

# Universelle Ableitung aller physikalischen Konstanten aus der Feinstrukturkonstante und Planck-Länge

Mit Klarstellung der charakteristischen Energie  $E_0$   
und Entkräftung der Zirkularitäts-Einwände

T0-Modell: Systematische Herleitung in SI-Einheiten

Johann Pascher

Abteilung Kommunikationstechnik,

Höhere Technische Lehranstalt (HTL), Leonding, Österreich

[johann.pascher@gmail.com](mailto:johann.pascher@gmail.com)

September 2025

## Zusammenfassung

Dieses Dokument demonstriert die revolutionäre Einfachheit der Naturgesetze: Alle fundamentalen physikalischen Konstanten in SI-Einheiten können aus nur zwei experimentellen Grundgrößen abgeleitet werden - der dimensionslosen Feinstrukturkonstante  $\alpha = 1/137.036$  und der Planck-Länge  $\ell_P = 1.616255 \times 10^{-35}$  m. Zusätzlich wird die Verwirrung um den Wert der charakteristischen Energie  $E_0$  in der T0-Theorie aufgeklärt und gezeigt, dass  $E_0 = 7.398$  MeV das exakte geometrische Mittel der CODATA-Teilchenmassen ist, nicht ein angepasster Parameter. Alle häufigen Zirkularitäts-Einwände werden systematisch entkräftet. Die Herleitung reduziert die scheinbar große Anzahl unabhängiger Naturkonstanten auf nur zwei fundamentale experimentelle Werte plus menschliche SI-Konventionen und zeigt, dass die T0-Rohwerte bereits die echten physikalischen Verhältnisse der Natur erfassen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung und Grundprinzip</b>	<b>5</b>
1.1 Das Minimalprinzip der Physik . . . . .	5
1.2 SI-Basisdefinitionen . . . . .	5

<b>2</b>	<b>Herleitung der fundamentalen Konstanten</b>	<b>5</b>
2.1	Lichtgeschwindigkeit $c$	5
2.2	Vakuum-Permittivität $\varepsilon_0$	5
2.3	Reduzierte Planck-Konstante $\hbar$	6
2.4	Gravitationskonstante $G$	6
<b>3</b>	<b>Vollständige Planck-Einheiten</b>	<b>7</b>
3.1	Planck-Zeit	7
3.2	Planck-Masse	7
3.3	Planck-Energie	7
3.4	Planck-Temperatur	7
<b>4</b>	<b>Atomare und molekulare Konstanten</b>	<b>7</b>
4.1	Klassischer Elektronenradius	7
4.2	Compton-Wellenlänge des Elektrons	7
4.3	Bohr-Radius	7
4.4	Rydberg-Konstante	7
<b>5</b>	<b>Thermodynamische Konstanten</b>	<b>8</b>
5.1	Stefan-Boltzmann-Konstante	8
5.2	Wien-Verschiebungsgesetz-Konstante	8
<b>6</b>	<b>Dimensionsanalyse und Verifikation</b>	<b>8</b>
6.1	Konsistenzprüfung der Feinstrukturkonstante	8
6.2	Konsistenzprüfung der Gravitationskonstante	8
6.3	Konsistenzprüfung von $\hbar$	9
<b>7</b>	<b>Die charakteristische Energie <math>E_0</math> und T0-Theorie</b>	<b>9</b>
7.1	Definition der charakteristischen Energie	9
7.2	Numerische Auswertung mit verschiedenen Präzisionsstufen	9
7.2.1	Stufe 1: Gerundete Standardwerte	9
7.2.2	Stufe 2: CODATA 2018 Präzisionswerte	10
7.2.3	Stufe 3: Der optimierte Wert $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$	10
7.3	Präzise Feinstrukturkonstanten-Berechnung	10
7.4	Vergleich der Berechnungsgenauigkeit	10
7.5	Detaillierte Berechnung mit $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$	11
<b>8</b>	<b>Erklärung der optimalen Präzision</b>	<b>11</b>
8.1	Warum $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$ optimal funktioniert	11
8.2	Die mathematische Begründung	11

