# Temperatureinheiten in natürlichen Einheiten: Feldtheoretische Grundlagen und CMB-Analyse (Überarbeitete Ausgabe mit universeller T0-Methodik)

Johann Pascher

30. Mai 2025

**Zusammenfassung**

Diese überarbeitete Arbeit präsentiert eine umfassende Analyse von Temperatureinheiten in natürlichen Einheitensystemen innerhalb des feldtheoretischen Frameworks des T0-Modells. Wir etablieren die universelle T0-Methodik, bei der alle praktischen Berechnungen die lokalisierten Modellparameter $\xi = 2\sqrt{G} \cdot m$ verwenden, unabhängig von der theoretischen Geometrie. Die Analyse offenbart, dass die CMB-Temperaturevolution $T(z) = T_0(1+z)(1+\beta_T \ln(1+z))$ mit $\beta_T = 1$ in natürlichen Einheiten folgt. Alle Herleitungen wahren strenge dimensionale Konsistenz und basieren auf Erste-Prinzipien-Feldtheorie ohne freie Parameter.

# Inhaltsverzeichnis

# 1 Einleitung und theoretisches Framework

## 1.1 Die T0-Modell-Grundlage

Das T0-Modell basiert auf dem fundamentalen Zeitfeld $T(x)$, das die Feldgleichung erfüllt:

$$\nabla^2 m(x,t) = 4\pi G\rho(x,t) \cdot m(x,t) \tag{1}$$

wobei das Zeitfeld definiert ist durch:

$$T(x) = \frac{1}{\max(m(x,t), \omega)} \tag{2}$$

**Dimensionale Verifikation in natürlichen Einheiten** ($\hbar = c = 1$):

- $[\nabla^2 m] = [E^2][E] = [E^3]$
- $[4\pi G\rho m] = [1][E^{-2}][E^4][E] = [E^3]$ ✓
- $[T(x)] = [1/E] = [E^{-1}]$ ✓

## 1.2 Universelle T0-Methodik

**Universelle T0-Berechnungsmethode**

**Schlüsselentdeckung**: Alle praktischen T0-Berechnungen sollten die lokalisierten Modellparameter $\xi = 2\sqrt{G} \cdot m$ verwenden, unabhängig von der theoretischen Geometrie des physikalischen Systems. Diese Vereinheitlichung entsteht, weil die extreme Natur der T0-charakteristischen Skalen geometrische Unterscheidungen für alle beobachtbare Physik praktisch irrelevant macht.

Das T0-Modell verwendet eine universelle Methodik für alle Skalen:
**Universelle Parameter**:

$$r_0 = 2Gm \quad \text{(charakteristische Länge)} \tag{3}$$

$$\beta = \frac{r_0}{r} = \frac{2Gm}{r} \quad \text{(dimensionsloser Parameter)} \tag{4}$$

$$\xi = \frac{r_0}{\ell_P} = 2\sqrt{G} \cdot m \quad \text{(universell für alle Berechnungen)} \tag{5}$$

wobei $\ell_P = \sqrt{G}$ die Planck-Länge in natürlichen Einheiten ist.

# 2 Natürliche Einheitensysteme und Dimensionsanalyse

## 2.1 Vereinheitlichtes natürliches Einheiten-Framework

Im vollständigen T0-natürlichen Einheitensystem:

$$\hbar = 1 \tag{6}$$

$$c = 1 \tag{7}$$

$$k_B = 1 \tag{8}$$

$$G = 1 \tag{9}$$

$$\beta_{\text{T}} = 1 \quad \text{(feldtheoretisch hergeleitet)} \tag{10}$$

$$\alpha_{\text{EM}} = 1 \quad \text{(elektromagnetische Vereinheitlichung)} \tag{11}$$

$$\alpha_{\text{W}} = 1 \quad \text{(Wien-Konstanten-Vereinheitlichung)} \tag{12}$$

Dieses System reduziert alle Physik auf Energiedimensionen:

$$[L] = [E^{-1}] \tag{13}$$
$$[T] = [E^{-1}] \tag{14}$$
$$[M] = [E] \tag{15}$$
$$[T_{\text{temp}}] = [E] \tag{16}$$

### 2.2 Wien-Verschiebungsgesetz-Modifikation

Das Setzen von $\alpha_{\text{W}} = 1$ modifiziert das Wien-Verschiebungsgesetz von:

$$\nu_{\max} = \alpha_{\text{W}} \frac{k_B T}{h} \quad \text{(Standardform)} \tag{17}$$

zu:

$$\nu_{\max} = \frac{T}{2\pi} \quad \text{(vereinheitlichte Form)} \tag{18}$$

Dies erfordert Temperaturskalierung: $T_{\text{skaliert}} = 2\pi T/\alpha_{\text{W}}^{\text{Standard}}$.

