

Zeit-Masse-Dualitätstheorie (T0-Modell): Herleitung der Parameter κ , α und β

Johann Pascher

4. April 2025

Einführung

Diese Arbeit untersucht die Verbindung zwischen natürlichen Einheitensystemen und dimensionslosen Konstanten im T0-Modell der Zeit-Masse-Dualitätstheorie. Es wird argumentiert, dass der Parameter $\beta \approx 0.008$ in der Temperatur-Rotverschiebungs-Relation $T(z) = T_0(1+z)(1+\beta \ln(1+z))$ in natürlichen Einheiten auf $\beta = 1$ gesetzt werden kann, analog zur Wienschen Konstante α_W [2]. Zusätzlich werden die Parameter κ , α und β des T0-Modells detailliert abgeleitet und mit kosmologischen Implikationen verknüpft. Für eine weiterführende Analyse der Konsistenz bei gleichzeitiger Setzung der Feinstrukturkonstante $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und des Parameters $\beta_T = 1$ wird auf [6] verwiesen.

Inhaltsverzeichnis

1	Dimensionslose Parameter in fundamentalen Theorien	2
1.1	Historische Entwicklung und Prinzipien	2
1.2	Die Bedeutung der „richtigen“ natürlichen Einheiten	2
2	Die charakteristische Längenskala r_0	2
2.1	Neudefinition von r_0 in natürlichen Einheiten	2
2.2	Physikalische Interpretation	2
2.3	Umrechnung zwischen natürlichen Einheiten und SI-Einheiten	3
2.4	Konsistenz mit der kosmologischen Längenskala L_T	3
3	Parameterableitungen im T0-Modell	3
3.1	Ableitung von κ	3
3.2	Ableitung von α	3
3.3	Ableitung von β : Von natürlichen zu SI-Einheiten	4
3.4	Anwendung: Wellenlängenabhängige Rotverschiebung und Temperatur-entwicklung	4
3.4.1	Feynman-Diagramm-Analyse	4
4	Quantentheoretische Bestimmung des Parameters β_T	4
5	Interpretation und Kohärenz natürlicher Parameter	5
5.1	Hierarchie der Einheiten und dimensionslosen Konstanten	5
5.2	Verhältniszahlen zwischen Längenskalen im T0-Modell	5
5.3	Umrechnung zwischen Einheitensystemen	6

5.4	Anwendung: Berechnung von κ	6
6	Kosmologische Implikationen	6
7	Konsequenzen der Setzung $\beta = 1$	7
7.1	Theoretische Eleganz	7
7.2	Umrechnung in SI-Einheiten	7
7.3	Neubewertung von Messungen	7
8	Integration in die Zeit-Masse-Dualitätstheorie	7
8.1	Konsistenz mit den Grundprinzipien	7
8.2	Implikationen für andere Parameter	7
9	Experimentelle Tests und Perspektiven	8
9.1	Direkte Tests der Setzung $\beta = 1$	8
9.2	Indirekte Tests und kosmologische Parameter	8
10	Schlussfolgerungen	8

1 Dimensionslose Parameter in fundamentalen Theorien

1.1 Historische Entwicklung und Prinzipien

Die Physik zeigt eine Entwicklung hin zu Einheitensystemen, in denen Naturkonstanten auf 1 gesetzt werden:

- Maxwell: c als fundamentale Konstante
- Relativitätstheorie: $c = 1$
- Quantenmechanik: $\hbar = 1$
- Quantengravitation: $G = 1$

Dimensionslose Parameter sollten einfach sein (z. B. 1, π). $\beta_T^{\text{SI}} \approx 0.008$ deutet auf ein nicht optimales System hin.

