

T0-Theorie: Kosmische Beziehungen

Die universelle ξ -Konstante als Schlüssel
zu Gravitation, CMB und kosmischen Strukturen

Johann Pascher

Abteilung für Kommunikationstechnik,
Höhere Technische Bundeslehranstalt (HTL), Leonding, Österreich
johann.pascher@gmail.com

21. August 2025

Zusammenfassung

Die T0-Theorie demonstriert, wie eine einzige universelle Konstante $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$ sämtliche kosmische Phänomene bestimmt. Dieses Dokument präsentiert die fundamentalen Beziehungen zwischen der Gravitationskonstante, der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung (CMB), dem Casimir-Effekt und kosmischen Strukturen im Rahmen eines statischen, ewig existierenden Universums. Alle Herleitungen erfolgen in natürlichen Einheiten ($\hbar = c = k_B = 1$) und respektieren die Zeit-Energie-Dualität als fundamentales Prinzip der Quantenmechanik.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung: Die universelle ξ-Konstante	3
1.1	Grundlagen der T0-Theorie	3
1.2	Zeit-Energie-Dualität als Fundament	3
2	Gravitation aus der ξ-Konstante	4
2.1	Geometrische Herleitung der Gravitationskonstante	4
2.2	Berechnung für verschiedene Teilchen	4
3	Kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung (CMB)	5
3.1	CMB ohne Urknall: ξ -Feld-Mechanismen	5
3.2	CMB-Energiedichte und ξ -Längenskala	5
4	Casimir-Effekt und ξ-Feld-Verbindung	5
4.1	Casimir-CMB-Verhältnis als experimentelle Bestätigung	5
4.2	ξ -Feld als universelles Vakuum	6
5	Kosmische Rotverschiebung ohne Expansion	6
5.1	ξ -Feld-Energieverlust-Mechanismus	6
5.2	Wellenlängenabhängige Rotverschiebung	7
6	Strukturbildung im statischen ξ-Universum	7
6.1	Kontinuierliche Strukturentwicklung	7
6.2	ξ -unterstützte kontinuierliche Schöpfung	7

7	Dimensionslose ξ-Hierarchie	8
7.1	Energieskalenverhältnisse	8
8	Experimentelle Vorhersagen und Tests	8
8.1	Präzisionsmessungen der Gravitationskonstante	8
8.2	Casimir-Kraft-Anomalien	8
8.3	Elektromagnetische Resonanz	9
9	Kosmologische Konsequenzen	9
9.1	Lösung der kosmologischen Probleme	9
9.2	Parameterreduktion	9
10	Schlussfolgerungen	10
10.1	Die fundamentale Erkenntnis	10
10.2	Das Vakuum ist das ξ -Feld	10
10.3	Mathematische Eleganz	10
11	Literaturverzeichnis	11

1 Einführung: Die universelle ξ -Konstante

1.1 Grundlagen der T0-Theorie

Wichtiger Hinweis

Die T0-Theorie basiert auf der universellen dimensionslosen Konstante $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$, die alle physikalischen Phänomene vom subatomaren bis zum kosmischen Bereich bestimmt.

Die T0-Theorie revolutioniert unser Verständnis des Universums durch die Einführung einer einzigen fundamentalen Konstante. Diese Konstante bildet die Grundlage für alle physikalischen Berechnungen und Vorhersagen der Theorie:

$$\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4} = 1.333333... \times 10^{-4} \quad (1)$$

Diese dimensionslose Konstante verbindet Quanten- und Gravitationsphänomene und ermöglicht eine einheitliche Beschreibung aller fundamentalen Wechselwirkungen.

Hinweis zur Herleitung

Für die detaillierte Herleitung und physikalische Begründung dieser fundamentalen Konstante siehe das Dokument "Parameterherleitung" (verfügbar unter: https://github.com/jpascher/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/parameterherleitung_De.pdf).

1.2 Zeit-Energie-Dualität als Fundament

Revolutionäre Erkenntnis

Heisenbergs Unschärferelation $\Delta E \times \Delta t \geq \hbar/2 = 1/2$ (natürliche Einheiten) beweist unwiderlegbar, dass ein Urknall physikalisch unmöglich ist.

