

# Emergente Gravitation im T0-Modell: Eine umfassende Herleitung

Johann Pascher

10. April 2025

## Zusammenfassung

Diese Arbeit präsentiert eine umfassende mathematische Herleitung der Gravitation im Rahmen des T0-Modells der Zeit-Masse-Dualität. Ausgehend von der grundlegenden Annahme eines intrinsischen Zeitfeldes  $T(x)$ , das über die Beziehung  $m = \frac{1}{T(x)}$  in einem vereinheitlichten Einheitensystem mit der Masse verbunden ist, wird gezeigt, wie Gradienten dieses Zeitfeldes zu einer emergenten Kraft führen, die alle charakteristischen Eigenschaften der Gravitation aufweist. Die Herleitung erfolgt über fünf komplementäre Ansätze: (1) über die Lagrange-Dichte des Zeitfeldes und dessen Kopplung an Materie, (2) durch Vergleich mit Einsteins Feldgleichungen in der post-Newtonschen Näherung, (3) über die Verbindung zum Higgs-Mechanismus, (4) durch eine thermodynamische Perspektive analog zu Verlindes entropischer Gravitationstheorie und (5) durch eine Analyse der Verbindung zwischen Zeitfeld-Fluktuationen und kosmischer Expansion. Es wird gezeigt, dass alle Ansätze zu konsistenten Vorhersagen führen, die mit bekannten Gravitationseffekten übereinstimmen, jedoch unter extremen Bedingungen oder auf großen Skalen neuartige Abweichungen vorhersagen, die experimentell überprüfbar sind.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen des T0-Modells</b>	<b>3</b>
2.1	Das intrinsische Zeitfeld und die Zeit-Masse-Dualität . . . . .	3
2.2	Dimensionen im vereinheitlichten Einheitensystem . . . . .	3
2.3	Grundlegende Gleichungen des T0-Modells . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Herleitung der Gravitation über die Lagrange-Dichte</b>	<b>4</b>
3.1	Lagrange-Dichte des Zeitfeldes . . . . .	4
3.2	Herleitung der Feldgleichung . . . . .	5
3.3	Berechnung der emergenten Kraft . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Äquivalenz zur Allgemeinen Relativitätstheorie in der post-Newtonschen Näherung</b>	<b>6</b>
4.1	Post-Newtonsche Parametrisierung im vereinheitlichten Einheitensystem . . . .	6
4.2	Zeitfeld und post-Newtonsche Parameter . . . . .	6
4.3	Lichtablenkung und Periheldrehung . . . . .	7

<b>5</b>	<b>Verbindung zum Higgs-Mechanismus</b>	<b>7</b>
5.1	Parallelen zwischen Zeitfeld und Higgs-Feld . . . . .	7
5.2	Zeitfeld als dynamische Komponente des Higgs-Feldes . . . . .	7
5.3	Konsistenz mit Massebeziehungen . . . . .	8
5.4	Emergente Gravitation aus Higgs-Feld-Gradienten . . . . .	8
<b>6</b>	<b>Thermodynamischer Ansatz zur Gravitation</b>	<b>8</b>
6.1	Verlindes entropische Gravitation im T0-Kontext . . . . .	8
6.2	Entropie des Zeitfeldes . . . . .	9
6.3	Herleitung der Gravitationskraft aus der Entropieänderung . . . . .	9
<b>7</b>	<b>Zeitfeld und statisches Universum</b>	<b>9</b>
7.1	Statisches Universum im T0-Modell . . . . .	9
7.2	Energieverlust und Rotverschiebung . . . . .	10
7.3	Temperaturskalierung in einem statischen Universum . . . . .	10
7.4	Vergleich mit dem kosmologischen Standardmodell . . . . .	10
7.5	Modifiziertes Gravitationspotential . . . . .	11
<b>8</b>	<b>Experimentelle Tests und Vorhersagen</b>	<b>12</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>12</b>

# 1 Einführung

Die Natur der Gravitation bleibt eines der tiefgründigsten Rätsel der modernen Physik. Während die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) eine elegante geometrische Beschreibung liefert und die Gravitation als Raumzeitkrümmung darstellt, bestehen zahlreiche ungelöste Fragen, insbesondere hinsichtlich der Quantisierung der Gravitation und ihrer Vereinheitlichung mit anderen fundamentalen Wechselwirkungen. Darüber hinaus haben kosmologische Beobachtungen zur Einführung von dunkler Materie und dunkler Energie geführt, um die beobachtete Galaxiendynamik und kosmische Beschleunigung zu erklären.

Das T0-Modell der Zeit-Masse-Dualität [2] bietet einen alternativen Ansatz zur Beschreibung der Gravitation. Es basiert auf der grundlegenden Annahme eines intrinsischen Zeitfeldes  $T(x)$ , das in einem vereinheitlichten Einheitensystem über die Beziehung  $m = \frac{1}{T(x)}$  mit der Masse verbunden ist (siehe auch [1] und [8]). In diesem Modell ist die Gravitation keine fundamentale Kraft, sondern ein emergentes Phänomen, das aus der Wechselwirkung der Materie mit dem Zeitfeld entsteht.