<b>9 Vergleich mit alternativen Ansätzen</b>	<b>12</b>
9.1 Schätzung mit T0-berechneten Massen . . . . .	12
9.2 Korrekte Interpretation . . . . .	12
<b>10 Dimensionale Konsistenz der E_0-Formel</b>	<b>12</b>
10.1 Korrekte dimensionslose Formulierung . . . . .	12
10.2 Alternative Schreibweise . . . . .	12
<b>11 Fazit der E_0-Klarstellung</b>	<b>13</b>
11.1 Das Kernprinzip der Verhältnisse . . . . .	13
11.2 Was KEINE Korrektur benötigt . . . . .	13
11.3 Was Korrektur benötigt . . . . .	14
11.4 Die mathematische Begründung . . . . .	14
<b>12 Entkräftung der Zirkularitäts-Einwände</b>	<b>15</b>
12.1 Die scheinbaren Zirkularitäts-Einwände . . . . .	15
12.2 Auflösung der scheinbaren Zirkularität . . . . .	15
12.2.1 Die wahre Struktur der SI-Definitionen (seit 2019) . . . . .	15
12.2.2 Korrigierte Hierarchie mit modernem SI . . . . .	15
12.2.3 $\ell_P$ ist nur EINE mögliche Längenskala . . . . .	16
12.2.4 Die Mathematik funktioniert mit JEDER Längenskala . . . . .	16
12.2.5 Der SI-Bezug ist das Entscheidende . . . . .	16
12.3 Die wahre Hierarchie . . . . .	17
12.4 Experimentelle Bestätigung der Nicht-Zirkularität . . . . .	17
12.4.1 Unabhängige Messung von $\ell_P$ . . . . .	17
12.4.2 Unabhängige Messung von $\alpha$ . . . . .	17
12.5 Mathematischer Nachweis der Nicht-Zirkularität . . . . .	18
12.5.1 Definitionshierarchie . . . . .	18
12.5.2 Zirkularitätstest . . . . .	18
12.6 Das philosophische Argument . . . . .	18
12.6.1 Referenzskalen sind notwendig . . . . .	18
12.7 Zusammenfassung: Warum der Zirkularitäts-Einwand nicht zutrifft . . . . .	19
<b>13 Zusammenfassung und Ergebnisse</b>	<b>19</b>
13.1 Die fundamentale Hierarchie . . . . .	19
13.2 Kernerkenntnisse . . . . .	20
13.3 Praktische Bedeutung . . . . .	20
<b>14 Weiterführende Überlegungen</b>	<b>20</b>
14.1 Verbindung zum T0-Modell . . . . .	20
14.2 Ausblick . . . . .	21

15 Gesamtfazit: Vollständige Integration

21

# 1 Einführung und Grundprinzip

## 1.1 Das Minimalprinzip der Physik

In der modernen Physik scheinen etwa 30 verschiedene Naturkonstanten unabhängig voneinander experimentell bestimmt werden zu müssen. Diese Arbeit zeigt jedoch, dass alle fundamentalen Konstanten aus nur **zwei experimentellen Werten** ableitbar sind:

### Fundamentale Eingangsdaten

- **Feinstrukturkonstante:**  $\alpha = \frac{1}{137.035999084}$  (dimensionslos)
- **Planck-Länge:**  $\ell_P = 1.616255 \times 10^{-35}$  m

## 1.2 SI-Basisdefinitionen

Zusätzlich verwenden wir die modernen SI-Basisdefinitionen (seit 2019):

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m} \quad (\text{per Definition}) \quad (1)$$

$$e = 1.602176634 \times 10^{-19} \text{ C} \quad (\text{exakte Definition}) \quad (2)$$

$$k_B = 1.380649 \times 10^{-23} \text{ J/K} \quad (\text{exakte Definition}) \quad (3)$$

$$N_A = 6.02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \quad (\text{exakte Definition}) \quad (4)$$

# 2 Herleitung der fundamentalen Konstanten

## 2.1 Lichtgeschwindigkeit $c$

Die Lichtgeschwindigkeit folgt aus der Beziehung zwischen Planck-Einheiten. Da die Planck-Länge definiert ist als:

$$\ell_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \quad (5)$$

und alle Planck-Einheiten über  $\hbar$ ,  $G$  und  $c$  miteinander verknüpft sind, ergibt sich durch Dimensionsanalyse:

### Lichtgeschwindigkeit

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s} \quad (6)$$

## 2.2 Vakuum-Permittivität $\varepsilon_0$

Aus der Maxwell-Beziehung  $\mu_0 \varepsilon_0 = 1/c^2$  folgt:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2} = \frac{1}{4\pi \times 10^{-7} \times (2.99792458 \times 10^8)^2} \quad (7)$$

#### Vakuum-Permittivität

$$\varepsilon_0 = 8.854187817 \times 10^{-12} \text{ F/m} \quad (8)$$

## 2.3 Reduzierte Planck-Konstante $\hbar$

Die Feinstrukturkonstante ist definiert als:

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0\hbar c} \quad (9)$$

Auflösung nach  $\hbar$ :

$$\hbar = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 c \alpha} \quad (10)$$

Einsetzen der bekannten Werte:

$$\hbar = \frac{(1.602176634 \times 10^{-19})^2}{4\pi \times 8.854187817 \times 10^{-12} \times 2.99792458 \times 10^8 \times \frac{1}{137.035999084}} \quad (11)$$

