

Einheitliches Einheitensystem im T0-Modell: Die Konsistenz von $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$

Johann Pascher

5. April 2025

Zusammenfassung

Diese Arbeit untersucht die theoretische Konsistenz und Implikationen eines einheitlichen natürlichen Einheitensystems, in dem sowohl die Feinstrukturkonstante $\alpha_{\text{EM}} = 1$ als auch der T0-Modellparameter $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ gesetzt werden. Durch detaillierte mathematische Analysen, dimensionale Betrachtungen und eine Untersuchung fundamentaler Wechselwirkungen wird gezeigt, dass diese duale 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, Zeit-Masse-Dualität und Quantengravitation offenbart. Diese vereinheitlichte Perspektive bietet neue Erkenntnisse für das T0-Modell und könnte den Weg zu einer fundamentaleren Vereinheitlichungstheorie ebnen.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1 | Einleitung | 3 |
| 2 | Grundlagen des einheitlichen Einheitensystems | 3 |
| 2.1 | Die Feinstrukturkonstante α_{EM} und ihre Setzung auf 1 | 3 |
| 2.2 | Der Parameter β_{T} im T0-Modell und seine Setzung auf 1 | 3 |
| 2.3 | Einheitensystem mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ | 4 |
| 3 | Analyse der Konsistenz von $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ | 4 |
| 3.1 | Dimensionsanalyse der β_{T} -Formel | 4 |
| 3.2 | Beziehung zwischen r_0 und der Planck-Länge mit $\alpha_{\text{EM}} = 1$ | 5 |
| 3.3 | Beziehung zwischen elektroschwachen Parametern und α_{EM} | 5 |
| 3.4 | Theoretische Erweiterungen und zukünftige Forschungsrichtungen | 5 |
| 4 | Feldgleichungen im einheitlichen Einheitensystem | 6 |
| 4.1 | Maxwell-Gleichungen mit $\alpha_{\text{EM}} = 1$ | 6 |
| 4.2 | T0-Modellgleichungen mit $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ | 6 |
| 4.3 | Vollständige intrinsische Lagrange-Dichte | 6 |
| 4.4 | Feldgleichung für das intrinsische Zeitfeld | 7 |
| 4.5 | Vereinheitlichte Dynamik von Ladung und intrinsischer Zeit | 7 |
| 5 | Theoretische Implikationen und neue Erkenntnisse | 8 |
| 5.1 | Hierarchie dimensionsloser Konstanten | 8 |
| 5.2 | Verhältnisse zwischen fundamentalen Längen- und Energieskalen | 8 |
| 5.3 | Potenzielle tiefere Verbindung zwischen Elektrodynamik und T0-Dynamik | 8 |

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.4 | Quantenfeldtheoretische Interpretation | 9 |
| 5.5 | Vergleich mit anderen Vereinheitlichungstheorien | 9 |
| 6 | Experimentelle Tests und Vorhersagen | 9 |
| 6.1 | Direkte Tests der vereinheitlichten Theorie | 9 |
| 6.2 | Quantitative Vorhersagen der vereinheitlichten Theorie | 10 |
| 6.3 | Wellenlängenabhängige Rotverschiebung | 10 |
| 6.4 | Umrechnung zwischen natürlichen und SI-Einheitensystemen | 10 |
| 7 | Zusammenfassung der vereinheitlichten Theorie | 11 |
| 8 | Schlussfolgerungen und Ausblick | 11 |

1 Einleitung

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

In früheren Arbeiten [3, 9] wurden zwei weitere Vereinfachungen unabhängig voneinander untersucht: das Setzen der Feinstrukturkonstante $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und das Setzen des T0-Modellparameters $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$. Diese Arbeit geht einen Schritt weiter und untersucht systematisch die Konsistenz und Implikationen eines einheitlichen Einheitensystems, in dem beide Parameter gleichzeitig auf 1 gesetzt werden.

Eine solche Vereinheitlichung ist nicht trivial, da α_{EM} die elektromagnetische Wechselwirkung charakterisiert, während β_{T} die Kopplung zwischen dem intrinsischen Zeitfeld $T(x)$ und anderen Feldern im T0-Modell beschreibt (siehe [1, 5]). Die Kompatibilität beider Vereinfachungen könnte tiefere Einblicke in die fundamentale Struktur der Physik liefern und möglicherweise auf eine Vereinheitlichung von Elektrodynamik und Gravitation im Rahmen des T0-Modells hindeuten, wie in [7] skizziert.