Diese Arbeit präsentiert eine umfassende mathematische Herleitung der Gravitation im T0-Modell durch verschiedene, sich gegenseitig ergänzende Ansätze. Das Ziel ist zu zeigen, dass das T0-Modell nicht nur eine konsistente Beschreibung bekannter Gravitationsphänomene liefert, sondern auch neuartige, überprüfbare Vorhersagen macht, die es von anderen Gravitationstheorien unterscheiden.

Im Folgenden fassen wir zunächst die Grundlagen des T0-Modells im vereinheitlichten Einheitensystem zusammen und präsentieren dann fünf verschiedene Herleitungswege für die emergente Gravitation: über die Lagrange-Dichte des Zeitfeldes, durch Äquivalenz zur ART in der post-Newtonschen Näherung, über die Verbindung zum Higgs-Mechanismus, durch eine thermodynamische Perspektive und schließlich durch die Verbindung zur kosmischen Expansion. Wir schließen mit einer Diskussion der experimentellen Implikationen und überprüfbaren Vorhersagen.

## 2 Grundlagen des T0-Modells

### 2.1 Das intrinsische Zeitfeld und die Zeit-Masse-Dualität

Im vereinheitlichten Einheitensystem des T0-Modells, in dem alle fundamentalen Konstanten auf 1 gesetzt sind ( $\hbar = c = G = \alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}} = \alpha_{\text{W}} = 1$ ), wie in [5, 6] beschrieben, nimmt die zentrale Beziehung zwischen dem intrinsischen Zeitfeld  $T(x)$  und der Masse eine besonders elegante Form an:

$$m = \frac{1}{T(x)} \quad (1)$$

Diese einfache inverse Beziehung verdeutlicht die fundamentale Dualität zwischen Zeit und Masse, die den Kern des T0-Modells bildet, wie in [9] ausgeführt wird. Das Vorhandensein von Masse führt zu einer lokalen Reduktion des Zeitfeldes, was zu Gradienten führt, die als Gravitationskraft wahrgenommen werden (siehe section 3).

### 2.2 Dimensionen im vereinheitlichten Einheitensystem

Im vereinheitlichten Einheitensystem werden alle physikalischen Größen auf die Dimension der Energie reduziert, wie in [6] detailliert beschrieben:

- Länge:  $[L] = [E^{-1}]$

- Zeit:  $[T] = [E^{-1}]$
- Masse:  $[M] = [E]$
- Temperatur:  $[T_{\text{emp}}] = [E]$  (siehe [7])
- Elektrische Ladung:  $[Q] = [1]$  (dimensionslos wenn  $\alpha_{\text{EM}} = 1$ )
- Intrinsische Zeit:  $[T(x)] = [E^{-1}]$

Diese Dimensionsstruktur unterstreicht die fundamentale Rolle der Energie als grundlegende physikalische Größe, ein Prinzip, das für unsere Herleitung der Gravitationseffekte in sections 3 to 5 entscheidend sein wird.

## 2.3 Grundlegende Gleichungen des T0-Modells

Die Dynamik des Zeitfeldes  $T(x)$  wird durch eine vereinfachte Feldgleichung beschrieben (siehe [9, 8]):

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

wobei  $\rho(\vec{x})$  die Massendichte mit der Dimension  $[E^2]$  in natürlichen Einheiten ist. Für statische Masseverteilungen vereinfacht sich diese Gleichung zu:

$$\nabla^2 T(x) = -\rho(\vec{x})T(x)^2 \quad (3)$$

Diese elegante Form der Feldgleichung, die in section 3.2 aus der Lagrange-Dichte hergeleitet wird, zeigt die direkte Beziehung zwischen Masseverteilung und Zeitfeldgeometrie, aus der die Gravitation als emergentes Phänomen hervorgeht (siehe section 3.3).

## 3 Herleitung der Gravitation über die Lagrange-Dichte

### 3.1 Lagrange-Dichte des Zeitfeldes

Der erste Ansatz zur Herleitung der emergenten Gravitation im T0-Modell erfolgt über die Lagrange-Dichte des Zeitfeldes. Im vereinheitlichten Einheitensystem mit  $\hbar = c = G = \alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}} = \alpha_{\text{W}} = 1$  (siehe section 2.2) nimmt die Lagrange-Dichte eine besonders elegante Form an.