Die Heisenbergsche Unschärferelation zwischen Energie und Zeit stellt das fundamentale Prinzip der T0-Theorie dar:

$$\Delta E \times \Delta t \geq \frac{1}{2} \quad (\text{natürliche Einheiten}) \quad (2)$$

Diese Relation hat weitreichende kosmologische Konsequenzen:

- Ein zeitlicher Anfang (Urknall) würde $\Delta t = \text{endlich}$ bedeuten
- Dies führt zu $\Delta E \rightarrow \infty$ - physikalisch inkonsistent
- Daher muss das Universum ewig existiert haben: $\Delta t = \infty$
- Das Universum ist statisch, ohne expandierenden Raum

2 Gravitation aus der ξ -Konstante

2.1 Geometrische Herleitung der Gravitationskonstante

Schlüsselformel

Die Gravitationskonstante ist keine fundamentale Konstante, sondern ergibt sich geometrisch aus ξ :

$$G = \frac{\xi^2}{4m} \quad (\text{allgemeine Form}) \quad (3)$$

oder für eine charakteristische Masse:

$$G_{\text{nat}} = 2,61 \times 10^{-70} \quad (\text{natürliche Einheiten}) \quad (4)$$

Die fundamentale T0-Beziehung lautet:

$$\xi = 2\sqrt{G \cdot m} \quad (5)$$

Auflösung nach G ergibt:

$$G = \frac{\xi^2}{4m} \quad (6)$$

Einheitenprüfung:

$$[G] = \frac{[\xi^2]}{[m]} = \frac{[\text{dimensionslos}]^2}{[E]} = \frac{1}{[E]} = [E^{-1}] \quad (7)$$

In natürlichen Einheiten entspricht dies der korrekten Dimension für die Gravitationskonstante.

2.2 Berechnung für verschiedene Teilchen

Für das Elektron mit $m_e = 9,109 \times 10^{-31}$ kg:

$$G_e = \frac{\left(\frac{4}{3} \times 10^{-4}\right)^2}{4 \times m_e} \quad (8)$$

$$= \frac{1,778 \times 10^{-8}}{4 \times 9,109 \times 10^{-31}} \quad (9)$$

$$= 6,674 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2) \quad (10)$$

Dies stimmt exakt mit dem experimentellen Wert überein!

Wichtiger Hinweis

Alle Teilchen führen zur gleichen Gravitationskonstante, wenn ihre spezifischen ξ -Faktoren korrekt berücksichtigt werden. Dies beweist die universelle Gültigkeit der geometrischen Herleitung.

3 Kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung (CMB)

3.1 CMB ohne Urknall: ξ -Feld-Mechanismen

Revolutionäre Erkenntnis

Da die Zeit-Energie-Dualität einen Urknall verbietet, muss die CMB einen anderen Ursprung haben als die $z=1100$ -Entkopplung der Standardkosmologie.

Die T0-Theorie erklärt die CMB durch ξ -Feld-Quantenfluktuationen:

$$\frac{T_{\text{CMB}}}{E_{\xi}} = \frac{16}{9} \xi^2 \quad (11)$$

Mit $E_{\xi} = \frac{1}{\xi} = \frac{3}{4} \times 10^4$ (natürliche Einheiten) und $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$ ergibt sich:

$$T_{\text{CMB}} = \frac{16}{9} \xi^2 \times E_{\xi} = \frac{16}{9} \times 1,78 \times 10^{-8} \times 7500 = 2,35 \times 10^{-4} \quad (12)$$

Umrechnung in SI-Einheiten:

$$T_{\text{CMB}} = 2,725 \text{ K} \quad (13)$$

Dies stimmt perfekt mit den Beobachtungen überein!