2 Grundlagen des einheitlichen Einheitensystems

2.1 Die Feinstrukturkonstante α_{EM} und ihre Setzung auf 1

Die Feinstrukturkonstante α_{EM} ist definiert als:

$$\alpha_{\text{EM}} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} \approx \frac{1}{137,036} \quad (1)$$

Wenn $\alpha_{\text{EM}} = 1$ gesetzt wird, folgt daraus:

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

Dies impliziert, dass die Elementarladung zu einer dimensionslosen Größe wird, die durch fundamentale Konstanten präzise definiert ist. 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 reduziert werden können, wie in [3] ausführlich dargelegt.

2.2 Der Parameter β_{T} im T0-Modell und seine Setzung auf 1

Im T0-Modell charakterisiert der Parameter β_{T} die Kopplung zwischen dem intrinsischen Zeitfeld $T(x)$ und anderen Feldern. Die Standardformulierung in natürlichen Einheiten lautet:

$$\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2 \xi} \quad (4)$$

wobei λ_h die Higgs-Selbstkopplung, v der Higgs-Vakuumerwartungswert, m_h die Higgs-Masse und ξ ein dimensionsloser Parameter ist, der die charakteristische Längenskala des Modells als $r_0 = \xi \cdot l_P$ definiert, wobei l_P die Planck-Länge ist (siehe [4]).

In SI-Einheiten hat dieser Parameter den ungefähren Wert $\beta_T^{\text{SI}} \approx 0,008$, der aus dem Wert in natürlichen Einheiten durch die Beziehung abgeleitet werden kann:

$$\beta_T^{\text{SI}} = \beta_T^{\text{nat}} \cdot \frac{\xi \cdot l_{P,\text{SI}}}{r_{0,\text{SI}}} \quad (5)$$

Das Setzen von $\beta_T^{\text{nat}} = 1$ in natürlichen Einheiten impliziert:

$$\xi = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2} \approx 1,33 \times 10^{-4} \quad (6)$$

Dies legt die charakteristische Längenskala auf $r_0 \approx 1,33 \times 10^{-4} \cdot l_P$ fest, was ungefähr $1/7519$ der Planck-Länge entspricht. Die vollständige Herleitung dieser Beziehung ist in [4] zu finden.

2.3 Einheitensystem mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_T^{\text{nat}} = 1$

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

Dimensionale Zuordnungen im einheitlichen 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 reduziert werden können. Dies steht im Einklang mit modernen Ansätzen der theoretischen Physik, die Energie als die grundlegendste Eigenschaft des Universums betrachten (siehe [15]).

3 Analyse der Konsistenz von $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und $\beta_T^{\text{nat}} = 1$

3.1 Dimensionsanalyse der β_T -Formel

Um die Konsistenz von $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und $\beta_T^{\text{nat}} = 1$ zu überprüfen, führen wir eine detaillierte Dimensionsanalyse der β_T -Formel durch:

$$\beta_T^{\text{nat}} = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2 \xi} \quad (7)$$

Analysieren wir die Dimensionen jedes Terms:

1. λ_h (Higgs-Selbstkopplung): dimensionslos
2. v (Higgs-Vakuumerwartungswert): $[E]$ (Energie)
3. m_h (Higgs-Masse): $[E]$ (Energie)
4. ξ (dimensionsloser Parameter): dimensionslos

Durch Einsetzen dieser Dimensionen in die β_T -Formel erhalten wir:

$$\beta_T^{\text{nat}} = [1] \cdot [E]^2 / ([1] \cdot [E]^2 \cdot [1]) \quad (8)$$

$$= [E]^2 / [E]^2 \quad (9)$$

$$= [1] \quad (10)$$

Diese Dimensionsanalyse bestätigt, dass β_T^{nat} tatsächlich dimensionslos ist, wie es für einen fundamentalen Parameter erforderlich ist. Das Setzen von $\alpha_{\text{EM}} = 1$ beeinträchtigt diese dimensionale Homogenität nicht, da α_{EM} selbst dimensionslos ist und nicht explizit in der β_T -Formel erscheint (siehe auch [4]).

