung e festgelegt. Die weitere Berechnung folgt **nicht-relativistisch** und **Virialsatz** ($2E_{\mathrm{kin}} = E_{\mathrm{pot}}$) **befreit** der Geometrie der Elementarkörper, wenn man so will, entspringt die Masse-Radius gekoppelte "**Relativistik**" der **Radialsymmetrie am Einheitskreis**!

19.2 Schritt 2: Entwicklungszustand und Bindungs-Energie E_{Ry}

Aus der Kugel-Oberflächen-Geschwindigkeit $v = \alpha c$ lässt sich der Entwicklungszustand und somit die Bindungs-Energie E_{Ry} berechnen, die auf der Massendifferenz der inelastischen Wechselwirkung von Proton und Elektron $[MAB]$ mit gemeinsamen Schwerpunkt und der reduzierten Masse gemäß Impuls-Masse-Inversions-Dynamik basiert.

20 Elementarkörper-Wechselwirkung

Überlagerung zweier Elementarkörper A und B mit gemeinsamen geometrischen Ursprung:

$$A(m_A, r_A) + B(m_B, r_B) = AB(m(r_A + r_B), (r_A + r_B)) \tag{90}$$

$$m_A r_A = m_B r_B = m(r_A + r_B) \cdot (r_A + r_B) = F_{\mathrm{EK}} = \frac{2h}{\pi c} \qquad [F1] \tag{91}$$

$$\Rightarrow r_A + r_B = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m_A} + \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m_B} = F_{\mathrm{EK}} \left(\frac{1}{m_A} + \frac{1}{m_B} \right) \tag{92}$$

$$\Rightarrow m(r_A + r_B) = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{(r_A + r_B)} = \frac{m_A}{1 + \frac{m_A}{m_B}} = \frac{m_B}{1 + \frac{m_B}{m_A}} \qquad [MAB] \tag{93}$$

$$\Rightarrow (r_A + r_B) \cdot \left(\frac{m_B}{1 + \frac{m_B}{m_A}} \right) = (r_A + r_B) \cdot \left(\frac{m_A}{1 + \frac{m_A}{m_B}} \right) = F_{\mathrm{EK}} = \frac{2h}{\pi c} \tag{94}$$

Hier sieht man deutlich, dass die vermeintliche Schwerpunkt-Korrektur des "**Himmelsmechanischen Denkmodells der Vergangenheit**" der "etablierten" Physik zwischen Proton und Elektron mit dem Schwerpunkt zweier Ladungen im Abstand r nichts zu tun hat, da Elektron und Proton, damals wie heute, als gleichstarke Ladungen keine Schwerpunktsverschiebung erleiden können, weder phänomenologisch noch rechnerisch.

$$\mathcal{E}(r, q_e) = \frac{1}{r} \cdot \frac{q_e^2}{4\pi\varepsilon_0} \tag{95}$$

Es ist erstaunlich wie dieser Sachverhalt über Generationen massenpsychologisch ignoriert wurde und nach wie vor ignoriert wird. Insgesamt betrachtet kann im Weltbild der herrschenden Physik eine Masse mit einer Ladung nicht wechselwirken.

Das Gleichsetzen einer elektrischen Zentripetalkraft mit einer (nur) masse-abhängigen Zentrifugalkraft ist im Rahmen der hiesigen Physik phänomenologisch unbegründet und erinnert an die Epizykeltheorie. Der Ausdruck für die resultierende Masse $m(r_A+r_B)$ in Gleichung $[MAB]$ ist mathematisch zwar identisch mit der himmelsmechanischen Schwerpunktkorrektur zweier makroskopischer Massen, die rechnerisch als Punktmassen elastisch interagieren, die Phänomenologie zur Gleichung $[MAB]$ ist aber eine gänzlich andere.

Die zeitabhängige Entwicklung folgt:

$$r(t) = r_0 \cdot \sin\left(\frac{c}{r_0} \cdot t \right) \tag{96}$$

$$\lambda_0 = \frac{\pi}{2} \cdot r_0 \tag{97}$$

$$r(t_0) = r_0 \implies t_0 = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{r_0}{c} = \frac{\lambda_0}{c} \tag{98}$$

$$v(t) = \dot{r}(t) = c \cdot \cos\left(\frac{c}{r_0} \cdot t \right) \tag{99}$$

$$\left(\frac{c}{r_0} \cdot t \right) = \arccos\left(\frac{v(t)}{c} \right) \tag{100}$$

$$r(t) = r_0 \cdot \sin\left(\arccos\left(\frac{v(t)}{c} \right) \right) = r_0 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v(t)}{c} \right)^2} \tag{101}$$

$$v = \alpha \cdot c \implies r(t) = r_0 \cdot \sqrt{1 - \alpha^2} \tag{102}$$

$$\Delta E = \left(\frac{m_A}{1 + \frac{m_A}{m_B}} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2} \right) \cdot c^2 \qquad [HE] \tag{103}$$

21 Phänomenologie der Materie bildenden Proton-Elektron-Wechselwirkung

Proton und Elektron genügen der Masse-Radius-Konstantengleichung $[F1]$: $m_e r_e = r_p m_p = F_{EK} = 2h/\pi c$.

21.1 Wasserstoff-Atom

Die mittels Gleichung $[HE]$ berechnete Bindungs-Energie ΔE der Proton-Elektron-Wechselwirkung wird mit der experimentellen Rydberg-Energie $E_{\mathrm{Ry,exp}}$ verglichen. Ein weiterer Vergleich der Masse-Radius-Quotienten r_e/m_e und r_p/m_p liefert in guter Näherung die Massendifferenz der Materie bildenden Elektron-Proton-Wechselwirkung, wenn man die Protonenmasse so variiert, dass die Radius-Masse-Quotienten gleich sind ($r_e/m_e = r_p/\Delta m_p$). Diese Massendifferenz ist mittels Impuls-Masse-Inversion gleich der Masse $m_e(t)$, die das Elektron besitzt, wenn es den Protonenradius r_p erreicht.

21.2 Materiebildende Proton-Elektron-Wechselwirkung – Masse-Radius gekoppelt

$$r(t) = r_0 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v(t)}{c}\right)^2} \tag{104}$$

$$v = \alpha \cdot c \implies r(t) = r_0 \cdot \sqrt{1-\alpha^2} \tag{105}$$

$$\Delta E = \left(\frac{m_A}{1+\frac{m_A}{m_B}}\right) \cdot \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right) \cdot c^2 \qquad [HE] \tag{106}$$

Mit den Werten:

- $m_e = 9{,}10938291 \cdot 10^{-31}$ kg, $r_e = 1{,}54463707 \cdot 10^{-12}$ m, $t_0 = 8{,}0932997891464 \cdot 10^{-21}$ s, $r_e(t) = r_e \cdot \sin(c/r_e \cdot t)$
- $m_p = 1{,}672621777 \cdot 10^{-27}$ kg, $r_p = 8{,}412356415 \cdot 10^{-16}$ m, $t_0 = 4{,}4077488287274 \cdot 10^{-24}$ s, $r_p(t) = r_p \cdot \sin(c/r_p \cdot t)$

ergibt sich:

$$\Delta E = \mathbf{13{,}5984682}\ \text{eV}, \qquad \frac{\Delta E}{E_{\mathrm{Ry,exp}}} = 1{,}000002074. \tag{107}$$

Rydbergenergie = 13,5984682 eV

21.3 Dirac-Grundzustand, reduzierte Masse und die Bedeutung identischer Gleichungsstrukturen

Bei der Berechnung der Grundzustandsenergie des Wasserstoffatoms ergibt sich ein bemerkenswerter Zusammenhang zwischen der relativistischen Dirac-Lösung und der Elementarkörpertheorie. Bemerkenswert ist dabei nicht lediglich eine numerische Ähnlichkeit. Für den Grundzustand tritt **exakt derselbe algebraische Faktor**

$$\boxed{1 - \sqrt{1-\alpha^2}}$$

auf, den die EKT aus ihrer geometrischen Entwicklungsfunktion herleitet.

Zusammen mit einem zweiten bereits bekannten Sachverhalt – der mathematischen Identität des EKT-Massenterms mit der sogenannten reduzierten Masse – entsteht ein besonders deutliches Beispiel dafür, dass die Übereinstimmung mathematischer Gleichungsbestandteile noch keine Aussage darüber erlaubt, ob auch deren physikalische Herkunft und Phänomenologie übereinstimmen.

21.3.1 Die Dirac-Lösung für den Wasserstoff-Grundzustand

P. A. M. Dirac veröffentlichte 1928 *The Quantum Theory of the Electron.* Ausgangspunkt war die relativistische Beschreibung des Elektrons. Bemerkenswert für die ontologische Einordnung ist, dass Dirac ausdrücklich vom Atom mit "point-charge electrons" ausgeht.

Die Energieeigenwerte für das Elektron im Coulombfeld können in der Form

$$E_{n,\kappa} = mc^2 \left[1 + \frac{\alpha^2}{\left(n - |\kappa| + \sqrt{\kappa^2 - \alpha^2} \right)^2} \right]^{-1/2}$$

geschrieben werden.

Für den Wasserstoff-Grundzustand

$$1S_{1/2}$$

gelten

$$n = 1, \qquad j = \frac{1}{2}, \qquad \kappa = -1, \qquad |\kappa| = 1.$$

Damit verschwindet der erste Summand des Nenners:

$$n - |\kappa| = 1 - 1 = 0.$$

Es verbleibt

$$E_{1S} = mc^2 \left[1 + \frac{\alpha^2}{\left(\sqrt{1 - \alpha^2} \right)^2} \right]^{-1/2}.$$

Wegen

$$\left(\sqrt{1 - \alpha^2} \right)^2 = 1 - \alpha^2$$

folgt

$$E_{1S} = mc^2 \left[1 + \frac{\alpha^2}{1 - \alpha^2} \right]^{-1/2}.$$

Nun ist

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

Damit ergibt sich exakt

$$E_{1S} = mc^2 \left(\frac{1}{1 - \alpha^2} \right)^{-1/2}$$

und schließlich

$$\boxed{E_{1S} = mc^2 \sqrt{1 - \alpha^2}.}$$

Die Differenz gegenüber der Ruheenergie

$$E_0 = mc^2$$

beträgt daher

$$\Delta E_{\mathrm{D}} = E_0 - E_{1S},$$

also

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{D}} = mc^2 \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right).}$$

Wichtig ist: Der Faktor

$$\boxed{1 - \sqrt{1-\alpha^2}}$$

entsteht hier **nicht durch eine Reihenentwicklung oder Näherung**. Für den Grundzustand folgt er exakt aus der Dirac-Energieformel.

21.3.2 Exakt derselbe Faktor in der EKT

$$\boxed{\Delta E_{e,p} = \frac{m_e}{1 + m_e/m_p} \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right) c^2.}$$

Mit den im Dokument verwendeten Werten ergibt sich

$$\Delta E_{e,p} = 13{,}5984682\,\mathrm{eV}.$$

Damit gilt zunächst als rein algebraischer Befund:

$$\boxed{\left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right)_{\mathrm{Dirac}} = \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right)_{\mathrm{EKT}}.}$$

Die Gleichheit ist exakt.

Aber gerade hier beginnt der physikalisch interessante Teil: **Die mathematische Identität sagt noch nichts über die Herkunft dieses Terms aus.**

21.3.3 Woher kommt derselbe Term innerhalb der EKT?

Ausgangspunkt ist die Entwicklungsfunktion

$$r(t) = r_0 \sin\left(\frac{c}{r_0} t\right).$$

Ihre zeitliche Ableitung ergibt

$$v(t) = \dot{r}(t) = c \cos\left(\frac{c}{r_0} t\right).$$

Damit gilt

$$\frac{v(t)}{c} = \cos\left(\frac{c}{r_0} t\right),$$

also

$$\frac{c}{r_0} t = \arccos\left(\frac{v(t)}{c}\right).$$

Einsetzen in die Radiusfunktion liefert

$$r(t) = r_0 \sin\left[\arccos\left(\frac{v(t)}{c}\right)\right].$$

Mit

$$\sin(\arccos x) = \sqrt{1 - x^2}$$

folgt

$$r(t) = r_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v(t)}{c}\right)^2}.$$

Für den EKT-Entwicklungszustand

$$v = \alpha c$$

ergibt sich

$$\boxed{r(t) = r_0 \sqrt{1 - \alpha^2}.}$$

Damit ist innerhalb der EKT

$$\boxed{\sqrt{1 - \alpha^2} = \frac{r(t)}{r_0}}$$

keine aus der Dirac-Theorie übernommene relativistische Korrektur, sondern Bestandteil der eigenen Entwicklungsgeometrie.

Genau deshalb ist die mathematische Gleichheit mit dem Dirac-Term erkenntnistheoretisch interessant.

21.3.4 Dasselbe Phänomen tritt ein zweites Mal auf: die reduzierte Masse

Der EKT-Massenterm lautet für Proton und Elektron

$$\frac{m_e}{1 + m_e/m_p}.$$

Algebraisch:

$$\frac{m_e}{1 + m_e/m_p} = \frac{m_e m_p}{m_e + m_p}.$$

Damit gilt exakt

$$\boxed{\frac{m_e}{1 + m_e/m_p} = \mu = \frac{m_e m_p}{m_e + m_p}.}$$

Es handelt sich mathematisch um die bekannte reduzierte Masse.

Die EKT-Phänomenologie dieses Terms befindet sich jedoch an anderer Stelle des Dokuments. Aus der Masse-Radius-Konstanz

$$m_A r_A = m_B r_B = F_{\mathrm{EK}}$$

folgt

$$r_A = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m_A}, \qquad r_B = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m_B}.$$

Werden die Radien addiert,

$$r_{AB} = r_A + r_B,$$

dann folgt

$$r_{AB} = F_{\mathrm{EK}} \left(\frac{1}{m_A} + \frac{1}{m_B} \right).$$

Die zu diesem resultierenden Radius gehörende Masse ist nach derselben Masse-Radius-Beziehung

$$m_{AB} = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{r_{AB}}.$$

Somit:

$$m_{AB} = \frac{1}{\frac{1}{m_A} + \frac{1}{m_B}}$$

und daher

$$\boxed{m_{AB} = \frac{m_A m_B}{m_A + m_B}.}$$

Mathematisch ist das wiederum die reduzierte Masse.

Die EKT weist ausdrücklich darauf hin, dass diese mathematische Identität gerade **keine Identität der Phänomenologie** bedeutet.

Damit haben wir nun nicht nur einen, sondern zwei parallele Fälle:

$$\boxed{\frac{m_A m_B}{m_A + m_B}}$$

und

$$\boxed{1 - \sqrt{1 - \alpha^2}.}$$

Beide mathematischen Strukturen existieren auch außerhalb der EKT. Die EKT weist ihnen jedoch aufgrund ihrer eigenen Ausgangsannahmen jeweils eine konkrete geometrische Herkunft zu.

21.3.5 Der historische Punkt: Waren Dirac-Lösung und Kernbewegung unbekannt?

Nein. Und gerade das macht den Sachverhalt interessanter.

Die historische Literatur zeigt eindeutig, dass die Frage nach der endlichen Kernmasse in Verbindung mit der Dirac-Theorie bekannt war.

Bereits 1937 erschien Irving S. Lowens Arbeit mit dem unmissverständlichen Titel *The Effect of Nuclear Motion in the Dirac Equation*. Lowen untersuchte Korrekturen zur Dirac-Gleichung, die aus der Bewegung eines schweren Kerns der Masse M resultieren, und verwendete hierfür die relativistische Breit-Zweikörperwechselwirkung. Die Rechnung wurde bis zur Ordnung

$$\frac{m}{M}$$

durchgeführt.

Damit ist historisch ausgeschlossen, dass die spätere Entwicklung einfach darauf zurückzuführen wäre, dass die endliche Protonenmasse im Zusammenhang mit der Dirac-Gleichung nicht bemerkt worden wäre.

Noch deutlicher wird dies 1948.

Gregory Breit und G. E. Brown veröffentlichten *Effect of Nuclear Motion on the Fine Structure of Hydrogen*. Sie schreiben ausdrücklich, dass sie die Energie des Dirac-Elektrons im Zentralfeld als Referenzpunkt nehmen. Ihr Ergebnis enthält ausdrücklich die ursprüngliche Bohrsche Reduced-Mass-Korrektur und darüber hinaus einen weiteren Term, der von der Hauptquantenzahl abhängt.

Das bedeutet:

$$\boxed{\text{Dirac-Lösung} + \text{reduzierte Masse}}$$

waren keineswegs voneinander unbekannte mathematische Bestandteile.

Man beschäftigte sich ausdrücklich mit ihrer Verbindung.

21.3.6 Warum blieb man dann nicht bei der einfachen Kombination?

Hier muss zwischen historischem Fakt und theoretischer Interpretation unterschieden werden.

Historisch feststellbar ist: Die relativistische Zweikörperbehandlung wurde als ein Problem angesehen, das durch die bloße Substitution

$$m_e \longrightarrow \mu$$

in die Dirac-Gleichung nicht vollständig gelöst sei.

Deshalb entstanden zusätzliche Recoil-Rechnungen.

Lowen berechnete 1937 entsprechende Kernbewegungskorrekturen.

Breit und Brown gingen 1948 erneut vom Dirac-Elektron aus und erhielten neben der reduzierten-Masse-Korrektur einen zusätzlichen Beitrag.

1951 wurden diese Arbeiten beispielsweise von Takehiko Ishidzu erneut mit einer relativistischen 16-Komponenten-Wellengleichung behandelt. Die Arbeit nimmt ausdrücklich auf Breit und Brown sowie frühere Zweikörperbehandlungen Bezug.

Die späteren Autoren wussten also sehr wohl von der Dirac-Lösung.

21.3.7 Die bemerkenswerte vollständige Gleichungsstruktur

Wenn man zunächst nur die beiden mathematischen Strukturen betrachtet, ergibt sich etwas außerordentlich Einfaches.

Aus der Dirac-Lösung:

$$\Delta E_{\mathrm{D}} = mc^2 \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right).$$

Aus der Zweikörpermasse:

$$m \longrightarrow \mu = \frac{m_e m_p}{m_e + m_p}.$$

Setzt man beides zusammen:

$$\Delta E = \mu c^2 \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right),$$

also

$$\boxed{\Delta E = \frac{m_e m_p}{m_e + m_p} \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right) c^2.}$$

Und das ist algebraisch exakt die EKT-Gleichung [Eee] für Proton und Elektron:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{EKT}} = \Delta E_{\mathrm{Dirac},\, m \to \mu}.}$$

Das ist die eigentlich bemerkenswerte Feststellung.

Nicht nur der Wurzelterm stimmt überein.

Nicht nur der Massenterm stimmt überein.

Sondern die unmittelbare Kombination beider bekannten mathematischen Bestandteile ergibt genau

$$\boxed{\frac{m_e m_p}{m_e + m_p} \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right) c^2.}$$

21.3.8 Identische Gleichungsstruktur bedeutet keine identische Phänomenologie

Gerade diese Gleichheit beweist keine gleiche Phänomenologie.

Der zentrale erkenntnistheoretische Zusammenhang lautet:

$$\boxed{\text{Identische Gleichungsstruktur} \not\Rightarrow \text{identische physikalische Phänomenologie.}}$$

Mathematisch kann geschrieben werden:

$$\underbrace{\frac{m_e m_p}{m_e + m_p}}_{\text{reduzierte Masse}} \cdot \underbrace{\left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right)}_{\text{Dirac-Grundzustand}} c^2.$$

Die Gleichung selbst sagt aber nicht, **warum** diese beiden Faktoren auftreten.

Innerhalb der EKT lautet die phänomenologische Kette dagegen:

$$mr = F_{\mathrm{EK}}$$

führt über die Radienaddition zu

$$\boxed{m_{ep} = \frac{m_e m_p}{m_e + m_p},}$$

während die Entwicklungsfunktion

$$r(t) = r_0 \sin\left(\frac{c}{r_0} t\right)$$

über

$$v = \alpha c$$

zu

$$\boxed{\frac{r(t)}{r_0} = \sqrt{1-\alpha^2}}$$

führt.

Beides zusammengenommen ergibt

$$\boxed{\Delta E_{e,p} = \underbrace{\frac{m_e m_p}{m_e + m_p}}_{\substack{\text{EKT: resultierende Masse} \\ \text{aus Radienaddition}}} \underbrace{\left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right)}_{\substack{\text{EKT: geometrischer} \\ \text{Entwicklungszustand}}} c^2.}$$

Das ist der entscheidende Unterschied zwischen dem Wiedererkennen einer Formel und ihrer Herleitung innerhalb eines physikalischen Denkmodells.

21.3.9 Die historisch präzisere Fragestellung

Die historische Frage lautet deshalb nicht:

> Warum kannte niemand die Dirac-Lösung mit reduzierter Masse?

Denn dies wäre historisch nicht zutreffend.

Die präzisere Frage lautet:

Warum wurde die bereits bekannte Kombination aus reduziertem Massenterm und exaktem Dirac-Grundzustandsfaktor nicht als möglicherweise eigenständige physikalische Gesamtstruktur des Proton-Elektron-Systems betrachtet, sondern lediglich als Ausgangspunkt für weitere formal erforderliche Korrekturrechnungen?

Breit und Brown zeigen 1948 besonders deutlich, dass beide mathematischen Strukturen unmittelbar nebeneinander lagen: Sie nahmen die Energie des Dirac-Elektrons im Zentralfeld als Referenz und erhielten ausdrücklich die Bohrsche Reduced-Mass-Korrektur sowie einen weiteren Term.

Die mathematischen Bestandteile waren also vorhanden.

Was fehlte, war jedenfalls nicht deren Kenntnis.

21.3.10 Bedeutung für die EKT

Damit bekommt der Vergleich eine andere Bedeutung als eine bloße Feststellung, dass die EKT einen bereits aus der Dirac-Theorie bekannten Faktor enthält.

Tatsächlich liegen zwei mathematische Übereinstimmungen vor:

$$\boxed{m_{\mathrm{EKT}} = \frac{m_e m_p}{m_e + m_p} = \mu}$$

und

$$\boxed{f_{\mathrm{EKT}} = 1 - \sqrt{1-\alpha^2} = f_{\mathrm{Dirac},1S}.}$$

Ihre Kombination ergibt

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{EKT}} = \mu \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right) c^2.}$$

Die EKT erhält diese Struktur jedoch nicht dadurch, dass zunächst die reduzierte Masse und anschließend die Dirac-Lösung übernommen werden. Innerhalb des EKT-Denkmodells werden beide Bestandteile auf die Masse-Radius-Kopplung und die Entwicklungsgeometrie zurückgeführt.

Genau deshalb illustriert dieser Vergleich besonders deutlich den bereits für die reduzierte Masse festgestellten Zusammenhang:

$$\boxed{\begin{array}{c}\text{gleicher Massenterm}\\ +\\ \text{gleicher Wurzelterm}\end{array}}$$

bedeutet noch nicht

$$\boxed{\text{gleiches physikalisches Denkmodell.}}$$

Gerade weil die algebraischen Endstrukturen übereinstimmen, wird besonders deutlich, dass eine Gleichung ihre physikalische Bedeutung nicht aus ihrer mathematischen Form allein erhält.

Historische Quellen P. A. M. Dirac, *The Quantum Theory of the Electron*, Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Vol. 117 (1928), S. 610–624, DOI: 10.1098/rspa.1928.0023.

Irving S. Lowen, *The Effect of Nuclear Motion in the Dirac Equation*, Physical Review, Vol. 51 (1937), S. 190, DOI: 10.1103/PhysRev.51.190.

G. Breit und G. E. Brown, *Effect of Nuclear Motion on the Fine Structure of Hydrogen*, Physical Review, Vol. 74 (1948), S. 1278, DOI: 10.1103/PhysRev.74.1278.

Takehiko Ishidzu, *Effects of Nuclear Motion on the Fine and the Hyperfine Structure of Hydrogen, I*, Progress of Theoretical Physics, Vol. 6 (1951), S. 48–60.

21.4 Der Bohrsche Radius in QM vs. EKT

Der Bohrsche Radius (r_{Bohr}) ist im Bild zweier Ladungen der Abstand zum gemeinsamen Ladungsschwerpunkt. Der Abstand zwischen den Ladungsmittelpunkten beträgt $2r_{\text{Bohr}}$. Im Denkmodell der Elementarkörpertheorie überlagern sich zwei Elementarkörper während der inelastischen Wechselwirkung so, dass sie sich jeweils auf das Maß des Bohrschen Radius vergrößern. Das bedeutet: Das nun die resultierenden, gleichgroßen Elementarkörper überlagert werden.

Bemerkung 21.1. *Übrigens führt die quantenmechanische Betrachtung zu einem "Bohrschen Radius" von $3/2a_0$ (?!?). Der "quantenmechanische" Erwartungswert des Bohrschen Radius $\langle r \rangle$ berechnet sich wie folgt:*

*"Quantenmechanisch" ist beim Bohrschen Atom-Radius die Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron maximal. Im Mittel $\langle r \rangle$ befindet sich das Elektron im **1,5a_0-fachen Abstand** zum Kern. Diese Feststellung ist nicht trivial. Was fangen wir mit dem Erwartungswert $\langle r \rangle$ an, wenn die auch in der Quantenmechanik verwendete Rydberg-Energie, nicht mit dem Erwartungswert $\langle r \rangle$, sondern mit dem Bohrschen Atomradius a_0 korrespondiert?*

22 Theoretische Bestimmung der Grundzustandsenergie des Wasserstoffatoms gemäß Standardmodell

22.1 Zusammenfassung

Nachfolgend wird die vollständige theoretische Struktur zur "hochpräzisen Berechnung" der Grundzustandsenergie des Wasserstoffatoms im Rahmen des Standardmodells (SM) angegeben. Berücksichtigt werden die exakte Lösung der Dirac-Gleichung, die Entwicklung in der Feinstrukturkonstante, Quantenelektrodynamik (QED), Renormierung, Recoil-Effekte, Protonstruktur sowie hadronische Beiträge. Zusätzlich wird der theoretische und numerische Aufwand eingeordnet.

ABER...

Voraussagefähigkeit der Quantenmechanik
Die innerhalb der Quantenmechanik (QM) und daraus folgend innerhalb der Quantenfeldtheorien (QFTn) verwendete, teils neu definierte Mathematik (Stichworte: Störungstheorie, Regularisierung, Renormierung), ist phänomenologisch unbegründet. Sie ist formal(-axiomatisch) deutlich komplexer und schwieriger verständlich als die bloße Erkenntnis, dass beispielsweise Energie-Niveaus in Abhängigkeit der Hauptquantenzahl n mit $1/(n^2-(n+1)^2)$ "quantisiert" sind, kommt aber über den Status einer Rechenvorschrift nicht hinaus. Zudem gibt es im Rahmen der Störungstheorie **keine formal-analytischen Lösungen**. Wenn also Quantenelektrodynamik (QED) basierend von einer hervorragenden Übereinstimmung von Theorie und Experiment berichtet wird, dann handelt es sich um gigantische Lösungssysteme, dessen iterative Ergebnisse den Meßwerten immer wieder angepasst wurden. **Die einen sagen es nicht, die anderen durchschauen es nicht.**

22.2 Gesamtstruktur der Energie

Die vollständige Energie kann schematisch geschrieben werden als:

$$E = E_{\text{Dirac}} + \Delta E_{\text{1-Loop}} + \Delta E_{\text{2-Loop}} + \Delta E_{\text{Recoil}} + \Delta E_{\text{Proton}} + \Delta E_{\text{Hadronisch}} + \dots \tag{108}$$

22.3 Dirac-Theorie (exakte relativistische Lösung)

Die Dirac-Gleichung im Coulomb-Potential lautet:

$$\left[c\boldsymbol{\alpha} \cdot \mathbf{p} + \beta mc^2 - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r} \right] \psi = E\psi \tag{109}$$

Die exakten Energieeigenwerte sind:

$$E_{n,j} = mc^2 \left[1 + \frac{(Z\alpha)^2}{\left(n - j - \frac{1}{2} + \sqrt{(j+\frac{1}{2})^2 - (Z\alpha)^2} \right)^2} \right]^{-1/2} \tag{110}$$

Für den Grundzustand ($n = 1$, $j = \frac{1}{2}$, $Z = 1$):

$$E_{1s} = mc^2 \sqrt{1 - \alpha^2} - mc^2 \tag{111}$$

Entwicklung nach α:

$$E_{1s} = -\frac{mc^2\alpha^2}{2} - \frac{mc^2\alpha^4}{8} + O(\alpha^6) \tag{112}$$

22.4 Feinstruktur und effektiver Hamiltonoperator

Die relativistischen Korrekturen ergeben sich aus:

$$H = H_0 - \frac{p^4}{8m^3c^2} + \frac{\hbar^2}{8m^2c^2}\nabla^2 V + \frac{1}{2m^2c^2}\frac{1}{r}\frac{dV}{dr}\mathbf{L}\cdot\mathbf{S} \tag{113}$$

22.5 Quantenelektrodynamik (QED)

Die QED-Lagrangedichte lautet:

$$\mathcal{L} = \bar{\psi}(i\gamma^\mu D_\mu - m)\psi - \frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} \tag{114}$$

mit

$$D_\mu = \partial_\mu + ieA_\mu \tag{115}$$

22.5.1 1-Loop-Selbstenergie

Die führende Korrektur ergibt die Lamb-Verschiebung:

$$\Delta E_{\text{Lamb}} \propto \frac{\alpha}{\pi}(Z\alpha)^4 mc^2 \ln\left(\frac{1}{(Z\alpha)^2}\right) \tag{116}$$

22.6 Recoil-Korrekturen

Durch Verwendung der reduzierten Masse:

$$\mu = \frac{mM}{m+M} \tag{117}$$

ABER...

Tatsache ist: **Die Berechnung von Grundzustandsenergien ist weder quantenmechanisch noch quantenelektrodynamisch begründet** respektive nicht möglich, da ein signifikant maßgebender Anteil von dem Verhältnis der wechselwirkenden Massen bestimmt wird. Es gibt weder QM und schon gar nicht QED basierend die Möglichkeit die "**reduzierte Masse** $m_{\text{red}} = m_A/(1 + m_A/m_B)$" quantenfeld-phänomenologisch einzuführen. Der reduzierte Masseterm $m_{\text{red}} = m_A/(1 + m_A/m_B)$ wirkt sich auf die energetischen Verhältnisse aus. Die reduzierte Masse ist – ob man es wahr haben will oder nicht – im Rahmen der Standardphysik historisch aus der Himmelsmechanik abgeleitet. Das bedeutet im Klartext, dass im Sinne atomarer Wechselwirkungen, diese weder QM noch QED begründet ist.

22.7 Protonstruktur und hadronische Beiträge

Weitere Korrekturen stammen aus:

- Protonformfaktoren
- Vakuumpolarisation höherer Ordnung
- Zwei-Loop-QED
- Gitter-QCD-Berechnungen

22.8 Numerischer und theoretischer Aufwand

- Dirac-Lösung: analytisch exakt.
- 1-Loop-QED: symbolische Rechnung + numerische Auswertung.
- 2-Loop-QED: komplexe Mehrschleifenintegrale.
- Protonstruktur: teilweise experimentell, teilweise Gitter-QCD.
- Vollständige Präzisionsrechnung: Forschungsniveau, ggf. Supercomputer.

22.9 Ergebnis für die Grundzustandsenergie

Unter Berücksichtigung aller bekannten Korrekturen ergibt sich:

$$E_{1s} \approx -13{,}59843449 \text{ eV} \tag{118}$$

Hier wurde offensichtlich, so lange modifizierend, teils über Jahre, mittels Cluster-Computern numerisch "alles schön" gerechnet, bis das experimentelle Ergebnis exakt erzielt wurde.

23 Die Materiegleichungen: die konsequente Entwicklungsleiter

Der entscheidende formale Materiebildungs- »Durchbruch« liegt in der Erkenntnis, dass das Produkt aus Wechselwirkungsradius r und Kanalgeschwindigkeit v einer exakten arithmetischen Progression folgt. Bezogen auf den Maximalwert $r_0 \cdot c$ ergeben sich vier diskrete Stufen, die exakt den Werten $1\hbar$ bis $4\hbar$ entsprechen:

- **e–e-Kanal (Rydberg):** $r \cdot v = \frac{1}{4} r_0 c \quad \Longrightarrow \quad 1\hbar$
- **e–q_0-Kanal (Neutron):** $r \cdot v = \frac{2}{4} r_0 c \quad \Longrightarrow \quad 2\hbar$
- **Myon-Kanal:** $r \cdot v = \frac{3}{4} r_0 c \quad \Longrightarrow \quad 3\hbar$
- **q_0–q_0-Kanal (Pion):** $r \cdot v = \frac{4}{4} r_0 c \quad \Longrightarrow \quad 4\hbar$

Durch Multiplikation mit der invarianten Masse m_0 und Nutzung der Masse-Radius-Konstanten $m_0 r_0 c = 2h/\pi$ wird bewiesen, dass diese Leiter keine willkürliche Konstruktion ist, sondern die geometrisch begründete Sequenz der Kopplungsstufen.

Der Zerfall $\pi \to \mu \to e$ wird nun als das schrittweise Herabsteigen dieser Wirkungsstufen begriffen, wobei massegebundene Energie in radiusgebundene Raumenergie transformiert wird.

Die Leiter ist nach oben begrenzt: Da der Radius r maximal r_0 und die Geschwindigkeit v maximal c sein kann, ist das Produkt $r \cdot v$ nach oben durch $r_0 \cdot c$ (Stufe $4\hbar$) begrenzt. Ein „5. Kanal" ($5\hbar$) ist geometrisch unmöglich. Damit ist die EKT ein in sich geschlossenes, endliches System diskreter Zustände und kein offenes Klassifikationsschema. Die EKT beschreibt die materiebildende Wechselwirkung zweier Elementarkörper durch Gleichungen, die aus zwei Bausteinen bestehen:

1. **Klammer (Wer wechselwirkt?)**: die reduzierte Masse $\frac{m_A}{1+m_A/m_B}$ bzw. die stark transformierte Form $\frac{{}_{q_0}m_A}{1+{}_{q_0}m_A/m_B}$,
2. **Kanal-Faktor (Wie viel wird umgesetzt?)**: $(1-\gamma_{\mathrm{dyn}})$ mit dem dynamisierten Faktor $\gamma_{\mathrm{dyn}} = \sqrt{1-(v/c)^2}$ an der charakteristischen Kanalgeschwindigkeit.

23.1 Die drei Grundgleichungen

Kanal	Ladungen	Grundgleichung
e–e	e mit e	$\Delta E_{e,e} = \frac{m_A}{1+\frac{m_A}{m_B}} \cdot \left(1-\sqrt{1-\alpha^2}\right) \cdot c^2$
e–q_0	e mit q_0	$\Delta E_{e,q_0} = \frac{{}_{q_0}m_A}{1+\frac{{}_{q_0}m_A}{m_B}} \cdot \left(1-\sqrt{1-\alpha}\right) \cdot c^2$
q_0–q_0	q_0 mit q_0	$\Delta E_{q_0,q_0} = \frac{{}_{q_0}m_A}{1+\frac{m_A}{m_B}} \cdot c^2$

Tabelle 2: Die drei Grundgleichungen der Materiebildung.

Die charakteristischen Kanalgeschwindigkeiten. Die drei Kanal-Faktoren entsprechen den energetischen Analogien:

- e–e: $r = r_0/(4\alpha)$, $v = \alpha c$, Analogie $L = \hbar$,
- e–q_0: $r = r_0/(2\sqrt{\alpha})$, $v = \sqrt{\alpha}\, c$, Analogie $L = 2\hbar$,
- q_0–q_0: $r = r_0$, $v = c$, Analogie $L = 4\hbar$.

23.2 Die Myonenmasse in der Elementarkörpertheorie

Explizite Zusammenfassung – jeder Rechnungsterm und seine Begründung, verständlich ohne EKT-Vorwissen

0. Das Minimum an Vorwissen, das der Leser braucht Der Elementarkörper. In der EKT ist jedes Teilchen (Elektron, Proton, ...) ein "Elementarkörper": eine aus einem Photon entstandene, masse-radius-gekoppelte Kugeloberfläche. Sein Masse-Radius-Produkt ist invariant:

$$m_0 \cdot r_0 = \frac{2h}{\pi c} = F_{\mathrm{EK}} \qquad [F1] \tag{119}$$

Je kleiner der Radius, desto größer die Masse (und umgekehrt). "Zerfälle" wie $\pi \to \mu \to e$ sind daher Masse-Radius-Transformationen: massegebundene Energie wird in radiusgebundene (Raum-)Energie umgewandelt – ohne Neutrino.

Die zwei Ladungen.

- e = elektrische Elementarladung (der "elektrische Kanal").
- q_0 = Elementarkörperladung (der "starke Kanal"). Sie ist die Ladung, deren Selbstenergie der gesamten Ruheenergie m_0c^2 entspricht. Da die elektrische Energie nur den Bruchteil $\alpha/4$ der Gesamtenergie ausmacht ($\alpha/4 = e^2/q_0^2$), ist die zur starken Ladung gehörige äquivalente Masse um den Kehrwert größer:

$$ {}_{q_0}m = \frac{4}{\alpha} \cdot m \tag{120}$$

Das ist der Ursprung des Faktors $4/\alpha$ in allen starken Termen.

Die drei Materie-Gleichungen. Treffen zwei Elementarkörper A und B im gemeinsamen Ursprung zusammen, so addieren sich ihre Radien, und die resultierende Masse folgt aus $[F1]$. Formal ergibt das exakt die "reduzierte Masse"-Klammer. Je nachdem, welche Ladungen die Partner tragen, gibt es drei Wechselwirkungstypen – und damit drei Gleichungen:

$$\Delta m_{e,e} = \left(\frac{m_A}{1+\frac{m_A}{m_B}}\right)\cdot\left(1-\sqrt{1-\alpha^2}\right) \qquad [m_{ee}] \tag{121}$$

$$\Delta m_{e,q_0} = \left(\frac{q_0 m_A}{1+\frac{q_0 m_A}{m_B}}\right)\cdot\left(1-\sqrt{1-\alpha}\right) \qquad [m_{q_0 e}] \tag{122}$$

$$\Delta m_{q_0,q_0} = \left(\frac{q_0 m_A}{1+\frac{q_0 m_A}{q_0 m_B}}\right) = \left(\frac{q_0 m_A}{1+\frac{m_A}{m_B}}\right) \qquad [m_{q_0 q_0}] \tag{123}$$

Jede dieser Gleichungen besteht aus zwei Bausteinen: der Klammer (Wer wechselwirkt? Mit welcher – ggf. stark transformierten – Masse und welchem Partner?) und dem Kanal-Faktor (Wie viel der verkörperten Energie wird in dieser Wechselwirkung umgesetzt/abgestrahlt?). Beide Bausteine werden unten einzeln begründet.

1. Baustein 1 – Die Klammer: Wer wechselwirkt, und mit welcher Masse? Die Klammer ist die geometrische Überlagerung, keine Schwerpunkts-Mechanik. Zwei Körper mit $m_A r_A = m_B r_B = F_{\mathrm{EK}}$ überlagern sich im gemeinsamen Ursprung; die Radien addieren sich zu $r_A + r_B$, und aus $m\cdot(r_A+r_B) = F_{\mathrm{EK}}$ folgt zwingend

$$m = \frac{m_A}{1+\frac{m_A}{m_B}} \tag{124}$$

Formal identisch mit der reduzierten Masse – aber phänomenologisch die Überlagerung im Ursprung. Die Klammer beantwortet also die Frage: Welcher Anteil der starken (bzw. elektrischen) Verkörperung von A entsteht im Beisein des Partners B?

Warum im starken Kanal $_{q_0}m_A = \frac{4}{\alpha}m_A$ steht: q_0 ist die Ladung der Gesamtenergie. Wird ein Körper über den starken Kanal verkörpert, muss seine Masse deshalb in das starke Bild übersetzt werden: multipliziert mit $4/\alpha$ (dem Verhältnis Gesamtenergie/elektrische Energie). Im rein elektrischen Kanal $[m_{ee}]$ steht dagegen die nackte Masse m_A.

Warum sich im q_0-q_0-Kanal der Faktor $4/\alpha$ im Verhältnis kürzt: Stehen beide Partner unter starker Ladung, so kürzt sich $4/\alpha$ im Quotienten $_{q_0}m_A/_{q_0}m_B = m_A/m_B$ heraus; übrig bleibt die Klammer mit dem nackten Massenverhältnis, vorn aber weiterhin die stark transformierte Masse $_{q_0}m_A$. Genau deshalb lautet die Pionen-Gleichung $\frac{4}{\alpha}\cdot\frac{m_e}{1+m_e/m_p}$: vorn die starke Verkörperung des Elektrons, hinten die Kürzung der starken Ladungen.

2. Baustein 2 – Der Kanal-Faktor: Wie viel wird umgesetzt? Jeder Kanal besitzt eine charakteristische Geschwindigkeit und einen charakteristischen Radius (die "energetischen Analogien" der EKT). Mit dem dynamisierten Faktor $\gamma_{\mathrm{dyn}} = \sqrt{1-(v/c)^2}$ ist der Kanal-Faktor stets $(1-\gamma_{\mathrm{dyn}})$ – der Anteil der Verkörperung, der in der materiebildenden Wechselwirkung als Grundzustandsenergie abgestrahlt bzw. umgesetzt wird:

Kanal	**Ladungen**	**Radius** r	**Geschw.** v	$(r/r_0)(v/c)$	**Faktor** $(1-\gamma_{\mathbf{dyn}})$
e–e	e mit e	$r_0/(4\alpha)$	αc	1/4	$(1-\sqrt{1-\alpha^2})$
e–q_0	e mit q_0	$r_0/(2\sqrt{\alpha})$	$\sqrt{\alpha}\,c$	1/2	$(1-\sqrt{1-\alpha})$
q_0–q_0	q_0 mit q_0	r_0	c	1	$(1-\sqrt{1-1}) = 1$

Die Begründung der drei Faktoren im Einzelnen:

- **e–e:** Nur der elektrische Bruchteil $\alpha/4$ der Energie nimmt teil; die charakteristische Geschwindigkeit ist $v = \alpha c$. Eingesetzt in $(1-\sqrt{1-(v/c)^2})$ ergibt das $(1-\sqrt{1-\alpha^2})$ – den Rydberg-Faktor. Mit der Klammer $(m_e/(1+m_e/m_p))$ liefert $[m_{ee}]$ die Rydberg-Energie auf $2{,}5\cdot10^{-6}$ genau.

- **e–q_0:** Der gemischte Kanal trägt die dyadische Mitte der Leiter, $v = \sqrt{\alpha}\,c$ (geometrisches Mittel aus αc und c). Der Faktor wird $(1 - \sqrt{1-\alpha})$ – der Neutronen-Faktor. Mit der stark transformierten Elektronenmasse ${}_{q_0}m_e$ und dem Proton als Partner liefert $[m_{q_0 e}]$ die Neutronen-Massendifferenz auf $6{,}5 \cdot 10^{-6}$ genau.
- **q_0–q_0:** Der starke Kanal verkörpert die volle Energie; $v = c$, also $\gamma_{\mathrm{dyn}} = 0$ und der Faktor = 1. Deshalb hat die Pionen-Gleichung keinen Wurzelfaktor: die gesamte starke Verkörperung wird Masse. $[m_{q_0 q_0}]$ mit A=e, B=p liefert $4{,}99053598 \cdot 10^{-28}$ kg $= 2\,m_{\pi^\pm}$ (Faktor 1/2 wegen Paarerzeugung, s. u.); mit A=B=e das neutrale Pion $(2/\alpha)m_e$; mit A=B=p den Higgs-artigen Zustand (+2,9 %).

Damit ist die Leiter kalibriert: Dieselbe Klammer, anderer Kanal-Faktor – anderes Teilchen. Die vierte Gleichung für das Myon ist keine Fremdkonstruktion, sondern die konsequente Fortsetzung genau dieser Leiter.

3. Die vierte Materie-Gleichung: das Myon-Paar

$$\Delta m_{\mu,\bar{\mu}} = \left(\frac{{}_{q_0}m_e}{1 + \frac{m_e}{m_p}}\right) \cdot \left(1 - \frac{1}{4}\right) = 2\,m_\mu(\mathrm{EKT}) \qquad [m_{\mu\mu}] \tag{125}$$

$$m_\mu(\mathrm{EKT}) = \frac{\Delta m_{\mu,\bar{\mu}}}{2} \tag{126}$$

3.1 Warum die Klammer $\frac{{}_{q_0}m_e}{1+m_e/m_p}$ (der Pionen-Klammer-Term): Das Myon entsteht phänomenologisch aus dem geladenen Pion ($\pi^\pm \to \mu^\pm$). Das geladene Pion aber ist die q_0-q_0-Verkörperung des Elektron-Proton-Systems, also exakt der Klammer-Term $\frac{{}_{q_0}m_e}{1+m_e/m_p}$. Das Myon erbt daher dieselbe reduzierte starke Masse: Es ist der Folge-Körper der Pionen-Verkörperung, nicht eine neue, unabhängige Quelle. Deshalb steht im Myon-Term dieselbe Klammer wie im Pionen-Term – mit dem Proton als Partner (protonen-reduziert), nicht die Gleich-Massen-Klammer.

3.2 Warum der Kanal-Faktor $(1 - 1/4)$: Das Myon steht in der Zerfallskette $\pi \to \mu \to e$ zwischen der vollen starken Verkörperung (Pion, Faktor 1) und dem elektrischen Grundzustand (Elektron). Es ist die starke Verkörperung, reduziert um den elektrischen Analogie-Anteil. Dieser Anteil ist exakt das Viertel aus der e–e-Zeile der Leiter:

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{r}{r_0}\right)_{\text{e-e}} \cdot \left(\frac{v}{c}\right)_{\text{e-e}} = \frac{1}{4\alpha} \cdot \alpha = \frac{L_{ee}}{L_{q_0 q_0}} \tag{127}$$

(dasselbe Viertel, das in der Drehimpuls-Analogie $[eL]$ steht: $L_{ee} = \frac{1}{4} r_0 m_0 c$ gegenüber $L_{q_0 q_0} = r_0 m_0 c$ – ausgedrückt allein mit r, v, α, ohne $\hbar$). Der Myon-Faktor ist damit

$$1 - \frac{L_{ee}}{L_{q_0 q_0}} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \tag{128}$$

Und er hat exakt dieselbe Form wie die drei bekannten Faktoren: Setzt man $\gamma_{\mathrm{dyn},\mu} = 1/4$, so ist $(1 - 1/4) = (1 - \sqrt{1 - 15/16})$, d. h. der Myon-Kanal ist ein $(1 - \gamma_{\mathrm{dyn}})$-Faktor mit der Kanal-Geschwindigkeit

$$v_\mu = \frac{\sqrt{15}}{4}\,c \approx 0{,}96825\,c \tag{129}$$

Die vierte Gleichung ist also strukturell identisch mit $[m_{ee}]$, $[m_{q_0 e}]$, $[m_{q_0 q_0}]$: dieselbe Klammer, derselbe Faktor-Typ $(1 - \gamma_{\mathrm{dyn}})$, nur die Kanal-Geschwindigkeit ist die des Myon-Schrittes der Leiter.

3.3 Warum der Faktor 1/2: Wie bei den Pionen erzwingt die Ladungserhaltung ein Paar: Die q_0-q_0-Verkörperung des Elektron-Proton-Systems ergibt zwei geladene Pionen (Ladungssumme Null); analog ergibt die Myon-Verkörperung Myon und Anti-Myon. Der Paar-Term ist daher $\Delta m_{\mu,\bar{\mu}} = 2\,m_\mu$, und die Masse des einzelnen Myons ist die Hälfte – exakt dasselbe 1/2 wie in $m_\pi = \Delta m/2$.

4. Die explizite numerische Auswertung (Schritt für Schritt) Schritt 1 – starke Transformationsmasse des Elektrons:

$${}_{q_0}m_e = \frac{4}{\alpha} \cdot m_e = 548{,}1439966 \times 9{,}10938356 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg} = 4{,}99325391 \cdot 10^{-28}\ \mathrm{kg} \tag{130}$$

Schritt 2 – protonen-reduzierte starke Masse (Pionen-Paar-Term):

$$\frac{m_e}{m_p} = 0{,}000544617 \implies \frac{4{,}99325391 \cdot 10^{-28}}{1{,}000544617} = 4{,}99053598 \cdot 10^{-28}\ \text{kg}\ (= 279{,}9485175\ \text{MeV}) \tag{131}$$

Schritt 3 – Myon-Kanal-Faktor:

$$\left(1 - \frac{1}{4}\right) = 0{,}75 \implies \Delta m_{\mu,\bar{\mu}} = 4{,}99053598 \cdot 10^{-28} \times 0{,}75 = 3{,}74290199 \cdot 10^{-28}\ \text{kg}\ (= 209{,}9613881\ \text{MeV}) \tag{132}$$

Schritt 4 – Paar-Splittung:

$$m_\mu(\text{EKT}) = \frac{3{,}74290199 \cdot 10^{-28}}{2} = 1{,}87145099 \cdot 10^{-28}\ \text{kg} = 104{,}9806940\ \text{MeV} \tag{133}$$

Schritt 5 – Vergleich mit dem theoriebeladenen Messwert:

$$\frac{m_\mu(\text{exp})}{m_\mu(\text{EKT})} = \frac{105{,}6583745}{104{,}9806940} = 1{,}0064553 \quad (\text{EKT}\ -0{,}64\,\%) \tag{134}$$

Kreuzprobe (Gleich-Massen-Kanal, analog π^0):

$$\left(\frac{q_0 m_e}{2}\right) \cdot \frac{3}{4} = 1{,}87247024 \cdot 10^{-28}\ \text{kg} = 105{,}0378767\ \text{MeV} \implies \text{Verhältnis } 1{,}0059066\ (-0{,}59\,\%). \tag{135}$$

5. Status und Einordnung Die vierte Materie-Gleichung $[m_{\mu\mu}]$ liefert die Myonenmasse als Vorhersage auf Prozent-Niveau – dieselbe Klasse wie das neutrale Pion (+3,76 %) und der Higgs-artige Zustand (+2,9 %), und näher am Messwert als beide. Die Abweichung von −0,64 % wird transparent flaggiert, nicht schöngerechnet; die "Messwerte" sind ihrerseits theoriebeladen extrahiert. Die Suche nach einer Herleitung auf dem 10^{-6}-Niveau der Paradebeispiele (Rydberg, Neutron) bleibt die offene, klar definierte Forschungsaufgabe.

Die dyadische Leiter. Die vier Kanäle bilden eine vollständige Leiter:

$$\underbrace{\left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right)}_{e\text{–}e,\ L=\hbar}, \qquad \underbrace{\left(1 - \sqrt{1-\alpha}\right)}_{e\text{–}q_0,\ L=2\hbar}, \qquad \underbrace{\left(1 - \frac{1}{4}\right)}_{\mu,\ L=3\hbar}, \qquad \underbrace{1}_{q_0\text{–}q_0,\ L=4\hbar}. \tag{136}$$

Gleichung	Klammer (Wer?)	Kanal-Faktor (Wie viel?)	Ergebnis
$[m_{ee}]$	$m_e/(1 + m_e/m_p)$	$(1 - \sqrt{1-\alpha^2})$, e–e	Rydberg-Energie
$[m_{q_0 e}]$	${}_{q_0}m_e/(1 + {}_{q_0}m_e/m_p)$	$(1 - \sqrt{1-\alpha})$, e–q_0	Neutronen-Δ
$[m_{q_0 q_0}]$	${}_{q_0}m_e/(1 + m_e/m_p)$	1, q_0–q_0	$2\,m_{\pi^\pm}$
$[m_{\mu\mu}]$	${}_{q_0}m_e/(1 + m_e/m_p)$	$(1 - 1/4) = (1 - \sqrt{1 - 15/16})$, Myon-Kanal	$2\,m_\mu(\text{EKT})$

Tabelle 3: Zusammenfassungstabelle der vier Materie-Gleichungen.

24 Materiebildungen

24.1 Masse des Neutrons – Die Neutron-Massendifferenz aus der e-q_0-Wechselwirkung

Das Neutron entsteht in der Elementarkörpertheorie aus einer **materiebildenden Ladungswechselwirkung** zwischen einem Proton und einem stark transformierten Elektron. Während das Wasserstoffatom aus der elektrischen e-e-Wechselwirkung hervorgeht, bei der die elektrische Elementarladung e maßgeblich ist, liegt der Neutronenbildung die **starke Elementarkörperladung** q_0 zugrunde.

Die starke Ladung q_0 ist diejenige Ladung, deren Selbstenergie der gesamten Ruheenergie des Elementarkörpers entspricht. Ihr Verhältnis zur elektrischen Elementarladung e ist über die Feinstrukturkonstante festgelegt:

$$\frac{e^2}{q_0^2} = \frac{\alpha}{4} \tag{137}$$

Daraus folgt für die stark transformierte Masse des Elektrons:

$${}_{q_0}m_e = \frac{4}{\alpha} \cdot m_e \tag{138}$$

Das Elektron tritt in der Neutronenbildung also nicht mit seiner elektrischen Masse m_e in Erscheinung, sondern mit seiner **starken Verkörperungsmasse** ${}_{q_0}m_e$. Diese ist um den Faktor $4/\alpha \approx 548$ größer als die elektrische Masse.

Die materiebildende Wechselwirkung zwischen dem stark transformierten Elektron und dem Proton folgt derselben Struktur wie die e-e-Wechselwirkung beim Wasserstoffatom – jedoch mit dem für den e-q_0-Kanal charakteristischen Kanal-Faktor:

$$\Delta m_n = \frac{{}_{q_0}m_e}{1 + \frac{{}_{q_0}m_e}{m_p}} \cdot \left(1 - \sqrt{1-\alpha}\right) \tag{139}$$

Dabei ist:

- Der **Klammer-Term** $\frac{{}_{q_0}m_e}{1+{}_{q_0}m_e/m_p}$ die geometrische Überlagerung im gemeinsamen Ursprung – formal identisch mit der reduzierten Masse, phänomenologisch jedoch die Konsequenz der additiven Radienüberlagerung gemäß $m_0 r_0 = F_{\mathrm{EK}}$.
- Der **Kanal-Faktor** $(1 - \sqrt{1-\alpha})$ die charakteristische Energieumsetzung des gemischten e-q_0-Kanals. Er steht in der dyadischen Leiter zwischen dem e-e-Kanal $(1 - \sqrt{1-\alpha^2})$ und dem q_0-q_0-Kanal (Faktor 1).

Numerisch ergibt sich:

$$\Delta m_n = 1{,}4056007 \cdot 10^{-30}\,\mathrm{kg} = 0{,}78848\,\mathrm{MeV}/c^2 \tag{140}$$

Die Gesamtmasse des Neutrons ist damit:

$$m_n = m_p + m_e + \Delta m_n = 1{,}67493844 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg} \tag{141}$$

Der Vergleich mit dem experimentellen Wert $m_n(\mathrm{exp}) = 1{,}67492747 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$ liefert:

$$\frac{m_n}{m_n(\mathrm{exp})} = 1{,}00000655 \tag{142}$$

Das entspricht einer relativen Abweichung von nur $6{,}5 \cdot 10^{-6}$ – **ohne freie Parameter, ohne Gitter-QCD, ohne Quarkmassen-Tuning**.

Darüber hinaus ist die kinetische Energie des beim Neutronenzerfall emittierten Elektrons in der EKT eine direkte Konsequenz der Massendifferenz:

$$E_{\mathrm{kin}} = (\gamma - 1) m_e c^2 \approx 0{,}78\,\mathrm{MeV} \tag{143}$$

Dieser Wert steht in Übereinstimmung mit der Literatur und folgt **ohne** die Annahme eines Neutrinos. Die scheinbar „fehlende“ Energie im kontinuierlichen Spektrum des Beta-Zerfalls ist in der EKT keine an ein Geisterteilchen abgegebene Energie – sie ist die **radiusgebundene Raumenergie** der Zerfallsprodukte, die sich der kalorischen Messung entzieht.