1.2 Die Bedeutung der „richtigen“ natürlichen Einheiten

Komplexe Werte wie $\beta_T^{\text{SI}} \approx 0.008$ suggerieren, dass die Formulierung nicht fundamental ist. Historische Beispiele:

- $c = 1$ in geeigneten Einheiten
- $\hbar = 1$ in Quanteneinheiten
- $G = 1$ in Planck-Einheiten

2 Die charakteristische Längenskala r_0

2.1 Neudefinition von r_0 in natürlichen Einheiten

Die Längenskala r_0 wird als $r_0 = \xi \cdot l_P$ definiert, wobei ξ eine dimensionslose Konstante und $l_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}}$ die Planck-Länge ist. In natürlichen Einheiten ($\hbar = c = G = 1$) ist $l_P = 1$, also $r_0 = \xi$.

Aus $\beta_T^{\text{nat}} = 1$ und:

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

folgt:

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

$$r_0 \approx \frac{1}{7519} \cdot l_P \quad (3)$$

2.2 Physikalische Interpretation

r_0 ist die Wechselwirkungslänge zwischen $T(x)$ und Higgs-Feld:

- Korrelation von Fluktuationen
- Übergang zwischen Quanten- und klassischer Gravitation
- Kopplung zum elektroschwachen Sektor

Dies deutet auf eine Planck-Skala-Verbindung hin.

2.3 Umrechnung zwischen natürlichen Einheiten und SI-Einheiten

$$r_{0,\text{SI}} = \xi \cdot l_{P,\text{SI}} \quad (4)$$

$$= 1.33 \times 10^{-4} \cdot 1.616\,255 \times 10^{-35} \text{ m} \quad (5)$$

$$\approx 2.15 \times 10^{-39} \text{ m} \quad (6)$$

$$\beta_{\text{T}}^{\text{SI}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} \cdot \frac{r_{0,\text{nat}}}{r_{0,\text{SI}}/l_{P,\text{SI}}} \quad (7)$$

$$= 1 \cdot \frac{\xi \cdot l_{P,\text{SI}}}{r_{0,\text{SI}}} \quad (8)$$

$$\approx 0.008 \quad (9)$$

2.4 Konsistenz mit der kosmologischen Längenskala L_T

$$L_T \sim \frac{M_{\text{Pl}}}{m_h^2 v} \approx 6.3 \times 10^{27} \text{ m} \quad (10)$$

$$\frac{r_0}{L_T} \sim \frac{\lambda_h^2 v^4}{16\pi^3 M_{\text{Pl}}} \approx 3.41 \times 10^{-67} \quad (11)$$

Dieses Verhältnis ist bemerkenswert, da es in der Größenordnung von $(m_e/M_{\text{Pl}})^2$ liegt, was möglicherweise auf eine tiefere Verbindung zur Elektronen-Masse hindeutet.

3 Parameterableitungen im T0-Modell

3.1 Ableitung von κ

Theorem 3.1 (Ableitung von κ). *In natürlichen Einheiten:*

$$\kappa = \beta_T^{\text{nat}} \frac{yv}{r_g}, \quad r_g = \sqrt{\frac{M}{a_0}} \quad (12)$$

In SI-Einheiten:

$$\kappa_{\text{SI}} = \beta_T^{\text{SI}} \frac{yvc^2}{r_g^2} \approx 4.8 \times 10^{-11} \text{ m s}^{-2} \quad (13)$$

wobei y die Yukawa-Kopplung, v der Higgs-Vakuumerwartungswert, M die Masse und a_0 eine Beschleunigungsskala ist.

3.2 Ableitung von α

Theorem 3.2 (Ableitung von α). *In natürlichen Einheiten:*

$$\alpha = \frac{\lambda_h^2 v}{L_T} \quad (14)$$

In SI-Einheiten:

$$\alpha_{\text{SI}} = \frac{\lambda_h^2 vc^2}{L_T} \approx 2.3 \times 10^{-18} \text{ m}^{-1} \quad (15)$$

wobei λ_h die Higgs-Selbstkopplung ist.