3.2 Beziehung zwischen r_0 und der Planck-Länge mit $\alpha_{\text{EM}} = 1$

Mit $\beta_T^{\text{nat}} = 1$ haben wir die Beziehung $r_0 = \xi \cdot l_P$ mit $\xi = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2}$ abgeleitet. Die Frage ist nun, ob diese Beziehung auch bei $\alpha_{\text{EM}} = 1$ konsistent bleibt.

Das Setzen von $\alpha_{\text{EM}} = 1$ könnte die Werte der elektroschwachen Parameter λ_h , v und m_h verändern, aber ihre grundlegenden Beziehungen sollten bestehen bleiben. Insbesondere gilt weiterhin die Standardmodell-Relation:

$$m_h^2 = 2\lambda_h v^2 \quad (11)$$

Durch Einsetzen in die Formel für ξ erhalten wir:

$$\xi = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 \cdot 2\lambda_h v^2} \quad (12)$$

$$= \frac{\lambda_h}{32\pi^3} \quad (13)$$

Mit $\lambda_h \approx 0,13$ ergibt sich:

$$\xi \approx \frac{0,13}{32\pi^3} \quad (14)$$

$$\approx \frac{0,13}{990} \quad (15)$$

$$\approx 1,31 \times 10^{-4} \quad (16)$$

Dieser Wert ist nahezu identisch mit dem zuvor berechneten $\xi \approx 1,33 \times 10^{-4}$, was darauf hindeutet, dass die Beziehung zwischen r_0 und der Planck-Länge robust und unabhängig von α_{EM} ist (siehe [12]).

3.3 Beziehung zwischen elektroschwachen Parametern und α_{EM}

Im Standardmodell gibt es verschiedene Beziehungen zwischen den elektroschwachen Parametern und der Feinstrukturkonstante α_{EM} . Beispielsweise werden Fermionenmassen durch die Yukawa-Kopplungen y_f und den Higgs-Vakuumerwartungswert v gegeben:

$$m_f = y_f \cdot v \quad (17)$$

Die Yukawa-Kopplungen selbst sind mit der elektroschwachen Kopplung und damit indirekt mit α_{EM} verbunden. Das Setzen von $\alpha_{\text{EM}} = 1$ würde die Stärke der elektromagnetischen Wechselwirkung erhöhen und könnte somit auch die Yukawa-Kopplungen beeinflussen. Diese Verbindung wird in [5] im Detail untersucht.

3.4 Theoretische Erweiterungen und zukünftige Forschungsrichtungen

Während in dieser Analyse die Standardformulierung von β_T^{nat} verwendet wurde, könnten in zukünftigen Forschungen theoretische Erweiterungen untersucht werden. Ein möglicher Ansatz

wäre zu erforschen, ob β_T^{nat} in Bezug auf fundamentalere Parameter des Standardmodells ausgedrückt werden könnte, möglicherweise einschließlich einer Verbindung zu α_{EM} .

Eine solche theoretische Erweiterung könnte Formulierungen untersuchen, die zusätzliche Parameter enthalten, aber diese müssten sorgfältig definiert und mit der Standardformulierung von $\beta_T^{\text{nat}} = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2 \xi}$ in Beziehung gesetzt werden. Vorerst halten wir an dieser Standardformulierung fest, da sie den konsistentesten und am besten etablierten Ausdruck für β_T^{nat} darstellt (siehe [4]).

4 Feldgleichungen im einheitlichen Einheitensystem

4.1 Maxwell-Gleichungen mit $\alpha_{\text{EM}} = 1$

In natürlichen Einheiten mit $\alpha_{\text{EM}} = 1$ nehmen die Maxwell-Gleichungen eine besonders einfache Form an:

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho \quad (18)$$

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \vec{j} \quad (19)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad (20)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0 \quad (21)$$

Hier wird die elektromagnetische Wechselwirkung durch eine dimensionslose Ladung charakterisiert, was die intrinsische Verbindung zwischen Elektromagnetismus und den fundamentalen Eigenschaften von Raum und Zeit hervorhebt (siehe [3]).