## 3 T0-Feldgleichungen und Lösungen

### 3.1 Universelle Feldformulierung

Für alle Massenverteilungen ist die T0-Feldgleichung:

**Feldgleichung**:

$$\nabla^2 m(r) = 4\pi G\rho(r) \cdot m(r) \tag{19}$$

**Lösung für Punktmasse**:

$$T(x)(r) = \frac{1}{m}\left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \tag{20}$$

**Universelle Parameter** (für alle Berechnungen verwendet):

$$r_0 = 2Gm \tag{21}$$
$$\beta = \frac{2Gm}{r} \tag{22}$$
$$\xi = 2\sqrt{G} \cdot m \tag{23}$$

## 4 Energieverlust und Rotverschiebungs-Herleitung

### 4.1 Dimensional konsistente Energieverlustrate

Die Energieverlustrate für Photonen, die sich durch Zeitfeld-Gradienten ausbreiten, ist:

$$\frac{dE}{dr} = -g_T \omega^2 \frac{2G}{r^2} \tag{24}$$

**Dimensionale Verifikation**:

- $[dE/dr] = [E]/[E^{-1}] = [E^2]$
- $[g_T\omega^2 2G/r^2] = [1][E^2][E^{-2}]/[E^{-2}] = [E^2]$ ✓

### 4.2 Integration und Rotverschiebungsformel

Integration über Ausbreitungsentfernung ergibt:

$$z = \frac{\Delta E}{E} = g_T \omega \frac{2G}{r} \tag{25}$$

Für wellenlängenabhängige Kopplung:

$$z(\lambda) = z_0 \left(1 - \beta_{\text{T}} \ln \frac{\lambda}{\lambda_0}\right) \tag{26}$$

Mit $\beta_{\text{T}} = 1$ in natürlichen Einheiten:

$$\boxed{z(\lambda) = z_0 \left(1 + \ln \frac{\lambda}{\lambda_0}\right)} \tag{27}$$

## 5 CMB-Temperaturanalyse

### 5.1 Temperatur-Rotverschiebungs-Beziehung

Die fundamentale Temperaturevolution im T0-Modell ist:

$$\boxed{T(z) = T_0(1+z)\,(1 + \beta_{\text{T}} \ln(1+z))} \tag{28}$$

Dies unterscheidet sich fundamental von der Standard-kosmologischen Beziehung $T(z) = T_0(1+z)$.

### 5.2 T0-CMB-Temperaturberechnung

Verwendung universeller T0-Parameter mit $\beta_{\text{T}} = 1$:

$$T(1100) = T_0(1+z)(1 + \ln(1+z)) \tag{29}$$

$$= T_0 \times 1101 \times (1 + \ln(1101)) \tag{30}$$

$$= T_0 \times 1101 \times (1 + 7.00) \tag{31}$$

$$= T_0 \times 1101 \times 8.00 \tag{32}$$

**Parameterfreie Berechnung in natürlichen Einheiten**:

$$T(1100) = 2.725\text{ K} \times 1101 \times 8.00 \approx 24{,}000\text{ K} \tag{33}$$

**Anmerkung**: Diese Berechnung folgt dem parameterfreien, verhältnisbasierten Ansatz, bei dem alle Physik auf Energiebeziehungen in natürlichen Einheiten reduziert wird, konsistent mit dem Prinzip, dass $E = m$ ist und willkürliche SI-Umrechnungsfaktoren vermeidet.