3.3 Ableitung von β : Von natürlichen zu SI-Einheiten

Theorem 3.3 (Ableitung von β). *In natürlichen Einheiten: $\beta_T^{\text{nat}} = 1$. Perturbativ:*

$$\beta_T^{\text{nat}} = \frac{\lambda_h^2 v^2}{4\pi^2 \lambda_0 \alpha_0} \quad (16)$$

In SI-Einheiten:

$$\beta_T^{\text{SI}} = \frac{(2\pi)^4 m_h^2}{16\pi^2 v^4 y^2 M_{Pl}^2 \lambda_0^4 \alpha_0} \approx 0.008 \quad (17)$$

wobei λ_0 eine charakteristische Wellenlänge und α_0 eine Kopplungskonstante des T0-Modells sind.

Hierbei sind λ_0 und α_0 Parameter, die mit der Strukturkonstante des T0-Modells zusammenhängen. Es ist zu beachten, dass α_0 nicht notwendigerweise mit der Feinstrukturkonstante α_{EM} identisch ist, obwohl eine Beziehung zwischen beiden existieren könnte (siehe [6]).

3.4 Anwendung: Wellenlängenabhängige Rotverschiebung und Temperaturentwicklung

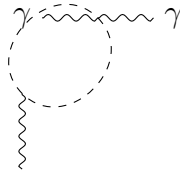
Aus der Setzung $\beta_T^{\text{nat}} = 1$ ergibt sich die Rotverschiebungs-Wellenlängen-Relation:

$$z(\lambda) = z_0 \left(1 + \beta_T^{\text{SI}} \ln \frac{\lambda}{\lambda_0} \right) \quad (18)$$

Und die Temperatur-Rotverschiebungs-Relation:

$$T(z) = T_0(1+z)(1 + \beta_T^{\text{SI}} \ln(1+z)) \quad (19)$$

3.4.1 Feynman-Diagramm-Analyse



4 Quantentheoretische Bestimmung des Parameters β_T

Die quantenfeldtheoretische Analyse des T0-Modells liefert einen perturbativen Wert für den dimensionslosen Parameter $\beta_T^{\text{SI}} \approx 0.008$ in SI-Einheiten, der mit kosmologischen Beobachtungen konsistent ist. Dieser Wert wurde durch eine perturbative Behandlung der Wechselwirkung zwischen dem intrinsischen Zeitfeld $T(x)$ und der Materie abgeleitet, wobei die fundamentale Zeit-Masse-Dualität $m = \frac{\hbar}{T(x)c^2}$ als Ausgangspunkt dient. Insbesondere zeigt sich, dass β_T^{SI} die Stärke der Kopplung zwischen Zeitfeldfluktuationen und der kosmischen Expansion widerspiegelt, was sich in einer wellenlängenabhängigen Rotverschiebung $z(\lambda) = z_0 \left(1 + \beta_T \ln \frac{\lambda}{\lambda_0} \right)$ sowie in modifizierten Rotationskurven von Galaxien manifestiert. Eine umfassende Darstellung dieser Herleitung, einschließlich der experimentellen Überprüfbarkeit durch kosmologische Messungen, findet sich in [10], insbesondere im Abschnitt „Experimentelle Tests und Vorhersagen“.

Eine tiefere theoretische Betrachtung offenbart jedoch, dass in natürlichen Einheiten ($\hbar = c = 1$) der Parameter $\beta_T^{\text{nat}} = 1$ äquivalent ist. Diese Äquivalenz ergibt sich aus der Skalierungseigenschaft der Zeit-Masse-Dualität, die in natürlichen Einheiten eine vereinheitlichte Darstellung

physikalischer Größen ermöglicht. Im T0-Modell wird die Masse als inverse Funktion des Zeitfeldes definiert, und die Wahl natürlicher Einheiten eliminiert dimensionsbehaftete Konstanten wie \hbar und c , wodurch β_T eine universelle Bedeutung erhält. In [10], Abschnitt „Natürliche Einheiten im T0-Modell“, wird gezeigt, dass diese Umstellung nicht nur eine mathematische Vereinfachung darstellt, sondern auch fundamentale Zusammenhänge zwischen Zeit, Masse und Gravitation aufdeckt. Beispielsweise führt die Feldgleichung

$$\nabla^2 T(x) = -\kappa \rho(\vec{x}) T(x)^2 \quad (20)$$

in natürlichen Einheiten zu einer direkten Verbindung zwischen der Massendichte $\rho(\vec{x})$ und den Gradienten des Zeitfeldes, die die emergente Gravitation erzeugen.

