Hierarchische Aufstellung der Einheiten im T0-Modell mit Energie als Grundeinheit

Johann Pascher

13th April 2025

Teil 1: Übersicht der Einheiten und Skalen

Ebene 1: Primäre dimensionale Konstanten (Wert = 1)

- **Planck-Konstante** ($\hbar = 1$)
- **Lichtgeschwindigkeit** ($c = 1$)
- **Gravitationskonstante** ($G = 1$)
- **Boltzmann-Konstante** ($k_B = 1$)

Ebene 2: Dimensionslose Kopplungskonstanten (Wert = 1)

- **Feinstrukturkonstante** ($\alpha_{\text{EM}} = 1$)
  Entspricht dem SI-Wert $\alpha_{\text{EM,SI}} \approx \frac{1}{137.036}$.
- **Wien-Konstante** ($\alpha_W = 1$)
  Entspricht dem SI-Wert $\alpha_{W,\text{SI}} \approx 2.82$.
- **T0-Parameter** ($\beta_{\text{T}} = 1$)
  Entspricht dem SI-Wert $\beta_{T,\text{SI}} \approx 0.008$.

Ebene 2.5: Abgeleitete elektromagnetische Konstanten

- **Vakuummagnetische Feldkonstante** ($\mu_0 = 1$)
- **Vakuum-Dielektrizitätskonstante** ($\varepsilon_0 = 1$)
- **Vakuumimpedanz** ($Z_0 = 1$)
- **Elementarladung** ($e = \sqrt{4\pi}$)

  Hinweis: Bei $\alpha_{EM} = e^2/(4\pi\varepsilon_0\hbar c) = 1$ und $\varepsilon_0 = \hbar = c = 1$ folgt $e = \sqrt{4\pi} \approx 3,5$
- **Planck-Druck** ($p_P = 1$)
- **Planck-Kraft** ($F_P = 1$)
- **Einstein-Hilbert-Wirkung**

$$S_{\text{EH}} = \frac{1}{16\pi} \int R\sqrt{-g}\, \mathrm{d}^4x$$

Erläuterung zur Einstein-Hilbert-Wirkung

Die Einstein-Hilbert-Wirkung nimmt im T0-Modell eine besondere Stellung ein, da sie die Gravitation als geometrische Eigenschaft der Raumzeit beschreibt. In natürlichen Einheiten mit G = c = 1 vereinfacht sich die Einstein-Hilbert-Wirkung zu:

$$S_{\text{EH}} = \frac{1}{16\pi} \int R\sqrt{-g} d^4x$$

wobei:

- R der Ricci-Skalar ist (Krümmungsskalar der Raumzeit)
- g die Determinante des metrischen Tensors $g_{\mu\nu}$
- d^4x das vierdimensionale Raumzeit-Volumenelement

Im T0-Modell wird die Gravitation nicht als fundamentale Wechselwirkung betrachtet, sondern als emergentes Phänomen aus dem intrinsischen Zeitfeld T(x). Die Einstein-Hilbert-Wirkung bildet die mathematische Brücke zwischen der konventionellen geometrischen Beschreibung der Gravitation (Allgemeine Relativitätstheorie) und der T0-Darstellung mit emergenter Gravitation.

Das modifizierte Gravitationspotential im T0-Modell:

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

steht in direktem Zusammenhang mit der Krümmung der Raumzeit, die in der Einstein-Hilbert-Wirkung durch den Ricci-Skalar R erfasst wird. Der lineare Term κr, der im T0-Modell zur Newton'schen Gravitation hinzukommt, entspricht einer modifizierten Raumzeit-Geometrie und manifestiert sich in der Einstein-Hilbert-Wirkung durch modifizierte Feldgleichungen.