### 5.3 Vergleich mit Standardmodell

## 6 Physikalische Implikationen

### 6.1 Rekombinationsphysik bei höheren Temperaturen

Bei $T \approx 24{,}000$ K anstatt 3,000 K:

| **Modell** | **Temperaturformel** | **T(z=1100)** | **Physikalische Interpretation** |
|---|---|---|---|
| Standard | $T_0(1+z)$ | $\approx$ 3,000 K | Adiabatische Kühlung |
| T0-Modell | $T_0(1+z)(1+\ln(1+z))$ | $\approx$ 24,000 K | Parameterfreie Energieskalierung |

Tabelle 1: CMB-Temperaturvorhersagen-Vergleich

**Saha-Gleichungs-Modifikation**: Das Ionisationsgleichgewicht wird zu:

$$\frac{n_e n_p}{n_H} = \frac{2}{n_H}\left(\frac{2\pi m_e k_B T}{h^2}\right)^{3/2} \exp\left(-\frac{13.6\text{ eV}}{k_B T}\right) \tag{34}$$

Bei 24,000 K: $k_B T \approx 2.1$ eV, was dramatisch verschiedene Ionisationsfraktionen ergibt.
**Thomson-Streuung optische Tiefe**:

$$\tau = \sigma_T \int n_e dl \tag{35}$$

Höhere Elektronendichte führt zu erhöhter optischer Tiefe und modifizierten letzten Streubedingungen.

## 6.2 Primordiale Nukleosynthese-Implikationen

Höhere Temperaturen während der *Rekombinations*-Epoche beeinflussen:

- Deuterium-Verbrennungseffizienz
- $^4$He-Massenanteil-Berechnung
- Leichte Element-Häufigkeitsverhältnisse
- Neutron-zu-Proton-Verhältnis-Einfrieren

Die modifizierte Temperaturgeschichte erfordert vollständige Neuberechnung der Urknall-Nukleosynthese-Vorhersagen.

## 6.3 Kein räumliches Expansions-Paradigma

**Fundamentaler Paradigma-Unterschied**

Im T0-Modell:

- Keine räumliche Expansion oder Hubble-Fluss
- Rotverschiebung durch Energieverlust an Zeitfeld $T(x)$
- Statisches Universum mit evolvierendem Zeitfeld
- Keine kosmische Zeitdilatationseffekte
- Oberflächenhelligkeit-Erhaltung

# 7 Wellenlängenabhängige Effekte

## 7.1 Multi-Frequenz-CMB-Analyse

Die Wellenlängenabhängigkeit $z(\lambda) = z_0(1 + \ln(\lambda/\lambda_0))$ sagt verschiedene effektive Rotverschiebungen für verschiedene CMB-Frequenzbänder vorher.

**Referenzwellenlänge**: Nehmen wir $\lambda_0 = 1$ mm als Referenz:

| **Frequenz (GHz)** | **Wellenlänge (mm)** | $\ln(\lambda/\lambda_0)$ | $z_{\text{eff}}/z_0$ |
|---|---|---|---|
| 30 | 10.0 | 2.30 | 3.30 |
| 100 | 3.0 | 1.10 | 2.10 |
| 217 | 1.38 | 0.32 | 1.32 |
| 353 | 0.85 | -0.16 | 0.84 |
| 857 | 0.35 | -1.05 | -0.05 |

Tabelle 2: Vorhergesagte wellenlängenabhängige Rotverschiebungseffekte

## 7.2 Schwarzkörper-Spektrum-Modifikationen

Mit wellenlängenabhängiger Rotverschiebung weicht das beobachtete CMB-Spektrum von einem perfekten Schwarzkörper ab. Die effektive Temperatur wird frequenzabhängig:

$$T_{\text{eff}}(\nu) = T_0 \frac{1 + z(\nu)}{1 + z_0} \tag{36}$$

Dies erzeugt systematische Abweichungen im Planck-Spektrum, die mit ausreichender Präzision detektierbar sein sollten.

# 8 Mathematische Konsistenz-Verifikation

## 8.1 Vollständige Dimensionsanalyse

| **Gleichung** | **Linke Seite** | **Rechte Seite** | **Status** |
|---|---|---|---|
| Feldgleichung | $[\nabla^2 m] = [E^3]$ | $[4\pi G\rho m] = [E^3]$ | ✓ |
| Zeitfeld | $[T(x)] = [E^{-1}]$ | $[1/m] = [E^{-1}]$ | ✓ |
| $\beta$-Parameter | $[\beta] = [1]$ | $[r_0/r] = [1]$ | ✓ |
| $\xi$-Parameter | $[\xi] = [1]$ | $[r_0/\ell_P] = [1]$ | ✓ |
| Energieverlust | $[dE/dr] = [E^2]$ | $[g_T\omega^2 2G/r^2] = [E^2]$ | ✓ |
| Rotverschiebung | $[z] = [1]$ | $[g_T\omega 2G/r] = [1]$ | ✓ |

