

Vereinheitlichtes Einheitensystem im T0-Modell: Die Konsistenz von $\alpha = 1$ und $\beta = 1$

Johann Pascher

5. April 2025

Zusammenfassung

Diese Arbeit untersucht die theoretische Konsistenz und Implikationen eines vereinheitlichten natürlichen Einheitensystems, in dem sowohl die Feinstrukturkonstante $\alpha = 1$ als auch der T0-Modell-Parameter $\beta = 1$ gesetzt werden. Durch detaillierte mathematische Analysen, Dimensionsbetrachtungen und Untersuchung der fundamentalen Wechselwirkungen wird gezeigt, dass diese doppelte Vereinfachung zu einem kohärenten und eleganten theoretischen Rahmen führt. Die charakteristischen Längenskalen des Modells werden als dimensionslose Verhältnisse zur Planck-Länge identifiziert, was eine tiefere Verbindung zwischen Elektrodynamik, der Zeit-Masse-Dualität und Quantengravitation offenbart. Diese vereinheitlichte Perspektive bietet neue Einsichten für das T0-Modell und könnte den Weg zu einer fundamentaleren Vereinheitlichungstheorie weisen.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Einführung | 2 |
| 2 | Grundlagen des vereinheitlichten Einheitensystems | 2 |
| 2.1 | Die Feinstrukturkonstante α und ihre Setzung auf 1 | 2 |
| 2.2 | Der Parameter β im T0-Modell und seine Setzung auf 1 | 2 |
| 2.3 | Einheitensystem mit $\alpha = \beta = 1$ | 3 |
| 3 | Analyse der Konsistenz von $\alpha = 1$ und $\beta = 1$ | 3 |
| 3.1 | Dimensionsanalyse der β -Formel bei $\alpha = 1$ | 3 |
| 3.2 | Beziehung zwischen r_0 und der Planck-Länge bei $\alpha = 1$ | 4 |
| 3.3 | Bezug zwischen den elektroschwachen Parametern und α | 4 |
| 3.4 | Die Rolle von α_0 im vereinheitlichten System | 5 |
| 4 | Feldgleichungen im vereinheitlichten Einheitensystem | 6 |
| 4.1 | Maxwell-Gleichungen mit $\alpha = 1$ | 6 |
| 4.2 | T0-Modell-Gleichungen mit $\beta = 1$ | 6 |
| 4.3 | Vereinheitlichte Dynamik von Ladung und intrinsischer Zeit | 6 |
| 5 | Theoretische Implikationen und neue Erkenntnisse | 7 |
| 5.1 | Hierarchie der dimensionslosen Konstanten | 7 |
| 5.2 | Verhältnisse zwischen fundamentalen Längen- und Energieskalen | 7 |
| 5.3 | Mögliche tiefere Verbindung zwischen Elektrodynamik und T0-Dynamik | 7 |
| 5.4 | Quantenfeldtheoretische Interpretation | 8 |
| 5.5 | Vergleich mit anderen Vereinheitlichungstheorien | 8 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6 | Experimentelle Tests und Vorhersagen | 8 |
| 6.1 | Direkte Tests der vereinheitlichten Theorie | 8 |
| 6.2 | Quantitative Vorhersagen der vereinheitlichten Theorie | 9 |
| 6.2.1 | Wellenlängenabhängige Rotverschiebung | 9 |
| 6.2.2 | Kosmische Temperaturentwicklung | 9 |
| 6.2.3 | Modifizierte Gravitationsdynamik | 10 |
| 6.3 | Kosmologische Implikationen und Vorhersagen | 10 |
| 6.4 | Umrechnung zwischen natürlichem und SI-Einheitensystem | 10 |
| 7 | Schlussfolgerungen und Ausblick | 11 |

1 Einführung

Die Vereinfachung physikalischer Theorien durch die Wahl geeigneter Einheitensysteme hat eine lange Tradition in der theoretischen Physik. In der speziellen Relativitätstheorie wird die Lichtgeschwindigkeit $c = 1$ gesetzt, in der Quantenmechanik das Plancksche Wirkungsquantum $\hbar = 1$, und in der Quantengravitation die Gravitationskonstante $G = 1$. Diese Vereinfachungen sind nicht nur mathematischer Natur, sondern offenbaren fundamentale Strukturen der Physik.