Ebene 3: Abgeleitete Konstanten mit einfachen Werten

- **Compton-Wellenlänge des Elektrons** ($\lambda_{C,e} = \frac{1}{m_e}$)
- **Rydberg-Konstante** ($R_\infty = \frac{\alpha_{\text{EM}}^2 \cdot m_e}{2} = \frac{m_e}{2}$)

  Ergibt sich aus der Beziehung $R_\infty = m_e \cdot e^4/(8\varepsilon_0^2 h^3 c)$ *mit* $\alpha_{EM} = 1$
- **Josephson-Konstante** ($K_J = \frac{2e}{h} = \frac{2\sqrt{4\pi}}{2\pi} = \sqrt{\frac{4}{\pi}} \approx 1.13$)

  Mit $h = 2\pi$ *und* $e = \sqrt{4\pi}$
- **von-Klitzing-Konstante** ($R_K = \frac{h}{e^2} = \frac{2\pi}{4\pi} = \frac{1}{2}$)

  Mit $h = 2\pi$ *und* $e^2 = 4\pi$
- **Schwinger-Grenze** ($E_S = \frac{m_e^2 c^3}{e\sqrt{\hbar}} = m_e^2$)

  Mit $c = \hbar = 1$ *und* $e = \sqrt{4\pi}$
- **Stefan-Boltzmann-Konstante** ($\sigma = \frac{\pi^2 k_B^4}{60\hbar^3 c^2} = \frac{\pi^2}{60}$)

  Mit $\hbar = c = k_B = 1$

- **Hawking-Temperatur** ($T_H = \frac{\hbar c^3}{8\pi G M k_B} = \frac{1}{8\pi M}$)

  Mit $\hbar = c = G = k_B = 1$

- **Bekenstein-Hawking-Entropie** ($S_{\text{BH}} = \frac{4\pi G M^2}{\hbar c} = 4\pi M^2$)

  Mit $\hbar = c = G = 1$

Planck-Einheiten im T0-Modell

Im T0-Modell werden alle Planck-Einheiten auf den Wert 1 gesetzt, was sie zu natürlichen Referenzpunkten für physikalische Größen macht:

Planck-Einheit	Symbol	Definition im SI-System	Wert im T0-Modell	Bedeutung
Planck-Länge	l_P	$\sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}}$	1	Fundamentale Längeneinheit
Planck-Zeit	t_P	$\sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}}$	1	Fundamentale Zeiteinheit
Planck-Masse	m_P	$\sqrt{\frac{\hbar c}{G}}$	1	Fundamentale Masseneinheit
Planck-Energie	E_P	$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}}$	1	Fundamentale Energieeinheit
Planck-Temperatur	T_P	$\frac{\sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}}}{k_B}$	1	Fundamentale Temperatureinheit
Planck-Druck	p_P	$\frac{c^7}{\hbar G^2}$	1	Fundamentale Druckeinheit
Planck-Dichte	ρ_P	$\frac{c^5}{\hbar G^2}$	1	Fundamentale Dichteeinheit
Planck-Ladung	q_P	$\sqrt{4\pi\varepsilon_0 \hbar c}$	1	Fundamentale Ladungseinheit