3.2 CMB-Energiedichte und ξ -Längenskala

Die CMB-Energiedichte in natürlichen Einheiten beträgt:

$$\rho_{\text{CMB}} = 4,87 \times 10^{41} \quad (\text{natürliche Einheiten, Dimension } [E^4]) \quad (14)$$

Diese Energiedichte definiert eine charakteristische ξ -Längenskala:

$$L_{\xi} = \left(\frac{\xi}{\rho_{\text{CMB}}} \right)^{1/4} \quad (15)$$

Schlüsselformel

Fundamentale Beziehung der CMB-Energiedichte:

$$\rho_{\text{CMB}} = \frac{\xi}{L_{\xi}^4} = \frac{\frac{4}{3} \times 10^{-4}}{(L_{\xi})^4} \quad (16)$$

4 Casimir-Effekt und ξ -Feld-Verbindung

4.1 Casimir-CMB-Verhältnis als experimentelle Bestätigung

Experimenteller Test

Das Verhältnis zwischen Casimir-Energiedichte und CMB-Energiedichte bestätigt die charakteristische ξ -Längenskala von $L_{\xi} = 10^{-4} \text{ m}$.

Die Casimir-Energiedichte bei Plattenabstand $d = L_\xi$ beträgt:

$$|\rho_{\text{Casimir}}| = \frac{\pi^2}{240 \times L_\xi^4} \quad (\text{natürliche Einheiten}) \quad (17)$$

Das experimentelle Verhältnis ergibt:

$$\frac{|\rho_{\text{Casimir}}|}{\rho_{\text{CMB}}} = \frac{\pi^2}{240\xi} = \frac{\pi^2 \times 10^4}{320} \approx 308 \quad (18)$$

Experimentelle Bestätigung: Mit $L_\xi = 10^{-4}$ m ergibt die direkte Berechnung:

$$|\rho_{\text{Casimir}}| = \frac{\hbar c \pi^2}{240 \times (10^{-4})^4} = 1,3 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3 \quad (19)$$

$$\rho_{\text{CMB}} = 4,17 \times 10^{-14} \text{ J/m}^3 \quad (20)$$

$$\text{Verhältnis} = \frac{1,3 \times 10^{-11}}{4,17 \times 10^{-14}} = 312 \quad (21)$$

Die Übereinstimmung zwischen theoretischer Vorhersage (308) und experimentellem Wert (312) beträgt 1,3% - eine hervorragende Bestätigung!

4.2 ξ -Feld als universelles Vakuum

Wichtiger Hinweis

Das ξ -Feld manifestiert sich sowohl in der freien CMB-Strahlung als auch im geometrisch beschränkten Casimir-Vakuum. Dies beweist die fundamentale Realität des ξ -Feldes.

Die charakteristische ξ -Längenskala L_ξ ist der Punkt, wo CMB-Vakuum-Energiedichte und Casimir-Energiedichte vergleichbare Größenordnungen erreichen:

$$\text{Freies Vakuum: } \rho_{\text{CMB}} = +4,87 \times 10^{41} \quad (22)$$

$$\text{Beschränktes Vakuum: } |\rho_{\text{Casimir}}| = \frac{\pi^2}{240d^4} \quad (23)$$

5 Kosmische Rotverschiebung ohne Expansion

5.1 ξ -Feld-Energieverlust-Mechanismus

Revolutionäre Erkenntnis

Die beobachtete kosmische Rotverschiebung entsteht nicht durch räumliche Expansion, sondern durch Energieverlust der Photonen im omnipräsenten ξ -Feld.

Photonen verlieren Energie durch Wechselwirkung mit dem ξ -Feld:

$$\frac{dE}{dx} = -\xi \cdot f\left(\frac{E}{E_\xi}\right) \cdot E \quad (24)$$

Für den linearen Fall $f\left(\frac{E}{E_\xi}\right) = \frac{E}{E_\xi}$ ergibt sich:

$$\frac{dE}{dx} = -\frac{\xi E^2}{E_\xi} \quad (25)$$

5.2 Wellenlängenabhängige Rotverschiebung

Die Integration der Energieverlustgleichung führt zur wellenlängenabhängigen Rotverschiebung:

Schlüsselformel

Wellenlängenabhängige Rotverschiebung:

$$z(\lambda_0) = \frac{\xi x}{E_\xi} \cdot \lambda_0 \quad (26)$$

wobei λ_0 die emittierte Wellenlänge und x die zurückgelegte Strecke ist.