In früheren Arbeiten [5, 6] wurden bereits zwei weitere Vereinfachungen unabhängig voneinander untersucht: die Setzung der Feinstrukturkonstante $\alpha = 1$ und die Setzung des T0-Modell-Parameters $\beta = 1$. Diese Arbeit geht einen Schritt weiter und prüft systematisch die Konsistenz und Implikationen eines vereinheitlichten Einheitensystems, in dem beide Parameter gleichzeitig auf 1 gesetzt werden.

Eine solche Vereinheitlichung ist nicht trivial, da α die elektromagnetische Wechselwirkung charakterisiert, während β mit der Kopplung zwischen dem intrinsischen Zeitfeld $T(x)$ und anderen Feldern im T0-Modell zusammenhängt. Die Vereinbarkeit beider Vereinfachungen könnte tiefere Einsichten in die fundamentale Struktur der Physik liefern und möglicherweise einen Weg zur Vereinheitlichung von Elektrodynamik und Gravitation im Rahmen des T0-Modells aufzeigen.

2 Grundlagen des vereinheitlichten Einheitensystems

2.1 Die Feinstrukturkonstante α und ihre Setzung auf 1

Die Feinstrukturkonstante α_{EM} ist definiert als:

$$\alpha_{\text{EM}} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} \approx \frac{1}{137.036} \quad (1)$$

wobei e die Elementarladung, ϵ_0 die elektrische Feldkonstante, \hbar das reduzierte Plancksche Wirkungsquantum und c die Lichtgeschwindigkeit ist.

Bei der Setzung $\alpha_{\text{EM}} = 1$ ergibt sich:

$$e = \sqrt{4\pi\epsilon_0\hbar c} \quad (2)$$

Dies bedeutet, dass die Elementarladung eine dimensionslose Größe wird, präzise definiert durch fundamentale Konstanten. In einem System mit $\hbar = c = 1$ vereinfacht sich dies zu:

$$e = \sqrt{4\pi\epsilon_0} \quad (3)$$

Die Konsequenz ist, dass elektrische Ladungen dimensionslos werden und alle elektromagnetischen Größen auf Energie zurückgeführt werden können.

2.2 Der Parameter β im T0-Modell und seine Setzung auf 1

Im T0-Modell wird der Parameter β_{T} durch folgende Formel definiert:

$$\beta_{\text{T}} = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 c^3} \cdot \frac{\hbar}{m_h^2} \cdot \frac{1}{r_0} \approx 0.008 \quad (4)$$

Alternativ kann β_{T} auch wie folgt ausgedrückt werden:

$$\beta_{\text{T}} = \frac{(2\pi)^4 m_h^2}{16\pi^2 v^4 y^2 M_{\text{Pl}}^2 \lambda_0^4 \alpha_0} \approx 0.008 \quad (5)$$

wobei λ_h die Higgs-Selbstkopplung, v der Higgs-Vakuumerwartungswert, m_h die Higgs-Masse, r_0 eine charakteristische Längenskala des Modells, y die Yukawa-Kopplung, M_{Pl} die Planck-Masse, und λ_0 sowie α_0 weitere Parameter des Modells sind.

In natürlichen Einheiten mit $\hbar = c = G = 1$ und der Annahme, dass $r_0 = \xi \cdot l_P$ (wobei l_P die Planck-Länge ist), kann β_T vereinfacht werden zu:

$$\beta_T = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3} \cdot \frac{1}{m_h^2} \cdot \frac{1}{\xi} \quad (6)$$

Bei $\beta_T = 1$ ergibt sich die Bedingung:

$$\xi = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2} \approx 1.33 \times 10^{-4} \quad (7)$$

Dies bedeutet, dass $r_0 \approx 1.33 \times 10^{-4} \cdot l_P$, also etwa 1/7519 der Planck-Länge ist.

2.3 Einheitensystem mit $\alpha = \beta = 1$

In einem vereinheitlichten Einheitensystem, in dem sowohl $\alpha_{\text{EM}} = 1$ als auch $\beta_T = 1$ gesetzt werden, ergeben sich folgende fundamentale Dimensionszuordnungen:

Dimensionszuordnungen im vereinheitlichten Einheitensystem

| Größe | Dimension |
|--------------------------|---------------|
| Länge | $[E^{-1}]$ |
| Zeit | $[E^{-1}]$ |
| Masse | $[E]$ |
| Ladung | dimensionslos |
| Intrinsische Zeit $T(x)$ | $[E^{-1}]$ |

In diesem System wird Energie zur fundamentalen Einheit, auf die alle anderen physikalischen Größen zurückgeführt werden können. Dies steht im Einklang mit modernen Ansätzen in der theoretischen Physik, die Energie als grundlegendste Eigenschaft des Universums betrachten.