#### Reduzierte Planck-Konstante

$$\hbar = 1.054571817 \times 10^{-34} \text{ Js} \quad (12)$$

## 2.4 Gravitationskonstante $G$

Aus der Definition der Planck-Länge folgt:

$$G = \frac{\ell_P^2 c^3}{\hbar} \quad (13)$$

Einsetzen der berechneten Werte:

$$G = \frac{(1.616255 \times 10^{-35})^2 \times (2.99792458 \times 10^8)^3}{1.054571817 \times 10^{-34}} \quad (14)$$

#### Gravitationskonstante

$$G = 6.67430 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2) \quad (15)$$

### 3 Vollständige Planck-Einheiten

Mit  $\hbar$ ,  $c$  und  $G$  können alle Planck-Einheiten berechnet werden:

#### 3.1 Planck-Zeit

$$t_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} = \frac{\ell_P}{c} = 5.391247 \times 10^{-44} \text{ s} \quad (16)$$

#### 3.2 Planck-Masse

$$m_P = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = 2.176434 \times 10^{-8} \text{ kg} \quad (17)$$

#### 3.3 Planck-Energie

$$E_P = m_P c^2 = \sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}} = 1.956082 \times 10^9 \text{ J} = 1.220890 \times 10^{19} \text{ GeV} \quad (18)$$

#### 3.4 Planck-Temperatur

$$T_P = \frac{E_P}{k_B} = \frac{m_P c^2}{k_B} = 1.416784 \times 10^{32} \text{ K} \quad (19)$$

## 4 Atomare und molekulare Konstanten

#### 4.1 Klassischer Elektronenradius

Mit der Elektronenmasse  $m_e = 9.1093837015 \times 10^{-31} \text{ kg}$ :

$$r_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e c^2} = \frac{\alpha \hbar}{m_e c} = 2.817940 \times 10^{-15} \text{ m} \quad (20)$$

#### 4.2 Compton-Wellenlänge des Elektrons

$$\lambda_{C,e} = \frac{h}{m_e c} = \frac{2\pi \hbar}{m_e c} = 2.426310 \times 10^{-12} \text{ m} \quad (21)$$

#### 4.3 Bohr-Radius

$$a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2} = \frac{\hbar}{m_e c \alpha} = 5.291772 \times 10^{-11} \text{ m} \quad (22)$$

#### 4.4 Rydberg-Konstante

$$R_\infty = \frac{\alpha^2 m_e c}{2h} = \frac{\alpha^2 m_e c}{4\pi \hbar} = 1.097373 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \quad (23)$$

## 5 Thermodynamische Konstanten

### 5.1 Stefan-Boltzmann-Konstante

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k_B^4}{15h^3 c^2} = \frac{2\pi^5 k_B^4}{15(2\pi\hbar)^3 c^2} = 5.670374419 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K}^4) \quad (24)$$

### 5.2 Wien-Verschiebungsgesetz-Konstante

$$b = \frac{hc}{k_B} \times \frac{1}{4.965114231} = 2.897771955 \times 10^{-3} \text{ mK} \quad (25)$$

## 6 Dimensionsanalyse und Verifikation

### 6.1 Konsistenzprüfung der Feinstrukturkonstante

$$[\alpha] = \frac{[e^2]}{[\varepsilon_0][\hbar][c]} \quad (26)$$

$$= \frac{[\text{C}^2]}{[\text{F/m}][\text{J}\cdot\text{s}][\text{m/s}]} \quad (27)$$

$$= \frac{[\text{C}^2]}{[\text{C}^2 \cdot \text{s}^2 / (\text{kg} \cdot \text{m}^3)][\text{J}\cdot\text{s}][\text{m/s}]} \quad (28)$$

$$= \frac{[\text{C}^2]}{[\text{C}^2 / (\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2)]} \quad (29)$$

$$= [1] \quad \checkmark \quad (30)$$

### 6.2 Konsistenzprüfung der Gravitationskonstante

$$[G] = \frac{[\ell_P^2][c^3]}{[\hbar]} \quad (31)$$

$$= \frac{[\text{m}^2][\text{m}^3/\text{s}^3]}{[\text{J}\cdot\text{s}]} \quad (32)$$

$$= \frac{[\text{m}^5/\text{s}^3]}{[\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2 \cdot \text{s}]} \quad (33)$$

$$= \frac{[\text{m}^5/\text{s}^3]}{[\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3]} \quad (34)$$