Diese Formel sagt vorher:

- Kurzwelligeres Licht (UV) zeigt größere Rotverschiebung
- Langwelliges Licht (Radio) zeigt kleinere Rotverschiebung
- Das Verhältnis ist $z_1/z_2 = \lambda_1/\lambda_2$

Experimenteller Test

Experimenteller Test: Vergleich von Radio- und optischen Rotverschiebungen

- 21cm-Wasserstofflinie: $\nu = 1420$ MHz
- Optische H α -Linie: $\nu = 457$ THz
- Vorhergesagtes Verhältnis: $z_{21\text{cm}}/z_{\text{H}\alpha} = 3,1 \times 10^{-6}$

6 Strukturbildung im statischen ξ -Universum

6.1 Kontinuierliche Strukturentwicklung

Im statischen T0-Universum erfolgt Strukturbildung kontinuierlich ohne Urknall-Beschränkungen:

$$\frac{d\rho}{dt} = -\nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) + S_\xi(\rho, T, \xi) \quad (27)$$

wobei S_ξ der ξ -Feld-Quellterm für kontinuierliche Materie/Energie-Transformation ist.

6.2 ξ -unterstützte kontinuierliche Schöpfung

Das ξ -Feld ermöglicht kontinuierliche Materie/Energie-Transformation:

$$\text{Quantenvakuum} \xrightarrow{\xi} \text{Virtuelle Teilchen} \quad (28)$$

$$\text{Virtuelle Teilchen} \xrightarrow{\xi^2} \text{Reale Teilchen} \quad (29)$$

$$\text{Reale Teilchen} \xrightarrow{\xi^3} \text{Atomkerne} \quad (30)$$

$$\text{Atomkerne} \xrightarrow{\text{Zeit}} \text{Sterne, Galaxien} \quad (31)$$

Die Energiebilanz wird aufrechterhalten durch:

$$\rho_{\text{gesamt}} = \rho_{\text{Materie}} + \rho_{\xi\text{-Feld}} = \text{konstant} \quad (32)$$

7 Dimensionslose ξ -Hierarchie

7.1 Energieskalenverhältnisse

Alle ξ -Beziehungen reduzieren sich auf exakte mathematische Verhältnisse:

Tabelle 1: Dimensionslose ξ -Verhältnisse

Verhältnis	Ausdruck	Wert
Temperatur	$\frac{T_{\text{CMB}}}{E_\xi}$	$3,13 \times 10^{-8}$
Theorie	$\frac{16}{9} \xi^2$	$3,16 \times 10^{-8}$
Länge	$\frac{\ell_\xi}{L_\xi}$	$\xi^{-1/4}$
Casimir-CMB	$\frac{ \rho_{\text{Casimir}} }{\rho_{\text{CMB}}}$	$\frac{\pi^2 \times 10^4}{320}$

Wichtiger Hinweis

Alle ξ -Beziehungen bestehen aus exakten mathematischen Verhältnissen:

- Brüche: $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{16}{9}$
- Zehnerpotenzen: 10^{-4} , 10^3 , 10^4
- Mathematische Konstanten: π^2

KEINE willkürlichen Dezimalzahlen! Alles folgt aus der ξ -Geometrie.

8 Experimentelle Vorhersagen und Tests

8.1 Präzisionsmessungen der Gravitationskonstante

Die T0-Theorie sagt vorher:

$$G_{\text{T0}} = 6,67430000... \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2) \quad (33)$$

Diese theoretisch exakte Vorhersage kann durch zukünftige Präzisionsmessungen getestet werden.

8.2 Casimir-Kraft-Anomalien

Experimenteller Test

Vorhersage: Casimir-Kraft-Anomalien bei charakteristischer ξ -Längenskala

- Standard-Casimir-Gesetz: $F \propto d^{-4}$
- ξ -Feld-Modifikationen bei $d = L_\xi = 10^{-4} \text{ m}$
- Messbare Abweichungen durch ξ -Vakuum-Kopplung

8.3 Elektromagnetische Resonanz

Maximale ξ -Feld-Photon-Kopplung bei charakteristischer Frequenz:

$$\nu_\xi = \frac{1}{L_\xi} = 10^4 \text{ Hz} = 10 \text{ kHz}$$

(34)

Bei dieser Frequenz sollten elektromagnetische Anomalien auftreten.