3 Analyse der Konsistenz von $\alpha = 1$ und $\beta = 1$

3.1 Dimensionsanalyse der β -Formel bei $\alpha = 1$

Um die Konsistenz von $\alpha = 1$ und $\beta = 1$ zu prüfen, führen wir eine detaillierte Dimensionsanalyse der β -Formel durch:

$$\beta_T = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 c^3} \cdot \frac{\hbar}{m_h^2} \cdot \frac{1}{r_0} \quad (8)$$

Analysieren wir die Dimensionen jedes Terms:

1. λ_h (Higgs-Selbstkopplung): dimensionslos 2. v (Higgs-Vakuumerwartungswert): $[E]$ (Energie) 3. c (Lichtgeschwindigkeit): In natürlichen Einheiten dimensionslos 4. \hbar (Planck-Konstante): In natürlichen Einheiten dimensionslos 5. m_h (Higgs-Masse): $[E]$ (Energie) 6. r_0 (charakteristische Längenskala): $[L] = [E^{-1}]$

Setzen wir diese Dimensionen in die β -Formel ein:

$$\beta_T = [1] \cdot [E]^2 / ([1] \cdot [1]^3) \cdot ([1]/[E]^2) \cdot (1/[E^{-1}]) \quad (9)$$

$$= [E]^2 \cdot [1/E^2] \cdot [E] \quad (10)$$

$$= [1] \quad (11)$$

Diese Dimensionsanalyse zeigt, dass β_T tatsächlich dimensionslos ist, wie es für einen fundamentalen Parameter sein sollte. Die Setzung $\alpha = 1$ ändert nichts an dieser Dimensionshomogenität, da α selbst dimensionslos ist und nicht explizit in der β -Formel erscheint.

3.2 Beziehung zwischen r_0 und der Planck-Länge bei $\alpha = 1$

Bei $\beta = 1$ haben wir bereits die Beziehung $r_0 = \xi \cdot l_P$ mit $\xi = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2}$ hergeleitet. Die Frage ist nun, ob diese Beziehung bei $\alpha = 1$ konsistent bleibt.

Wenn $\alpha = 1$ gesetzt wird, könnten sich die Werte der elektroschwachen Parameter λ_h , v und m_h ändern, aber ihre fundamentalen Beziehungen sollten erhalten bleiben. Insbesondere gilt im Standardmodell die Beziehung:

$$m_h^2 = 2\lambda_h v^2 \quad (12)$$

Wenn wir diese Beziehung in die Formel für ξ einsetzen, erhalten wir:

$$\xi = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 \cdot 2\lambda_h v^2} \quad (13)$$

$$= \frac{\lambda_h}{32\pi^3} \quad (14)$$

Mit $\lambda_h \approx 0.13$ ergibt dies:

$$\xi \approx \frac{0.13}{32\pi^3} \quad (15)$$

$$\approx \frac{0.13}{990} \quad (16)$$

$$\approx 1.31 \times 10^{-4} \quad (17)$$

Dieser Wert ist praktisch identisch mit dem zuvor berechneten Wert von $\xi \approx 1.33 \times 10^{-4}$, was darauf hindeutet, dass die Beziehung zwischen r_0 und der Planck-Länge robust und unabhängig von α ist.

3.3 Bezug zwischen den elektroschwachen Parametern und α

Im Standardmodell gibt es mehrere Beziehungen zwischen den elektroschwachen Parametern und der Feinstrukturkonstante. Zum Beispiel sind die Fermionmassen durch die Yukawa-Kopplungen y_f und den Higgs-Vakuumerwartungswert v gegeben:

$$m_f = y_f \cdot v \quad (18)$$

Die Yukawa-Kopplungen selbst sind mit der elektroschwachen Kopplung und damit indirekt mit α verbunden. Wenn $\alpha = 1$ gesetzt wird, würde dies die Stärke der elektromagnetischen Wechselwirkung erhöhen und damit potenziell auch die Yukawa-Kopplungen beeinflussen.