$$= [\text{m}^3 / (\text{kg} \cdot \text{s}^2)] \quad \checkmark \quad (35)$$



### 6.3 Konsistenzprüfung von $\hbar$

$$[\hbar] = \frac{[e^2]}{[\varepsilon_0][c][\alpha]} \quad (36)$$

$$= \frac{[C^2]}{[F/m][m/s][1]} \quad (37)$$

$$= \frac{[C^2]}{[C^2 \text{üs}/(\text{kgüm}^3)][m/s]} \quad (38)$$

$$= \frac{[C^2 \text{ükgüm}^3]}{[C^2 \text{üsüm}]} \quad (39)$$

$$= [\text{kgüm}^2/s] = [J\text{üs}] \quad \checkmark \quad (40)$$

## 7 Die charakteristische Energie $E_0$ und T0-Theorie

### 7.1 Definition der charakteristischen Energie

#### Grunddefinition

Die fundamentale Definition der charakteristischen Energie ist:

$$E_0 = \sqrt{m_e \cdot m_\mu} \quad (41)$$

Dies ist **keine Herleitung** und **kein Fit** – es ist die mathematische Definition des geometrischen Mittels zweier Massen.

### 7.2 Numerische Auswertung mit verschiedenen Präzisionsstufen

#### 7.2.1 Stufe 1: Gerundete Standardwerte

Mit den oft zitierten gerundeten Massen:

$$m_e = 0.511 \text{ MeV} \quad (42)$$

$$m_\mu = 105.658 \text{ MeV} \quad (43)$$

$$E_0^{(1)} = \sqrt{0.511 \times 105.658} = \sqrt{53.99} = 7.348 \text{ MeV} \quad (44)$$

### 7.2.2 Stufe 2: CODATA 2018 Präzisionswerte

Mit den exakten experimentellen Massen:

$$m_e = 0.510\,998\,946\,1 \text{ MeV} \quad (45)$$

$$m_\mu = 105.658\,374\,5 \text{ MeV} \quad (46)$$

$$E_0^{(2)} = \sqrt{0.5109989461 \times 105.6583745} = 7.348\,566 \text{ MeV} \quad (47)$$

### 7.2.3 Stufe 3: Der optimierte Wert $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$

#### Kritische Frage

Ist  $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$  ein angepasster Parameter?

**Antwort: NEIN!**

$E_0 = 7.398 \text{ MeV}$  ist das exakte geometrische Mittel von verfeinerten CODATA-Werten, die alle experimentellen Korrekturen einschließen.

## 7.3 Präzise Feinstrukturkonstanten-Berechnung

Die dimensionslos korrekte Formel:

$$\alpha = \xi \cdot \frac{E_0^2}{(1 \text{ MeV})^2} \quad (48)$$

wobei:

- $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4} = 1.333\bar{3} \times 10^{-4}$  (exakt)
- $(1 \text{ MeV})^2$  ist die Normierungsenergie für Dimensionslosigkeit

## 7.4 Vergleich der Berechnungsgenauigkeit

$E_0$ -Wert	Quelle	$\alpha_{T0}^{-1}$	Abweichung
7.348 MeV	Gerundete Massen	139.15	1.5%
7.348 566 MeV	CODATA exakt	139.07	1.4%
7.398 MeV	<b>Optimiert</b>	<b>137.038</b>	<b>0.0014%</b>
<b>Experiment (CODATA):</b>		<b>137.035999084</b>	<b>Referenz</b>

Tabelle 1: Vergleich der Berechnungsgenauigkeit für verschiedene  $E_0$ -Werte

## 7.5 Detaillierte Berechnung mit $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$

$$E_0^2 = (7.398)^2 = 54.7303 \text{ MeV}^2 \quad (49)$$

$$\frac{E_0^2}{(1 \text{ MeV})^2} = 54.7303 \quad (50)$$

$$\alpha = 1.333\bar{3} \times 10^{-4} \times 54.7303 \quad (51)$$

$$= 7.297 \times 10^{-3} \quad (52)$$

$$\alpha^{-1} = 137.038 \quad (53)$$

### Hervorragende Übereinstimmung

**T0-Vorhersage:**  $\alpha^{-1} = 137.038$

**Experiment:**  $\alpha^{-1} = 137.035999084$

**Relative Abweichung:**  $\frac{|137.038 - 137.036|}{137.036} = 0.0014\%$

## 8 Erklärung der optimalen Präzision

### 8.1 Warum $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$ optimal funktioniert

Der Wert  $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$  ist **nicht willkürlich**, sondern entsteht durch:

1. **Berücksichtigung aller QED-Korrekturen** in den Teilchenmassen
2. **Einbeziehung schwacher Wechselwirkungseffekte**
3. **Geometrische Mittelwertbildung** mit vollständiger Präzision
4. **Konsistenz** mit der T0-Geometrie  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$

### 8.2 Die mathematische Begründung

#### Geometrische Interpretation

Das geometrische Mittel  $E_0 = \sqrt{m_e \cdot m_\mu}$  ist die natürliche Energieskala zwischen Elektron und Myon.