4.2 T0-Modellgleichungen mit $\beta_T^{\text{nat}} = 1$

Im T0-Modell nimmt die Temperatur-Rotverschiebungs-Beziehung mit $\beta_T^{\text{nat}} = 1$ folgende Form an:

$$T(z) = T_0(1+z)(1+\ln(1+z)) \quad (22)$$

und das modifizierte Gravitationspotential nimmt die Form an:

$$\Phi(r) = -\frac{GM}{r} + \kappa r \quad (23)$$

mit $\kappa^{\text{nat}} = \beta_T^{\text{nat}} \cdot \frac{yv}{r_g^2}$ in natürlichen Einheiten, wobei κ die Dimension $[E]$ hat, wie in [7] beschrieben. Wenn $\beta_T^{\text{nat}} = 1$ im einheitlichen Einheitensystem gesetzt wird, vereinfacht sich dies zu $\kappa^{\text{nat}} = \frac{yv}{r_g^2}$.

4.3 Vollständige intrinsische Lagrange-Dichte

Die intrinsische Lagrange-Dichte des Zeitfeldes, die grundlegend für die Formulierung des T0-Modells ist, lautet:

$$\mathcal{L}_{\text{intrinsisch}} = \frac{1}{2} \partial_\mu T(x) \partial^\mu T(x) - \frac{1}{2} T(x)^2 - \frac{\rho}{T(x)} \quad (24)$$

wobei der erste Term die kinetische Energie des Zeitfeldes repräsentiert, der zweite Term sein Selbstwechselwirkungspotential darstellt und der dritte Term die Kopplung zwischen dem

Zeitfeld und der Materie mit der Materiedichte ρ beschreibt, die in natürlichen Einheiten die Dimension $[E^2]$ hat.

Durch Anwendung der Euler-Lagrange-Gleichungen auf diese Lagrange-Dichte:

$$\partial_\mu \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial (\partial_\mu T(x))} \right) - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial T(x)} = 0 \quad (25)$$

ergibt sich die Feldgleichung für das Zeitfeld:

$$\nabla^2 T(x) - \frac{\partial^2 T(x)}{\partial t^2} = -T(x) - \frac{\rho}{T(x)^2} \quad (26)$$

In Regionen mit signifikanter Materiedichte ist der dominante Term $\frac{\rho}{T(x)^2}$, und für statische Massenverteilungen verschwindet die zeitliche Ableitung, was die Gleichung vereinfacht zu:

$$\nabla^2 T(x) \approx -\frac{\rho}{T(x)^2} \quad (27)$$

wobei κ die Dimension $[E]$ in natürlichen Einheiten hat und gleich eins ist, wenn $\beta_T^{\text{nat}} = 1$.

4.4 Feldgleichung für das intrinsische Zeitfeld

Die Dynamik des intrinsischen Zeitfeldes $T(x)$ wird durch die Feldgleichung bestimmt:

$$\nabla^2 T(x) = -\kappa \rho(\vec{x}) T(x)^2 \quad (28)$$

Diese Gleichung, die aus der Lagrange-Dichte in Abschnitt 4.3 abgeleitet wird, bildet die Grundlage für die emergente Gravitation im T0-Modell. Der Parameter κ mit der Dimension $[E]$ in natürlichen Einheiten ist gleich eins, wenn $\beta_T^{\text{nat}} = 1$.

Für eine Punktmasse M liefert diese Gleichung die Lösung:

$$T(x)(r) = T_0 \left(1 - \frac{M}{r} \right) \quad (29)$$

was direkt zum modifizierten Gravitationspotential führt, das in Abschnitt 4.2 diskutiert wurde.

4.5 Vereinheitlichte Dynamik von Ladung und intrinsischer Zeit

Im einheitlichen Einheitensystem mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_T^{\text{nat}} = 1$ ergibt sich die Möglichkeit, Elektromagnetismus und die Dynamik des intrinsischen Zeitfeldes $T(x)$ in einem kohärenten Rahmen zu beschreiben. Betrachten wir die Lagrange-Dichte des kombinierten Systems:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{\text{EM}} + \mathcal{L}_T + \mathcal{L}_{\text{int}} \quad (30)$$

wobei \mathcal{L}_{EM} die elektromagnetische Lagrange-Dichte, \mathcal{L}_T die Lagrange-Dichte des intrinsischen Zeitfeldes und \mathcal{L}_{int} die Wechselwirkung zwischen ihnen beschreibt (siehe [6]).

Mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_T^{\text{nat}} = 1$ nehmen die Kopplungsterme besonders einfache Formen an, was möglicherweise neue Symmetrien offenbart.

Eine faszinierende 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 Wechselwirkungen im elektroschwachen Modell vereinheitlicht werden (siehe [7]).

5 Theoretische Implikationen und neue Erkenntnisse

5.1 Hierarchie dimensionsloser Konstanten

In fundamentalen physikalischen Theorien kann eine natürliche Hierarchie dimensionsloser Konstanten identifiziert werden:

1. **Fundamentale Naturkonstanten als Einheiten:** $c = \hbar = G = k_B = 1$
2. **Dimensionslose Kopplungskonstanten:** $\alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = \alpha_{\text{W}} = 1$
3. **Abgeleitete dimensionslose Verhältnisse:** $\xi = r_0/l_P \approx 1,33 \times 10^{-4}$

Diese Hierarchie spiegelt die zugrundeliegende Struktur der Physik wider und wird besonders deutlich im einheitlichen Einheitensystem mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ (siehe [10]).

5.2 Verhältnisse zwischen fundamentalen Längen- und Energieskalen

Ein bemerkenswertes Ergebnis unserer Analyse ist die Identifizierung spezifischer Verhältnisse zwischen den charakteristischen Längen- und Energieskalen im einheitlichen System. Diese Verhältnisse könnten von tiefgreifender physikalischer Bedeutung sein:

Fundamentale Verhältnisse im einheitlichen Einheitensystem

$$\frac{r_0}{l_P} = \xi \approx 1,33 \times 10^{-4} \quad (31)$$

$$\frac{L_T}{l_P} \approx 3,9 \times 10^{62} \quad (32)$$

$$\frac{r_0}{L_T} \approx \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2} \cdot \frac{1}{3,9 \times 10^{62}} \approx 3,41 \times 10^{-67} \quad (33)$$

Diese Verhältnisse sind rein dimensionslos und unabhängig von der Wahl des Einheitensystems. Sie repräsentieren fundamentale Aspekte der Theorie und könnten auf tiefere Strukturen hindeuten, wie in [12] diskutiert.

Besonders auffällig ist, dass das Verhältnis zwischen der charakteristischen T0-Wechselwirkungslänge r_0 und der kosmologischen Korrelationslänge L_T in der Größenordnung von $(m_e/M_{\text{Pl}})^2$ liegt, was auf eine mögliche Verbindung zwischen der Elektronenmasse und dem T0-Modell hindeutet. Diese potenzielle Verbindung wird in [8] weiter untersucht.

5.3 Potenzielle tiefere Verbindung zwischen Elektrodynamik und T0-Dynamik

Die Konsistenz des gleichzeitigen Setzens von $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ deutet auf eine tiefere Verbindung zwischen Elektrodynamik und der Dynamik des intrinsischen Zeitfeldes im T0-Modell hin. Dies könnte auf eine gemeinsame Ursache oder einen gemeinsamen Ursprung für beide Wechselwirkungen hindeuten (siehe [11]).

Eine Möglichkeit ist, dass beide Wechselwirkungen aus einer fundamentalen Theorie entstehen, in der α_{EM} und $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}}$ keine unabhängigen Parameter sind, sondern verschiedene Manifestationen einer einzigen Kopplungskonstante.

5.4 Quantenfeldtheoretische Interpretation

Aus quantenfeldtheoretischer Perspektive können sowohl α_{EM} als auch $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}}$ als Fixpunkte der Renormierungsgruppe interpretiert werden. In einem idealen vereinheitlichten System würden beide Parameter im Infrarot-Limes zum natürlichen Wert 1 fließen:

$$\lim_{E \rightarrow 0} \alpha_{\text{EM}}(E) = \lim_{E \rightarrow 0} \beta_{\text{T}}^{\text{nat}}(E) = 1 \quad (34)$$

Der experimentelle Wert $\alpha_{\text{EM}} \approx 1/137$ wäre dann ein Ergebnis der Renormierungsgruppenrevolution bei endlichen Energien, ebenso wie $\beta_{\text{T}}^{\text{SI}} \approx 0,008$ (siehe [13]).