In der alternativen Formulierung von β :

$$\beta_T = \frac{(2\pi)^4 m_h^2}{16\pi^2 v^4 y^2 M_{Pl}^2 \lambda_0^4 \alpha_0} \quad (19)$$

taucht ein Parameter α_0 auf, der potentiell mit der Feinstrukturkonstante α zusammenhängen könnte. Wenn wir $\alpha_0 = \alpha$ annehmen und $\alpha = 1$ setzen, würde sich β um einen Faktor von etwa 137 erhöhen. Dies würde bedeuten, dass bei gleichzeitiger Setzung von $\alpha = 1$ und $\beta = 1$ weitere Anpassungen in der Parametrisierung notwendig wären.

Eine Möglichkeit wäre, dass auch andere Parameter wie λ_0 bei $\alpha = 1$ angepasst werden müssten, um die Konsistenz zu wahren. Dies deutet auf eine tiefere Verbindung zwischen der elektromagnetischen und der intrinsischen Zeitfeld-Wechselwirkung hin, die weitere Untersuchungen verdient.

3.4 Die Rolle von α_0 im vereinheitlichten System

Eine genauere Untersuchung des Parameters α_0 in der β -Formel ist entscheidend für das Verständnis der Konsistenz des vereinheitlichten Einheitensystems. Es gibt drei Möglichkeiten zu betrachten:

1. **α_0 als unabhängiger Parameter:** In diesem Fall wäre α_0 ein eigenständiger Parameter des T0-Modells, unabhängig von der Feinstrukturkonstante α . Die gleichzeitige Setzung von $\alpha = 1$ und $\beta = 1$ wäre dann ohne Weiteres möglich.
2. **$\alpha_0 = \alpha$:** Wenn α_0 direkt mit der Feinstrukturkonstante identifiziert wird, dann würde die Setzung $\alpha = 1$ die Werte anderer Parameter im T0-Modell beeinflussen. Um dennoch $\beta = 1$ zu erhalten, müsste beispielsweise λ_0 angepasst werden:

$$\lambda_0 = \left(\frac{(2\pi)^4 m_h^2}{16\pi^2 v^4 y^2 M_{\text{Pl}}^2 \alpha} \right)^{1/4} \quad (20)$$

3. **α_0 als Funktion von α :** Eine dritte Möglichkeit wäre, dass α_0 eine Funktion von α ist, etwa $\alpha_0 = f(\alpha)$, wobei f eine zu bestimmende Funktion ist. In diesem Fall könnte die Konsistenz des vereinheitlichten Systems zusätzliche Einschränkungen an die Funktion f liefern.

Die theoretisch eleganteste Lösung wäre, wenn α_0 und α als unabhängige Parameter betrachtet werden können, die in einem fundamentalen vereinheitlichten Rahmen beide auf 1 gesetzt werden. Dies würde bedeuten, dass sowohl der Elektromagnetismus als auch die intrinsische Zeit-Masse-Dualität durch natürliche Kopplungsstärken charakterisiert werden.

Eine detaillierte Analyse der zugrundeliegenden Quantenfeldtheorie des T0-Modells könnte Aufschluss über die genaue Natur von α_0 und seine Beziehung zu α geben. Insbesondere müsste untersucht werden, ob α_0 aus fundamentalen Prinzipien ableitbar ist oder ob es sich um einen phänomenologischen Parameter handelt, der empirisch bestimmt werden muss.

4 Feldgleichungen im vereinheitlichten Einheitensystem

4.1 Maxwell-Gleichungen mit $\alpha = 1$

In natürlichen Einheiten mit $\alpha = 1$ nehmen die Maxwell-Gleichungen eine besonders einfache Form an:

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho \quad (21)$$

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \vec{j} \quad (22)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad (23)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0 \quad (24)$$

Die elektromagnetische Wechselwirkung wird hier durch eine dimensionslose Ladung charakterisiert, was die intrinsische Verbindung zwischen Elektromagnetismus und den fundamentalen Eigenschaften von Raum und Zeit hervorhebt.

4.2 T0-Modell-Gleichungen mit $\beta = 1$

Im T0-Modell wird die Temperatur-Rotverschiebungs-Relation bei $\beta = 1$ zu:

$$T(z) = T_0(1+z)(1+\ln(1+z)) \quad (25)$$

und das modifizierte Gravitationspotential nimmt die Form an:

$$\Phi(r) = -\frac{GM}{r} + \kappa r \quad (26)$$

mit $\kappa = \frac{yv}{r_g}$ in natürlichen Einheiten.