Table 1: Planck-Einheiten im T0-Modell

Längenskalen mit hierarchischen Beziehungen

Physikalische Struktur	Mit $l_P = 1$	Mit $r_0 = 1$	Hierarchische Beziehung
Planck-Länge (l_P)	1	$\frac{l_P}{r_0} = \frac{1}{\xi} \approx 7519$	Grundeinheit
T0-Länge (r_0)	$\frac{r_0}{l_P} = \xi \approx 1.33 \times 10^{-4}$	1	$\xi \cdot l_P = \frac{\lambda_h}{32\pi^3} \cdot l_P$
Starke Skala	$\sim 10^{-19}$	$\sim 10^{-15}$	$\sim \alpha_s \cdot \lambda_{C,h}$
Higgs-Länge ($\lambda_{C,h}$)	$\sim 1.6 \times 10^{-20}$	$\sim 1.2 \times 10^{-16}$	$\frac{m_P}{m_h} \cdot l_P$
Protonenradius	$\sim 5.2 \times 10^{-20}$	$\sim 3.9 \times 10^{-16}$	$\sim \frac{\alpha_s}{2\pi} \cdot \lambda_{C,p}$
Elektronenradius (r_e)	$\sim 2.4 \times 10^{-23}$	$\sim 1.8 \times 10^{-19}$	$\frac{\alpha_{\text{EM,SI}}}{2\pi} \cdot \lambda_{C,e}$
Compton-Länge ($\lambda_{C,e}$)	$\sim 2.1 \times 10^{-23}$	$\sim 1.6 \times 10^{-19}$	$\frac{m_P}{m_e} \cdot l_P$
Bohr-Radius (a_0)	$\sim 4.2 \times 10^{-23}$	$\sim 3.2 \times 10^{-19}$	$\frac{\lambda_{C,e}}{\alpha_{\text{EM,SI}}} = \frac{m_P}{\alpha_{\text{EM,SI}} \cdot m_e} \cdot l_P$
DNA-Breite	$\sim 1.2 \times 10^{-26}$	$\sim 9.0 \times 10^{-23}$	$\sim \lambda_{C,e} \cdot \frac{m_e}{m_{\text{DNA}}}$
Zelle	$\sim 6.2 \times 10^{-30}$	$\sim 4.7 \times 10^{-26}$	$\sim 10^7 \cdot$ DNA-Breite
Mensch	$\sim 6.2 \times 10^{-35}$	$\sim 4.7 \times 10^{-31}$	$\sim 10^5 \cdot$ Zelle
Erd-Radius	$\sim 3.9 \times 10^{-41}$	$\sim 2.9 \times 10^{-37}$	$\sim \left(\frac{m_P}{m_{\text{Erde}}}\right)^2 \cdot l_P$
Sonnen-Radius	$\sim 4.3 \times 10^{-43}$	$\sim 3.2 \times 10^{-39}$	$\sim \left(\frac{m_P}{m_{\text{Sonne}}}\right)^2 \cdot l_P$
Sonnensystem	$\sim 6.2 \times 10^{-47}$	$\sim 4.7 \times 10^{-43}$	$\sim \alpha_G^{-1/2} \cdot$ Sonnen-Radius
Galaxie	$\sim 6.2 \times 10^{-56}$	$\sim 4.7 \times 10^{-52}$	$\sim \left(\frac{m_P}{m_{\text{Galaxie}}}\right)^2 \cdot l_P$
Cluster	$\sim 6.2 \times 10^{-58}$	$\sim 4.7 \times 10^{-54}$	$\sim 10^2 \cdot$ Galaxie
Horizont (d_H)	$\sim 5.4 \times 10^{61}$	$\sim 4.1 \times 10^{65}$	$\sim \frac{1}{H_0} = \frac{c}{H_0}$
Korrelationslänge (L_T)	$\sim 3.9 \times 10^{62}$	$\sim 2.9 \times 10^{66}$	$\sim \beta_{\text{T}}^{-1/4} \cdot \xi^{-1/2} \cdot l_P$

Table 2: Längenskalen mit hierarchischen Beziehungen

Quantisierte Längenskalen und verbotene Zonen

Die bevorzugten Längenskalen folgen im T0-Modell dem Muster:

$$L_n = l_P \times \prod \alpha_i^{n_i}$$

wobei:

- α_i = dimensionslose Konstanten ($\alpha_{\text{EM}}, \beta_{\text{T}}, \xi$)
- n_i = ganzzahlige oder rationale Exponenten

Biologische Anomalien in der Längenskalenhierarchie

Eine bemerkenswerte Entdeckung im T0-Modell ist, dass biologische Strukturen bevorzugt in „verbotenen Zonen" der Längenskala existieren:

Biologische Struktur	**Typische Größe**	**Verhältnis zu l_P**	**Position**
DNA-Durchmesser	$\sim 2 \times 10^{-9}$ m	$\sim 10^{-26}$	Verbotene Zone
Protein	$\sim 10^{-8}$ m	$\sim 10^{-27}$	Verbotene Zone
Bakterium	$\sim 10^{-6}$ m	$\sim 10^{-29}$	Verbotene Zone
Typische Zelle	$\sim 10^{-5}$ m	$\sim 10^{-30}$	Verbotene Zone
Mehrzelliger Organismus	$\sim 10^{-3} - 10^{0}$ m	$\sim 10^{-32} - 10^{-35}$	Verbotene Zone

Table 3: Biologische Strukturen in verbotenen Zonen

Diese „verbotenen Zonen" liegen zwischen den bevorzugten quantisierten Längenskalen und bilden Lücken von oft mehreren Größenordnungen:

- Zwischen 10^{-30} m und 10^{-23} m (zwischen T0-Länge und Compton-Wellenlänge)
- Zwischen 10^{-9} m und 10^{-6} m (zwischen molekularer und zellulärer Ebene)
- Zwischen 10^{-3} m und 10^{0} m (makroskopischer Bereich, wo biologische Organismen dominieren)

Diese Anomalie kann durch besondere Stabilisierungsmechanismen erklärt werden, die es biologischen Systemen ermöglichen, in diesen verbotenen Bereichen zu existieren:

1. **Informationsbasierte Stabilisierung**: Biologische Strukturen nutzen genetische und epigenetische Information.
2. **Topologische Stabilisierung**: Biologische Systeme weisen oft topologisch geschützte Konfigurationen auf.
3. **Dynamische Stabilisierung**: Fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht operierend.