24.2 „Ungeliebter“ Sachverhalt: Die maximale Elektronenenergie des Neutronenzerfalls

Es folgt die Erwähnung eines Sachverhaltes, der von der herrschenden Physik bei der Beschreibung der Neutronensynthese respektive beim Zerfall des Neutrons gerne unerwähnt bleibt.

Legt man die in der Literatur angegebene maximale kinetische Energie von etwa 0,78 MeV des beim Zerfall des Neutrons emittierten Elektrons zugrunde, so ergibt sich die Massendifferenz des Neutrons zum Elektron und Proton direkt aus der relativistischen kinetischen Energie des Elektrons. Das Bild ist in der EKT betragsmäßig identisch – das bedeutet, die SRT-Rechnung entspricht der EKT-Rechnung mit dem dynamisierten Faktor.

Diese Aussage ist nur dann als trivial zu verstehen, wenn man das Neutron Elementarkörper-basierend aus einer direkten Proton-Elektron-Wechselwirkung gewinnt, wie sie oben beschrieben wurde. Im Rahmen des Standardmodells der Teilchenphysik hingegen liegen eine postulierte Quark-Umwandlung und eine postulierte Neutrino-Emission vor.

Das Standardmodell liefert – im Vergleich zur Elementarkörpertheorie – keine Möglichkeit, etwas Konkretes zum Neutronenzerfall formal-analytisch und näherungsfrei zu berechnen. Die SM-Mittelungen über freie Parameter, variable Kopplungskonstanten und postulierte Theorieobjekte sowie deren gleichfalls postulierte Wechselwirkungen existieren ohne direkten Existenzbeweis.

Die EKT hingegen gewinnt die maximale Elektronenenergie des Neutronenzerfalls **direkt aus derselben Massendifferenz**, die auch die Neutronenmasse selbst liefert. Aus der bereits hergeleiteten Neutron-Massendifferenz

$$\Delta m_n = \frac{q_0 m_e}{1 + \frac{q_0 m_e}{m_p}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha}\right) = 1{,}4056007 \cdot 10^{-30}\,\mathrm{kg} \tag{144}$$

folgt die maximale kinetische Energie des emittierten Elektrons unmittelbar aus der Massendifferenz zwischen Neutron und den Zerfallsprodukten Proton und Elektron:

$$\Delta m = m_n - m_p - m_e \tag{145}$$

Mit den EKT-Werten:

$$m_n = 1{,}67493844 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg} \tag{146}$$

$$m_p = 1{,}672621898 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg} \tag{147}$$

$$m_e = 9{,}10938356 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg} \tag{148}$$

ergibt sich:

$$\Delta m = 1{,}67493844 \cdot 10^{-27} - 1{,}672621898 \cdot 10^{-27} - 9{,}10938356 \cdot 10^{-31} \tag{149}$$

$$\Delta m = 1{,}40515884 \cdot 10^{-30}\,\mathrm{kg} \tag{150}$$

Der **dynamisierte Faktor** der EKT ist definiert als:

$$\gamma_{\mathrm{dyn}} = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \tag{151}$$

Für den Neutronenzerfall wird die Geschwindigkeit v des Elektrons durch die Massendifferenz Δm bestimmt. Die Energiebilanz lautet:

$$\Delta m \cdot c^2 = m_e c^2 \left(\frac{1}{\gamma_{\mathrm{dyn}}} - 1\right) \tag{152}$$

Aufgelöst nach dem dynamisierten Faktor:

$$\gamma_{\text{dyn}} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta m}{m_e}} \tag{153}$$

Mit den numerischen Werten:

$$\frac{\Delta m}{m_e} = \frac{1{,}40515884 \cdot 10^{-30}}{9{,}10938356 \cdot 10^{-31}} = 1{,}542545 \tag{154}$$

$$\gamma_{\text{dyn}} = \frac{1}{1 + 1{,}542545} = 0{,}393304 \tag{155}$$

Und damit die maximale kinetische Energie:

$$E_{\text{kin}}^{\max} = m_e c^2 \left(\frac{1}{\gamma_{\text{dyn}}} - 1 \right) = \Delta m \cdot c^2 \tag{156}$$

$$E_{\text{kin}}^{\max} = 1{,}40515884 \cdot 10^{-30} \cdot (2{,}99792458 \cdot 10^{8})^2 \tag{157}$$

$$E_{\text{kin}}^{\max} = 1{,}26290 \cdot 10^{-13}\,\text{J} \tag{158}$$

$$\boxed{E_{\text{kin}}^{\max} = 0{,}788226\,\text{MeV}} \tag{159}$$

Die Übereinstimmung mit der Literatur ist betragsmäßig exakt – und benötigt weder Quarks noch Neutrinos noch freie Parameter. Die EKT reproduziert die maximale Elektronenenergie des Neutronenzerfalls **konsistent aus derselben Gleichungsstruktur**, die auch die Neutronenmasse selbst liefert.

24.3 Die QCD-Berechnung der Neutronenmasse – Ein aufwendiges Fit-Verfahren

Im Standardmodell der Teilchenphysik existiert keine geschlossene analytische Formel zur Berechnung der Neutronenmasse. Stattdessen wird die Masse des Neutrons im Rahmen der Gitter-Quantenchromodynamik (Gitter-QCD) durch ein mehrstufiges, numerisches Anpassungsverfahren bestimmt.

Der Prozess beginnt mit der Feststellung, dass die Quarkmassen freie Parameter der Theorie sind. Der internationale FLAG-Review dokumentiert diesen Sachverhalt unmissverständlich:

> „Quark masses cannot be measured directly in experiment because quarks cannot be isolated, as they are confined inside hadrons. On the other hand, quark masses are free parameters of the theory and, as such, cannot be obtained on the basis of purely theoretical considerations."

Da die Quarkmassen nicht aus der Theorie ableitbar sind, werden sie als **Input-Werte** in die Simulation eingesetzt. Die Gitter-QCD berechnet dann für eine Vielzahl dieser Input-Werte die resultierenden Hadronenmassen. Anschließend werden die Quarkmassen so lange **angepasst** – im Fachjargon: **getunt** –, bis die berechneten Hadronenmassen mit den experimentell gemessenen Werten übereinstimmen:

> „One computes as many experimentally measurable quantities as there are quark masses. [...] They are usually computed for a variety of input values of the quark masses which are then adjusted to reproduce experiment."

Für die leichten Quarks wird dieser Vorgang im FLAG-Review explizit als Tuning bezeichnet:

> „Thus, in lattice calculations, light-quark masses are typically obtained by [...] tuning them to reproduce NGB masses."

Dabei bezeichnet NGB die Nambu-Goldstone-Bosonen – also Pionen und Kaonen. Das bedeutet: Die Quarkmassen werden **nicht vorhergesagt**, sondern so lange numerisch variiert, bis die bekannten Pionen- und Kaonenmassen reproduziert werden.

Zusätzlich benötigt das Verfahren eine **Skalenfixierung**. Eine weitere Observable – etwa die Pion-Zerfallskonstante oder die Masse eines Baryons aus dem Oktett – muss als Anker verwendet werden, um die absolute Energieskala des Rechengitters festzulegen:

„Another observable, such as the pion decay constant or the mass of a member of the baryon octet, must be used to fix the overall scale."

Erst nach dieser Eichung kann die Neutronenmasse aus der Simulation extrahiert werden. Das Ergebnis ist daher **keine unabhängige Vorhersage**, sondern die Konsequenz einer mehrstufigen Anpassung:

1. **Wahl der Quarkmassen-Inputs** – frei, theorieunbestimmt
2. **Berechnung der Hadronenmassen** – numerisch, auf Supercomputern
3. **Tuning der Quarkmassen** – bis Pionen/Kaonen reproduziert werden
4. **Skalenfixierung** – über eine weitere Observable
5. **Extraktion der Neutronenmasse** – als Resultat des geeichten Systems

Hinzu kommen Korrekturen für elektromagnetische Effekte und Isospin-Brechung, die auf phänomenologischen Modellen beruhen und deren Parameter ebenfalls angepasst werden müssen. Unterschiedliche Kollaborationen – MILC, BMW, RBC/UKQCD und andere – kommen dabei trotz ähnlicher Grundmethoden zu teils inkompatiblen Ergebnissen.

24.3.1 Die QCD-Abweichung trotz des gigantischen Aufwandes

Trotz dieses enormen numerischen und methodischen Aufwandes erreicht die Gitter-QCD bei der Berechnung der Neutronenmasse eine Genauigkeit, die im Bereich von etwa **1 bis 2 Prozent** liegt.

24.4 Die Gitter-QCD als eines der rechenintensivsten wissenschaftlichen Unternehmungen

Die Gitter-QCD gehört zu den **rechenintensivsten wissenschaftlichen Unternehmungen** überhaupt.

Indikator	**Wert**
Typische Gitter-QCD-Simulationen	10^6 bis 10^8 CPU-Kernstunden pro Ensemble
Mehrere Ensembles nötig	Verschiedene Gitterabstände, Quarkmassen, Volumina
Skalenfixierung + Tuning	Mehrere Durchläufe pro Ensemble
Gesamtaufwand pro Publikation	10^7 bis 10^9 CPU-Kernstunden

Tabelle 4: Rechenaufwand der Gitter-QCD

Das sind **Millionen bis Milliarden** von CPU-Kernstunden – je nach Zählweise.

24.4.1 Konkrete Beispiele

- Die **MILC-Kollaboration** berichtet typischerweise von mehreren hundert Millionen CPU-Stunden pro Ensemble-Satz.
- Die **BMW-Kollaboration** hat für ihre präzisen Hadronenmassen-Berechnungen mehrere hundert Millionen Kernstunden auf Supercomputern wie dem JUGENE/JUWELS in Jülich verwendet.
- Der **FLAG-Review** listet für die präzisesten Ergebnisse explizit die verwendeten Rechenressourcen auf – in der Größenordnung von 10^8 bis 10^9 Kernstunden.

Dieser immense Aufwand dient – methodisch betrachtet – nicht der **Vorhersage** physikalischer Größen, sondern der **Eichung** freier Parameter an bereits bekannte Messwerte. Die EKT benötigt für die Berechnung der Neutronenmasse **keine** dieser Ressourcen – eine einzige analytische Gleichung genügt.

Während die Gitter-QCD mit hunderten Millionen bis Milliarden von CPU-Kernstunden und einem mehrstufigen Fit-Verfahren eine Abweichung im Prozentbereich erreicht, liefert die EKT mit einer einzigen analytischen Gleichung eine Abweichung im Millionstel-Bereich. Der Unterschied beträgt **drei Größenordnungen** – zugunsten der EKT.

Methode	**Berechnete Masse**	**Experiment**	**Abweichung**
Gitter-QCD	$\approx 1{,}67 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$	$1{,}67492747 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$	~ 1–$2\,\%$
EKT	$1{,}67493844 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$	$1{,}67492747 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$	$6{,}5 \cdot 10^{-6}$

Tabelle 5: Vergleich der Genauigkeit: Gitter-QCD vs. EKT

Die EKT hingegen berechnet die Neutronenmasse mit **einer einzigen Gleichung**:

$$m_n = m_p + m_e + \frac{q_0 m_e}{1 + \frac{q_0 m_e}{m_p}} \cdot \left(1 - \sqrt{1-\alpha}\right) \tag{160}$$

Mit einer relativen Abweichung von $6{,}5 \cdot 10^{-6}$ – **ohne Tuning, ohne Skalenfixierung, ohne Supercomputer, ohne freie Parameter**.

24.5 Pionen

24.5.1 Geladene Pionen

Aus der q_0–q_0-Wechselwirkung zwischen Elektron und Proton entstehen zwei geladene Pionen (Ladungserhaltung):

$$\Delta m_{\pi^\pm,\mathrm{Paar}} = \frac{q_0 m_e}{1 + \frac{m_e}{m_p}} = 4{,}990536 \cdot 10^{-28}\ \mathrm{kg}. \tag{161}$$

Die Masse des einzelnen geladenen Pions:

$$m_{\pi^\pm}(\mathrm{EKT}) = \frac{\Delta m}{2} = 2{,}49527 \cdot 10^{-28}\ \mathrm{kg} = 139{,}97\ \mathrm{MeV}/c^2. \tag{162}$$

Vergleich: $m_{\pi^\pm}(\mathrm{exp}) = 2{,}48806 \cdot 10^{-28}$ kg $\Rightarrow$ Abweichung $+0{,}29\,\%$.

24.5.2 Neutrales Pion

Aus der q_0–q_0-Wechselwirkung zweier Elektronen ($m_A = m_B = m_e$):

$$m_{\pi^0}(\mathrm{EKT}) = \frac{2}{\alpha} \cdot m_e = 140{,}05\ \mathrm{MeV}/c^2. \tag{163}$$

Vergleich: $m_{\pi^0}(\mathrm{exp}) = 134{,}98\ \mathrm{MeV}/c^2$ $\Rightarrow$ Abweichung $+3{,}76\,\%$.

24.6 Die Feldumgebung am LHC: Kein Vakuum

Die Experimente am Large Hadron Collider (LHC) werden üblicherweise als Streuprozesse im Vakuum beschrieben. Aus Sicht der Elementarkörpertheorie ist diese Charakterisierung unzutreffend – sie verkennt die energetische Realität der Messumgebung.

Die Hauptdipolmagnete des LHC erzeugen eine magnetische Feldstärke von bis zu 8,3 T, um die Protonen auf ihrer Kreisbahn zu halten. Die Hochfrequenz-Hohlraumresonatoren arbeiten mit elektrischen Feldstärken von 5 MV/m, um die Protonen zu beschleunigen. Beide Felder sind keine passiven Beobachter, sondern **energetische Wechselwirkungspartner** der beschleunigten Elementarkörper.

In der EKT ist Energie stets räumlich verkörpert. Ein Bereich, der von elektrischen und magnetischen Feldern dieser Stärke durchsetzt ist, ist daher **kein energiefreier Raum** – er ist ein Raum hoher

Energieüberlagerung. Die Vorstellung eines „Vakuums“, in dem isolierte Teilchen kollidieren, ist eine Idealisierung, die die Wechselwirkung der Elementarkörper mit den angelegten Feldern ausblendet.

Phänomenologisch bedeutet dies: Was am LHC gemessen wird, ist **nie** die Wechselwirkung zweier isolierter Protonen – es ist die Wechselwirkung zweier Protonen **innerhalb einer massiven, felderfüllten Umgebung**, deren Energiebeiträge in die Messung eingehen. Die Felder sind Teil des Experiments – und damit Teil des Ergebnisses.

24.7 Schwerionen in plasmatischen Traumzuständen – ein kläglicher Versuch, die Confinement-These praktisch zu umgehen

Der LHC ist darauf ausgelegt, Protonen auf Energien von 7 TeV zu beschleunigen und so Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von 14 TeV zu ermöglichen. Im Bereich von beschleunigten Schwerionen, wie Bleikernen, erreicht der LHC Energien von 2,7 TeV pro Nukleon; in Kollisionen von Bleikernen mit 208 Nukleonen finden also theoretisch Kollisionen bei einer Energie von 1150 TeV statt. Der aktuell zweitstärkste Ionenbeschleuniger ist der Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) in Brookhaven (USA), der mit 0,2 TeV pro Nukleon in Kollisionen von Goldkernen eine theoretische Höchstenergie von etwa 78 TeV erreicht. Zur Auswertung dieser Ereignisse, mit denen das postulierte Quark-Gluon-Plasma untersucht werden soll, ist das ALICE-Experiment konstruiert.

Soviel zur Theorie und Praxis des Standardmodells. Aber es handelt sich bei postulierten Quark-Gluon-Plasma-Nachweisen nicht um direkte experimentelle Nachweise, sondern um stark theoriebeladene Versuchsergebnisinterpretationen. Das gilt auch für Schwerionenkollisionen. Das eigentliche Verständigungsproblem beginnt schon viel früher. Der Begriff „Plasma“ ist bezogen auf die Theorieobjekte Quark und Gluon falsch.

Die gemäß SM postulierten Quarkmassen ergeben in der Summe bei weitem nicht die Nukleonenmassen. Gluonen sind masselos.

- Postulierte Up-Quark-Masse: $2{,}3 \pm 0{,}7 \pm 0{,}5\,\mathrm{MeV}/c^2$
- Postulierte Down-Quark-Masse: $4{,}8 \pm 0{,}5 \pm 0{,}3\,\mathrm{MeV}/c^2$
- $938{,}2720813(58)\,\mathrm{MeV}/c^2$ Protonmasse (duu): $\sim$ 0,8–1,2 % Quarkmassenanteil
- $939{,}5654133(58)\,\mathrm{MeV}/c^2$ Neutronmasse (ddu): $\sim$ 1,1–1,4 % Quarkmassenanteil

Somit sind auch aus Protonen und Neutronen zusammengesetzte Schwerionen (wie Blei- oder Goldkerne) nicht durch Quarks und Gluonen darstellbar. Das bedeutet, dass nach dem Masse-Energie-Äquivalenzprinzip Nukleonen und letztendlich Schwerionen fast gesamtheitlich aus phänomenologisch unbestimmter Bindungsenergie bestehen.

Noch gravierender ist die Tatsache, dass die Schwerionen auf fast Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden, bevor sie kollidieren. Das bedeutet, es kommt zur Bindungsenergie auch noch eine beträchtliche Menge an äußerer Energie hinzu. Wie diese sich phänomenologisch vorstellbar in Translationsenergie und „Masseäquivalenz“ aufteilt, sagt uns die Relativitätstheorie nicht.

An Richard Feynmans Aussage „It is important to realize that in physics today, we have no knowledge of what energy is.“ („Es ist wichtig, einzusehen, dass wir in der heutigen Physik nicht wissen, was Energie ist.“) hat sich bis heute nichts geändert. Die Physik lebt von sekundären Größen respektive sekundären Begriffen, die allesamt keine (konsistente) Phänomenologie besitzen.

Genauer: Wenn 2,7 TeV bei Blei-Ionen beim LHC auf ein Nukleon entfallen, dann beträgt bei einem Massenanteil der Quarks von ca. 1 % der prozentuale Massen-Anteil am Geschehen gerade einmal 0,00035 %.

Fazit: Nicht gemäß einer Meinung, sondern nach dem Kenntnisstand und den Postulaten des SM kollidieren bei Teilchenkollisionen also hauptsächlich phänomenologisch unbestimmte beschleunigte Energiepakete – sprich Bindungsenergien und hauptsächlich äußere Energie – miteinander. Von Elementarteilchenmassen existiert so gut wie keine „Spur“.

Man kann offensichtlich in jeder beliebigen Theorie Widersprüche mit der Beobachtung dadurch „wegerklären“, dass man weitere (unüberprüfbare) Postulate in die Theorie mit aufnimmt, die genau diese Beobachtung „erklären“.

24.7.1 Brigitte Falkenburgs Analyse: Particle Metaphysics

Brigitte Falkenburg schreibt in *Particle Metaphysics: A Critical Account of Subatomic Reality* (2007) unter anderem:

> Es muss Schritt für Schritt transparent gemacht werden, was Physikerinnen und Physiker selbst als empirische Basis für das heutige Wissen der Teilchenphysik ansehen. Und es muss transparent sein, was sie im Einzelnen meinen, wenn sie von subatomaren Teilchen und Feldern sprechen. Die Weiterverwendung dieser Begriffe in der Quantenphysik führt zu ernsthaften semantischen Problemen. Die moderne Teilchenphysik ist in der Tat der härteste Fall für Inkommensurabilität im Sinne Kuhns.
>
> Schließlich ist die Theorieabhängigkeit ein schlechtes Kriterium, um zwischen sicherem Hintergrundwissen und unsicheren Annahmen oder Hypothesen zu unterscheiden.
>
> Die subatomare Struktur existiert an sich nicht wirklich. Sie zeigt sich nur in einem Streuexperiment mit einer bestimmten Energie, also aufgrund einer Wechselwirkung. Je höher der Energietransfer bei der Wechselwirkung ist, desto kleiner sind die gemessenen Strukturen. Hinzu kommt, dass nach den Gesetzen der Quantenfeldtheorie bei sehr hohen Streuenergien neue Strukturen entstehen. Die Quantenchromodynamik besagt, dass je höher die Streuenergie ist, desto mehr Quark-Antiquark-Paare und Gluonen im Inneren des Nukleons entstehen. Nach dem Modell der Streuung in diesem Bereich führt dies wiederum zu Skalierungsverletzungen, die tatsächlich beobachtet wurden. Dies wirft ein neues Licht auf Eddingtons alte Frage, ob die experimentelle Methode zur Entdeckung oder zur Herstellung führt. Offenbart die Wechselwirkung bei einer bestimmten Streuenergie die gemessenen Strukturen oder erzeugt sie diese?
>
> Es ist nicht möglich, einen gemessenen Querschnitt auf seine individuelle Ursache zurückzuführen. Keine Kausalgeschichte setzt einen gemessenen Formfaktor oder eine Strukturfunktion mit seiner Ursache in Beziehung.
>
> Mit den in Teilchenbeschleunigern erzeugten Strahlen kann man weder in das Atom hineinschauen, noch subatomare Strukturen sehen, noch punktförmige Strukturen im Inneren des Nukleons beobachten. Solches Gerede ist metaphorisch. Das einzige, was ein Teilchen sichtbar macht, ist die makroskopische Struktur des Targets.
>
> Niels Bohrs Quantenphilosophie… Bohrs Anspruch war, dass die klassische Sprache unverzichtbar ist. Dies hat bis heute Gültigkeit. Auf der individuellen Ebene von Klicks in Teilchendetektoren und Teilchenspuren auf Fotos müssen alle Messergebnisse in klassischen Begriffen ausgedrückt werden. Die Verwendung der bekannten physikalischen Größen Länge, Zeit, Masse und Impuls-Energie auf subatomarer Ebene ist in der Tat auf eine Extrapolation der Sprache der klassischen Physik auf den nichtklassischen Bereich zurückzuführen.

Brigitte Falkenburg zeigt deutlich auf, dass auch die experimentelle Seite des SM keinerlei analytisch berechnete Materie im Rahmen eines realphysikalischen Versuchs misst. Unverstandene Bindungsenergie und kinetische Energie prallen hier aufeinander.

24.8 EKT Higgs-artiger Zustand

Die q_0–q_0-Wechselwirkung eines Proton–Antiproton-Paares ($m_A = m_B = m_p$):

$$\Delta m_{p\bar{p}} = \frac{q_0 m_p}{2} = \frac{2}{\alpha} \cdot m_p = 257{,}154\ \text{GeV}/c^2. \tag{164}$$

Die Masse der beiden entstehenden Zustände:

$$m_H(\text{EKT}) = \frac{\Delta m}{2} = 128{,}577\ \text{GeV}/c^2. \tag{165}$$

Vergleich mit dem LHC-Wert $m_H(\text{exp}) \approx 125\ \text{GeV}/c^2$: Abweichung $+2{,}86\,\%$. Diese Abweichung liegt innerhalb des realen Detektor-Fehlerrahmens ($\sim 5\,\%$ vor SM-basierter Nachkorrektur auf $\pm 0{,}2$ GeV).

25 Proton-Antiproton-Wechselwirkung und die Ladungsfrage des Higgs-Bosons

25.1 Die mögliche Variation aus der Ladungs-Erhaltung

Ausgangspunkt ist die Proton-Antiproton-Wechselwirkung:

$$p^+ + p^- \rightarrow \text{Wechselwirkungsprodukte} \tag{166}$$

Die Ladungserhaltung erzwingt:

$$(+1) + (-1) = 0 \tag{167}$$

Daraus ergeben sich **zwei** mögliche Endzustände:

Wechselwirkungstyp	**Ladungsmöglichkeiten**	**Masse der Produkte**
Elastisch	$(0)(0)$ oder $(-1)(+1)$	$(\Delta m(p^+, p^-)/2)/m_H \sim 1{,}02861642$
Inelastisch	Ausschließlich (0)	$m = 4{,}58418826 \cdot 10^{-25}\,\text{kg}$

Tabelle 6: Mögliche Endzustände der Proton-Antiproton-Wechselwirkung

25.2 Die elastische Variante

Bei elastischer Wechselwirkung entstehen **zwei** Teilchen. Die Ladungsmöglichkeiten sind:

- **Zwei neutrale Teilchen:** $(0)(0)$
- **Ein geladenes Paar:** $(-1)(+1)$

Die Masse pro Teilchen beträgt:

$$\frac{\Delta m(p^+, p^-)}{2} \tag{168}$$

Das Verhältnis zur deklarierten Higgs-Masse ist:

$$\frac{\Delta m(p^+, p^-)/2}{m_H} \sim 1{,}02861642 \tag{169}$$

Das bedeutet: **Die EKT-Masse liegt etwa** $2{,}86\,\%$ **über dem LHC-Wert.**

25.3 Die inelastische Variante

Bei inelastischer Wechselwirkung entsteht **ein** Teilchen mit Ladung (0) und der Masse:

$$m = 4{,}58418826 \cdot 10^{-25}\,\text{kg} \tag{170}$$

Das entspricht:

$$m \approx 257{,}15\,\text{GeV}/c^2 \tag{171}$$

Das ist **exakt** die starke Verkörperung des Proton-Antiproton-Systems:

$$\Delta m_{p^+,p^-} = \frac{2}{\alpha} \cdot m_p \tag{172}$$

25.4 Ist das „Higgs-Boson“ wirklich neutral?

Die EKT stellt eine präzise Frage:

> **Ist die Ladungsneutralität des „Higgs-Bosons“ ein Messergebnis – oder ein SM-theoriegewünschtes Postulat?**

Die Antwort lautet:

- **Das „Higgs-Boson“ wird nicht direkt detektiert.**
- **Es wird über Zerfallskanäle rekonstruiert.**
- **Die Zerfallskanäle werden SM-theoretisch postuliert.**
- **Die Ladungsneutralität ist eine Annahme im Rekonstruktionsprozess – kein unabhängiges Messergebnis.**

25.5 Die theoriebeladenen SM-Zerfallskanäle

Das SM postuliert für das Higgs-Boson Zerfallskanäle wie:

$$H \to \gamma\gamma \tag{173}$$

$$H \to ZZ^* \to 4\ell \tag{174}$$

$$H \to WW^* \to \ell\nu\ell\nu \tag{175}$$

Aber:

- Die Photonen sind **neutral** – sie tragen keine Ladungsinformation über das ursprüngliche Teilchen.
- Die Leptonen stammen aus **Sekundärzerfällen** – ihre Ladungssumme ist null, aber das ist **trivial**, weil sie aus neutralen Zwischenzuständen stammen.
- **Kein einziger Zerfallskanal liefert eine unabhängige Ladungsmessung des primären Teilchens.**

25.6 Die EKT-Konsequenz

Aus der Ladungserhaltung allein folgt:

- **Elastisch:** Zwei Produkte – die Ladungsmöglichkeiten $(0)(0)$ oder $(-1)(+1)$ sind beide erlaubt.
- **Inelastisch:** Ein Produkt – Ladung (0) ist erzwungen.

Die Frage, ob das „Higgs-Boson“ **wirklich** neutral ist, ist experimentell **nicht beantwortet** – weil die Ladung des primären Teilchens **nicht gemessen** wird.

25.7 Zusammenfassung

Aspekt	SM-Position	EKT-Position
Ladung des Higgs	Neutral (0) – postuliert	Elastisch: (0)(0) oder $(-1)(+1)$ möglich
Masse	$125\,\mathrm{GeV}/c^2$ – gemessen über Zerfallskanäle	$128{,}6\,\mathrm{GeV}/c^2$ – berechnet aus $2m_p/\alpha$
Direkte Detektion	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Ladungsmessung	Nicht vorhanden – nur theoriebeladene Rekonstruktion	Nicht vorhanden – aber EKT zeigt die Alternativen
Status	Postulat	Berechnung mit offener Ladungsfrage

Tabelle 7: Vergleich: SM vs. EKT zur Higgs-Ladungsfrage

25.8 Fazit

Die EKT zeigt, dass die Ladungsneutralität des „Higgs-Bosons“ **kein Messergebnis** ist, sondern eine **SM-theoriegewünschte Annahme**. Die Ladungserhaltung erlaubt bei elastischer Wechselwirkung **auch** geladene Endzustände $(-1)(+1)$. Die EKT berechnet die Masse des Higgs-artigen Zustands aus der Proton-Antiproton-Wechselwirkung zu $128{,}6\,\mathrm{GeV}/c^2$ – innerhalb des realen Detektorfehlerrahmens von etwa 5 %.

Die Frage, ob das „Higgs-Boson“ wirklich neutral ist, bleibt **experimentell offen** – und ist durch die SM-Zerfallskanalinterpretationen **nicht beantwortbar**.

26 Feinstrukturaufspaltung aus der transversalen Rydberg-Wechselwirkung

Die Feinstrukturaufspaltung des Wasserstoffatoms wird in der EKT nicht als relativistische Korrektur im Sinne der Dirac-Gleichung interpretiert, sondern als Folge einer transversalen, magnetischen Wechselwirkung des verkörperten Rydberg-Quants.

Ausgangspunkt ist die bereits hergeleitete Rydberg-Energie des Niveaus n:

$$E_n = \frac{E_0}{n^2},$$

wobei E_0 die Rydberg-Grundenergie bezeichnet.

Die charakteristische Geschwindigkeit des jeweiligen Niveaus folgt aus der EKT-Beziehung

$$\left(\frac{r_n}{r_0}\right)\left(\frac{v_n}{c}\right)^2 = \frac{\alpha}{4}.$$

Da der Wechselwirkungsradius mit der Hauptquantenzahl gemäß

$$r_n = n^2 r_1$$

anwächst und für den Grundzustand die bereits zuvor hergeleitete Beziehung

$$\frac{r_1}{r_0} = \frac{1}{4\alpha}$$

gilt, folgt

$$n^2 \frac{1}{4\alpha} \left(\frac{v_n}{c}\right)^2 = \frac{\alpha}{4}.$$

Damit ergibt sich

$$\left(\frac{v_n}{c}\right)^2 = \frac{\alpha^2}{n^2}$$

und somit

$$\boxed{v_n = \frac{\alpha c}{n}}.$$

Die transversale Wechselwirkung wird in der EKT durch dieselbe Masse-Radius-Korrektur beschrieben, die für den Grundzustand bereits zur Rydberg-Feinstrukturskala führt. Für einen Zustand mit charakteristischer Geschwindigkeit v_n lautet der entsprechende Korrekturterm

$$\delta E_n = E_n \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{v_n}{c}\right)^2}\right].$$

Mit

$$E_n = \frac{E_0}{n^2}$$

und

$$\left(\frac{v_n}{c}\right)^2 = \frac{\alpha^2}{n^2}$$

folgt unmittelbar

$$\boxed{\delta E_n = \frac{E_0}{n^2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{n^2}}\right]}.$$

Diese Größe beschreibt den Betrag der transversalen Energieverschiebung eines einzelnen Feinstrukturzweiges.

Für kleine Werte von α kann entwickelt werden:

$$\sqrt{1-x} = 1 - \frac{x}{2} - \frac{x^2}{8} - \dots$$

mit

$$x = \frac{\alpha^2}{n^2}.$$

Damit gilt

$$1 - \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{n^2}} = \frac{\alpha^2}{2n^2} + \mathcal{O}(\alpha^4),$$

und folglich

$$\boxed{\delta E_n \simeq \frac{E_0 \alpha^2}{2n^4}}.$$

Für den Grundzustand $n = 1$ ergibt sich damit die charakteristische transversale Rydberg-Korrekturskala

$$\delta E_1 = E_0 \left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right) \simeq \frac{E_0 \alpha^2}{2}.$$

Numerisch folgt

$$\boxed{\delta E_1 = 3{,}6207 \times 10^{-4}\,\mathrm{eV}}.$$

Dieser Wert ist als Betrag der transversalen Energieverschiebung zu verstehen und nicht als Abstand zweier bereits aufgespaltener Feinstrukturniveaus.

Geometrische Zweigstruktur der Feinstruktur

Eine beobachtbare Aufspaltung ist ein Energieabstand zwischen zwei unterschiedlichen Zuständen. Innerhalb der EKT wird daher angenommen, dass die transversale Rydberg-Wechselwirkung zwei geometrisch entgegengesetzte Kopplungszustände zulässt. Diese besitzen denselben Betrag der transversalen Korrektur, jedoch entgegengesetzte Orientierung relativ zur Wechselwirkungsgeometrie:

$$E_{n,+} = E_n + \delta E_n,$$

$$E_{n,-} = E_n - \delta E_n.$$

Die Feinstrukturaufspaltung ist dann der Abstand dieser beiden Zustände:

$$\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) = E_{n,+} - E_{n,-}.$$

Daraus folgt

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) = 2\delta E_n}.$$

Mit der zuvor hergeleiteten exakten EKT-Korrektur ergibt sich daher

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) = \frac{2E_0}{n^2}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{n^2}}\right]}.$$

In führender Ordnung in α folgt

$$\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) \simeq 2 \cdot \frac{E_0 \alpha^2}{2n^4},$$

also

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) \simeq \frac{E_0 \alpha^2}{n^4}}.$$

Die charakteristische Skalierung der Feinstruktur lautet somit

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) \propto \frac{1}{n^4}}.$$

Diese n^{-4}-Abhängigkeit entsteht innerhalb der EKT als Produkt zweier unabhängiger Skalierungen:

$$E_n \propto \frac{1}{n^2}$$

und

$$\left(\frac{v_n}{c}\right)^2 \propto \frac{1}{n^2}.$$

Numerische Berechnung für $n = 2$

Für das Niveau $n = 2$ ergibt sich zunächst für einen einzelnen transversalen Zweig

$$\delta E_2 = \frac{E_0}{4}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{4}}\right].$$

In führender Ordnung gilt

$$\delta E_2 \simeq \frac{E_0\alpha^2}{32}.$$

Mit der Grundzustands-Korrekturskala

$$\delta E_1 \simeq \frac{E_0\alpha^2}{2} = 3{,}6207 \times 10^{-4}\,\mathrm{eV}$$

folgt

$$\delta E_2 = \frac{\delta E_1}{16} = 2{,}2629 \times 10^{-5}\,\mathrm{eV}.$$

Die beobachtbare Feinstrukturaufspaltung ist jedoch der Abstand der beiden entgegengesetzten transversalen Zustände:

$$\Delta E_{\mathrm{FS}}(2) = 2\delta E_2.$$

Damit ergibt sich

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{FS}}(2) = 4{,}5259 \times 10^{-5}\,\mathrm{eV}}.$$

Äquivalent kann geschrieben werden:

$$\Delta E_{\mathrm{FS}}(2) = \frac{E_0\alpha^2}{16}.$$

Bezogen auf die transversale Grundzustands-Korrekturskala gilt daher

$$\frac{\Delta E_{\mathrm{FS}}(2)}{\delta E_1} = \frac{E_0\alpha^2/16}{E_0\alpha^2/2} = \boxed{\frac{1}{8}}.$$

Der Faktor 1/8 entsteht somit nicht durch eine nachträgliche Normierung, sondern aus zwei verschiedenen Größen:

$$\delta E_1 = \frac{E_0\alpha^2}{2}$$

ist der Betrag der transversalen Korrektur eines einzelnen Grundzustandszweiges, während

$$\Delta E_{\mathrm{FS}}(2) = \frac{E_0\alpha^2}{16}$$

den Abstand zweier entgegengesetzt verschobener transversaler Zustände im Niveau $n = 2$ beschreibt.

Der Vergleich mit dem experimentellen Wert

$$\Delta E_{\mathrm{FS}}(2)_{\mathrm{exp}} \approx 4{,}536 \times 10^{-5}\,\mathrm{eV}$$

liefert

$$\frac{\Delta E_{\mathrm{FS}}(2)_{\mathrm{EKT}}}{\Delta E_{\mathrm{FS}}(2)_{\mathrm{exp}}} = 0{,}9977,$$

also eine relative Abweichung von

$$\boxed{-0{,}23\,\%}.$$

Die Feinstrukturaufspaltung erscheint in der EKT damit als unmittelbare Konsequenz aus

$$E_n \propto n^{-2}, \qquad v_n \propto n^{-1},$$

der transversalen Masse-Radius-Korrektur

$$1 - \sqrt{1 - \left(\frac{v_n}{c}\right)^2}$$

und der geometrischen Zweigstruktur zweier entgegengesetzter transversaler Kopplungszustände.

Die einzige zusätzliche strukturelle Voraussetzung dieser Herleitung ist die Annahme, dass die transversale Wechselwirkungsgeometrie zwei energetisch symmetrische Orientierungen

$$+\delta E_n \qquad \text{und} \qquad -\delta E_n$$

zulässt. Diese Zweigstruktur muss aus der EKT-Kugel- bzw. Kanalgeometrie begründet werden; der Faktor 2 wird nicht numerisch angepasst, sondern ist der Abstand zwischen diesen beiden Zuständen.

26.1 Geometrische Herleitung der transversalen Zweigstruktur

Die Feinstrukturaufspaltung setzt voraus, dass die transversale Wechselwirkung nicht nur einen positiven Korrekturbetrag erzeugt, sondern zwei energetisch unterscheidbare Zustände gleicher Betragsgeometrie besitzt.

Diese Zweigstruktur folgt in der EKT aus der Radialsymmetrie der Kugeloberflächendynamik. Für einen Elementarkörper mit Radiusvektor $\mathbf{r}_n$ und transversaler Bewegung $\mathbf{v}_{\perp,n}$ kann die Orientierung der transversalen Wechselwirkung durch

$$\mathbf{L}_n = \mathbf{r}_n \times \mathbf{v}_{\perp,n}$$

beschrieben werden.

Der Betrag dieser Größe ist

$$|\mathbf{L}_n| = r_n v_{\perp,n}$$

für eine senkrechte transversale Bewegung. Aufgrund der Radialsymmetrie existieren jedoch zwei entgegengesetzte Orientierungen gleicher Betragsgeometrie:

$$\mathbf{L}_n^{(+)} = +\mathbf{L}_n, \qquad \mathbf{L}_n^{(-)} = -\mathbf{L}_n.$$

Die Umkehrung der transversalen Orientierung verändert daher nicht den Betrag der Wechselwirkung,

$$|\mathbf{L}_n^{(+)}| = |\mathbf{L}_n^{(-)}|,$$

wohl aber ihre Orientierung relativ zur Wechselwirkungsgeometrie.

Zur Beschreibung dieser beiden geometrischen Möglichkeiten wird die Orientierungsvariable

$$\sigma = \pm 1$$

eingeführt.

Der Betrag der transversalen Energieverschiebung wird weiterhin allein durch die zuvor hergeleitete EKT-Masse-Radius-Korrektur bestimmt:

$$\delta E_n = \frac{E_0}{n^2}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{n^2}}\right].$$

Die Orientierungsvariable verändert diesen Betrag nicht, sondern legt lediglich die relative Orientierung der transversalen Kopplung fest:

$$\boxed{\delta E_{n,\sigma} = \sigma\, \delta E_n}, \qquad \sigma = \pm 1.$$

Damit entstehen zwei energetische Zweige:

$$E_{n,+} = E_n + \delta E_n,$$

$$E_{n,-} = E_n - \delta E_n.$$

Die Entstehung des Vorzeichens ist dabei von der Entstehung des Korrekturbetrages zu unterscheiden. Der Faktor

$$\left(\frac{v_n}{c}\right)^2$$

bestimmt ausschließlich die Größe der transversalen Energieänderung und ist notwendigerweise positiv. Das Vorzeichen resultiert dagegen aus der räumlichen Orientierung der transversalen Wechselwirkung.

Dies lässt sich geometrisch auch als Kopplung zweier transversaler Orientierungsvektoren auffassen. Sei $\hat{\mathbf{t}}_n$ die Orientierung der transversalen Bewegung und $\hat{\mathbf{k}}$ die ausgezeichnete Orientierungsrichtung der Wechselwirkungsgeometrie. Dann besitzt die orientierungsabhängige Kopplung die Form

$$\delta E_{n,\mathrm{orient}} = \delta E_n \left(\hat{\mathbf{t}}_n \cdot \hat{\mathbf{k}}\right).$$

Für die beiden extremalen, energetisch unterscheidbaren Orientierungen gilt

$$\hat{\mathbf{t}}_n \cdot \hat{\mathbf{k}} = \cos(0) = +1$$

beziehungsweise

$$\hat{\mathbf{t}}_n \cdot \hat{\mathbf{k}} = \cos(\pi) = -1.$$

Damit folgt unmittelbar

$$\delta E_{n,+} = +\delta E_n, \qquad \delta E_{n,-} = -\delta E_n.$$

Die Zweigstruktur ist somit keine zusätzliche numerische Normierung, sondern die Konsequenz zweier entgegengesetzter Orientierungen derselben transversalen Wechselwirkung.

Die beobachtbare Feinstrukturaufspaltung ist der Energieabstand dieser beiden Zustände:

$$\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) = E_{n,+} - E_{n,-}.$$

Einsetzen ergibt

$$\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) = (E_n + \delta E_n) - (E_n - \delta E_n),$$

und damit

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) = 2\delta E_n}.$$

Der Faktor 2 wird somit nicht numerisch angepasst. Er entsteht ausschließlich als Abstand der beiden geometrisch entgegengesetzten Orientierungszustände:

$$\boxed{2 = (+1) - (-1)}.$$

Mit der EKT-Korrektur

$$\delta E_n = \frac{E_0}{n^2}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{n^2}}\right]$$

folgt daher die vollständige Feinstrukturaufspaltung:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) = \frac{2E_0}{n^2}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{n^2}}\right]}.$$

Für kleine α gilt

$$1 - \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{n^2}} \simeq \frac{\alpha^2}{2n^2},$$

so dass

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{FS}}(n) \simeq \frac{E_0\alpha^2}{n^4}}.$$

Die Feinstrukturaufspaltung ergibt sich damit in der EKT aus drei getrennten geometrischen Bestandteilen:

$$E_n \propto \frac{1}{n^2}$$

für die elektrische Niveauenergie,

$$v_n^2 \propto \frac{1}{n^2}$$

für den Betrag der transversalen Korrektur und

$$\sigma = \pm 1$$

für die beiden entgegengesetzten Orientierungen der transversalen Kopplungsgeometrie.

Der Faktor 2 ist daher kein Fitparameter und keine nachträgliche Normierung, sondern der geometrische Abstand zwischen den beiden Orientierungszweigen $+\delta E_n$ und $-\delta E_n$.

27 Hyperfeinstruktur des Wasserstoff-Grundzustands in der EKT

27.1 Einleitung

Die Hyperfeinstruktur des Wasserstoff-Grundzustands wird innerhalb der Elementarkörpertheorie als das magnetische Analogon zur elektrischen Überlagerung verstanden. Proton und Elektron werden nicht als punktförmige Objekte behandelt, sondern als reale, masse-radius-gekoppelte Elementarkörper. Die Hyperfeinstruktur entsteht aus ihrer magnetischen Verkörperung bei geometrischer Überlagerung im gemeinsamen Ursprung.

Die Energieaufspaltung ergibt sich damit aus bereits vorhandenen EKT-Größen: der transversalen Grundskala des gebundenen Systems, der vollen energetischen Sättigung im Nahbereich, der universellen Kontaktnormierung, den zuvor unabhängig hergeleiteten magnetischen Verkörperungsfaktoren von Elektron und Proton sowie der aus der Radienaddition folgenden Überlagerungsmasse.

27.2 Phänomenologisches Prinzip: magnetisches Analogon zur elektrischen Überlagerung

Elektron und Proton besitzen in der EKT jeweils einen masseinhärenten Radius. Wenn beide Körper im Wasserstoff-Grundzustand im gemeinsamen Ursprung magnetisch miteinander koppeln, überlagern sich ihre realen räumlichen Verkörperungen.

Die Hyperfeinstruktur ist deshalb keine zusätzliche abstrakte Spin-Spin-Wechselwirkung, sondern die energetische Konsequenz dieser magnetischen Kontaktgeometrie. Die maßgeblichen Faktoren der HFS-Formel müssen daher unmittelbar aus der EKT-Geometrie und den bereits hergeleiteten magnetischen Verkörperungen der beiden Elementarkörper stammen.

27.3 Die energetische Basis: magnetische Grundskala

27.3.1 Transversale Grundenergie

Die HFS basiert auf der transversalen magnetischen Wechselwirkung des bereits gebundenen Wasserstoffsystems. Die zugehörige Energieskala lautet:

$$\boxed{E_0 = E_{\mathrm{Ry}}\, f^2.}$$

Dabei ist E_{Ry} die innerhalb der EKT aus der elektrischen Bindung bestimmte Rydberg-Energie und f^2 der geometrische Entwicklungsfaktor:

$$\boxed{f^2 = 1 - \sqrt{1-\alpha^2}.}$$

Numerisch ergibt sich:

$$\boxed{E_0 \approx 3{,}6207 \times 10^{-4}\,\mathrm{eV}.}$$

Diese Größe beschreibt die Energie der transversalen Wechselwirkung des verkörperten Rydberg-Quants und ist damit die magnetische Grundskala, auf der die Hyperfeinstruktur aufbaut.

27.3.2 Übertragung auf die Protonenskala

Die magnetische Wechselwirkung des gebundenen Elektron-Proton-Systems muss zusätzlich auf die Protonenskala übertragen werden. Dies geschieht durch das Massenverhältnis:

$$\boxed{\frac{m_e}{m_p}.}$$

Damit lautet die magnetische Basisskala der HFS zunächst:

$$\boxed{E_{\mathrm{Basis}} = E_0 \frac{m_e}{m_p} = E_{\mathrm{Ry}} f^2 \frac{m_e}{m_p}.}$$

27.4 Der Faktor 4: volle energetische Sättigung

27.4.1 Elektrische Fraktion

Innerhalb der EKT gilt für die elektrische Elementarladung im Verhältnis zur vollständigen Elementarkörperladung:

$$\boxed{\frac{e^2}{q_0^2} = \frac{\alpha}{4}.}$$

Der elektrische Kanal trägt damit nur den Bruchteil 1/4 der vollständigen masse-radius-gekoppelten energetischen Verkörperung.

27.4.2 Übergang zum magnetischen Nahbereich

Bei der Hyperfeinstruktur handelt es sich um eine magnetische Kontaktwechselwirkung im gemeinsamen Ursprung. Im unmittelbaren Nahbereich ist die Wechselwirkung nicht mehr auf den elektrischen Bruchteil 1/4 reduziert, sondern koppelt mit der vollen energetischen Sättigung:

$$\frac{4}{4} = 1.$$

Relativ zur elektrischen Fraktion ergibt sich daher:

$$\frac{4/4}{1/4} = 4.$$

Somit folgt der Nahbereichsfaktor:

$$\boxed{G_{\text{Sttigung}} = 4.}$$

Der Faktor 4 ist damit das Maß für die Wiederherstellung der vollen energetischen Wirkungsstärke im magnetischen Kontaktbereich gegenüber der reduzierten elektrischen Fernwirkung.

27.5 Der geometrische Kontaktfaktor 8/3

Die HFS-Wechselwirkung findet im gemeinsamen Ursprung statt. Deshalb gilt dieselbe universelle EKT-Kontaktnormierung wie bei anderen radialen Nahbereichswechselwirkungen.

27.5.1 EKT-Normierung der Kugelgeometrie

Die vollständige euklidische Winkelintegration über die Kugel beträgt:

$$4\pi.$$

Der Freylingsche Eingriff führt innerhalb der EKT auf das geometrische Wirkungsverhältnis:

$$\frac{2}{\pi}.$$

Die Überführung der euklidischen Kugelgeometrie in die EKT-Wirkungseinheit ergibt:

$$4\pi \cdot \frac{2}{\pi} = 8.$$

Damit:

$$\boxed{G_{\text{Kugel}} = 8.}$$

27.5.2 Isotrope radiale Projektion

Die Wechselwirkung am gemeinsamen Ursprung ist eine radiale beziehungsweise longitudinale Sonde. Für eine isotrope dreidimensionale Geometrie beträgt der mittlere quadratische Anteil einer Raumrichtung:

$$\langle \cos^2 \theta \rangle = \frac{1}{3}.$$

Damit:

$$\boxed{G_{\text{radial}} = \frac{1}{3}.}$$

27.5.3 Kontaktnormierung

Beide geometrischen Faktoren werden zusammengeführt:

$$G_{\text{Kontakt}} = G_{\text{Kugel}} G_{\text{radial}}.$$

Somit:

$$\boxed{G_{\text{Kontakt}} = 8 \cdot \frac{1}{3} = \frac{8}{3}.}$$

27.6 Die EKT-g-Faktoren

Die Hyperfeinstruktur verwendet die magnetischen Verkörperungsfaktoren des Elektrons und des Protons. Diese werden nicht erst für die HFS eingeführt, sondern sind innerhalb der EKT bereits zuvor aus dem Magnetfeld-Verkörperungsformalismus hergeleitet.

27.6.1 Elektron-g-Faktor

Für das Elektron lautet die EKT-Feinjustierung:

$$\boxed{f_e^{(\text{EKT})} = \frac{\alpha}{2\pi} \, \frac{1 + \frac{\alpha}{8} + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^2 + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^3}{1 + \frac{\alpha}{3}}.}$$

Der Faktor $\alpha/(2\pi)$ beschreibt die Magnetfeldverkörperung. Die Reihe in $\alpha/8$ beschreibt die fraktale Rückwirkung des verkörperten Feldes auf den Elementarkörper. Der Faktor $\alpha/8$ ist mit der quadratischen Flächenskalierung der magnetischen Kopplung an die Kugeloberfläche verknüpft. Der Nenner $1 + \alpha/3$ beschreibt die räumliche Ankopplung; der Faktor $1/3$ entspricht der isotropen Mittelung über drei Raumrichtungen.

Der Elektron-g-Faktor folgt daraus als:

$$\boxed{g_e^{(\text{EKT})} = 2\left(1 + f_e^{(\text{EKT})}\right).}$$

Numerisch:

$$\boxed{g_e^{(\text{EKT})} = 2{,}00231930436182.}$$

27.6.2 Proton-g-Faktor

Der Proton-g-Faktor wird innerhalb der EKT aus derselben Magnetfeldverkörperung auf die Protonenskala übertragen:

$$\boxed{g_p^{(\text{EKT})} = 2\left[\left(\frac{\alpha}{2\pi f_e^{(\text{EKT})}} - 1\right) \frac{m_p}{m_e} \left(1 + f_e^{(\text{EKT})}\right) \frac{1 + \alpha/3}{1 + (\alpha/8)^2}\right].}$$

Das Verhältnis m_p/m_e überträgt die magnetische Verkörperung auf die Protonenskala. Der Faktor $1 + f_e^{(\text{EKT})}$ verwendet die bereits korrigierte Elektronenverkörperung als Referenz. Der Quotient

$$\frac{1 + \alpha/3}{1 + (\alpha/8)^2}$$

enthält die räumliche und flächenbezogene Korrektur.

Numerisch ergibt sich:

$$\boxed{g_p^{(\text{EKT})} = 5{,}585694698.}$$

27.6.3 Verwendung in der HFS

In die HFS-Gleichung gehen die normierten magnetischen Verkörperungsanteile ein:

$$\boxed{\frac{g_e^{(\mathrm{EKT})}}{2} \cdot \frac{g_p^{(\mathrm{EKT})}}{2}.}$$

Diese Größen sind vorgelagerte Ergebnisse der EKT-Herleitung der magnetischen Momente und werden in der Hyperfeinstruktur nicht neu angepasst.

27.7 Die geometrische Überlagerungsmasse

Der letzte Skalierungsfaktor der HFS folgt unmittelbar aus der Addition der masseinhärenten Radien von Elektron und Proton im gemeinsamen Ursprung.

27.7.1 Radienaddition

Für beide Elementarkörper gilt die EKT-Invariante:

$$m_e r_e = F_{\mathrm{EK}}, \qquad m_p r_p = F_{\mathrm{EK}}.$$

Damit:

$$r_e = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m_e}, \qquad r_p = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m_p}.$$

Im gemeinsamen Ursprung addieren sich die beiden Radien:

$$\boxed{r_{\mathrm{ges}} = r_e + r_p.}$$

27.7.2 Resultierende Überlagerungsmasse

Für den gemeinsamen Wirkungsradius gilt wiederum:

$$m_{\mathrm{ges}} = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{r_{\mathrm{ges}}}.$$

Einsetzen der beiden Radien ergibt:

$$m_{\mathrm{ges}} = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{\frac{F_{\mathrm{EK}}}{m_e} + \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m_p}}.$$

Nach Kürzen von F_{EK}:

$$m_{\mathrm{ges}} = \frac{1}{1/m_e + 1/m_p}.$$

Multipliziert man Zähler und Nenner mit m_e, erhält man:

$$\boxed{m_{\mathrm{ges}} = \frac{m_e}{1 + m_e/m_p}.}$$

Damit folgt für die dimensionslose geometrische Überlagerungsskala:

$$\boxed{\frac{m_{\mathrm{ges}}}{m_e} = \frac{1}{1 + m_e/m_p}.}$$

Dieser Faktor ist in der EKT keine nachträgliche Rückstoßkorrektur, sondern die direkte Konsequenz der Radienaddition zweier masse-radius-gekoppelter Elementarkörper im gemeinsamen Ursprung.

27.8 Die vollständige EKT-HFS-Formel

Alle zuvor unabhängig begründeten Faktoren werden nun zusammengeführt:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{HFS}} = \left(E_{\mathrm{Ry}} f^2 \frac{m_e}{m_p}\right) \cdot 4 \cdot \frac{8}{3} \cdot \frac{g_e^{(\mathrm{EKT})}}{2} \cdot \frac{g_p^{(\mathrm{EKT})}}{2} \cdot \frac{1}{1 + m_e/m_p}.}$$

Mit $E_0 = E_{\mathrm{Ry}} f^2$ kann dieselbe Gleichung auch geschrieben werden als:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{HFS}} = E_0 \frac{m_e}{m_p} \cdot 4 \cdot \frac{8}{3} \cdot \frac{g_e^{(\mathrm{EKT})}}{2} \cdot \frac{g_p^{(\mathrm{EKT})}}{2} \cdot \frac{1}{1 + m_e/m_p}.}$$

27.9 Numerische Auswertung

Mit der magnetischen Grundskala

$$E_0 \approx 3{,}6207 \times 10^{-4}\,\mathrm{eV},$$

den EKT-g-Faktoren

$$g_e^{(\mathrm{EKT})} = 2{,}00231930436182$$

und

$$g_p^{(\mathrm{EKT})} = 5{,}585694698,$$

sowie den übrigen geometrischen Faktoren ergibt sich:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{HFS}}^{(\mathrm{EKT})} \approx 5{,}878 \times 10^{-6}\,\mathrm{eV}.}$$

Der Vergleichswert der 21-cm-Linie beträgt:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{HFS}}^{(\mathrm{exp})} = 5{,}87433 \times 10^{-6}\,\mathrm{eV}.}$$

Die Abweichung beträgt damit ungefähr:

$$\boxed{0{,}06\,\%.}$$

27.10 Zusammenfassung der Gleichungsterme

Term	**EKT-interne Bedeutung**
$E_{\mathrm{Ry}} f^2 = E_0$	Transversale magnetische Grundskala des bereits gebundenen Rydberg-Systems.
m_e/m_p	Übertragung der magnetischen Basisskala auf die Protonenskala.
4	Wiederherstellung der vollen energetischen Sättigung im magnetischen Nahbereich gegenüber der elektrischen Fraktion 1/4.
8/3	Universelle EKT-Kontaktnormierung aus $4\pi \cdot 2/\pi = 8$ und radialer Projektion 1/3.
$g_e^{(\mathrm{EKT})}/2$	Magnetische Verkörperung des Elektrons aus der zuvor hergeleiteten fraktalen Feldkopplung.
$g_p^{(\mathrm{EKT})}/2$	Magnetische Verkörperung des Protons aus der zuvor hergeleiteten Übertragung auf die Protonenskala.
$1/(1 + m_e/m_p)$	Geometrische Überlagerungsskala aus der Addition der masseinhärenten Radien $r_e + r_p$.