Die Diskrepanz zwischen $\beta_T^{\text{SI}} \approx 0.008$ und $\beta_T^{\text{nat}} = 1$ ist somit kein Widerspruch, sondern ein Artefakt der gewählten Einheitensysteme. In SI-Einheiten wird β_T durch die spezifischen Werte von \hbar , c und anderen Konstanten skaliert, während natürliche Einheiten diese Skalierung aufheben und β_T als eine einheitliche Kopplungskonstante erscheint. Diese Dualität der Darstellung hat weitreichende Implikationen: Während β_T^{SI} direkt mit beobachtbaren Größen wie der kosmischen Beschleunigung und der Galaxiendynamik verknüpft ist, bietet β_T^{nat} eine theoretische Grundlage für die Vereinheitlichung des T0-Modells mit anderen physikalischen Theorien, wie etwa dem Higgs-Mechanismus oder der entropischen Gravitation, wie in [10] weiter ausgeführt wird. Zukünftige Arbeiten könnten darauf abzielen, die quantentheoretische Herleitung von β_T durch nicht-perturbative Methoden zu verfeinern, um die Konsistenz zwischen diesen beiden Werten weiter zu untermauern.

5 Interpretation und Kohärenz natürlicher Parameter

5.1 Hierarchie der Einheiten und dimensionslosen Konstanten

1. Naturkonstanten: $c = \hbar = G = k_B = 1$
2. Dimensionslose Parameter: $\alpha_{\text{EM}} \approx 1/137$, $\alpha_W \approx 2.82$ [2], $\beta_T^{\text{nat}} = 1$
3. Längenskalen: $r_0 = \xi \cdot l_P$, $\xi \approx 1.33 \times 10^{-4}$; $L_T = \zeta \cdot l_P$, $\zeta \sim 10^{62}$

5.2 Verhältniszahlen zwischen Längenskalen im T0-Modell

- $l_{P,\text{SI}} \approx 1.616 \times 10^{-35} \text{ m}$
- $\lambda_h \approx 1.576 \times 10^{-18} \text{ m}$
- $r_{0,\text{SI}} \approx 2.15 \times 10^{-39} \text{ m}$
- $L_T \approx 6.3 \times 10^{27} \text{ m}$

$$\frac{r_0}{l_P} \approx 1.33 \times 10^{-4} \quad (21)$$

$$\frac{\lambda_h}{l_P} \approx 9.75 \times 10^{16} \quad (22)$$

$$\frac{L_T}{l_P} \approx 3.9 \times 10^{62} \quad (23)$$

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

5.3 Umrechnung zwischen Einheitensystemen

Umrechnungsschema

1. Längenskalen: $L_{\text{SI}} = L_{\text{nat}} \cdot l_{P,\text{SI}}$
2. Energieskalen: $E_{\text{SI}} = E_{\text{nat}} \cdot \sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}}$
3. Dimensionslose Parameter: $\beta_{\text{T}}^{\text{SI}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} \cdot \frac{\xi l_{P,\text{SI}}}{r_{0,\text{SI}}}$