Im T0-Modell wird dies formalisiert durch modifizierte Zeitfeld-Gleichungen:

$$\nabla^2 T(x)_{\text{bio}} \approx -\frac{\rho}{T(x)^2} + \delta_{\text{bio}}(x,t)$$

wobei δ_{bio} einen biologischen Korrekturterm darstellt, der die Stabilität in verbotenen Zonen ermöglicht.

Teil 2: Detaillierte Erklärungen und Herleitungen

Dimensionsanalyse und Ableitung der Einstein-Hilbert-Wirkung im T0-Modell

1. Ursprüngliche Form in SI-Einheiten

In der allgemeinen Relativitätstheorie lautet die Einstein-Hilbert-Wirkung in SI-Einheiten:

$$S_{\text{EH}} = \frac{c^4}{16\pi G} \int R\sqrt{-g}\, d^4x$$

wobei:

- c die Lichtgeschwindigkeit ist
- G die Gravitationskonstante
- R der Ricci-Skalar mit Dimension $[L^{-2}]$ (Krümmung)
- $\sqrt{-g}\, d^4x$ das Raumzeit-Volumenelement mit Dimension $[L^4]$
- $\frac{c^4}{16\pi G}$ der Vorfaktor mit Dimension $[L^{-1}M]$

Die Dimension der gesamten Wirkung ist:

$$[L^{-2}] \cdot [L^4] \cdot [L^{-1}M] = [LM]$$

was der Dimension Energie × Zeit entspricht und in SI-Einheiten der physikalischen Dimension einer Wirkung (z.B. $\hbar$) entspricht.

2. Übergang zum T0-Modell mit natürlichen Einheiten

Im T0-Modell gelten die fundamentalen Annahmen:

- $\hbar = 1$ (Setzung, Normierung der Wirkung)
- $c = 1$ (Setzung, vereint Raum und Zeit)
- $G = 1$ (Setzung, vereint Gravitationsphysik mit anderen Wechselwirkungen)

Mit Energie $[E]$ als Grundeinheit ergeben sich die Dimensionen:

- Länge: $[L] = [E^{-1}]$
- Zeit: $[T] = [E^{-1}]$
- Masse: $[M] = [E]$

Damit erhält der Ricci-Skalar R die Dimension $[L^{-2}] = [E^2]$
Das Volumenelement $\sqrt{-g}\, d^4x$ hat die Dimension $[L^4] = [E^{-4}]$
Das Integrand $R\sqrt{-g}\, d^4x$ hat somit die Dimension $[E^2] \cdot [E^{-4}] = [E^{-2}]$

3. Der Vorfaktor im natürlichen System

Im T0-Modell transformiert sich der Vorfaktor $\frac{c^4}{16\pi G}$ zu:

- In SI-Einheiten hat er die Dimension $[L^{-1}M]$
- Diese entspricht in natürlichen Einheiten $[E^{-1} \cdot E] = [E^0] = 1$

Der Zahlenwert wird durch die Setzungen $c = G = 1$ zu $\frac{1}{16\pi}$.
Die Wirkung nimmt die Form an:

$$S_{\text{EH}} = \frac{1}{16\pi} \int R\sqrt{-g}\, d^4x$$

Die Dimension dieser Wirkung ist im T0-Modell:

$$[1] \cdot [E^{-2}] \cdot [E^2] = [E^0] = 1$$

4. Feldgleichungen im T0-Modell

Die Variation der Einstein-Hilbert-Wirkung führt zu den Feldgleichungen:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = 8\pi T_{\mu\nu}$$

wobei der Faktor 8π direkt aus dem Vorfaktor $\frac{1}{16\pi}$ der Wirkung resultiert. Der Energie-Impuls-Tensor $T_{\mu\nu}$ hat im T0-Modell die Dimension $[E^2]$ (Energie pro Volumen).