Ergebnis. Die Hyperfeinstruktur des Wasserstoff-Grundzustands wird in der EKT als magnetische Kontaktüberlagerung zweier real ausgedehnter, masse-radius-gekoppelter Elementarkörper beschrieben. Sämtliche Faktoren der HFS-Gleichung werden aus bereits vorhandenen EKT-Größen und der Geometrie des gemeinsamen Ursprungs aufgebaut.

28 Lamb-Shift (2s–2p) in der EKT

Die geometrische Nahbereichskorrektur aus elektrischer und magnetischer Selbstverkörperung

28.1 Einleitung

Die Lamb-Verschiebung wird innerhalb der Elementarkörpertheorie nicht als Folge von Vakuumfluktuationen virtueller Teilchen verstanden. Sie wird vielmehr als messbare energetische Differenz zwischen zwei geometrisch verschiedenen Verkörperungssituationen des gebundenen Elektrons beschrieben. Entscheidend ist dabei der physische Nahbereichskontakt des $2s$-Zustands mit dem Proton gegenüber dem transversalen Abstand des $2p$-Zustands.

In der EKT sind Elektron und Proton keine punktförmigen Objekte, sondern reale radial ausgedehnte Elementarkörper. Die Lamb-Verschiebung entsteht deshalb nicht aus einer Korrektur eines abstrakten Punktteilchenpotentials, sondern aus der veränderten elektrischen und magnetischen Selbstverkörperung des Elektrons, sobald seine reale räumliche Struktur in den unmittelbaren Kontaktbereich des Protons gelangt.

Methodischer Ausgangspunkt: Die Herleitung wird aus bereits vorhandenen EKT-Größen aufgebaut. Die magnetische Grundskala, die Kontaktnormierung $8/3$, die elektrische Kopplung α^2, die Elementarkörper-Konstante F_{EK}, die Elementarkörperladung q_0 und die Entwicklungszeit t_0 werden nicht aus dem gemessenen Lamb-Shift zurückbestimmt.

28.2 Das phänomenologische Prinzip: Kontakt versus Abstand

Der entscheidende Unterschied zwischen dem $2s$- und dem $2p$-Zustand liegt in ihrer Geometrie am Ursprung. Der $2s$-Zustand besitzt eine von Null verschiedene Verkörperungsdichte am Ursprung. Seine reale räumliche Ausdehnung erreicht daher den unmittelbaren Kontaktbereich des Protons und tastet die dort veränderte Wechselwirkungsgeometrie physisch ab.

Der $2p$-Zustand ist dagegen durch seine transversale Struktur geometrisch vom Ursprung getrennt. Er besitzt nicht dieselbe unmittelbare Kontaktgeometrie. Die Lamb-Verschiebung ist damit innerhalb der EKT die energetische Differenz zwischen diesen beiden realen räumlichen Situationen:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{Lamb}} = E_{2s}^{(\mathrm{Kontakt})} - E_{2p}^{(\mathrm{Abstand})}.}$$

Der Kontakt des $2s$-Zustands verändert zwei energetische Komponenten: die magnetische Verkörperung und die elektrische Selbstverkörperung. Die vollständige Lamb-Verschiebung ergibt sich aus dem Zusammenwirken beider Beiträge.

28.3 Die magnetische Grundskala

28.3.1 Die elektrische Grundskala E_0

Die Nahbereichsrechnung beginnt mit einer bereits innerhalb der EKT vorhandenen Energieskala. Sie wird nicht speziell für den Lamb-Shift eingeführt, sondern beschreibt die transversale Wechselwirkungsenergie des verkörperten Rydberg-Quants:

$$\boxed{E_0 = E_{\mathrm{Ry}}\, f^2.}$$

Der geometrische Entwicklungsfaktor ist:

$$\boxed{f^2 = 1 - \sqrt{1-\alpha^2}.}$$

Seine Grundlage ist die charakteristische elektrische Kopplungsgeschwindigkeit

$$v = \alpha c.$$

Damit ist E_0 eine bereits vor der Lamb-Shift-Rechnung festgelegte EKT-Grundskala. Sie bildet die energetische Ausgangsbasis sowohl für die magnetische Nahbereichskorrektur als auch für die elektrische Selbstverkörperung.

28.3.2 Der Faktor $\alpha/(2\pi)$

Der Faktor

$$\frac{\alpha}{2\pi}$$

wird in der EKT nicht als Schleifenkorrektur virtueller Teilchen interpretiert. Er beschreibt das Wirkungsverhältnis der elektrischen Elementarladung zur vollständigen Elementarkörperverkörperung und kennzeichnet damit die magnetisch-transversale Umsetzung der elektrischen Kopplung.

Er ist folglich ein bereits in der EKT vorhandener Wirkungsfaktor und keine nachträglich aus dem Lamb-Shift bestimmte Zahl.

28.3.3 Der Faktor 4: volle energetische Sättigung

Im elektrischen Fernbereich erscheint die Wechselwirkung als reduzierter Anteil der vollständigen Elementarkörperverkörperung. Im unmittelbaren Kontaktbereich des Protons wird diese geometrische Reduktion aufgehoben. Die Wechselwirkung koppelt dort mit der vollen energetischen Sättigung:

$$\frac{4}{4} = 1.$$

Der entsprechende Übergang von der reduzierten elektrischen Fraktion zur vollständigen Nahbereichswirksamkeit liefert den Faktor:

$$\boxed{\frac{1}{1/4} = 4.}$$

28.3.4 Der geometrische Kontaktfaktor 8/3

Die Kontaktnormierung entsteht aus zwei voneinander unabhängigen geometrischen Schritten.

Zunächst wird die vollständige euklidische Kugelgeometrie

$$4\pi$$

mit dem aus dem Freylingschen Eingriff hervorgehenden EKT-Verhältnis

$$\frac{2}{\pi}$$

in die EKT-Wirkungsgeometrie überführt:

$$4\pi \cdot \frac{2}{\pi} = 8.$$

Damit folgt für die normierte Kugelgeometrie:

$$\boxed{G_{\text{Kugel}} = 8.}$$

Der Kontakt am Ursprung ist zusätzlich eine radiale beziehungsweise longitudinale Sonde einer isotropen dreidimensionalen Geometrie. Für die quadratische radiale Projektion gilt:

$$\langle \cos^2 \theta \rangle = \frac{1}{3}.$$

Damit erhält man:

$$\boxed{G_{\text{Kontakt}} = 8 \cdot \frac{1}{3} = \frac{8}{3}.}$$

28.3.5 Magnetischer Basiswert

Die vier bereits begründeten Größen werden nun zusammengeführt:

$$\boxed{\Delta E^{(0)}_{\text{mag}} = E_{\text{Ry}} \cdot f^2 \cdot \frac{\alpha}{2\pi} \cdot 4 \cdot \frac{8}{3}.}$$

Mit $E_0 = E_{\text{Ry}} f^2$ kann dies kompakter geschrieben werden als:

$$\boxed{\Delta E^{(0)}_{\text{mag}} = E_0 \cdot \frac{\alpha}{2\pi} \cdot 4 \cdot \frac{8}{3}.}$$

Numerisch ergibt sich:

$$\boxed{\Delta E^{(0)}_{\text{mag}} \approx 4{,}485 \times 10^{-6}\ \text{eV}.}$$

28.4 Die magnetische Nahbereichskorrektur

Die magnetische Grundskala allein beschreibt noch nicht die vollständige Kontaktgeometrie. Im Nahbereich überlagern sich zwei reale Elementarkörper. Deshalb ist die Wechselwirkung nicht einseitig. Der magnetische Fluss des Elektrons wirkt auf das Proton, während das Proton auf diese Einwirkung magnetisch zurückwirkt.

28.4.1 Aktion: Fluss durch den Protonenbereich

Für die magnetische Flussdichte des Protons im Kontaktbereich wird verwendet:

$$B_p = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{f_p \alpha}{r_p^2}.$$

Die entsprechende Protonen-Kontaktfläche führt zum magnetischen Fluss:

$$\boxed{\Phi_p = \frac{\mu_0}{2} f_p \alpha \frac{r_e}{r_p}.}$$

28.4.2 Reaktion: induzierter Gegenfluss

Der Elektronenfluss erzeugt im Proton eine magnetische Gegenreaktion. Der Elektronenanteil lautet:

$$\Phi_e = \frac{\mu_0}{2} \alpha.$$

Unter Einbeziehung des protonischen Magnetfaktors f_p ergibt sich:

$$\boxed{\Phi_{\text{ind}} = f_p \Phi_e = \frac{\mu_0}{2} f_p \alpha.}$$

28.4.3 Gesamtfluss aus Aktion und Reaktion

Die physikalisch wirksame Kontaktwechselwirkung ist die Summe beider Beiträge:

$$\Phi_{\text{ges}} = \Phi_p + \Phi_{\text{ind}}.$$

Damit:

$$\boxed{\Phi_{\text{ges}} = \frac{\mu_0}{2} f_p \alpha \left(\frac{r_e}{r_p} + 1 \right).}$$

Diese Summe enthält Aktion und Reaktion bereits vollständig. Eine zusätzliche Verdoppelung würde dieselbe Kontaktwechselwirkung doppelt zählen.

28.5 Die EKT-Energie-Fluss-Übersetzungsregel

Um den magnetischen Gesamtfluss in eine Energie zu überführen, verwendet die EKT eine eigene Energie-Fluss-Übersetzungsregel. Sie besteht ausschließlich aus bereits vorhandenen EKT-Größen.

28.5.1 Elementarkörper-Konstante

$$\boxed{F_{\text{EK}} = m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c} = \frac{4\hbar}{c}.}$$

F_{EK} bildet die fundamentale Masse-Radius-Wirkungsskala der Theorie.

28.5.2 Elementarkörperladung

$$\boxed{q_0 = \sqrt{8\varepsilon_0 hc}.}$$

q_0 normiert die magnetische Wechselwirkung auf die vollständige energetische Ladungsverkörperung des Elementarkörpers.

28.5.3 Entwicklungszeit

Die räumliche Verkörperung ist in der EKT ein dynamischer Prozess. Die charakteristische Entwicklungszeit lautet:

$$\boxed{t_0 = \frac{\pi}{2} \frac{r_0}{c}.}$$

Durch $1/t_0$ wird die geometrische Wirkung auf eine zeitliche Energieentwicklung bezogen.

28.5.4 Konversionsfaktor

Die vollständige Übersetzungsregel lautet:

$$\boxed{K_{\Phi E} = \frac{2}{\mu_0} \cdot \frac{F_{\text{EK}}}{q_0 t_0}.}$$

Ausgeschrieben:

$$\boxed{K_{\Phi E} = \frac{2}{\mu_0} \cdot \frac{2h}{\pi c} \cdot \frac{1}{q_0} \cdot \frac{1}{t_0}.}$$

28.5.5 Herkunft des Faktors $2/\mu_0$

Der Faktor $2/\mu_0$ ist die inverse Normierung der bereits in der Kontaktfluss-Geometrie auftretenden Größe $\mu_0/2$. Setzt man den Gesamtfluss in die Energiebeziehung ein,

$$E_{\mathrm{EKT}} = K_{\Phi E}\Phi_{\mathrm{ges}},$$

so erscheint:

$$E_{\mathrm{EKT}} = \left[\frac{2}{\mu_0}\frac{F_{\mathrm{EK}}}{q_0 t_0}\right]\left[\frac{\mu_0}{2} f_p \alpha \left(\frac{r_e}{r_p}+1\right)\right].$$

Die magnetische Normierung kürzt sich exakt:

$$\boxed{\frac{2}{\mu_0}\cdot\frac{\mu_0}{2} = 1.}$$

Damit bleibt:

$$\boxed{E_{\mathrm{EKT}} = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{q_0 t_0} f_p \alpha \left(\frac{r_e}{r_p}+1\right).}$$

28.5.6 Dimensionskonsistenz

Für die beteiligten Größen gilt:

$$\left[\frac{1}{\mu_0}\right] = \mathrm{A}^2\mathrm{s}^2\mathrm{kg}^{-1}\mathrm{m}^{-1},$$

$$[F_{\mathrm{EK}}] = \mathrm{kg\,m}, \qquad [q_0] = \mathrm{A\,s}, \qquad [t_0] = \mathrm{s}.$$

Daher:

$$[K_{\Phi E}] = \mathrm{A}.$$

Der magnetische Fluss besitzt die Einheit:

$$[\Phi] = \mathrm{Wb} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{A}}.$$

Somit:

$$\boxed{[K_{\Phi E}\Phi] = \mathrm{A}\cdot\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{A}} = \mathrm{J}.}$$

Die Energie-Fluss-Übersetzung ist damit dimensionskonsistent und verwendet keine zusätzliche empirische Konversionskonstante.

28.5.7 Magnetischer Korrekturfaktor

Aus der Aktion-Reaktions-Geometrie ergibt sich für den relevanten Nahbereichsbeitrag in führender Form:

$$\boxed{\delta_{\mathrm{Nah}}^{(\mathrm{mag})} = 1 - f_p\alpha.}$$

Der korrigierte magnetische Lamb-Shift-Beitrag lautet damit:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{mag}} = \Delta E_{\mathrm{mag}}^{(0)}(1 - f_p\alpha).}$$

Vollständig eingesetzt:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{mag}} = E_0 \frac{\alpha}{2\pi} \cdot 4 \cdot \frac{8}{3}(1 - f_p \alpha).}$$

28.6 Die elektrische Selbstverkörperung im Nahbereich

Zusätzlich zur magnetischen Kontaktwechselwirkung verändert der unmittelbare Protonenkontakt die elektrische Selbstverkörperung des $2s$-Elektrons. Das Proton ist ein real ausgedehnter Elementarkörper. Seine räumlich-energetische Verkörperung verändert deshalb die Geometrie, in der sich die elektrische Selbstverkörperung des Elektrons am Ursprung ausbilden kann.

Der $2s$-Zustand ist von dieser Änderung unmittelbar betroffen, weil seine Verkörperungsdichte am Ursprung von Null verschieden ist. Der $2p$-Zustand besitzt diese unmittelbare Kontaktgeometrie nicht. Der elektrische Beitrag zur Lamb-Verschiebung beschreibt daher die Minderung der elektrischen Selbstverkörperung des $2s$-Zustands im gemeinsamen Nahbereich.

28.6.1 Energetische Grundskala

Auch für diesen Beitrag ist keine neue Energiegröße erforderlich. Ausgangspunkt ist dieselbe bereits unabhängig bestimmte transversale Grundskala:

$$\boxed{E_0 = E_{\mathrm{Ry}} f^2.}$$

28.6.2 Geometrischer Kontaktfaktor

Da wiederum ein unmittelbarer radialer Kontakt zweier Elementarkörper vorliegt, gilt dieselbe EKT-Kontaktnormierung:

$$\boxed{G_{\mathrm{Kontakt}} = \left(4\pi \frac{2}{\pi}\right) \left\langle \cos^2 \theta \right\rangle = 8 \cdot \frac{1}{3} = \frac{8}{3}.}$$

28.6.3 Doppelte elektrische Kopplung

Die elektrische Nahbereichsänderung betrifft zwei elektrisch gekoppelte Elementarkörper. Das Elektron tritt mit seiner elektrischen Kopplung α in den Kontaktbereich ein; zugleich ist auch die protonische Veränderung der elektrischen Kontaktgeometrie durch dieselbe elektrische Kopplungsstärke bestimmt.

Daher ergibt sich für die bilaterale elektrische Kopplung:

$$\boxed{\alpha \cdot \alpha = \alpha^2.}$$

Der Faktor α^2 ist damit keine nachträglich zur Schließung einer numerischen Differenz eingeführte Größe, sondern das Produkt der beiden elektrischen Kopplungen im gemeinsamen Kontaktbereich.

28.6.4 Vorzeichen

Der unmittelbare Protonenkontakt vermindert die ungestörte elektrische Selbstverkörperung des $2s$-Zustands. Der entsprechende Energiebeitrag ist daher negativ:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{elec}} < 0.}$$

28.6.5 Elektrischer Nahbereichsterm

Die drei unabhängig bestimmten Bestandteile werden nun zusammengeführt:

$$\boxed{\Delta E_{\text{elec}} = -E_0 \cdot \frac{8}{3} \cdot \alpha^2.}$$

Damit ist die Struktur des Terms vollständig sichtbar:

$$\boxed{\Delta E_{\text{elec}} = -\underbrace{E_0}_{\text{Grundskala}} \underbrace{\frac{8}{3}}_{\text{Kontaktgeometrie}} \underbrace{\alpha^2}_{\text{bilaterale elektrische Kopplung}}.}$$

Numerisch ergibt sich:

$$\boxed{\Delta E_{\text{elec}} \approx -0{,}0514 \times 10^{-6}\ \text{eV}.}$$

28.7 Die vollständige EKT-Lamb-Shift-Formel

Die Lamb-Verschiebung setzt sich damit aus zwei realen Nahbereichsbeiträgen zusammen:

- der magnetischen Selbstverkörperung einschließlich der Aktion-Reaktions-Korrektur,
- der elektrischen Selbstverkörperung im unmittelbaren Kontaktbereich.

Die vollständige EKT-Formel lautet:

$$\boxed{\Delta E_{\text{Lamb}}^{(\text{EKT})} = \Delta E_{\text{mag}}^{(0)}(1 - f_p\alpha) - E_0\frac{8}{3}\alpha^2.}$$

Mit

$$\Delta E_{\text{mag}}^{(0)} = E_0\frac{\alpha}{2\pi} \cdot 4 \cdot \frac{8}{3}$$

folgt:

$$\boxed{\Delta E_{\text{Lamb}}^{(\text{EKT})} = E_0\frac{\alpha}{2\pi} \cdot 4 \cdot \frac{8}{3}(1 - f_p\alpha) - E_0\frac{8}{3}\alpha^2.}$$

Und mit

$$E_0 = E_{\text{Ry}}\left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right)$$

ergibt sich die vollständig ausgeschriebene EKT-Form:

$$\boxed{\Delta E_{\text{Lamb}}^{(\text{EKT})} = E_{\text{Ry}}\left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\right)\left[\frac{\alpha}{2\pi} \cdot 4 \cdot \frac{8}{3}(1 - f_p\alpha) - \frac{8}{3}\alpha^2\right].}$$

28.8 Numerische Auswertung

28.8.1 Magnetischer Basiswert

$$\Delta E_{\text{mag}}^{(0)} \approx 4{,}485 \times 10^{-6}\ \text{eV}.$$

28.8.2 Magnetische Nahbereichskorrektur

Mit

$$1 - f_p\alpha \approx 0{,}9869$$

folgt:

$$\Delta E_{\mathrm{mag}} = 4{,}485 \times 10^{-6}\ \mathrm{eV} \cdot 0{,}9869 \approx 4{,}4263 \times 10^{-6}\ \mathrm{eV}.$$

28.8.3 Elektrische Selbstverkörperung

$$\Delta E_{\mathrm{elec}} \approx -0{,}0514 \times 10^{-6}\ \mathrm{eV}.$$

28.8.4 Gesamtergebnis

$$\Delta E_{\mathrm{Lamb}}^{(\mathrm{EKT})} = 4{,}4263 \times 10^{-6} - 0{,}0514 \times 10^{-6}\ \mathrm{eV}.$$

Damit:

$$\boxed{\Delta E_{\mathrm{Lamb}}^{(\mathrm{EKT})} = 4{,}3749 \times 10^{-6}\ \mathrm{eV}.}$$

Dies entspricht dem verwendeten Vergleichswert:

$$\boxed{\nu_{\mathrm{Lamb}} = 1057{,}844\ \mathrm{MHz}.}$$

28.9 Methodische Einordnung

Die vollständige Herleitung lässt sich in drei voneinander getrennte Ebenen zerlegen. Erstens wird eine bereits vorhandene EKT-Grundskala verwendet. Zweitens werden die Nahbereichsfaktoren geometrisch und energetisch begründet. Drittens erfolgt erst danach der numerische Vergleich.

Baustein	**EKT-interne Bedeutung**
$E_0 = E_{\mathrm{Ry}} f^2$	Bereits vorhandene transversale elektrische Grundskala.
$\alpha/(2\pi)$	Wirkungsverhältnis der elektrischen zur vollständigen Elementarkörperverkörperung.
4	Übergang zur vollen energetischen Sättigung im unmittelbaren Nahbereich.
8/3	EKT-normierte Kugelgeometrie $4\pi \cdot 2/\pi = 8$ und radiale Projektion 1/3.
$1 - f_p\alpha$	Magnetische Nahbereichskorrektur aus Aktion und Reaktion.
$K_{\Phi E}$	Dimensionskonsistente Energie-Fluss-Übersetzungsregel aus $F_{\mathrm{EK}}, q_0, t_0$ und $2/\mu_0$.
α^2	Bilaterale elektrische Kopplung im gemeinsamen Kontaktbereich.
Negatives Vorzeichen des elektrischen Terms	Minderung der elektrischen Selbstverkörperung des $2s$-Zustands im unmittelbaren Protonenkontakt.

Arbeitsfazit: Der Lamb-Shift erscheint in der EKT als geometrisch-energetische Nahbereichskorrektur real ausgedehnter Elementarkörper. Der $2s$-Zustand tritt in unmittelbaren Kontakt mit der Protonengeometrie; dadurch ändern sich seine magnetische und elektrische Selbstverkörperung. Die vollständige Formel wird aus bereits vorhandenen EKT-Größen aufgebaut und erst anschließend mit dem beobachteten Wert verglichen.

29 Die arithmetische Reihe der Wirkungs-Analogien

Der Schlüssel zur Kanalleiter liegt nicht in den Massen selbst, sondern in dem Produkt aus Wechselwirkungsradius r und Kanalgeschwindigkeit v. Dieses Produkt wird in der EKT als energetische Analogie zum Drehimpuls $L = r \cdot m \cdot v$ interpretiert, ohne dass eine reale Rotation stattfindet. Betrachtet man die vier Kanäle, ergibt sich für das Produkt $r \cdot v$ – relativ zum Maximalwert $r_0 \cdot c$ – eine exakte arithmetische Progression:

1. **e–e-Kanal (Rydberg):**
$$r = \frac{r_0}{4\alpha}, \quad v = \alpha c \quad \Longrightarrow \quad r \cdot v = \frac{1}{4} r_0 c \tag{176}$$

2. **e–q_0-Kanal (Neutron):**
$$r = \frac{r_0}{2\sqrt{\alpha}}, \quad v = \sqrt{\alpha} c \quad \Longrightarrow \quad r \cdot v = \frac{2}{4} r_0 c \tag{177}$$

3. **Myon-Kanal:** Implizit über den Faktor $(1 - 1/4)$:
$$r \cdot v = \frac{3}{4} r_0 c \tag{178}$$

4. **q_0–q_0-Kanal (Pion):**
$$r = r_0, \quad v = c \quad \Longrightarrow \quad r \cdot v = \frac{4}{4} r_0 c \tag{179}$$

Multipliziert man dies mit der invarianten Masse m_0 und nutzt die Masse-Radius-Konstantengleichung $m_0 r_0 c = (2h/\pi c) \cdot c = 2h/\pi$, erhält man exakt die Stufenleiter der Wirkungs-Analogien:

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{2h}{\pi} = \frac{h}{2\pi} = 1\hbar \tag{16.5.1}$$
$$\frac{2}{4} \cdot \frac{2h}{\pi} = 2\hbar \tag{16.5.2}$$
$$\frac{3}{4} \cdot \frac{2h}{\pi} = 3\hbar \tag{16.5.3}$$
$$\frac{4}{4} \cdot \frac{2h}{\pi} = 4\hbar \tag{16.5.4}$$

Die Kanalleiter ist damit keine willkürliche Zusammenstellung von Teilchenmassen, sondern eine streng geometrisch begründete Sequenz diskreter Wirkungsstufen.

29.0.1 Warum der Myon-Faktor $(1 - 1/4)$ keine "Anpassung" ist

Der Faktor $(1 - 1/4)$ ist die zwingende logische Konsequenz der 3. Stufe ($3\hbar$) in dieser geometrischen Leiter. Das Myon wird hier nicht als „Fremdkörper" eingefügt, um eine Lücke zu füllen, sondern es ist der phänomenologisch notwendige „missing link" zwischen dem Pion ($4\hbar$, volle starke Verkörperung) und dem elektrischen Grundzustand ($1\hbar$).

Der Zerfall $\pi \to \mu \to e$ ist in dieser Lesart nichts anderes als das schrittweise Durchlaufen dieser diskreten Wirkungsstufen von $4\hbar$ über $3\hbar$ hinunter zu $1\hbar$, wobei massegebundene Energie in radiusgebundene Raum-Energie transformiert wird. Das Myon ist also nicht ein zufälliges Teilchen, das man nachträglich in ein Schema einpasst, sondern die natürliche Konsequenz der Tatsache, dass die Natur bei der Überlagerung von Elementarkörpern nur diskrete Stufen der energetischen Kopplung erlaubt.

29.0.2 Warum es keine weiteren Kanäle gibt – die natürliche Grenze

Die Antwort liefert die Geometrie des Elementarkörpers selbst:

- Der Radius r kann maximal r_0 sein (der voll ausgebildete Elementarkörper im Ruhezustand).

- Die Geschwindigkeit v kann maximal c sein (die Grenze der Lichtgeschwindigkeit).

Das Maximum des Produkts $r \cdot v$ ist also $r_0 \cdot c$. Das entspricht exakt der Stufe $4\hbar$ – dem q_0–q_0-Kanal. Die Leiter ist nach oben natürlich begrenzt. Ein „5. Kanal" ($5\hbar$) ist geometrisch unmöglich, da er entweder $r > r_0$ oder $v > c$ erfordern würde, was den fundamentalen Postulaten der EKT widerspricht.

Die Leiter ist also kein offenes Klassifikationssystem, in das man beliebig viele Teilchen einsortieren kann, sondern ein in sich geschlossenes, endliches System diskreter Zustände. Die Natur erlaubt bei der Überlagerung von Elementarkörpern nur diskrete Stufen der energetischen Kopplung: $1\hbar, 2\hbar, 3\hbar, 4\hbar$.

Die Tatsache, dass die Massen von Rydberg-Energie, Neutron, Myon und Pion exakt auf diese vier Stufen fallen, ist unter diesem Gesichtspunkt kein Zufall und keine nachträgliche Kalibrierung, sondern der Beweis, dass die EKT die korrekten „Eigenzustände" der Materiebildung identifiziert hat.

Die Abweichungen im Promille- bis Prozentbereich (besonders beim Myon und Pion) sind der Tatsache geschuldet, dass die experimentellen „Messwerte" selbst theoriebeladene Extrakte (QCD, SRT-Rückrechnungen) sind und keine rohen, modellfreien Beobachtungen. Die EKT liefert demgegenüber reine Vorhersagen aus der Geometrie der Wirkungsstufen.

30 Das Wasserstoffmolekül

Die Bildung des H_2-Moleküls aus zwei Wasserstoffatomen wird in der etablierten Physik durch Molekülorbitale, Austauschwechselwirkung, Spin-Paarung und das Pauli-Prinzip beschrieben – ein Apparat aus abstrakten Wahrscheinlichkeitswellen und Postulaten, der keine phänomenologische Rückbindung an primäre Größen besitzt.

Die Elementarkörpertheorie (EKT) ersetzt diesen Apparat durch eine einzige Frage: **Können vier Elementarkörper (p_1, e_1, p_2, e_2) eine geometrische Überlagerung im gemeinsamen Ursprung finden, die einen größeren kollektiven Radius – und damit gemäß $m_0 r_0 = F_{\mathbf{EK}}$ eine geringere Gesamtmasse – erlaubt als die Summe zweier isolierter H-Atome?**

Die Antwort lautet: Ja. Und die Bindungsenergie folgt direkt aus der Massendifferenz.

Bemerkung 30.1. *Das H_2-Molekül ist **kein fünfter Kanal** in der EKT-Wirkungsleiter. Die vier primären Kanäle (e–e, e–q_0, μ, q_0–q_0) sind nach oben durch $r \leq r_0$ und $v \leq c$ begrenzt. Die H_2-Bindung ist eine **sekundäre Überlagerung** zweier bereits gebundener e–e-Systeme – eine molekulare Überlagerung oberhalb der primären Leiterstruktur. Konzepte wie ein „Gleichgewichtsabstand" zwischen den Protonen sind Relikte der Standardphysik (Born-Oppenheimer-Näherung) und haben in der reinen EKT-Berechnung, die auf der Überlagerung im gemeinsamen geometrischen Ursprung basiert, keinen Platz.*

30.1 Ausgangspunkt: Das isolierte H-Atom

Das H-Atom ist die *e*-*e*-Wechselwirkung zwischen Proton und Elektron im gemeinsamen Ursprung. Seine Bindungsenergie ist die Rydberg-Energie, exakt berechnet aus der EKT-Massenformel:

$$E_{\mathrm{Ry}} = \left(\frac{m_e}{1 + \dfrac{m_e}{m_p}} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2}\right) \cdot c^2 = 13{,}5984682 \text{ eV} \tag{180}$$

30.2 Die Vierkörper-Überlagerung im gemeinsamen Ursprung

Zwei H-Atome bestehen aus vier Elementarkörpern: p_1, e_1, p_2, e_2. Jeder erfüllt die Masse-Radius-Konstantengleichung:

$$m_p r_p = m_e r_e = \frac{2h}{\pi c} = F_{\mathrm{EK}} \tag{181}$$

Wenn sich zwei H-Atome nähern, überlagern sich die Radienfelder der vier Körper im gemeinsamen geometrischen Ursprung. Die EKT-Frage lautet: Existiert eine geometrische Konfiguration, in der die vier Körper einen **gemeinsamen kollektiven Radius** bilden, der größer ist als derjenige der beiden isolierten H-Atome?

$$r_{\mathrm{H}_2} > r_{\mathrm{H}} \tag{182}$$

Wenn ja, dann folgt aus der Masse-Radius-Kopplung zwingend:

$$m_{\mathrm{H}_2} < 2 \cdot m_{\mathrm{H}} \tag{183}$$

Die Massendifferenz ist die Bindungsenergie:

$$\Delta E_{\mathrm{bond}} = (2m_{\mathrm{H}} - m_{\mathrm{H}_2})\, c^2 \tag{184}$$

30.3 Der gemeinsame geometrische Formalismus

Um die Faktoren der H_2-Bindung nicht als phänomenologische Anpassungen, sondern als zwingende Konsequenzen der Kugelgeometrie zu erweisen, führen wir einen gemeinsamen geometrischen Formalismus ein.

30.4 Zerlegung in transversale und longitudinale Komponenten

Das H_2-Molekül besitzt eine ausgezeichnete Symmetrieachse – die Verbindungsachse der wechselwirkenden Systeme. Wir definieren diese als Einheitsvektor $\mathbf{e}_z$.

Für einen Elementarkörper mit dem Radiusvektor $\mathbf{r} = r\,\hat{\mathbf{r}}$ zerlegt sich das Quadrat des Radius in eine longitudinale (parallele) und eine transversale (senkrechte) Komponente:

$$r^2 = r_{\parallel}^2 + r_{\perp}^2 = r^2 \cos^2\theta + r^2 \sin^2\theta \tag{185}$$

wobei θ der Polarwinkel bezüglich der Symmetrieachse $\mathbf{e}_z$ ist.

30.5 Die exakten Winkelintegrale

Für eine isotrope Grundverteilung der Elementarkörperoberfläche berechnen sich die geometrischen Mittelwerte über die Kugeloberfläche S^2 exakt:

Der transversale Anteil:

$$\langle \sin^2\theta \rangle = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi} \sin^2\theta \sin\theta \, d\theta = \frac{1}{2} \int_0^{\pi} \sin^3\theta \, d\theta = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} = \frac{2}{3} \tag{186}$$

Der longitudinale Anteil:

$$\langle \cos^2\theta \rangle = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi} \cos^2\theta \sin\theta \, d\theta = \frac{1}{2} \int_0^{\pi} \cos^2\theta \sin\theta \, d\theta = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{3} \tag{187}$$

Die Summe beider Anteile ergibt zwingend die Einheit:

$$\langle \sin^2\theta \rangle + \langle \cos^2\theta \rangle = \frac{2}{3} + \frac{1}{3} = 1 \tag{188}$$

Damit sind die Zahlen 2/3 und 1/3 keine numerologischen Zufälle und keine Fit-Parameter, sondern **exakte isotrope Projektionsfaktoren** der quadratischen Radiuskomponenten auf eine ausgezeichnete Achse.

30.6 Das 4-Körper-Integral und die Winkelgewichtung

30.6.1 Die EKT-konforme Flächendichte

Der Elementarkörper ist eine Kugeloberfläche, kein Kugelvolumen. Die Raumenergiedichte des Vierkörpersystems ist daher eine Summe von Flächendichten:

$$\rho_4(\mathbf{r}) = \sum_{a\in\{p_1,e_1,p_2,e_2\}} \frac{U_a}{4\pi r_a^2}\,\delta(|\mathbf{r}-\mathbf{R}_a| - r_a) \tag{189}$$

mit der Normierung:

$$\int_{\mathbb{R}^3} \rho_4(\mathbf{r})\,d^3r = U_{p_1} + U_{e_1} + U_{p_2} + U_{e_2} \tag{190}$$

30.6.2 Die transversale Projektion als Bindungstreiber

Mit der Bindungsachse $\mathbf{e}$ und der Oberflächennormale $\hat{\mathbf{n}}$ definieren wir die bindungsrelevante transversale Projektion:

$$P_\perp(\mathbf{r}) = 1 - (\hat{\mathbf{n}}\cdot\mathbf{e})^2 = \sin^2\theta \tag{191}$$

Die bindungsrelevante Oberflächendichte ist:

$$\rho_{i,\perp}(\mathbf{r}) = \rho_i(\mathbf{r})\cdot\sin^2\theta \tag{192}$$

30.6.3 Das Vierkörper-Integral

Die Bindungsenergie als Überlagerungsintegral der vier Oberflächen:

$$\Delta E_{\mathrm{H_2}} = -\sum_{i<j}\frac{U_i}{4\pi}\int_{S_i} K_{ij}(\mathbf{r})\,\sin^2\theta_i\,d\Omega_i \tag{193}$$

Für isotrope Überlagerung (K_{ij} winkelunabhängig):

$$\Delta E_{\mathrm{H_2}} = -\frac{2}{3}\sum_{i<j} U_i K_{ij} \tag{194}$$

30.6.4 Die Trennung in transversale und longitudinale Komponenten

Die Winkelintegration allein liefert eine **additive** Struktur:

$$I_\perp + I_\parallel = \frac{2}{3} + \alpha\cdot\frac{1}{3} = \frac{2}{3}\left(1+\frac{\alpha}{2}\right) \tag{195}$$

Diese additive Struktur ist **mathematisch korrekt**, aber sie sagt noch nichts darüber aus, **wie** die longitudinale Komponente die Bindungsenergie reduziert.

30.6.5 Die phänomenologische Normierungsvorschrift

Die EKT-Formel für die H_2-Bindung enthält den Term:

$$\frac{1}{1+f\cdot\alpha/3} \tag{196}$$

Dabei ist:

- **Variante A** ($f=1$): $1/(1+\alpha/3)$ – H_2-kalibriert, magnetische Verkörperung der Belastung.

- **Variante B** ($f = 1/4$): $1/(1 + \alpha/12)$ – formal konsistent mit $\alpha/4$ als Maß der elektrischen Kopplung.

Dieser Term ist **nicht** aus der Winkelintegration ableitbar. Er ist eine **phänomenologische Normierungsvorschrift**, die besagt:

- Die longitudinale Ausdehnung wirkt als **multiplikative Reduktion** der Bindungsenergie.
- Die Reduktion ist proportional zum longitudinalen Mittelwert $\langle \cos^2 \theta \rangle = 1/3$.
- Die Kopplungsstärke dieser Reduktion ist entweder α (magnetische Verkörperung, Variante A) oder $\alpha/4$ (elektrische Kopplung, Variante B).

Bemerkung 30.2. *Die Frage nach der korrekten Kopplungsstärke der longitudinalen Belastung ist gegenwärtig **nicht entscheidbar**. Beide Varianten sind mit der EKT-Phänomenologie vereinbar. Die numerische Übereinstimmung favorisiert $f = 1$ (+0,09 % vs. +0,27 %), aber dies ist ein Indiz, kein Beweis. Die Entscheidung erfordert eine eigenständige Herleitung aus der EKT-Feldgleichung oder einen unabhängigen experimentellen Test.*

30.6.6 Die geometrische Kontaktanalyse für Isotope

Die Übertragung der Vierkörper-Formel auf Isotope (D_2, HD) erfordert einen **geometrischen Überlappungsfaktor** $\eta(r_{\text{Kern}})$:

$$\Delta E_{\text{bond}} = \eta(r_{\text{Kern}}) \cdot \frac{m_{AB}}{2} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2 \cdot \frac{2}{3}}\right) \cdot \frac{1}{1 + f \cdot \alpha/3} \cdot c^2 \tag{197}$$

Für H_2 ist $\eta(r_p) = 1$ (per Definition, weil H_2 der Kalibrierungspunkt ist).

Für D_2 muss $\eta(r_d)$ aus der **expliziten Integration der Kugelkalotten-Geometrie** berechnet werden. Die experimentellen Daten zeigen:

$$\frac{\Delta E_{D_2}^{(\text{exp})}}{\Delta E_{H_2}^{(\text{exp})}} = \frac{4{,}556}{4{,}520} = 1{,}00796 \tag{198}$$

Der reine Masseneffekt (ohne geometrische Korrektur) liefert:

$$\frac{m_{d,\text{red}}}{m_{p,\text{red}}} = 1{,}000272 \tag{199}$$

Die **geometrische Korrektur** muss also betragen:

$$\eta(r_d) = \frac{1{,}00796}{1{,}000272} = 1{,}00769 \tag{200}$$

Das bedeutet: Die Kontaktregion bei D_2 ist **um** 0,77 % **effizienter** als bei H_2, obwohl der Kernradius halbiert ist.

Bemerkung 30.3. *Der Isotopentest ist **nicht geeignet**, um zwischen den Varianten $f = 1$ und $f = 1/4$ zu entscheiden, weil der geometrische Effekt (0,77 %) den Unterschied zwischen den Varianten (0,18 %) überdeckt. Beide Varianten machen denselben Fehler, weil sie die Geometrie der Kontaktregion ignorieren.*

30.6.7 Status der offenen Hypothesen

30.7 Explizite EKT-Berechnung der H_2-Bindungsenergie

30.8 Die Kanalgeschwindigkeit aus dem transversalen Anteil

Die H_2-Bindung ist eine **doppelte elektrische Kopplung**: Jedes H-Atom koppelt mit der Stärke α an das andere. Die Kopplung ist also α^2.

Der geometrische Faktor stammt aus dem transversalen Anteil der Kugelgeometrie (Gl. 186). Das Verhältnis der transversalen Ausdehnung zur Gesamtausdehnung ist $\langle r_\perp^2 \rangle / \langle r^2 \rangle = 2/3$.

Größe	Wert / Status	Herkunft
$\langle \sin^2\theta \rangle$	2/3	Mathematisch exakt (Kugelgeometrie)
$\langle \cos^2\theta \rangle$	1/3	Mathematisch exakt (Kugelgeometrie)
Transversaler Bindungstreiber	$\alpha^2 \cdot 2/3$	EKT-konform hergeleitet
Longitudinaler Räumlichkeitsterm	$1/(1 + f \cdot \alpha/3)$	Phänomenologisch motiviert
Variante A ($f = 1$)	$1/(1 + \alpha/3)$	Numerisch erfolgreich (+0,09 %)
Variante B ($f = 1/4$)	$1/(1 + \alpha/12)$	Formal konsistent mit $\alpha/4$ (+0,27 %)
Geometrischer Überlappungsfaktor $\eta(r)$	**Offen**	Erfordert explizite Integration
Isotopentest (D_2, HD)	**Nicht entscheidbar**	Geometrischer Effekt dominiert
Entscheidung $f = 1$ vs. $f = 1/4$	**Offen**	Erfordert Herleitung aus Feldgleichung

Tabelle 8: Status der offenen Hypothesen im H_2-Formalismus.

Damit folgt für das Quadrat der Kanalgeschwindigkeit:

$$\left(\frac{v_{H_2}}{c}\right)^2 = \alpha^2 \cdot \langle \sin^2\theta \rangle = \alpha^2 \cdot \frac{2}{3} \tag{201}$$

30.9 Explizite numerische Berechnung

Schritt 1 – Kanal-Faktor:

$$1 - \sqrt{1 - \alpha^2 \cdot \frac{2}{3}} = 1 - \sqrt{1 - 3{,}55009 \times 10^{-5}} = 1{,}77505 \times 10^{-5} \tag{202}$$

Schritt 2 – Klammer (Wer wechselwirkt?): Die reduzierte Masse des Zwei-H-Atom-Systems:

$$\frac{m_H}{2} = 4{,}55421 \times 10^{-31}\ \text{kg} \tag{203}$$

Schritt 3 – Bindungsenergie ohne Räumlichkeitskorrektur:

$$\Delta E_{H_2}^{(0)} = \frac{m_H}{2} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2 \cdot \frac{2}{3}}\right) \cdot c^2 = 4{,}535\ \text{eV} \tag{204}$$

Schritt 4 – Die Räumlichkeitskorrektur aus dem longitudinalen Anteil: Der isotrope Mittelwert der räumlichen Gewichtsfunktion ergibt sich direkt aus Gl. 187:

$$\langle W_{3D} \rangle = 1 + \alpha \langle \cos^2\theta \rangle = 1 + \frac{\alpha}{3} = 1{,}0024324 \tag{205}$$

Schritt 5 – Vollständige Bindungsenergie (Variante A, $f = 1$):

$$\Delta E_{\text{bond}}(\text{EKT}) = \frac{\Delta E_{H_2}^{(0)}}{1 + \alpha/3} = \frac{4{,}535}{1{,}0024324} = 4{,}524\ \text{eV} \tag{206}$$

Schritt 6 – Vergleich mit dem experimentellen Wert:

$$\frac{\Delta E_{\text{bond}}(\text{EKT})}{\Delta E_{\text{bond}}(\text{exp})} = \frac{4{,}524}{4{,}52} = 1{,}0009 \tag{207}$$

Die Abweichung beträgt +0,09 % – dieselbe Klasse wie die anderen starken Verkörperungen der EKT.

30.10 Die vollständige EKT-Formel für die H_2-Bindung

$$\boxed{\Delta E_{\text{bond}}(H_2) = \underbrace{\frac{m_H}{2}}_{\text{Klammer}} \cdot \underbrace{\left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2 \cdot \frac{2}{3}}\right)}_{\text{transversal } \langle \sin^2 \theta \rangle} \cdot \underbrace{\frac{1}{1 + f \cdot \alpha/3}}_{\text{longitudinal } \langle \cos^2 \theta \rangle} \cdot c^2} \tag{208}$$

mit:

- **Variante A** ($f = 1$): $\Delta E_{\text{bond}} = 4{,}524$ eV ($+0{,}09\,\%$)
- **Variante B** ($f = 1/4$): $\Delta E_{\text{bond}} = 4{,}532$ eV ($+0{,}27\,\%$)

subsectionDie geometrische Sättigung: Warum H_2 und nicht H_3?

Die Frage, warum sich nicht ein drittes H-Atom anlagert, beantwortet die EKT rein geometrisch über die Überlagerung im gemeinsamen Ursprung:

- Die 4-Körper-Konfiguration (p_1, e_1, p_2, e_2) stellt im gemeinsamen Ursprung ein lokales Maximum an kollektiver Radius-Expansion dar. Die gemeinsame Raumenergie-Hülle erreicht ihre geometrisch optimale Ausdehnung.
- Ein 6-Körper-System $(3p, 3e)$, das im selben Ursprung überlagert, kann keinen größeren kollektiven Radius mehr ausbilden. Die geometrische Interferenz der zusätzlichen Kugeloberflächen erzwingt eine lokale Kompression der Raumenergie-Hülle.
- Gemäß $m_0 r_0 = F_{\text{EK}}$ führt eine Radiuskompression zwingend zu einer **Massenzunahme**. Das System müsste Energie aufnehmen, um diesen Zustand zu erreichen.
- Phänomenologisch manifestiert sich diese erzwungene geometrische Kompression im Ursprung als das, was die makroskopische Physik fälschlich als „Abstoßungskraft“ über eine Distanz interpretiert.

Die EKT benötigt kein Pauli-Prinzip, keinen Spin und keine Austauschwechselwirkung, um die Sättigung der chemischen Bindung zu erklären. Die Sättigung folgt zwingend aus der Geometrie der Kugeloberflächen-Überlagerung im Ursprung und der Masse-Radius-Kopplung.

30.11 Status und offene Berechnungsaufgaben

Aspekt	**Status**	**Nächster Schritt**
H-Atom-Bindungsenergie E_{Ry}	Exakt berechnet ($2{,}5 \cdot 10^{-6}$)	–
Winkelintegrale $\langle \sin^2 \theta \rangle$, $\langle \cos^2 \theta \rangle$	Exakt geschlossen (Kugelgeometrie)	–
H_2-Kanalgeschwindigkeit	Geometrisch hergeleitet ($\alpha\sqrt{2/3}\,c$)	–
H_2-Bindungsenergie	Explizit berechnet ($+0{,}09\,\%$)	–
Räumlichkeitsterm $1/(1 + f \cdot \alpha/3)$	Phänomenologisch motiviert	Herleitung aus EKT-Feldgleichung
Entscheidung $f = 1$ vs. $f = 1/4$	**Offen**	Unabhängiger Test / Feldgleichung
Geometrischer Überlappungsfaktor $\eta(r)$	**Offen**	Explizite Integration der Kalotten-Geometrie
Sättigung (H_2 statt H_3)	Geometrisch begründet (Ursprungskompression)	Formale 6-Körper-Geometrie

Tabelle 9: Status der H_2-Berechnung in der EKT: erreichte und offene Schritte.

30.12 Epistemologische Bewertung

Die etablierte Physik benötigt für das H_2-Molekül: Molekülorbitale, Austauschwechselwirkung, Spin-Paarung, Pauli-Prinzip, Born-Oppenheimer-Näherung, Hartree-Fock-Verfahren, Konfigurationswechselwirkung – einen Apparat aus abstrakten Wahrscheinlichkeitswellen und Postulaten.

Die EKT stellt dem eine einzige Frage entgegen: Können vier Masse-Radius-Körper im gemeinsamen Ursprung eine geometrische Überlagerung finden, die einen größeren kollektiven Radius erlaubt? Die Antwort ist Ja, und die Bindungsenergie folgt aus der Massendifferenz gemäß der Masse-Radius-Kopplung.

Durch die Einführung eines gemeinsamen geometrischen Funktionals (Gl. 193) werden die beiden zuvor phänomenologisch begründeten Faktoren (2/3 und 1/3) auf dieselbe exakte Winkelzerlegung der Kugelgeometrie zurückgeführt. Dies verschiebt die Theorie von der numerischen Rechtfertigung bekannter Faktoren hin zu einem konsistenten geometrischen Formalismus. Konzepte wie ein räumlicher Gleichgewichtsabstand zwischen den Kernen werden als Relikte der Standardphysik erkannt und konsequent durch die reine Überlagerungsgeometrie im Ursprung ersetzt.

30.13 Methodisches Fazit

Die H_2-Formel ist **formal geschlossen**, aber **epistemologisch bleibt eine offene Hypothese**:

1. **Die Winkelintegrale sind mathematisch exakt.** $\langle \sin^2\theta \rangle = 2/3$ und $\langle \cos^2\theta \rangle = 1/3$ sind zwingende Konsequenzen der Kugelgeometrie.
2. **Der transversale Bindungstreiber ist EKT-konform hergeleitet.** Die Kanalgeschwindigkeit $(v/c)^2 = \alpha^2 \cdot 2/3$ folgt aus der transversalen Projektion.
3. **Der longitudinale Räumlichkeitsterm ist phänomenologisch motiviert.** Die Form $1/(1+f\cdot\alpha/3)$ ist eine Normierungsvorschrift, die besagt, dass die longitudinale Belastung als multiplikative Reduktion wirkt. Die Kopplungsstärke f ist gegenwärtig nicht aus ersten Prinzipien ableitbar.
4. **Die Entscheidung zwischen $f = 1$ und $f = 1/4$ ist offen.** Beide Varianten sind mit der EKT-Phänomenologie vereinbar. Die numerische Übereinstimmung favorisiert $f = 1$ (+0,09 % vs. +0,27 %), aber dies ist ein Indiz, kein Beweis.
5. **Die Übertragung auf Isotope erfordert einen geometrischen Überlappungsfaktor $\eta(r)$.** Dieser ist noch nicht berechnet. Der Isotopentest ist daher gegenwärtig nicht geeignet, um zwischen $f = 1$ und $f = 1/4$ zu entscheiden.

30.14 Pragmatische Entscheidung

Da der Isotopentest nicht entscheidbar ist und der Unterschied zwischen $f = 1$ und $f = 1/4$ bei H_2 nur 0,18 % beträgt, wird **Variante A** ($f = 1$, $1/(1 + \alpha/3)$) als die numerisch erfolgreichere Variante gewählt. Diese Wahl ist **pragmatisch** – sie ist keine Herleitung aus ersten Prinzipien, aber sie ist die beste verfügbare Übereinstimmung mit dem Experiment.

Die offene Frage $f = 1$ vs. $f = 1/4$ wird als **definierte, lösbare Aufgabe** dokumentiert. Sie erfordert eine eigenständige Herleitung des longitudinalen Korrekturterms aus der EKT-Feldgleichung oder einen unabhängigen experimentellen Test.

30.15 Zusammenfassung

Die EKT-Erklärung der H_2-Bindung basiert auf drei Prinzipien:

1. **Masse-Radius-Kopplung:** $m_0 r_0 = F_{\mathrm{EK}}$
2. **Geometrische Überlagerung:** Vier Elementarkörper bilden im gemeinsamen Ursprung eine Raumenergie-Hülle.
3. **Geometrische Zerlegung:** Die transversale Ausdehnung ($\langle \sin^2\theta \rangle = 2/3$) treibt die Bindung, die longitudinale Belastung ($\langle \cos^2\theta \rangle = 1/3$) reduziert sie.

Die H_2-Bindung ist keine primäre Kanalwechselwirkung, sondern eine **sekundäre molekulare Überlagerung** zweier gebundener e–e-Systeme.

31 Magnetische Momente als fraktale Verkörperung

31.1 Die experimentellen Ausgangsdaten

Elektron:

$$\begin{aligned}
\mu_{\mathrm{Be}}^{(\mathrm{th})} &= 9{,}27400999205404 \cdot 10^{-24}\ \mathrm{J/T} \quad \text{(semiklassischer Wert)} \\
\mu_{\mathrm{Be}}^{(\mathrm{exp})} &= 9{,}284764620 \cdot 10^{-24}\ \mathrm{J/T} \quad \text{(experimenteller Wert)} \\
f_e &= 0{,}00115965218091 \quad \text{(anomaler Anteil)} \\
g_e &= 2{,}00231930436182 \quad \text{[CODATA2014]}
\end{aligned}$$

Proton:

$$\begin{aligned}
\mu_{\mathrm{Bp}}^{(\mathrm{th})} &= 5{,}0507836982111 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J/T} \quad \text{(semiklassischer Wert)} \\
\mu_{\mathrm{Bp}}^{(\mathrm{exp})} &= 1{,}4106067873 \cdot 10^{-26}\ \mathrm{J/T} \quad \text{(experimenteller Wert)} \\
f_p &= 1{,}7928473512 \quad \text{(anomaler Anteil)} \\
g_p &= 5{,}585694702 \quad \text{[CODATA2014]}
\end{aligned}$$

Neutron:

$$\begin{aligned}
\mu_{\mathrm{Bn}}^{(\mathrm{exp})} &= 9{,}6623650 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J/T} \\
\mu_{\mathrm{Bn}}^{(\mathrm{th})} &= 0 \quad \text{(da ungeladen)}
\end{aligned}$$

Verhältnisse:

$$\frac{m_p}{m_e} = 1836{,}15267376007 = \frac{\mu_{\mathrm{Be}}^{(\mathrm{th})}}{\mu_{\mathrm{Bp}}^{(\mathrm{th})}}$$

$$\frac{\mu_{\mathrm{Be}}^{(\mathrm{exp})}}{\mu_{\mathrm{Bp}}^{(\mathrm{exp})}} = 658{,}21068660613$$

$$\frac{\Delta\mu_{\mathrm{Be}}}{\Delta\mu_{\mathrm{Bp}}} = 1{,}18766299383179$$

$$\frac{f_p}{f_e} = 1546{,}021626754602$$

31.2 Die zentrale Beobachtung

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die experimentellen Ergebnisse, sofern man diese ohne theoriebeladene Erwartungen in Richtung leptonischer Strukturlosigkeit bzw. quarks-basierender Substruktur betrachtet, eine leicht feststellbare Gemeinsamkeit aufweisen. Die zusätzlichen, vermeintlich anomalen magnetischen Moment-Beiträge zu den semiklassisch zu erwartenden sind sowohl für Proton, Neutron als auch für das Elektron stets $\sim 1 \cdot 10^{-26}$ Joule/Tesla.

Die Differenzen der experimentell gemessenen magnetischen Momente zu den semiklassischen Erwartungen:

$$\Delta\mu_{\mathrm{Be}} = \mu_{\mathrm{Be}}^{(\mathrm{exp})} - \mu_{\mathrm{Be}}^{(\mathrm{th})} = 1{,}075462794596 \cdot 10^{-26}\ \mathrm{J/T}, \tag{209}$$

$$\Delta\mu_{\mathrm{Bp}} = \mu_{\mathrm{Bp}}^{(\mathrm{exp})} - \mu_{\mathrm{Bp}}^{(\mathrm{th})} = 9{,}055284174789 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J/T}, \tag{210}$$

$$\Delta\mu_{\mathrm{Bn}} = \mu_{\mathrm{Bn}}^{(\mathrm{exp})} - 0 = 9{,}6623650 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J/T}. \tag{211}$$

Diese drei Werte sind von derselben Größenordnung – obwohl die Gesamtmomente stark differieren!

$$\frac{\Delta\mu_{\mathrm{Be}}}{\Delta\mu_{\mathrm{Bp}}} \approx 1{,}18766, \qquad \frac{\Delta\mu_{\mathrm{Be}}}{\Delta\mu_{\mathrm{Bn}}} \approx 1{,}11296 \tag{212}$$

Bemerkung 31.1. *Mit anderen Worten: Verkörpert man das Magnetfeld in einer energetischen Analogie, so resultieren die experimentell gemessenen magnetischen Momente des Protons, Elektrons und Neutrons aus der jeweiligen energetischen Überlagerung mit dem Magnetfeld. Das Magnetfeld selbst als "Energielieferant" liefert einen teilchenspezifischen Beitrag in der Größenordnung von* 10^{-26} *J/T zum gemessenen magnetischen Moment.*

31.3 Der Messaufbau als energetischer Wechselwirkungspartner

Das moderne Missverständnis zur Interpretation eines quantenmechanischen Versuches beginnt mit der Idealisierung, respektive Reduktion, dass der Versuchsaufbau – der additiv Energie in Form von elektrischen oder magnetischen Feldern zur Verfügung stellt – nicht als energetischer Wechselwirkungspartner wahrgenommen wird. Werte vermeintlich intrinsischer Objekt-Größen, wie beispielsweise die Feinstruktur der Spektrallinien oder hier magnetische Momente, entstehen aber erst durch das "Anlegen" von äußeren Feldern. Dieser logisch nachvollziehbare, unvermeidbare Beobachtungs-Effekt wird kategorisch von den Protagonisten der Standardmodell-Physik verdrängt. Es wird so getan, als ob die zusätzliche Energie nur die inneren energetischen Verhältnisse ans Licht bringt, die auch ohne Beobachtung, sprich ohne äußere Energiezufuhr, bereits existieren. Diese Annahme ist nicht nur diskussionswürdig, diese Annahme ist fatal und falsch.

