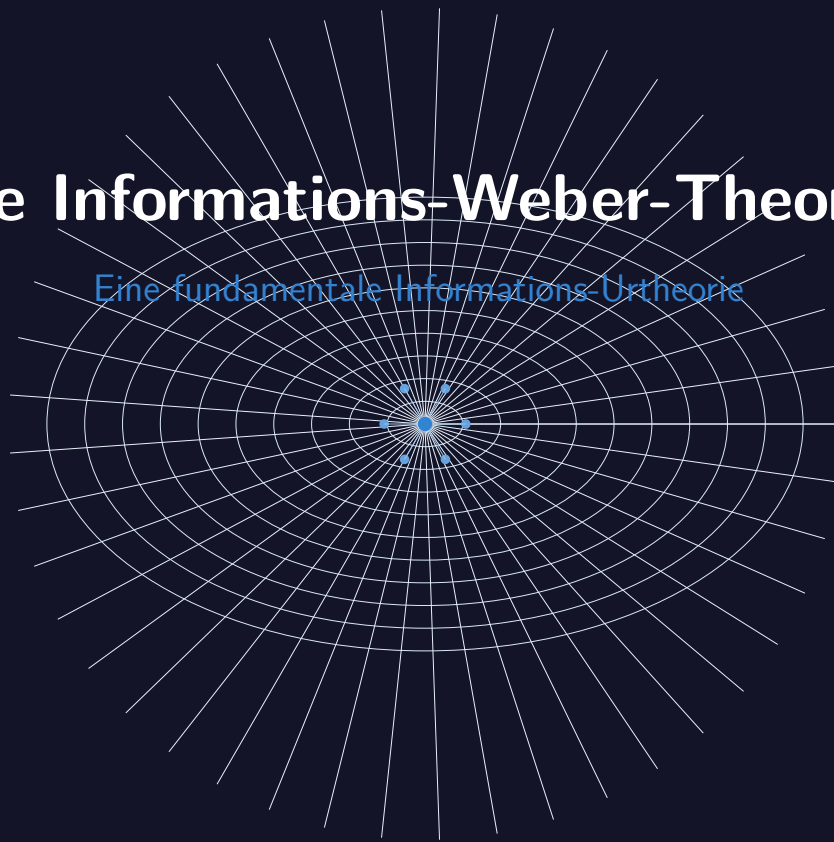


$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2+\phi)} \approx 2.71$$

Die Informations-Weber-Theorie

Eine fundamentale Informations-Urtheorie



$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho}}{\sqrt{\rho}}$$

Michael Czybor

$I = \text{konstant}$

Die Informations-Weber-Theorie
Eine fundamentale Informations-Urtheorie

Michael Czybor

20. Dezember 2025

Vorwort

Dieses Werk stellt die konsequente Weiterentwicklung der Weber–De-Broglie–Bohm-Theorie dar und hebt sie auf eine neue fundamentale Ebene: die Formulierung der Physik als *Informationsdynamik*. Information wird als primäre physikalische Größe verstanden, deren Erhaltung und Transformation die bekannten Gesetze der Mechanik, der Quantenphysik und der Gravitation hervorbringen.

Die klassische Weber-Theorie liefert die lokale Struktur direkter Wechselwirkungen. Die Bohm’sche Mechanik ergänzt diese Struktur um eine globale, nichtlokale Organisationsdynamik. Die analoge WDBT vereinigt beide Ansätze zu einer Fernwirkungstheorie ohne Raummodell, die bereits wesentliche Phänomene wie die Periheldrehung oder die Quantenstruktur korrekt beschreibt.

Die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) steht historisch und logisch zwischen dieser analogen WDBT und der informationsbasierten Theorie: Sie übernimmt die gravitative Dynamik der Weber-Struktur, ersetzt jedoch die Fernwirkung durch eine geometrische Raumzeit und ermöglicht damit Gravitationswellen. Gleichzeitig fehlt der ART die nichtlokale Informationsstruktur des Bohm-Potentials.