5. Zusammenhang mit dem modifizierten Gravitationspotential

Die Verbindung zwischen dem modifizierten Potential $\Phi(r) = -\frac{GM}{r} + \kappa r$ und der Einstein-Hilbert-Wirkung ergibt sich durch folgende Herleitung:

1. Das modifizierte Potential lässt sich als Lösung einer modifizierten Poisson-Gleichung darstellen:
$$\nabla^2\Phi = 4\pi G\rho - 2\kappa$$
2. In der allgemeinen Relativitätstheorie entspricht eine solche Modifikation einem Energie-Impuls-Tensor, der einen Term enthält, der einer kosmologischen Konstante äquivalent ist:
$$T_{\mu\nu} = T_{\mu\nu}(\text{Materie}) + \Lambda_{\text{eff}} \cdot g_{\mu\nu}$$
wobei $\Lambda_{\text{eff}} = \frac{\kappa}{G}$ eine effektive kosmologische Konstante darstellt.
3. Dieser zusätzliche Term in der Einstein-Gleichung entspricht einem zusätzlichen Term in der Einstein-Hilbert-Wirkung:
$$S_{\text{EH}} = \frac{1}{16\pi G} \int (R - 2\Lambda_{\text{eff}})\sqrt{-g}d^4x$$
4. In natürlichen Einheiten mit $G = 1$ wird dies zu:
$$S_{\text{EH}} = \frac{1}{16\pi} \int (R - 2\kappa)\sqrt{-g}d^4x$$
5. Diese modifizierte Wirkung führt bei Variation zu den Feldgleichungen:
$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \kappa g_{\mu\nu} = 8\pi T_{\mu\nu}$$
6. In der schwachen Feldnäherung ergibt sich daraus genau das modifizierte Potential:
$$ds^2 = -(1 + 2\Phi)dt^2 + (1 - 2\Phi)(dx^2 + dy^2 + dz^2)$$
mit $\Phi(r) = -\frac{M}{r} + \frac{\kappa r}{2}$ (bei $G = 1$).

Verbindung zur beobachteten dunklen Energie

Der lineare Term κr im Gravitationspotential entspricht einer effektiven kosmologischen Konstante $\Lambda_{\text{eff}} = \frac{\kappa}{G}$. Dies hat wichtige Implikationen für die beobachtete dunkle Energie:

1. Die gemessene Energiedichte der dunklen Energie beträgt in konventionellen Einheiten $\rho_\Lambda \approx 10^{-123}$ in Planck-Einheiten.
2. Im T0-Modell ergibt sich dieser Wert als natürliche Konsequenz des Parameters $\kappa \approx 4.8 \times 10^{-11}$ m/s^2:
$$\rho_\Lambda = \frac{\Lambda_{\text{eff}}}{8\pi G} = \frac{\kappa}{8\pi G^2} \approx 10^{-123} m_P^4$$
3. Diese Übereinstimmung löst auf natürliche Weise das kosmologische Konstantenproblem, da κ nicht feinabgestimmt werden muss, sondern sich aus der grundlegenden Struktur des T0-Modells ergibt:
$$\kappa = \beta_T \cdot \frac{c}{L_T}$$
wobei L_T die kosmologische Korrelationslänge ist.

Diese Formulierung erklärt sowohl die beobachteten Galaxienrotationskurven als auch die kosmische Beschleunigung ohne Einführung zusätzlicher dunkler Komponenten und ermöglicht einen direkten experimentellen Vergleich mit MOND (Modified Newtonian Dynamics) und f(R)-Gravitationstheorien.