Bei der Penning-Falle bzw. Doppel-Penning-Falle ist auch das dreidimensionale elektrische Feld nicht zu vernachlässigen. Auch dieses steht in Wechselwirkung mit dem zu untersuchenden Ladungsträger. Auf Grund der Penning-Fallen spezifischen Feldenergien dominiert zwar das magnetische Feld, in der Summe liefert aber auch das elektrische Feld einen messungsinhärenten Beitrag zu den vermeintlich intrinsischen magnetischen Momenten der gefangenen Elektronen bzw. Protonen. Die Messergebnisse lassen sich über eine masse-radius-gekoppelte Verkörperung des Magnetfeldes abbilden und berechnen. Hier steht der Term $(\alpha/2\pi)$ – der in Ankopplung an die Historie als Schwinger-Term bezeichnet wird – für die hauptmaßgebende energetische Verkörperung des Magnetfeldes in Abhängigkeit der elektrischen Elementarladung. Verkörpert man das magnetische Feld in einer energetischen Analogie, so resultieren das messtechnisch erfasste magnetische Moment des Protons und des Elektrons aus der jeweiligen energetischen Überlagerung mit dem Magnetfeld. Das Magnetfeld selbst als Energiegeber ist in Wechselwirkung mit Elektron und Proton und liefert einen teilchenspezifischen Beitrag in der Größenordnung von $1 \cdot 10^{-26}$ Joule/Tesla zum gemessenen magnetischen Moment. Der gesamte mathematische QFT-Zauber um vermeintlich anomale, intrinsische magnetische Momente und deren Korrekturen ist damit theorieinduziert, oder schlichter formuliert – im wahrsten Sinne des Wortes – gegenstandslos. Des Weiteren folgt daraus: Das experimentell bestimmte magnetische Moment des Protons ist nunmehr ohne Substruktur plausibel.

31.4 Das magnetische Moment ist keine intrinsische Freiraum-Eigenschaft

Zwei voneinander unabhängige Hinweise stützen hier die EKT-Lesart. Zum einen die bereits herangezogene Koinzidenz, auf die der Physiker Hans-Peter Dürr in seinem Aufsatz "Neuere Entwicklungen in der Hochenergiephysik – das Ende des Reduktionismus? (1986)" aufmerksam gemacht hat. Er weist darauf hin, dass die Vorstellung einer Teilchenunterstruktur mit Erreichen einer charakteristischen Schranke versagt. Diese Schranke ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen dem Planckschen Wirkungsquantum und der Lichtgeschwindigkeit ($mR \ll h/c \approx 10^{-37}$ g cm). Dürr zufolge ist dies zum ersten Mal bei einem Proton der Fall ($R \approx 10^{-13}$ cm, $m = 1{,}7 \cdot 10^{-24}$ g), woraus sich für $mR \approx 10^{-37}$ g cm ergibt. Dürr nimmt diese auffällige Koinzidenz zum Anlass, das Quark-Modell zu kritisieren. Das Proton ist damit fundamental; sein magnetisches Moment ist eine Ganzkörper-Eigenschaft des Elementarkörpers, nicht eine Summe aus postulierten Quark- und Gluon-Beiträgen.

Zum anderen kommen Michaele Suisse und Peter Cameron in ihrer Arbeit "Quantum Interpretation of the Proton Anomalous Magnetic Moment" (Februar 2017) in einem grundverschiedenen, Clifford-algebraischen Ansatz zu dem bemerkenswert deckungsgleichen Schluss: "Die Rolle des anomalen Moments in der geometrischen Clifford-Algebra der topologischen Massenerzeugung des Protons legt nahe, dass die Anomalie keine intrinsische Eigenschaft des Protons im freien Raum ist, sondern vielmehr ein topologischer Effekt der Anwendung des elektromagnetischen Vorspannungsfeldes, das zur Definition der durch die Messung des magnetischen Moments ermittelten Eigenzustände erforderlich ist." Das ist exakt die EKT-Position: Das Magnetfeld ist kein abstraktes Vektorfeld, sondern ein quasi-kontinuierliches Medium masse-radius-gekoppelter Entitäten; das gemessene Moment ist die energetische Überlagerung des Elementarkörpers mit diesem Medium.

31.5 Das Neutron als Prüfstein: die zweistufige Verkörperung

Gibt es, neben dem offensichtlich plausiblen Argument, dass man nicht einfach den Energiebeitrag des Magnetfeldes ignorieren kann, noch weitere Anhaltspunkte für einen additiven Beitrag zum magnetischen Moment der Testkörper? Ja, den gibt es. Es ist das magnetische Moment des elektrisch ungeladenen Neutrons, welches im Rahmen der semiklassischen Betrachtung nicht existiert und im Rahmen der postulierten Neutron-Quarks-Substruktur auf diese zurückzuführen ist. Nur: Ist das magnetische Moment des Neutrons wirklich ein Beweis für eine Substruktur? Oder ist diese Annahme nur eine theoriebeladene Messwert-Interpretation des Standardmodells?

Ein Blick auf die nackten Zahlen bestätigt die These, dass das magnetische Moment des elektrisch neutralen Neutrons ausschließlich aus dem Magnetfeldbeitrag resultiert, den das Neutron im angelegten Magnetfeld induziert. Das Neutron besitzt – wie es für ein ungeladenes Objekt semiklassisch und elementarkörperbasierend gilt – kein eigenes Moment:

$$\Delta\mu_{\mathrm{Bn}} = \mu_{\mathrm{Bn}}(\mathrm{exp}) - \mu_{\mathrm{Bn}}(\mathrm{th}) = 9{,}6623650 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J/T} - 0 = 9{,}6623650 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J/T}. \tag{213}$$

Konsistente Annahme: Der gemessene Wert $\mu_{\mathrm{Bn}}(\mathrm{exp}) = \Delta\mu_{\mathrm{Bn}} \approx 9{,}66237 \cdot 10^{-27}$ J/T ist nichts weiter als der messungsinhärente Beitrag des Magnetfeldes, den das Neutron, welches gemäß Elementarkörper basierender materiebildender Ladungswechselwirkung aus Elektron und Proton entstanden ist, im Magnetfeld induziert.

Beweisführung, erste Stufe – Gleichung [μn]

Wenn die Annahme zutrifft, dann muss sich das magnetische Moment des Neutrons ($\mu_{\mathrm{Bn}}(\mathrm{exp}) = \Delta\mu_{\mathrm{Bn}}$) aus den messungsinhärenten Magnetfeldbeiträgen von Elektron und Proton ($\Delta\mu_{\mathrm{Be}}$ und $\Delta\mu_{\mathrm{Bp}}$) berechnen lassen. Eine einfache Möglichkeit, die drei Größen $\Delta\mu_{\mathrm{Bn}}$, $\Delta\mu_{\mathrm{Be}}$ und $\Delta\mu_{\mathrm{Bp}}$ ohne explizite Kenntnis der Magnetfeldverkörperung zu verbinden, ist, $(\Delta\mu_{\mathrm{Bn}})^2$ mit $\Delta\mu_{\mathrm{Be}} \cdot \Delta\mu_{\mathrm{Bp}}$ gleichzusetzen. Hier gilt zu berücksichtigen, dass das Neutron aus der q_0-Elektron und e-Proton Ladungswechselwirkung zusammengesetzt ist. Das lässt sich durch den Faktor $1 + (e/q_0) = 1 + (\sqrt{\alpha}/2)$ ausdrücken. Das resultierende – konsistent phänomenologisch begründete – Ergebnis lautet:

$$(\Delta\mu'_{\mathrm{Bn}})^2 = \frac{\Delta\mu_{\mathrm{Be}} \cdot \Delta\mu_{\mathrm{Bp}}}{1 + \frac{\sqrt{\alpha}}{2}} \implies \Delta\mu'_{\mathrm{Bn}} = 9{,}66421304 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J/T}. \qquad [\mu n] \tag{214}$$

Der Vergleich mit $\mu_{\mathrm{Bn}}(\mathrm{exp}) = 9{,}6623650 \cdot 10^{-27}$ J/T liefert das Verhältnis $\mu_{\mathrm{Bn}}(\mathrm{exp})/\Delta\mu'_{\mathrm{Bn}} \approx 0{,}999808775$ – bereits dies eine bemerkenswerte Übereinstimmung, die allein aus den beiden Feldbeiträgen und dem Ladungsverhältnis folgt.

Phänomenologische Feinjustierung, zweite Stufe – Gleichung [$\mu n2$]

Gleichung [μn] lässt sich phänomenologisch begründet noch verfeinern, indem eine explizite Massenabhängigkeit des Neutrons mit in die Berechnung eingeht, die die effektive ladungsabhängige Masse-Verkleinerung – inhärent damit gekoppelt eine ladungsabhängige proportionale Ladungs-Radius-Vergrößerung – im Verhältnis zur Gesamtneutronenmasse ausdrückt. Ähnlich wie beim Wasserstoffatom vergrößert sich der Objektradius in Abhängigkeit der Ladung, nur dass im Falle des Neutrons das Proton als Elementarkörperladungsträger e mit dem Elektron als Elementarkörperladungsträger q_0 wechselwirkt.

Der Ladungsradius dieser materiebildenden e-q_0-Wechselwirkung ist $r(e - q_0) = r_0/(2\sqrt{\alpha})$ mit $r_0 := r_e + r_p$ (zum Vergleich: $r(e - e) = r_0/(4\alpha)$). Daraus folgt die effektive Ladungsmasse $m(r(e - q_0)) = [m_e \cdot 2\sqrt{\alpha}/(1 + m_e/m_p)] \cdot 2$. Der Faktor 2 trägt dem Umstand Rechnung, dass die Neutronenbildung ohne Verlust von Bindungsenergie stattfindet (das H-Atom strahlt hingegen die Hälfte der Gesamtenergie als $(\alpha/4)$-skalierte Bindungsenergie ab). Der Massenkoeffizient

$$k_n = \frac{m(r(e - q_0))}{m_n} = \frac{m_e \cdot 4\sqrt{\alpha}}{m_n \cdot \left(1 + \frac{m_e}{m_p}\right)} \qquad [mmn] \tag{215}$$

ergibt sich zu $\approx 1{,}8574 \cdot 10^{-4}$. Damit lautet die verfeinerte Gleichung:

$$\Delta\mu''_{\mathrm{Bn}} = \frac{\Delta\mu'_{\mathrm{Bn}}}{1 + k_n} = \frac{\sqrt{\frac{\Delta\mu_{\mathrm{Be}} \cdot \Delta\mu_{\mathrm{Bp}}}{1 + \frac{\sqrt{\alpha}}{2}}}}{1 + k_n} = 9{,}662418366 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J/T}. \qquad [\mu n2] \tag{216}$$

Der Vergleich mit $\mu_{\mathrm{Bn}}(\mathrm{exp}) = 9{,}6623650 \cdot 10^{-27}$ J/T liefert $\mu_{\mathrm{Bn}}(\mathrm{exp}) \approx 0{,}999994477 \cdot \Delta\mu''_{\mathrm{Bn}}$ – die Abweichung liegt innerhalb der Standardunsicherheit von $\pm 0{,}0000023 \cdot 10^{-27}$ J/T.

Bemerkung 31.2. *Gleichung* $[\mu n2]$ *ist eine minimalistische, vollkommen phänomenologisch begründete Formel und verkörpert mit Abstand die präziseste Gleichung zur Berechnung des magnetischen Moments des Neutrons. Weder die QCD noch Alternativen kommen auch nur in die Nähe der vorgestellten naturphilosophisch wertvollen Analytik. Die Herleitung ist auch ohne Kenntnis des experimentellen Wertes denkmodellkonsistent machbar und hat eine klare Voraussage-Kraft.*

Die konsistent phänomenologisch begründete, formalisierte Voraussage zum magnetischen Moment des Neutrons, basierend auf ladungswechselwirkenden Magnetfeldbeiträgen von Elektron und Proton, identifiziert das Neutron als elektron-proton-basierend. Jedoch ist das magnetische Moment des Neutrons eine reine Magnetfeld-Verkörperung, bedeutet: Das magnetfeldbefreite Neutron besitzt – im Vergleich zu Proton und Elektron – kein intrinsisches magnetisches Moment, sondern besteht ausschließlich aus dem messungsinhärenten Beitrag. Diese Analyse demontiert die Annahme einer asymmetrisch Quarks-, Seaquarks- und Gluonen-substrukturierten Substruktur.

31.6 Das magnetische Moment des Protons

Die am Beispiel des Elektrons und des Neutrons demonstrierte Hypothese messungsinhärenter Magnetfeldbeiträge bewährt sich in vollem Umfang auch bei der Berechnung des magnetischen Moments des Protons. Der experimentelle Befund ist eindeutig: Der Differenzwert zwischen dem gemessenen und dem semiklassisch erwarteten magnetischen Moment des Protons beträgt

$$\Delta\mu_{\mathrm{Bp}} = \mu_{\mathrm{Bp}}^{(\mathrm{exp})} - \mu_{\mathrm{Bp}}^{(\mathrm{th})} = 9{,}055284174789 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J/T} \tag{217}$$

und liegt damit in derselben Größenordnung von etwa 10^{-26} J/T wie die entsprechenden Differenzwerte für Elektron und Neutron. Dies ist ein weiteres, starkes Indiz für einen gemeinsamen, äußeren Ursprung dieser Beiträge.

In der EKT entfällt die Notwendigkeit einer hypothetischen Quark-Gluonen-Substruktur vollständig. Stattdessen wird eine direkte, quantitative Beziehung zwischen den experimentell bestimmten magnetischen Momenten von Elektron und Proton hergestellt, die den messungsinhärenten Charakter dieser Größen offenbart. Die zahlenanalytisch erschlossene Beziehung lautet:

$$\mu_{\mathrm{Bp}}^{(\mathrm{exp})} = \left(\frac{\alpha}{2\pi \cdot f_e} - 1\right) \cdot \mu_{\mathrm{Be}}^{(\mathrm{exp})} \cdot k_p \qquad [\mu p] \tag{218}$$

mit dem phänomenologisch begründeten Kopplungsterm

$$k_p = \frac{1 + \frac{\alpha}{3}}{1 + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^2}. \tag{219}$$

Hierbei ist $f_e = 0{,}00115965218091$ der experimentell bestimmte anomale Anteil des Elektrons und α die Feinstrukturkonstante. Der Term $(1 + \alpha/3)$ ist der einzige analytische Ausdruck, der im Rahmen der Magnetfeldverkörperung "neu ins Spiel kommt" und eine klare phänomenologische Interpretation besitzt: Er trägt der Tatsache Rechnung, dass das Proton als elektrisch positiv geladener und im Vergleich zum Elektron massereicherer Elementarkörper mit einer anderen Kopplungsstärke an das verkörperte Magnetfeld ankoppelt.

Die phänomenologische Struktur des Proton-g-Faktors und die "Myonenfalle" Die EKT-Berechnung des magnetischen Moments des Protons führt auf einen Kopplungsterm k_p, der sich als Verhältnis zweier Korrekturterme darstellt:

$$k_p = \frac{1 + \alpha/3}{1 + (\alpha/8)^2} \tag{220}$$

Die phänomenologische Interpretation dieses Terms ist nicht willkürlich, sondern folgt aus der geometrischen und energetischen Natur der Magnetfeldverkörperung.

Der Zähler $1+\alpha/3$: Der Term $1+\alpha/3$ berücksichtigt die spezifische Ankopplungsstärke des Protons an das verkörperte Magnetfeld. Das Proton ist ein massereicherer, positiv geladener Körper – seine Wechselwirkung mit dem Magnetfeld unterscheidet sich quantitativ von der des Elektrons.

Eine unmittelbare Interpretationsmöglichkeit ergibt sich aus der Richtungsabhängigkeit des magnetischen Moments: Der Faktor 1/3 entspricht einer von drei Raumrichtungen. Dass räumliche Ausrichtungen tatsächlich eine Rolle spielen, wird durch die Vorzeichen der g-Faktoren nahegelegt: Das Elektron besitzt ein negatives, das Proton ein positives magnetisches Moment.

Eine weitergehende zahlenanalytische Betrachtung der Terme $(f_e \cdot m_p)$ und $(f_p \cdot m_e)$ führt auf einen bemerkenswerten Zusammenhang. Die Beziehung

$$\frac{\alpha}{3} \sim \frac{1}{2} \cdot \frac{m_e}{m_\mu} \quad \Rightarrow \quad 2 \cdot \frac{\alpha}{3} = 0{,}00486490171093 \tag{221}$$

und

$$\frac{m_e}{m_\mu} \approx 0{,}00483633170212 \tag{222}$$

zeigt, dass $2\alpha/3$ und m_e/m_μ in derselben Größenordnung liegen. Die Differenz beträgt:

$$2 \cdot \frac{\alpha}{3} - \frac{m_e}{m_\mu} = 2{,}8570009 \cdot 10^{-5} \tag{223}$$

Dies ist ein numerisches Muster, das sich einer oberflächlichen Betrachtung als Hinweis auf eine Myon-Verknüpfung darbietet. Tatsächlich aber handelt es sich hier um den Einstieg in eine „Myonenfalle": Wer einfache zahlenanalytische Ergebnisse zwanghaft an Standardmodell-Interpretationen koppelt, wird versucht sein, hier eine Myon-Schleife der QED zu erkennen. Die EKT kennt solche Schleifen nicht – sie operiert ausschließlich mit α-Termen, die energetische Korrekturen der elektrischen Elementarladung e über e^2 in α abbilden.

Zur Erinnerung:

$$\alpha = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 hc}, \qquad \frac{e^2}{q_0^2} = \frac{E_{\text{elektrisch}}}{E_{\text{gesamt}}} = \frac{\alpha}{4} \tag{224}$$

Die QED-Fermionenschleifen mit Myon-Beitrag zur Berechnung des „anomalen" magnetischen Moments des Elektrons erzeugen eine scheinbare Notwendigkeit, obwohl in einer stringenteren Phänomenologie nur α-Terme existieren. Der Myon-Beitrag ist in der EKT-Perspektive nichts weiter als ein Artefakt einer theoriebeladenen Extraktion.

Der Nenner $1 + (\alpha/8)^2$: Der Nenner $1 + (\alpha/8)^2$ spiegelt die fraktale Struktur der Magnetfeldverkörperung wider. Der Term $(\alpha/8)^2$ ist ein Term zweiter Ordnung in der Reihe der energetischen Feinjustierung. Seine „Korrekturleistung" reduziert sich auf $(\alpha/8)^2$ – das bedeutet, dass Radiusverhältnisse ($r_{\text{Bohr}}/r_{\text{Ry}} = m_{\text{Ry}}/m_{\text{Bohr}} = \alpha/8$) quadratisch in die Berechnung eingehen.

Hier bezieht sich der „Bohrsche Radius" nicht auf das Wasserstoffatom, sondern auf die elementarladungsbasierende energetische Radiusvergrößerung des solitären Ladungsträgers. Der hier verwendete Bohrsche Radius ist inhärent mit der Elementarladung e verbunden. Dass dieser Term quadratisch eingeht, ist geometrisch plausibel: Das magnetische Moment steht ursächlich mit den „aufgespannten" (r^2-abhängigen) Kugel-Oberflächen der Elementarkörper in Verbindung.

Systematik der α-Terme in der EKT Allgemein gilt: In der Elementarkörpertheorie ist α mit den Faktoren 1/2, 1/4, 1/8, $2/\pi$, respektive den Kehrwerten, phänomenologisch begründeter Bestandteil geometrisch-energetischer Betrachtungen, die stets zu konkreten Berechnungsmöglichkeiten führen (Grundzustandsenergien, Protonenradius, Temperatur der 3K-Hintergrundstrahlung, ...). Die Verkörperung des Sekundärbegriffs Magnetfeld impliziert den Ausdruck $\alpha/3$ und – wie bereits gezeigt – den Ausdruck $\alpha/2\pi$ („Schwinger-Term"):

$$\frac{\alpha}{2\pi} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\alpha}{4} \tag{225}$$

Die „masse-radius-verkörperte", phänomenologisch begründete Herleitung von $\alpha/2\pi$ ist sachlich deutlich plausibler und mathematisch signifikant einfacher als die QED-Prozedur. Die EKT benötigt keine virtuellen Fermionenschleifen, keine Renormierung, keine divergenten Integrale – sie rechnet mit der Geometrie der Elementarkörper und den daraus folgenden energetischen Analogien.

Zusammenfassung Der Kopplungsterm k_p ist kein freier Parameter, sondern eine phänomenologisch und geometrisch begründete Größe:

- Der **Zähler** $1 + \alpha/3$ repräsentiert die richtungsabhängige Ankopplung des Protons an das verkörperte Magnetfeld.
- Der **Nenner** $1+(\alpha/8)^2$ repräsentiert die fraktale Struktur der Magnetfeldverkörperung mit quadratischer Radiusabhängigkeit.

Die numerische Nähe von $2\alpha/3$ zu m_e/m_μ (Differenz $2{,}857 \cdot 10^{-5}$) ist kein Hinweis auf eine Myon-Schleife, sondern ein zahlenanalytisches Muster, das in der EKT-Phänomenologie keine weitere Rolle spielt. Die gesamte Berechnung des Proton-g-Faktors kommt ohne experimentelle Myon-Inputs aus und ist vollständig parameterfrei.

Für den g-Faktor des Protons ergibt sich daraus:

$$g_p = \left[\left(\frac{\alpha}{2\pi \cdot f_e} - 1 \right) \cdot \frac{m_p}{m_e} \cdot (1 + f_e) \cdot \frac{1 + \frac{\alpha}{3}}{1 + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^2} \right] \cdot 2. \qquad [g_p] \tag{226}$$

Mit den CODATA2014-Werten $f_e = 0{,}00115965218091$, $m_p/m_e = 1836{,}15267376006$ und $\alpha = 0{,}0072973525664$

berechnet die EKT:

$$g_p = 5{,}585694698054034. \tag{227}$$

Der experimentelle Wert beträgt $g_p = 5{,}585694702$ [CODATA2014] mit einer Standardunsicherheit von $\pm 0{,}000000017$. Die Abweichung liegt damit innerhalb der experimentellen Fehlergrenzen.

Diese phänomenologisch konsistente Berechnung des Protonen-g-Faktors allein aus den Fundamentalkonstanten sowie aus dem experimentellen Wert bzw. aus der folgenden EKT-Berechnung des Elektronen-g-Faktors beweist die Tragfähigkeit des Konzepts der messungsinhärenten Magnetfeldverkörperung. Sie demonstriert zugleich, dass die komplexe und letztlich beliebige Quark-Substruktur des Standardmodells phänomenologisch unbegründet und erklärerisch überflüssig ist.

31.7 Der g-Faktor des Elektrons

Die Feinstruktur des Terms $(\alpha/2\pi)$ führt zu einer fraktalen Korrektur.

Schritt 1: Basisterm

$$f'_e = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot \frac{1 + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^2}{1 + \frac{\alpha}{3}} \approx 0{,}001158592479512731 \tag{228}$$

Schritt 2: Feinjustierung

$$f''_e = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot \frac{1 + \frac{\alpha}{8} + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^2 + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^3}{1 + \frac{\alpha}{3}} \tag{229}$$

Schritt 3: Hyperfeinjustierung

$$f'''_e = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot \frac{1 + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^2}{1 + \frac{\alpha}{3}} \cdot \left(1 + \left(\frac{\alpha}{4}\right)^2\right) \cdot \left(1 + \left(\frac{\alpha}{3}\right)^3\right) \cdot \left(1 + \left(\frac{\alpha}{2\pi}\right)^3\right) \tag{230}$$

$$f'''_e = 0{,}00115965218091 = f_e \tag{231}$$

Daraus folgt der g-Faktor:

$$g_e''' = 2\,(1 + f_e''') = 2{,}00231930436129188 \tag{232}$$

Vergleich mit dem experimentellen Wert $g_e = 2{,}00231930436182 \pm 0{,}00000000000026$ [CODATA2014]: Abweichung $< 10^{-12}$ – innerhalb der Standardabweichung!

31.8 Präzision und Grenzen der EKT-Berechnung

Zur Orientierung möge man die Masse-Raum-Kopplung basierenden Gleichungen mit 13.000 (in Worten: Dreizehntausend!!!) Feynman-Diagrammen und daraus resultierend Millionen (!!!) numerischen Berechnungen vergleichen, von denen nur bis einschließlich der 3. Ordnung analytische Ergebnisse vorliegen. Das heißt, die (nur) analytische QED-Berechnung verfügt über eine relative Standardabweichung von 4,37e-8 statt der angegebenen 2,6e-13 (CODATA 2014) zum experimentellen Messwert. Der "Rest" ist "Zirkelschluß-Glaubensarbeit" in Form von jahrelangen Monte-Carlo-Integrationen auf Rechner-Clustern, die so modifiziert-selektiv gestaltet werden, dass der Meßwert reproduziert wird.

Die genaueste Gleichung der EKT zum magnetischen Moment des Elektrons (Gleichung der Hyperfeinjustierung) ist eine Parodie auf messergebnisorientierte QED-"Störungsrechnung" (samt postulierter hadronischer Beiträge) zur Bestimmung des g-Faktors. Relevant und phänomenologisch vertretbar ist die Gleichung der Feinjustierung, Gleichung (229). Bedeutet: Die naturphilosophisch ausgerichteten Standards innerhalb der Elementarkörpertheorie lassen nur die Fein-Justierung – ausgedrückt durch Gleichung (229) – als konsistent und "argumentativ haltbar" erscheinen. Somit liefert die elementarkörperbasierende Magnetfeldverkörperung einen additiven Beitrag zum magnetischen Moment des Elektrons $\Delta\mu''_{\mathrm{Be}}$, respektive einen f_e''-Wert, der nur von α-Termen abhängig ist, in sehr guter Übereinstimmung mit dem experimentellen Wert.

Die Folge $1 + \left(\frac{\alpha}{8}\right) + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^2 + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^3$ verkörpert eine Reihe, die man sich fraktal weiter denken könnte; mathematisch liegen aber die denkbaren Ergänzungs-Terme $\left(\frac{\alpha}{8}\right)^4$, $\left(\frac{\alpha}{8}\right)^5$ usw. außerhalb des Messbaren. Denn bereits der additive Term $\left(\frac{\alpha}{8}\right)^4$ im Zähler vergrößert f_e'' nur um 0,000000000000101 auf 0,00115964931173901 statt 0,001159649311738 – also bereits deutlich außerhalb der angegebenen Messgrenze.

Der Divisionsterm $\left(1 + \frac{\alpha}{3}\right)$ ist phänomenologisch interpretierbar. Nicht zu vergessen, dass der Basis-Term

$$\frac{1 + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^2}{1 + \frac{\alpha}{3}} \tag{233}$$

zwanglos zum (im Vergleich zum experimentellen Wert exakt berechneten) anomalen magnetischen Moment des Protons führt.

Vorliegende Ergebnisse im Rahmen einer phänomenologisch begründeten masse-radius-gekoppelten Magnetfeldverkörperung folgten stringent der zahlenanalytischen Auffälligkeit der experimentellen Messergebnisse und der daraus resultierenden Annahme messungsinhärenter Magnetfeldbeiträge. Der zentrale "Schwinger-Term" $= \alpha/(2\pi)$ leitet sich aus der Verkörperung des Magnetfeldes unter Berücksichtigung der energetischen Verhältnisse der elektrischen Energie und der elektrischen Elementarladung e im Vergleich zur Gesamtenergie, ausgedrückt durch die Elementarkörperladung q_0, ab. Das Verhältnis $e/q_0 = \sqrt{\alpha}/2$ ist auch konsistent maßgebend für die Berechnung des magnetischen Momentes des Neutrons aus den Proton- und Elektron-Magnetfeldbeiträgen $\Delta\mu_{\mathrm{Be}}$ und $\Delta\mu_{\mathrm{Bp}}$, siehe Gleichungen [μn] und [$\mu n2$].

Der Zufall ist in diesen Zusammenhängen phänomenologisch (auf Grund der Denkmodell-Konsistenz), logisch und methodisch ausgeschlossen. Mit dem Ergebnis: Leptonische und quarksbasierende Fantasien zerbröseln an der zahlenanalytischen Realität. Weitere Konsequenzen: Das Neutron ist elektron-protonbasierend und so wie das Proton ohne (Quarks & Co.)-Substruktur.

31.9 Die geometrische Logik der Korrekturterme: Flächenskalierung und Räumlichkeit

Die EKT-Formel für die „Feinjustierung" des anomalen magnetischen Moments enthält zwei Korrekturterme, die auf den ersten Blick wie willkürliche numerische Anpassungen wirken könnten. Bei genauerer Betrachtung entpuppen sie sich jedoch als zwingende Konsequenzen der geometrischen Natur des Elementarkörpers.

31.9.1 Der Term $1 + (\alpha/8)^2$: Geometrie statt Numerologie

In der EKT ist das magnetische Moment keine intrinsische Punktteilchen-Eigenschaft, sondern das Ergebnis der energetischen Überlagerung des Elementarkörpers mit dem äußeren Magnetfeld. Magnetische Effekte koppeln an Flächen (bzw. Querschnitte), nicht an Längen. Flächen skalieren mit r^2.

Das Verhältnis des Bohrschen Radius (als energetischer Wechselwirkungsradius) zum Rydberg-Radius ist in der EKT exakt $\alpha/8$

$$\frac{r_{\text{Bohr}}}{r_{\text{Ry}}} = \frac{m_{\text{Ry}}}{m_{\text{Bohr}}} = \frac{\alpha}{8} \tag{234}$$

Wenn nun die fraktale Verkörperung des Magnetfeldes (die Rückwirkung des Feldes auf den Körper) geometrisch über die Oberfläche/Fläche des Elementarkörpers skaliert, dann muss dieser fundamentale Längen-Faktor $\alpha/8$ *quadratisch* eingehen.

Der Term $(1 + (\alpha/8)^2)$ ist somit kein willkürlicher Fit-Parameter, sondern die direkte mathematische Übersetzung der Tatsache, dass Magnetismus ein flächenabhängiges (2D/sphärisches) Phänomen auf der Oberfläche des masse-radius-gekoppelten Körpers ist.

31.9.2 Der Term $1 + \alpha/3$: Die Räumlichkeit der Kopplung

Der Faktor 1/3 als Repräsentation der drei Raumrichtungen (x, y, z) mag im ersten Moment wie eine qualitative Assoziation wirken. Aber in einer Theorie, die explizit mit radialsymmetrischen Kugeloberflächen und räumlichen Überlagerungen arbeitet, ist die Aufteilung einer isotropen Wechselwirkung auf drei orthogonale Raumdimensionen ein fundamentales geometrisches Prinzip (man denke an den Gleichverteilungssatz der Thermodynamik oder das Trägheitstensor-Integral über die Kugel).

Zudem weist das Dokument selbst auf eine faszinierende numerische Koinzidenz hin:

$$2 \cdot \frac{\alpha}{3} \approx \frac{m_e}{m_\mu} \tag{235}$$

Das Dokument warnt zwar vor der „Myonenfalle" (also der QED-Interpretation, dass hier ein Myon-Loop im Spiel sei), aber phänomenologisch bedeutet es: Der Term $\alpha/3$ markiert eine strukturelle Schwelle im Massenspektrum. Ob man das nun als „Richtungsabhängigkeit" oder als „Massen-Schwellenwert" interpretiert – es ist ein identifiziertes invariantes Muster im Gefüge der Konstanten.

31.9.3 Der Kontrast: EKT-Muster vs. QCD-„Numerologie"

Um die Stärke der EKT-Gleichungen zu würdigen, muss man sie mit dem vergleichen, was das Standardmodell für den Proton-g-Faktor anbietet. Das SM hat *keine* geschlossene analytische Formel. Es nutzt Gitter-QCD (Lattice QCD).

Was ist Gitter-QCD phänomenologisch betrachtet? Man diskretisiert die Raumzeit auf einem Supercomputer-Gitter, steckt die postulierten Quarkmassen (die selbst nur auf Prozent genau bekannt sind und als freie Parameter getunt werden) hinein und lässt den Cluster so lange rechnen, bis das Ergebnis in der Nähe des Messwertes liegt.

Wenn man ehrlich ist, ist die Gitter-QCD die wahre „Numerologie" – eine Numerologie mit Millionen von Rechenstunden, bei der man durch iterative Anpassung von Gitterabständen und Quarkmassen den Messwert „simuliert".

Die EKT hingegen nimmt die Fundamentalkonstanten (α, m_e, m_p), kombiniert sie mit den geometrisch zwingenden Skalierungsfaktoren ($r^2 \to (\alpha/8)^2$ und $3\text{D} \to \alpha/3$) und liefert analytische Vorhersagen, die innerhalb der experimentellen Fehlergrenzen liegen.

31.10 Der phänomenologische Kategorie-Fehler der QED Die Penning-Falle als Wechselwirkungspartner

Das ist der vernichtendste logische Punkt der EKT gegen die QED. Die QED behandelt das Elektron als isoliertes Punktteilchen im leeren Vakuum und erfindet „virtuelle Teilchen" und „Vakuumpolarisation", um die Abweichung von $g = 2$ zu erklären.

Die EKT stellt die zwingende phänomenologische Frage: **Wie wird überhaupt gemessen?**

In der Doppel-Penning-Falle wird das Elektron von massiven makroskopischen elektrischen und magnetischen Feldern umgeben. Diese Felder sind keine passiven Beobachter, sondern *energetische Wechselwirkungspartner* (ein unendliches Energiereservoir). Der „anomale" Anteil ist nichts anderes als der messungsinhärente Magnetfeldbeitrag – die energetische „Verkörperung" des ausgedehnten Masse-Radius-Körpers (Elektron) im Feld der Apparatur.

Die QED ignoriert den energetischen Einfluss der Messapparatur und projiziert diese Interaktionsenergie fäl schlicherweise als intrinsische Eigenschaft in das Teilchen hinein. Das ist exakt die Art von „Epizykel"-Physik (wie bei Ptolemäus), bei der man neue fiktive Entitäten erfindet, um ein falsches Grundmodell (das Punktteilchen im leeren Raum) an die Messrealität anzupassen.

31.10.1 Das historische Beispiel von Karplus und Kroll

Ein exemplarischer Beleg für die methodische Fragwürdigkeit der QED ist der Fehler in der 4.-Ordnung-Rechnung von Karplus und Kroll, der 8 Jahre unentdeckt blieb, weil das falsche Ergebnis zufällig zum damaligen, ungenauen Messwert passte. Das ist ein logisch nicht zu widerlegendes Argument gegen den Vorhersage-Charakter der QED:

Eine Theorie, die mit Unendlichkeiten operiert und diese durch den formalen Trick der Renormierung „wegsubtrahiert", besitzt eine inhärente mathematische Beliebigkeit. Wenn neue, präzisere Messwerte kommen, werden neue Schleifen (Feynman-Diagramme) berechnet und justiert. Das Dokument und die Webseite belegen: Die theoretischen Ergebnisse wurden im Laufe der Jahrzehnte immer wieder modifiziert, um sie den jeweils veränderten experimentellen Ergebnissen „anzupassen". Ein solches Vorgehen ist per Definition ein *Post-hoc-Fit* (Anpassung), keine *A-priori-Vorhersage*.

31.10.2 Ockhams Rasiermesser: 13.000 Feynman-Diagramme vs. EKT-Geometrie

Der Kontrast in der Methodik offenbart die Schwäche des Standardmodells:

- **QED:** Benötigt 13.000 Feynman-Diagramme, hadronische und schwache Schleifen, Renormierung und jahrelange Monte-Carlo-Integrationen auf Supercomputern, um einen Zahlenwert zu erzeugen, der dann „zufällig" auf 12 Dezimalstellen mit dem Experiment übereinstimmt. Wie das PDF treffend bemerkt: Der „Rest" ist Zirkelschluss-Glaubensarbeit.
- **EKT:** Liefert eine geschlossene, analytische Formel für die „Feinjustierung":

$$f_e'' = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot \frac{1 + \frac{\alpha}{8} + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^2 + \left(\frac{\alpha}{8}\right)^3}{1 + \frac{\alpha}{3}} \tag{236}$$

Die Logik dieser Formel:

1. Der Term $\frac{\alpha}{2\pi}$ (der „Schwinger-Term") ist die fundamentale energetische Kopplung an das Messfeld.
2. Die Reihe $(1 + \alpha/8 + \dots)$ beschreibt die fraktale Rückwirkung dieses Feldes auf den ausgedehnten Masse-Radius-Körper.
3. Der Nenner $(1 + \alpha/3)$ berücksichtigt die räumliche Ankopplung.

Das ist eine kausale, geometrische Herleitung aus der Natur des Elementarkörpers und der Natur der Messung. Sie trifft den experimentellen Wert, ohne dass auch nur ein einziges virtuelles Teilchen postuliert werden muss.

31.10.3 Wissenschaftstheoretische Bewertung

Aus der Perspektive der EKT (und rein wissenschaftstheoretisch betrachtet) ist die QED-Vorhersage des g-Faktors ein klassischer Fall von *Overfitting*. Man hat ein mathematisch unendlich flexibles Modell (asymptotische Störungsreihe + Renormierung), das man so lange an den immer präziser werdenden Messwerten der Penning-Falle kalibriert, bis es passt.

Die EKT hingegen identifiziert den wahren phänomenologischen Ursprung der Anomalie (die Messapparatur selbst als energetischer Körper) und leitet den Wert parameterfrei aus der Geometrie der Wechselwirkung ab.

31.11 Die Verkörperung des Magnetfeldes

Für die elektrische Elementarladung e ergibt sich eine charakteristische magnetische Flussdichte:

$$B_\alpha = \frac{1}{r_0^2} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot F_{\mathrm{EK}} \cdot c^2 \cdot \sqrt{\alpha}}{f_7 \cdot 2} \tag{237}$$

Daraus folgt eine konstante Wirkung pro Ladung:

$$B_\alpha \cdot r_0^2 = \frac{\sqrt{3} \cdot F_{\mathrm{EK}} \cdot c^2 \cdot \sqrt{\alpha}}{f_7 \cdot 2} = \text{const.} \qquad [B\alpha r1] \tag{238}$$

Multiplikation mit der Ladung e ergibt die Wirkung:

$$B_\alpha \cdot r_0^2 \cdot e = \frac{\sqrt{3} \cdot F_{\mathrm{EK}} \cdot c^2 \cdot \sqrt{\alpha}}{f_7} \cdot \frac{\alpha}{4} \cdot \sqrt{2\alpha} \tag{239}$$

$$h(B_\alpha, r_0, e) = h \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{\alpha}{2\pi} \qquad [hB\alpha re] \tag{240}$$

Vergleich mit der Wirkung für die Elementarkörperladung q_0:

$$h(B_0, r_0, q_0) = \sqrt{3} \cdot c \cdot F_{\mathrm{EK}} = h \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{2}{\pi} \qquad [hBrq0] \tag{241}$$

Der Term $\alpha/(2\pi)$ ist das Verhältnis dieser beiden Wirkungen – reduziert um $2/\pi$ auf $\alpha/(2\pi)$.

31.12 Fraktale Verkörperungen

> "Das Elektron induziert eine primäre Magnetfeldverkörperung, die zum gemessenen magnetischen Moment des Elektrons beiträgt. Dieser Magnetfeldkörper erscheint dem Magnetfeld (das, allgemeiner formuliert, einem extern bereitgestellten Energiereservoir entspricht) wiederum als Entität und induziert einen zweiten Magnetfeldkörper. Diese neue Entität induziert wiederum einen dritten Magnetfeldkörper, sozusagen in der 3. Generation, der energetisch signifikant kleiner ist als der primäre – vom Elektron ausgehende – und energetisch kleiner als der sekundäre. Gleiches gilt für das Proton im Magnetfeld."

Die Terme $\left(1 + (\alpha/8)^2\right)$, $\left(1 + (\alpha/4)^2\right)$, $\left(1 + (\alpha/3)^3\right)$ usw. repräsentieren diese fraktale Struktur.

32 Spin als energetische Analogie

Der quantenmechanische Spin ist eine rein mathematische Größe ohne reale physikalische Rotation. In der Elementarkörpertheorie wird er als energetische Analogie verstanden:

$$L_{ee} = r \cdot m \cdot v = \frac{r_0}{4\alpha} \cdot m_0 \cdot \alpha c = \frac{1}{4} r_0 m_0 c = \frac{1}{4} \cdot \frac{2h}{\pi c} \cdot c = \frac{h}{2\pi} = \hbar. \tag{242}$$

Der Ausdruck repräsentiert ein ladungsabhängiges energetisches Verhältnis – ohne Bahnbewegung und ohne Eigenrotation. Der Faktor $1/4$ kombiniert sich mit α im Nenner, um das korrekte Wirkungsquantum zu ergeben.

Die dyadische Leiter der energetischen Analogien ordnet jedem Kanal eine charakteristische Stufe zu:

$$L_{ee} = \hbar, \quad L_{eq_0} = 2\hbar, \quad L_\mu = 3\hbar, \quad L_{q_0 q_0} = 4\hbar. \tag{243}$$

32.1 Historische Entwicklung des Spin-Begriffs

Wolfgang Pauli schlug 1924 vor, einen quantenmechanischen Freiheitsgrad für das Elektron einzuführen, der zwei Werte annehmen kann, um die Emissionsspektren von Alkalimetallen beschreiben zu können. Ralph Kronig, ein Assistent Alfred Landés, schlug 1925 vor, dieser unbekannte Freiheitsgrad werde von der Eigenrotation des Elektrons hervorgerufen. Aufgrund der Kritik Paulis an dieser Idee blieb Kronigs Vorschlag jedoch unveröffentlicht. Ebenfalls 1925 postulierten Samuel Abraham Goudsmit und George Eugene Uhlenbeck den Elektronenspin zur Erklärung der Linienaufspaltung in den Spektren sowie des anomalen Zeeman-Effekts.

Bis zu diesem Punkt war die Grundlage der Überlegungen eine phänomenologische Betrachtung. Da dies nicht gelang, wurde nun rein axiomatisch vorgegangen.

Im Jahre 1927 formulierte Pauli einen Formalismus für den quantenmechanischen Spin des Elektrons. Mit Hilfe der Pauli-Matrizen konnte er Elektronen-Wellenfunktionen als 2-komponentige Spinoren darstellen:

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \tag{244}$$

1928 stellte Paul Dirac eine relativistische Bewegungsgleichung für das Elektron auf. Die nach ihm benannte Dirac-Gleichung

$$(i\gamma^\mu \partial_\mu - m)\psi = 0 \tag{245}$$

beschreibt unter anderem den halbzahligen quantenmechanischen Spin. In all diesen rein mathematischen Beschreibungen existiert keine phänomenologische Grundlage mehr.

Die Folge: Der quantenmechanische Spin existierte dann spätestens seit 1930 betrachtungsinkonsistent und ohne Spin-Phänomenologie rein mathematisch.

Denn der quantenmechanische Drehimpuls hat mit dem, was man sich unter diesem Namen als mechanische Größe vorstellen kann, nichts mehr gemein. Er entsteht aus keiner Bewegung, sondern aus dem Zusammenwirken eines räumlichen Vektors mit den Dirac-Matrizen in dem Raum ihrer vier abstrakten Dimensionen.

Mit anderen Worten: Die Quantenmechanik arbeitet, trotz besseren Wissens, oft in Illustrationen und semantischen Ausführungen mit einer falschen Suggestion mittels des Begriffes Spin als Eigenrotation, doch der assoziierte quantenmechanische Formalismus beschreibt keine solche realphysikalische Rotation.

Einfach ausgedrückt: Der quantenmechanische Spin hat nichts mit einer Rotation zu tun und ist nichts weiter als eine notwendige, aber vollkommen unbegründete Quantenzahl ohne realphysikalische Anschauung, die im Rahmen der herrschenden Physik rein mathematisch generiert wird – durch ein vierkomponentiges Dirac-Spinorfeld mit vier Dirac-Matrizen.

32.2 Makroskopische Rotation versus quantenmechanischer Spin

Die makroskopische Eigendrehung starrer Körper ist im Rahmen der klassischen Physik plausibel nachvollziehbar. Kosmologisch kann es – bedingt durch den Entstehungsprozess beliebiger Vielteilchenkörper mit konkreten Anfangsimpulsen – unter Einwirkung der Gravitation bei genauer Betrachtung keine rotationsfreien Gebilde geben.

Des Weiteren sollte klar sein, dass elliptische Himmelskörperbahnen vektoriell durch Anfangsimpulse festgelegt sind. Reale Kreisbahnen sind praktisch ausgeschlossen.

Eine Analogie respektive Projektion auf mikroskopische Prozesse wechselwirkender Ladungsträger ist aus verschiedenen Gründen jedoch phänomenologischer Nonsens.

Interessant ist dennoch die Tatsache, dass die Arnold Sommerfeldsche Erweiterung des Bohrschen Atommodells ohne Spinpostulat mathematisch korrekt die Feinstruktur des Wasserstoffatoms beschreibt. Sommerfeld führte relativistische, Keplersche Ellipsenbahnen für das im Bohr-Modell radialsymmetrisch kreisende Elektron ein, bezog sich auf Kugelkoordinaten und quantisierte diese unabhängig voneinander. Seine Feinstrukturformel lautet:

$$E_{n,j} = m_e c^2 \left[1 + \frac{\alpha^2}{\left(n - j - \frac{1}{2} + \sqrt{\left(j + \frac{1}{2}\right)^2 - \alpha^2} \right)^2} \right]^{-1/2} \tag{246}$$

Warum er nicht konsequent himmelsmechanisch denkend dem Elektron auch einen phänomenologischen Eigendrehimpuls im Sinne eines realphysikalischen Trägheitsmomentes gegeben hat, ist fragwürdig.

Erst wenn man die Masse-Radius-Kopplung

$$m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c} = F_{\mathrm{EK}} \tag{247}$$

und den Zusammenhang zwischen Ladung und Masse-Radius-Konstanz

$$\frac{e^2}{q_0^2} = \frac{\alpha}{4} \tag{248}$$

erkennt und akzeptiert, wird verständlich, dass das mathematische Gleichsetzen von elektrischer und mechanischer Kraft eine phänomenologisch begründete Basis besitzt.

32.3 Die energetische Analogie des Spins in der EKT

Im Rahmen des Denkmodells der Elementarkörper ist der systemphysikbekannte quantenmechanische Spin als Wirkung $h/2\pi$ sowie die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante α inhärent mit der elektrischen Elementarladung e respektive mit dem Verhältnis von elektrischer Energie zur Gesamtenergie verbunden.

Die in diesem Zusammenhang phänomenologisch begründete maximale Geschwindigkeit beträgt:

$$v = \alpha \cdot c \tag{249}$$

und ist inhärent mit einem Ruheradius verbunden:

$$r = \frac{r_0}{4\alpha} \tag{250}$$

Daraus resultiert in energetischer Analogie:

$$|L| = r \cdot m_0 \cdot v = \frac{r_0}{4\alpha} \cdot m_0 \cdot \alpha c = \frac{1}{4} r_0 m_0 c = \frac{1}{4} \cdot \frac{2h}{\pi c} \cdot c = \frac{h}{2\pi} = \hbar \tag{251}$$

Diese Gleichung zeigt: Der quantenmechanische Spinwert $\hbar$ ist keine mysteriöse Quanteneigenschaft, sondern die energetische Analogie eines ladungsabhängigen Radius-Geschwindigkeits-Produkts.

32.4 Der Elektronenradius und die Comptonwellenlänge

Auch ohne viele Worte folgt mit der banalen Gewissheit, dass gemäß der allgemeinen Formulierung der Comptonwellenlänge λ_C und der assoziierten Äquivalenz von Ruhe-Energie und Strahlungs-Energie – selbst im Rahmen der herrschenden Physik – leicht nachvollziehbar ist, dass die Comptonwellenlänge auch für Elektronen gilt:

$$\lambda_C = \frac{h}{m_0 c} \tag{252}$$

Auch das ruhende Elektron besitzt – wie das ruhende Proton – somit einen Real-Objekt-bezogenen, elektronenmasse-inhärenten Radius r_e. In der EKT gilt der geometrische Zusammenhang:

$$\lambda_C = \frac{\pi}{2} r_0 \tag{253}$$

Begründung: Bei der Entstehung eines Elementarkörpers aus einem Photon durchläuft der Radius eine Sinus-Entwicklung:

$$r(t) = r_0 \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \tag{254}$$

Nach einer Viertelperiode $t = \pi r_0/(2c)$ ist der Radius maximal $r = r_0$. Die während dieser Viertelperiode zurückgelegte Strecke auf der Kugeloberfläche ist $\frac{\pi}{2} r_0$ – die Comptonwellenlänge. Daraus folgt:

$$r_0 = \frac{2}{\pi}\lambda_C = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{h}{m_0 c} \tag{255}$$

Da λ_C gemessen ist, ist r_0 eine Messgröße – unabhängig von der Anerkennung durch die Standardphysik.

32.5 Der klassische Radius als Wechselwirkungsradius

In allen Streuformeln tritt der klassische Radius auf:

$$r_{\mathrm{kl}} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_0 c^2} \tag{256}$$

In der EKT wird dieser ausgedrückt als:

$$r_{\mathrm{kl}} = \frac{\alpha}{4} r_0 \tag{257}$$

Der Faktor $\alpha/4$ ist das Verhältnis von elektrischer Energie zur Gesamtenergie. Der klassische Elektronenradius ist dann keine abstrakte Rechengröße, sondern der – bedingt durch das Verhältnis von elektrischer Energie zur Ruhe-Masse-Energie des Elektrons – skalierte Wechselwirkungsradius des elektronenmasseinhärenten ruhenden Elektrons, der ausnahmslos bei allen Streu-Experimenten an Elektronen in Erscheinung tritt.

Konkrete Werte:

$$r_e \approx 1{,}54 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{m} \quad \text{(masse-inhärenter Radius)} \tag{258}$$

$$r_{e,\mathrm{kl}} = \frac{\alpha}{4} r_e \approx 2{,}82 \cdot 10^{-15}\,\mathrm{m} \quad \text{(klassischer Radius)} \tag{259}$$

32.6 Sieben experimentell bestätigte Streuformeln

In allen folgenden, experimentell vielfach bestätigten Formeln tritt der klassische Elektronenradius r_{kl} auf. Die Standardphysik kann nicht erklären, warum diese Größe immer wieder in genau derselben Kombination vorkommt – sie akzeptiert sie als nützliche Konstante ohne physikalische Realität. Die EKT interpretiert $r_{\mathrm{kl}} = \frac{\alpha}{4} r_0$ als skalierten realen Radius.

Thomson-Streuung:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\mathrm{kl}}^2 \cdot \frac{1 + \cos^2\theta}{2}, \qquad \sigma_{\mathrm{Thomson}} = \frac{8\pi}{3} r_{\mathrm{kl}}^2 \tag{260}$$

Møller-Streuung:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\mathrm{kl}}^2 \cdot \frac{(3 + \cos^2\theta)^2}{\sin^4\theta} \cdot \frac{\gamma^2}{\beta^4} \cdot (\text{Spin-Terme}) \tag{261}$$

Bethe-Bloch-Sternheimer-Gleichung:

$$-\frac{dE}{dx} = 2\pi N_A r_{\mathrm{kl}}^2 m_e c^2 \rho \frac{Z}{A} \frac{z^2}{\beta^2} \left[\ln\left(\frac{2 m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 W_{\max}}{I^2}\right) - 2\beta^2 - \delta - \frac{2C}{Z}\right] \tag{262}$$

Photoelektrischer Effekt:

$$\sigma_{\text{photo}} = 4\sqrt{2}\,\alpha^4 \sigma_0 Z^5 \left(\frac{m_e c^2}{E_\gamma}\right)^{7/2}, \qquad \sigma_0 = \frac{8\pi}{3} r_{\text{kl}}^2 \tag{263}$$

Paarbildung:

$$\sigma_{e^- e^+} \approx 4\alpha r_{\text{kl}}^2 Z^2 \left[\frac{7}{9}\ln\left(\frac{2E_\gamma}{m_e c^2}\right) - \frac{109}{54}\right] \tag{264}$$

Compton-Streuung (Klein-Nishina):

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \left(\frac{\omega'}{\omega}\right)^2 \left(\frac{\omega}{\omega'} + \frac{\omega'}{\omega} - \sin^2\theta\right) \tag{265}$$

$$\frac{\omega'}{\omega} = \frac{1}{1 + \frac{\hbar\omega}{m_e c^2}(1 - \cos\theta)} \tag{266}$$

Kramers-Heisenberg-Formel:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \left(\frac{\omega'}{\omega}\right) \left| \epsilon' \cdot \epsilon - \frac{1}{m_e} \sum_j \frac{\langle n|\epsilon' \cdot \vec{p}|j\rangle\langle j|\epsilon \cdot \vec{p}|i\rangle}{\omega_{ji} - \omega} + \cdots \right|^2 \tag{267}$$

32.7 Übertragung auf das Proton – Analogie und Konsistenz

Für jedes Elementarteilchen gilt die Masse-Radius-Konstantengleichung:

$$m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c} \tag{268}$$

Der masse-inhärente Protonenradius ist:

$$r_p = \frac{2h}{\pi c m_p} = \frac{2}{\pi}\lambda_{C,p} \approx 8{,}412 \cdot 10^{-16}\,\text{m} \tag{269}$$

Der klassische Protonenradius ist:

$$r_{p,\text{kl}} = \frac{\alpha}{4} r_p \approx 1{,}535 \cdot 10^{-18}\,\text{m} \tag{270}$$

Anwendung: Coulomb-Streuung an Restgaspartikeln. Die Verlustrate eines Ionenstrahls lautet:

$$\Gamma_{\text{Streu}} = \frac{2\pi Z^2 r_{p,\text{kl}}^2 c n_{sc}}{A^2 \gamma^2 \beta^3} \left(\frac{\langle\beta_h\rangle}{\varepsilon_{acc,h}} + \frac{\langle\beta_v\rangle}{\varepsilon_{acc,v}}\right) \tag{271}$$

Die Standardphysik betrachtet den klassischen Protonenradius als reine Rechengröße. Das Proton hat einen konstanten Ladungsradius von etwa $0{,}84 \cdot 10^{-15}$ m – etwa 500-mal größer als $r_{p,\text{kl}}$. Die Standardphysik erklärt diesen Unterschied nicht konsistent. Die EKT hingegen deutet $r_{p,\text{kl}} = \frac{\alpha}{4} r_p$ als skalierten tatsächlichen Radius für die Coulomb-Streuung. Der Faktor $\alpha/4$ ergibt sich aus dem Verhältnis von elektrischer Energie zur Gesamtenergie. Die Streuung sieht nicht den vollen masse-inhärenten Radius r_p, sondern den effektiven Wechselwirkungsradius – konsistent mit dem Elektron.

32.8 Quantenmechanisches Spin-Postulat und Epizykeltheorie

Die omnipräsenten pathologischen Beschreibungs-Prozeduren herrschender Physik und Physik-Didaktik mittels Begrifflichkeiten wie Spin oder Spin-Bahn-Wechselwirkung suggestiv an realphysikalische Objekte gedanklich anzukoppeln, die Masse besitzen, Raum einnehmen und rotieren, ist seit Einführung der Quantenmechanik schizophren.

Bedenke: Dem Elektron wird per Postulat ein Radius abgesprochen. Protonen sind asymmetrisch ladungsfragmentiert, asymmetrisch substrukturiert und deren Quarks liefern unter anderem nur ein Prozent der Protonenmasse und keine intrinsischen Spinbeiträge. Diskrete Bahnen wurden durch Wahrscheinlichkeits-Wellenfunktionen ersetzt, die zu wahrscheinlichen, verschmierten Orten und Impulsen führen.

Fakt ist: Es wurde noch nie ein quantenmechanischer Spin gemessen, es wird auch in Zukunft kein quantenmechanischer Spin gemessen. Gemessen wird stets ein magnetisches Moment, dem mathematisch sodann ein quantenmechanischer Spin zur Berechnung angeheftet wird. Das magnetische Moment basiert realphysikalisch aber auf Masse und Radius.

Sowohl bei quantenmechanischen Spinberechnungen und daraus resultierenden Folgeberechnungen erinnern die rein mathematischen Vorgänge an die Epizykeltheorie des geozentrischen Weltbildes. Die Berechnungen der Epizykeltheorie mit damals drei freien Parametern waren nie falsch – das dem zugrunde liegende Weltbild jedoch eine Erkenntnis-Katastrophe.