In einem System mit $\alpha = \beta = 1$ würden diese Gleichungen besonders elegant werden, da alle fundamentalen Kopplungen den natürlichsten Wert 1 annehmen.

4.3 Vereinheitlichte Dynamik von Ladung und intrinsischer Zeit

Im vereinheitlichten Einheitensystem mit $\alpha = \beta = 1$ eröffnet sich die Möglichkeit, Elektromagnetismus und die Dynamik des intrinsischen Zeitfelds $T(x)$ in einem kohärenten Rahmen zu beschreiben. Betrachten wir die Lagrangedichte des kombinierten Systems:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{\text{EM}} + \mathcal{L}_{\text{T}} + \mathcal{L}_{\text{int}} \quad (27)$$

wobei \mathcal{L}_{EM} die elektromagnetische Lagrangedichte, \mathcal{L}_{T} die Lagrangedichte des intrinsischen Zeitfelds und \mathcal{L}_{int} die Wechselwirkung zwischen beiden beschreibt.

Mit $\alpha = \beta = 1$ nehmen die Kopplungsterme besonders einfache Formen an, was möglicherweise neue Symmetrien offenbaren könnte.

Eine interessante Hypothese ist, dass die elektromagnetische Wechselwirkung und die emergente Gravitation im T0-Modell zwei Aspekte einer tieferen vereinheitlichten Wechselwirkung sein könnten, ähnlich wie elektromagnetische und schwache Wechselwirkung im elektroschwachen Modell vereinheitlicht werden.

5 Theoretische Implikationen und neue Erkenntnisse

5.1 Hierarchie der dimensionslosen Konstanten

In fundamentalen physikalischen Theorien lässt sich eine natürliche Hierarchie der dimensionslosen Konstanten identifizieren:

1. **Fundamentale Naturkonstanten als Einheiten:** $c = \hbar = G = k_B = 1$
2. **Dimensionslose Kopplungskonstanten:** $\alpha = \beta = \alpha_W = 1$
3. **Abgeleitete dimensionslose Verhältnisse:** $\xi = r_0/l_P \approx 1.33 \times 10^{-4}$

Diese Hierarchie spiegelt die grundlegende Struktur der Physik wider und wird durch das vereinheitlichte Einheitensystem mit $\alpha = \beta = 1$ besonders deutlich.

5.2 Verhältnisse zwischen fundamentalen Längen- und Energieskalen

Ein bemerkenswertes Ergebnis unserer Analyse ist die Identifikation spezifischer Verhältnisse zwischen den charakteristischen Längen- und Energieskalen im vereinheitlichten System. Diese Verhältnisse haben potenziell tiefe physikalische Bedeutung:

Fundamentale Verhältnisse im vereinheitlichten Einheitensystem

$$\frac{r_0}{l_P} = \xi \approx 1.33 \times 10^{-4} \quad (28)$$

$$\frac{L_T}{l_P} \approx 3.9 \times 10^{62} \quad (29)$$

$$\frac{r_0}{L_T} \approx \frac{\lambda_h^2 v^4}{16\pi^3 M_{Pl}} \approx 3.41 \times 10^{-67} \quad (30)$$

Diese Verhältniszahlen sind rein dimensionslos und unabhängig von der Wahl des Einheitensystems. Sie repräsentieren fundamentale Aspekte der Theorie und könnten auf tiefere Strukturen hindeuten.

Besonders bemerkenswert ist, dass das Verhältnis zwischen der charakteristischen T0-Wechselwirkungslänge r_0 und der kosmologischen Korrelationslänge L_T in der Größenordnung $(m_e/M_{Pl})^2$ liegt, was auf eine mögliche Verbindung zwischen der Elektronen-Masse und dem T0-Modell hindeutet.

5.3 Mögliche tiefere Verbindung zwischen Elektrodynamik und T0-Dynamik

Die Konsistenz der gleichzeitigen Setzung von $\alpha = 1$ und $\beta = 1$ deutet auf eine tiefere Verbindung zwischen der Elektrodynamik und der Dynamik des intrinsischen Zeitfelds im T0-Modell hin. Dies könnte auf eine gemeinsame Ursache oder einen gemeinsamen Ursprung beider Wechselwirkungen hindeuten.

Eine Möglichkeit ist, dass beide Wechselwirkungen aus einer fundamentaleren Theorie hervorgehen, in der α und β nicht als unabhängige Parameter, sondern als verschiedene Manifestationen einer einzigen Kopplungskonstante erscheinen.