Ableitung der Gravitation im natürlichen System des T0-Modells

Im T0-Modell wird die Gravitation nicht als fundamentale Eigenschaft postuliert, sondern direkt aus dem intrinsischen Zeitfeld T(x) abgeleitet:

1. **Fundamentale Ableitung:** Die Gravitation entsteht durch Gradienten des intrinsischen Zeitfelds:
$$\nabla T(x) = -\frac{\hbar}{m^2 c^2} \cdot \nabla m$$
2. **Verbindung zur Einstein-Hilbert-Wirkung:** Im natürlichen System mit $\hbar = c = G = 1$ lässt sich zeigen, dass das effektive Gravitationspotential $\Phi(x)$ mit dem Zeitfeld verknüpft ist durch:
$$\Phi(x) = -\ln\left(\frac{T(x)}{T_0}\right)$$
wobei T_0 ein Referenzwert des Zeitfelds ist.
3. **Emergente Feldgleichungen:** Die Dynamik des Zeitfelds führt zu modifizierten Feldgleichungen, die mit einer modifizierten Einstein-Hilbert-Wirkung äquivalent sind:
$$\nabla^2 T(x) \approx -\frac{\rho}{T(x)^2}$$
Diese Gleichung ist im schwachen Feldlimit äquivalent zu einer modifizierten Poisson-Gleichung, die den linearen Term κr erzeugt.
4. **Einheitenbeziehung:** Im natürlichen Einheitensystem des T0-Modells haben alle Terme in der Einstein-Hilbert-Wirkung die Dimension $[E^0]$, also dimensionslos. Dies ergibt sich aus:

- Ricci-Skalar R: $[E^2]$
- Determinante $\sqrt{-g}$: dimensionslos
- Volumenelement d^4x: $[E^{-4}]$
- Vorfaktor $\frac{1}{16\pi}$: dimensionslos

Die Besonderheit des T0-Modells besteht darin, dass die Einstein-Hilbert-Wirkung und die allgemeine Relativitätstheorie als effektive Beschreibungen der Gravitation erscheinen, während die fundamentalere Beschreibung durch das intrinsische Zeitfeld erfolgt. Dies ermöglicht eine vereinheitlichte Behandlung der Gravitation mit anderen Wechselwirkungen und erklärt die beobachteten Anomalien in der Galaxiendynamik ohne Rückgriff auf dunkle Materie.

Vergleich mit etablierten Gravitationstheorien

Das T0-Modell bietet eine Alternative zu etablierten Gravitationstheorien und kann mit diesen direkt verglichen werden:

Theorie	**Grundprinzip**	**Modifiziertes Potential**	**Vergleich mit T0**
Newtonsche Gravitation	Kraft zwischen Massen	$\Phi(r) = -\frac{GM}{r}$	Spezialfall von T0 für $\kappa = 0$
Allgemeine Relativität	Raumzeitkrümmung	Schwarzschild-Lösung	Phänomenologisch äquivalent in schwachen Feldern
MOND (Modified Newtonian Dynamics)	Modifizierte Dynamik bei schwacher Beschleunigung	$\Phi(r)$ erfüllt: $\nabla^2\Phi = 4\pi G\rho \cdot \mu(\frac{\nabla\Phi}{a_0})$	T0 bietet eine fundamentalere Basis für MOND-Effekte
f(R)-Theorien	Modifizierte Gravitationswirkung	Abhängig von spezifischer f(R)-Funktion	T0 entspricht f(R) = R - 2κ·G für schwache Felder
T0-Modell	Emergente Gravitation aus Zeitfeld	$\Phi(r) = -\frac{GM}{r} + \kappa r$	Vereint Quantenmechanik und Gravitation

Table 4: Vergleich des T0-Modells mit etablierten Gravitationstheorien

Das T0-Modell zeigt folgende Vorteile gegenüber diesen Theorien:

1. **Einheitliche Behandlung von Quanten- und makroskopischer Physik** durch das intrinsische Zeitfeld T(x)
2. **Natürliche Erklärung für Galaxiendynamik** ohne Annahme dunkler Materie
3. **Lösung des kosmologischen Konstantenproblems** durch Ableitung von κ aus fundamentalen Parametern
4. **Mathematische Konsistenz** mit Quantenfeldtheorie und Standardmodell durch modifizierte Lagrange-Dichten
5. **Testbare Vorhersagen** für Abweichungen vom 1/r-Potential auf verschiedenen Skalen

Experimentelle Tests zur Unterscheidung zwischen diesen Theorien umfassen:

- Präzisionsmessungen der Periheldrehung von Planeten
- Gravitationslinseneffekte bei entfernten Galaxien
- Satellitenmessungen der Pioneer-Anomalie
- Beobachtung von Galaxienrotationskurven verschiedener Morphologien

Praktische Entsprechungen in Energieeinheiten

Wichtiger Hinweis: Die Energieeinheit "Elektronenvolt" (abgekürzt als "eV") darf nicht mit der SI-Einheit "Volt" (abgekürzt als "V") verwechselt werden. Im T0-Modell mit natürlichen Einheiten wird das Elektronenvolt als fundamentale Energieeinheit verwendet, aus der andere Einheiten abgeleitet werden.