Tabelle 3: Vollständige dimensionale Konsistenz-Verifikation

## 8.2 Universelle Parameter-Beziehungen

Alle T0-Berechnungen verwenden denselben Parametersatz:

$$\xi_{\text{universell}} = 2\sqrt{G} \cdot m \tag{37}$$

$$\beta_{\text{universell}} = \frac{2Gm}{r} \tag{38}$$

$$\beta T_{\text{universell}} = 1 \tag{39}$$

Diese Beziehungen sind exakte Folgen der Feldtheorie und keine anpassbaren Parameter.

# 9 Integration mit Quantenfeldtheorie

## 9.1 Higgs-Mechanismus-Verbindung

Der Parameter $\beta_{\mathrm{T}} = 1$ ergibt sich aus der Higgs-Physik durch:

$$\beta_{\mathrm{T}} = \frac{\lambda_h^2 v^2}{16\pi^3 m_h^2 \xi} \tag{40}$$

wobei:

- $\lambda_h \approx 0.13$ (Higgs-Selbstkopplung)
- $v \approx 246$ GeV (Higgs-VEV)
- $m_h \approx 125$ GeV (Higgs-Masse)
- $\xi = 2\sqrt{G} \cdot m$ (universeller Parameter)

## 9.2 Elektromagnetische Vereinheitlichung

Die Bedingung $\alpha_{\mathrm{EM}} = \beta_{\mathrm{T}} = 1$ reflektiert die vereinheitlichte Kopplung elektromagnetischer und Zeitfelder an die Vakuumstruktur. Beide Parameter beschreiben Feld-Vakuum-Wechselwirkungen äquivalenter Stärke in natürlichen Einheiten.

# 10 Kompatibilität mit existierenden Beobachtungen

## 10.1 Planck-Satelliten-Daten-Neuinterpretation

Die Planck-2018-Ergebnisse müssen innerhalb des T0-Frameworks neu interpretiert werden:

**Temperaturmessungen**: Die berichtete $T_0 = 2.7255$ K repräsentiert die aktuelle Epochenmessung. Die Evolution zur Rekombination folgt der T0-Formel anstatt einfacher $(1 + z)$-Skalierung.

**Winkel-Leistungsspektrum**: Die $C_\ell$-Messungen reflektieren die modifizierte Rekombinationsphysik bei höheren Temperaturen und erfordern vollständige Neuberechnung theoretischer Vorhersagen.

**Polarisationsmuster**: Thomson-Streuung bei höheren Elektronendichten produziert verschiedene Polarisationssignaturen als von Standard-Rekombinationstheorie vorhergesagt.

## 10.2 Lokale Hubble-Konstanten-Messungen

Im T0-Modell repräsentiert die *Hubble-Konstante* eine charakteristische Skala anstatt einer Expansionsrate. Lokale Messungen von Riess et al. (2019) von $H_0 = 74.03 \pm 1.42$ km/s/Mpc bleiben als Entfernung-Rotverschiebungs-Skalierung gültig.

### 10.3 Baryonische akustische Oszillationen

BAO-Messungen im T0-Modell erfordern Neuinterpretation:

- Schallhorizont bei Rekombination unterscheidet sich aufgrund modifizierter Temperaturgeschichte
- Keine Expansion bedeutet, dass akustische Oszillationen echte Dichtefluktuationen repräsentieren
- Entfernung-Rotverschiebungs-Beziehung folgt Energieverlust-Mechanismus anstatt Expansion

## 11 Strukturbildung ohne Expansion

### 11.1 Modifizierte Jeans-Analyse

In einem statischen Universum mit Zeitfeld-Gradienten wird das Jeans-Instabilitätskriterium zu:

$$\lambda_J = \sqrt{\frac{\pi c_s^2}{G\rho}} \tag{41}$$

### 11.2 Wachstumsraten-Modifikationen

Ohne kosmische Expansion wachsen Dichtestörungen gemäß:

$$\frac{d^2\delta}{dt^2} = 4\pi G\rho\delta - \frac{\partial^2\Phi_T}{\partial t^2} \tag{42}$$

wobei $\Phi_T$ den Zeitfeld-Potential-Beitrag repräsentiert.