Wird die ART um diese informationsbasierte Quantenstruktur ergänzt, entsteht eine erweiterte Theorie – *ART+* – in der echte Singularitäten verschwinden und der Urknall durch einen *Big Bounce* ersetzt wird. Die vollständige informationsbasierte Theorie, die in diesem Buch entwickelt wird, geht jedoch über ART und ART+ hinaus: Die digitale Informations-Weber-Theorie (WDBT+) führt ein diskretes Informationsnetz ein, aus dem Raum, Zeit, Dynamik und Naturkonstanten emergieren. In dieser Struktur werden Gravitationswellen, Rotationskurven, die CMB-Anisotropien und die Werte der Naturkonstanten nicht postuliert, sondern als Konsequenzen der Informationsarchitektur verstanden.

Dieses Buch verfolgt daher zwei Ziele: Erstens zeigt es, dass die Weber–De-Broglie–Bohm-Theorie eine konsistente Grundlage für Gravitation und Quantenmechanik bildet. Zweitens entwickelt es eine informationsbasierte Urtheorie, in der Energie, Raum, Zeit und Dynamik als abgeleitete Größen erscheinen. Die Informations-Weber-Theorie verbindet direkte Wechselwirkungen, nichtlokale Quantenstruktur und fraktale Raumgeometrie zu einem kohärenten, widerspruchsfreien Fundament.

Michael Czybor
Langenstein/AT, 20. Dezember 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Information als fundamentale Größe der Physik	1
1.2	Motivation	1
1.2.1	Dogmatismus und blinde Flecken der modernen Physik	2
1.2.2	Spekulation statt Fortschritt	2
1.2.3	Alternative Theorien	2
1.3	Abweichende Perspektiven in der Physik: Licht, Relativität und alternative Modelle	3
1.3.1	Feynmans Teilchenmodell des Lichts	3
1.3.2	Widersprüche in der QED: Überlichtschnelle Photonen und Pfadintegrale	3
1.3.3	Energieabhängige Lichtgeschwindigkeit? Experimentelle Hinweise	4
1.4	Die Entwicklung des Wellenkonzepts in der Physik	4
1.5	Wellenphänomene: Die Dualität von instantaner Ganzheit und lokaler Ausbreitung	4
1.6	Das erweiterte Kausalitätskonzept	5
1.7	Axiome der Informations-Weber-Theorie	5
1.8	Aufbau und Zielsetzung dieses Buches	6
1.9	Zusammenfassung der Einleitung	6
2	Die Informations-Weber-Theorie	9
2.1	Der Informationszustand	9
2.1.1	Informationsdichte und Informationsfluss	9
2.2	Information als Ursprung physikalischer Größen	9
2.3	Dynamik als Informationsfluss	10
2.3.1	Lokale Dynamik: Weber-Kraft als Informationsfluss	10
2.3.2	Globale Dynamik: Quantenpotential als Informationsoperator	10
2.3.3	Die analoge WDBT als Fernwirkungstheorie	10
2.4	Raum als emergente Informationsgeometrie	11
2.4.1	Warum Raum nicht fundamental sein kann	11
2.4.2	Emergenz der Zeit	12
2.4.3	Fraktale Dimension als geometrische Signatur	13
2.4.4	Diskrete Informationsstruktur als Ursprung des Raumes	14
2.4.5	Emergenz der Dynamik aus der Informationsgeometrie	15
2.4.6	Emergenz von Gravitationswellen	16
2.4.7	CMB-Struktur als fossilierte Informationsgeometrie	16
2.4.8	Herleitung von Naturkonstanten	16
2.4.9	Einordnung von WDBT, ART und ART+	17
2.4.10	Zusammenfassung	17
2.5	Informations-Lagrange-Funktional	17
2.5.1	Definition des Funktionals	17