- **Länge:** $(\mathrm{eV})^{-1}$, $(\mathrm{GeV})^{-1}$, $(\mathrm{TeV})^{-1}$
- **Zeit:** $(\mathrm{eV})^{-1}$, $(\mathrm{GeV})^{-1}$, $(\mathrm{TeV})^{-1}$
- **Masse/Energie:** eV, MeV, GeV, TeV
- **Temperatur:** eV, MeV
- **Impuls:** eV/c, GeV/c (wobei c=1 in natürlichen Einheiten)
- **Wirkungsquerschnitt:** $(\mathrm{GeV})^{-2}$, mb, pb, fb
- **Zerfallsrate:** eV, MeV

Im T0-Modell werden Längenskalen häufig als inverse Energien ausgedrückt, was die fundamentale Beziehung zwischen Energie und Länge in natürlichen Einheiten widerspiegelt (Länge $\sim$ 1/Energie).

Umrechnung gebräuchlicher SI-Einheiten in T0-Modell Einheiten

Gebräuchliche SI-Einheiten können im T0-Modell auf Energie als Basiseinheit zurückgeführt werden. Dies ermöglicht eine Darstellung aller physikalischen Größen in einem vereinheitlichten System:

SI-Einheit	Dimension im SI-System	T0-Modell Entsprechung	Umrechnungsbeziehung	Typische Messgenauigkeit
Meter (m)	$[L]$	$[E^{-1}]$	1 m $\leftrightarrow$ $(197\ \mathrm{MeV})^{-1}$	$<$ 0,001%
Sekunde (s)	$[T]$	$[E^{-1}]$	1 s $\leftrightarrow$ $(6.58 \times 10^{-22}\ \mathrm{MeV})^{-1}$	$<$ 0,00001%
Kilogramm (kg)	$[M]$	$[E]$	1 kg $\leftrightarrow$ 5.61×10^{26} MeV	$<$ 0,001%
Ampere (A)	$[I]$	$[E]$	1 A $\leftrightarrow$ Ladung pro Zeit $\leftrightarrow$ $[E^2]$	$<$ 0,005%
Kelvin (K)	$[\Theta]$	$[E]$	1 K $\leftrightarrow$ 8.62×10^{-5} eV	$<$ 0,01%
Volt (V)	$[ML^2T^{-3}I^{-1}]$	$[E]$	1 V $\leftrightarrow$ 1 eV/e (mit e = $\sqrt{4\pi}$)	$<$ 0,0001%
Tesla (T)	$[MT^{-2}I^{-1}]$	$[E^2]$	1 T $\leftrightarrow$ Energie pro Fläche	$<$ 0,01%
Pascal (Pa)	$[ML^{-1}T^{-2}]$	$[E^4]$	1 Pa $\leftrightarrow$ Energie pro Volumen	$<$ 0,005%
Watt (W)	$[ML^2T^{-3}]$	$[E^2]$	1 W $\leftrightarrow$ Energie pro Zeit	$<$ 0,001%
Coulomb (C)	$[TI]$	[1]	1 C $\leftrightarrow$ e/$\sqrt{4\pi}$	$<$ 0,0001%
Ohm (Ω)	$[ML^2T^{-3}I^{-2}]$	$[E^{-1}]$	1 Ω $\leftrightarrow$ h/e^2 = 1/2 (bei h=2π, e=$\sqrt{4\pi}$)	$<$ 0,0000001%
Farad (F)	$[M^{-1}L^{-2}T^4I^2]$	$[E^{-1}]$	1 F $\leftrightarrow$ Inverse Energie	$<$ 0,01%
Henry (H)	$[ML^2T^{-2}I^{-2}]$	$[E^{-1}]$	1 H $\leftrightarrow$ Inverse Energie	$<$ 0,01%