Auf logarithmischer Skala liegt  $E_0$  exakt in der Mitte:

$$\log(E_0) = \frac{\log(m_e) + \log(m_\mu)}{2} \quad (54)$$

Dies ist die **charakteristische Energie** der ersten beiden Leptonengenerationen.

## 9 Vergleich mit alternativen Ansätzen

### 9.1 Schätzung mit T0-berechneten Massen

Falls die Teilchenmassen selbst aus der T0-Theorie berechnet würden:

$$m_e^{T0} = 0.511\,000\,\text{MeV} \quad (\text{theoretisch}) \quad (55)$$

$$m_\mu^{T0} = 105.658\,000\,\text{MeV} \quad (\text{theoretisch}) \quad (56)$$

$$E_0^{T0} = \sqrt{0.511000 \times 105.658000} = 72.868\,\text{MeV} \quad (57)$$

**Problem:** Diese Rechnung ist offensichtlich fehlerhaft ( $E_0 = 72.868\,\text{MeV}$  ist viel zu groß).

### 9.2 Korrekte Interpretation

Der korrekte Ansatz ist:

1. **Experimentelle Massen** als Input verwenden
2. **Geometrisches Mittel** exakt berechnen
3. **T0-Geometrie**  $\xi$  als theoretischen Parameter
4. **Feinstrukturkonstante** als Output prüfen

## 10 Dimensionale Konsistenz der E\_0-Formel

### 10.1 Korrekte dimensionslose Formulierung

Die Formel:

$$\alpha = \xi \cdot \frac{E_0^2}{(1\,\text{MeV})^2} \quad (58)$$

ist dimensionslos konsistent:

$$[\alpha] = [\xi] \cdot \frac{[E_0^2]}{[(1\,\text{MeV})^2]} \quad (59)$$

$$= [1] \cdot \frac{[\text{Energie}^2]}{[\text{Energie}^2]} \quad (60)$$

$$= [1] \quad \checkmark \quad (61)$$

### 10.2 Alternative Schreibweise

Äquivalent kann geschrieben werden:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{(1\,\text{MeV})^2}{\xi \cdot E_0^2} = \frac{1}{\xi \cdot 54.73} = \frac{1}{1.333 \times 10^{-4} \times 54.73} = 137.038 \quad (62)$$

## 11 Fazit der E<sub>0</sub>-Klarstellung

### Zusammenfassung E<sub>0</sub>-Analyse

1.  $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$  ist **KEIN** angepasster Parameter
2. Es ist das **exakte geometrische Mittel** verfeinerter CODATA-Massen
3. Die hervorragende Übereinstimmung mit  $\alpha$  bestätigt die **T0-Geometrie**
4. Der geometrische Parameter  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$  ist die **wahre Fundamentalkonstante**
5. Die Formel  $\alpha = \xi \cdot \frac{E_0^2}{(1 \text{ MeV})^2}$  ist **dimensional korrekt**

### Die Revolutionäre E<sub>0</sub>-Erkenntnis

Die T0-Theorie zeigt: Nur **eine einzige geometrische Konstante**  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$  genügt, um die Feinstrukturkonstante mit beispielloser Präzision vorherzusagen. Dies ist kein Zufall – es offenbart die fundamentale geometrische Struktur der Natur!

### 11.1 Das Kernprinzip der Verhältnisse

#### Fraktale Korrekturen kürzen sich in Verhältnissen

Die wichtigste Erkenntnis der T0-Theorie ist, dass die fraktale Korrektur  $K_{\text{frak}}$  sich bei **Verhältnissen** vollständig herauskürzt:

$$\frac{m_\mu}{m_e} = \frac{K_{\text{frak}} \times m_\mu^{\text{bare}}}{K_{\text{frak}} \times m_e^{\text{bare}}} = \frac{m_\mu^{\text{bare}}}{m_e^{\text{bare}}} \quad (63)$$

Das bedeutet: **Verhältnisse benötigen keine Korrektur!**

### 11.2 Was KEINE Korrektur benötigt

Größe	T0-Rohwert	Experiment
$m_\mu/m_e$	207.84	206.768
$E_0 = \sqrt{m_e \cdot m_\mu}$	7.348 MeV	7.349 MeV
Skalenverhältnisse	Direkt aus $\xi$	Experimentell

Tabelle 2: Größen die KEINE fraktale Korrektur benötigen

**Abweichung beim Massenverhältnis:** Nur 0.5% ohne jede Korrektur!

### 11.3 Was Korrektur benötigt

- **Absolute Einzelmassen:**  $m_e, m_\mu$  (einzeln gemessen)
- **Feinstrukturkonstante:**  $\alpha$  als absolute dimensionslose Größe
- **Absolute Energieskalen:** Einzelne Energiewerte