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

5.5 Vergleich mit anderen Vereinheitlichungstheorien

Die hier vorgeschlagene Vereinheitlichung durch $\alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ weist Parallelen zu anderen Vereinheitlichungsansätzen in der theoretischen Physik auf:

Vergleich mit anderen Vereinheitlichungstheorien

| Theorie | Vereinheitlichungsansatz |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elektroschwache Theorie | Vereinheitlichung von elektromagnetischer und schwacher Wechselwirkung über $SU(2) \times U(1)$ -Symmetrie |
| Große Vereinheitlichte Theorien | Vereinheitlichung aller nicht-gravitativen Wechselwirkungen in einer einzigen Eichgruppe |
| Stringtheorie | Vereinheitlichung aller Wechselwirkungen einschließlich Gravitation durch schwingende Strings |
| Schleifenquantengravitation | Quantisierung der Raumzeit durch Spin-Netzwerke |
| T0-Modell mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ | Vereinheitlichung von Elektrodynamik und emergenter Gravitation durch eine gemeinsame Energieeinheit (siehe [7]) |

Die vereinheitlichte Perspektive des T0-Modells mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ bietet einen einzigartigen Ansatz, der konzeptionell einfacher ist als viele etablierte Vereinheitlichungstheorien.

6 Experimentelle Tests und Vorhersagen

6.1 Direkte Tests der vereinheitlichten Theorie

Um die vereinheitlichte Theorie mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ 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 (siehe [2]).

2. **Suche nach Abweichungen in elektromagnetischen Feinstrukturmessungen:** Wenn α_{EM} und $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}}$ verbunden sind, könnten subtile Abweichungen in Feinstrukturmessungen über kosmologische Distanzen beobachtbar sein (siehe [3]).
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 (siehe [8]).

6.2 Quantitative Vorhersagen der vereinheitlichten Theorie

Die vereinheitlichte Theorie mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ macht spezifische quantitative Vorhersagen, die experimentell überprüft werden können:

6.3 Wellenlängenabhängige Rotverschiebung

Im T0-Modell mit einem einheitlichen Einheitensystem, in dem $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ gilt, ergibt sich eine charakteristische wellenlängenabhängige Rotverschiebung, beschrieben durch:

$$z(\lambda) = z_0 \left(1 + \ln \frac{\lambda}{\lambda_0} \right) \quad (35)$$

Diese elegante Form ist eine direkte Konsequenz des Setzens von $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ und hebt die natürliche logarithmische Abhängigkeit der Rotverschiebung von der Wellenlänge im T0-Modell hervor.

Diese Formel stammt aus der fundamentalen Annahme des T0-Modells, dass die intrinsische Zeit $T(x)$ und ihre Wechselwirkung mit elektromagnetischen Feldern eine logarithmische Wellenlängenabhängigkeit aufweisen, wenn $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ in natürlichen Einheiten gilt (siehe [10]).

Diese wellenlängenabhängige Rotverschiebung ist eine direkte Folge der Kopplung des Zeitfeldes an die kosmische Expansion und unterscheidet sich von der Standardkosmologie, bei der die Rotverschiebung typischerweise als wellenlängenunabhängig betrachtet wird. Im vereinheitlichten System mit $\alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ nimmt diese Beziehung eine besonders elegante Form an, frei von zusätzlichen Skalierungsfaktoren, was die natürliche Einheit der Kopplungskonstanten widerspiegelt.

Für experimentelle Vergleiche kann die Relation in SI-Einheiten umgerechnet werden, wobei der Parameter β_{T} skaliert wird:

$$z(\lambda)_{\text{SI}} = z_0 \left(1 + \beta_{\text{T}}^{\text{SI}} \ln \frac{\lambda}{\lambda_0} \right) \quad (36)$$

mit $\beta_{\text{T}}^{\text{SI}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} \cdot \frac{\xi \cdot l_{\text{P,SI}}}{r_{0,\text{SI}}} \approx 0,008$, wie in [7] und [4] hergeleitet. Diese Skalierung ermöglicht einen direkten Vergleich mit astronomischen Beobachtungen, während die primäre Formulierung in natürlichen Einheiten die theoretische Konsistenz des Modells betont.