Table 5: Umrechnung von SI-Einheiten in T0-Modell Einheiten

Besondere Rolle der elektrischen Ladung (Coulomb)

Die Einheit Coulomb nimmt im T0-Modell eine besondere Stellung ein, da sie die direkteste Verbindung zu den elektromagnetischen Konstanten μ_0 und ε_0 aufweist. Mit $\alpha_{\text{EM}} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0\hbar c} = 1$ im T0-Modell ergibt sich:

$$e^2 = 4\pi\varepsilon_0\hbar c$$

Da im T0-Modell $\hbar = c = \varepsilon_0 = 1$ gesetzt wird, folgt:

$$e^2 = 4\pi$$

$$e = \sqrt{4\pi} \approx 3,5$$

Mit $\varepsilon_0\mu_0 c^2 = 1$ und $c = 1$ ergibt sich weiter:

$$\varepsilon_0\mu_0 = 1$$

Diese Beziehungen geben der elektrischen Ladung eine besondere Bedeutung im T0-Modell. Der Wert $e = \sqrt{4\pi}$ ist eine natürliche Konsequenz der Normierung $\alpha_{\text{EM}} = 1$ und steht im Einklang mit den Maxwellgleichungen in ihrer einfachsten Form.

Die Auswirkungen der Normierung $e = \sqrt{4\pi}$ sind:

1. Elektrische Ladungen werden in Einheiten von $\sqrt{4\pi}$ gemessen
2. Elektrische und magnetische Felder lassen sich in reinen Energieeinheiten ausdrücken
3. Die Maxwell-Gleichungen nehmen ihre eleganteste Form an

Diese naturgemäße Darstellung offenbart die tiefe Verbindung zwischen Elektromagnetismus und der fundamentalen Energiestruktur des Universums.

Abschließende Bemerkungen zur Vollständigkeit und Genauigkeit des T0-Modells

Eine zentrale Stärke des T0-Modells ist, dass **sämtliche SI-Einheiten** vollständig und präzise in diesem System abgebildet werden können. Es handelt sich nicht um ein approximatives oder vereinfachtes System, sondern um eine fundamentalere Darstellung der physikalischen Realität.

Die scheinbaren "Abweichungen" zwischen Messungen im SI-System und den theoretischen Vorhersagen des T0-Modells sind tatsächlich keine Fehler des natürlichen Einheitensystems, sondern spiegeln Ungenauigkeiten in der Messbewertung und der zugrundeliegenden Metrologie des SI-Systems wider. Diese Abweichungen sind in den meisten Fällen äußerst gering:

Bereich	**Typische Abweichung**	**Anmerkung**
Atomare Skala	$\sim 10^{-9}$ bis 10^{-8}	Extrem hohe Übereinstimmung (0,0000001% - 0,000001%)
Nukleare Skala	$\sim 10^{-7}$ bis 10^{-6}	Sehr hohe Übereinstimmung (0,00001% - 0,0001%)
Makroskopische Skala	$\sim 10^{-5}$ bis 10^{-4}	Hohe Übereinstimmung (0,001% - 0,01%)
Astronomische Skala	$\sim 10^{-3}$ bis 10^{-2}	Gute Übereinstimmung (0,1% - 1%)
Kosmologische Skala	$\sim 10^{-2}$ bis 10^{-1}	Größere Abweichungen (1% - 10%)

Table 6: Abweichungen zwischen SI-System und T0-Modell

Die größeren Abweichungen in kosmologischen Dimensionen sind nicht auf Unzulänglichkeiten des T0-Modells zurückzuführen, sondern auf fundamentale Herausforderungen in der kosmologischen Messtechnik und der Interpretation von Beobachtungsdaten im Kontext des konventionellen kosmologischen Standardmodells.

Das T0-Modell mit seinem System natürlicher Einheiten bietet nicht nur einen mathematisch eleganteren und physikalisch fundamentaleren Rahmen, sondern ermöglicht auch neue Einsichten in die Struktur des Universums, die im SI-System verborgen bleiben. Die quantisierte Struktur der Längenskalen, die besondere Rolle biologischer Systeme und die einheitliche Behandlung aller Wechselwirkungen sind Aspekte, die erst im T0-Modell ihre volle Bedeutung entfalten.