Wie in [9, 3] dargelegt, kann die gesamte Lagrange-Dichte als Summe verschiedener Beiträge geschrieben werden:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{\text{Boson}} + \mathcal{L}_{\text{Fermion}} + \mathcal{L}_{\text{Higgs-T}} + \mathcal{L}_{\text{intrinsisch}} \quad (4)$$

Die intrinsische Lagrange-Dichte des Zeitfeldes in ihrer vollständigen Form kombiniert sowohl die freie Felddynamik als auch die Wechselwirkungen mit Materie:

$$\mathcal{L}_{\text{intrinsisch}}^{\text{vollständig}} = \underbrace{\frac{1}{2}\partial_\mu T(x)\partial^\mu T(x) - \frac{1}{2}T(x)^2}_{\text{Freie Felddynamik}} + \underbrace{\bar{\psi} \left( i\hbar\gamma^0 \frac{\partial}{\partial(t/T(x))} - i\hbar\gamma^0 \frac{\partial}{\partial t} \right) \psi}_{\text{Wechselwirkung mit Materie}} \quad (5)$$

In Anwendungen, die sich auf Feldwechselwirkungen mit Materieverteilungen konzentrieren, kann dies umformuliert werden als:

$$\mathcal{L}_{\text{intrinsisch}}^{\text{Materie}} = \frac{1}{2}\partial_\mu T(x)\partial^\mu T(x) - \frac{1}{2}T(x)^2 - \frac{\rho}{T(x)} \quad (6)$$

wobei der letzte Term die Kopplung an Materie mit einer Dichte  $\rho$  der Dimension  $[E^2]$  in natürlichen Einheiten darstellt.

Diese prägnante Form berücksichtigt direkt sowohl die Selbstwechselwirkung als auch die Materiekopplung und spiegelt die grundlegende Zeit-Masse-Beziehung  $m = \frac{1}{T(x)}$  aus eq. (1) wider. Diese Formulierung wird für unsere Herleitung der Feldgleichung in section 3.2 wichtig sein.

### 3.2 Herleitung der Feldgleichung

Die Euler-Lagrange-Gleichungen für das Zeitfeld können aus der Lagrange-Dichte in eq. (6) hergeleitet werden:

$$\partial_\mu \left( \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial (\partial_\mu T(x))} \right) - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial T(x)} = 0 \quad (7)$$

Durch Einsetzen der Lagrange-Dichte ergibt sich:

$$\partial_\mu \partial^\mu T(x) + T(x) + \frac{\rho}{T(x)^2} = 0 \quad (8)$$

Für statische Situationen vereinfacht sich dies zu:

$$\nabla^2 T(x) + T(x) + \frac{\rho}{T(x)^2} = 0 \quad (9)$$

In Bereichen mit hoher Massendichte dominiert der Term  $\frac{\rho}{T(x)^2}$ , was die Gleichung weiter vereinfacht zu:

$$\nabla^2 T(x) \approx -\frac{\rho}{T(x)^2} \quad (10)$$

Diese Gleichung, die identisch mit eq. (3) ist, beschreibt, wie das Zeitfeld durch das Vorhandensein von Masse modifiziert wird und bildet die Grundlage für die emergente Gravitation, wie wir in section 3.3 sehen werden. Die Konsistenz dieser Herleitung mit dem Ansatz in [9] und [8] zeigt die mathematische Kohärenz des T0-Modells.

### 3.3 Berechnung der emergenten Kraft

Die Bewegung eines Testteilchens im Zeitfeld kann durch die Lagrange-Funktion beschrieben werden:

$$L = \frac{1}{2} m \dot{\vec{x}}^2 - m \Phi(\vec{x}) \quad (11)$$

wobei  $\Phi(\vec{x})$  das effektive Potential ist. Gemäß der Zeit-Masse-Beziehung  $m = \frac{1}{T(x)}$  aus eq. (1) hängt die effektive Masse des Teilchens vom lokalen Wert des Zeitfeldes ab.

Das entsprechende Potential nimmt die Form an (siehe [2]):

$$\Phi(\vec{x}) = -\ln \left( \frac{T(x)(\vec{x})}{T_0} \right) \quad (12)$$

wobei  $T_0$  der asymptotische Wert des Zeitfeldes im Unendlichen ist. Dies führt zur Kraft:

$$\vec{F} = -\nabla \Phi = -\frac{\nabla T(x)}{T(x)} \quad (13)$$

Für eine Punktmasse  $M$  im Abstand  $r$  liefert die Feldgleichung eq. (10) die Zeitfeldverteilung:

$$T(x)(r) = T_0 \left(1 - \frac{M}{r}\right) \quad (14)$$

Durch Einsetzen in eq. (13) ergibt sich direkt das Newtonsche Gravitationsgesetz:

$$\vec{F} = -\frac{M}{r^2} \hat{r} \quad (15)$$

Im vereinheitlichten Einheitensystem wird die Eleganz dieser Herleitung besonders deutlich: Die Gravitation entsteht natürlich aus der Geometrie des Zeitfeldes, ohne dass zusätzliche Kopplungskonstanten erforderlich sind. Wir werden in section 4 sehen, wie diese emergente Kraft mit der Allgemeinen Relativitätstheorie zusammenhängt, und in section 5, wie sie mit dem Higgs-Mechanismus verbunden ist.

## 4 Äquivalenz zur Allgemeinen Relativitätstheorie in der post-Newtonschen Näherung

### 4.1 Post-Newtonsche Parametrisierung im vereinheitlichten Einheitensystem

Der zweite Ansatz zur Herleitung der Gravitation im T0-Modell untersucht ihre Äquivalenz zur Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) in der post-Newtonschen Näherung. Dieser Ansatz ergänzt die Lagrange-Herleitung in section 3, indem er zeigt, wie das T0-Modell mit etablierten Gravitationstheorien übereinstimmt. Im vereinheitlichten Einheitensystem mit allen fundamentalen Konstanten auf 1 gesetzt (siehe section 2.2) kann diese Äquivalenz mit besonderer Eleganz dargestellt werden.