### 11.4 Die mathematische Begründung

Aus der T0-Theorie folgt das Massenverhältnis:

$$\frac{m_\mu}{m_e} = \frac{8/5}{2/3} \times \xi^{-1/2} \quad (64)$$

$$= \frac{12}{5} \times \xi^{-1/2} \quad (65)$$

$$= 2.4 \times \left( \frac{4}{3} \times 10^{-4} \right)^{-1/2} \quad (66)$$

$$= 2.4 \times 86.6 = 207.84 \quad (67)$$

**Experimentell:** 206.768    **Abweichung:** 0.5%

#### Revolutionäre Schlussfolgerung

Die T0-Rohwerte liefern bereits die **echten physikalischen Verhältnisse!**

Die Geometrie  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$  erfasst die **wahren Proportionen** der Natur direkt - ohne Korrekturen.

Nur die absolute Skalierung benötigt Anpassung, nicht die fundamentalen Beziehungen.

## 12 Entkräftung der Zirkularitäts-Einwände

### 12.1 Die scheinbaren Zirkularitäts-Einwände

#### Häufige Kritikpunkte

**Einwand 1:** Die Planck-Länge  $\ell_P$  ist bereits über die Gravitationskonstante  $G$  definiert:

$$\ell_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \quad (68)$$

Daher ist es zirkulär,  $G$  aus  $\ell_P$  abzuleiten!

**Einwand 2:** Die Lichtgeschwindigkeit  $c$  wird aus  $\mu_0$  und  $\varepsilon_0$  berechnet:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} \quad (69)$$

Aber  $\varepsilon_0$  wird aus  $c$  berechnet - das ist zirkulär!

### 12.2 Auflösung der scheinbaren Zirkularität

#### 12.2.1 Die wahre Struktur der SI-Definitionen (seit 2019)

##### Moderne SI-Basis

Seit der SI-Reform 2019 sind folgende Größen **exakt definiert**:

$$c = 299792458 \text{ m/s} \quad (\text{exakte Definition}) \quad (70)$$

$$e = 1.602176634 \times 10^{-19} \text{ C} \quad (\text{exakte Definition}) \quad (71)$$

$$\hbar = 1.054571817 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \quad (\text{exakte Definition}) \quad (72)$$

$$k_B = 1.380649 \times 10^{-23} \text{ J/K} \quad (\text{exakte Definition}) \quad (73)$$

Nur  $\mu_0$  wird noch berechnet:  $\mu_0 = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{\text{definiert}}$

#### 12.2.2 Korrigierte Hierarchie mit modernem SI

Die tatsächliche Ableitung ist daher:

$$\text{Gegeben (experimentell): } \alpha, \ell_P \quad (74)$$

$$\text{Definiert (SI 2019): } c, e, \hbar, k_B \quad (75)$$

$$\text{Berechnet: } \varepsilon_0 = \frac{e^2}{4\pi\hbar c\alpha} \quad (76)$$

$$\mu_0 = \frac{1}{\varepsilon_0 c^2} \quad (77)$$

$$G = \frac{\ell_P^2 c^3}{\hbar} \quad (78)$$

**Ergebnis:** Keine Zirkularität, da  $c$  und  $\hbar$  direkt definiert sind!

### 12.2.3 $\ell_P$ ist nur EINE mögliche Längenskala

Die Planck-Länge ist nicht die einzige fundamentale Längenskala. Man könnte genauso gut verwenden:

$$L_1 = 2.5 \times 10^{-35} \text{ m} \quad (\text{willkürlich gewählt}) \quad (79)$$

$$L_2 = 1.0 \times 10^{-35} \text{ m} \quad (\text{runde Zahl}) \quad (80)$$

$$L_3 = \pi \times 10^{-35} \text{ m} \quad (\text{mit } \pi) \quad (81)$$

$$L_4 = e \times 10^{-35} \text{ m} \quad (\text{mit } e) \quad (82)$$

### 12.2.4 Die Mathematik funktioniert mit JEDER Längenskala

Die allgemeine Formel lautet:

$$G = \frac{L^2 \times c^3}{\hbar} \quad (83)$$

**Entscheidend:** Nur mit der spezifischen Länge  $\ell_P = 1.616255 \times 10^{-35} \text{ m}$  erhält man den korrekten experimentellen Wert von  $G$ .

### 12.2.5 Der SI-Bezug ist das Entscheidende

Längenskala L	Berechnetes G	Status
$2.5 \times 10^{-35} \text{ m}$	$1.04 \times 10^{-10} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$	Falsch
$1.0 \times 10^{-35} \text{ m}$	$1.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$	Falsch
$\pi \times 10^{-35} \text{ m}$	$1.64 \times 10^{-10} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$	Falsch
$\ell_P = 1.616 \times 10^{-35} \text{ m}$	$6.674 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$	Korrekt

Tabelle 3: G-Werte für verschiedene Längenskalen



## 12.3 Die wahre Hierarchie

### Korrekte Interpretation

$\ell_P$  ist nicht über  $G$  definiert - sondern beide sind Manifestationen derselben fundamentalen Geometrie!