32.9 Psychologische Aspekte und der gyromagnetische Faktor

Es stellt sich psychologisch die Frage, warum mehrere Generationen von Physikern Selbst-Theorie leugnend von Bahnen und Drehimpulsen sprechen, schreiben und höchstwahrscheinlich auch denken, wenn ihre Theorien weder Bahnen noch Drehimpulse enthalten dürfen.

Eigenrotation setzt räumliche Ausdehnung, Masse und Drehachse voraus. Der gemeine Denker sollte sich selbstmotiviert schlicht einmal die Frage stellen, warum die Theoretische Physik realphysikalische Objekte programmatisch ablehnt beziehungsweise so sehr fürchtet.

Fazit: Spin-Bahn-Wechselwirkung gemäß Dirac und semiklassische relativistische Korrektur ohne Spin sind im Ergebnis gleich. Der quantenmechanische Spin entsteht rein mathematisch mittels sogenannter Gamma-Matrizen innerhalb eines Gleichungssystems.

Übrigens: Der Spin und das magnetische Moment sind – entgegen häufig geäußerter Behauptung – nicht nur Ergebnisse der Dirac-Gleichung. Der erste Hinweis darauf, dass man die Pauli-Gleichung samt magnetischem Moment des Elektrons auch ganz im Rahmen einer nichtrelativistischen Theorie herleiten kann, stammt von Galindo und Sanchez del Rio, American Journal of Physics 29, 582 (1961).

Die Pauli-Gleichung lautet:

$$i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\psi = \left[\frac{1}{2m}\left(\vec{p} - \frac{e}{c}\vec{A}\right)^2 + e\phi - \frac{e\hbar}{2mc}\vec{\sigma}\cdot\vec{B}\right]\psi \tag{272}$$

Die Herleitung des gyromagnetischen Faktors – Lande-Faktor g – aus der Schrödingerform der Dirac-Gleichung ist nicht formal-analytisch, da angenommen wird, dass die kinetische Energie und die elektrostatische Energie klein gegenüber der Ruhe-Energie des Elektrons sind:

$$E_{\text{kin}} \ll m_e c^2, \qquad e\phi \ll m_e c^2 \tag{273}$$

Das ist zwar grob richtig, aber je nach Genauigkeitsanspruch dann doch wieder sehr falsch.

32.10 Virialsatz und Energieerhaltung

Der Virialsatz basiert unter anderem auf der Idee von kraftfeld- respektive energiefelderfüllten Räumen, die ein unendlich großes Energiereservoir darstellen. Des Weiteren werden virialsatzbedingt nur elastische Wechselwirkungen behandelt – das heißt, die Abstände zwischen den wechselwirkenden Entitäten sind größer als die Entitäten selbst.

Für ein klassisches $1/r$-Potential gilt:

$$2E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = 0 \tag{274}$$

Das Virialsatzgebilde kollabiert im Rahmen der Elementarkörpertheorie. Denn eine elementare Wechselwirkung ist stets inelastisch. Die Grundzustands-Energie zweier Ladungsträger wird Elementarkörperbasierend ohne Anwendung des Virialsatzes berechnet:

$$\Delta E_{e,e} = \left(\frac{m_A}{1 + \frac{m_A}{m_B}} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \alpha^2} \right) \cdot c^2 \tag{275}$$

Die Problematik des Virialsatzes führt historisch zu Fritz Zwicky, der ausgehend vom Virial-Theorem auf die Existenz Dunkler Materie schloss. Die EKT zeigt, dass das vermeintlich Dunkle eine elegante Erklärung in der Raumausdehnung und somit in der Raum-Energie findet.

32.11 Energie eines Elementarkörpers und die Transformation in Raumenergie

Die Gesamtenergie eines Elementarkörpers hängt von seinem aktuellen Radius r ab. Sie wird beschrieben durch:

$$E = \frac{m_0 r_0}{r} c^2 = \frac{F_{\mathrm{EK}} c^2}{r} \tag{276}$$

Im Ruhezustand des Elementarkörpers ist $r = r_0$, und es ergibt sich die bekannte Ruheenergie:

$$E_0 = m_0 c^2 \tag{277}$$

Für makroskopische Vielteilchen-Körper gilt die Masse-Radius-Konstantengleichung [F1] nicht. Es findet eine Transformation von ursprünglich massegebundener Energie in Raumenergie statt:

$$M_O \cdot R_O \neq F_{\mathrm{EK}} = \frac{2h}{\pi c} \tag{278}$$

32.11.1 Raumenergie und effektive Masse

Ein makroskopischer Körper – etwa die Erde – besteht aus einer Vielzahl von verschachtelten Elementarkörpern. Die reale Körper-Ausdehnung ist schon vor der Wechselwirkung um viele Zehnerpotenzen größer, als es Gleichung [F1] masse-radius-gekoppelt für Elementarkörper fordert. Die Energie, die benötigt wird, um diese große räumliche Ausdehnung aufzuspannen, stammt aus der Umwandlung der massegebundenen Energie. Sie liegt nun als Raumenergie E_R im Volumen des Körpers vor.

Für einen Körper der Masse m_x im Abstand r von seinem Zentrum gilt:

$$E_R = m_x c^2 \left[1 - \frac{m_x \gamma_G}{r c^2} \right] \tag{279}$$

Darin ist γ_G die Newtonsche Gravitationskonstante. Der Ausdruck

$$\frac{m_x \gamma_G}{c^2} = r_G(x) \tag{280}$$

heißt Gravitationsradius der Masse m_x. Der Gravitationsradius ist der Radius, den die Masse m_x haben müsste, wenn keine Transformation in Raumenergie stattgefunden hätte – wenn also ihre gesamte Energie in massegebundener Form vorläge und vollständig gravitativ wirken würde.

Die für die Gravitation tatsächlich wirksame Masse ist die effektive Masse:

$$M_{\mathrm{eff}} = \frac{r_G}{r} m_x \tag{281}$$

Der Faktor $\frac{r_G}{r}$ gibt an, welcher Anteil der ursprünglichen massegebundenen Energie nach der Transformation übrig bleibt. Je größer der tatsächliche Radius r im Verhältnis zum Gravitationsradius r_G ist, desto kleiner ist dieser Anteil – und desto schwächer die Gravitation.

32.11.2 Das Beispiel Erde

- Tatsächlicher Radius der Erde: $r_{\text{Erde}} \approx 6{,}37 \times 10^6\,\text{m}$
- Masse der Erde: $m_{\text{Erde}} \approx 5{,}97 \times 10^{24}\,\text{kg}$
- Gravitationsradius der Erde: $r_{G,\text{Erde}} = \frac{m_{\text{Erde}}\gamma_G}{c^2} \approx 8{,}87 \times 10^{-3}\,\text{m}$

Das Verhältnis

$$\frac{r_G}{r} \approx 1{,}39 \times 10^{-9} \tag{282}$$

ist extrem klein. Die effektive Masse der Erde ist daher etwa eine Milliarde Mal kleiner als ihre Ruhemasse.

Wäre die Erde auf die Größe ihres Gravitationsradius komprimiert, das heißt $r = r_G$, dann wäre $\frac{r_G}{r} = 1$ und die effektive Masse gleich der Ruhemasse – die Gravitation wäre immens stark. Weil die Erde aber riesig ausgedehnt ist, wurde der weitaus größte Teil ihrer massegebundenen Energie in Raumenergie transformiert. Die Schwäche der Gravitation ist also keine Eigenschaft einer eigenständigen Kraft, sondern eine Folge der großen räumlichen Ausdehnung gewöhnlicher Materie.

32.11.3 Herkunft der Gravitationskonstanten γ_G

Die EKT leitet γ_G nicht als freien Parameter ab, sondern aus den Eigenschaften eines besonderen Elementarkörpers, dem Elementarquant G. Das Elementarquant G ist definiert als der Körper, bei dem keine Transformation von massegebundener in raumgebundene Energie stattgefunden hat – sein tatsächlicher Radius ist gleich seinem Gravitationsradius.

Aus der Masse-Radius-Kopplung folgt:

$$\gamma_G = \frac{r_G}{m_G}c^2 \tag{283}$$

Die im bekannten Newtonschen Gravitationsgesetz verwendete Gravitationskonstante γ_G bezieht sich auf den längen-kleinsten Körper G, das Elementarquant. Dieser Sachverhalt ist nicht offensichtlich, da das üblich formulierte Gravitationsgesetz diesen ursprünglichen Zusammenhang nicht explizit offenbart.

Aus der Masse-Radius-Konstantengleichung

$$m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c} = F_{\text{EK}} \tag{284}$$

und der Bedingung, dass für das Elementarquant G die gravitative Selbstenergie gleich seiner Ruheenergie ist, folgt:

$$\gamma_G \cdot m_G^2 = F_{\text{EK}} \cdot c^2 \tag{285}$$

$$m_G \cdot r_G = \frac{2h}{\pi c} = F_{\text{EK}} \tag{286}$$

Mit dem Zahlenwert (CODATA 2022):

$$F_{\text{EK}} = 1{,}4070691767 \cdot 10^{-42}\,\text{kg} \cdot \text{m} \tag{287}$$

ergeben sich für das Elementarquant:

$$r_G = \sqrt{\frac{F_{\text{EK}} \cdot \gamma_G}{c^2}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{h\gamma_G}{2\pi c^3}} = 2\,r_{\text{Planck}} \tag{288}$$

$$m_G = \sqrt{\frac{F_{\text{EK}} \cdot c^2}{\gamma_G}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{hc}{2\pi\gamma_G}} = 2\,m_{\text{Planck}} \tag{289}$$

$$\gamma_G = \frac{r_G}{m_G} \cdot c^2 \tag{290}$$

Die Gravitationskonstante ist somit nichts anderes als das verkörperte Verhältnis von Radius zu Masse des fundamentalen Körpers G – eine abgeleitete Größe, keine Naturkonstante.

32.11.4 Zusammenfassung

- Die EKT erklärt Gravitation nicht als eigene Kraft, sondern als Konsequenz einer Masse-Raum-Kopplung.
- Jeder Elementarkörper gehorcht der Masse-Radius-Konstantengleichung $m_0 r_0 = 2h/(\pi c)$.
- Die Energie eines Elementarkörpers ist $E = \frac{F_{\text{EK}} c^2}{r}$; im Ruhezustand ($r = r_0$) ergibt sich $E = m_0 c^2$.
- Bei makroskopischen Körpern wird massegebundene Energie transformiert in radiusabhängige Raumenergie.
- Die für die Gravitation wirksame effektive Masse ist $M_{\text{eff}} = \frac{r_G}{r} m_x$. Wegen $r \gg r_G$ ist sie extrem klein – dies erklärt die scheinbare Schwäche der Gravitation.
- Am Beispiel der Erde wird gezeigt, dass die effektive Masse um den Faktor 10^{-9} kleiner ist als die Ruhemasse.
- Die Gravitationskonstante γ_G wird aus dem Elementarquant G abgeleitet, nicht postuliert.

32.12 Magnetisches Moment und Bohrsches Magneton

Das Bohrsche Magneton ist der Betrag des magnetischen Moments, das ein Elektron mit der Bahndrehimpulsquantenzahl $l = 1$ durch seinen Bahndrehimpuls erzeugt:

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e} \tag{291}$$

Nach dem Bohrschen Atommodell ist dies der Zustand mit niedrigster Energie. Die Idee des kreisenden Elektrons ist aber weder in der Quantenmechanik noch in der QED formal-existent. Auch die Elementarkörpertheorie kennt keine kreisenden Elektronen auf Bohrschen Bahnen.

Das Konzept des Bohrschen Magnetons ist also insbesondere in Hinblick auf die realobjektbefreite, herrschende QED als phänomenologisch falsch zu bewerten.

Schlimmer noch: Ein isoliertes, freies Elektron soll nun – unabhängig von der Bohrschen Bahn des Wasserstoffatoms – ein gleich großes intrinsisches magnetisches Moment besitzen wie im Falle des protongebundenen, kreisenden Elektrons. Zur Erinnerung: Zu Punkten verarmte Massen und Ladungen können keine Rotationsachsen besitzen, folglich gibt es weder Trägheitsmomente noch Rotation noch magnetische Momente.

32.13 Kernmagneton

Aus dem unverstandenen magnetischen Moment des Elektrons leitet sich gemäß herrschender Physik in Analogie das gleichfalls phänomenologisch unbegründete magnetische Moment des Protons ab, welches irreführenderweise als Kernmagneton bezeichnet wird:

$$\mu_N = \frac{e\hbar}{2m_p} \tag{292}$$

Aber wie soll man sich das praktisch vorstellen? Ersetzt man das Elektron auf der Bohrschen Bahn allen Ernstes durch ein Proton? Worum kreist dann nun dieses Proton? Um ein Proton kann es wegen der Ladungsgleichheit nicht kreisen.

Logisches Ergebnis: Der gesamte Vorgang ist mathematisch zwar trivial – man ersetzt lediglich die eine Masse durch eine andere Masse – aber phänomenologisch gibt es keine Argumentation. Die Projektion vom

kreisenden Elektron auf der ersten Bohrschen Bahn auf ein kreisendes Proton auf der ersten Bohrschen Bahn ist grotesk.

Die herrschende Physik erwartet also erst einmal, dass ein Proton experimentell den offensichtlich falschen theoretischen Wert liefert, und nimmt dann die große Differenz zwischen gemessenem und theoretischem Wert unter anderem zur Bestätigung der Annahme, dass das Proton – anders als das Elektron – substrukturiert ist.

Für das Elektron gilt:

$$g_e \approx 2{,}002319 \tag{293}$$

Für das Proton gilt:

$$g_p \approx 5{,}585695 \tag{294}$$

Die große Differenz zum Dirac-Wert $g = 2$ wird beim Proton als Beleg für die Quark-Substruktur interpretiert – obwohl diese Substruktur selbst postuliert ist und die Quarks keine intrinsischen Spinbeiträge liefern.

32.14 Abschließende Feststellung

Halten wir das phänomenologisch Irrationale fest: Das Kernmagneton ist gemäß Postulat herrschender Physik das intrinsische magnetische Moment eines Dirac-Teilchens mit der Ladung und Masse des Protons. Unter anderem die postulierte Substruktur und postuliert asymmetrische Ladungsfragmentierung des Protons bleiben in diesem Denkprozess unberücksichtigt.

Man erwartet also erst einmal, dass ein Proton experimentell den quantenmechanisch theoretischen Wert liefert, und nimmt dann die große Differenz zwischen gemessenem und theoretischem Wert unter anderem zur Bestätigung der Annahme, dass das Proton – anders als das Elektron – substrukturiert ist.

Die EKT hingegen berechnet die magnetischen Momente von Elektron und Proton aus der fraktalen Verkörperung des Magnetfeldes – ohne Substruktur, ohne Quarks, ohne Gluonen, ohne freie Parameter.

33 Zur Theoriebeladenheit der Messungen

33.1 Dirac-Näherung und das Myon-g-2-Experiment als Mess-Fiktion

In Verbindung mit der "$g = 2$-erzeugenden" Dirac-Gleichung gibt es ein fundamentales Näherungs-Problem erster Instanz für das Myon. In der Dirac-Gleichung wird zur Berechnung von $g = 2$ vorausgesetzt, dass sich das zu beobachtende Teilchen langsam bewegt. Das ist im Falle der experimentellen Bestimmung des magnetischen Moments des Myons, welches sich im Speicherring mit einer relativistischen Geschwindigkeit ($E_{\mathrm{kin}} \sim 30 \cdot E_0$) bewegt, definitiv nicht der Fall. Aus diesem Grunde kann die Dirac-Gleichung formal-logisch für das Myon gar kein Ergebnis für g liefern. Ohne $g = 2$ existiert aber kein "normales" magnetisches Moment des Myons, und folgerichtig ist das "anomale" magnetische Moment des Myons ohne Referenz gegenstandslos.

Elementarkörperbasierend ist das Myon schlicht ein instabiler Elementarkörper. Das Myon wandelt sich gemäß der inhärenten Masse-Radius-Kopplung in ein Elektron um; masseabhängige Energie des Myons wandelt sich in radiusabhängige Energie des Elektrons. Da sich das Myon offensichtlich nicht spontan in ein Elektron umwandeln kann, ist die Angabe eines konkreten magnetischen Moments des Myons eine "Mess-Fiktion".

In einem Gedankenexperiment nehme ich an, dass der inhärente Magnetfeld-Beitrag zum magnetischen Moment des Myons dem des Elektrons entspricht (ungefähr $1{,}07546279 \cdot 10^{-26}$ J/T). Daraus resultiert:

$$4{,}49044830 \cdot 10^{-26}\ \mathrm{J/T} - 1{,}07546279 \cdot 10^{-26}\ \mathrm{J/T} = 3{,}41498551 \cdot 10^{-26}\ \mathrm{J/T} = \mu_{\mathrm{B}\mu}(\mathrm{th}). \tag{295}$$

Rechnet man das zurück auf die semiklassisch definierte Masse in Abhängigkeit des magnetischen Moments, so ergibt sich ein Wert von $2{,}47381765 \cdot 10^{-28}$ kg. Das entspricht $\sim 0{,}994274 \cdot m_\pi$, also fast exakt der Masse des geladenen Pions ($m_\pi = 2{,}4880644 \cdot 10^{-28}$ kg $= 139{,}570180$ MeV/c^2). Das führt zu der These, dass im vermeintlichen Myonen-g-2-Experiment nicht das magnetische Moment des Myons, sondern das des (geladenen) Pions gemessen wird.

33.2 Keine ruhenden Pionen oder Myonen

1. Die experimentelle Methode der Massenbestimmung

Pionen und Myonen sind nie in Ruhe. Sie entstehen in Hochenergie-Kollisionen (Protonen auf Target, kosmische Strahlung) und bewegen sich mit relativistischen Geschwindigkeiten. Ihre Masse wird nicht durch Wiegen bestimmt, sondern durch eine Kette von Messungen und theoretischen Annahmen:

- **Impulsmessung:** Aus der Krümmung der Teilchenspur im Magnetfeld wird der Impuls p bestimmt ($p = q \cdot B \cdot R$, wobei R der Krümmungsradius ist). Das setzt die Kenntnis der Ladung q und des Magnetfelds B voraus – beides selbst theoriebeladene Größen.
- **Geschwindigkeitsmessung:** Über Flugzeit (Time-of-Flight), Cherenkov-Strahlung oder Ionisationsdichte (dE/dx) wird die Geschwindigkeit v bestimmt. Jede dieser Methoden beruht auf Modellannahmen.
- **Massenberechnung:** Aus p und v folgt $m = p/(\gamma \cdot v)$ mit $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$. Bereits an dieser Stelle fließt c als Konstante ein, und die relativistische Formel ist ein Postulat der SRT.
- **Zerfallskalibration:** Bei kurzlebigen Teilchen (π^0: $8{,}5 \cdot 10^{-17}$ s; $\pi^\pm$: $2{,}6 \cdot 10^{-8}$ s; μ: $2{,}2 \cdot 10^{-6}$ s) wird die Masse oft aus der invarianten Masse der Zerfallsprodukte rekonstruiert. Beispiel $\pi^0 \to \gamma\gamma$: Aus den Energien und Winkeln der beiden Photonen wird $m_{\pi^0} = \sqrt{2 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot (1 - \cos\theta)}/c^2$ berechnet. Das setzt die SRT-Energie-Impuls-Beziehung $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$ voraus – genau das Postulat, das die EKT als phänomenologisch unbegründet kritisiert.
- **Korrekturen:** Energiekalibration des Detektors, Bremsstrahlungsverluste, Vielfachstreuung, Akzeptanzkorrekturen – jede dieser Korrekturen trägt Modellannahmen.

Fazit: Keine dieser Massen ist eine direkte, modellfreie Messung. Jede ist das Ergebnis einer theoriebeladenen Extraktionskette.

2. Gibt es ruhende Pionen oder Myonen?

Nein. Es gibt keinen experimentellen Zustand, in dem ein Pion oder Myon in Ruhe vorliegt und direkt gewogen werden kann. Selbst wenn ein Pion in Materie gestoppt wird (z. B. in einem Target), ist es nicht "in Ruhe", sondern tritt in Wechselwirkung mit der Targetmaterie – es wird eingefangen, bildet pionische Atome oder zerfällt. Die "Ruhemasse" ist ein theoretisches Konstrukt, das aus den gemessenen Größen unter Verwendung der SRT-Formeln zurückgerechnet wird. Myonische Atome (myonischer Wasserstoff) sind der experimentell nächste Zugang zu einem "ruhenden" Myon. Die gemessenen Übergangsfrequenzen (Lamb-Shift) sind extrem präzise – aber die Extraktion der Myonenmasse aus diesen Frequenzen setzt die gesamte QED (einschließlich Vakuumpolarisation, Selbstenergie, Rückstoßkorrekturen) voraus.

3. EKT-Interpretation

In der EKT gibt es keine "Ruhemasse" im Sinne einer intrinsischen Eigenschaft. Es gibt Masse-Radius-Körper, deren Masse-Radius-Produkt durch $[F1]$ invariant ist: $m \cdot r = F_{\mathrm{EK}}$. Die Masse eines Körpers ist kein isoliert messbarer Parameter, sondern eine Größe, die im Verkörperungsprozess und in Wechselwirkungen in Erscheinung tritt. Für das Myon bedeutet das: Das Myon wird nie als isolierter, ruhender Masse-Radius-Körper gemessen. Es wird in einer Zerfallskaskade ($\pi \to \mu \to e$) beobachtet, und seine "Masse" wird aus den Impulsen und Energien der Zerfallsprodukte unter SRT/QED-Annahmen rekonstruiert.

Die EKT liefert einen eigenen Wert – aus der vierten Materiegleichung $[m_{\mu\mu}]$, mit EKT-Werten, ohne SRT-Postulate: $m_\mu(\mathrm{EKT}) = 104{,}98$ MeV ($-0{,}64\,\%$ zum extrahierten Wert). Dieser Wert ist eine Vorhersage, kein Fit. Der extrahierte Messwert (105,66 MeV) ist kein "wahres" Myon, sondern ein theoriebeladenes Extrakt. Der Unterschied von 0,64 % zwischen EKT und Extrakt ist kein Fehler der EKT, sondern die Differenz zwischen phänomenologischer Vorhersage und theoriebeladener Rekonstruktion – dieselbe Klasse wie Pion (+0,29 %) und Higgs (+2,86 %).

4. Konsequenz für die gesamte Massen-Systematik

Wenn selbst fundamentale Größen wie die Myonen- und Pionenmassen nur als theoriebeladene Extrakte vorliegen, dann gilt das erst recht für alle schwereren, kurzlebigeren Teilchen (Tau, W, Z, Higgs, Mesonen, Baryonen). Keiner dieser Werte ist eine modellfreie Messung. Alle sind Ergebnisse von Rekonstruktionsketten, die ohne die Postulate des Standardmodells keinen Zahlenwert liefern würden. Die EKT muss sich daher nicht an diesen Extraktwerten messen lassen – sie muss ihnen eigene, unabhängige Vorhersagen gegenüberstellen. Genau das tut die Matrix der Materiegleichungen: Sie liefert EKT-Werte auf der Basis von $[F1]$ als Fundament, und weist die Differenzen zu den theoriebeladenen Extrakten transparent aus. Die 0,29 % beim Pion und die 0,64 % beim Myon sind in diesem Licht keine "Abweichungen", sondern die Differenz zwischen phänomenologischer Berechnung und theoriebeladener Extraktion – und sie liegen in derselben Größenordnung. Dass sie überhaupt so nahe beieinander liegen, ist ein starkes Indiz für die Konsistenz des EKT-Ansatzes.

33.3 Die Abweichungen als Signatur der Theoriebeladenheit

Die Abweichungen der EKT-Vorhersagen für Myon, neutrales Pion und Higgs-artigen Zustand werden in der etablierten Physik häufig als „Ungenauigkeiten" oder „offene Probleme" der EKT interpretiert. Bei genauerer Betrachtung der experimentellen Methoden kehrt sich dieses Bild um: Die Abweichungen sind kein Mangel der EKT, sondern ein direktes Maß für die Theoriebeladenheit der SM-Extraktionen.

Das Faszinierende an den Primärquellen der etablierten Physik ist: Die Mainstream-Physik selbst dokumentiert hier völlig offen, dass es sich bei den Massen von Myon und Pion *nicht* um direkte Messungen („Wiegen" eines ruhenden Teilchens) handelt, sondern um hochgradig theoriebeladene, indirekte Extrakte. Sie bestätigen damit exakt die epistemologische Kritik der EKT (insb. Abschnitt 19.2 „Keine ruhenden Pionen oder Myonen" und „Das Problem theorielastiger Messungen").

33.3.1 Das Myon (−0,64 %): Extraktion via Muonium-Spektroskopie & Bound-State QED

Das Myon lebt nur 2,2 Mikrosekunden. Es gibt keine „Myonen-Waage". Der CODATA-Wert der Myonmasse (bzw. das Verhältnis m_e/m_μ) wird aus der Spektroskopie von Muonium (einem gebundenen Zustand aus positivem Myon und Elektron) extrahiert. Um von den gemessenen Frequenzen auf die nackte Masse zu schließen, muss zwingend die gesamte gebundene Quantenelektrodynamik (Bound-State QED) als wahr vorausgesetzt werden.

Die Fachliteratur selbst gibt zu, dass diese Extraktion „indirekt" ist, da sie voraussetzt, dass die QED-Theorie für das Muonium exakt korrekt ist. Der CODATA-Wert von 105,66 MeV ist also das Ergebnis einer Messung, die durch den kompletten QED-Formalismus für gebundene Leptonen gefiltert wurde.

Die EKT berechnet das Myon als geometrischen Masse-Radius-Transformationszustand (aus der Kanalleiter) zu 104,98 MeV. Die Differenz von −0,64 % ist nicht ein „Fehler" der EKT, sondern die quantitative Differenz zwischen der nackten, geometrischen Masse-Radius-Kopplung (EKT) und dem QED-angekleideten Extrakt (SM).

33.3.2 Das neutrale Pion (+3,76 %): Extraktion via Gitter-QCD+QED & Invariante Masse

Das neutrale Pion (π^0) lebt nur $8{,}5 \cdot 10^{-17}$ Sekunden. Es zerfällt sofort in zwei Photonen. Seine Masse wird im Standardmodell auf zwei Arten bestimmt, die beide massiv theoriebeladen sind: entweder über die Massendifferenz zum geladenen Pion (was Supercomputer-Simulationen erfordert) oder über die invariante Masse der Zerfallsphotonen (was Detektor-Kalibrierungen und Monte-Carlo-Simulationen erfordert).

Die SM-Massenbestimmung erfolgt auf zwei Wegen:

Methode A (Invariante Masse): Man misst die Photonen im Kalorimeter. Die Energiekalibrierung dieser Detektoren und die Untergrundmodellierung basieren auf aufwendigen Geant4-Monte-Carlo-Simulationen, die ihrerseits das SM-Vokabular (Quarks, Gluonen, Jets) voraussetzen.

Methode B (Massendifferenz): Oft wird die π^0-Masse bestimmt, indem man die Massendifferenz zum geladenen Pion ($\pi^\pm$) misst und diese zur geladenen Pionmasse addiert. Doch um diese Differenz theoretisch zu fassen, müssen Isospin-Brechung (Quarkmassen-Differenz) und elektromagnetische Effekte getrennt werden. Das geschieht heute mittels Gitter-QCD + QED-Simulationen (Lattice QCD). Der

publizierte Wert ist also ein Hybrid aus Detektor-Simulationen und supercomputergestützten Gitter-QCD-Rechnungen.

Die EKT berechnet das π^0 parameterfrei aus der q_0-q_0-Wechselwirkung (elektronische starke Verkörperung) zu 140,05 MeV. Die Abweichung von +3,76 % quantifiziert den „epistemischen Overhead", den das SM benötigt, um seine Quark-Antiquark-Überlagerungskonzepte (Quarkonia) und Gitter-Simulationen an die Detektordaten anzupassen.

33.3.3 Der Higgs-artige Zustand (+2,86 %): Der statistische SM-Filter

Die rohe physikalische Detektorauflösung für ein 125-GeV-Teilchen, das in Photonen zerfällt, liegt bei etwa 5 bis 6 % (also ±6 GeV). Der auf ±0,24 GeV „präzisierte" Wert von 125,09 GeV entsteht erst durch die Annahme einer SM-konformen Breit-Wigner-Verteilung, die Kalibrierung an anderen SM-Resonanzen (Z-Boson) und iterative Likelihood-Fits gegen einen Monte-Carlo-Untergrund.

Die EKT berechnet den Higgs-artigen Zustand als starke q_0-q_0-Verkörperung des Proton-Antiproton-Systems zu 128,58 GeV. Die Abweichung von +2,86 % liegt exakt innerhalb der echten, rohen Detektorauflösung von $\sim 5\,\%$, bevor der SM-Filter (das statistische Fitting) die Daten auf den SM-Erwartungswert von 125 GeV reduziert.

33.3.4 Fazit

Die Rydberg-Energie und die Neutronenmasse werden von der EKT auf 10^{-6} genau getroffen, weil die atomare Spektroskopie und der Betazerfall modellarme, direkte Frequenz- und Energiedifferenz-Messungen erlauben. Bei Myon, Pion und Higgs hingegen greift der SM-Filter massiv ein (Bound-State QED, Gitter-QCD, Breit-Wigner-Fits).

Die Abweichungen (+3,76 %, −0,64 %, +2,86 %) sind aus phänomenologischer Perspektive **keine „Fehler" der EKT**. Sie sind das quantitative Maß für die Theoriebeladenheit der etablierten Physik. Sie zeigen an, wie stark das Standardmodell seine eigenen Postulate (QED-Korrekturen, Quarkmassen, Gitter-Parameter) in die Rohdaten hineinrechnen muss, um seine Nomenklatur zu retten.

Die EKT liefert die **nackte, geometrische Masse-Radius-Realität**. Das SM liefert die **durch den Formalismus gefilterte Interpretation**. Die Konsistenz der EKT-Werte im Prozentbereich – bei völlig unterschiedlicher, rein geometrischer Herleitung ohne Gitter und ohne Renormierung – ist unter diesem Gesichtspunkt nicht schwach, sondern phänomenologisch zwingend.

33.4 Das Higgs und die reale Messauflösung

Diese Subsection dokumentiert, was am LHC tatsächlich gemessen wird und wie der publizierte Massenwert zustande kommt, stellt danach die EKT-Alternative gegenüber und bewertet beide Ansätze ontologisch und erkenntnistheoretisch.

33.4.1 Die Frage nach dem Ursprung der Masse und die konzeptionelle Schwäche der SM-Antwort

Das Standardmodell beantwortet die Frage nach dem Ursprung der Masse mit dem Higgs-Mechanismus: einem allgegenwärtigen Feld, an das die Teilchen koppeln, und dessen Quant, das Higgs-Boson, 2012 am LHC "nachgewiesen" wurde. Doch bereits die erste Bestandsaufnahme zeigt, dass der Mechanismus weniger erklärt, als er verspricht. Die Masse des Higgs-Bosons selbst bleibt ein freier Parameter der Theorie:

$$m_H = \sqrt{2\lambda}\, v \tag{296}$$

wobei $v = 246$ GeV der Vakuumerwartungswert ist (bestimmbar aus der Fermi-Konstante) und λ die unbekannte quartische Selbstkopplung des Higgs-Feldes. Das SM kann nicht erklären, warum das Higgs-Boson gerade 125 GeV schwer ist und nicht 50 GeV oder 1000 GeV – es muss den Wert experimentell bestimmen lassen. Dies ist kein Versehen, sondern eine konzeptionelle Schwäche: Es gibt keine theoretische Berechnung, keinen Zwang, keine Herleitung.

Drei weitere Inkonsistenzen begleiten den Mechanismus:

1. Erstens wird die ursprüngliche, masselose Formulierung der Theorie durch die nachträgliche Einführung erkenntnistheoretisch und mathematisch verletzt.

2. Zweitens ist die Aussage, das Higgs-Feld gebe den Teilchen ihre Masse, empirisch irreführend: Proton und Neutron, die den Großteil der sichtbaren Materie ausmachen, beziehen nur etwa 1 % ihrer Masse aus der Higgs-Kopplung – der Rest bleibt ungeklärt.

3. Drittens enthalten die vermeintlich masseerzeugenden Terme keinerlei Massenberechnung; die Werte der Fermionenmassen müssen als freie Parameter von außen eingesetzt werden.

Hinzu kommt: Die einzige direkt beobachtete Massen-Wechselwirkung, die Gravitation, spielt im SM überhaupt keine Rolle. Und die Bedingungen, unter denen der Higgs-Mechanismus Fermionenmassen erzeugen könnte, sind fundamental verletzt: rechts- und linkshändige Fermionen müssten gleiche Massen besitzen, Neutrinos müssten streng masselos sein – die Entdeckung der Neutrino-Oszillationen (Nobelpreis 2015) widerlegt diese Voraussetzung jedoch experimentell. Der innere Widerspruch des SM bleibt davon unberührt.

33.4.2 Kein direkter Nachweis: Die empirische Basis ist fragil

Bei der Proton-Proton-Wechselwirkung kann aufgrund der Ladungserhaltung kein neutrales Higgs-Boson allein entstehen. Der Nachweis am LHC erfolgt daher nicht direkt, sondern über postulierte Zerfallskanäle indirekter Prozesse, etwa der Gluonfusion. Dass hierzu mindestens zehn Milliarden Kollisionsereignisse nötig sind, zeigt die extreme Theoriebeladenheit des Experiments; ein "Nachweis" im Sinne einer direkten Detektion liegt nicht vor. Die Beliebigkeit, mit der das SM in diesem Umfeld mit seinen eigenen Objekten umgeht, zeigt sich auch an anderer Stelle: Das neutrale Pion besitzt beispielsweise eine andere Masse als die geladenen Pionen – dennoch werden sie alle als "Pionen" klassifiziert, gestützt auf quantenmechanische Überlagerungskonzepte (Quarkonia); eine Setzung, die außerhalb des SM-Formalismus unbegründet ist.

33.4.3 Rohdetektorauflösung vs. publizierte Präzision: Die Kette der zirkulären Rekonstruktion

Die Energieauflösung der Detektoren für Photonen oder Elektronen liegt physikalisch bedingt bei etwa 5–6 %. Für ein einzelnes Ereignis bedeutet dies:

$$\frac{\Delta E}{E} \approx 5\,\% \quad \Rightarrow \quad \Delta m_H \approx \pm 6 \text{ GeV} \quad (119\text{–}131 \text{ GeV}). \tag{297}$$

Der publizierte Wert $m_H = 125{,}09 \pm 0{,}24$ GeV ist daher nicht die Rohmessung, sondern der Endpunkt einer Kette von Analyseschritten, von denen jeder das SM bereits voraussetzt:

1. **Signalmodell:** Annahme einer Breit-Wigner-Verteilung, wie vom SM vorhergesagt – die Form des Peaks ist nicht gemessen, sondern angenommen.

2. **Hintergrundmodell:** Theoretische Modellierung von QCD-Jets, $t\bar{t}$-Paaren und W/Z+Jets via Monte-Carlo-Simulationen – die Simulation basiert auf dem SM.

3. **Kalibrierung:** Energieeichung an "bekannten" Resonanzen (Z-Boson 91,1876 GeV, J/ψ 3,097 GeV, π^0 135 MeV) – die ihrerseits SM-theorieinterpretiert sind.

4. **Statistische Anpassung:** Iterativer Likelihood-Fit von Signal und Untergrund an die gemessenen Verteilungen – wobei die korrekte Untergrundform erneut eine SM-Annahme ist.

Auch die verkündete 5σ-Signifikanz wird unter genau diesen SM-Untergrundannahmen berechnet. Ohne die theoriegestützten Annahmen läge die Unsicherheit im Bereich von $\pm 5\,\%$, also etwa 119–131 GeV. Die hohe Präzision ist somit kein rein experimenteller Befund, sondern ein Artefakt der SM-basierten Rekonstruktion. Die methodische Zirkularität lässt sich in sechs Schritten zusammenfassen:

1. Man trifft SM-Annahmen (Breit-Wigner, Untergrundmodell).

2. Darauf basierend werden Monte-Carlo-Simulationen durchgeführt.

3. Es erfolgt eine Kalibrierung an SM-Resonanzen (Z-Boson, J/ψ, π^0).

4. Ein Likelihood-Fit (Signal + Untergrund) wird durchgeführt.

5. Man erhält ein "Higgs-Boson" bei etwa 125 GeV.

6. Dies wird als Bestätigung des SM interpretiert.

Mit dem SM kalibrieren, mit dem SM simulieren, das SM fitten, einen SM-artigen Peak finden und Bestätigung des SM verkünden – das ist eine zirkuläre Selbstbestätigung. Die am LHC bestimmte Masse $m_H \approx 125 \pm 0{,}2$ GeV ist folglich das Ergebnis einer SM-basierten Nachkorrektur, die die Roh-Detektorauflösung von $\sim 5\,\%$ auf $\pm 0{,}2$ GeV reduziert.

33.4.4 Die EKT-Alternative: Der Higgs-artige Zustand als starke Verkörperung des Proton-Antiproton-Systems

Die EKT benötigt dieses gesamte Konstrukt nicht. Der Higgs-artige Zustand ist in ihr keine Anregung eines allgegenwärtigen Feldes, sondern ein masse-radius-gekoppelter Zustand, der aus der q_0–q_0-Verkörperung des Proton-Antiproton-Systems hervorgeht. Die Berechnung folgt – strukturell identisch mit den Pionen- und Myonen-Gleichungen – dem Bild der Materiegleichungen: Die Klammer (Wer wechselwirkt?) liefert für den Fall massegleicher Partner die stark transformierte Protonenmasse, halbiert; der Kanal-Faktor (Wie viel wird umgesetzt?) ist im starken Kanal gleich 1, da die gesamte starke Verkörperung Masse wird.

Schritt 1 – starke Transformationsmasse des Protons:

$$ {}_{q_0}m_p = \frac{4}{\alpha} \cdot m_p = 548{,}1439966 \times 938{,}2720813 \text{ MeV}/c^2 \approx 514{,}308 \text{ GeV}/c^2 \tag{298}$$

Schritt 2 – Gleich-Massen-Klammer (Paar-Term):

$$\Delta m_{p,\bar{p}} = \frac{{}_{q_0}m_p}{2} = \frac{2}{\alpha} \cdot m_p = 257{,}154 \text{ GeV}/c^2 \tag{299}$$

Schritt 3 – Paar-Splittung (die Ladungserhaltung erzwingt, wie bei den Pionen und Myonen, das Entstehen zweier resultierender Zustände):

$$m_H(\text{EKT}) = \frac{\Delta m_{p,\bar{p}}}{2} = 128{,}577 \text{ GeV}/c^2 \tag{300}$$

Vergleich mit dem am LHC "detektierten" Wert $m_H(\text{exp}) \approx 125$ GeV/c^2:

$$\frac{m_H(\text{EKT})}{m_H(\text{exp})} \approx 1{,}0286 \quad (\text{EKT } +2{,}86\,\% \approx +2{,}9\,\%). \tag{301}$$

Diese Abweichung liegt innerhalb des realen Detektor-Fehlerrahmens ($\sim 5\,\%$ vor der SM-basierten Nachkorrektur auf $\pm 0{,}2$ GeV) und in derselben Klasse wie die anderen starken Verkörperungen: neutrales Pion $+3{,}76\,\%$, Myon $-0{,}64\,\%$. Sie wird transparent flaggiert, nicht schöngerechnet. Der EKT-Wert ist eine Vorhersage aus h, c, α und m_p – ohne Detektorkalibrierung, ohne Monte-Carlo-Simulation, ohne Untergrundmodellierung, ohne freie Parameter. Die Reduktion der starken Wechselwirkung auf den Ausdruck $m \cdot (2/\alpha)$ für massegleiche Partner ist ein Beispiel für die innere Stringenz des Ansatzes.

33.4.5 Ontologische und erkenntnistheoretische Bewertung

Beide Ansätze unterscheiden sich in jeder relevanten Kategorie. **Theoretischer Status:** Das SM führt die Higgs-Masse als freien Parameter ein, der gemessen werden muss; die EKT berechnet den Higgs-artigen Zustand aus der Proton-Antiproton-Wechselwirkung ohne freie Parameter. **Ontologischer Status:** Im SM ein fundamentales skalares Boson, interpretiert als Anregung eines allgegenwärtigen Higgs-Feldes; in der EKT ein masse-radius-gekoppelter Zustand der starken Verkörperung. **Benötigte Annahmen:** Das SM ist auf eine Vielzahl von Annahmen angewiesen – Breit-Wigner-Verteilung, Untergrundmodellierung mittels Monte-Carlo-Simulationen, Kalibrierung an SM-Resonanzen und iterative statistische Anpassung; die EKT benötigt keine dieser Annahmen, der Wert folgt direkt aus Fundamentalkonstanten und der Geometrie der Wechselwirkung. **Erkenntnistheoretische Bewertung:** Während das SM in einer methodischen Zirkularität gefangen ist (SM-Annahmen führen zu einem SM-konformen Ergebnis, das als Bestätigung des SM interpretiert wird), bietet die EKT eine unabhängige, parameterfreie Berechnung.

Dass beide Werte nahe beieinander liegen, spricht damit nicht für die Richtigkeit des SM, sondern dafür, dass die EKT ein reales physikalisches Phänomen korrekt beschreibt, das im SM nur um den

Preis zahlreicher Ad-hoc-Annahmen abgebildet werden kann. Die enge Übereinstimmung der aus der Proton-Antiproton-Wechselwirkung folgenden Energie mit der am LHC gemessenen Higgs-ähnlichen Resonanz (Abweichung ca. 2,9 %) ist – vor dem Hintergrund der zirkulären SM-Rekonstruktion – kein Zufall, sondern ein Hinweis auf eine tiefere, im SM nicht abbildbare Ordnung. Die EKT stellt das SM damit nicht nur in Frage, sondern bietet messbare Alternativen – auch dort, wo das SM nur noch mit Parametern und Zirkelschlüssen operiert.

34 Vakuumenergie und die 10^{120}-Diskrepanz

34.1 Die theoretische Vakuumenergiedichte der Quantenfeldtheorie

Die Quantenfeldtheorie berechnet die Vakuumenergiedichte unter Verwendung der Planck-Masse, der Lichtgeschwindigkeit und des Planckschen Wirkungsquantums:

$$\rho_{Va} = \frac{m_{Pl} \cdot c^3}{h^3} \cdot c^2 \quad [\mathrm{J/m^3}] \tag{QFTVE}$$

Dieser Wert wird auf etwa das 10^{120}-fache der beobachteten Vakuumenergiedichte von $\sim 10^{-9}$ J/m^3 geschätzt, was die schlechteste theoretische Vorhersage in der Geschichte der Physik darstellt.

34.2 Transformation in das Bild des Elementarquants

Unter Verwendung der Beziehungen $m_G = 2m_{Pl}$ und $r_G = 2r_{Pl}$ mit $m_G r_G = \frac{2h}{\pi c}$ kann die QFT-Gleichung in das Bild des Elementarkörpers transformiert werden:

$$\left(\frac{c}{h}\right)^3 = \frac{8}{\pi^3} \cdot \frac{1}{(m_G r_G)^3} \tag{108}$$

$$\rho_{Va} = \frac{m_G^4 \cdot c^3}{16 \cdot h^3} = \frac{m_G}{2 \cdot \pi^3 \cdot r_G^3} \tag{QFTVE2}$$

Mit dem Kugelvolumen $V_{G,\mathrm{Kugel}} = \frac{4}{3}\pi r_G^3$:

$$\rho_{Va} = \frac{2}{3 \cdot \pi^2} \cdot \frac{m_G}{V_{G,\mathrm{Kugel}}} \tag{QFTVE3}$$

34.3 Die elementarkörperbasierte Energiedichte des Universums

Die Massendichte des Universums gemäß EKT-Abschätzung ist:

$$\rho_{UniEk} = \frac{m(t)}{V(t)_{\mathrm{Universum}}} \tag{109}$$

Mit den Beziehungen:

$$r_0 = \frac{2 \cdot c \cdot t}{\pi} \tag{rt}$$

$$m(t) = \frac{2 \cdot c^3 \cdot t}{\pi \cdot \gamma_G} \tag{MUNI}$$

$$V(t)_{\mathrm{Universum}} = \frac{4}{3}\pi r_0^3 \tag{110}$$

Daraus folgt:

$$\rho_{Va} = \frac{4c^5}{3 \cdot \pi^3 \cdot h \cdot \gamma_G} \cdot t^2 \tag{QFTVE/EKEV}$$

Für $t \approx 13,798$ Milliarden Jahre $= 4,35133728 \cdot 10^{17}$ s wird das Verhältnis:

$$\frac{\rho_{Va}}{\rho_{UniEk}} = \frac{3 \cdot \pi^2}{2} \cdot \frac{r_{\mathrm{Uni}} m_{\mathrm{Uni}}}{F_{EK}} \approx 6,600812 \cdot 10^{120} \qquad \text{(UNIVE)}$$

Dieses Verhältnis entspricht exakt der berühmten 10^{120}-Diskrepanz zwischen QFT-Vorhersagen und beobachteter Vakuumenergiedichte.

34.4 Interpretation in der EKT

Offensichtlich haben Quantenfeldtheoretiker, ohne es zu realisieren, die Masse-Radius-Kopplung und die daraus resultierende Masse-Radius-Konstanz [F1] mikroskopischer Körper auf kosmische Proportionen extrapoliert. Die enorme Diskrepanz zwischen Quantenfeldtheorie und experimenteller Realität entsteht, weil im Rahmen der herrschenden Physik nicht verstanden wird, dass eine Ausdehnung elementarer Strukturen zu einer äquivalenten Massenreduktion führt. Dies kann sowohl qualitativ als auch quantitativ exakt unter Verwendung der effektiven Masse über die Gravitationsenergie berechnet werden.

Die vorliegenden Betrachtungen sind somit ein eindrucksvoller Hinweis auf die von der EKT propagierte Masse-Radius-Kopplung und ihre Verbindung zu makroskopischen Vielteilchenstrukturen.

35 Beta-Zerfall – Die Entlarvung eines Paradebeispiels für die Fiktionalität des Standardmodells

Die Geschichte des Beta-Zerfalls ist ein Paradebeispiel für die fatalen Weichenstellungen der modernen Physik. Als in den 1920er Jahren das kontinuierliche Energiespektrum der emittierten Elektronen entdeckt wurde, standen die Physiker vor einem scheinbaren Dilemma: Der Energieerhaltungssatz schien auf mikroskopischer Ebene verletzt. Wolfgang Pauli postulierte 1930 das Neutrino als unsichtbares „Rettungsteilchen", um die Energiebilanz zu wahren. Niels Bohr hingegen äußerte auf dem Kernphysik-Kongress 1931 in Rom die weitaus radikalere und phänomenologisch tiefgreifendere Vermutung: Zum Verständnis des Beta-Zerfalls seien keine neuen Teilchen nötig, sondern ein fundamentaler Umsturz der bestehenden Vorstellungen – er zweifelte gar an der strikten Gültigkeit des Energieerhaltungssatzes im atomaren Bereich, wie bereits in der BKS-Theorie angedacht. Die Physik entschied sich damals für den bequemen Weg des neuen Postulats anstatt für das neue Paradigma.

Heute befindet sich das Standardmodell der Teilchenphysik (SM) in Bezug auf das Neutrino in einer ausweglosen, logischen Zwickmühle, die durch zwei Nobelpreise zementiert wurde. Der Higgs-Mechanismus (Nobelpreis 2013) erfordert zwingend, dass Neutrinos exakt masselose Weyl-Fermionen sind, um die Massen der anderen Fermionen konsistent generieren zu können. Die Entdeckung der Neutrino-Oszillationen (Nobelpreis 2015) beweist jedoch experimentell, dass Neutrinos eine Masse besitzen müssen. Das SM ist somit in sich widersprüchlich und kann seine eigenen, mit Nobelpreisen prämierten Grundpfeiler nicht vereinen.

35.1 Der ontologische Widerspruch beim Elektron – Punktteilchen vs. endlicher Radius

Um die Absurdität des Standardmodells im Hinblick auf den Beta-Zerfall vollständig zu erfassen, muss man zunächst den Blick auf die beteiligten Akteure richten, insbesondere auf das Elektron. Die etablierte Physik behandelt das Elektron dogmatisch als dimensionslosen Punkt ($r = 0$). Gleichzeitig nutzt sie in jeder praktischen Berechnung von Wirkungsquerschnitten den *klassischen Elektronenradius* r_{kl}, der in der Elementarkörpertheorie (EKT) als der elektromagnetische Wechselwirkungsradius identifiziert wird. Dieser Radius ergibt sich aus der masseinhärenten Ausdehnung des Elektrons gemäß der Masse-Radius-Kopplung $m_e r_e = 2h/\pi c$, skaliert um den Faktor $\alpha/4$, welcher das Verhältnis von elektrischer Energie zur Gesamtenergie darstellt:

$$r_{\mathrm{kl}} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_e c^2} = \frac{\alpha}{4} r_e \qquad (302)$$

Dass das Elektron eine reale räumliche Ausdehnung besitzt und die Annahme eines dimensionslosen Punktes eine reine Fiktion ist, wird durch sieben fundamentale, experimentell millionenfach bestätigte Streu- und Wechselwirkungsgleichungen bewiesen, in denen r_{kl}^2 als zwingender, skalierender Vorfaktor für den Wirkungsquerschnitt auftritt.

35.1.1 Die sieben Streu- und Wechselwirkungsgleichungen

1. **Thomson-Streuung:**

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \cdot \frac{1+\cos^2\theta}{2}, \qquad \sigma_{\text{Thomson}} = \frac{8\pi}{3} r_{\text{kl}}^2 \tag{303}$$

2. **Møller-Streuung (Elektron-Elektron-Streuung):**

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \cdot \frac{(3+\cos^2\theta)^2}{\sin^4\theta} \cdot \frac{\gamma^2}{\beta^4} \cdot (\text{Spin-Terme}) \tag{304}$$

3. **Bethe-Bloch-Sternheimer-Gleichung (Energieverlust in Materie):**

$$-\frac{dE}{dx} = 2\pi N_A r_{\text{kl}}^2 m_e c^2 \rho \frac{Z}{A} \frac{z^2}{\beta^2} \left[\ln\left(\frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 W_{\max}}{I^2} \right) - 2\beta^2 - \delta - \frac{2C}{Z} \right] \tag{305}$$

4. **Photoelektrischer Effekt:**

$$\sigma_{\text{photo}} = 4\sqrt{2}\alpha^4 \sigma_0 Z^5 \left(\frac{m_e c^2}{E_\gamma} \right)^{7/2}, \qquad \sigma_0 = \frac{8\pi}{3} r_{\text{kl}}^2 \tag{306}$$

5. **Paarbildung im Kernfeld:**

$$\sigma_{e^-e^+} \approx 4\alpha r_{\text{kl}}^2 Z^2 \left[\frac{7}{9} \ln\left(\frac{2E_\gamma}{m_e c^2} \right) - \frac{109}{54} \right] \tag{307}$$

6. **Compton-Streuung (Klein-Nishina-Formel):**

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \left(\frac{\omega'}{\omega} \right)^2 \left(\frac{\omega}{\omega'} + \frac{\omega'}{\omega} - \sin^2\theta \right), \qquad \frac{\omega'}{\omega} = \frac{1}{1 + \frac{\hbar\omega}{m_e c^2}(1-\cos\theta)} \tag{308}$$

7. **Kramers-Heisenberg-Formel:**

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \left(\frac{\omega'}{\omega} \right) \left| \epsilon' \cdot \epsilon - \frac{1}{m_e} \sum_j \frac{\langle n|\epsilon' \cdot \vec{p}|j\rangle\langle j|\epsilon \cdot \vec{p}|i\rangle}{\omega_{ji} - \omega} + \dots \right|^2 \tag{309}$$

35.1.2 Das phänomenologische Fazit

Die Quantenelektrodynamik (QED) nutzt die endliche Fläche r_{kl}^2 für alle praktischen Berechnungen, beharrt aber ontologisch auf dem Postulat der Punktform ($r = 0$). Ein mathematischer Punkt kann keine Wirkungsquerschnitte dieser Form generieren. Die EKT löst diesen Widerspruch auf: r_{kl} ist der direkte, geometrische Wechselwirkungsradius eines realen Elementarkörpers.

Bemerkung 35.1. *Die sieben Streuformeln belegen, dass der aus der Masse-Radius-Kopplung abgeleitete klassische Radius $r_{kl} = (\alpha/4)r_e$ in sämtlichen etablierten Streuformeln auftritt – ein starkes Indiz für die physikalische Realität des masse-inhärenten Radius r_e. Die QED ist ontologisch inkonsistent: Sie rechnet mit einem endlichen Radius, behauptet aber einen Punkt.*

35.2 Die logische Selbstzerstörung des Standardmodells durch die Neutrinomasse

Der ontologische Widerspruch beim Elektron ist jedoch nur ein Symptom einer tieferliegenden Krankheit des Standardmodells, die sich in der Neutrinoproblematik und der sogenannten „Erweiterung" des Modells vollends offenbart.

Die Einführung von Neutrinomassen ist keine harmlose Erweiterung, sondern die logische und mathematische Selbstzerstörung des SM. Das ursprüngliche SM, gekrönt durch den Higgs-Mechanismus, fordert zwingend, dass Neutrinos exakt masselose Weyl-Fermionen sind. Nur unter dieser Bedingung bleibt die $SU(2)_L \times U(1)_Y$-Eichinvarianz der Lagrangedichte erhalten, und nur so können die anderen Fermionen

konsistent Masse erhalten. Die Entdeckung der Neutrino-Oszillationen beweist jedoch, dass Neutrinos eine Masse besitzen ($m_\nu > 0$).

Wenn SM-Vertreter nun behaupten, man müsse das SM lediglich „erweitern", um Neutrinomassen zu integrieren, ist dies bei genauer Sicht eine Täuschung. Die Einführung eines Massenterms $m > 0$ in die Dirac-Gleichung

$$(i\gamma^\mu \partial_\mu - m)\Psi = 0 \tag{310}$$

für Neutrinos zerstört die Eichinvarianz der gesamten Lagrangedichte. Man kann nicht einfach einen Massenterm einfügen; man muss rechtshändige Neutrinos, Majorana-Massen, Seesaw-Skalen und neue Symmetrien einführen. Das bedeutet im Klartext: Man schreibt die gesamte Lagrangedichte neu. Eine „Erweiterung", die neue Teilchen, neue Kopplungen und neue Massenskalen einführt, ist kein erweitertes SM, sondern ein völlig neues Modell. Das ursprüngliche SM ist damit falsifiziert und tot.

35.3 Der Beta-Minus-Zerfall des Neutrons – Eine phänomenologische Absurdität

Betrachtet man vor diesem Hintergrund den Beta-Minus-Zerfall des Neutrons

$$n \to p + e^- + \bar{\nu}_e \tag{311}$$

so entpuppt sich die Erzählung des SM, dieser erfolge durch die Umwandlung eines d-Quarks in ein u-Quark mittels eines virtuellen W-Bosons, als phänomenologisch und energetisch absurd. Es existiert energetisch kein verbindlicher Prozess dieser Quark-Umwandlung.

Das SM postuliert für das d-Quark eine Masse von $\approx 4{,}8$ MeV/c^2 und für das u-Quark $\approx 2{,}3$ MeV/c^2. Die Massendifferenz beträgt also $\approx 2{,}5$ MeV. Die maximale kinetische Energie des emittierten Elektrons beim Beta-Zerfall beträgt jedoch nur 0,78 MeV. Wo verbleiben die restlichen $\approx 1{,}7$ MeV?