Die Vorhersage einer wellenlängenabhängigen Rotverschiebung bietet eine Gelegenheit, das T0-Modell experimentell zu testen, beispielsweise durch Multifrequenz-Beobachtungen entfernter Quasare oder Galaxien mit Instrumenten wie dem James Webb Space Telescope. Eine detaillierte Herleitung und Diskussion dieser Eigenschaft ist in [2] zu finden.

6.4 Umrechnung zwischen natürlichen und SI-Einheitensystemen

Für praktische Berechnungen und den Vergleich mit experimentellen Daten ist ein systematisches Umrechnungsschema erforderlich. Dies ist besonders wichtig, wenn die Vereinfachungen $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ gleichzeitig verwendet werden.

Umrechnungsschema zwischen Einheitensystemen

$$\text{Länge: } L_{\text{SI}} = L_{\text{nat}} \cdot \frac{\hbar c}{E_{\text{Pl}}} = L_{\text{nat}} \cdot 1,616 \times 10^{-35} \text{ m} \quad (37)$$

$$\text{Zeit: } t_{\text{SI}} = t_{\text{nat}} \cdot \frac{\hbar}{E_{\text{Pl}} \cdot c} = t_{\text{nat}} \cdot 5,391 \times 10^{-44} \text{ s} \quad (38)$$

$$\text{Energie: } E_{\text{SI}} = E_{\text{nat}} \cdot E_{\text{Pl}} = E_{\text{nat}} \cdot 1,956 \times 10^9 \text{ J} \quad (39)$$

$$\text{Elektrische Ladung: } Q_{\text{SI}} = Q_{\text{nat}} \cdot \sqrt{4\pi\epsilon_0 \hbar c} \quad (40)$$

$$\text{Temperaturparameter: } \beta_{\text{T}}^{\text{SI}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} \cdot \frac{\xi \cdot l_{\text{P,SI}}}{r_{0,\text{SI}}} \approx \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} \cdot 0,008 \quad (41)$$

Diese Umrechnungen ermöglichen eine konsistente Verbindung zwischen der theoretischen Formulierung in natürlichen Einheiten und experimentellen Messungen in SI-Einheiten. Sie sind besonders wichtig für die Interpretation kosmologischer Daten, die typischerweise im Rahmen des Standardmodells kalibriert werden (siehe [10]).

7 Zusammenfassung der vereinheitlichten Theorie

Die vereinheitlichte Theorie wird durch die Wirkung beschrieben:

$$S_{\text{vereinheitlicht}} = \int (\mathcal{L}_{\text{standard}} + \mathcal{L}_{\text{komplementär}} + \mathcal{L}_{\text{kopplung}}) d^4x \quad (42)$$

wobei $\mathcal{L}_{\text{standard}}$ das Standardmodell, $\mathcal{L}_{\text{komplementär}}$ die duale Formulierung und $\mathcal{L}_{\text{kopplung}}$ die Zeit-Masse-Wechselwirkung darstellt. Dieser Ansatz überbrückt Quantenmechanik und Gravitation, bietet neue Einblicke in Verschränkung und kosmologische Phänomene und ist experimentell überprüfbar, wie in [6] und [7] beschrieben.

8 Schlussfolgerungen und Ausblick

Diese Arbeit hat die theoretische Konsistenz und Implikationen eines einheitlichen natürlichen Einheitensystems untersucht, in dem sowohl die Feinstrukturkonstante $\alpha_{\text{EM}} = 1$ als auch der T0-Modellparameter $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ gesetzt werden. Die Hauptergebnisse sind:

1. Das gleichzeitige Setzen von $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ 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 spezifisches Verhältnis zur Planck-Länge interpretiert werden: $r_0 \approx 1,33 \times 10^{-4} \cdot l_{\text{P}}$, unabhängig vom Wert von α_{EM} .
3. Die Feldgleichungen für sowohl Elektrodynamik als auch T0-Dynamik nehmen in diesem einheitlichen Einheitensystem besonders einfache Formen an, was auf eine tiefere Verbindung zwischen den beiden Wechselwirkungen hindeutet.
4. Das vereinheitlichte Modell liefert spezifische Vorhersagen für kosmologische Beobachtungen, insbesondere hinsichtlich wellenlängenabhängiger Rotverschiebung und kosmischer Temperaturentwicklung (siehe [2]).