5.4 Quantenfeldtheoretische Interpretation

Aus quantenfeldtheoretischer Sicht können sowohl α als auch β als Renormierungsgruppenfixpunkte interpretiert werden. In einem idealen vereinheitlichten System würden beide Parameter im Infrarot-Limes auf den natürlichen Wert 1 zufließen:

$$\lim_{E \rightarrow 0} \alpha(E) = \lim_{E \rightarrow 0} \beta(E) = 1 \quad (31)$$

Der experimentelle Wert $\alpha \approx 1/137$ wäre dann eine Folge der Renormierungsgruppen-Evolution bei endlichen Energien, ebenso wie der Wert $\beta \approx 0.008$.

Diese Interpretation steht im Einklang mit modernen Ansätzen in der Quantenfeldtheorie, die dimensionslose Kopplungskonstanten als energieabhängige Größen betrachten, die nur bei bestimmten Energieskalen ihre "natürlichen" Werte annehmen.

5.5 Vergleich mit anderen Vereinheitlichungstheorien

Die hier vorgestellte Vereinheitlichung durch $\alpha = \beta = 1$ hat Parallelen zu anderen Vereinheitlichungsansätzen in der theoretischen Physik:

| Vergleich mit anderen Vereinheitlichungstheorien | |
|--|--|
| Theorie | Vereinheitlichungsansatz |
| Elektroschwache Theorie | Vereinheitlichung von elektromagnetischer und schwacher Wechselwirkung durch $SU(2) \times U(1)$ Symmetrie |
| Grand Unified Theories | Vereinheitlichung aller nicht-gravitativen Wechselwirkungen in einer einzigen Eichgruppe |
| Stringtheorie | Vereinheitlichung aller Wechselwirkungen inklusive Gravitation durch vibrierende Strings |
| Loop Quantum Gravity | Quantisierung der Raumzeit durch Spin-Netzwerke |
| T0-Modell mit $\alpha = \beta = 1$ | Vereinheitlichung von Elektrodynamik und emergenter Gravitation durch eine gemeinsame Energie-Einheit |

Die vereinheitlichte Perspektive des T0-Modells mit $\alpha = \beta = 1$ bietet einen einzigartigen Ansatz, der konzeptionell einfacher ist als viele der etablierten Vereinheitlichungstheorien.

6 Experimentelle Tests und Vorhersagen

6.1 Direkte Tests der vereinheitlichten Theorie

Um die vereinheitlichte Theorie mit $\alpha = \beta = 1$ zu testen, könnten folgende Experimente durchgeführt werden:

1. **Präzisionsmessungen der wellenlängenabhängigen Rotverschiebung:** Die Theorie sagt eine spezifische Wellenlängenabhängigkeit der Rotverschiebung voraus, die mit modernen astronomischen Instrumenten wie dem James Webb Space Telescope getestet werden könnte.

2. **Suche nach Abweichungen in elektromagnetischen Feinstrukturmessungen:** Wenn α und β miteinander verbunden sind, könnten sich subtile Abweichungen in Feinstrukturmessungen über kosmologische Distanzen zeigen.
3. **Tests der modifizierten Gravitationsdynamik:** Das vereinheitlichte Modell sagt spezifische Abweichungen von der Newtonschen Gravitationsdynamik voraus, die in präzisen Messungen der Galaxiendynamik nachgewiesen werden könnten.

6.2 Quantitative Vorhersagen der vereinheitlichten Theorie

Die vereinheitlichte Theorie mit $\alpha = \beta = 1$ macht spezifische quantitative Vorhersagen, die experimentell überprüft werden können:

6.2.1 Wellenlängenabhängige Rotverschiebung

Im vereinheitlichten Modell ist die Rotverschiebung wellenlängenabhängig gemäß:

$$z(\lambda) = z_0 \left(1 + \ln \frac{\lambda}{\lambda_0} \right) \quad (32)$$

Dies führt zu folgenden spezifischen Vorhersagen für verschiedene Wellenlängen:

| λ/λ_0 | z mit $\beta = 0.008$ | z mit $\beta = 1$ | Differenz |
|---------------------|-------------------------|---------------------|-----------|
| 1 | z_0 | z_0 | 0% |
| 2 | $z_0 \cdot 1.0055$ | $z_0 \cdot 1.693$ | 68.4% |
| 5 | $z_0 \cdot 1.0129$ | $z_0 \cdot 2.609$ | 157.6% |
| 10 | $z_0 \cdot 1.0184$ | $z_0 \cdot 3.303$ | 224.3% |

Diese drastischen Unterschiede könnten mit multifrequenten astronomischen Beobachtungen von fernen Quasaren und Galaxien getestet werden.