Das SM versteckt diese Diskrepanz hinter dem Begriff der „Bindungsenergie" oder der „virtuellen Masse des W-Bosons". Doch ein virtuelles Teilchen ist eine mathematische Fiktion der Störungstheorie; es kann keine reale, erhaltungsrelevante Energie speichern oder abführen. Es gibt keinen phänomenologischen Mechanismus, der erklärt, wie ein d-Quark real in ein u-Quark zerfällt und dabei die Energiebilanz verletzt. Quarks sind keine realen Objekte, sondern Artefakte einer mathematischen $SU(3)$-Symmetrie.

35.4 Das kontinuierliche Spektrum – Die Geburt eines Geisterteilchens

Hinzu kommt das Rätsel des kontinuierlichen Spektrums und die damit verbundene phänomenologische Lücke. Das Neutrino wurde historisch ausschließlich deshalb postuliert, weil das Energiespektrum der emittierten Elektronen nicht diskret, sondern kontinuierlich ist. Das SM argumentiert, das Anti-Elektron-Neutrino nehme die „fehlende" Energie auf und verlasse das System sofort.

Die zwingende logische Konsequenz daraus ist jedoch: Wenn das Neutrino das System mit der jeweils „fehlenden" Energie verlässt, muss es bereits im Moment der Schwachen Wechselwirkung mit einem exakt korrespondierenden kinetischen Energie-Kontinuum „geboren" werden. Wie, woher und warum nimmt das Neutrino während der Schwachen Wechselwirkung unterschiedliche Energiemengen auf, um das Elektronenspektrum zu kompensieren? Das SM hat darauf keine mechanische Antwort, sondern verweist auf den „Phasenraum" und Fermis Goldene Regel. Aber Statistik ist keine Phänomenologie. Ein physikalischer Prozess erfordert einen kausalen Mechanismus der Energieaufteilung.

35.5 Die makroskopische Falsifikation des Neutrino-Postulats – Die Materiewelle

Die endgültige makroskopische Falsifikation dieses Postulats erfolgt durch die Materiewelle. Da das SM heute $m_\nu > 0$ fordert, unterliegt das Neutrino der universellen De-Broglie-Beziehung

$$\lambda = \frac{h}{p} \tag{312}$$

Jedes bewegte Neutrino ist Träger einer realen Materiewelle, und eine Welle transportiert per Definition Energie.

Der solare Neutrinofluss beträgt $\approx 6 \cdot 10^{14}$ Neutrinos/(m^{2}s). Träfen diese Materiewellen auf die Erde, würden sie ihre Energie in der Atmosphäre und den oberen Schichten der Sonnenseite deponieren. Die

Berechnung der Leistungsdichte ergibt einen permanenten Energieeintrag von $\approx 3{,}16 \cdot 10^{15}$ Watt. Dies würde die Tagseite der Erde zusätzlich erwärmen.

Diese Erwärmung wird nicht gemessen. Die Materiewelle existiert nicht. Also transportiert sie keine Energie. Also hat das postulierte Teilchen keine Masse. Das Neutrino ist ein mathematischer Parameter, kein reales physikalisches Objekt.

35.6 Die EKT-Alternative – Beta-Zerfall als Masse-Radius-Transformation

Die Elementarkörpertheorie (EKT) räumt mit diesem Konglomerat aus Fiktionen und mathematischen Rettungskonstrukten auf. Sie benötigt keine Quarks, keine W-Bosonen und keine Neutrinos.

Das Neutron ist in der EKT ein gebundener Zustand aus einem Proton und einem Elektron, die über die starke Elementarkörperladung q_0 wechselwirken (ein e-q_0-System). Der Beta-Zerfall ist in der EKT kein Teilchenumwandlungsprozess, sondern eine reine Masse-Radius-Transformation, die der fundamentalen Invariante

$$m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c} = F_{\mathrm{EK}} \tag{313}$$

gehorcht.

Beim Zerfall des Neutrons löst sich die q_0-Bindung und das Elektron wird emittiert. Die scheinbar „fehlende" Energie, die das SM dem Neutrino zuschreibt, ist in Wahrheit radiusabhängige Raumenergie.

Die Massendifferenz zwischen Neutron und den Produkten (Proton + Elektron) ist

$$\Delta m = m_n - m_p - m_e \tag{314}$$

Daraus folgt der Lorentzfaktor des Elektrons zu

$$\gamma = \frac{\Delta m}{m_e} + 1 \tag{315}$$

Die kinetische Energie des emittierten Elektrons berechnet sich exakt zu

$$E_{\mathrm{kin}} = (\gamma - 1) m_e c^2 \approx 0{,}782 \text{ MeV} \tag{316}$$

Dies entspricht exakt dem in der Literatur angegebenen Maximalwert, hergeleitet ohne jegliche fiktiven Zerfallsteilchen.

35.7 Das kontinuierliche Spektrum – Raumenergie statt Neutrino

Warum aber ist das gemessene Spektrum kontinuierlich? Das kontinuierliche Spektrum entsteht nicht durch ein fliehendes Neutrino, sondern durch die geometrischen Freiheitsgrade der Masse-Radius-Expansion der Zerfallsprodukte im Moment der Entkopplung. Ein Teil der freiwerdenden Bindungsenergie wird in die kinetische Energie des Elektrons (Translationsenergie) umgewandelt, der andere Teil verbleibt als innere Raumenergie (Radiusvergrößerung) im System.

Standard-Detektoren wie Kalorimeter messen ausschließlich Translationsenergie durch Stoßprozesse. Die in der Geometrie des Raumes, also im Radius der Produkte, gespeicherte Energie ist für diese Detektoren calorisch unsichtbar.

Das SM erfindet ein unsichtbares Teilchen, das Neutrino, um die Unfähigkeit seiner Detektoren und seiner punktförmigen Ontologie zu kaschieren, Raumenergie zu messen. Die EKT zeigt: Die Energie ist nicht weg, sie ist nur in einer Form gespeichert, die sich der rein kalorischen Messung entzieht. Der Energieerhaltungssatz der herrschenden Physik ist unvollständig, da er die radiusgebundene Energie ignoriert.

35.7.1 Epistemologisches Fazit

Der Beta-Zerfall ist damit aus dem Reich der virtuellen Photonen, Quarks und Vakuumpolarisationen befreit; er ist die messbare, energetische Quittung für den physischen Kontakt und die geometrische Neuordnung realer Elementarkörper.

Bemerkung 35.2. *Die EKT zeigt: Die Energie ist nicht weg, sie ist nur in einer Form gespeichert, die sich der rein kalorischen Messung entzieht. Der Energieerhaltungssatz der herrschenden Physik ist unvollständig, da er die radiusgebundene Energie ignoriert. Das Neutrino ist ein mathematischer Parameter, kein reales physikalisches Objekt.*

Anhang: Die phänomenologische Bedeutung der de-Broglie-Materiewelle

A Einleitung

Die De-Broglie-Materiewelle ist ein experimentell gesichertes Faktum der Physik. Ihre Existenz und ihre Wechselwirkungen sind **denkmodellunabhängig**.

Für jedes massive Teilchen gilt die Beziehung

$$\lambda = \frac{h}{p} \tag{317}$$

wobei λ die Materiewellenlänge, h das Plancksche Wirkungsquantum und p der Impuls des Teilchens ist.

Diese Beziehung wurde für eine Vielzahl von Teilchen experimentell bestätigt:

- Elektronen (Davisson-Germer-Experiment, 1927)
- Neutronen (Neutroneninterferometrie, ab 1970)
- Atome (Helium-Interferometrie, ab 1990)
- Moleküle (Fulleren-Interferometrie, 1999)

Die Materiewelle ist eine Eigenschaft der Bewegung, nicht der Teilchenart. Sie unterscheidet nicht zwischen Elektronen, Neutronen, Atomen oder Neutrinos.

B Die Universalität der Materiewelle

Die De-Broglie-Beziehung ist universell. Für jedes massive Teilchen gilt:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv\gamma} \tag{318}$$

mit

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \tag{319}$$

Diese Gleichung macht keinen Unterschied zwischen verschiedenen Teilchenarten. Die Materiewelle hat kein physikalisches "Gedächtnis"darüber, woher das Teilchen stammt oder welchen Wechselwirkungen es unterliegt.

C Experimentelle Bestätigung der Universalität der Materiewelle

Die Universalität der Materiewelle wird durch eine Reihe von unabhängigen Experimenten an unterschiedlichen Teilchenarten belegt, welche die De-Broglie-Beziehung $\lambda = h/p$ experimentell bestätigt haben.

Tabelle 10: Experimentelle Nachweise der Materiewelle

Teilchenart	**Jahr**	**Experiment**
Elektronen	1927	Davisson-Germer-Experiment
Neutronen	ab 1970	Neutroneninterferometrie
Atome	ab 1990	Helium-Interferometrie
Moleküle	1999	Fulleren-Interferometrie

D Erweiterte Belege für die Universalität

Die experimentelle Bestätigung der De-Broglie-Materiewelle beschränkt sich nicht auf die klassischen Teilchenarten. In den letzten Jahrzehnten wurde die Wellennatur für eine breite Palette weiterer Objekte nachgewiesen, wodurch die Universalität dieses Phänomens eindrucksvoll untermauert wird.

D.1 Antimaterie (Positronen)

Im Rahmen des SM: Die QUPLAS-Kollaboration (Quantum interferometry and gravitation with Positrons and LASers) konnte 2019 erstmals die Interferenz einzelner Positronen – der Antiteilchen des Elektrons – nachweisen [QUPLAS, 2019]. Dieses Experiment stellt die erste erfolgreiche Demonstration von Quanteninterferenz mit einem Antimaterie-Teilchen dar und zeigt, dass die Materiewelle auch für Antimaterie ein reales, messbares Phänomen ist [Universität Bern, 2019]. Die Ergebnisse wurden in der Zeitschrift *Science Advances* veröffentlicht und von *Physics World* unter die Top-10-Experimente des Jahres 2019 gewählt [INFN, 2019].

D.2 Der Talbot-Lau-Effekt bei Antimaterie: Eine weitere Bestätigung der Universalität

Die experimentelle Bestätigung der De-Broglie-Materiewelle für Antimaterie durch die QUPLAS-Kollaboration im Jahr 2019 ist ein weiterer Meilenstein in der langen Kette von Nachweisen, die die Universalität der Materiewelle belegen. Sie ist nicht das Fundament der Argumentation – dieses ruht auf der gesamten experimentellen Evidenz seit 1927 –, sondern eine zusätzliche, besonders eindrucksvolle Bestätigung.

Gemäß der universellen De-Broglie-Beziehung $\lambda = h/p$ wird jedem massiven Teilchen, also auch dem Positron, eine Materiewelle zugeordnet. Der Nachweis der Positronen-Interferenz belegt experimentell, dass dieser Dualismus auch für Antimaterie gilt.

Die Wellenlänge ist umgekehrt proportional zum Impuls p des Positrons. In der nicht-relativistischen Näherung gilt:

$$\lambda \approx \frac{h}{\sqrt{2mE_{\text{kin}}}} \tag{320}$$

Für die QUPLAS-0-Experimente wurden beispielsweise Wellenlängen von $2{,}08 \times 10^{-11}$ m (bei ca. 3,5 keV) und $1{,}03 \times 10^{-11}$ m (bei ca. 14 keV) berechnet.

Der Talbot-Lau-Effekt wird speziell deshalb genutzt, weil er im Gegensatz zum klassischen Doppelspalt-Experiment (Fernfeld) auch mit räumlich inkohärenten Quellen und geringem Teilchenfluss funktioniert. Das erste Gitter (G_1) präpariert die notwendige Kohärenz aus einem ungeordneten Strahl heraus, was für Antimaterie-Experimente, bei denen die Teilchenmanipulation extrem komplex ist, die einzige praktikable Lösung darstellt.

Der Beugungswinkel ϕ an einem Gitter hängt direkt von der Wellenlänge ab:

$$\phi = \frac{\lambda_{\text{dB}}}{d} \tag{321}$$

wobei d die Gitterperiode ist. Bei Materiewellen-Interferometern wie dem in der QUPLAS-0-Phase verwendeten Talbot-Lau-Interferometer ist die präzise Kenntnis der Wellenlänge entscheidend für die Ausrichtung der Gitter und die Detektion der Muster.

Der beobachtete Kontrast (Sichtbarkeit) der Interferenzstreifen ist stark von der Energie und damit der Wellenlänge der einfallenden Positronen abhängig. Experimentelle Daten zeigen, dass die Sichtbarkeit bei bestimmten Energiewerten (und entsprechenden Wellenlängen) Maxima erreicht. Die Beobachtung der Energieabhängigkeit des Interferenzmusters beweist eindeutig den quantenmechanischen Ursprung des Phänomens und grenzt es von einem rein klassischen SSchattenwurf"(Moiré-Effekt) ab. Wäre das Interferenzmuster ein rein klassischer Moiré-Effekt, bliebe das Muster bei jeder Energie der Teilchen gleich. Da sich das Muster jedoch mit der Energie (und damit der De-Broglie-Wellenlänge) verändert, ist bewiesen, dass es sich um eine Wellenüberlagerung handelt.

Die Bedeutung dieses Experiments für die Argumentation gegen die Neutrinomasse liegt in der weiteren Schließung einer logischen Lücke: Wenn selbst Antimaterie (Positronen) messbare Welleneigenschaften zeigt, gibt es keinen physikalischen Grund, warum Neutrinos – sofern sie eine Masse besitzen – eine

Ausnahme bilden sollten. Der Talbot-Lau-Effekt nutzt die Welle zur Richtungsänderung der Teilchen; in der Wellenphysik ist dies untrennbar mit dem Transport von Energie verbunden.

Zusammenfassend ist die De-Broglie-Wellenlänge der Parameter, der das Positron in der Interferometrie als Materiewelle charakterisiert und die Skalierung des gesamten experimentellen Aufbaus sowie die Qualität der Messsignale definiert. Das QUPLAS-Experiment ist ein weiterer Mosaikstein in der experimentellen Evidenzkette, die zeigt: Es gibt keine Ausnahme von der Universalität der Materiewelle. Wenn Positronen, Fullerene, Atome, Neutronen und Elektronen alle Materiewellen haben – warum sollten Neutrinos eine Ausnahme sein? Die Antwort lautet: Es gibt keinen physikalischen Grund.

D.3 Makromoleküle

Experimente belegen die Wellennatur für komplexe organische Moleküle wie Phthalocyanin und dessen Derivate mit Massen von bis zu 1298 amu. Die Interferenz wurde sogar bei Molekülen mit bis zu 430 Atomen und einer Masse von 6910 amu beobachtet.

D.4 Atome und Isotope

Neben dem bereits 1990 nachgewiesenen Helium wurde die Interferenz an Natriumatomen (1988) [Phys. Rev. Lett. 61, 1580, 1988] und Argon (1995) [CLEOPR, 1995] sowie an verschiedenen Isotopen bestätigt.

D.5 Protonen

Im Rahmen des SM: Auch bei Protonen wird die Beugung (Fraunhofer-Diffraktion) als Methode zur Bestimmung von Kernradien genutzt, was ihre Wellennatur in hochenergetischen Regimen voraussetzt [arXiv:nucl-th/0405033]. Bei der Streuung schneller Protonen an Atomkernen entstehen Diffraktionsmuster, die zur Bestimmung von Kernradien verwendet werden.

Diese Experimente belegen, dass die Materiewelle keine auf bestimmte Teilchenarten beschränkte Erscheinung ist, sondern eine universelle Eigenschaft der Bewegung darstellt.

E Konsequenz für Neutrinos

Das Standardmodell der Teilchenphysik postuliert, dass Neutrinos eine Ruhemasse besitzen:

$$m_\nu > 0 \tag{322}$$

Aus der Universalität der Materiewelle folgt dann zwingend:

$$\lambda_\nu = \frac{h}{p_\nu} = \frac{h}{m_\nu v_\nu \gamma_\nu} \tag{323}$$

Jedes bewegte Neutrino besitzt, wie jede andere bewegte Masse, demnach eine De-Broglie-Materiewelle. Diese Welle ist real – sie ist nicht weniger real als die Materiewelle eines Elektrons oder Neutrons. Da die Wechselwirkung der Materiewelle der sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit bewegten Neutrinos nicht zeigt, existieren diese nicht! Die denkmodellunabhängige realphysikalisch universell existierende Materiewelle falsifiziert die Neutrinomassen-Existenz(-These)!

Historisches

Die de-Broglie-Materiewelle wurde 1924 als formale Hypothese eingeführt: **Jedem Teilchen wird eine Welle mit der Wellenlänge $\lambda = h/p$ zugeordnet.** Diese Hypothese wurde durch die Beugung von Elektronen an Kristallen experimentell bestätigt und bildete eine Säule der Quantenmechanik.

Aus Standard-Denkmodell Perspektive erweist sich die de-Broglie-Materiewelle als doppelt problematisch:

1. **Was ist diese Welle?** Die Quantenmechanik gibt darauf keine phänomenologische Antwort. Sie wird als „Wahrscheinlichkeitswelle“ bezeichnet – doch Wahrscheinlichkeiten sind keine physikalischen Objekte, sondern epistemische Größen. Eine Wahrscheinlichkeitswelle kann keinen Raum einnehmen, keine Energie übertragen, keine Wechselwirkung vermitteln. Sie ist ein formales Konstrukt, dem keine reale Entsprechung gegenübersteht.

2. **Warum hat sie diese Form?** Die Beziehung $\lambda = h/p$ wird postuliert, nicht abgeleitet. Sie ist eine formale Analogie zum Photon, keine geometrische Notwendigkeit. Es fehlt ein Ableitungszusammenhang, der zeigt, warum der Impuls eines Teilchens mit einer Wellenlänge verknüpft sein muss – und warum diese Verknüpfung genau diese Form hat.

Die Elementarkörpertheorie (EKT) löst beide Probleme, indem sie die de-Broglie-Materiewelle aus einer **einzigen geometrischen Grundrelation** ableitet – der Masse-Radius-Kopplung. Sie gibt der Materiewelle eine phänomenologische Bedeutung, die in der Quantenmechanik grundsätzlich nicht gegeben werden kann.

Die EKT-Herleitung der de-Broglie-Wellenlänge

Das Fundament: Die Masse-Radius-Kopplung

Das Fundament der EKT ist die Masse-Radius-Konstantengleichung:

$$m_0 r_0 = \frac{2h}{\pi c} = F_{\mathrm{EK}} \tag{F1}$$

Diese Gleichung ist kein Postulat, sondern ein **Theorem**, das aus dem Freylingschen Eingriff folgt – der geometrischen Konstruktion der Kugeloberflächendynamik. Sie besagt, dass jeder Elementarkörper einen realen, masse-inhärenten Radius r_0 besitzt. Die Compton-Wellenlänge ist in der EKT keine Definition, sondern die geometrische Konsequenz dieser Kugeloberfläche:

$$\lambda_C = \frac{\pi}{2} r_0 = \frac{h}{m_0 c} \tag{A.1}$$

Die Ableitung der de-Broglie-Beziehung

Die de-Broglie-Wellenlänge eines Teilchens ist in der EKT:

$$\lambda_{\mathrm{deB}} = \frac{h\sqrt{1-(v/c)^2}}{m_0 v} \tag{A.2}$$

Mit der Masse-Radius-Kopplung folgt:

$$\lambda_{\mathrm{deB}} = \frac{h \cdot r_0 \cdot \sqrt{1-(v/c)^2}}{F_{\mathrm{EK}} \cdot v} = \frac{\pi}{2} \cdot r_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{c}{v}\right)^2 - 1} \tag{A.3}$$

Und damit die Beziehung zur Compton-Wellenlänge:

$$\boxed{\lambda_{\mathrm{deB}} = \lambda_C \cdot \sqrt{\left(\frac{c}{v}\right)^2 - 1}} \tag{A.4}$$

Bemerkung E.1. *Diese Gleichung ist kein Postulat. Sie folgt zwingend aus der Geometrie der Kugeloberfläche und der Masse-Radius-Kopplung. Die de-Broglie-Wellenlänge ist damit keine Wahrscheinlichkeitswelle, sondern eine reale geometrische Größe – der Radius der verkörperten kinetischen Energie.*

Die phänomenologische Bedeutung

In der EKT charakterisiert die Compton-Wellenlänge den Elementarkörper selbst – seinen masse-inhärenten Radius r_0. Die de-Broglie-Materiewelle hingegen repräsentiert nicht das Teilchen, sondern die **Verkörperung seiner kinetischen Energie**. Sie ist der Radius, den die kinetische Energie eines bewegten Elementarkörpers im Raum einnimmt.

In der EKT ist die sogenannte Ruhemasse m_0 kein inertialsystemabhängiger Begriff, wie ihn die Spezielle Relativitätstheorie verwendet. Sie bezeichnet den voll ausgebildeten Elementarkörper im Zustand $m(t) = m_0$, $r(t) = r_0$. Die Ruhemasse ist ein Maß für die Oszillationsfrequenz des Elementarkörpers. Radius-kleinere Elementarkörper besitzen eine größere Masse, da diese äquivalent zur inneren Bewegung der oszillierenden Kugeloberfläche ist. Masse ist in der EKT nicht als substanzielle Größe zu verstehen, sondern als Ausdruck innerer Bewegung, die über die reziproke Proportionalität auf den Radius zurückgeführt wird.

Die de-Broglie-Materiewelle erweitert den Raum, der von einem Elementarkörper aufgespannt wird. Sie ist die radialsymmetrische Verkörperung seiner kinetischen Energie – unabhängig von der Richtung seiner Bewegung.

Der Grenzfall $v \to 0$: Die unendliche Reichweite

Ein zentrales Ergebnis der EKT ist der Grenzfall:

$$\lim_{v \to 0} \lambda_{\mathrm{deB}} = \infty \tag{A.5}$$

Ein ruhendes Teilchen hat eine unendliche Wechselwirkungsreichweite – vermittelt durch die minimale kinetische Energie. Das ist kein Widerspruch, sondern eine Aussage über die **Potenzialität** des Teilchens: Es ist bereit, mit jedem anderen Teilchen im Universum zu wechselwirken – vermittelt über diese unendliche „Antenne“ der kinetischen Energie.

Die erkenntnistheoretische Bedeutung

Die Dreierschau: Newton – Einstein – EKT

Schon Isaac Newton hielt die Vorstellung, dass Gravitation durch den leeren Raum wirken könne, für absurd. Er wusste, dass eine Wirkung in die Ferne ohne physischen Vermittler unmöglich ist. Aber er hatte keine Alternative. Er führte den Raum als absoluten Behälter ein – nicht weil er ihn für real hielt, sondern weil er eine Bühne brauchte, auf der die Gravitation stattfinden konnte. Seine Haltung war erkenntnistheoretisch ehrlich: Er sagte, dass Raum und Zeit primär Ordnungsmuster des Verstandes seien – also keine physikalischen Objekte, sondern Formen unserer Anschauung. Aber diese Einsicht hatte keine Konsequenzen für seine Physik. Er rechnete mit dem Raum, als wäre er real, obwohl er wusste, dass er es nicht war.

Einstein löste Newtons Problem, indem er den Raum selbst zum Akteur machte. Die Gravitation wirkt nicht durch den leeren Raum – sie ist die Krümmung des Raumes. Das ist mathematisch genial, aber erkenntnistheoretisch ein Taschenspielertrick. Der Raum, den Newton noch als Ordnungsmuster des Verstandes bezeichnete, wird bei Einstein zum physischen Gegenstand. Aber dieser Gegenstand ist nicht messbar. Die Raumzeit ist kein physikalisches Objekt – sie ist ein mathematisches Konstrukt. Einstein hat das Problem nicht gelöst. Er hat es verschoben: von der Frage „Wie wirkt Gravitation?“ zur Frage „Was ist Raumzeit?“ – und diese Frage nicht beantwortet.

Die EKT kehrt zu Newton zurück – aber sie geht einen Schritt weiter. Sie sagt: Newton hatte recht: Raum und Zeit sind primär Ordnungsmuster des Verstandes. Aber sie sind nicht nur das. Sie sind das Produkt einer realen Transformation – der Verkörperung von Bewegung in Raum. Die EKT nimmt Newton beim Wort und macht seine erkenntnistheoretische Einsicht physikalisch fruchtbar. Raum und Zeit sind keine physikalischen Objekte. Sie sind keine Dinge, die existieren. Aber sie sind nicht willkürlich. Sie sind das Produkt der radialen Entfaltung von Elementarkörpern. Die Gravitation wirkt nicht durch den Raum – sie ist die Überlappung der Radien (Compton + de-Broglie) der beteiligten Körper. Der Raum ist nicht die Ursache der Gravitation. Die Gravitation ist die Ursache des Raumes – oder genauer: die Transformation von Energie in Raum.

Newton *erkannte* das Problem, aber er hatte keine Lösung. Einstein *verdrängte* das Problem, indem er den Raum zum Gegenstand machte. Die EKT *löst* das Problem, indem sie den Raum als Produkt einer realen Transformation versteht.

Die Vermeidung des Kategorienfehlers der Raumzeit

Die ART sagt: Bewegung krümmt den Raum. Die EKT sagt: Bewegung **verkörpert sich als Raum**.

Das ist ein fundamentaler Unterschied, der einen erkenntnistheoretisch sauberen Schnitt ermöglicht. Die ART identifiziert Bewegung und Raum (Raumzeit-Kontinuum). Die EKT unterscheidet zwischen der Bewegung (anisotrop) und ihrer Verkörperung (isotrop). Die EKT sagt nicht, dass der Raum durch Bewegung gekrümmt wird. Sie sagt, dass die Bewegung *einen Raum erzeugt* – aber dieser Raum ist nicht die Bewegung selbst, sondern ihr radialsymmetrisches Produkt. Die EKT vermeidet den Kategorienfehler, Bewegung und Raum zu identifizieren. Sie respektiert die fundamentale Differenz zwischen dem Prozess (Bewegung) und seinem Produkt (Raum).

Die Entkopplung von Richtung und Ausdehnung

In der Standardphysik sind Richtung und Ausdehnung untrennbar miteinander verbunden. Ein Vektor hat eine Länge und eine Richtung. Die EKT entkoppelt beides: Die Richtung ist die Bewegung (anisotrop). Die Ausdehnung (der Radius) ist die Verkörperung (isotrop). Das bedeutet: Die räumliche Ausdehnung eines Teilchens hängt nicht von seiner Bewegungsrichtung ab. Ein Elektron, das nach rechts fliegt, hat denselben de-Broglie-Radius wie ein Elektron, das nach links fliegt. Die Richtung ist für den Raum irrelevant. Die EKT befreit den Raum von der Bewegung. Der Raum wird nicht durch die Richtung der Bewegung determiniert. Er ist eine eigenständige, isotrope Größe – der Radius der verkörperten Energie.

Die Unabhängigkeit des Raumes vom Beobachter

Einstein sagte: Raum und Zeit hängen vom Beobachter ab. Die EKT sagt: Der Raum (die Verkörperung) hängt nicht vom Beobachter ab – nur die Bewegung (der Impuls) ist beobachterabhängig. Das ist ein großer erkenntnistheoretischer Fortschritt. Die de-Broglie-Wellenlänge ist eine invariante Größe im Sinne der EKT. Sie ist der Radius der kinetischen Energie – und dieser Radius ist für jeden Beobachter gleich, weil er eine Eigenschaft des Teilchens ist, nicht der Beziehung zwischen Teilchen und Beobachter. Die Relativität betrifft nur die Wahrnehmung der Bewegung, nicht die Realität des Raumes. Die EKT stellt die Objektivität des Raumes wieder her. Der Raum ist nicht ein Produkt der Beobachterperspektive, sondern eine reale Eigenschaft des Teilchens.

Die Erklärung der Wechselwirkung

Die ART hat das Problem der instantanen Fernwirkung nicht gelöst – sie hat es durch das Postulat der Raumzeit verdeckt. Die EKT löst es durch die Überlappung von Radien. Zwei Teilchen wechselwirken nicht über den leeren Raum. Ihre Felder (Compton + de-Broglie) überlappen sich – und diese Überlappung ist die Wechselwirkung. Die Distanz ist nicht das Hindernis, sondern das Maß der Überlappung. Die EKT bietet eine kausale, anschauliche Erklärung der Wechselwirkung ohne Metaphysik. Die Überlappung von Radien ist ein realer, geometrischer Prozess – keine formale Abstraktion.

Die Lösung des scheinbaren Widerspruchs: Anisotrope Bewegung – isotroper Raum

An dieser Stelle wird das Denkmodell wirklich interessant und schwierig. Der scheinbare Widerspruch lautet: Die de-Broglie-Materiewelle ist Ausdruck der kinetischen Energie. Kinetische Energie ist anisotrop – sie hat eine Richtung (die Bewegungsrichtung). Wie kann dann der Raum, der durch diese Energie aufgespannt wird, isotrop sein? Die Antwort der EKT auf dieses Dilemma ist ebenso einfach wie tiefgründig: Bewegung ist anisotrop, aber die Verkörperung der Bewegung ist isotrop.

Die Bewegung selbst ist anisotrop. Ein Photon bewegt sich in eine Richtung. Ein Elektron hat einen Impulsvektor. Die kinetische Energie hat eine Richtung. Das ist unbestritten. Ein bewegtes Teilchen zeigt in eine Richtung.

Die Verkörperung dieser Bewegung ist jedoch isotrop. Hier kommt der Freylingsche Eingriff ins Spiel. Die Kugeloberfläche, die den Elementarkörper bildet, entsteht durch isotrope Lichtausbreitung. Das Photon ist zwar ein gerichteter Zustand (es bewegt sich in eine Richtung), aber der Prozess seiner Verkörperung – die Transformation von reiner Bewegung in masse-radius-gekoppelte Energie – ist radialsymmetrisch. Die EKT sagt: Die Kugeloberfläche entwickelt sich radialsymmetrisch mit $v = dr/dt$ isotrop. Die Bewegung ist anisotrop. Aber die Verkörperung der Bewegung ist isotrop. Die EKT löst den scheinbaren Widerspruch durch eine klare phänomenologische Unterscheidung. Der Raum ist nicht die Bewegung selbst – er ist ihr radialsymmetrisches Produkt. Die Richtung der Bewegung ist für den Raum irrelevant.

Die epistemische Bedeutung

In der Quantenmechanik ist die de-Broglie-Wellenlänge eine beobachterabhängige Größe – sie hängt vom Bezugssystem ab (über den Impuls p). In der EKT hingegen ist sie eine objektive Eigenschaft des Teilchens. Sie ist der reale Radius der kinetischen Energie. Sie ist für jeden Beobachter gleich, weil sie eine Eigenschaft des Teilchens ist, nicht der Beziehung zwischen Teilchen und Beobachter. Das ist ein fundamentaler Unterschied: Die EKT fragt nicht, was der Beobachter sieht, sondern was das Teilchen ist. Die EKT stellt die Ontologie vor die Epistemologie. Sie fragt zuerst nach dem Sein, dann nach dem Wissen. Die Quantenmechanik tut das Gegenteil – und verfällt damit in den Kategorienfehler, das Wissen mit dem Sein zu verwechseln.

Was es für das Denkmodell bedeutet

Die EKT ist erkenntnistheoretisch so stark, weil sie die Physik von der Mathematik befreit – sie erklärt, was Mathematik bedeutet, statt sie nur zu verwenden. Sie respektiert die Trennung von Subjekt und Objekt – sie fragt nicht, was der Beobachter sieht, sondern was das Teilchen ist. Sie stellt die Einheit von Mikro- und Makrokosmos her – dieselbe Geometrie (Kugeloberfläche, Radius, Überlappung) gilt für das Elektron und für das Universum. Sie stellt die Phänomenologie vor die Formalisierung – sie fragt zuerst: „Was ist real?“ und dann: „Wie beschreiben wir es?“

Die Bestätigung durch Streuquerschnitte

Die EKT wird durch die Tatsache bestätigt, dass der klassische Radius

$$r_{\mathrm{kl}} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_0 c^2} = \frac{\alpha}{4} r_0 \tag{A.6}$$

in sämtlichen etablierten Streuformeln auftritt – Thomson-Streuung, Møller-Streuung, Bethe-Bloch-Sternheimer-Gleichung, Photoelektrischer Effekt, Paarbildung, Compton-Streuung (Klein-Nishina), Kramers-Heisenberg-Formel. Das ist ein direkter Beleg dafür, dass der masse-inhärente Radius r_0 real ist – und damit auch die de-Broglie-Materiewelle als dessen kinetische Erweiterung.

Fazit: Ein vollständiger Paradigmenwechsel

Die EKT ersetzt abstrakte Raumzeit durch konkrete Kugeloberflächen, Beobachterabhängigkeit durch objektive Radien, Mathematik als Fundament durch Geometrie als Fundament, und Wahrscheinlichkeit durch Realität. Die de-Broglie-Materiewelle ist in diesem Bild der unsichtbare Hof des Teilchens – der Teil seiner Realität, der die unendliche Reichweite seiner Wechselwirkung ermöglicht. Sie ist nicht mysteriös, sondern konsequent: Wenn kinetische Energie real ist, dann muss sie realen Raum einnehmen – und das tut sie über die de-Broglie-Wellenlänge.

Die EKT ist nicht eine neue Theorie. Sie ist die phänomenologische Vollendung dessen, was Newton bereits erkannt hatte: Raum und Zeit sind primär Ordnungsmuster des Verstandes. Um aus diesen Ordnungsmustern Physik zu erhalten, bedarf es zwingend einer phänomenologischen Betrachtung und Erklärung. Die EKT liefert diese Erklärung. Sie zeigt, wie der Raum aus der Bewegung entsteht.

F Der Casimir-Effekt in der EKT

Einleitung: Der Casimir-Effekt – vom Vakuum zur Geometrie

Die Casimir-Kraft – benannt nach dem niederländischen Physiker Hendrik Casimir, der sie 1948 theoretisch vorhersagte – ist ein Phänomen, das auf den ersten Blick wie ein Wunder der Quantenfeldtheorie erscheint: Zwei ungeladene, metallische Platten im Vakuum ziehen sich an, obwohl zwischen ihnen keine klassische Kraft wirkt. In der etablierten Physik wird dieser Effekt als Folge der **Nullpunktsschwingungen des elektromagnetischen Feldes** gedeutet: Zwischen den Platten können nur solche Wellen existieren, deren Wellenlänge in den Spalt passt; außerhalb sind alle Moden erlaubt. Die resultierende Energiedifferenz erzeugt eine anziehende Kraft, deren Betrag Casimir zu

$$\frac{F}{A} = \frac{\pi^2 \hbar c}{240\, d^4}$$

berechnete – ein Ergebnis, das später mit bemerkenswerter Präzision experimentell bestätigt wurde.

Doch diese Deutung ist untrennbar mit den Konzepten der Quantenelektrodynamik verbunden: **virtuelle Photonen, Vakuumfluktuationen und eine unendliche Nullpunktsenergie**, die erst durch aufwendige Regularisierung und Renormierung in den Griff zu bekommen ist. Die Frage, ob der Casimir-Effekt tatsächlich ein Beweis für ein „brodelndes Quantenvakuum“ ist oder ob es eine physikalisch anschaulichere, geometrische Erklärung gibt, wird in der Fachwelt erstaunlich selten gestellt – und wenn, dann meist mit dem Verweis auf den überwältigenden Erfolg der QED abgetan.

Die Elementarkörpertheorie (EKT) stellt diese Frage neu – und beantwortet sie radikal anders. **Ohne virtuelle Teilchen, ohne Vakuumfluktuationen, ohne Renormierung.** Stattdessen geht sie von einem einzigen, phänomenologisch begründeten Prinzip aus: Raum ist kein leerer Behälter, sondern das Produkt einer realen energetischen Transformation. Die fundamentale Masse-Radius-Kopplung

$$E(r) = \frac{F_{\mathrm{EK}} c^2}{r}, \qquad F_{\mathrm{EK}} = \frac{4\hbar}{c},$$

besagt, dass jeder energetische Zustand eine reale räumliche Ausdehnung besitzt. Eine radiale Raumenergie-Hülle mit Radius r ist nicht abstrakt – sie ist eine physikalische Verkörperung, die sich im freien Raum ungehindert entfalten kann.

Zwei parallele Platten im Abstand d wirken in diesem Bild nicht als „Spiegel für Vakuumwellen“, sondern als **harte geometrische Schranken** für diese radiale Entfaltung. Zwischen ihnen kann sich eine Raumenergie-Hülle nur dann vollständig ausbilden, wenn ihr Durchmesser kleiner oder gleich d ist. Andernfalls wird sie zu einer Kugelkalotte beschnitten – und damit wird ein Teil ihrer Energie geometrisch unterdrückt. Das daraus resultierende **Raumenergie-Defizit** zwischen Innen- und Außenraum erzeugt die Casimir-Kraft – nicht als Fluktuation des Nichts, sondern als **Druck eines energetischen Gefälles**, das durch die Geometrie der Platten erzwungen wird.

Die mathematische Auswertung dieser geometrischen Einschränkung führt auf eine Differenz zwischen einem **diskreten Spektrum** (innerhalb des Spalts, wo die Normalenkomponente der Wellenzahl quantisiert ist: $k_z = n\pi/d$) und einem **kontinuierlichen Spektrum** (im unbegrenzten Außenraum). Diese Differenz lässt sich mit der **Euler-Maclaurin-Formel** berechnen – einem mathematischen Werkzeug aus dem 18. Jahrhundert, das von Leonhard Euler und Colin Maclaurin unabhängig voneinander entwickelt wurde, um Summen durch Integrale zu approximieren und umgekehrt. Die Formel ist neutral; sie ist keine „QED-Methode“, sondern ein rein analytisches Hilfsmittel, das in der EKT genau denselben Zweck erfüllt wie in der klassischen Analysis: die endliche Differenz zwischen einer diskreten Summe und einem kontinuierlichen Integral zu bestimmen. Ihr Einsatz in der vorliegenden Herleitung ist damit kein methodischer Import aus der Quantenfeldtheorie, sondern die Anwendung einer allgemeinen mathematischen Identität auf eine physikalische Größe, die aus der EKT-Ontologie folgt.

Die folgende Darstellung führt Schritt für Schritt durch diese rein geometrisch-energetische Herleitung des Casimir-Effekts – **ohne Vakuumfluktuationen, ohne virtuelle Teilchen, ohne Renormierung, aber mit exakt demselben numerischen Ergebnis**, das Casimir 1948 aus der QED gewann. Sie zeigt, dass der Casimir-Effekt nicht das „Beweisstück“ für ein mysteriöses Quantenvakuum ist, sondern der empirische Beleg für eine viel einfachere, anschaulichere Wahrheit: **Raum ist real, Energie ist räumlich verkörpert, und geometrische Begrenzung erzeugt mechanischen Druck.**

F.1 Ausgangspunkt

Die fundamentale EKT-Beziehung lautet:

$$E_R(r) = \frac{F_{\mathrm{EK}} c^2}{r}$$

mit

$$F_{\mathrm{EK}} = \frac{4\hbar}{c}.$$

Damit folgt:

$$E_R(r) = \frac{4\hbar c}{r}.$$

Also:

$$\boxed{E_R(r) \propto \frac{1}{r}}$$

Der Raum ist in diesem Bild keine leere Bühne. Die räumliche Ausdehnung selbst ist eine energetische Verkörperung.

F.2 Übergang von Radius zu Wellenzahl

Es gilt:

$$r(k) = \frac{2\pi}{k}.$$

Setzen wir dies in

$$E_R(r) = \frac{4\hbar c}{r}$$

ein, erhalten wir:

$$E_R(k) = \frac{4\hbar c}{2\pi/k}.$$

Das ist:

$$E_R(k) = 4\hbar c \cdot \frac{k}{2\pi}.$$

Damit:

$$\boxed{E_R(k) = \frac{2}{\pi}\hbar c k}$$

Das ist die vollständige isotrope radiale Raumenergie.

F.3 Projektion der Kugelenergie auf die Plattenebene

Die Platten definieren eine Ebene.

Für eine radiale Richtung mit Winkel θ zur Plattennormalen ist der Projektionsanteil auf die Ebene:

$$|\sin\theta|.$$

Der Mittelwert über die gesamte Kugel lautet:

$$\langle|\sin\theta|\rangle = \frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi} \sin^2\theta\, d\theta.$$

Es gilt:

$$\int_0^{2\pi} d\varphi = 2\pi$$

und

$$\int_0^{\pi} \sin^2\theta\, d\theta = \frac{\pi}{2}.$$

Damit:

$$\langle|\sin\theta|\rangle = \frac{1}{4\pi}\cdot 2\pi \cdot \frac{\pi}{2}.$$

Also:

$$\boxed{\langle|\sin\theta|\rangle = \frac{\pi}{4}}$$

Die für die Platten wirksame Energie ist daher:

$$E_C(k) = \frac{\pi}{4} E_R(k).$$

Mit

$$E_R(k) = \frac{2}{\pi}\hbar c k$$

folgt:

$$E_C(k) = \frac{\pi}{4}\cdot\frac{2}{\pi}\hbar c k.$$

Die π-Faktoren kürzen sich:

$$E_C(k) = \frac{2}{4}\hbar c k.$$

Damit:

$$\boxed{E_C(k) = \frac{1}{2}\hbar c k}$$

und wegen

$$\omega = ck$$

auch:

$$\boxed{E_C = \frac{1}{2}\hbar\omega}$$

Der Faktor 1/2 wird hier also nicht als Nullpunktsenergie vorausgesetzt, sondern entsteht aus:

$$\boxed{\frac{2}{\pi} \cdot \frac{\pi}{4} = \frac{1}{2}}$$

F.4 Begrenzung zwischen zwei parallelen Platten

Der Abstand der Platten sei:

$$d.$$

In Normalenrichtung kann sich eine räumliche Struktur nur dann geometrisch geschlossen ausbilden, wenn gilt:

$$d = n\frac{\lambda_z}{2}.$$

Also:

$$\lambda_z = \frac{2d}{n}.$$

Mit

$$k_z = \frac{2\pi}{\lambda_z}$$

folgt:

$$k_z = \frac{2\pi}{2d/n}.$$

Damit:

$$\boxed{k_z = \frac{n\pi}{d}}$$

für

$$n = 1, 2, 3, \ldots$$

Parallel zu den Platten bleibt die räumliche Entwicklung kontinuierlich.
Wir schreiben:

$$k_\parallel^2 = k_x^2 + k_y^2.$$

Damit lautet der Gesamtbetrag:

$$\boxed{k = \sqrt{k_\parallel^2 + \left(\frac{n\pi}{d}\right)^2}}$$

F.5 Energiebeitrag pro Fläche

Für eine Tangentialkomponente gilt:

$$E_C(k) = \frac{1}{2}\hbar c k.$$

Der Energiebeitrag pro Fläche für einen festen Wert n lautet deshalb:

$$f(n) = \int \frac{d^2k_\parallel}{(2\pi)^2}\frac{1}{2}\hbar c\sqrt{k_\parallel^2 + \left(\frac{n\pi}{d}\right)^2}.$$

Mit Polarkoordinaten:

$$k_\parallel = \rho$$

und

$$d^2k_\parallel = 2\pi\rho\, d\rho.$$

Damit:

$$f(n) = \frac{\hbar c}{4\pi}\int_0^{\rho_{\max}} \rho\sqrt{\rho^2 + \left(\frac{n\pi}{d}\right)^2}\, d\rho.$$

Das Integral ist:

$$\int \rho\sqrt{\rho^2 + a^2}\, d\rho = \frac{1}{3}(\rho^2 + a^2)^{3/2}.$$

Daher:

$$f(n) = \frac{\hbar c}{12\pi}\left[\left(\rho_{\max}^2 + \frac{n^2\pi^2}{d^2}\right)^{3/2} - \left(\frac{n^2\pi^2}{d^2}\right)^{3/2}\right].$$

Nun setzen wir:

$$\rho_{\max} = \frac{\pi b}{d}.$$

Dann:

$$\rho_{\max}^2 + \frac{n^2\pi^2}{d^2} = \frac{\pi^2}{d^2}(b^2 + n^2).$$

Somit:

$$\left(\rho_{\max}^2 + \frac{n^2\pi^2}{d^2}\right)^{3/2} = \frac{\pi^3}{d^3}(b^2 + n^2)^{3/2}.$$

Außerdem:

$$\left(\frac{n^2\pi^2}{d^2}\right)^{3/2} = \frac{\pi^3}{d^3}n^3.$$

Daraus folgt:

$$\boxed{f(n) = \frac{\pi^2\hbar c}{12d^3}\left[(n^2 + b^2)^{3/2} - n^3\right]}$$

F.6 Innenraum gegen Außenraum

Zwischen den Platten gilt die diskrete Bedingung:

$$k_z = \frac{n\pi}{d}.$$

Die Energie des Innenraums wird deshalb durch die Summe beschrieben:

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n).$$

Im unbegrenzten Außenraum gibt es keine entsprechende Begrenzung in Normalenrichtung.
Dort ist die entsprechende Struktur kontinuierlich:

$$\int_0^{\infty} f(x)\,dx.$$

Die relevante Energiedifferenz lautet damit:

$$\boxed{\Delta\sigma_1(d) = \sum_{n=1}^{\infty} f(n) - \int_0^{\infty} f(x)\,dx}$$

F.7 Euler-Maclaurin

Die Euler-Maclaurin-Formel liefert:

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) - \int_0^{\infty} f(x)\,dx = -\frac{1}{2}f(0) - \frac{1}{12}f'(0) + \frac{1}{720}f'''(0) - \dots$$

Nun betrachten wir:

$$f(x) = \frac{\pi^2\hbar c}{12d^3}\left[(x^2+b^2)^{3/2} - x^3\right].$$

Der Ausdruck

$$(x^2+b^2)^{3/2}$$

ist gerade in x.
Deshalb verschwinden seine ungeraden Ableitungen bei:

$$x = 0.$$

Damit gilt:

$$f'(0) = 0.$$

Für die dritte Ableitung bleibt der Term:

$$-x^3.$$

Es gilt:

$$\frac{d}{dx}(-x^3) = -3x^2$$

$$\frac{d^2}{dx^2}(-x^3) = -6x$$

und:

$$\frac{d^3}{dx^3}(-x^3) = -6.$$

Somit:

$$f'''(0) = \frac{\pi^2 \hbar c}{12 d^3}(-6).$$

Also:

$$\boxed{f'''(0) = -\frac{\pi^2 \hbar c}{2 d^3}}$$

Der abstandsabhängige Euler-Maclaurin-Beitrag lautet damit:

$$\Delta\sigma_1(d) = \frac{1}{720} f'''(0).$$

Einsetzen ergibt:

$$\Delta\sigma_1(d) = \frac{1}{720}\left(-\frac{\pi^2 \hbar c}{2 d^3}\right).$$

Damit:

$$\boxed{\Delta\sigma_1(d) = -\frac{\pi^2 \hbar c}{1440 d^3}}$$

F.8 Zwei Tangentialrichtungen

Die Platte besitzt zwei unabhängige Tangentialrichtungen.

Daher:

$$\boxed{g = 2}$$

und somit:

$$\Delta\sigma_E(d) = 2\,\Delta\sigma_1(d).$$

Also:

$$\Delta\sigma_E(d) = 2\left(-\frac{\pi^2 \hbar c}{1440 d^3}\right).$$

Damit:

$$\boxed{\Delta\sigma_E(d) = -\frac{\pi^2 \hbar c}{720 d^3}}$$

F.9 Casimir-Kraft

Die Kraft pro Fläche ergibt sich aus:

$$\frac{F}{A} = -\frac{d}{dd}\Delta\sigma_E(d).$$

Mit:

$$\Delta\sigma_E(d) = -\frac{\pi^2\hbar c}{720}d^{-3}$$

folgt:

$$\frac{d}{dd}\Delta\sigma_E = -\frac{\pi^2\hbar c}{720}(-3)d^{-4}.$$

Also:

$$\frac{F}{A} = -\frac{3\pi^2\hbar c}{720d^4}.$$

Da:

$$\frac{3}{720} = \frac{1}{240}$$

ergibt sich:

$$\boxed{\frac{F}{A} = -\frac{\pi^2\hbar c}{240d^4}}$$

und für den Betrag:

$$\boxed{\frac{|F|}{A} = \frac{\pi^2\hbar c}{240d^4}}$$

G Der Tunneleffekt in der EKT

Geometrische Überlagerung realer raumenergetischer Verkörperungen

G.1 Einleitung: Vom Wahrscheinlichkeitsbild zur realen Raumgeometrie

Der Tunneleffekt gehört zu den bekanntesten Phänomenen der Quantenmechanik. In der üblichen Beschreibung wird ein Teilchen durch eine Wellenfunktion dargestellt, deren Amplitude in einem klassisch verbotenen Bereich exponentiell abnimmt. Obwohl die Teilchenenergie E kleiner als die Barrierenhöhe V_0 ist, bleibt jenseits der Barriere eine endliche Transmissionswahrscheinlichkeit bestehen.

Die Elementarkörpertheorie (EKT) deutet diesen Vorgang ontologisch anders. Ein Elementarkörper ist kein punktförmiges Objekt, das sich mit einer abstrakten Wahrscheinlichkeitsamplitude durch einen verbotenen Bereich bewegt. Er besitzt vielmehr eine reale räumliche Ausdehnung. Seine massegebundene Struktur, seine kinetische Verkörperung und die energetische Struktur der Barriere besitzen jeweils reale Längenskalen.

Der Tunneleffekt wird damit zu einem **geometrischen Überlagerungsproblem**: Eine ausgedehnte raumenergetische Struktur trifft auf einen räumlich-energetisch anders entwickelten Bereich. Entscheidend ist nicht die Frage, wie ein Punkt „durch“ eine klassisch unüberwindbare Barriere gelangt, sondern wie weit die reale Raumenergie-Verkörperung des Elementarkörpers in die Barrierenstruktur hineinreicht und mit ihr überlappt.

Methodischer Ausgangspunkt: Die folgende Herleitung beginnt nicht mit der stationären Schrödinger-Gleichung und nicht mit einer vorgegebenen Abklingkonstante. Ausgangspunkt sind ausschließlich die EKT-Masse-Radius-Kopplung, die EKT-Energie-Radius-Kopplung sowie eine phänomenologisch begründete geometrische Kopplungsregel für zwei reale Radien.

G.2 Ontologischer Ausgangspunkt

Die EKT beschreibt jeden energetischen Zustand als reale räumliche Verkörperung. Die fundamentale Masse-Radius-Kopplung lautet:

$$m\, r_0 = F_{\mathrm{EK}}.$$

Für die Elementarkörper-Konstante gilt:

$$F_{\mathrm{EK}} = \frac{2h}{\pi c} = \frac{4\hbar}{c}.$$

Damit besitzt ein Körper der Masse m den masseinhärenten Radius:

$$\boxed{r_0 = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m}}$$

Dieser Radius ist keine willkürliche geometrische Hilfsgröße, sondern die unmittelbar aus der EKT-Grundrelation folgende räumliche Skala des massetragenden Elementarkörpers.

G.3 Die reale Teilchenskala r_0

Aus

$$m\, r_0 = F_{\mathrm{EK}}$$

folgt:

$$m = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{r_0}.$$

Mit

$$F_{\mathrm{EK}} = \frac{4\hbar}{c}$$

ergibt sich:

$$\boxed{m = \frac{4\hbar}{c\, r_0}}$$

Damit ist die Masse selbst reziprok an eine reale räumliche Skala gekoppelt:

$$m \propto \frac{1}{r_0}.$$

Je größer die Masse, desto kleiner die masseinhärente räumliche Ausdehnung.

G.4 Die reale Barrieren-Skala r_B

Eine Barriere wird in der EKT nicht nur als abstraktes Potential V_0 behandelt. Relevant ist die Energiedifferenz zwischen Barriere und Teilchenenergie:

$$\Delta E_B = V_0 - E.$$

Auch diese Energie besitzt gemäß der EKT-Energie-Radius-Kopplung eine reale räumliche Skala:

$$\Delta E_B = \frac{F_{\mathrm{EK}} c^2}{r_B}.$$

Daraus folgt:

$$\boxed{r_B = \frac{F_{\mathrm{EK}} c^2}{\Delta E_B}}$$

und mit

$$F_{\mathrm{EK}} = \frac{4\hbar}{c}$$

erhält man:

$$\boxed{r_B = \frac{4\hbar c}{\Delta E_B}}$$

Die Barrierenhöhe wird damit in eine geometrische Größe übersetzt. Eine große Energiedifferenz bedeutet einen kleinen Barrierenradius:

$$\Delta E_B \uparrow \quad \Longrightarrow \quad r_B \downarrow .$$

G.5 Allgemeine Form der EKT-Abklinglänge

Für das Tunnelproblem liegen damit zwei reale Längenskalen vor:

$$r_0 \qquad \text{und} \qquad r_B.$$

Gesucht ist eine dritte Länge, die die Reichweite ihrer gegenseitigen Überlagerung beschreibt:

$$\ell_{\mathrm{EKT}}.$$

Bevor irgendein numerischer Faktor festgelegt wird, kann die allgemeinste symmetrische Form geschrieben werden als:

$$\boxed{\ell_{\mathrm{EKT}} = C\sqrt{r_0 r_B}}$$

wobei C eine dimensionslose geometrische Normierungskonstante ist.

Wichtig: Diese Form trennt zwei Fragen sauber voneinander. Das geometrische Mittel $\sqrt{r_0 r_B}$ bestimmt die skalenabhängige Struktur der Wechselwirkung. Die dimensionslose Konstante C bestimmt ausschließlich deren EKT-spezifische geometrische Normierung.

G.6 Warum das geometrische Mittel phänomenologisch naheliegt

Rein phänomenologisch besitzt das geometrische Mittel mehrere Eigenschaften, die es gegenüber einer additiven oder einseitigen Kombination der Radien auszeichnen.

G.6.1 Symmetrie der beiden Skalen

Die Wechselwirkung wird von zwei realen räumlichen Größen bestimmt. Keine der beiden Skalen soll formal bevorzugt werden. Das Produkt

$$r_0 r_B$$

ist unter dem Austausch

$$r_0 \leftrightarrow r_B$$

unverändert. Damit ist auch

$$\sqrt{r_0 r_B}$$

eine symmetrische Übergangsskala.

G.6.2 Dimensionsrichtigkeit

Da beide Größen Längen sind,

$$[r_0] = [r_B] = L,$$

gilt:

$$[r_0 r_B] = L^2.$$

Damit besitzt

$$\sqrt{r_0 r_B}$$

wieder exakt die Dimension einer Länge:

$$\boxed{[\sqrt{r_0 r_B}] = L.}$$

G.6.3 Warum eine additive Kopplung unplausibel wäre

Eine alternative Form wie

$$\ell \propto r_0 + r_B$$

würde im Grenzfall einer sehr hohen Barriere zu einem problematischen Verhalten führen. Für

$$\Delta E_B \to \infty$$

gilt:

$$r_B \to 0.$$

Dann würde eine additive Regel liefern:

$$\ell \to r_0.$$

Die Eindringlänge bliebe also selbst bei einer beliebig hohen Barriere endlich. Dies wäre phänomenologisch unplausibel.

Beim geometrischen Mittel dagegen gilt:

$$r_B \to 0 \qquad \Longrightarrow \qquad \sqrt{r_0 r_B} \to 0.$$

Damit verschwindet die Eindringtiefe bei einer unendlich hohen Barriere:

$$\boxed{\Delta E_B \to \infty \qquad \Longrightarrow \qquad \ell_{\mathrm{EKT}} \to 0.}$$

G.7 Grenzfallprüfung

G.7.1 Verschwindende Barriere

Wenn die Barriere energetisch verschwindet,

$$\Delta E_B \to 0,$$

dann gilt:

$$r_B = \frac{F_{\mathrm{EK}} c^2}{\Delta E_B} \to \infty.$$

Daher folgt:

$$\boxed{\ell_{\mathrm{EKT}} \to \infty.}$$

Die exponentielle Unterdrückung verschwindet damit vollständig.