Die Abwesenheit expansionsgetriebener Verdünnung ermöglicht frühere und effizientere Strukturbildung.

## 12 Schlussfolgerungen

### 12.1 Zusammenfassung der Schlüsselergebnisse

Diese Analyse etabliert:

1. **Universelle T0-Methodik**: Alle praktischen Berechnungen verwenden die lokalisierten Modellparameter $\xi = 2\sqrt{G} \cdot m$ unabhängig von der theoretischen Geometrie.
2. **Modifizierte CMB-Temperatur**: Bei der Rekombinationsepoche (z = 1100) erreicht die Temperatur etwa 24,000 K unter Verwendung universeller T0-Parameter und Wien-Konstanten-Vereinheitlichung.
3. **Wellenlängenabhängige Rotverschiebung**: Die logarithmische Wellenlängenabhängigkeit erzeugt messbare Abweichungen vom Standard-Schwarzkörper-Spektrum.
4. **Mathematische Konsistenz**: Alle Gleichungen wahren dimensionale Konsistenz unter Verwendung universeller Parameter.
5. **Parameterfreies Framework**: Alle T0-Parameter leiten sich aus der Feldtheorie ohne anpassbare Konstanten her.

### 12.2 Paradigma-Implikationen

Das T0-Modell repräsentiert einen fundamentalen Wandel von expansionsbasierter zu energieverlustbasierter Kosmologie:

| Physikalische Größe | Standardmodell | T0-Modell |
|---|---|---|
| Kosmische Rotverschiebung | Räumliche Expansion | Energieverlust an $T(x)$ |
| CMB-Temperatur | Adiabatische Kühlung | Feldinteraktions-Heizung |
| Zeitdilatation | $(1+z)$-Streckung | Keine kosmischen Zeiteffekte |
| Oberflächenhelligkeit | $(1+z)^4$-Verdunkelung | Erhaltung |
| Parameterzahl | $> 20$ freie Parameter | 0 freie Parameter |

Tabelle 4: Fundamentaler Paradigma-Vergleich

### 12.3 Mathematische Vollständigkeit

Die universelle T0-Methodik bietet mathematische Vollständigkeit über alle Skalen:

- Universelle Parameter: $\xi = 2\sqrt{G} \cdot m$ für alle Berechnungen
- Keine regimabhängigen Modifikationen
- Konsistente feldtheoretische Grundlage
- Vollständige dimensionale Verifikation

Dieses vereinheitlichte Framework eliminiert die Notwendigkeit separater Behandlungen verschiedener physikalischer Regime.

### 12.4 Zukünftige theoretische Entwicklungen

Die vollständige feldtheoretische Grundlage ermöglicht systematische Entwicklung von:

- Höhere Ordnung Quantenkorrekturen
- Nichtlineare Feldgleichungen für Starkfeld-Regime
- Kopplung an andere fundamentale Felder
- Kosmologische Störungstheorie in statischer Raumzeit

Das T0-Modell bietet ein mathematisch konsistentes, dimensional verifizierbares Framework zum Verständnis kosmologischer Phänomene durch intrinsische Zeitfeld-Dynamik anstatt räumlicher Expansion.

# Literatur

[1] Pascher, J. (2025). *Feldtheoretische Herleitung des $\beta_T$-Parameters in natürlichen Einheiten ($\hbar = c = 1$)*. GitHub Repository: T0-Time-Mass-Duality.

[2] Planck Collaboration, Aghanim, N., Akrami, Y., et al. (2020). Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 641, A6.

[3] Riess, A. G., Casertano, S., Yuan, W., et al. (2019). Large Magellanic Cloud Cepheid Standards Provide a 1% Foundation for the Determination of the Hubble Constant. *The Astrophysical Journal*, 876(1), 85.

[4] Weinberg, S. (2008). *Cosmology*. Oxford University Press.

[5] Peebles, P. J. E. (1993). *Principles of Physical Cosmology*. Princeton University Press.

[6] Wien, W. (1893). Eine neue Beziehung der Strahlung schwarzer Körper zum zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie. *Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 55, 983.

[7] Planck, M. (1900). Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum. *Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft*, 2, 237–245.

[8] Saha, M. N. (1920). Ionization in the solar chromosphere. *Philosophical Magazine*, 40(238), 472–488.