In der post-Newtonschen Parametrisierung wird die Raumzeit-Metrik ausgedrückt als:

$$g_{00} = -1 + 2\Phi - 2\beta\Phi^2 + \dots \quad (16)$$

$$g_{0i} = -\frac{7}{2}\zeta\Phi_i + \dots \quad (17)$$

$$g_{ij} = (1 + 2\gamma\Phi)\delta_{ij} + \dots \quad (18)$$

wobei  $\Phi$  das Newtonsche Gravitationspotential ist,  $\Phi_i$  ein Vektorpotential ist und  $\beta, \gamma, \zeta$  die post-Newtonschen Parameter sind. In der ART haben diese Parameter die Werte  $\beta = \gamma = \zeta = 1$ .

### 4.2 Zeitfeld und post-Newtonsche Parameter

Im T0-Modell kann das Zeitfeld  $T(x)$  direkt mit der Metrik in Beziehung gesetzt werden. Für schwache Felder gilt:

$$T(x)(\vec{x}) = T_0(1 - \Phi(\vec{x}) + \dots) \quad (19)$$

Durch Einsetzen in die Feldgleichung des Zeitfeldes und Vergleich mit den post-Newtonschen Gleichungen ergeben sich die Parameter im vereinheitlichten Einheitensystem als:

$$\beta = 1 \quad (20)$$

$$\gamma = 1 \quad (21)$$

$$\zeta = 1 \quad (22)$$

Diese Werte stimmen genau mit denen der ART überein, was die vollständige Äquivalenz zwischen den beiden Theorien in dieser Näherung zeigt.

### 4.3 Lichtablenkung und Periheldrehung

Mit den post-Newtonschen Parametern  $\beta = \gamma = \zeta = 1$  macht das T0-Modell identische Vorhersagen wie die ART für klassische Tests wie Lichtablenkung und Periheldrehung.

Die Ablenkung von Licht durch eine Masse  $M$  ist gegeben durch:

$$\delta\phi = \frac{4M}{b}(1 + \gamma) = \frac{8M}{b} \quad (23)$$

wobei  $b$  der Stoßparameter ist.

Die Periheldrehung pro Umlauf für eine elliptische Bahn beträgt:

$$\delta\omega = \frac{6\pi M}{a(1 - e^2)}(2 + 2\gamma - \beta) = \frac{24\pi M}{a(1 - e^2)} \quad (24)$$

wobei  $a$  die große Halbachse und  $e$  die Exzentrizität der Umlaufbahn ist.

Diese Vorhersagen stimmen genau mit den experimentell bestätigten Werten der ART überein und unterstreichen die Äquivalenz beider Theorien in der post-Newtonschen Näherung.

## 5 Verbindung zum Higgs-Mechanismus

### 5.1 Parallelen zwischen Zeitfeld und Higgs-Feld

Das Zeitfeld  $T(x)$  und das Higgs-Feld  $H$  zeigen fundamentale konzeptionelle Parallelen, wie in früheren Arbeiten [8, 5, 6] diskutiert. Diese Verbindung bietet unseren dritten Ansatz zum Verständnis der emergenten Gravitation im T0-Modell, der den Lagrange-Ansatz in section 3 und die ART-Äquivalenz in section 4 ergänzt:

1. Beide sind Skalarfelder, die den gesamten Raum durchdringen.
2. Beide sind für die Entstehung von Masse verantwortlich—das Higgs-Feld durch direkte Kopplung, das Zeitfeld durch umgekehrte Proportionalität.
3. Beide haben einen nicht verschwindenden Vakuumerwartungswert, der die grundlegenden Eigenschaften des Universums bestimmt.

Im vereinheitlichten Einheitensystem mit  $\hbar = c = G = \alpha_{\text{EM}} = \beta_{\text{T}} = \alpha_{\text{W}} = 1$  werden diese Parallelen besonders deutlich.

### 5.2 Zeitfeld als dynamische Komponente des Higgs-Feldes

Eine natürliche mathematische Verbindung zwischen dem Zeitfeld  $T(x)$  und dem Higgs-Feld  $H$  nimmt die Form an:

$$T(x)(\vec{x}) = \frac{|H(\vec{x})|^2}{v^2} \quad (25)$$

wobei  $v$  der Vakuumerwartungswert des Higgs-Feldes ist. Diese Beziehung ist dimensional konsistent im vereinheitlichten Einheitensystem, in dem Energie die grundlegende Einheit ist.

Die fundamentale Zeit-Masse-Beziehung  $m = \frac{1}{T(x)}$  kann nun geschrieben werden als:

$$m = \frac{v^2}{|H|^2} \quad (26)$$

Dies offenbart eine tiefere Interpretation: Die effektive Masse eines Teilchens entsteht aus dem Verhältnis des Quadrats des Vakuumerwartungswertes zum lokalen Quadrat der Higgs-Feld-Amplitude.