5.4 Anwendung: Berechnung von κ

Das modifizierte Gravitationspotential im T0-Modell lautet:

$$\Phi(r) = -\frac{GM}{r} + \kappa r \quad (24)$$

In natürlichen Einheiten mit $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$:

$$\kappa_{\text{nat}} = \frac{yv}{r_g} \quad (25)$$

In SI-Einheiten mit $\beta_{\text{T}}^{\text{SI}} \approx 0.008$:

$$\kappa_{\text{SI}} = \beta_{\text{T}}^{\text{SI}} \frac{yvc^2}{r_g^2} \approx 4.8 \times 10^{-11} \text{ m s}^{-2} \quad (26)$$

6 Kosmologische Implikationen

- κ_{SI} : Erklärt Rotationskurven ohne Dunkle Materie
- α_{SI} : Beschreibt Expansion ohne Dunkle Energie
- $\beta_{\text{T}}^{\text{SI}}$: Wellenlängenabhängige Rotverschiebung, testbar mit JWST

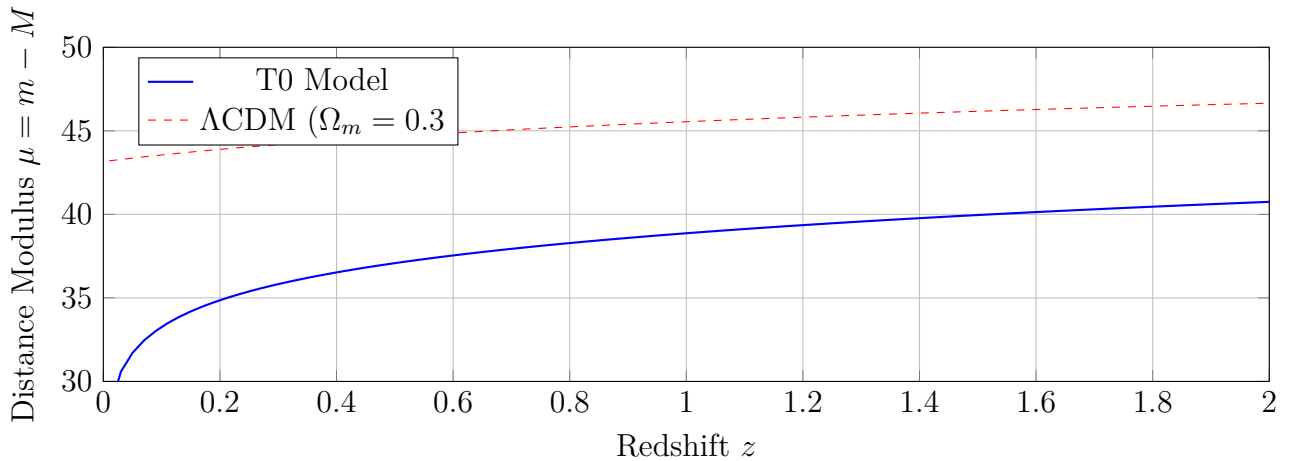


Abbildung 1: Distance modulus vs. redshift comparing the T0 model prediction (solid blue) with the Λ CDM prediction (dashed red) for $H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc}$. The models show a distinctive pattern: initially far apart at low redshifts, they gradually converge at higher redshifts, providing a clear observational test.

7 Konsequenzen der Setzung $\beta = 1$

7.1 Theoretische Eleganz

- Einfachheit der Temperatur-Rotverschiebungs-Relation
- Kohärenz dimensionsloser Parameter
- Klarheit der Beziehungen zwischen fundamentalen Größen

7.2 Umrechnung in SI-Einheiten

Die Umrechnungsvorschrift:

$$\beta_{\text{T}}^{\text{SI}} = \beta_{\text{T}}^{\text{nat}} \cdot \frac{\xi \cdot l_{P,\text{SI}}}{r_{0,\text{SI}}} \quad (27)$$

Dies ist analog zu $c = 1$ in der Relativitätstheorie, wo wir zwischen der theoretischen Formulierung mit $c = 1$ und der experimentellen Messung mit $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ wechseln können.