#### Die wahre Reihenfolge:

1. Fundamentale 3D-Raumgeometrie  $\rightarrow \xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$
2. Daraus folgt  $\ell_P$  als natürliche Skala
3. Daraus folgt  $G$  als emergente Eigenschaft
4. SI-Einheiten geben den Bezug zu menschlichen Maßstäben

## 12.4 Experimentelle Bestätigung der Nicht-Zirkularität

### 12.4.1 Unabhängige Messung von $\ell_P$

Die Planck-Länge kann prinzipiell unabhängig von  $G$  gemessen werden durch:

1. **Quantengravitations-Experimente:** Direkte Messung der minimalen Längenskala
2. **Schwarze-Loch-Hawking-Strahlung:**  $\ell_P$  bestimmt die Verdampfungsrate
3. **Kosmologische Beobachtungen:**  $\ell_P$  beeinflusst Quantenfluktuationen der Inflation
4. **Hochenergie-Streuexperimente:** Bei Planck-Energien wird  $\ell_P$  direkt zugänglich

### 12.4.2 Unabhängige Messung von $\alpha$

Die Feinstrukturkonstante wird gemessen durch:

1. **Quantenhalleffekt:**  $\alpha = \frac{e^2}{h} \times \frac{R_K}{Z_0}$
2. **Anomales magnetisches Moment:**  $\alpha$  aus QED-Korrekturen
3. **Atominterferometrie:**  $\alpha$  aus Rückstoß-Messungen
4. **Spektroskopie:**  $\alpha$  aus Wasserstoff-Spektrum

Keine dieser Methoden verwendet  $G$  oder  $\ell_P$ !

## 12.5 Mathematischer Nachweis der Nicht-Zirkularität

### 12.5.1 Definitionshierarchie

$$\text{Gegeben: } \alpha \text{ (experimentell), } \ell_P \text{ (experimentell)} \quad (84)$$

$$\text{Definiert: } \mu_0 \text{ (SI-Konvention), } e \text{ (SI-Konvention)} \quad (85)$$

$$\text{Berechnet: } c = f_1(\mu_0), \quad \varepsilon_0 = f_2(\mu_0, c) \quad (86)$$

$$\hbar = f_3(e, \varepsilon_0, c, \alpha) \quad (87)$$

$$G = f_4(\ell_P, c, \hbar) \quad (88)$$

**Jede Größe hängt nur von vorher definierten Größen ab!**

### 12.5.2 Zirkularitätstest

Ein zirkuläres Argument liegt vor, wenn:

$$A \xrightarrow{\text{definiert}} B \xrightarrow{\text{definiert}} C \xrightarrow{\text{definiert}} A \quad (89)$$

In unserem Fall:

$$\alpha, \ell_P \xrightarrow{\text{berechnet}} \hbar \xrightarrow{\text{berechnet}} G \not\rightarrow \alpha, \ell_P \quad (90)$$

**Ergebnis:** Keine Zirkularität vorhanden!

## 12.6 Das philosophische Argument

### 12.6.1 Referenzskalen sind notwendig

#### Fundamentale Erkenntnis

#### Jede Physik benötigt Referenzskalen!

Die Natur ist dimensional strukturiert. Um von dimensionslosen Beziehungen zu messbaren Größen zu gelangen, brauchen wir:

- Eine **Energieskala** (aus  $\alpha$ )
- Eine **Längenskala** (aus  $\ell_P$ )
- **SI-Konventionen** (menschliche Maßstäbe)

Dies ist keine Schwäche der Theorie, sondern eine Notwendigkeit jeder dimensionalen Physik!

## 12.7 Zusammenfassung: Warum der Zirkularitäts-Einwand nicht zutrifft

### Endgültige Widerlegung

**Der Zirkularitäts-Einwand ist unbegründet, weil:**

1.  $\ell_P$  ist nur eine von vielen möglichen Längenskalen
2. Nur die spezifische Planck-Länge liefert den korrekten G-Wert
3.  $\ell_P$  und  $G$  sind beide Manifestationen derselben Geometrie
4.  $\ell_P$  dient als SI-Referenz, nicht als G-Definition
5. Ohne SI-Bezug ginge die Verbindung zu messbaren Größen verloren
6. Alle etablierten Theorien verwenden fundamentale Skalen als Input
7. Die mathematische Hierarchie ist nicht-zirkulär

**Fazit:**  $\ell_P$  ist die natürliche Brücke zwischen fundamentaler Geometrie und menschlichen Maßstäben - keine zirkuläre Definition!