6.2.2 Kosmische Temperaturentwicklung

Die Temperatur-Rotverschiebungs-Relation nimmt im vereinheitlichten Modell folgende Form an:

$$T(z) = T_0(1+z)(1+\ln(1+z)) \quad (33)$$

Dies führt zu signifikant höheren Temperaturen im frühen Universum:

| z | T im Standardmodell | T mit $\beta = 1$ | Faktor |
|------|-----------------------|----------------------------|--------|
| 0 | T_0 | T_0 | 1 |
| 1 | $2 \cdot T_0$ | $2 \cdot 1.693 \cdot T_0$ | 1.693 |
| 10 | $11 \cdot T_0$ | $11 \cdot 3.303 \cdot T_0$ | 3.303 |
| 1100 | $1101 \cdot T_0$ | $1101 \cdot 8.0 \cdot T_0$ | 8.0 |

Diese höheren Temperaturen hätten drastische Auswirkungen auf die primordiale Nukleosynthese und die Struktur des kosmischen Mikrowellenhintergrunds, was präzise Tests der Theorie ermöglicht.

6.2.3 Modifizierte Gravitationsdynamik

Im vereinheitlichten Modell nimmt das Gravitationspotential folgende Form an:

$$\Phi(r) = -\frac{M}{r} + \frac{yv}{r_g}r \quad (34)$$

Dies führt zu einer charakteristischen Abweichung von der Kepler-Dynamik, die in Rotationskurven von Galaxien messbar ist. Die modifizierte Rotationsgeschwindigkeit folgt der Relation:

$$v^2(r) = \frac{M}{r} + \frac{yv}{r_g}r \quad (35)$$

Für typische Galaxienparameter ergibt sich eine Abweichung, die bei großen Radien besonders ausgeprägt ist und mit der beobachteten Flachheit der Rotationskurven übereinstimmt.

6.3 Kosmologische Implikationen und Vorhersagen

Das vereinheitlichte Modell mit $\alpha = \beta = 1$ hat weitreichende kosmologische Implikationen:

- **Temperaturentwicklung des Universums:** Die modifizierte Temperatur-Rotverschiebungs-Relation führt zu einer anderen kosmischen Temperaturgeschichte als im Standardmodell.
- **Struktur des kosmischen Mikrowellenhintergrunds (CMB):** Die veränderte Temperaturentwicklung würde sich in der Struktur des CMB-Spektrums widerspiegeln.
- **Präzisionswerte für die Hubble-Konstante:** Das vereinheitlichte Modell könnte eine natürliche Lösung für das Hubble-Spannungsproblem bieten.

6.4 Umrechnung zwischen natürlichem und SI-Einheitensystem

Für praktische Berechnungen und den Vergleich mit experimentellen Daten ist es wichtig, zwischen dem vereinheitlichten natürlichen Einheitensystem und dem SI-System umrechnen zu können. Hier ist ein allgemeines Schema für diese Umrechnung:

1. Längenskalen:

$$L_{\text{SI}} = L_{\text{NE}} \cdot l_{P,\text{SI}} \quad (36)$$

$$(37)$$

2. Energieskalen:

$$E_{\text{SI}} = E_{\text{NE}} \cdot E_{P,\text{SI}} \quad (38)$$

$$= E_{\text{NE}} \cdot \sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}} \quad (39)$$

3. Elektrische Ladung:

$$Q_{\text{SI}} = Q_{\text{NE}} \cdot \sqrt{4\pi\epsilon_0 \hbar c} \quad (40)$$

$$(41)$$

4. Dimensionslose Parameter:

$$\alpha_{\text{SI}} = \frac{\alpha_{\text{NE}}}{137.036} \quad (42)$$

$$\beta_{\text{SI}} = \beta_{\text{NE}} \cdot \frac{r_{0,\text{NE}} \cdot l_{P,\text{SI}}}{r_{0,\text{SI}}} \quad (43)$$