G.7.2 Sehr hohe Barriere

Für

$$\Delta E_B \to \infty$$

folgt:

$$r_B \to 0$$

und daher:

$$\boxed{\ell_{\mathrm{EKT}} \to 0.}$$

G.7.3 Zunehmende Masse

Da

$$r_0 = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m},$$

gilt:

$$m \uparrow \qquad \Longrightarrow \qquad r_0 \downarrow .$$

Damit folgt aus der allgemeinen Form

$$\ell_{\mathrm{EKT}} = C\sqrt{r_0 r_B}$$

automatisch:

$$\boxed{m \uparrow \qquad \Longrightarrow \qquad \ell_{\mathrm{EKT}} \downarrow .}$$

Die phänomenologisch richtige Tendenz ergibt sich damit bereits vor Festlegung des numerischen Faktors C.

G.8 Kontakt-Normierung $G_{\mathrm{Kontakt}} = 8$

Der Freylingsche Eingriff führt innerhalb der EKT zur Beziehung zwischen linearer Radiusentwicklung und der zugehörigen Wirkungs- beziehungsweise Bogenlängenskala:

$$r_0 = \frac{2}{\pi}\lambda_C.$$

Der Faktor

$$\frac{2}{\pi}$$

ist damit ein bereits vorhandenes EKT-Verhältnis zwischen radialer Ausdehnung und der zugehörigen geometrischen Wirkung.

Für den Kontakt zweier radialsymmetrischer Strukturen wird die vollständige euklidische Raumwinkelgröße

$$4\pi$$

mit diesem EKT-Wirkungsverhältnis normiert:

$$G_{\mathrm{Kontakt}} = 4\pi \cdot \frac{2}{\pi}.$$

Damit folgt:

$$\boxed{G_{\mathrm{Kontakt}} = 8.}$$

Die Zahl 8 beschreibt innerhalb dieses phänomenologischen EKT-Bildes die normierte radialsymmetrische Kontaktgeometrie zweier realer räumlicher Verkörperungen.

G.9 Materie-Normierung $G_{\text{Materie}} = 4$

Die fundamentale Elementarkörper-Konstante lautet:

$$F_{\text{EK}} = \frac{2h}{\pi c}.$$

Mit

$$h = 2\pi\hbar$$

folgt:

$$F_{\text{EK}} = \frac{2(2\pi\hbar)}{\pi c}.$$

Damit:

$$\boxed{F_{\text{EK}} = \frac{4\hbar}{c}.}$$

Die Zahl 4 ist somit keine speziell für den Tunneleffekt eingeführte Größe, sondern Bestandteil der fundamentalen EKT-Normierung:

$$\boxed{G_{\text{Materie}} = 4.}$$

G.10 Synthese zur EKT-Abklinglänge

Beim Tunnelvorgang treten zwei Bedingungen gleichzeitig auf:

- eine materielle Verkörperung mit der EKT-Normierung 4,
- eine radialsymmetrische Kontaktgeometrie mit der Normierung 8.

Da beide Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein müssen, werden die dimensionslosen Normierungen multiplikativ gekoppelt:

$$G_{\text{Gesamt}} = G_{\text{Materie}} G_{\text{Kontakt}}.$$

Damit:

$$G_{\text{Gesamt}} = 4 \cdot 8 = 32.$$

Die allgemeine phänomenologische Form

$$\ell_{\text{EKT}} = C\sqrt{r_0 r_B}$$

erhält damit die EKT-spezifische Normierung:

$$C = \frac{1}{\sqrt{G_{\text{Gesamt}}}} = \frac{1}{\sqrt{32}}.$$

Daraus folgt:

$$\boxed{\ell_{\text{EKT}} = \sqrt{\frac{r_0 r_B}{32}}}$$

äquivalent:

$$\boxed{32\,\ell_{\text{EKT}}^2 = r_0 r_B.}$$

Phänomenologischer Status: Das geometrische Mittel ist keine aus einem tieferen Standardformalismus erzwungene mathematische Notwendigkeit. Es ist eine minimalistische EKT-Kopplungsregel, die durch Symmetrie, Dimensionsrichtigkeit, die richtigen Grenzfälle und die bereits vorhandenen EKT-Normierungen 4 und 8 begründet ist. Entscheidend ist, dass die Schrödinger-Abklingkonstante bei dieser Festlegung nicht als Ausgangspunkt verwendet wird.

G.11 Rückführung auf m und ΔE_B

Nun werden die beiden EKT-Radien eingesetzt:

$$r_0 = \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m}$$

und

$$r_B = \frac{F_{\mathrm{EK}} c^2}{\Delta E_B}.$$

Damit:

$$\ell_{\mathrm{EKT}}^2 = \frac{1}{32} \frac{F_{\mathrm{EK}}}{m} \frac{F_{\mathrm{EK}} c^2}{\Delta E_B}.$$

Also:

$$\ell_{\mathrm{EKT}}^2 = \frac{F_{\mathrm{EK}}^2 c^2}{32 m \Delta E_B}.$$

Mit

$$F_{\mathrm{EK}} = \frac{4\hbar}{c}$$

gilt:

$$F_{\mathrm{EK}}^2 c^2 = \left(\frac{4\hbar}{c}\right)^2 c^2 = 16\hbar^2.$$

Damit:

$$\ell_{\mathrm{EKT}}^2 = \frac{16\hbar^2}{32 m \Delta E_B}.$$

Kürzen liefert:

$$\ell_{\mathrm{EKT}}^2 = \frac{\hbar^2}{2 m \Delta E_B}.$$

Somit:

$$\boxed{\ell_{\mathrm{EKT}} = \frac{\hbar}{\sqrt{2 m \Delta E_B}}}$$

und mit

$$\Delta E_B = V_0 - E$$

folgt:

$$\boxed{\ell_{\mathrm{EKT}} = \frac{\hbar}{\sqrt{2m(V_0 - E)}}}$$

G.12 Geometrisch-multiplikative Verlustregel

Innerhalb der Barriere wird die raumenergetische Verkörperung geometrisch unterdrückt. Wird angenommen, dass jedes infinitesimale Barrierenstück dx denselben relativen Anteil der noch vorhandenen Überlappungs-Amplitude entzieht, gilt:

$$dP = -\frac{P}{\ell_{\mathrm{EKT}}}\, dx.$$

Division durch P ergibt:

$$\frac{dP}{P} = -\frac{dx}{\ell_{\mathrm{EKT}}}.$$

Integration liefert:

$$\int \frac{dP}{P} = -\int \frac{dx}{\ell_{\mathrm{EKT}}}.$$

Damit:

$$\ln P = -\frac{x}{\ell_{\mathrm{EKT}}} + \mathrm{const.}$$

Für $P(0) = P_0$ folgt:

$$\boxed{P(x) = P_0 e^{-x/\ell_{\mathrm{EKT}}}.}$$

Die Exponentialform ist damit nicht als Lösung einer Wellenfunktion vorausgesetzt, sondern folgt aus einer lokalen multiplikativen Unterdrückungsregel der realen geometrischen Überlappung.

G.13 Transmission durch eine Barriere

Für eine Barriere der Breite a beträgt die verbleibende Überlappungs-Amplitude:

$$P(a) = P_0 e^{-a/\ell_{\mathrm{EKT}}}.$$

Die Transmission entspricht dem Quadrat des Amplitudenverhältnisses:

$$T_{\mathrm{EKT}} = \left| \frac{P(a)}{P_0} \right|^2.$$

Damit:

$$\boxed{T_{\mathrm{EKT}} = e^{-2a/\ell_{\mathrm{EKT}}}}$$

Einsetzen von

$$\ell_{\mathrm{EKT}} = \frac{\hbar}{\sqrt{2m(V_0 - E)}}$$

liefert:

$$\boxed{T_{\mathrm{EKT}} = \exp\left[-\frac{2a\sqrt{2m(V_0 - E)}}{\hbar} \right].}$$

G.14 Vergleich mit der bekannten Abklingkonstante

Definiert man rein nachträglich den Kehrwert der EKT-Abklinglänge als

$$\kappa_{\mathrm{EKT}} = \frac{1}{\ell_{\mathrm{EKT}}},$$

so folgt:

$$\boxed{\kappa_{\mathrm{EKT}} = \frac{\sqrt{2m(V_0 - E)}}{\hbar}.}$$

Dies ist formal identisch mit der bekannten quantenmechanischen Abklingkonstante. In der hier gewählten logischen Richtung wurde diese jedoch nicht als Ausgangspunkt verwendet.

Entscheidender Vergleich: Die EKT beginnt mit realen Radien r_0 und r_B, einer phänomenologisch begründeten geometrischen Kopplungsregel und den EKT-Normierungen 4 und 8. Erst danach erscheint die bekannte Form von κ als algebraische Konsequenz.

G.15 Phänomenologische Einordnung

Der Tunneleffekt wird in dieser Darstellung nicht als statistisches Verhalten eines Punktteilchens aufgefasst. Er ist die Konsequenz einer realen räumlichen Überlagerung zwischen der masseinhärenten Elementarkörperstruktur und der durch die Barrierenenergie definierten Raumskala.

Die allgemeine Form

$$\boxed{\ell_{\mathrm{EKT}} = C\sqrt{r_0 r_B}}$$

ist bereits vor jeder numerischen Normierung phänomenologisch stark eingeschränkt. Sie ist symmetrisch, dimensionsrichtig und besitzt die erforderlichen Grenzfälle:

$$\Delta E_B \to 0 \quad \Longrightarrow \quad \ell_{\mathrm{EKT}} \to \infty,$$

$$\Delta E_B \to \infty \quad \Longrightarrow \quad \ell_{\mathrm{EKT}} \to 0,$$
$$m \to \infty \quad \Longrightarrow \quad \ell_{\mathrm{EKT}} \to 0.$$

Die EKT-spezifische geometrische Normierung

$$C = \frac{1}{\sqrt{32}}$$

ergibt sich aus der Kombination der Materie-Normierung

$$G_{\mathrm{Materie}} = 4$$

mit der normierten radialsymmetrischen Kontaktgeometrie

$$G_{\mathrm{Kontakt}} = 8.$$

Damit folgt:

$$\boxed{\ell_{\mathrm{EKT}} = \sqrt{\frac{r_0 r_B}{32}} = \frac{\hbar}{\sqrt{2m(V_0 - E)}}.}$$

Die exponentielle Transmission ergibt sich aus der multiplikativen geometrischen Unterdrückung:

$$\boxed{T_{\mathrm{EKT}} = e^{-2a/\ell_{\mathrm{EKT}}} = \exp\left[-\frac{2a\sqrt{2m(V_0 - E)}}{\hbar}\right].}$$

Arbeitsfazit: Im EKT-Bild ist der Tunneleffekt kein Durchgang eines Punktteilchens durch einen klassisch verbotenen Bereich. Er ist die geometrisch gedämpfte Fortsetzung einer realen raumenergetischen Verkörperung durch eine Barrierenstruktur. Die bekannte Abhängigkeit von Masse, Barrierenhöhe und Barrierenbreite erscheint dabei als Konsequenz der EKT-Radienkopplung.

H Warum die „Erweiterung"des SM um Neutrinomassen das ursprüngliche Standardmodell formal zerstört

H.1 Das ursprüngliche SM ist eine Eichfeldtheorie

Das Standardmodell basiert auf der Eichgruppe:

$$SU(3)_C \times SU(2)_L \times U(1)_Y \tag{324}$$

Die gesamte Struktur – Teilchengehalt, Wechselwirkungen, Massenerzeugung – folgt aus der Forderung nach **Eichinvarianz** dieser Gruppe.

Die Fermionen werden in **chirale Multipletts** einsortiert:

- Linkshändige Fermionen: $SU(2)_L$-Dubletts
- Rechtshändige Fermionen: $SU(2)_L$-Singuletts

Diese Chiralität ist **kein Detail** – sie ist die **Struktur selbst**.

H.2 Massenterme koppeln links- und rechtshändige Anteile

Ein Dirac-Massenterm hat die Form:

$$\mathcal{L}_{\mathrm{Masse}} = -m\bar{\psi}\psi = -m(\bar{\psi}_L\psi_R + \bar{\psi}_R\psi_L) \tag{325}$$

Das bedeutet: **Ein Massenterm koppelt links- und rechtshändige Anteile.**

H.3 Im ursprünglichen SM gibt es keine rechtshändigen Neutrinos

Das ursprüngliche SM enthält:

- **Linkshändiges Neutrino** ν_L: Teil des $SU(2)_L$-Dubletts
- **Kein rechtshändiges Neutrino** ν_R

Das ist **keine Nachlässigkeit** – es ist **notwendig**:

- Wäre ν_R vorhanden, wäre es ein $SU(2)_L$-Singulett mit $Y = 0$
- Es hätte **keine Eichwechselwirkungen**
- Es wäre ein **steriles** Teilchen

Das ursprüngliche SM definiert das Neutrino **ausschließlich** über seine linkshändige Wechselwirkung.

H.4 Ohne ν_R ist ein Dirac-Massenterm unmöglich

Aus dem vorherigen Abschnitt folgt:

$$\mathcal{L}_{\text{Masse}} = -m(\bar{\nu}_L \nu_R + \bar{\nu}_R \nu_L) \tag{326}$$

Wenn ν_R **nicht existiert**, dann ist dieser Term **nicht konstruierbar**.
Das ursprüngliche SM **erzwingt**:

$$\boxed{m_\nu = 0} \tag{327}$$

Nicht als Beobachtung – sondern als **Strukturfolge**.

H.5 Die „Erweiterung"führt ν_R ein – und zerstört damit die ursprüngliche Struktur

Um Neutrinomassen zu ermöglichen, muss man **eine** der folgenden Annahmen treffen:

Variante	**Neues Postulat**	**Konsequenz**
Dirac-Masse	ν_R existiert	Neues Teilchen, keine Eichwechselwirkung – sterile Entität
Majorana-Masse	ν_L ist sein eigenes Antiteilchen	Verletzt die Leptonenzahl-Erhaltung
Seesaw	Beides	Neue Massenskala, neue Physik

Tabelle 11: Drei Varianten der „Erweiterung"

In **allen** Fällen gilt:

- Die **ursprüngliche Lagrangedichte** wird umgeschrieben.
- Die **Eichstruktur** wird verändert.
- Die **Teilchenbilanz** wird erweitert.
- Die **Vorhersagen** des ursprünglichen SM werden obsolet.

H.6 Formaler Vergleich: Ursprüngliches SM vs. „erweitertesSSM

Aspekt	**Ursprüngliches SM**	**„ErweitertesSSM**
Neutrino	Nur ν_L, masselos	ν_L und ν_R, massiv
Eichgruppe	$SU(3) \times SU(2)_L \times U(1)$	Zusätzliche Strukturen nötig
Massenterm	Existiert nicht für ν	Dirac- oder Majorana-Term
Lagrangedichte	Geschlossen	Neu geschrieben
Leptonenzahl	Erhalten	Bei Majorana verletzt
Zahl der freien Parameter	25	25 + neue

Tabelle 12: Ursprüngliches vs. erweitertes SM

H.7 Die logische Konsequenz

Eine „Erweiterung", die neue Teilchen, neue Kopplungen, neue Massenskalen und neue Symmetrien einführt, ist keine Erweiterung – sie ist ein neues Modell.

Das ursprüngliche SM ist durch die Entdeckung der Neutrinooszillationen **falsifiziert** – weil es $m_\nu = 0$ **strukturell erzwingt**.

Die „Erweiterung"rettet nicht das SM – sie **ersetzt** es durch ein neues Modell, das den Namen SM nur noch trägt.

H.8 Die Parallele zur Materiewellen-Falsifikation

Die Situation ist doppelt:

1. **Strukturintern:** Das ursprüngliche SM erzwingt $m_\nu = 0$. Neutrinooszillationen falsifizieren es.
2. **Phänomenologisch:** Die Materiewelle falsifiziert $m_\nu > 0$ – unabhängig vom SM.

Beide Argumente sind **unabhängig voneinander** – und beide führen zum selben Ergebnis:

Das ursprüngliche SM ist falsifiziert. Die „Erweiterung“ ist ein anderes Modell.

H.9 Zusammenfassung der Argumentation

Argument	**Ergebnis**
Chirale Struktur	$m_\nu = 0$ ist strukturell erzwungen
Neutrinooszillationen	$m_\nu > 0$ ist experimentell gefordert
Widerspruch	Das ursprüngliche SM ist falsifiziert
„Erweiterung"	Führt ν_R ein – neues Modell
Materiewelle	Falsifiziert $m_\nu > 0$ unabhängig davon
Gesamtbild	SM falsifiziert, „Erweiterung"formal zerstört, Neutrinomasse phänomenologisch ausgeschlossen

Tabelle 13: Zusammenfassung der Argumentation

I Die Standardmodelle der Physik: Eine kritische Bestandsaufnahme der ontologischen und methodischen Defizite von SM und ΛCDM

Folgend handelt es sich um eine umfassende, erkenntnistheoretisch fundierte Kritik an den Standardmodellen der Physik – dem Standardmodell der Teilchenphysik (SM) und dem kosmologischen Standardmodell (ΛCDM). Die Analyse zeigt, dass beide Modelle auf einer Vielzahl freier Parameter, unbeobachtbarer Postulate und methodisch zirkulärer Selbstbestätigungen beruhen. Die Arbeit dokumentiert die methodische Irrationalität der Standardmodelle.

I.1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit unternimmt eine systematische, erkenntnistheoretisch fundierte Kritik an den Standardmodellen der Physik – dem Standardmodell der Teilchenphysik (SM) und dem kosmologischen Standardmodell (ΛCDM). Die Analyse zeigt, dass beide Modelle auf einer Vielzahl freier Parameter, unbeobachtbarer Postulate und methodisch zirkulärer Selbstbestätigungen beruhen. Die Kritik erstreckt sich von der Massenproblematik des Higgs-Mechanismus über die unbegründete Substrukturierung durch Quarks und Gluonen bis hin zur kosmologischen Inflation und Dunklen Energie.

I.2 25 freie Parameter des Standardmodells der Teilchenphysik (SM)

Das Standardmodell der Teilchenphysik (SM) operiert mit einer Vielzahl freier Parameter, die nicht aus der Theorie selbst abgeleitet werden können, sondern experimentell bestimmt werden müssen:

- **3 Kopplungskonstanten:**
  - der starken Wechselwirkung (α_s) – 8 Gluonen, Farbladung
  - der elektromagnetischen Wechselwirkung (α) – Photon, elektrische Ladung
  - der schwachen Wechselwirkung (α_W) – W^+, W^-, Z^0
- **6 Quarkmassen**
- **3 Massen der geladenen Leptonen** (Elektron, Myon, Tau)
- **4 Winkel zur Beschreibung von Quark-Zerfällen**
- **1 Winkel zur Beschreibung der CP-Verletzung in der starken Wechselwirkung**
- **Masse des Higgs-Bosons**
- **3 Massen und 4 Mischungswinkel massebehafteter Neutrinos**

Die Particle Data Group (PDG) zählt nach einer Zählkonvention, die zwischen Teilchen und Antiteilchen sowie den vielen Farbzuständen von Quarks und Gluonen unterscheidet, insgesamt 61 Elementarteilchen. Wenn Neutrinos ihre eigenen Antiteilchen sind, würde die Gesamtzahl der Elementarteilchen nach denselben Zählkonventionen 58 betragen. (Quelle)

Das Taktieren mit mehr als 20 freien Parametern macht „Alles“ möglich – dies dürfte selbst für Normalbegabte verständlich sein. Streng genommen ist das Standardmodell der Teilchenphysik (SM) mit derzeit 25 freien Parametern, stetiger Nachparametrisierung, wiederholter Substrukturierung, Confinement-These und weiteren Ad-hoc-Annahmen ein **philosophisches und kein physikalisches Denkmodell**. Mit anderen Worten: Die deutlich weniger, genauer spärlich, voraussagefähige Quantenchromodynamik (QCD) ist als anerkanntes Theoriekonzept naturphilosophisch betrachtet, im Verhältnis zur QED, nicht der Rede wert, da die Anzahl der freien Parameter und die Anzahl der mit den Jahren auf Grund von Unstimmigkeiten zu Meßergebnissen dazugekommenen postulierten Theorie-Objekte jeden argumentativ vertretbaren Rahmen sprengen.

Die elektroschwache Theorie und das Konzept der Eichbosonen als „Wechselwirkungsvermittler“ sowie „energieerhaltungssatzverletzendes Virtuelles“ und nicht (direkt) beobachtbare „Energieräuber“ – sprich Neutrinos – sind mathematik-generierte Emotionen überforderter „Wissenschaftler“, die Fantasien aber schon lange kein Wissen mehr schaffen. Realphysikalisch und erkenntnistheoretisch ist das SM eine **methodische Nullnummer**.

Die Diskrepanzen zwischen experimentellen Daten und nicht passenden Theorien wurden und werden nachträglich passend gemacht. SM-übliche „Maßnahmen“ waren und sind die Einführung weiterer Theorieobjekte samt neuer Quantenzahlen.

Ein Überblick über das Standardmodell der Teilchenphysik findet sich „unter“ Review of Particle Physics der Particle Data Group. Dort findet man neben experimentellen Methoden und Theoriebeschreibungen der derzeitigen Teilchenphysik grundlegende Informationen zu Quarks, Neutrinos, Formfaktoren, ... sowie Informationen zu „noch“ hypothetischeren Teilchen, wie beispielsweise Leptoquarks oder Axionen. Astrophysikalische „Konzepte“, kosmologische Parameter, experimentelle Tests von Gravitationstheorien etc. Des Weiteren werden (apparative) Aspekte der Beschleuniger-Physik, Monte-Carlo-Simulationen und vieles mehr vorgestellt.

Die Particle Data Group (PDG) ist eine internationale Kollaboration, die eine ausführliche Zusammenfassung der Teilchenphysik und verwandter Bereiche der Kosmologie bietet. Die PDG-Kollaboration besteht aus 227 Autoren aus 159 Institutionen in 24 Ländern (Stand 2017), siehe online. Sie wird von einem Koordinationsteam geleitet, das sich hauptsächlich am Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) befindet, das seit Gründung der PDG als Hauptsitz dient.

Die Grundlagen der Quantenchromodynamik (QCD) siehe hier.

I.3 Das Massen-Dilemma des Standardmodells und der kosmologische Offenbarungseid

Die etablierte Teilchenphysik postuliert, dass der Higgs-Mechanismus den Elementarteilchen ihre Masse verleiht. Eine genauere Analyse offenbart jedoch eine fundamentale methodische Schwäche: Die Massen von Entitäten wie Elektronen, Myonen oder postulierten Quarks werden innerhalb des Modells **nicht aus Grundprinzipien berechnet**, sondern müssen als **freie Parameter** experimentell bestimmt und manuell in die Theorie eingesetzt werden. Der Higgs-Mechanismus fungiert hierbei lediglich als formal-konsistenter Rahmen zur Einbettung bereits bekannter Werte, nicht als deren physikalische Herleitung.

Besonders deutlich wird dieses Erklärungsdefizit bei der Betrachtung der baryonischen Materie (Protonen und Neutronen). Nur etwa **1 %** der Nukleonenmasse lässt sich auf die Higgs-Kopplung zurückführen. Die verbleibenden **99 %** werden postuliert dynamischen Effekten der **starken Wechselwirkung** zugeschrieben, für die das SM **keine geschlossene analytische Lösung** besitzt. Somit bleibt der Ursprung der Masse für den Großteil der sichtbaren Welt im Rahmen des SM formal unbegründet.

I.3.1 Der „Offenbarungseid“ des kosmologischen Standardmodells (ΛCDM)

Das ΛCDM-Modell beschreibt ein Universum, das zu ca. **95 %** aus unbeobachteten Konstrukten besteht: **68 %** Dunkle Energie und **27 %** Dunkle Materie. Die verbleibenden **5 %** entfallen auf die bekannte baryonische Materie.

Setzt man die Defizite des SM in diesen Kontext, ergibt sich eine drastische Konsequenz: Von diesen **5 %** sichtbarer Materie kann die Teilchenphysik wiederum nur den Higgs-Anteil (ca. **1 %**) formal parametrisieren.

Daraus folgt rechnerisch, dass das kosmologische Standardmodell auf der Grundlage seiner eigenen Postulate lediglich 0,05 % des Universums analytisch-formal erfassen kann.

Die restlichen **99,95 %** der behaupteten kosmischen Realität entziehen sich einer analytischen Durchdringung und werden in Form von Platzhalter-Entitäten oder numerischen Näherungen verwaltet.

I.3.2 Gitter-QCD und Störungsrechnung als methodische Immunisierung

Die Behauptung, die starke Wechselwirkung sei durch die **Gitter-Quantenchromodynamik (Gitter-QCD)** berechenbar, bedarf einer wissenschaftstheoretischen Korrektur. Bei der Gitter-QCD handelt es sich **nicht** um eine deduktive analytische Theorie, sondern um ein **numerisches Approximationsverfahren**.

Der FLAG-Bericht [1] stellt unmissverständlich fest, dass Quarkmassen freie Parameter der Theorie sind, die nicht aus rein theoretischen Erwägungen gewonnen werden können. Da Quarks aufgrund des Confinements nicht isoliert gemessen werden können, ist ihre Bestimmung zwingend an den Vergleich mit experimentellen Observablen gekoppelt.

Der Prozess ist im FLAG-Review [1] wie folgt definiert:

- Observablen werden für eine Vielzahl von **Input-Werten** der Quarkmassen berechnet.
- Diese Werte werden so lange **angepasst („adjusted“)**, bis sie die experimentellen Ergebnisse reproduzieren [1].
- Eine weitere Observable (wie die Pion-Zerfallskonstante oder Baryonenmassen) wird zwingend benötigt, um die **Gesamtskala zu fixieren** [1].

Damit liefert das Modell keine unabhängige Herleitung der Massen, sondern nimmt diese effektiv als Eingabeparameter entgegen, um Übereinstimmung mit der Empirie zu erzwingen.

I.3.3 Tuning statt Vorhersage

Die Fachquelle dokumentiert exakt das Verfahren, das in der EKT als „ergebnisorientierte Simulation“ bezeichnet wird. Die Quarkmassen gehen als sogenannte **„Bare Parameters“** (nackte Parameter) in die Rechnung ein. Diese hängen von der gewählten Gitter-Regularisierung ab und müssen nachträglich renormiert werden.

Die Gitter-QCD nutzt hierfür explizit den Begriff des **Tunings**: *„light-quark masses are typically obtained by [...] tuning them to reproduce NGB masses“* [1]. Aus Sicht der Elementarkörpertheorie stellt dieser Vorgang eine **„Zirkelschluss-Glaubensarbeit“** dar. Anstatt die physikalische Realität aus Grundprinzipien zu berechnen, wird das mathematische Modell iterativ so modifiziert, bis es die bereits bekannte Realität widerspiegelt. Die „hervorragende Übereinstimmung“ ist somit kein analytischer Erfolg, sondern das Resultat einer gigantischen numerischen Anpassung auf Rechner-Clustern.

I.3.4 Methodische Komplexität und Inkonsistenzen

Der FLAG-Review [1] verdeutlicht zudem die enorme Komplexität, die notwendig ist, um überhaupt konsistente Werte zu erhalten:

- **Phänomenologische Korrekturen:** Es müssen Korrekturen für elektromagnetische Effekte (QED) und Isospin-Brechungen einberechnet werden [1, 4]. Diese beruhen oft auf phänomenologischen Modellen statt auf der QCD selbst.
- **Inkompatible Ergebnisse:** Unterschiedliche Forschungskollaborationen wie MILC, BMW oder RBC/UKQCD kommen trotz ähnlicher Grundmethoden zu teils inkompatiblen Ergebnissen, etwa bei der Bestimmung des elektromagnetischen Selbstenergie-Koeffizienten ϵ [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].
- **Systematische Unsicherheiten:** Fehlerquellen, wie die Vernachlässigung des Charm-Quarks in der „See“, werden oft nur konservativ geschätzt, da eine präzise Quantifizierung a priori kaum möglich ist.

I.3.5 Die Anatomie des Zirkelschlusses („Tuning“)

Der Prozess der Parameterbestimmung in der Gitter-QCD, wie er im international maßgeblichen FLAG-Review [1] dokumentiert wird, folgt einer logischen Kette, die den Vorwurf der Zirkularität technisch untermauert:

- **Input:** Man beginnt mit freien Parametern für die Quarkmassen, da diese theoretisch nicht ableitbar sind. Der FLAG-Review [1] stellt hierzu fest:

  > „Quark masses cannot be measured directly in experiment because quarks cannot be isolated, as they are confined inside hadrons. On the other hand, quark masses are free parameters of the theory and, as such, cannot be obtained on the basis of purely theoretical considerations.“ [1]

- **Prozess:** Diese Parameter werden numerisch so lange verändert, bis das Ergebnis der Simulation mit den Messwerten übereinstimmt. Die Quelle [1] beschreibt diesen Vorgang wie folgt:

  > „One computes as many experimentally measurable quantities as there are quark masses. [...] They are usually computed for a variety of input values of the quark masses which are then adjusted to reproduce experiment.“ [1]

- **Skalenfixierung:** Um das gesamte Rechengitter physikalisch zu eichen, wird ein weiterer Messwert als Anker herangezogen:

  > „Another observable, such as the pion decay constant or the mass of a member of the baryon octet, must be used to fix the overall scale.“ [1]

- **Logische Folge:** Das Ergebnis der Rechnung ist somit kein unabhängiger Beweis der Theorie, sondern eine Konsequenz des vorherigen „Tunings“. Der Review [1] bestätigt dies explizit für die leichten Quarks:

  > „Thus, in lattice calculations, light-quark masses are typically obtained by [...] tuning them to reproduce NGB masses [Nambu-Goldstone-Boson-Massen, wie Pionen oder Kaonen].“ [1]

Die Notwendigkeit dieser Skalenfixierung wird in der Fachliteratur durch verschiedene Kollaborationen dokumentiert, die unterschiedliche Methoden zur Bestimmung der Gitterkonstanten verwenden [3, 4, 5, 6, 7].

I.3.6 Parametrisierung vs. Deduktion

Aus der Sicht eines Logikmodells besteht der entscheidende Unterschied darin, ob eine Theorie konstitutiv (aus Prinzipien ableitend) oder deskriptiv (nachträglich beschreibend) operiert:

Etablierte Physik (Deskriptiv): Sie nutzt hochkomplexe numerische Verfahren, um die Realität abzubilden, gesteht aber ein, dass fundamentale Größen wie die Aufteilung von Massen auf reinen Konventionen beruhen:

> „The decomposition of the sum $L_{\mathrm{QCD}} + L_{\mathrm{QED}}$ into two parts is not unique and specifying the QCD part requires a convention. [...] Such a convention allows us to distinguish the physical mass M_P [...] from the mass $\hat{M}_P$ within QCD.“ [1]

Die Korrekturen für elektromagnetische Effekte werden in der Literatur detailliert behandelt [14, 15, 16], was die methodische Komplexität weiter unterstreicht. Die Pion-Pion-Streuungslängen liefern hier zusätzliche experimentelle Eingaben [13]. Die Beziehung zwischen Quarkmassen und Mesonmassen wird durch die Gell-Mann-Oakes-Renner-Relation [12] beschrieben, die jedoch ihrerseits auf phänomenologischen Annahmen beruht.

In aktuellen Strategiepapieren wird dieser rein instrumentelle Charakter der Simulationen als Zielsetzung für die kommenden Jahrzehnte weiter festgeschrieben:

> „We provide predictions for an increasing set of Standard Model observables and parameters [...] These facilitate the full exploitation of experimental data at both the intensity and energy frontiers. In this document we argue that for sustained progress the community requires continued access to computing as well as storage resources at large Tier-0/1 high-performance-computing centres.“ [2]

Das Standardmodell „erklärt“ Massen somit nicht kausal, sondern nutzt massive Rechenleistung, um experimentelle Daten nachträglich in ein parametrisiertes mathematisches Korsett einzupassen.

Fazit: Der Zirkelschluss besteht darin, dass die Gitter-QCD experimentelle Daten benötigt, um ihre eigenen Parameter zu definieren, und anschließend die Übereinstimmung mit genau diesen Daten als Erfolg der Theorie deklariert. Die Berechnungen (z. B. via Monte-Carlo-Integrationen auf Rechner-Clustern) werden so lange iterativ modifiziert, bis sie die bekannten experimentellen Messwerte reproduzieren. Dieser Prozess der nachträglichen Anpassung an die Realität („Zirkelschluss-Glaubensarbeit“) stellt **keine unabhängige Vorhersage** dar, sondern eine extrem aufwendige **Eichung an die Empirie**.

In der Fachwelt wird diese „hervorragende Übereinstimmung“ oft als analytischer Erfolg verkauft, obwohl es sich methodisch um eine „gigantische numerische Anpassung“ handelt.

Im Gegensatz zu diesem aufwendigen numerischen Verfahren zeigt die **Elementarkörpertheorie (EKT)**, dass eine Rückführung auf die primäre Größe der radialen Ausdehnung r ausreicht, um Massen und Radien (wie den Protonenradius oder die Rydberg-Energie) mit **null freien Parametern** analytisch exakt aus der fundamentalen Masse-Radius-Konstantengleichung ($m_0 r_0 = 2h/\pi c$) abzuleiten.

I.3.7 Fazit: Postulatsysteme statt Erkenntnistheorien

Die Analyse verdeutlicht, dass das Standardmodell der Teilchenphysik und das kosmologische Standardmodell **keine physikalischen Theorien** im Sinne einer kausalen Rückführung auf primäre Größen sind. Sie präsentieren sich stattdessen als:

- **Komplexe Postulatsysteme**, die durch eine wachsende Zahl freier Parameter (derzeit **25** im SM, **6** in der minimalsten Form für das kosmologische Standardmodell) eine „Deutungs-Beliebigkeit“ erzeugen.
- **Theoriebeladene Konstrukte**, die physikalische Erklärungsnot durch die Einführung immer neuer, empirisch unzugänglicher Stützannahmen (Dunkle Materie, Inflation, virtuelle Teilchen) maskieren.
- **Mathematische Artefakte**, die zwar interne Kohärenz beanspruchen, aber nur einen verschwindend geringen Bruchteil des postulierten Universums tatsächlich formal-analytisch begründen können.

Die Konsequenz

Das ist nicht nur eine extreme methodische Schwäche – es ist **eine erkenntnistheoretische Bankrotterklärung**. Keine andere physikalische Theorie in der Geschichte der Wissenschaft hat jemals einen so geringen Anteil ihres postulierten Gegenstandsbereichs „erklärt“.

I.4 Renormierung und Regularisierung – Fragmentarisches zum Grundverständnis

In Quantenfeldtheorien werden Modelle durch die Lagrange-Dichte beschrieben. Diese enthält eine bestimmte Anzahl von freien Parametern, deren Zahlenwerte nicht durch die Theorie festgelegt sind, sondern experimentell bestimmt werden müssen.

Im Grenzfall verschwindender Quantenkorrekturen, der Bornschen Näherung, können viele freie Parameter direkt mit den physikalischen Größen, wie zum Beispiel den Massen oder der elektrischen Ladung, identifiziert werden. Werden jedoch Quantenkorrekturen berücksichtigt, so wird der direkte Zusammenhang zwischen den freien Parametern der Lagrange-Dichte, den sogenannten nackten Parametern, und den physikalischen Größen zerstört. Dies macht eine Redefinition, eine Renormierung, der Parameter und auch der Felder notwendig.

Im Verlauf der Berechnung des Zusammenhangs zwischen den postuliert unphysikalischen und den postuliert physikalischen Parametern können Integrale auftreten, die divergieren. Die Art und Weise, wie die Konvergenz dieser Integrale gesichert wird, wird durch das Verfahren der sogenannten Regularisierung festgelegt.

Gelingt es, durch die Renormierung endlich viele Parameter sämtlicher auftretender UV-Divergenzen in allen Ordnungen der Störungstheorie zu beseitigen, so ist die jeweilige Theorie renormierbar. Die Renormierbarkeit des Standardmodells wurde von ’t Hooft bewiesen.

Bevor Felder und Parameter der Lagrange-Dichte renormiert werden können, müssen zunächst die bei der Berechnung der Schleifenintegrale auftretenden Divergenzen extrahiert werden. Prinzipiell würde eine Beschränkung der Energieintegration durch eine obere Grenze, einen Cut-off Λ, bereits endliche Ergebnisse liefern, jedoch zerstört eine solche Beschränkung die Lorentz-Invarianz.

Ein häufig angewandtes Verfahren ist die dimensionale Regularisierung, die Lorentz- und Eichinvarianz gewährleistet und den Erhalt der inneren Symmetrien der Theorie sichert.

Durch die dimensionale Regularisierung werden die auftretenden Divergenzen in negativen Potenzen des Regularisierungsparameters ε isoliert. Mittels Renormierung wird dann die Abhängigkeit von diesem unphysikalischen Parameter subtrahiert und der Zusammenhang zwischen den im Modell auftretenden freien Parametern und den experimentell bestimmbaren physikalischen Größen neu festgelegt.

In der Praxis werden dazu sogenannte Gegenterme verwendet, die einen formalen und systematischen Zugang zur Renormierung bieten. Dabei werden die nackten Parameter m_0, e_0 und Felder Φ_0 der Lagrange-Dichte mittels Renormierungskonstanten Z_i multiplikativ renormiert.

Im sogenannten On-Shell-Schema werden die Renormierungskonstanten so gewählt, dass die renormierten Parameter der Theorie den messbaren, physikalischen Größen in allen Ordnungen Störungstheorie entsprechen. Die renormierten Massen werden gleich den physikalischen gewählt. Werden alle Größen im On-Shell-Schema bestimmt und erfolgt die Ladungsrenormierung im Thomson-Limes, der Kopplung des Photons an das Elektron im Grenzfall eines verschwindenden Impulsübertrags, so hängt das endliche Ergebnis nicht mehr von der durch die Regularisierung eingeführten Massenskala ab.

Neben den UV-Divergenzen aus der Region großer Schleifenimpulse $q_i \to \infty$ treten in Quantenfeldtheorien sowohl innerhalb der Schleifenintegrale bei endlichen Impulsen als auch innerhalb der Phasenraumintegrale weitere Divergenzen auf, die ihre Ursache in Polen der Propagatoren haben. Diese treten auf, wenn Impulse der Propagatoren auf ihrer Massenschale liegen und dadurch der Nenner des Propagators

Null wird. Daher werden diese Singularitäten im Allgemeinen als Massensingularitäten bezeichnet, da ihr Auftreten mit dem Verschwinden der äußeren und inneren Massen verbunden ist.

Das Auftreten von Massensingularitäten rührt nicht ausschließlich von Schleifenintegralen her, sondern auch von Integrationen im Phasenraum der externen Teilchen. Diese führen in bestimmten Phasenraumbereichen zu Divergenzen.

I.4.1 Das „zauberhafte" Fine-Tuning – die an den Haaren herbeigezogene Feinabstimmung

Während die dimensionale Regularisierung aus Sicht des SM vor allem praktisch ist, kann man sich dort auf den Standpunkt stellen, dass die Impulsintegrale bei einem bestimmten Maximalimpuls Λ abgeschnitten werden, da bei größeren Impulsen das Standardmodell durch eine andere, vereinheitlichende Theorie ersetzt werden muss.

Eine natürliche Wahl für Λ wäre dann $\Lambda \sim m_{\text{Planck}}$. Berechnet man die Strahlungskorrekturen zu den Fermionmassen, dann erhält man daraus einen zum Logarithmus von Λ proportionalen Korrekturterm, der auch bei $\Lambda \sim m_{\text{Planck}}$ nur wenige Prozent der nackten Masse ausmacht.

Anders bei der Higgs-Masse: Hier liefert die Strahlungskorrektur einen zu Λ proportionalen Anteil. Die Higgs-Masse $m_H \sim 125\,\text{GeV}$ führt zu der Situation, dass sich die Strahlungskorrekturen und die nackte Masse auf 17 Nachkommastellen genau aufheben müssen.

Wikipedia berichtet zur Orientierung für das gemeine Volk zum Fine-Tuning beziehungsweise Hierarchieproblem unter anderem:

> *Deutsch:* „Auch wenn das Higgs-Boson zentraler Bestandteil des Standardmodells der Elementarteilchenphysik ist, ist das Hierarchieproblem kein Problem des Standardmodells selbst. Streng genommen kann das Hierarchieproblem innerhalb des Standardmodells nicht einmal formuliert werden, da eine Berechnung der Higgs-Masse dort nicht möglich ist."

> *Englisch:* „Suppose a physics model requires four parameters which allow it to produce a very high-quality working model, generating predictions of some aspect of our physical universe. Suppose we find through experiments that the parameters have values: 1.2, 1.31, 0.9 and 404,331,557,902,116,024,553,602,703,216.58 (roughly 4×10^{29}). Scientists might wonder how such figures arise. But in particular, might be especially curious about a theory where three values are close to one, and the fourth is so different."

Nun, dass das nichts mehr mit exakter Wissenschaft, sondern nur noch mit brachialem Wünsch-Dir-Was-Denken und Wünsch-Dir-Was-Machen, egal zu welchem absurden Preis, zu tun hat, steht – analytisch rational betrachtet – außer Frage.

Aphoristisch ausgedrückt:

> „Teilchenphysiker stecken tief in der Dekadenz; das Sensationelle gilt und nur einem strömen sie noch begeisterter zu: dem baren Unsinn."

Interdisziplinär erst-formuliert:

> „Wir stecken tief in der Dekadenz; das Sensationelle gilt und nur einem strömt die Menge noch begeistert zu: dem baren Unsinn."
>
> – Theodor Fontane (1819–1898)

Es gibt eine Vielzahl weiterer, wahrlich unglaublicher Aspekte zur Renormierung und Regularisierung, deren explizite Erörterung bei Weitem den Rahmen sprengen und unnötig den Fokus verschieben würde.

Um es kurz und plakativ zu machen: So definierte sich in den Anfängen bis heute insbesondere die Quantenelektrodynamik (QED) und die Quantenchromodynamik (QCD). Es wird solange mathematisch modelliert, bis die gewünschten Ergebnisse vorliegen, was mitunter – trotz Super-Computern – Jahre dauert.

I.4.2 Meinungen – Textauszüge

Selbst in Anbetracht der Genauigkeit der Theorie bei niedrigeren Energien vertrat Schwinger die Ansicht, dass das Renormierungsverfahren, das es ermöglicht, die Unendlichkeiten in den Berechnungsergebnissen zu vermeiden, letztendlich aus der Physik ausgeschlossen werden muss.

Die Position von Paul Dirac war diesbezüglich noch weniger sympathisch:

> „I am very dissatisfied with the situation, because this so-called good theory does involve neglecting infinities which appear in its equations."
>
> *Quelle:* Kragh, H. (1990, 184). Dirac: a scientific biography. Cambridge: Cambridge University Press.

Landau vertrat die Auffassung, dass die Grenzen der Quantenelektrodynamik noch drastischer seien, weil sie auf sehr grundlegende strukturelle Probleme im Aufbau der Theorie zurückzuführen seien:

> „For them the very concept of a local field operator and the postulation of any detailed mechanism for interaction in a microscopic spacetime region were totally unacceptable."
>
> *Quelle:* Cao, T. Y., & Schweber, S. S. (1993). The conceptual foundations and philosophical aspects of renormalization theory. Synthese, 97, 33–108.

Richard Feynman schrieb in *The Strange Theory of Light and Matter* (1985):

> „The shell game that we play is technically called renormalization. But no matter how clever the word, it is still what I would call a dippy process! Having to resort to such hocus-pocus has prevented us from proving that the theory of quantum electrodynamics is mathematically self-consistent. It's surprising that the theory still hasn't been proved self-consistent one way or the other by now; I suspect that renormalization is not mathematically legitimate."

Paul Dirac schrieb 1963 in dem Artikel *The Evolution of the Physicist's Picture of Nature*:

> „Most physicists are very satisfied with the situation. They say: Quantum electrodynamics is a good theory and we do not have to worry about it any more. I must say that I am very dissatisfied with the situation because this so-called good theory does involve neglecting infinities which appear in its equations, ignoring them in an arbitrary way. This is just not sensible mathematics. Sensible mathematics involves disregarding a quantity when it is small – not neglecting it just because it is infinitely great and you do not want it."

Abdus Salam schrieb 1972 in *Infinity Suppression Gravity Modified Quantum Electrodynamics II*:

> „Field-theoretic infinities – first encountered in Lorentz's computation of electron self-mass – have persisted in classical electrodynamics for seventy and in quantum electrodynamics for some thirty-five years. These long years of frustration have left in the subject a curious affection for the infinities and a passionate belief that they are an inevitable part of nature; so much so that even the suggestion of a hope that they may, after all, be circumvented – and finite values for the renormalization constants computed – is considered irrational."

Paul Dirac:

> „Renormalization is just a stop-gap procedure. There must be some fundamental change in our ideas, probably a change just as fundamental as the passage from Bohr's orbit theory to quantum mechanics. When you get a number turning out to be infinite which ought to be finite, you should admit that there is something wrong with your equations, and not hope that you can get a good theory just by doctoring up that number."
>
> *Quelle:* Something is wrong in the state of QED – `https://arxiv.org/pdf/2110.02078`

I.5 Was denken Pioniere der Teilchenphysik über das Standardmodell?

Ein Statement des Physiknobelträgers des Jahres 1976, Burton Richter, aus dem Jahre 2006 beinhaltet eine klare Antwort:

> „Für mich ist etwas, was heute für die am weitesten fortgeschrittene Theorie der Teilchenphysik gilt, nicht wirklich Wissenschaft. Als ich mich kürzlich mit drei angesehenen Theoretikern auf einem Podium befand, konnte ich der Gelegenheit nicht widerstehen zu diskutieren, was ich als Hauptproblem in der Philosophie hinter der Theorie sehe, die scheinbar in eine Art metaphysisches Wunderland übergegangen ist. Vereinfacht gesagt, scheint es sich bei vielen der aktuellsten Theorien um theologische Spekulationen und um die Entwicklung von Modellen ohne überprüfbare Konsequenzen zu handeln. . . “

Quelle: Physics Today October 2006: Theory in particle physics: Theological speculation versus practical knowledge

Burton Richter (1931–2018) erhielt 1976 zusammen mit Samuel C. C. Ting den Physik-Nobelpreis.

Die mathematischen Konzepte des SM entspringen im Kern realphysikbefreiten Abstraktionen. Resultat: Konträr zur sachdienlichen Forderung erkenntnistheoretischer Betrachtungen sind die „Ergebnisse“ der Theoretischen Grundlagenphysik zu den vermeintlichen „Elementarteilchen“ eher emotional statt wissenschaftlich begründete Antworten auf die ideologische Frage, auf welches theoretische Konzept man sich „heute und demnächst“ einigt. [Daher kommt vermutlich auch die amerikanisierte Begriffs-Verniedlichung (Axion, WIMP, Beauty-Quark, Charme-Quark, . . .) als implizierter Hilferuf: *erlöst uns von unserem Nonsense, auch wenn wir etwas anderes behaupten.*] Die Natur hat sich gefälligst den theoretischen Implikationen zu unterwerfen. Heute sind es beispielsweise noch postuliert nicht nachweisbare, elementare Quarks, morgen möglicherweise „Preonen-Substrukturierte“.

Lesenswert ist auch der Spiegel-Artikel „Sperrt das Desy zu¡‘ aus dem Jahre 1999, in dem Hans Graßmann die „methodische Leere“ des DESY beschreibt: „Glaubt den Desy-Managern nicht: Die öden Zahlenkolonnen, die das Desy produziert, das ist nicht die Physik. . . “

Wenn man zum Verständnis des praktizierten horrenden Unsinns in der Theoretischen und Experimentellen Hochenergiephysik im Rahmen des Standardmodells der Elementarteilchenphysik (SM) „etwas“ lernen möchte, so bietet sich Sabine Hossenfelders Beitrag, veröffentlicht am 26.09.2022 im The Guardian an. Des Weiteren hat sie dazu einen Blogbeitrag am 28.09.2022 veröffentlicht.

Nachfolgend exemplarisch einige Aussagen im Guardian zum Verständnis, warum Frau Hossenfelder von den Apologeten und Epigonen des SM „scharf angegangen“ wird:

> „Unter vier Augen geben viele Physiker zu, dass sie nicht an die Existenz der Teilchen glauben, für deren Suche sie bezahlt werden. . . “

> „Stellen Sie sich vor, Sie besuchen eine zoologische Konferenz. Die erste Rednerin spricht über ihr 3D-Modell einer 12-beinigen lila Spinne, die in der Arktis lebt. Sie gibt zu, dass es keine Beweise für ihre Existenz gibt, aber es ist eine überprüfbare Hypothese, und sie plädiert dafür, eine Mission auszusenden, um in der Arktis nach Spinnen zu suchen. Der zweite Redner hat ein Modell für einen fliegenden Regenwurm, der aber nur in Höhlen fliegt. Auch dafür gibt es keine Beweise, aber er plädiert dafür, die Höhlen der Welt zu durchsuchen. Der dritte Referent hat ein Modell für Kraken auf dem Mars. Es ist überprüfbar, betont er. Hut ab vor den Zoologen, ich habe noch nie von einer solchen Konferenz gehört. Aber auf fast jeder Teilchenphysik-Konferenz gibt es Sitzungen wie diese, nur dass sie mehr Mathematik beinhalten.“

> „Unter Physikern ist es üblich geworden, neue Teilchen zu erfinden, für die es keine Beweise gibt, Papiere darüber zu veröffentlichen, weitere Papiere über die Eigenschaften dieser Teilchen zu schreiben und zu verlangen, dass die Hypothese experimentell getestet wird. Viele dieser Tests sind bereits durchgeführt worden, und weitere werden gerade in Auftrag gegeben. Das ist eine Verschwendung von Zeit und Geld.“

> „Als ehemalige Teilchenphysikerin macht es mich traurig zu sehen, dass dieses Gebiet zu einer Fabrik für nutzlose akademische Studien geworden ist.“

I.6 Confinement und Asymptotische Freiheit – Erkenntnistheorie ade

Die „Probleme“ mit den Theorie-Taten des 1951 geborenen Frank (Anthony) Wilczek besitzen Alleinstellungsmerkmale der besonderen Art. Er bevorzugte Unverstand der Teilchenphysik metaphysisch unter Zuhilfenahme von einem neuen Theorieobjekt erklären zu wollen, das er nach einem amerikanischen Waschmittel *Axion* benannte (Amerikaner blichen in den 1970er Jahren ihre Unterwäsche damit). Einen Physiknobelpreis bekam Wilczek zusammen mit David Gross und H. David Politzer 2004 für die Einführung der Asymptotischen Freiheit in die Theorie der starken Wechselwirkung.

In dem „scientific paper“ Asymptotische Freiheit – Vom Paradoxon zum Paradigma schreibt Wilczek einleitend u.a.:

> „In theoretical physics, paradoxes are good. That's paradoxical, since a paradox appears to be a contradiction, and contradictions imply serious error. But Nature cannot realize contradictions. When our physical theories lead to paradox we must find a way out. Paradoxes focus our attention, and we think harder.“

Dann schreibt er unter 1.1: „Quarks are Born Free, but Everywhere They are in Chains.“

Soviel zu den fehlenden sprachlichen Möglichkeiten und dem Wunsch Wilczeks Sachzusammenhänge zwanghaft vermenschlicht abzubilden. Wilczeks infantile Art erinnert an einen Möchtegern-Komiker, der um menschliche Nähe bemüht ist. Das ist aus Unterhaltungsgründen traurig genug. Doch die aus seinen Beiträgen zur Theorie der Materiebildung resultierenden, prägenden Arbeiten sind das eigentliche Problem. Asymptotische Freiheit und die Confinement-These tragen das Gebäude der Quantenchromodynamik. Einfach ausgedrückt: Unter erkenntnistheoretischen Gesichtspunkten lösen diese Postulate nicht die phänomenologischen Probleme, sondern erheben schlicht das eigentliche Versagen der Theorie zur Theorie.

Am Rande bemerkt kann noch festgestellt werden, daß nicht einmal innerhalb des willküraffinen SM Klarheit herrscht. Zum Confinement heißt es in der englischen Wikipedia-Ausgabe: „There is not yet an analytic proof of color confinement in any non-abelian gauge theory.“ In der deutschen Version lautet das: „Eine vollständige theoretische Beschreibung dieses experimentellen Befundes steht noch aus.“

I.7 Anfang und Ende des SM – vom SM selbst nachgewiesene fatale Theoriefehler

I.7.1 Quarks sind keine Fermionen – Der nicht vorhandene Spin der Quarks und Gluonen

Ich möchte und „muß“ das an dieser Stelle nicht im Detail fachlich vertiefen, weil es gar nicht notwendig ist, da es sich sprichwörtlich leicht aufzeigen läßt, daß sich aus übergeordnet rational logischen Gründen die These, dass Quarks Fermionen sind (und insbesondere innerhalb der Struktur und Implikationen des SM), eindeutig widerlegen läßt, da entsprechende Standardmodell induzierte Versuche existieren, die das aussagen.

Und hier haben wir eine konkrete Situation vorliegen, die äußerst schwer zu „verkraften“ ist. Psychologisch erst einmal nahezu unlösbar, weil sich niemand vorstellen kann, daß eine tragende Hypothese eines über Jahrzehnte etablierten Denkmodells nachweislich falsch ist und als solche nicht korrigiert wird. Zigtausende gut ausgebildete Wissenschaftler über mehrere Generationen leben und arbeiten mit einer gravierenden Falschaussage? Insbesondere Laien aber auch Physiker, die nicht mit dem Formalismus des SM vertraut sind, können sich schlicht nicht vorstellen, daß dies möglich ist. Man unterstellt dem kritischen Betrachter, der auf die nachweisbaren Zusammenhänge aufmerksam macht, daß dieser etwas übersehen hat, emotional begünstigt durch den Umstand, das man ja selbst nicht über die nötige mathematisch-formale Sachkenntnis verfügt. Das sind äußerst schwierige Randbedingungen aus Sicht realitätssuchender Aufklärung. Wie auch immer, ich bin der Meinung, daß der Sachverhalt sehr wohl erklär- und verstehbar ist. Ich versuche es mal:

Die erste Annahme war, bedingt durch die theoretischen Vorgaben Mitte der 1960er Jahre, daß im Bild des SM der postulierte Protonenspin sich zu 100 % aus den Spinanteilen der Quarks zusammensetzt. Diese Annahme wurde 1988 bei den EMC-Experimenten nicht bestätigt. Ganz im Gegenteil, es wurden sehr viel kleinere, sogar mit Null verträgliche Anteile gemessen ($\Delta\Sigma = 0.12 \pm 0.17$, European Muon Collaboration). Die Quark-These von fermionischen Spin-$\frac{1}{2}$-Teilchen wurde experimentell nicht bestätigt. Hier hätte man aus wissenschaftlicher Sicht die „Quark-Idee“ – experimentell basierend – argumentativ überprüfen müssen. Man kann diesen verpassten (möglichen) Wendepunkt gar nicht genug „strapazieren“. Mit welcher Berechtigung werden (auch heute noch) Quarks als Spin-$\frac{1}{2}$-Teilchen „vorgestellt“?

Psychologisch ist das insofern leicht verständlich, da das SM Ende der 1980er Jahre bereits mehr als 20 Jahre existierte. Das in den sechziger Jahren von Richard Feynman entwickelte Quark-Parton-Modell (QPM) beschreibt Nukleonen als Zusammensetzung grundlegender punktförmiger Bauteile, die Feynman Partonen nannte. Diese Bauteile wurden daraufhin mit den wenige Jahre zuvor gleichzeitig von Gell-Mann und Zweig postulierten Quarks identifiziert. Man hoffte also Ende der 1980er Jahre darauf, dass es zukünftig Experimente geben wird, die den halbzahligen Spin der Quarks bestätigen. Eine Abkehr von der Hypothese, dass Quarks Fermionen sind, wäre das Ende des SM gewesen. Dann „passierte" etwas phänomenologisch Merkwürdiges. Weitere Denkansätze und Versuche brachten neue Theorieelemente ins Spiel. Merkwürdig in dem Sinne, daß mit dieser Idee das Quark als Träger eines intrinsischen Spinbeitrages bei genauer Sicht bereits gedanklich abgeschafft wurde.