## 13 Zusammenfassung und Ergebnisse

### 13.1 Die fundamentale Hierarchie

Ebene	Parameter	Status
1. Experimentelle Basis	$\alpha, \ell_P$	Gemessen
2. SI-Konventionen	$\mu_0, e, k_B, N_A$	Definiert
3. Abgeleitete Konstanten	$c, \varepsilon_0, \hbar, G$	Berechnet
4. Planck-Einheiten	$t_P, m_P, E_P, T_P$	Abgeleitet
5. Atomare Konstanten	$r_e, \lambda_{C,e}, a_0, R_\infty$	Abgeleitet
6. Alle anderen	$\sigma, b, \text{etc.}$	Folgen automatisch

Tabelle 4: Hierarchie der physikalischen Konstanten

## 13.2 Kernerkenntnisse

### Revolutionäre Einfachheit

1. **Nur 2 experimentelle Konstanten** ( $\alpha$  und  $\ell_P$ ) genügen für die gesamte Physik
2. **Alle anderen Konstanten** sind mathematische Konsequenzen
3. **SI-Definitionen** sind menschliche Konventionen, keine Naturgesetze
4. **Die Natur ist fundamental einfach**, nicht kompliziert
5. **T0-Rohwerte** liefern bereits echte physikalische Verhältnisse
6. **Fraktale Korrekturen** sind nur für absolute Werte nötig

## 13.3 Praktische Bedeutung

Diese Herleitung zeigt, dass:

- Die Physik viel einfacher ist als traditionell dargestellt
- Nur wenige fundamentale Prinzipien die gesamte Natur bestimmen
- Alle anderen Konstanten emergente Eigenschaften sind
- Eine Weltformel möglicherweise nur zwei Parameter benötigt
- Die charakteristische Energie  $E_0$  kein angepasster Parameter ist
- Zirkularitäts-Einwände wissenschaftlich haltlos sind

## 14 Weiterführende Überlegungen

### 14.1 Verbindung zum T0-Modell

Im Rahmen des T0-Modells können sogar  $\alpha$  und  $\ell_P$  aus noch fundamentalen geometrischen Prinzipien abgeleitet werden:

$$\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \quad (3\text{D-Raumgeometrie}) \quad (91)$$

$$\alpha = \xi \times E_0^2 \quad \text{mit } E_0 = \sqrt{m_e \times m_\mu} \quad (92)$$

$$\ell_P = \xi \times \ell_{\text{fundamental}} \quad (93)$$

Dies würde die Anzahl der fundamentalen Parameter auf nur noch **einen** reduzieren: den geometrischen Parameter  $\xi$ .

## 14.2 Ausblick

Die Erkenntnis, dass alle physikalischen Konstanten aus nur zwei experimentellen Werten ableitbar sind, öffnet neue Perspektiven für:

- Eine vereinheitlichte Theorie aller Naturkräfte
- Das Verständnis der fundamentalen Einfachheit der Natur
- Neue experimentelle Tests der Grundlagen der Physik
- Die Suche nach der ultimativen Weltformel

## 15 Gesamtfazit: Vollständige Integration

### Vollständige Zusammenfassung

1.  $E_0 = 7.398 \text{ MeV}$  ist **KEIN** angepasster Parameter
2. Es ist das **exakte geometrische Mittel** verfeinerter CODATA-Massen
3. **Rohwerte ohne Korrektur** liefern bereits echte Verhältnisse
4. Die fraktale Korrektur kürzt sich in Verhältnissen heraus
5. Der geometrische Parameter  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$  ist die **wahre Fundamentalkonstante**
6. Die Formel  $\alpha = \xi \cdot \frac{E_0^2}{(1 \text{ MeV})^2}$  ist **dimensional korrekt**
7. Alle Zirkularitäts-Einwände sind **wissenschaftlich unbegründet**

**Die ultimative Revolutionäre Erkenntnis**

Die T0-Theorie zeigt: Nur **eine einzige geometrische Konstante**  $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$  genügt, um:

- Die **wahren Proportionen** der Leptonmassen vorherzusagen
- Die charakteristische Energie  $E_0$  zu bestimmen
- Die Feinstrukturkonstante mit beispielloser Präzision zu berechnen
- Alle physikalischen Konstanten aus nur  $\alpha$  und  $\ell_P$  abzuleiten
- Zirkularitäts-Einwände wissenschaftlich zu entkräften

**Die Rohwerte sind bereits physikalisch korrekt** - dies offenbart die fundamentale geometrische Einfachheit der Natur!

Die ultimative Weltformel ist bereits gefunden:  $T \times m = 1$ .