Mit diesem Schema kann jede physikalische Größe zwischen der fundamentalen Formulierung (in natürlichen Einheiten mit $\alpha = \beta = 1$) und der experimentellen Formulierung (in SI-Einheiten) übersetzt werden.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Diese Arbeit hat die theoretische Konsistenz und die Implikationen eines vereinheitlichten natürlichen Einheitensystems untersucht, in dem sowohl die Feinstrukturkonstante $\alpha = 1$ als auch der T0-Modell-Parameter $\beta = 1$ gesetzt werden. Die Hauptergebnisse sind:

1. Die gleichzeitige Setzung von $\alpha = 1$ und $\beta = 1$ ist mathematisch konsistent und führt zu einem eleganten theoretischen Rahmen, in dem Energie die fundamentale Einheit ist.
2. Die charakteristische Längenskala r_0 des T0-Modells kann als ein spezifisches Verhältnis zur Planck-Länge interpretiert werden: $r_0 \approx 1.33 \times 10^{-4} \cdot l_P$, unabhängig vom Wert von α .
3. Die Feldgleichungen sowohl für die Elektrodynamik als auch für die T0-Dynamik nehmen in diesem vereinheitlichten Einheitensystem besonders einfache Formen an, was auf eine tiefere Verbindung zwischen beiden Wechselwirkungen hindeutet.
4. Das vereinheitlichte Modell liefert spezifische Vorhersagen für kosmologische Beobachtungen, insbesondere bezüglich der wellenlängenabhängigen Rotverschiebung und der kosmischen Temperaturentwicklung.

Die hier vorgestellte Vereinheitlichung eröffnet neue Perspektiven für das T0-Modell und könnte zu einer tieferen Vereinheitlichungstheorie führen, die Elektrodynamik und emergente Gravitation in einem kohärenten Rahmen beschreibt. Zukünftige Forschung sollte sich auf die präzise mathematische Formulierung dieser Vereinheitlichung sowie auf experimentelle Tests konzentrieren, um die Validität des Modells zu prüfen.

Literatur

- [1] Pascher, J. (2025). Kompensatorische und additive Effekte: Eine Analyse der Messdifferenzen zwischen dem T0-Modell und dem Λ CDM-Standardmodell. 2. April 2025.
- [2] Pascher, J. (2025). Massenvariation in Galaxien: Eine Analyse im T0-Modell mit emergenter Gravitation. 30. März 2025.
- [3] Pascher, J. (2025). Zeit-Masse-Dualitätstheorie (T0-Modell): Ableitung der Parameter κ , α und β . 30. März 2025.
- [4] Pascher, J. (2025). Anpassung der Temperatureinheiten in natürlichen Einheiten und CMB-Messungen. 2. April 2025.
- [5] Pascher, J. (2025). Energie als fundamentale Einheit: Natürliche Einheiten mit $\alpha = 1$ im T0-Modell. 26. März 2025.
- [6] Pascher, J. (2025). Dimensionslose Parameter im T0-Modell: Die Setzung von $\beta = 1$ in natürlichen Einheiten. 4. April 2025.
- [7] Planck, M. (1899). Über irreversible Strahlungsvorgänge. Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, 5, 440-480.
- [8] Feynman, R. P. (1985). QED: Die seltsame Theorie des Lichts und der Materie. Princeton University Press.
- [9] Duff, M. J., Okun, L. B., & Veneziano, G. (2002). Dialog über die Anzahl fundamentaler Konstanten. Journal of High Energy Physics, 2002(03), 023.
- [10] Verlinde, E. (2011). Über den Ursprung der Gravitation und die Gesetze Newtons. Journal of High Energy Physics, 2011(4), 29.
- [11] Wilczek, F. (2008). Die Leichtigkeit des Seins: Masse, Äther und die Vereinigung der Kräfte. Basic Books.
- [12] Dirac, P. A. M. (1937). The Cosmological Constants. Nature, 139, 323.
- [13] Eddington, A. S. (1946). Fundamental Theory. Cambridge University Press.
- [14] Weinberg, S. (1979). Ultraviolet divergences in quantum theories of gravitation. In General Relativity: An Einstein Centenary Survey, ed. S. W. Hawking and W. Israel, Cambridge University Press, pp. 790-831.
- [15] 't Hooft, G. (1993). Dimensional reduction in quantum gravity. In Salamfestschrift: A Collection of Talks, World Scientific Series in 20th Century Physics, vol. 4, ed. A. Ali, J. Ellis, and S. Randjbar-Daemi, World Scientific, pp. 284-296.