Die hier präsentierte 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 und experimentelle Tests zur Überprüfung der Gültigkeit des Modells konzentrieren.

Literatur

- [1] Pascher, J. (2025). [Zeit als emergente Eigenschaft in der Quantenmechanik: Eine Verbindung zwischen Relativitätstheorie, Feinstrukturkonstante und Quantendynamik](#). 23. März 2025.
- [2] Pascher, J. (2025). [Kompensatorische und additive Effekte: Eine Analyse der Messunterschiede zwischen dem T0-Modell und dem \$\Lambda\$ CDM-Standardmodell](#). 2. April 2025.
- [3] Pascher, J. (2025). [Energie als fundamentale Einheit: Natürliche Einheiten mit \$\alpha = 1\$ im T0-Modell](#). 26. März 2025.
- [4] Pascher, J. (2025). [Zeit-Masse-Dualitätstheorie \(T0-Modell\): Ableitung der Parameter \$\kappa\$, \$\alpha\$ und \$\beta\$](#) . 4. April 2025.
- [5] Pascher, J. (2025). [Mathematische Formulierung des Higgs-Mechanismus in der Zeit-Masse-Dualität](#). 28. März 2025.
- [6] Pascher, J. (2025). [Von der Zeitdilatation zur Massenvariation: Mathematische Kernformulierungen der Zeit-Masse-Dualitätstheorie](#). 29. März 2025.
- [7] Pascher, J. (2025). [Emergente Gravitation im T0-Modell: Eine umfassende Ableitung](#). 1. April 2025.
- [8] Pascher, J. (2025). [Massenvariation in Galaxien: Eine Analyse im T0-Modell mit emergenter Gravitation](#). 30. März 2025.
- [9] Pascher, J. (2025). [Einheitliches Einheitensystem im T0-Modell: Die Konsistenz von \$\alpha = 1\$ und \$\beta = 1\$](#) . 5. April 2025.
- [10] Pascher, J. (2025). [Anpassung der Temperatureinheiten in natürlichen Einheiten und CMB-Messungen](#). 2. April 2025.
- [11] Pascher, J. (2025). [Feldtheorie und Quantenkorrelationen: Eine neue Perspektive auf Instantaneität](#). 28. März 2025.
- [12] Pascher, J. (2025). [Reale Konsequenzen der Neuformulierung von Zeit und Masse in der Physik: Jenseits der Planck-Skala](#). 24. März 2025.
- [13] Pascher, J. (2025). [Die Notwendigkeit der Erweiterung der Standardquantenmechanik und Quantenfeldtheorie](#). 27. März 2025.
- [14] Pascher, J. (2025). [Dunkle Energie im T0-Modell: Eine mathematische Analyse der Energiedynamik](#). 30. März 2025.
- [15] Pascher, J. (2025). [Zeit und Masse: Ein neuer Blick auf alte Formeln - und Befreiung von traditionellen Einschränkungen](#). 22. März 2025.
- [16] Planck, M. (1899). Über irreversible Strahlungsvorgänge. Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, 5, 440-480.

- [17] Feynman, R. P. (1985). QED: Die seltsame Theorie des Lichts und der Materie. Princeton University Press.
- [18] Duff, M. J., Okun, L. B., & Veneziano, G. (2002). Trialogue über die Anzahl der fundamentalen Konstanten. *Journal of High Energy Physics*, 2002(03), 023.
- [19] Verlinde, E. (2011). Über den Ursprung der Gravitation und die Gesetze Newtons. *Journal of High Energy Physics*, 2011(4), 29.
- [20] Wilczek, F. (2008). Die Leichtigkeit des Seins: Masse, Äther und die Vereinheitlichung der Kräfte. Basic Books.