### 5.3 Konsistenz mit Massebeziehungen

Wie in [4] gezeigt, wird der Parameter  $\beta_T$  im T0-Modell aus der Beziehung abgeleitet:

$$\beta_T^{\text{nat}} = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2 \xi} 16\pi^3 m_h^2 \xi \cdot \frac{1}{m_h^2} \cdot \frac{1}{\xi} \quad (27)$$

Mit  $\beta_T = 1$  im vereinheitlichten Einheitensystem erhalten wir:

$$\xi = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2} \quad (28)$$

Dies verbindet die charakteristische Längenskala  $r_0 = \xi \cdot l_P$  direkt mit den Higgs-Parametern und zeigt die tiefe Verbindung zwischen der T0-Dynamik und dem Higgs-Mechanismus.

### 5.4 Emergente Gravitation aus Higgs-Feld-Gradienten

Mit der etablierten Verbindung zwischen dem Zeitfeld und dem Higgs-Feld können wir nun die Gravitationskraft als Folge von Higgs-Feld-Gradienten herleiten.

Aus  $T(x) = \frac{|H|^2}{v^2}$  folgt:

$$\nabla T(x) = \frac{2|H|\nabla|H|}{v^2} \quad (29)$$

Die Gravitationskraft auf ein Masseobjekt ist gegeben durch:

$$\vec{F} = -\frac{\nabla T(x)}{T(x)} = -\frac{2\nabla|H|}{|H|} \quad (30)$$

Für eine Punktmasse  $M$  am Ursprung in der Näherung schwacher Felder gilt:

$$|H(r)| \approx v \left(1 - \frac{M}{2r}\right) \quad (31)$$

Durch Einsetzen in die Kraftgleichung ergibt sich exakt das Newtonsche Gravitationsgesetz:

$$\vec{F} = -\frac{M}{r^2} \hat{r} \quad (32)$$

Dies zeigt, wie im vereinheitlichten Einheitensystem des T0-Modells die Gravitation als emergentes Phänomen aus der Higgs-Feld-Geometrie entsteht, ohne dass zusätzliche Parameter erforderlich sind.

## 6 Thermodynamischer Ansatz zur Gravitation

### 6.1 Verlindes entropische Gravitation im T0-Kontext

Der thermodynamische Ansatz zur Herleitung der Gravitation im T0-Modell basiert auf einem Konzept, das Erik Verlindes Theorie der entropischen Gravitation ähnelt. Dieser vierte Ansatz bietet eine weitere Perspektive auf die Entstehung der Gravitationskräfte und ergänzt die drei Ansätze in sections 3 to 5. Im vereinheitlichten Einheitensystem mit  $\hbar = c = G = k_B = \alpha_{\text{EM}} = \beta_T = \alpha_W = 1$  (siehe section 2.2) kann dieser Ansatz mit besonderer Eleganz formuliert werden.

Die Kernidee ist, dass die Gravitation keine fundamentale Kraft ist, sondern ein emergenter Effekt, der aus der Tendenz eines Systems resultiert, die Entropie zu maximieren. Das intrinsische Zeitfeld  $T(x)$  spielt die Rolle des fundamentalen Feldes, dessen Konfiguration die Entropie bestimmt.



## 6.2 Entropie des Zeitfeldes

Im vereinheitlichten Einheitensystem kann die Entropiedichte des Zeitfeldes in einer besonders einfachen Form ausgedrückt werden:

$$s(\vec{x}) = -T(x)(\vec{x}) \ln \left( \frac{T(x)(\vec{x})}{T_0} \right) \quad (33)$$

Die Gesamtentropie erhält man durch Integration über das gesamte räumliche Volumen:

$$S = \int s(\vec{x}) d^3x \quad (34)$$

Diese Formulierung steht im Einklang mit der thermodynamischen Interpretation der Temperatur im vereinheitlichten Einheitensystem, wie in [7] dargelegt.

## 6.3 Herleitung der Gravitationskraft aus der Entropieänderung

Die Kraft auf ein Teilchen aufgrund der Entropieänderung kann ausgedrückt werden als:

$$\vec{F} = T \nabla S \quad (35)$$

wobei  $T$  die Temperatur ist. Unter Verwendung der oben definierten Entropiedichte und unter Berücksichtigung von  $\alpha_W = 1$  wird dies zu:

$$\vec{F} = -T \nabla \left[ T(x) \ln \left( \frac{T(x)}{T_0} \right) \right] \quad (36)$$

Für kleine Abweichungen des Zeitfeldes vom Referenzwert,  $T(x) = T_0(1 - \Phi)$  mit  $\Phi \ll 1$ , kann diese Kraft näherungsweise als:

$$\vec{F} \approx -T T_0 \nabla \Phi \quad (37)$$

ausgedrückt werden. Im vereinheitlichten Einheitensystem mit  $T = 1$  (aufgrund von  $\alpha_W = 1$ ) vereinfacht sich dies zu:

$$\vec{F} = -T_0 \nabla \Phi \quad (38)$$

Mit  $\Phi = \frac{M}{r}$  für eine Punktmasse erhalten wir sofort das Newtonsche Gravitationsgesetz:

$$\vec{F} = -\frac{M}{r^2} \hat{r} \quad (39)$$

Diese Herleitung zeigt, wie im vereinheitlichten Einheitensystem die Gravitation direkt aus thermodynamischen Prinzipien entstehen kann, ohne zusätzliche Parameter einzuführen.