7.3 Neubewertung von Messungen

Die Rotverschiebungs-Diskrepanz zwischen den Vorhersagen mit $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ und den aktuellen „gemessenen“ Werten könnte auf einen Standardmodell-Bias in der Interpretation kosmologischer Daten hindeuten. Es ist zu beachten, dass:

- Kosmologische Messungen werden typischerweise im Rahmen des Λ CDM-Modells kalibriert
- Die „gemessenen“ Werte könnten implizite Annahmen enthalten
- Eine vollständige Neubewertung im Rahmen des T0-Modells mit $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ könnte zu einer konsistenten Interpretation führen

Die quantitativen Auswirkungen dieser Neubewertung werden in [6] detailliert analysiert.

8 Integration in die Zeit-Masse-Dualitätstheorie

8.1 Konsistenz mit den Grundprinzipien

Die Setzung $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ steht im Einklang mit den Grundprinzipien der Zeit-Masse-Dualitätstheorie:

- Zeit ist absolut: Die fundamentale Zeitskala wird durch das intrinsische Zeitfeld $T(x)$ bestimmt
- Masse variiert: $m = \frac{\hbar}{T(x)c^2}$, wobei die Variation durch das Higgs-Feld vermittelt wird
- Emergente Gravitation: Gravitation entsteht aus den Gradienten von $T(x)$

8.2 Implikationen für andere Parameter

Die Setzung $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ beeinflusst andere Parameter des T0-Modells, insbesondere:

- κ : Direkte Abhängigkeit über die Gleichung $\kappa = \frac{yv}{r_g}$
- α : Verbindung über die charakteristischen Längenskalen r_0 und L_T

9 Experimentelle Tests und Perspektiven

9.1 Direkte Tests der Setzung $\beta = 1$

- **Präzisionsmessungen des CMB-Spektrums:** Eine detaillierte Analyse von Abweichungen vom perfekten Schwarzkörperspektrum könnte Hinweise auf die wahre Form der Temperatur-Rotverschiebungs-Relation liefern.
- **Suche nach Signaturen höherer Temperaturen in der frühen kosmischen Geschichte:** Die Untersuchung von Isotopenverteilungen aus der primordialen Nukleosynthese könnte Hinweise auf höhere Temperaturen liefern.
- **Direkte Temperaturmessungen bei mittleren Rotverschiebungen:** Die Abweichung zwischen den Modellen wächst mit z und könnte bei mittleren Rotverschiebungen bereits messbar sein.

9.2 Indirekte Tests und kosmologische Parameter

- **Hubble-Spannung:** Eine Neuinterpretation der CMB-Daten mit $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ könnte das Hubble-Spannungsproblem lösen.
- **Baryonische Akustische Oszillationen (BAO):** Die veränderte Temperatur-Rotverschiebungs-Relation würde die Interpretation von BAO-Messungen beeinflussen.
- **Galaxienformation:** Höhere Temperaturen im frühen Universum würden die Struktur- und Galaxienbildung beeinflussen.

Für eine detaillierte quantitative Analyse dieser Tests wird auf [6] verwiesen, wo spezifische Vorhersagen und Vergleiche mit dem Standardmodell präsentiert werden.

10 Schlussfolgerungen

Die Setzung $\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$ in natürlichen Einheiten des T0-Modells stellt eine konzeptionell elegante und physikalisch motivierte Vereinfachung dar, analog zur Setzung von $c = 1$ in der Relativitätstheorie oder $\hbar = 1$ in der Quantenmechanik. Diese Vereinfachung erfordert eine spezifische Interpretation der charakteristischen Längenskala r_0 als $r_0 \approx 1.33 \times 10^{-4} \cdot l_P$, was einem bestimmten Verhältnis zur Planck-Länge entspricht.

Die daraus resultierende Diskrepanz zu aktuellen „Messungen“ kann als Hinweis darauf verstanden werden, dass unsere Interpretation kosmologischer Daten möglicherweise zu stark vom paradigmatischen Rahmen des Standardmodells beeinflusst ist. Dies öffnet die Tür für neue Perspektiven und experimentelle Tests, die zwischen verschiedenen kosmologischen Modellen unterscheiden könnten.