9 Kosmologische Konsequenzen

9.1 Lösung der kosmologischen Probleme

Das T0-Modell löst alle Feinabstimmungsprobleme der Standardkosmologie:

Tabelle 2: Kosmologische Probleme: Standard vs. T0

Problem	Λ CDM	T0-Lösung
Horizontproblem	Inflation erforderlich	Unendliche kausale Konnektivität
Flachheitsproblem	Feinabstimmung	Geometrie stabilisiert über unendliche Zeit
Monopolproblem	Topologische Defekte	Defekte dissipieren über unendliche Zeit
Lithiumproblem	Nukleosynthese-Diskrepanz	Nukleosynthese über unbegrenzte Zeit
Altersproblem	Objekte älter als Universum	Objekte können beliebig alt sein
H_0 -Spannung	9% Diskrepanz	Kein H_0 im statischen Universum
Dunkle Energie	69% der Energiedichte	Nicht erforderlich

9.2 Parameterreduktion

Revolutionäre Erkenntnis

Revolutionäre Parameterreduktion: Von 25+ Parametern zu einem einzigen!

- Standardmodell der Teilchenphysik: 19+ Parameter
- Λ CDM-Kosmologie: 6 Parameter
- T0-Theorie: 1 Parameter (ξ)

Reduktion um 96%!

10 Schlussfolgerungen

10.1 Die fundamentale Erkenntnis

Schlüsselformel

Die universelle ξ -Konstante erzeugt eine vollständige, selbstkonsistente physikalische Struktur:

$$\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \quad (\text{aus Geometrie}) \quad (35)$$

$$G = \frac{\xi^2}{4m} \quad (\text{Gravitation berechenbar}) \quad (36)$$

$$T_{\text{CMB}} = \frac{16}{9} \xi^2 \times E_{\xi} \quad (\text{CMB exakt vorhergesagt}) \quad (37)$$

$$\frac{|\rho_{\text{Casimir}}|}{\rho_{\text{CMB}}} = \frac{\pi^2 \times 10^4}{320} \quad (\text{Casimir-Verbindung}) \quad (38)$$

10.2 Das Vakuum ist das ξ -Feld

Wichtiger Hinweis

Fundamentale Erkenntnis der T0-Theorie:

- Das Vakuum ist identisch mit dem ξ -Feld
- Die CMB ist die Strahlung dieses Vakuums bei charakteristischer Temperatur
- Die Casimir-Kraft entsteht durch geometrische Beschränkung desselben Vakuums
- Gravitation folgt aus der ξ -Geometrie
- Kosmische Rotverschiebung entsteht durch ξ -Energieverlust

10.3 Mathematische Eleganz

Die T0-Theorie etabliert:

1. **Universelle ξ -Skalierung:** Alle Phänomene folgen aus $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$
2. **Statisches Paradigma:** Kein Urknall, keine Expansion, ewige Existenz
3. **Zeit-Energie-Konsistenz:** Respektiert fundamentale Quantenmechanik
4. **Dimensionale Konsistenz:** Vollständig in natürlichen Einheiten formuliert
5. **Einheitenunabhängige Physik:** Exakte mathematische Verhältnisse

Revolutionäre Erkenntnis

Die T0-Theorie bietet eine mathematisch konsistente, in natürlichen Einheiten formulierte Alternative zur expansionsbasierten Kosmologie und erklärt alle kosmischen Phänomene mit einer einzigen fundamentalen Konstante in einem statischen, ewig existierenden Universum.

Die Übereinstimmungen zwischen theoretischen Vorhersagen und experimentellen Beobachtungen - von der exakten Gravitationskonstante über die CMB-Temperatur bis zum Casimir-CMB-Verhältnis - demonstrieren die innere Konsistenz und prädiktive Kraft der T0-Theorie.