## 7 Zeitfeld und statisches Universum

### 7.1 Statisches Universum im T0-Modell

Der fünfte Ansatz zur Herleitung der Gravitation im T0-Modell untersucht die Verbindung zwischen dem Zeitfeld und der kosmischen Rotverschiebung. Dieser Ansatz bietet eine kosmologische Perspektive, die die vier vorherigen Ansätze in sections 3 to 6 ergänzt. Im Gegensatz zum Standardmodell impliziert das T0-Modell ein statisches Universum, in dem die beobachtete Rotverschiebung nicht durch räumliche Expansion, sondern durch einen Energieverlust-Mechanismus erklärt wird, wie in [3] und [2] detailliert beschrieben.

Im vereinheitlichten Einheitensystem mit  $\beta_T = 1$  wird die Beziehung zwischen dem intrinsischen Zeitfeld  $T(x)$  und der beobachteten Rotverschiebung  $z$  durch eine besonders elegante Relation ausgedrückt:

$$\frac{T(x)(r)}{T_0} = e^{-\alpha r} = \frac{1}{1+z} \quad (40)$$

wobei  $T_0$  der lokale Wert des Zeitfeldes ist,  $r$  die Entfernung und  $\alpha$  ein Parameter, der im vereinheitlichten Einheitensystem den Wert  $\alpha = 1$  annimmt. Diese Beziehung zeigt, dass das Zeitfeld exponentiell mit der Entfernung vom Beobachter abnimmt, was zu einer exponentiellen Beziehung zwischen Entfernung und Rotverschiebung führt:

$$1+z = e^{\alpha r} \quad (41)$$

## 7.2 Energieverlust und Rotverschiebung

Im T0-Modell entsteht die kosmische Rotverschiebung aus der Wechselwirkung von Photonen mit dem intrinsischen Zeitfeld. Photonen verlieren Energie gemäß:

$$E(r) = E_0 e^{-\alpha r} \quad (42)$$

Dies führt zu einer wellenlängenabhängigen Rotverschiebung, die im vereinheitlichten Einheitensystem eine besonders einfache Form annimmt:

$$z(\lambda) = z_0 \left( 1 + \ln \frac{\lambda}{\lambda_0} \right) \quad (43)$$

wobei  $z_0$  die Rotverschiebung bei der Referenzwellenlänge  $\lambda_0$  ist. Diese Wellenlängenabhängigkeit ist ein eindeutiges Merkmal des T0-Modells, das es grundlegend vom kosmologischen Standardmodell unterscheidet.

## 7.3 Temperaturskalierung in einem statischen Universum

Eine weitere einzigartige Vorhersage des T0-Modells ist die modifizierte Temperatur-Rotverschiebungs-Beziehung:

$$T(z) = T_0(1+z)(1+\ln(1+z)) \quad (44)$$

Im Gegensatz zum Standardmodell, wo  $T(z) = T_0(1+z)$  gilt, sagt das T0-Modell systematisch höhere Temperaturen in kosmologischen Objekten voraus. Mit  $\beta_T = 1$  wird dieser Effekt besonders ausgeprägt und bietet einen klaren experimentellen Test des Modells.

## 7.4 Vergleich mit dem kosmologischen Standardmodell

Um die grundlegenden Unterschiede zum kosmologischen Standardmodell hervorzuheben, ist ein direkter Vergleich nützlich. Im Standardmodell wird die kosmische Dynamik durch die Friedmann-Gleichungen beschrieben:

$$\left( \frac{\dot{a}}{a} \right)^2 = \frac{8\pi G}{3} \rho - \frac{kc^2}{a^2} + \frac{\Lambda c^2}{3} \quad (45)$$

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3} \left( \rho + \frac{3p}{c^2} \right) + \frac{\Lambda c^2}{3} \quad (46)$$

wobei  $a(t)$  der Skalenfaktor ist,  $\rho$  die Energiedichte,  $p$  der Druck,  $k$  der Krümmungsparameter und  $\Lambda$  die kosmologische Konstante. Im vereinheitlichten Einheitensystem vereinfachen sich diese zu:

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi}{3}\rho - \frac{k}{a^2} + \frac{\Lambda}{3} \quad (47)$$

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi}{3}(\rho + 3p) + \frac{\Lambda}{3} \quad (48)$$

Diese Gleichungen beschreiben ein dynamisch expandierendes Universum, im starken Kontrast zum statischen Universum des T0-Modells. Während das Standardmodell die kosmische Rotverschiebung durch Dehnung der Raumzeit erklärt ( $1 + z = \frac{a_0}{a}$ ), führt das T0-Modell sie auf einen Energieverlust-Mechanismus zurück ( $1 + z = e^r$ ).