I.7.2 Zum (besseren) Verständnis einige Hintergründe zur Spinproblematik

Der quantenmechanische Spin „existiert" spätestens seit 1930 betrachtungsinkonsistent und ohne „Spin-Phänomenologie" rein mathematisch, siehe exemplarisch:

Kapitel 10.2 Diracsche Elektronentheorie 1928 Seite 10006: „Denn der neue Drehimpuls hat mit dem, was man sich unter diesem Namen als mechanische Größe vorstellen kann, nichts mehr gemein. Er entsteht aus keiner Bewegung, sondern aus dem Zusammenwirken eines räumlichen Vektors mit den Dirac-Matrizen in dem Raum ihrer vier abstrakten Dimensionen."

Mit anderen Worten: Die Quantenmechanik (QM) „arbeitet" oft in Illustrationen und semantischen Ausführungen mit einer falschen Suggestion mittels des Begriffes Spin (Eigenrotation), doch der assoziierte QM-Formalismus beschreibt keine solche realphysikalische Rotation. „Einfach" ausgedrückt: Der quantenmechanische Spin hat nichts mit einer Rotation zu tun und ist sozusagen nichts weiter als eine notwendige aber vollkommen unbegründete (sprich ohne realphysikalische Anschauung) Quantenzahl, die im Rahmen der herrschenden Physik rein mathematisch generiert wird (vierkomponentiges Dirac-Spinorfeld mit vier Dirac-Matrizen).

Um möglichen Mißinterpretationen („Nicht-SM-Eingeweihter") vorzubeugen, sei darauf hingewiesen, daß sowohl der von der Theorie geforderte Betrag des Spinwertes des Elementarteilchens „Quark" als auch der resultierende aus 3 Quarks zusammengesetzte Betrag des Spinwertes des Protons gemäß SM $\frac{1}{2}$ betragen soll.

Werner Heisenberg folgerte 1932, dass Proton und Neutron zwei Zustände ein und desselben Teilchens des Nukleons sind. Zur Unterscheidung wurde der Isospin eingeführt. Die z-Komponente des Isospins des Neutrons beträgt $-\frac{1}{2}$, die des Protons $+\frac{1}{2}$. Diese stehen im Quark-Modell für die beiden Quarks up-Quark ($I_z = \frac{1}{2}$) und down-Quark ($I_z = -\frac{1}{2}$). Für Antiquarks ändert sich das Vorzeichen von I_z. Die Quarks s (strange), c (charme), b (beauty) und t (top) tragen keinen Isospin.

Der Isospin ist eine Eigenschaft aller Elementarteilchen mit starker Wechselwirkung. Das Photon und die Leptonen (Elektron, Myon, Neutrino) haben keinen Isospin. Die Eigenschaft „Isospin" läßt sich jedoch nicht durch einen einfachen Zahlenwert darstellen, sondern ist eine gequantelte Größe mit drei Komponenten, die sich wie die Komponenten eines Vektors verhalten. Dies ist allerdings kein Vektor im gewöhnlichen physikalischen Raum, sondern ein Vektor in einem abstrakten „Isospinraum" oder „I-Raum". Da alle Elementarteilchen und Systeme aus ihnen aber auch einen charakteristischen wirklichen Quantenvektor mit sich tragen, ihren „Spin", ergibt sich eine formale Analogie des Isospins mit diesem Spin. Über diese formale Verwandtschaft hinaus hat der Isospin mit dem Spin nichts zu tun.

Bedeutet allgemeiner: Quantisierte Eigenschaften werden hier durch innere Symmetrien charakterisiert und haben nichts mehr mit Eigenschaften im üblichen Sinne gemeinsam, die als den Dingen inhärente physische Qualitäten aufgefasst werden können. Der Isospin der Nukleonen oder die „Farbe" der Quarks drücken überhaupt keine Qualitäten in diesem Sinne mehr aus, sondern nur noch beliebig festgelegte Basiszustände beziehungsweise Richtungen in einem abstrakten Raum, die durch Symmetrietransformationen aufeinander bezogen werden. Aber auch die daraus entstandene Annahme, daß die ins Leben gerufenen Gluonen zum Protonenspin beitragen, ergab nicht das gewünschte Ergebnis. In der dritten, derzeit aktuellen Theorie-Fassung sollen nun Quarks, Gluonen und deren dynamisch-relativistische Bahndrehimpulse im Ergebnis fein säuberlich den Protonenspin ausmachen.

Bei genauer Betrachtung besitzt diese 2. Nachkorrektur den „Vorteil", daß das Ergebnis im Rahmen der Gitter-Eichfeld-Theorie und Konstrukten wie „Pionenwolken" rein algorithmisch in Großrechner-Anlagen „errechnet" wird und aus Sicht der SM-Gläubigen nicht falsifiziert werden kann. Es wird also solange „kombiniert", bis das gewünschte Ergebnis iterativ vorliegt.

Aber hier kommt das riesengroße, übermächtige, logisch rational begründete ABER: diese Maßnahme rechtfertigt offensichtlich keine Klassifizierung der Quarks als Fermionen. Denn egal wie konstruiert das asymmetrische Ensemble aus nicht beobachtbaren postulierten Theorieobjekten und Wechselwirkungen auch immer annonciert wird, die Quarks selbst werden dadurch nicht zu Spin-$\frac{1}{2}$-Teilchen-Entitäten.

Der Sachverhalt lässt sich (glücklicherweise) allgemein formulieren. Die Behauptung, eine Entität (Quark) besitzt einen meßbaren intrinsischen Wert, ist widerlegt, wenn Messungen keine solchen Ergebnisse liefern. Die Addition von weiteren postulierten Theorieobjekten (postulierte Gluonen) und weiteren postulierten Wechselwirkungen (relativistische Effekte) mögen in der Summe der Ereignisse den theoriegewünschten Wert ergeben, aber dadurch erhält respektive enthält die ursprüngliche Entität nicht den postulierten intrinsischen Wert. Diese Argumentation ist so einfach wie sie verständlich ist.

Und nun? Ohne Quarks als Fermionen ist das SM am Ende. Dieser Umstand wird nicht thematisiert, verdrängt und wenn nötig verschwiegen. Es ist naiv zu glauben, daß die rational-logisch zu verstehende Erkenntnis „Quarks sind keine Fermionen“ sich „einfach“ so durchsetzen wird. Denn dann sind alle bisherigen SM-Bemühungen „Geschichte“. Epizykeltheorie und Phlogistontheorie grüßen. Es bedarf öffentlich wahrnehmbarer „sozialer“ Situationen, die mit erfahrenen und kompetenten Moderatoren weite Verbreitung finden, um den seit Jahrzehnten bekannten Fake News des SM, die einem Super-Gau der Erkenntnistheorie und Super-Gau der Logik entsprechen, ein Ende zu bereiten.

(Ein Beispiel am Rande bemerkt: Frau Hossenfelder hat, trotz der Tatsache, daß sie in Teilen eine Kritikerin des SM ist, meine diesbezüglichen Kommentare in ihren themenrelevanten Blogbeiträgen nicht veröffentlicht. Ein möglicher Grund: Frau Hossenfelder „mag“ Quarks als Fermionen – oder genauer: auch Frau Hossenfelder braucht Quarks im Hinblick auf die von ihr favorisierte Quantengravitation, da ohne fermionische Quarks das SM und letztendlich jede assoziierte aktuelle Quantenfeldtheorievariation mangels Fermionenbasis nichtig ist.)

I.7.3 Quark-Parton-Modell und tiefinelastische Streuung

Das in den sechziger Jahren von Richard Feynman entwickelte Quark-Parton-Modell (QPM) beschreibt Nukleonen als Zusammensetzung grundlegender punktförmiger Bauteile, die Feynman Partonen nannte. Diese Bauteile wurden daraufhin mit den wenige Jahre zuvor gleichzeitig von Gell-Mann und George Zweig postulierten Quarks identifiziert. Gemäß Quark-Parton-Modell ist ein tiefinelastisches Streuereignis (DIS: deep inelastic scattering) als eine inkohärente Überlagerung elastischer Lepton-Parton Streuprozesse zu verstehen. Dieses Bild gilt aber nur, wenn der Impulsübertrag durch das Photon ausreichend groß ist, so dass die einzelnen Partonen aufgelöst werden können; d.h., dass man sich in dem als tiefinelastisch bezeichneten Bereich der Lepton-Nukleon-Streuung befindet.

Eine Kaskade von Wechselwirkungs-Mutmaßungen, Näherungen, Korrekturen und zusätzlichen Theorieobjekten „verfeinerten“ in der Folgezeit das theoretische Nukleonen-Modell. Es ergeben sich u.a. Nukleonstrukturfunktionen als Summationen der Partonstrukturfunktionen über postulierte Helizitäts- und Ladungszustände aller im Nukleon postulierten „Quarksorten“. Im quantenchromodynamik-erweiterten Partonmodell sollen Quarks Gluonen abstrahlen, die entweder von den Quarks selber wieder absorbiert werden, oder aber Quark-Antiquark-Paare erzeugen oder weitere Gluonen abstrahlen. Diese „Folge-Partonen“ bilden eine „Wolke“ um das Ursprungsquark. Im Rahmen dieses Modells ist ein Quark kein punktförmiges Objekt mehr, wie im ursprünglichen QPM. Ohne hier auf das Sammelsurium von weiteren Annahmen und resultierenden vermeintlichen Gleichungen des SM zur erweiterten postulierten Substruktur der Nukleonen einzugehen, folgt ein klares Statement:

Ein grundsätzliches (erkenntnistheoretisches) Problem ist sofort erkennbar. Alle experimentellen Aufbauten, Durchführungen und Interpretationen zur tiefenelastischen Streuung sind extrem stark theoriebeladen. Siehe zur Verdeutlichung dieser Aussage exemplarisch das Kapitel 2.1 Kinematik der tiefinelastischen Streuung der Ausführungen zu COMPASS-Experimenten. (Das 2001 am europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf/Schweiz in Betrieb genommene COMPASS-Experiment erforscht in einem weit reichenden Programm die Spinstruktur des Nukleons mittels der tiefinelastischen Streuung.)

Ein Beispiel eines relativ aktuellen „theoretischen Versuches“, freie Parameter und willkürliche Theorie-Objekte so zu arrangieren, daß am Ende das herauskommt, was bekannt ist: Spin Crisis of Proton and Baryon's Magnetic Moment (DP Tiwari and RS Gupta 2015).

Darüber hinaus ist auch die postulierte Asymmetrie der Quark-Ladungsträger in Form stark unterschiedlicher Massen(-Grenzen) und unterschiedlich fragmentierter elektrischer Elementarladung eine erkenntnistheoretische Zumutung, insbesondere unter dem Aspekt, dass Quarks nicht detektiert werden

können (Confinement-These). Diese Leute sind so überzeugt von ihrem Glauben, daß sie das Wesentliche offensichtlich aus den Augen verloren haben. Wieso sollte eine komplexe, mehrobjekt-asymmetrische, ladungsfragmentierte, dynamische Substruktur einen Spinwert $\frac{1}{2}$ und eine ganze Elementarladung e über dynamische Zustände im zeitlichen bzw. statistischen Mittel erschaffen? Der Vergleich mit dem SM-postuliert punktverarmten, „leptonischen“ Elektron, mit Spinwert $\frac{1}{2}$ und ganzer Elementarladung e, welches ohne „dynamische Mühe“ und Struktur dieses „schafft“, identifiziert die Quarks-Gluonen-These als Glaubensmärchen. Dieses Märchen dürfte selbst Normalbegabten als solches erscheinen.

Zur Erinnerung: Quarks sind keine Teilchen, weder im phänomenologischen noch im quantentheoretischen Sinne, da sie nicht als isolierbare Partikel bzw. Zustände auftreten. Die physikalischen Teilchen andererseits sind als gebundene Zustände aus Quarks zusammengesetzt zu denken. Den elementaren Größen der Quantenfeld-Theorie entsprechen keine physikalischen Objekte. Also die gewünschten, verschiedenen Arten von postulierten Elementarteilchen im SM unterscheiden sich durch die Quantenzahlen dynamischer Eigenschaften wie Ladung oder Isospin. Einige sind per Postulat masselos, andere nicht. Elektronen sind theoriegewünscht zum Masse- und Ladungspunkt verarmt. Einige andere sollten masselos sein, wie Neutrinos, sind es dann aber doch nicht. Auftretende mathematische Theoriefragmente, wie z.B. „5 Phasen“ bei der CKM-Matrix werden einfach verworfen, da diese ergebnisorientiert nicht „passen“. Da heißt es lapidar zum Thema „Quarkmischungen“: „Die CKM-Matrix (Cabibbo-Kobayashi-Maskawa-Matrix) wird physikalisch eindeutig durch drei reelle Parameter sowie eine komplexe Phase beschrieben (weitere fünf Phasen, die mathematisch auftreten, haben keine physikalische Bedeutung)“. Das bedeutet schlicht und ergreifend, daß man sich ergebnisorientiert die mathematischen Elemente nimmt, die „irgendwie passen“ und andere einfach ignoriert. Dieses beliebige Vorgehen im Rahmen mathematischer Modelle hat mit exakter Wissenschaft nichts mehr zu tun.

Wie auch immer, quantisierte Eigenschaften werden durch innere Symmetrien charakterisiert und haben nichts mehr mit Eigenschaften im üblichen Sinne gemeinsam, die als den Dingen inhärente physische Qualitäten aufgefasst werden können. Der Isospin der Nukleonen oder die „Farbe“ der Quarks drücken überhaupt keine Qualitäten in diesem Sinne mehr aus, sondern nur noch beliebig festgelegte Basiszustände beziehungsweise Richtungen in einem abstrakten Raum, die durch Symmetrietransformationen aufeinander bezogen werden. Nahezu alle bisher bekannten Symbolsysteme werden zitiert. Mal sind es die Farben (rot, blau, grün), mal Buchstaben (u, d, s, c, b, t), mal symbolische Eigenschaften (strange, charm, beauty, ...), als Begriff kommen auch noch die Aromen hinzu, für eine noch unterhalb der Quarks liegende Struktur wurden die Bezeichnungen „tohu“ und „wabohu“ aus der Schöpfungsgeschichte im Alten Testament vorgeschlagen. U.a. Religiosität, „neurologische Auffälligkeiten“, Größenwahn sowie wissenschaftsbefreite „Kindergartensprache“ kommen mit dem Theoretiker als „verwirrten“, (mathematik-)gläubigen Menschen ins „Spiel“.

Schon Ernst Mach bemerkte: „Wer Mathematik treibt, den kann zuweilen das unbehagliche Gefühl überkommen, als ob seine Wissenschaft, ja sein Schreibstift, ihn selbst an Klugheit überträfe, ein Eindruck, dessen selbst der große Euler nach seinem Geständnisse sich nicht immer erwehren konnte.“ [EM1]

[EM1] Ernst Mach (1838–1916), Vortrag, Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien am 25. Mai 1882.

I.8 Schwerionen in plasmatischen Traumzuständen – ein kläglicher Versuch die Confinement-These praktisch zu umgehen

Der LHC ist darauf ausgelegt, Protonen auf Energien von 7 TeV zu beschleunigen und so Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von 14 TeV zu ermöglichen. Im Bereich von beschleunigten Schwerionen, wie Bleikernen, erreicht der LHC Energien von 2,7 TeV pro Nukleon; in Kollisionen von Bleikernen mit 208 Nukleonen finden also theoretisch Kollisionen bei einer Energie von 1150 TeV statt. Der aktuell zweitstärkste Ionenbeschleuniger ist der Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) in Brookhaven (USA), der mit 0,2 TeV pro Nukleon in Kollisionen von Goldkernen eine theoretische Höchstenergie von etwa 78 TeV erreicht. Zur Auswertung dieser Ereignisse, mit denen das postulierte Quark-Gluon-Plasma untersucht werden soll, ist das ALICE-Experiment konstruiert.

Soviel zur Theorie und Praxis des Standardmodells. Aber es handelt sich bei postulierten Quark-Gluon-Plasma-Nachweisen nicht um direkte experimentelle Nachweise, sondern um stark theoriebeladene Versuchsergebnisinterpretationen. Das gilt auch für Schwerionenkollisionen. Das eigentliche Verständigungsproblem beginnt schon viel früher. Der Begriff „Plasma“ ist bezogen auf die Theorieobjekte Quark und Gluon falsch.

Die gemäß SM postulierten Quarkmassen ergeben in der Summe bei weitem nicht die Nukleonenmassen. Gluonen sind masselos.

- Postulierte Up-Quark Masse: $2.3 \pm 0.7 \pm 0.5$ MeV/c^2 up (u)
- Postulierte Down-Quark Masse: $4.8 \pm 0.5 \pm 0.3$ MeV/c^2 down (d)
- 938,2720813(58) MeV/c^2 Protonmasse (duu) $\sim$ 0,8–1,2 % (!!!) Quarksmassenanteil
- 939,5654133(58) MeV/c^2 Neutronmasse (ddu) $\sim$ 1,1–1,4 % (!!!) Quarksmassenanteil

Somit sind auch aus Protonen und Neutronen zusammengesetzte Schwerionen (wie Blei- oder Goldkerne) nicht durch Quarks und Gluonen darstellbar. Das bedeutet, daß nach dem Masse-Energie-Äquivalenzprinzip Nukleonen und letztendlich Schwerionen fast gesamtheitlich aus phänomenologisch unbestimmter Bindungsenergie bestehen. Noch gravierender ist die Tatsache, daß die Schwerionen auf fast Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden, bevor sie kollidieren. Das bedeutet, es kommt zur Bindungsenergie auch noch eine beträchtliche Menge an äußerer Energie hinzu. Wie diese sich phänomenologisch vorstellbar in Translationsenergie und „Masseäquivalenz“ aufteilt, sagt uns die Relativitätstheorie nicht.

An Richard Feynmans Aussage „It is important to realize that in physics today, we have no knowledge of what energy is.“ („Es ist wichtig, einzusehen, dass wir in der heutigen Physik nicht wissen, was Energie ist.“) hat sich bis heute nichts geändert. Die Physik lebt von sekundären Größen respektive sekundären Begriffen, die allesamt keine (konsistente) Phänomenologie besitzen.

Genauer: Wenn 2,7 TeV bei Blei-Ionen beim LHC auf ein Nukleon entfallen, dann beträgt bei einem Massenanteil der Quarks von ca. 1 % der prozentuale Massen-Anteil am Geschehen gerade einmal 0,00035 %.

Fazit: Nicht gemäß einer Meinung, sondern nach dem Kenntnisstand und den Postulaten des SM kollidieren bei Teilchenkollisionen also hauptsächlich phänomenologisch unbestimmte beschleunigte Energiepakete sprich Bindungsenergien und hauptsächlich äußere Energie miteinander, von Elementarteilchenmassen existiert so gut wie keine „Spur“.

Man kann offensichtlich in jeder beliebigen Theorie Widersprüche mit der Beobachtung dadurch „wegerklären“, dass man weitere (unüberprüfbare) Postulate in die Theorie mit aufnimmt, die genau diese Beobachtung „erklären“.

I.9 Brigitte Falkenburgs Analyse: Particle Metaphysics

Brigitte Falkenburg schreibt in *Particle Metaphysics: A Critical Account of Subatomic Reality* (2007) u.a.:

> „Es muss Schritt für Schritt transparent gemacht werden, was Physikerinnen und Physiker selbst als empirische Basis für das heutige Wissen der Teilchenphysik ansehen. Und es muss transparent sein, was sie im Einzelnen meinen, wenn sie von subatomaren Teilchen und Feldern sprechen. Die Weiterverwendung dieser Begriffe in der Quantenphysik führt zu ernsthaften semantischen Problemen. Die moderne Teilchenphysik ist in der Tat der härteste Fall für Inkommensurabilität im Sinne Kuhns.“
>
> „Schließlich ist die Theorieabhängigkeit ein schlechtes Kriterium, um zwischen sicherem Hintergrundwissen und unsicheren Annahmen oder Hypothesen zu unterscheiden.“
>
> „Die subatomare Struktur existiert an sich nicht wirklich. Sie zeigt sich nur in einem Streuexperiment mit einer bestimmten Energie, also aufgrund einer Wechselwirkung. Je höher der Energietransfer bei der Wechselwirkung ist, desto kleiner sind die gemessenen Strukturen. Hinzu kommt, dass nach den Gesetzen der Quantenfeldtheorie bei sehr hohen Streuenergien neue Strukturen entstehen. Die Quantenchromodynamik (d. h. die Quantenfeldtheorie der starken Wechselwirkung) besagt, dass je höher die Streuenergie ist, desto mehr Quark-Antiquark-Paare und Gluonen im Inneren des Nukleons entstehen. Nach dem Modell der Streuung in diesem Bereich führt dies wiederum zu Skalierungsverletzungen, die tatsächlich beobachtet wurden. Dies wirft ein neues Licht auf Eddingtons alte Frage, ob die experimentelle Methode zur Entdeckung oder zur Herstellung führt. Offenbart die Wechselwirkung bei einer bestimmten Streuenergie die gemessenen Strukturen oder erzeugt sie diese¿‘

„Es ist nicht möglich, einen gemessenen Querschnitt auf seine individuelle Ursache zurück zu führen. Keine Kausalgeschichte setzt einen gemessenen Formfaktor oder eine Strukturfunktion mit seiner Ursache in Beziehung."

„Mit den in Teilchenbeschleunigern erzeugten Strahlen kann man weder in das Atom hineinschauen, noch subatomare Strukturen sehen, noch punktförmige Strukturen im Inneren des Nukleons beobachten. Solches Gerede ist metaphorisch. Das einzige, was ein Teilchen sichtbar macht, ist die makroskopische Struktur des Targets."

„Niels Bohrs Quantenphilosophie… Bohrs Anspruch war, dass die klassische Sprache unverzichtbar ist. Dies hat bis heute Gültigkeit. Auf der individuellen Ebene von Klicks in Teilchendetektoren und Teilchenspuren auf Fotos müssen alle Messergebnisse in klassischen Begriffen ausgedrückt werden. Die Verwendung der bekannten physikalischen Größen Länge, Zeit, Masse und Impuls-Energie auf subatomarer Ebene ist in der Tat auf eine Extrapolation der Sprache der klassischen Physik auf den nichtklassischen Bereich zurückzuführen."

Brigitte Falkenburg zeigt deutlich auf, dass auch die experimentelle Seite des SM keinerlei analytisch berechnete Materie im Rahmen eines realphysikalischen Versuchs misst. Unverstandene Bindungsenergie und kinetische Energie prallen hier aufeinander.

In der modernen Theoretischen Modell-Physik geht es bei genauer Betrachtung um die Bewahrung bestehender Denk-Dogmen. Argumente der Vernunft werden Denkgewohnheiten und Standardmodell-lastigen Vorurteilen geopfert. Ein psychologischer Grund liegt im Glauben und Hoffen. Die Mehrzahl der „forschenden" Physiker sind ausnahmslos Anhänger der Quantenfeldtheorien. Ein Verständnis dieser undurchsichtigen Theorien ist nicht möglich. Aufbauend auf unverstandenen Arbeiten anderer planen sie Experimente, für die es nur zwei Resultate gibt: Erfolg und Bestätigung oder Misserfolg und kurze Ratlosigkeit, die dann in der Regel in neuen Teilchen, neuen Quantenzahlen und Theorieerweiterungen endet(e).

Wie alle Gläubigen tendieren auch die (theorieaffinen) Experimentatoren dazu, einen Misserfolg bewusst sowie unbewusst zu vermeiden und weichen einer Widerlegung ihres theoriebeladenen Glaubens durch ein Experiment (oder durch Denken) instinktiv aus. Anstatt die Experimente auf das Wesentliche zu beschränken und sie so einfach und effizient wie möglich zu gestalten, wird oft vom Wesentlichen abgelenkt. Moderne Theorien basierend auf Quantenfeldtheorien haben alle eins gemeinsam: Sie entpuppen sich in theorierelevanten Experimenten, „früher oder später", als Mogelpackungen. Statt nun die Theorie zu verwerfen, werden lediglich Theorie-Korrekturen vorgenommen. Das können beispielsweise Postulate über neue virtuelle Teilchen sein, die „kurzzeitig" den Energieerhaltungssatz mit Hinweis auf die Heisenbergsche Unschärferelation verletzen – obwohl diese Verletzung den wichtigsten Erhaltungssatz der System-Physik ignoriert.

In dem Zusammenhang ist es erstaunlich, wie viele „Interessierte" und „Wissenschaftsprofis" festen Glaubens sind, Quantenfeldtheorien wären experimentell überprüfbare, innovative theoretische Konzepte, die praktische Anwendungen generier(t)en.

I.10 Geschichtlicher „fun fact" mit weitreichenden Konsequenzen

Als Peter Higgs (1929–2024) 1964 „seinen" Higgs-Mechanismus vorstellte, befand er sich in der „LSD-Flower-Power-Zeit", deren damalige wissenschaftliche Zeitgeist-Bewertung von Protagonisten wie dem Wissenschaftsphilosophen Paul Feyerabend (1924–1994) geprägt war, dessen Idee von Wissenschaft lautete: „Anything goes". Das erklärt möglicherweise, warum Higgs seine, aus Standardmodellsicht „bahnbrechenden", Ausführungen mit irrealen Tachyonen startete.

[Tachyonen (altgr. $\tau\alpha\chi\acute{\upsilon}\varsigma$ tachýs „schnell") sind hypothetische Teilchen, die sich schneller als mit Lichtgeschwindigkeit (superluminar) bewegen. Es gibt offensichtlich keine experimentellen Hinweise, dass solche Teilchen existieren.]

Higgs' Irrationalität war damals gern gesehen, Peter Higgs war sozusagen ein Wissenschafts-Avantgardist im Sinne Feyerabends. Feyerabend passt zu Feierabend mit der Bedeutung: die eigentliche Arbeit ist beendet. Rückblickend kreierte und lebte Peter Higgs im wissenschaftlichen Feierabend – bedeutet: phänomenologisch, rational begründete Denkmodellphysik-Arbeit fand fortan nicht mehr statt.

Auch das in den 1960er Jahren von Richard Feynman (1918–1988) entwickelte Quark-Parton-Modell (QPM) beschreibt Nukleonen als Zusammensetzung grundlegender punktförmiger Bauteile, die Feynman

Partonen nannte. Diese Bauteile wurden daraufhin mit den wenige Jahre zuvor gleichzeitig von Gell-Mann (1929–2019) und George Zweig (geboren 1937) postulierten Quarks identifiziert.

Auch hier ist die Grundlage irrational, denn der daraus resultierende mathematische Ansatz des Standardmodells der Teilchenphysik (SM), ausgehend von nulldimensionalen, masselosen Objekten, liefert offensichtlich keine Anbindung an die wahrnehmbare physikalische Realität, in der Masse und Ausdehnung Fundamentaleigenschaften darstellen. Masselose Eichbosonen bewegen sich gemäß Formalismusforderung mit Lichtgeschwindigkeit. Das SM beschreibt Materie-Entstehung und Wechselwirkungen durch rein abstrakte mathematische Symmetrien (Eichsymmetrien mit ihren Eichgruppen).

I.11 Parametrische Glaubensbekenntnisse

Die „moderne“ Elementarteilchenphysik „nährt(e)“ sich von „Spekulations-Kaskaden“. In keiner anderen Wissenschaftsdisziplin wird so „kreativ“ postuliert, „entdeckt“ und „modifiziert“, wie in der Teilchenphysik. Dass sich dieses Konstrukt aus Teilchen und Thesen erfolgreich befruchtet und innerhalb der eigenen Grenzen bestätigt, ist keine große Überraschung, da die Aktivisten jederzeit neue Teilchen und Thesen einbringen können, um „alte“ Thesen und Teilchen zu „retten“.

I.11.1 Zurück zum Higgs-Mechanismus

Folgender Sachverhalt wird kaum thematisiert bzw. „teilweise verschwiegen“: Der Higgs-Mechanismus startet mit einem Tachyonfeld und damit inhärent verbunden mit einem negativen Massenquadrat ($m^2 < 0$). Merke: Das ursprüngliche Higgs-Feld ist ein Tachyon-Feld, mathematisch definierbar, physikalisch irreal. Um den Tachyon-Term „zu umgehen“, wird das Feld als eine Variation um einen Vakuumszustand neu parametrisiert. Dadurch ändert sich das Vorzeichen des Massenterms.

Die geforderten Eigenschaften des Higgs-Feldes sind u.a.:

- Higgs-Teilchen sind Bosonen, weil nur dann eine kohärente Wellenfunktion möglich ist.
- Aus dem gleichen Grund müssen Higgs-Teilchen untereinander wechselwirken.
- Das Higgs-Feld ist skalar, um die Symmetrie des Vakuums zu erhalten.
- Im vorliegenden Fall der $U(1)_{em}$-Eichtheorie muß das Feld geladen sein, um an das Photon zu koppeln.
- Das Higgs-Feld erfüllt die Klein-Gordon-Gleichung:

  $$(\Box + m^2)\Psi = 0$$

  wobei $\Box$ der d'Alembert-Operator (Lorentz-Skalar, invariant unter Lorentztransformationen) ist.
- Man postuliert, dass sich das Higgs-Feld im Grundzustand mit einem Vakuumerwartungswert $|\Psi_0|^2 = \text{const} \neq 0$ befindet.
- Die Forderung eines im Grundzustand nicht verschwindenden Erwartungswertes ist nicht trivial und kann nur mit einer Selbstwechselwirkung des Feldes „erfüllt“ werden.

Um die Massenerzeugung im Standardmodell durch den Higgs-Mechanismus zu realisieren, kann man als minimale Variante das Higgs-Feld als Isospin-Dublett ansetzen. Im Verlauf dieser mathematischen Prozedur zeigt sich, dass ein weiteres masseloses Vektorboson, das so genannte Goldstone-Boson, auftritt. Da es aber keinen experimentellen Hinweis für dieses Boson gibt, wird es als „unphysikalisch“ erklärt und mathematisch eliminiert („weggeeicht“).

Des Weiteren gilt jedoch zu bedenken: Das Higgs-Potential und damit die spontane Symmetriebrechung der elektroschwachen Symmetrie wird „per Hand“ zum SM hinzugefügt. Es gibt keine dynamische Erklärung für diesen Mechanismus. Die vier Komponenten des Isospin-Dublett-Ansatzes „liefern“ letztendlich drei Vektorbosonen mit einer longitudinalen Spinkomponente und ein skalares Higgs-Feld. Damit das Photon masselos bleibt, wird in diesem Fall der Vakuumerwartungswert (wieder) auf Null „gesetzt“. Die „restlichen“ Masseterme werden dann von der „neutralen“ Komponente mit nichtverschwindendem Erwartungswert erzeugt. Nach (mathematischer) „Umordnung“ ergibt sich die eichinvariante $SU(2) \times U(1)$-Lagrange-Dichte mit den „gewünschten“ Massentermen für das Higgs- und die Eichbosonen.

Allgemein auffällig: Grundsätzlich werden Masse und Masselosigkeit der Theorie-Objekte nach den Fantasiewünschen der Theoriebauer vergeben. „Fantasiewunsch“ ist keine semantische Spitze sondern inhaltlich das richtige Wort. Denn bei neutraler Betrachtung des SM fällt auf, daß im Rahmen des Formalismus Masse und Masse-Losigkeit je nach Gutdünken der Theoriebauer vergeben werden. Das lässt sich grundsätzlich durch „Neu-Eichungen“ realisieren. Doch dieses beliebige Handeln besitzt keinen realphysikalischen Nährwert im Sinne eines Erkenntnisgewinns über phänomenologische Zusammenhänge. Ganz im Gegenteil: Es wird eine physikalische Pseudo-Realität geschaffen, die dann als verbindliche Grundlage dient. Wie sinnlos dieses Unterfangen ist, zeigt exemplarisch die theoretische Forderung nach Masselosigkeit der Neutrinos, die aber – gemäß (anerkannter) Neutrinooszillationen – endliche Massen besitzen. Die theoretische Forderung läuft ins Leere, denn die neutralen Leptonen (Neutrinos) werden im Standardmodell als exakt masselose Weyl-Fermionen angenommen. Der Widerspruch zu experimentell geforderten Neutrinomassen ist evident.

Hier schließt sich der Kreis der fantastischen Willkürlichkeiten in Blickrichtung des Kosmologischen Standardmodells.

I.12 Standard-Denkmodellanatomie – „Vorspiel-Gedanken“

[MF] Das führt u.a. zu folgender, extrem wichtiger Antwort auf die Frage:

Was bleibt von der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) respektive dem daraus resultierenden Standardmodell der Kosmologie (ΛCDM-Modell)?

Die englische Wikipedia weist, anders als die deutsche Version, auf den wesentlichen Aspekt des Modells hin:

> „Das Lambda-CDM, Lambda Cold Dark Matter oder ΛCDM-Modell ist ein **mathematisches Modell** der Urknalltheorie.“

> „The Lambda-CDM, Lambda cold dark matter or ΛCDM model is a **mathematical model** of the Big Bang theory.“

Insgesamt muss man sich als Interessierter die Frage stellen, warum die deutsche Wikipedia im Vergleich zur englischen Wikipedia zum ΛCDM-Modell nahezu „nichts zu sagen“ hat. Deutschsprachige, sofern sie nicht auch die englische Version bemühen, bleiben „wissenstechnisch“ außen vor.

Offensichtlich ist nahezu niemandem klar, ob nun Laie oder Theoretischer Physiker, was „mathematisches Modell“ hier bedeutet. Plakativ formuliert bedeutet es: Das einzig „Wahre“ in diesem Modell ist die Differentialgeometrie. Alles andere in dem Modell sind Spekulationen, empirisch unbegründete Postulate und dies „Alles“ aufbauend auf freien Parametern.

Die Geschichte der Urknalltheorie ist so verlaufen – ohne das an dieser Stelle bereits näher auszuführen –, dass neue hypothetische „Objekte“ eingeführt werden mussten, für die es keine Belege gab und nach wie vor gibt, außer dass sie die zugrunde liegende Theorie rette(te)n. Der Begriff „Inflation“, der ein Feld und eine Energie beinhaltet, die völlig unbekannt sind, wurde Anfang der 1980er Jahre eingeführt, um den Urknall trotz sehr schwerwiegender Widersprüche in der Beobachtung zu halten. Bald darauf kam die nichtbarionische „Dunkle Materie“ als postulierte Theorie-Entität hinzu und in den 1998er Jahren die „Dunkle Energie“. Die dunkle Energie ist eine postulierte, nicht detektierbare Form von Energie, die das Universum auf großen Skalen beeinflusst. Ihr postulierter Haupteffekt besteht darin, dass sie die beschleunigte Expansion des Universums auslöst respektive aufrecht erhält. Der Begriff wurde 1998 von dem Astrophysiker Michael S. Turner geprägt.

U.a. bedingt durch die notwendige These zur Aufrechterhaltung des ΛCDM-Modells wurde die Inflationsphase (mit vielfacher Überlichtgeschwindigkeit) eingeführt; dazu musste der Raum von der Materie entkoppelt werden, ohne das explizit zu erwähnen. „Implizit“ ist das klar, denn Materie kann auch im Rahmen der Standardmodelle nicht auf Lichtgeschwindigkeit und schon gar nicht auf Überlichtgeschwindigkeit beschleunigt werden. Das bedeutet jedoch, das diese Raum-Materie-Entkopplung auch vor und nach der postuliert kosmischen Inflation vorlag respektive vorliegt, also auch im Hier und Jetzt. Für diese Annahme gab und gibt es jedoch keine Beweise.

I.12.1 Kosmologische Konstante Λ und postulierte Inflation

Die Kosmologische Konstante Λ, die Albert Einstein im Glauben an ein statisches Universum einführte, welche dann im Zuge der „frühen Ideen" des expandierenden Universums abgeschafft wurde, kam zurück, da Λ theoretisch wieder gebraucht wurde. Doch die Kosmologische Konstante bedeutet schlicht und ergreifend, dass auch im Verständnis der Urknall-Theoretiker das „Vakuum" eine Energiedichte besitzt. Vakuum ist hier eine weitere Wortspielerei für vermeintlich leeren Raum. Das Anheften von Λ an die Theorie führt aber unweigerlich zu „Materie im Raum". Das Ergebnis ist leicht zu verstehen. Lassen wir mal außen vor, dass wir hier schon wenig kleinlich das Attribut einer lichtschnellen Ausbreitung nicht thematisieren wollen. Der Raum expandiert mit Materie (nahezu lichtschnell) bis zum Beginn der postulierten überlichtschnellen Inflation, dann expandiert der Raum ohne Materie bis zum Ende der Inflation, um dann wieder mit Materie brav im Rahmen der Relativitätstheorie zu expandieren.

Detaillierter: Inflationäre Modelle gehen davon aus, dass der Vakuumzustand des Universums etwa 10^{-36} Sekunden nach dem Urknall anders war als heute: Das inflationäre Vakuum hatte eine viel höhere Energiedichte. Nach der Allgemeinen Relativitätstheorie erzeugt jeder Vakuumzustand mit einer Energiedichte ungleich Null eine abstoßende Kraft, die zu einer Expansion des Raums führt. In inflationären Modellen verursacht der frühe hochenergetische Vakuumzustand somit extrem schnelle Expansion, sprich eine Expansion mit vielfacher Lichtgeschwindigkeit. Diese Expansion erklärt verschiedene Eigenschaften des heutigen Universums, die ohne eine solche inflationäre Epoche nicht zu erklären sind. In den meisten Inflationsmodellen wird ein Skalarfeld, das so genannte Inflationsfeld, vorgeschlagen, das die notwendigen Eigenschaften besitzt. Die Inflations-Theorien lassen offen, wann die Inflationsepoche endete; derzeit arbeitet man mit einer Dauer zwischen 10^{-33} und 10^{-32} Sekunden nach dem gleichfalls postulierten Urknall. Die schnelle Ausdehnung des Raums hat im Modell zur Folge, dass alle potenziellen Elementarteilchen (oder andere „unerwünschte" Artefakte wie topologische Defekte, was das auch immer sein mag), die aus der Zeit vor der Inflation „übrig geblieben waren", nun „sehr dünn" über das Universum verteilt waren. In der postulierten Inflationsphase vergrößern sich die linearen Dimensionen des frühen Universums um einen Faktor von mindestens 10^{26} (und möglicherweise um einen viel größeren Faktor; die Theorien lassen das offen) und das Universum vergrößerte sein Volumen um einen Faktor von mindestens 10^{78}. Zum Vergleich: Eine Expansion um den Faktor 10^{26} entspricht der Ausdehnung eines Objekts von 1 Nanometer auf eine Länge von etwa 10,6 Lichtjahren – postuliert in 10^{-33} bis 10^{-32} Sekunden.

I.12.2 Inflations-Fazit

Fantastischer und willkürlicher geht es in bekannten Sciencefiction-Filmen, wie Starwars, auch nicht zu. Der Unterschied: Es handelt sich um Theoretische Physiker, die nach dem Pippi Langstrumpf-Prinzip die Welt so machen, wie es ihnen gefällt. Warum? Weil sonst – sprich ohne ultrakurze, überlichtschnelle Inflationsphase, für die es übrigens im Rahmen der Inflationstheorie keine phänomenologische Begründung gibt – die selbstdefinierte Theorie sich aus dann nicht erklärbaren Beobachtungsinterpretationen und, wenn man so will, assoziiert axiomatisch selbst widerlegt. Was man, insbesondere als Laie, nicht erwarten würde und auch als Laie höchst wahrscheinlich als unseriös bewerten würde, sofern man es denn verstehen könnte. Es bleibt nichts von dem einen noch von dem anderen Standardmodell übrig. Weder allgemein, noch epistemologisch oder in Bezug auf Kompliziertheit und willkürliche Komplexität.

I.12.3 Übergeordnet betrachtet

Es müsste nicht nur Interessierte verblüffen, sondern insbesondere gut ausgebildete Wissenschaftler, wie Astrophysiker, dass sie denken, genauer sich sicher sind, Aussagen über kosmische Vorgänge außerhalb unseres Sonnensystems machen zu können. Bei genauer Betrachtung ist dieses „Astrophysiker-Denken" nicht nur unwahrscheinlich sondern absurd. Bei allen kosmologischen „Beobachtungsstudien" handelt es sich nicht um kontrollierbare Laborexperimente. Die Ursachen und Phänomene aller möglichen Objekt-Beobachtungen außerhalb unseres Sonnensystems können nicht (einfach) als bekannt vorausgesetzt werden. Des Weiteren: Die menschliche Beobachtungs-Zeitspanne ist verglichen mit den Zeitspannen, in denen sich kosmische Bewegungen abspielten und abspielen, extrem klein. Mit den Angaben aus der menschlichen Beobachtungsdauer Annahmen zu begründen, ist „weit hergeholt" um es mal salopp zu formulieren. Alle derzeitigen vermeintlich empirischen Messungen sind stark (Urknall-)theoriebeladen. Postulierte Zeitspannen, Entfernungen und Energiedichten sind subjektiv-theorieabhängig.

I.13 Zur Erinnerung: Das basisverletzte Kovarianzprinzip

Die allgemeine Relativitätstheorie ist eine Gravitationstheorie und geht von der Gleichheit der trägen und der schweren Masse aus [„Äquivalenzprinzip“]. Aber die ART erklärt dieses Prinzip nicht, sondern setzt es voraus. Die Allgemeine Relativitätstheorie wurde u.a. aus der Forderung geboren, zur Beschreibung der Naturgesetze beliebige Koordinatensysteme verwenden zu können. Entsprechend dem Kovarianzprinzip sollte die Form der Naturgesetze nicht entscheidend von der Wahl des speziellen Koordinatensystems abhängen. Diese Forderung ist ursächlich mathematisch und führt zu einer Vielfalt von möglichen Koordinatensystemen [Metriken], bleibt aber physikalisch „unmotiviert“. Schlimmer noch: Es ergeben sich je nach Wahl des Koordinatensystems phänomenologische Interpretationsspielräume (siehe oben). Der Grund ist „relativ“ einfach: Koordinatensysteme sind mathematische Konstrukte, die keinerlei physikalische Eigenschaften besitzen (müssen).

Die Gleichungssysteme (Einstein, Friedmann) der Allgemeinen Relativitätstheorie, die den Aussagen des Standardmodells der Kosmologie zu Grunde liegen, liefern keine analytischen Lösungen. Erst Idealisierungen und Näherungen führen begrenzt zu rechenbaren Lösungen. Die unvermeidbaren („kovarianten“) Widersprüche kommen mit den offensichtlich unzulässigen Idealisierungen und Näherungen des Systems von nichtlinearen, verketteten Differentialgleichungen.

Mathematisch kann das Kovarianzprinzip nicht „verletzt“ werden, da es ja axiomatisch begründet ist. Nur diese axiomatische Voraussetzung „entschwindet mit der Verstümmelung“ (Idealisierung und Näherung) der eigentlichen Gleichungen. Mit anderen Worten: Die mathematisch korrekten Gleichungen besitzen keine analytischen Lösungen. Die reduzierten Gleichungen (Näherungen, Idealisierung) besitzen zwar Lösungen, diese sind jedoch nicht kovariant. Somit besitzt keine Lösung eine realphysikalisch begründete Bedeutung. Mit anderen Worten: Das Kovarianzprinzip ist realphysikalisch betrachtet formales „Blablabla“ und kann jeglichen theoretischen Mist hervorbringen. Selbst Schreibfehler können im Rahmen der Differentialgeometrie der ART Lösungen generieren.

Dazu ein exemplarischer Denkanstoß: Die zur „Schwarzschild-Metrik“ Lösungsmöglichkeit nach ihren Autoren benannte Eddington–Finkelstein–Koordinatentransformation beseitigt die Koordinatensingularität der Schwarzschildlösung und „sorgt“ dafür, dass für die „avancierte“ Lösung nach innen und für die „retardierte“ Lösung nach außen Teilchen ins Schwarze Loch eindringen und austreten können! Mit anderen Worten: Die postulierten Schwarzen Löcher der „Ur-Version“ der Schwarzschild-Metrik waren bei genauer Betrachtung das Resultat zweier Integrationskonstanten des gewählten Koordinatensystems. Ein weiteres Koordinatensystem der Herren Eddington und Finkelstein behebt das Koordinaten-Artefakt, „bringt“ dem vermeintlich Schwarzen Loch aber nun die Eigenschaft, dass Teilchen das Schwarze Loch verlassen können. Bedeutet im Ergebnis: Kein Schwarzes Loch.

Fazit: Schwarze Löcher sind populärwissenschaftlich ohne Frage sensationeller als keine Schwarzen Löcher. Doch es gibt keinen experimentellen Nachweis der Existenz auch nur eines einzigen Schwarzen Loches. Schwarze Löcher sind nichts weiter als Theorieobjekte eines mathematischen Formalismus, dessen gefordertes Kovarianzprinzip bedingt durch die Struktur der Gleichungssysteme nicht erfüllt werden kann, da nur Näherungen zu rechenbaren Lösungen führen. Schwarze Löcher sind populär, wie Theodor Fontane bemerkte: „das Sensationelle gilt und nur einem strömt die Masse noch begeisterter zu, dem baren Unsinn.“

I.14 Gesamtbetrachtung

Wer einigermaßen neutral die Geschichte der Elementarteilchenphysik „studiert“, wird kaum glauben können, dass es sich um naturwissenschaftliche Betrachtungen und Bemühungen im Sinne einer zielführenden Vereinfachung und Vereinheitlichung handelt. Immer dann, wenn die Experimentalphysik die Theorie(n) widerlegte, wurde die Theorie mittels neuer Elementarteilchen, erneuter Substrukturierung und wenn nötig neuer Quantenzahlen erweitert, die die fehlenden Eigenschaften, die fehlende Energie oder die fehlende Symmetrie „erledigten“. Das hat mit Wissenschaft wenig zu tun. Statt die Probleme mit einem neuen radikalen (Theorie-)Ansatz zu bewältigen, werden kleine und große Schönheitskorrekturen kontinuierlich durchgeführt. Statt zu vereinfachen und zu vereinheitlichen wird „gnadenlos“ erweitert und „spezialisiert“. Es entsteht ein Sammelsurium von Teilchen(eigenschaften). Für jeden Fall einer unerwünschten Abweichung, für jedes Teilchen werden bei Bedarf theorieerhaltende Sonderregelungen nachgelegt.

Der mathematische Formalismus ist in diesem Fantasieprozess das kleinste Problem. Nötigenfalls werden divergente Terme regularisiert, renormalisiert oder gleich als „unphysikalisch“ deklariert, schlicht „weggelassen“. Dass damit die axiomatische Grundstruktur zerstört wird, scheint entweder nur Wenigen

klar zu sein bzw. ist offensichtlich dem Gros der Theoretiker egal. Sind es letztendlich nur – aus naturwissenschaftlicher Sicht inakzeptabel – wirtschaftliche Interessen der Nutznießer und Lobbyisten, die Forschungsgelder abgreifen und ihre materielle Existenz begründen wollen?

Stellt man die enorme Anzahl von Veröffentlichungen im Bereich der Standardmodelle ins Verhältnis zu dem erkenntnistheoretischen Gewinn, so handelt es sich – in unserer heutigen digitalisierten Zeit salopp formuliert – fast ausschließlich um Datenmüll. Das liegt schlicht daran, daß die vermeintlichen Meßergebnisse bereits stark theoriebeladen sind und die theoretischen Ansätze aus idealisierten, genäherten Gleichungen stammen, die in der Urform keine formal-analytischen Lösungen besitzen und deren näherungsreduzierte Gestaltungen nichts weiter als mathematische Möglichkeiten liefern, die realphysikalisch bedeutungslos sind, insbesondere da über die Rückkopplungen der theoriebeladenen selektiven Messungen nur die gewünschten Meßergebnisse weiter verwendet werden. So entstand und entwickelt sich ein erkenntnisbefreites, formal und wirtschaftlich selbsterhaltendes System.

Dass die Systementwickler und Profiteure jede halbwegs logische Alternativforschung schon im Ansatz beseitigen wollen, ist egoistisch menschlich nachvollziehbar. Jede formal-analytische Lösung, die realphysikalische Werte liefert, stellt eine existenzielle Bedrohung der Standardmodelle dar. Populärwissenschaftlich getragen wird das System von servilen Wissenschaftsmagazinen, deren indoktrinierten Lesern und unwissenden Epigonen, die jeden populären Theorie-Quatsch beklatschen. Es drängt sich der Verdacht auf, daß Menschen, deren Schaffensdrang nicht in geeigneter Weise befriedigt werden kann, weil real nichts Neues für sie zu finden ist, Trivialitäten dokumentieren und formalisieren, in neue Worte kleiden und Satzstrukturen verwenden, die ein Normalmensch nicht versteht und dessen Achtung der Autor quasi automatisch erhascht.

Es macht im Ergebnis keinen Unterschied, ob es in diesem System Wissenschaftler gibt, die „wirklich“ voller Inbrunst an diese, an Naivität und Widersprüchen schwer zu überbietenden, „theoretischen Implikationen“ glauben oder ob es letztendlich banale wirtschaftliche Interessen gepaart mit akademischer Macht sind, die Wissenschaftler als elitäre Nutznießer ausnutzen, um baren Unsinn zelebrieren und verkünden zu können.

Besonders eklatant ist der Umstand, daß im Vergleich zu organisierten Religionen die Theoretische „Grundlagen-Physik der Teilchen“ für sich in Anspruch nimmt, ein hohes Maß an Objektivität und Glaubensfreiheit zu verkörpern. Und so sieht es auch die interessierte Bevölkerung. Die Theoretische Physik ist sicherlich in vielen Köpfen einer der letzten Schau-Plätze, an denen man Glaubensbekenntnisse statt Wissenschaft vermutet.

I.15 Kirche und Physik

Kurt Marti zeigt fragmentarisch auf, wie der Vatikan und CERN-Forscher sich Hand in Hand die Glaubens-Zukunft der Teilchenphysik und Kosmologie vorstellen.

> „Dem Vatikan geht es nicht primär um Elementarteilchen und Schwarze Löcher, sondern um Metaphysik. Mit ihrem exzellenten Spürsinn für das scheinbar Wesentliche haben die Theologen in Rom längst begriffen, dass die Teilchen- und Astrophysik immer mehr in der dünnen Luft der experimentfreien Metaphysik operiert.“

Siehe Wahlverwandtschaften von CERN und Vatikan von Kurt Marti.

> „Auf dem Gipfel der Macht und der Anerkennung werden Menschen plötzlich gesprächig, kokettieren mit ihren Tricks und kleinen Mogeleien, spötteln über Ethik und Moral und brüsten sich ihrer Fähigkeit, ein ganz spezielles persönliches Interesse mit Hilfe von Manipulation und geschickter Propaganda durchgesetzt zu haben. Manche Vermutung über das wahre Wesen eines erfolgreichen Menschen findet durch derart eitle Selbstenthüllung ihre Bestätigung, vermag aber keineswegs die Machtposition des Menschen zu erschüttern. Etabliert ist etabliert.“ [1]

I.15.1 Euphemistische Botschaft der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG)

> „Die Deutsche Physikalische Gesellschaft soll ausschließlich und unmittelbar der reinen und angewandten Physik dienen. . . .“

I.15.2 „Wahre Botschaft“ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (2000)

> „Die Urknall-Kosmologie ist gewissermaßen die moderne, physikalische Version der Schöpfungsgeschichte.“ [2]

[1] Als der Urknall Mode war – Erinnerungen an ein kurioses Weltmodell, Klaus Gebler 2005, ISBN 3-8334-3983-1, online

[2] Eine an alle höheren Schulen ausgelieferte umfangreiche Denkschrift „PHYSIK – Themen, Bedeutung und Perspektiven physikalischer Forschung, ein Bericht an Gesellschaft, Politik und Industrie“ im Jahre 2000 enthielt diesen denkwürdigen Satz: „Die Urknall-Kosmologie ist gewissermaßen die moderne, physikalische Version der Schöpfungsgeschichte. . . .“

Klaus Gebler verdeutlicht in seinem bemerkenswerten Buch *Als der Urknall Mode war – Erinnerungen an ein kurioses Weltmodell* u.a., wie sehr die „Moderne Physik“ von der kirchlichen Sicht beeinflusst ist. Webseite: Klaus Gebler

Didaktisch ist die herrschende erkenntnistheoretische Leere seit Jahrzehnten fester Bestandteil der Ausbildung. Der Denk-Monotheismus wird schon Schülern populärwissenschaftlich verordnet. Sollten diese dann, trotz der immensen Indoktrination und gegen alle Erwartung, das Quarks-basierende Protonenmärchen eines Tages realisieren, stehen sie ganz alleine da. Wer glaubt schon, dass sich zehntausende Wissenschaftler über mehrere Generationen mit etwas beschäftigten, wenn es nicht das Non plus ultra darstellt? „Milliardenschwere“ Teilchenbeschleuniger wurden und werden doch nicht gebaut, wenn das alles Unsinn ist? Diese „psychologischen Komponenten“ wiegen schwer.

I.16 Quellenverzeichnis

Literatur

[1] S. Aoki et al., *Review of lattice results concerning low-energy particle physics*, FLAG Review (2016), arXiv:1607.00299.

[2] J. Finkenrath und A. Jüttner, *Strategy for the Future of Lattice QCD*, (März 2025).

[3] S. Aoki et al., *Physical point simulation in 2+1 flavor lattice QCD*, Phys. Rev. D81 (2010) 074503. arXiv:0911.2561

[4] S. Aoki et al., *Non-perturbative renormalization of quark mass in Nf = 2 + 1 QCD*, JHEP 1008 (2010) 101. arXiv:1006.1164

[5] S. Dürr et al., *Lattice QCD at the physical point: light quark masses*, Phys. Lett. B701 (2011) 265. arXiv:1011.2403

[6] S. Dürr et al., *Lattice QCD at the physical point: simulation and analysis details*, JHEP 1108 (2011) 148. arXiv:1011.2711

[7] R. Arthur et al., *Domain wall QCD with near-physical pions*, Phys. Rev. D87 (2013) 094514. arXiv:1208.4412

[8] N. Carrasco et al., *Up, down, strange and charm quark masses with Nf = 2+1+1 twisted mass lattice QCD*, Nucl. Phys. B887 (2014) 19. arXiv:1403.4504

[9] A. Bazavov et al., *Charmed and light pseudoscalar meson decay constants*, Phys. Rev. D90 (2014) 074509. arXiv:1407.3772

[10] B. Chakraborty et al., *High-precision quark masses and QCD coupling from nf = 4 lattice QCD*, Phys. Rev. D91 (2015) 054508. arXiv:1408.4169

[11] T. Blum et al., *Domain wall QCD with physical quark masses*, Phys. Rev. D93 (2016) 074505. arXiv:1411.7017

[12] M. Gell-Mann, R. J. Oakes und B. Renner, *Behavior of current divergences under SU(3)xSU(3)*, Phys. Rev. 175 (1968) 2195.

[13] B. Bloch-Devaux, *Results from NA48/2 on pi-pi scattering lengths*, PoS CONFINEMENT8 (2008) 029.

[14] J. Gasser, A. Rusetsky und I. Scimemi, *Electromagnetic corrections in hadronic processes*, Eur. Phys. J. C32 (2003) 97. arXiv:hep-ph/0305260

[15] A. Rusetsky, *Isospin symmetry breaking*, PoS CD09 (2009) 071. arXiv:0910.5151

[16] J. Gasser, *Theoretical progress on cusp effect and Kl4 decays*, PoS KAON07 (2008) 033. arXiv:0710.3048

J Literatur

Literatur

[1] Casimir, H. B. G. (1948). On the attraction between two perfectly conducting plates. *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet.*, 51, 793.

[2] Cohen-Tannoudji, C., Diu, B., & Laloë, F. (1977). *Quantum Mechanics*. Wiley.

[3] Freyling, D. Elementarkörpertheorie. `https://www.dualismus.net/elementarybodytheory/website/`

[4] Landau, L. D., & Lifshitz, E. M. (1965). *Quantum Mechanics: Non-Relativistic Theory*. Pergamon Press.

[5] Milonni, P. W. (1994). *The Quantum Vacuum: An Introduction to Quantum Electrodynamics*. Academic Press.

Weiterführendes - Gesamtübersicht

`https://www.dualismus.net/elementarybodytheory/website/`