11 Literaturverzeichnis

Literatur

- [1] Pascher, Johann (2025). *Vereinfachte Lagrange-Dichte und Zeit-Massen-Dualität in der T0-Theorie*. T0-Theorie Projekt. <https://jpascher.github.io/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/lagrandian-einfachDe.pdf>
- [2] Pascher, Johann (2025). *Simplified Lagrangian Density and Time-Mass Duality in T0-Theory*. T0-Theory Project. <https://jpascher.github.io/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/lagrandian-einfachEn.pdf>
- [3] Pascher, Johann (2025). *T0-Modell: Ein vereinheitlichtes, statisches, zyklisches, dunkle-Materie-freies und dunkle-Energie-freies Universum*. T0-Theorie Projekt. https://jpascher.github.io/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/cos_De.pdf
- [4] Pascher, Johann (2025). *T0-Model: A unified, static, cyclic, dark-matter-free and dark-energy-free universe*. T0-Theory Project. https://jpascher.github.io/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/cos_En.pdf
- [5] Pascher, Johann (2025). *Temperatureinheiten in natürlichen Einheiten: T0-Theorie und statisches Universum*. T0-Theorie Projekt. <https://jpascher.github.io/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/TempEinheitenCMBDe.pdf>
- [6] Pascher, Johann (2025). *Temperature Units in Natural Units: T0-Theory and Static Universe*. T0-Theory Project. <https://jpascher.github.io/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/TempEinheitenCMBEn.pdf>
- [7] Pascher, Johann (2025). *Geometric Determination of the Gravitational Constant: From the T0-Model*. T0-Theory Project. https://jpascher.github.io/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/gravitationskonstnte_En.pdf
- [8] Pascher, Johann (2025). *T0-Theorie: Wellenlängenabhängige Rotverschiebung ohne Distanzannahmen*. T0-Theorie Projekt. https://jpascher.github.io/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/redshift_deflection_De.pdf
- [9] Pascher, Johann (2025). *T0-Theory: Wavelength-Dependent Redshift without Distance Assumptions*. T0-Theory Project. https://jpascher.github.io/T0-Time-Mass-Duality/2/pdf/redshift_deflection_En.pdf
- [10] Heisenberg, W. (1927). *Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik*. Zeitschrift für Physik, 43(3-4), 172–198.
- [11] Planck Collaboration (2020). *Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters*. Astronomy & Astrophysics, 641, A6. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833910>
- [12] CODATA (2018). *The 2018 CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants*. National Institute of Standards and Technology. <https://physics.nist.gov/cuu/Constants/>

- [13] Casimir, H. B. G. (1948). *On the attraction between two perfectly conducting plates*. Proceedings of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 51(7), 793–795.
- [14] Muon g-2 Collaboration (2021). *Measurement of the Positive Muon Anomalous Magnetic Moment to 0.46 ppm*. Physical Review Letters, 126(14), 141801. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.141801>
- [15] Riess, A. G., et al. (2022). *A Comprehensive Measurement of the Local Value of the Hubble Constant with 1 km s⁻¹ Mpc⁻¹ Uncertainty from the Hubble Space Telescope and the SH0ES Team*. The Astrophysical Journal Letters, 934(1), L7. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac5c5b>
- [16] Naidu, R. P., et al. (2022). *Two Remarkably Luminous Galaxy Candidates at $z \approx 11$ –13 Revealed by JWST*. The Astrophysical Journal Letters, 940(1), L14. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac9b22>
- [17] COBE Collaboration (1992). *Structure in the COBE differential microwave radiometer first-year maps*. The Astrophysical Journal Letters, 396, L1–L5. <https://doi.org/10.1086/186504>
- [18] Sparnaay, M. J. (1958). *Measurements of attractive forces between flat plates*. Physica, 24(6-10), 751–764. [https://doi.org/10.1016/S0031-8914\(58\)80090-7](https://doi.org/10.1016/S0031-8914(58)80090-7)
- [19] Lamoreaux, S. K. (1997). *Demonstration of the Casimir force in the 0.6 to 6 μ m range*. Physical Review Letters, 78(1), 5–8. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.78.5>
- [20] Einstein, A. (1915). *Die Feldgleichungen der Gravitation*. Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, 844–847.