Die Schwarzkörpertemperatur der kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB) skaliert im Standardmodell als  $T(z) = T_0(1 + z)$ , während das T0-Modell die modifizierte Beziehung  $T(z) = T_0(1 + z)(1 + \ln(1 + z))$  vorhersagt. Diese unterschiedlichen Skalierungsgesetze bieten einen direkten experimentellen Test zwischen den beiden Modellen.

Ein weiterer grundlegender Unterschied betrifft die Notwendigkeit dunkler Materie und dunkler Energie. Das Standardmodell erfordert etwa 25

## 7.5 Modifiziertes Gravitationspotential

Im statischen Universum des T0-Modells nimmt das Gravitationspotential die Form an:

$$\Phi(r) = -\frac{GM}{r} + \kappa r \quad (49)$$

wobei  $\kappa$  die Dimension  $[E]$  in natürlichen Einheiten hat und  $\kappa^{\text{SI}} \approx 4,8 \times 10^{-11} \text{ m/s}^2$  beträgt. Dieses Potential wird aus der Zeitfeldgleichung eq. (10) abgeleitet und entsteht natürlich im T0-Rahmen, wie in [4] und [2] gezeigt. Es ist konsistent mit der Potentialform, die in allen vorherigen Abschnitten (sections 3 to 6) hergeleitet wurde.

Wie in [4] detailliert beschrieben, kann der Parameter  $\kappa$  ausgedrückt werden als:

$$\kappa^{\text{nat}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} \cdot \frac{yv}{r_g^2} \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} \cdot \frac{yv}{r_g^2} \quad (50)$$

Mit  $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$  in natürlichen Einheiten,  $y$  der Yukawa-Kopplung,  $v$  dem Higgs-VEV und  $r_g$  einer charakteristischen Längenskala.

Auf lokalen Skalen ( $r \ll 1$  in natürlichen Einheiten) dominiert der erste Term in eq. (49) und reproduziert das Newtonsche Potential, das wir in eq. (15) hergeleitet haben. Auf galaktischen Skalen wird der lineare Term bedeutend und führt zu einer modifizierten Gravitationskraft:

$$\vec{F} = -\frac{GM}{r^2} \hat{r} + \kappa \hat{r} \quad (51)$$

Dieser zusätzliche lineare Term erzeugt eine nach außen gerichtete Kraft, die mit der Entfernung zunimmt und die flachen Rotationskurven von Galaxien ohne die Notwendigkeit dunkler Materie erklärt, wie in [2] detailliert analysiert. Diese Modifikation ist eine der zentralen überprüfbareren Vorhersagen des T0-Modells, die in section 8 diskutiert werden.

## 8 Experimentelle Tests und Vorhersagen

Im vereinheitlichten Einheitensystem mit  $\beta_T = 1$  ergeben sich klare, experimentell überprüfbare Vorhersagen, die das T0-Modell vom kosmologischen Standardmodell unterscheiden. Diese Vorhersagen entstehen aus dem konsistenten theoretischen Rahmen, der in sections 3 to 7 entwickelt wurde:

1. **Wellenlängenabhängige Rotverschiebung:** Mit  $\beta_T = 1$  wird die Wellenlängenabhängigkeit besonders ausgeprägt:

$$z(\lambda) = z_0 \left( 1 + \ln \frac{\lambda}{\lambda_0} \right) \quad (52)$$

Dies kann durch präzise spektroskopische Messungen desselben Objekts bei verschiedenen Wellenlängen verifiziert werden.

2. **Modifiziertes Gravitationspotential:** Das Gravitationspotential

$$\Phi(r) = -\frac{GM}{r} + \kappa r \quad (53)$$

führt zu einer charakteristischen Modifikation der Galaxiendynamik ohne dunkle Materie.

3. **Hubble-Beziehung in einem statischen Universum:** Die Beziehung zwischen Rotverschiebung und Entfernung

$$1 + z = e^r \quad (54)$$

unterscheidet sich von der linearen Hubble-Beziehung des Standardmodells und kann mit präzisen Entfernungsmessungen getestet werden.

4. **Modifizierte Temperaturbeziehung:** Die Temperatur-Rotverschiebungs-Beziehung

$$T(z) = T_0(1 + z)(1 + \ln(1 + z)) \quad (55)$$

führt zu systematisch höheren Temperaturen bei hoher Rotverschiebung im Vergleich zum Standardmodell.

5. **Abwesenheit primordialer Gravitationswellen:** Da das T0-Modell kein Inflationsszenario erfordert, sagt es keine messbaren primordialen Gravitationswellen im Polarisationspektrum der CMB voraus.

Eine detaillierte Diskussion dieser Vorhersagen und ihrer experimentellen Überprüfung wird in einem separaten Dokument bereitgestellt, das die Vorhersagen des Modells mit aktuellen Beobachtungsdaten vergleicht.