Für die praktische Anwendung und den Vergleich mit experimentellen Daten können alle Ergebnisse problemlos in SI-Einheiten zurückübersetzt werden. Die konzeptionelle Eleganz einer Theorie mit einfachen dimensionslosen Parametern ($\beta_{\text{T}}^{\text{nat}} = 1$) gegenüber komplexen Werten ($\beta_{\text{T}}^{\text{SI}} \approx 0.008$) spricht für eine tiefere Untersuchung dieser Möglichkeit, insbesondere im Kontext der Zeit-Masse-Dualitätstheorie, die bereits fundamentale Neuinterpretationen physikalischer Konzepte vorschlägt.

Literatur

- [1] Pascher, J. (2025). [Kompensatorische und additive Effekte: Eine Analyse der Messdifferenzen zwischen dem T0-Modell und dem \$\Lambda\$ CDM-Standardmodell](#). 2. April 2025.
- [2] Pascher, J. (2025). [Anpassung der Temperatureinheiten in natürlichen Einheiten und CMB-Messungen](#). 2. April 2025.
- [3] Pascher, J. (2025). [Massenvariation in Galaxien: Eine Analyse im T0-Modell mit emergenter Gravitation](#). 30. März 2025.
- [4] Pascher, J. (2025). [Zeit-Masse-Dualitätstheorie \(T0-Modell\): Ableitung der Parameter \$\kappa\$, \$\alpha\$ und \$\beta\$](#) . 30. März 2025.
- [5] Pascher, J. (2025). [Energie als fundamentale Einheit: Natürliche Einheiten mit \$\alpha = 1\$ im T0-Modell](#). 26. März 2025.
- [6] Pascher, J. (2025). [Vereinheitlichtes Einheitensystem im T0-Modell: Die Konsistenz von \$\alpha = 1\$ und \$\beta = 1\$](#) . 5. April 2025.
- [7] Pascher, J. (2025). [Zeit als emergente Eigenschaft in der Quantenmechanik: Eine Verbindung zwischen Relativität, Feinstrukturkonstante und Quantendynamik](#). 23. März 2025.
- [8] Pascher, J. (2025). [Mathematische Formulierung des Higgs-Mechanismus in der Zeit-Masse-Dualität](#). 28. März 2025.
- [9] Pascher, J. (2025). [Von Zeitdilatation zu Massenvariation: Mathematische Kernformulierungen der Zeit-Masse-Dualitätstheorie](#). 29. März 2025.
- [10] Pascher, J. (2025). [Emergente Gravitation im T0-Modell: Eine umfassende Herleitung](#). 10. April 2025.
- [11] Pascher, J. (2025). [Feldtheorie und Quantenkorrelationen: Eine neue Perspektive auf Instantaneität](#). 28. März 2025.
- [12] Pascher, J. (2025). [Reale Konsequenzen der Umformulierung von Zeit und Masse in der Physik: Jenseits der Planck-Skala](#). 24. März 2025.
- [13] Pascher, J. (2025). [Die Notwendigkeit der Erweiterung der Standard-Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie](#). 27. März 2025.
- [14] Pascher, J. (2025). [Dunkle Energie im T0-Modell: Eine mathematische Analyse der Energiedynamik](#). 3. April 2025.
- [15] Pascher, J. (2025). [Vereinheitlichung des T0-Modells: Grundlagen, Dunkle Energie und Galaxien-Dynamik](#). 4. April 2025.
- [16] Pascher, J. (2025). [Von Zeitdilatation zu Massenvariation: Mathematische Kernformulierungen der Zeit-Masse-Dualitätstheorie](#). 5. April 2025.
- [17] Pascher, J. (2025). [Eine neue Perspektive auf Zeit und Raum: Johann Paschers revolutionäre Ideen](#). 25. März 2025.
- [18] Pascher, J. (2025). [Kurzgefasst - Komplementärer Dualismus in der Physik: Von Welle-Teilchen zum Zeit-Masse-Konzept](#). 26. März 2025.
- [19] Pascher, J. (2025). [Vereinfachte Beschreibung der Grundkräfte mit Zeit-Masse-Dualität](#). 27. März 2025.