## 9 Zusammenfassung und Ausblick

Das T0-Modell der Zeit-Masse-Dualität bietet einen eleganten Ansatz zur Beschreibung der Gravitation als emergentes Phänomen. Im vereinheitlichten Einheitensystem, mit allen relevanten Konstanten auf 1 gesetzt (siehe section 2.2), vereinfachen sich die mathematischen Formulierungen erheblich und offenbaren fundamentale Zusammenhänge zwischen scheinbar disparaten physikalischen Phänomenen.

Die fünf vorgestellten Herleitungswege für emergente Gravitation—über die Lagrange-Dichte (section 3), die post-Newtonsche Näherung (section 4), den Higgs-Mechanismus (section 5), den

thermodynamischen Ansatz (section 6) und das statische Universum (section 7)—liefern ein konsistentes Bild und ergeben spezifische, überprüfbare Vorhersagen, die in section 8 skizziert wurden.

Diese Ansätze, obwohl sie in ihren physikalischen Interpretationen unterschiedlich sind, führen alle zur gleichen modifizierten Gravitationspotentialform  $\Phi(r) = -\frac{GM}{r} + \kappa r$ , wie in eq. (49) ausgedrückt. Diese bemerkenswerte Konsistenz über verschiedene theoretische Rahmen hinweg stärkt die mathematische Grundlage des T0-Modells.

Offene Fragen, insbesondere bezüglich der Quantisierung des Zeitfeldes und seiner vollständigen Integration in das Standardmodell der Teilchenphysik, werden in zukünftigen Arbeiten behandelt. Die einheitliche Behandlung aller natürlichen Kräfte im Rahmen des T0-Modells bleibt ein vielversprechendes Forschungsziel, wie in [9] und [8] detailliert beschrieben.

Eine umfassende Diskussion aller Aspekte des T0-Modells und seiner experimentellen Implikationen wird in einer separaten Zusammenfassung bereitgestellt, die alle Unterdokumente, auf die in der unten stehenden Bibliographie verwiesen wird, integriert.

## Literatur

- [1] Pascher, J. (2025). [Zeit als emergente Eigenschaft in der Quantenmechanik: Eine Verbindung zwischen Relativitätstheorie, Feinstrukturkonstante und Quantendynamik](#). 23. März 2025. *Siehe sections 1 and 2.1 für Schlüsselkonzepte zur intrinsischen Zeit.*
- [2] Pascher, J. (2025). [Massenvariation in Galaxien: Eine Analyse im T0-Modell mit emergenter Gravitation](#). 30. März 2025. *Referenziert in sections 1, 3.3 and 7.5 für Galaxiendynamik.*
- [3] Pascher, J. (2025). [Kompensatorische und additive Effekte: Eine Analyse der Messunterschiede zwischen dem T0-Modell und dem  \$\Lambda\$ CDM-Standardmodell](#). 2. April 2025. *Referenziert in sections 3.1 and 7.1 für kosmologische Implikationen.*
- [4] Pascher, J. (2025). [Zeit-Masse-Dualitätstheorie \(T0-Modell\): Ableitung der Parameter  \$\kappa\$ ,  \$\alpha\$  und  \$\beta\$](#) . 4. April 2025. *Siehe sections 5.1 and 7.5 für Parameterableitungen.*
- [5] Pascher, J. (2025). [Energie als fundamentale Einheit: Natürliche Einheiten mit  \$\alpha\_{\text{EM}} = 1\$  im T0-Modell](#). 26. März 2025. *Referenziert in sections 2.1, 2.2 and 5.1.*
- [6] Pascher, J. (2025). [Einheitliches Einheitensystem im T0-Modell: Die Konsistenz von  \$\alpha = 1\$  und  \$\beta = 1\$](#) . 5. April 2025. *Siehe sections 2.1, 2.2 and 5.1 für vereinheitlichtes Einheitensystem.*
- [7] Pascher, J. (2025). [Anpassung der Temperatureinheiten in natürlichen Einheiten und CMB-Messungen](#). 2. April 2025. *Referenziert in sections 2.2 and 6.1 für Temperaturskalierung.*
- [8] Pascher, J. (2025). [Mathematische Formulierung des Higgs-Mechanismus in der Zeit-Masse-Dualität](#). 28. März 2025. *Wichtige Referenz für sections 1, 2.3, 3.2, 5 and 9.*
- [9] Pascher, J. (2025). [Von der Zeitdilatation zur Massenvariation: Mathematische Kernformulierungen der Zeit-Masse-Dualitätstheorie](#). 29. März 2025. *Wesentlich für sections 2.1, 2.3, 3.1, 3.2 and 9.*
- [10] Einstein, A. (1915). Die Feldgleichungen der Gravitation. Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 844-847. *Historische Referenz für section 4.*
- [11] Verlinde, E. (2011). On the Origin of Gravity and the Laws of Newton. Journal of High Energy Physics, 2011(4), 29. *Referenziert in section 6 für Vergleiche zur entropischen Gravitation.*

- [12] Higgs, P. W. (1964). Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons. *Physical Review Letters*, 13(16), 508-509. *Historische Referenz für section 5.*
- [13] Will, C. M. (2014). The Confrontation between General Relativity and Experiment. *Living Reviews in Relativity*, 17(1), 4. *Zeitgenössische Referenz für sections 4 and 8.*