- [20] Pascher, J. (2025). [Zeit und Masse: Ein neuer Blick auf alte Formeln – und Befreiung von traditionellen Fesseln](#). 22. März 2025.
- [21] Planck, M. (1899). Über irreversible Strahlungsvorgänge. *Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften*, 5, 440-480.
- [22] Feynman, R. P. (1985). *QED: Die seltsame Theorie des Lichts und der Materie*. Princeton University Press.
- [23] Duff, M. J., Okun, L. B., & Veneziano, G. (2002). *Triolog über die Anzahl fundamentaler Konstanten*. *Journal of High Energy Physics*, 2002(03), 023.
- [24] Verlinde, E. (2011). *Über den Ursprung der Gravitation und die Gesetze Newtons*. *Journal of High Energy Physics*, 2011(4), 29.
- [25] Wilczek, F. (2008). *Die Leichtigkeit des Seins: Masse, Äther und die Vereinigung der Kräfte*. Basic Books.
- [26] Dirac, P. A. M. (1937). The Cosmological Constants. *Nature*, 139, 323.
- [27] Eddington, A. S. (1946). *Fundamental Theory*. Cambridge University Press.
- [28] 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.
- [29] '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.
- [30] Planck Collaboration, Aghanim, N., et al. (2020). *Planck 2018 Ergebnisse. V. CMB-Leistungsspektren und Wahrscheinlichkeiten*. *Astronomy & Astrophysics*, 641, A5. DOI: 10.1051/0004-6361/201833887.
- [31] Fixsen, D. J. (2009). *Die Temperatur des kosmischen Mikrowellenhintergrunds*. *The Astrophysical Journal*, 707(2), 916-920. DOI: 10.1088/0004-637X/707/2/916.
- [32] Choi, S. K., et al. (2020). *Das Atacama Cosmology Telescope: Eine Messung der CMB-Leistungsspektren bei 98 und 150 GHz*. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2020(12), 045. DOI: 10.1088/1475-7516/2020/12/045.
- [33] Reichardt, C. L., et al. (2021). *Die South Pole Telescope 3G-Umfrage: CMB-Temperatur- und Polarisationsspektren*. *The Astrophysical Journal*, 908(2), 199. DOI: 10.3847/1538-4357/abd407.
- [34] Mather, J. C., et al. (1994). *Messung des CMB-Spektrums durch das COBE FIRAS-Instrument*. *The Astrophysical Journal*, 420, 439-444. DOI: 10.1086/173574.
- [35] Birkinshaw, M. (1999). *Der Sunyaev-Zel'dovich-Effekt*. *Physics Reports*, 310(2-3), 97-195. DOI: 10.1016/S0370-1573(98)00080-5.
- [36] Planck Collaboration, Tauber, J. A., et al. (2010). *Planck-Vorstartstatus: Die Planck-Mission*. *Astronomy & Astrophysics*, 520, A1. DOI: 10.1051/0004-6361/200912983.
- [37] Hu, W., & Dodelson, S. (2002). *Anisotropien des kosmischen Mikrowellenhintergrunds*. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 40, 171-216. DOI: 10.1146/annurev.astro.40.060401.093926.

- [38] Einstein, A. (1915). Die Feldgleichungen der Gravitation. *Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 844-847.
- [39] Higgs, P. W. (1964). Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons. *Physical Review Letters*, 13(16), 508-509.
- [40] Will, C. M. (2014). The Confrontation between General Relativity and Experiment. *Living Reviews in Relativity*, 17(1), 4.