2.5.2	Variation und Euler-Lagrange-Gleichungen	17
2.5.3	Lokale und globale Beiträge	18
2.5.4	Informationsfluss als Bewegungsgleichung	18
2.6	Emergenz klassischer Gleichungen	18
2.6.1	Weber-Kraft als Grenzfall lokaler Informationsdynamik	18
2.6.2	Bohm-Potential als globaler Informationsoperator	19
2.6.3	Energie und Impuls als Informationsfunktionale	19
2.6.4	Zusammenführung der Grenzfälle	20
2.7	Zusammenfassung von Kapitel 2	20
3	Die klassische Weber-Elektrodynamik	21
3.1	Motivation	21
3.2	Historischer Kontext	21
3.3	Der Weber-Lagrange-Ansatz	21
3.4	Herleitung der Weber-Kraft	22
3.5	Interpretation der Terme	22
3.6	Bedeutung für die Informations-Weber-Theorie	22
4	Emergenz klassischer und quantenmechanischer Phänomene	23
4.1	Einleitung	23
4.2	Trägheit als emergente Informationsstruktur	23
4.3	Gravitation als Informationsfluss	24
4.4	Wellenphänomene als energetische Informationsorganisation	24
4.5	Nichtlokalität als systemische Ganzheit	24
4.6	Zusammenführung der klassischen und quantenmechanischen Emergenz	25
4.7	Mathematische Vertiefung der Trägheit	25
4.7.1	Trägheit aus dem lokalen Informationsfunktional	25
4.7.2	Effektive Masse als Informationssteifigkeit	25
4.8	Vertiefung der gravitativen Informationsdynamik	26
4.8.1	Informationsgradienten und Newton-Potential	26
4.8.2	Informationsfluss und Gravitationskraft	26
4.9	Vertiefung der Wellenphänomene	26
4.9.1	Variation des globalen Funktional	26
4.9.2	Interferenz als Informationsoptimierung	26
4.10	Vertiefung der Nichtlokalität	26
4.10.1	Systemische Kausalität	27
4.10.2	EPR-Korrelationen	27
4.11	Informationsmetriken und fraktale Geometrie	27
4.11.1	Fraktale Dimension	27
4.11.2	Makroskopische Emergenz	27
4.12	Energetische Interpretation der Informationsdynamik	27
4.12.1	Noether-Theorem im Informationsraum	27
4.12.2	Energie als Informationsmaß	27
4.13	Vergleich zu etablierten Theorien	28
5	Vergleich mit etablierten Theorien	29
5.1	Einleitung	29
5.2	Klassische Mechanik als lokaler Grenzfall	29
5.3	Elektrodynamik: Maxwell, Lorentz und Weber	30
5.3.1	Maxwell-Theorie als effektive Feldbeschreibung	30
5.3.2	Lorentz-Kraft als phänomenologische Näherung	30

5.3.3	Weber-Kraft als lokaler Grenzfall	30
5.4	Quantenmechanik als globale Informationsdynamik	31
5.5	Relativitätstheorie als emergente Geometrie	31
5.5.1	SRT als Symmetrie des Informationsflusses	31
5.5.2	ART als effektive Informationsgeometrie	31
5.6	Zusammenfassung	32
5.7	Frequenzabhängige Lichtablenkung als Test der Theorie	32
5.7.1	Vorhersage der ART	32
5.7.2	Vorhersage der Informations-Weber-Theorie	32
5.7.3	Experimentelle Tests	32
5.7.4	Von WDBT \rightarrow ART \rightarrow ART+ \rightarrow WDBT+	33
6	Plasmaphysik und Informationsdynamik	35
6.1	Plasma als Informationsmedium	35
6.2	Weber-Elektrodynamik im Plasma	35
6.3	Informationsgeometrie in Plasmen	36
6.4	Plasma-Kosmologie und Informations-Weber-Theorie	36
6.4.1	CMB-Struktur aus Informationsgeometrie	36
6.4.2	Rotverschiebung ohne Expansion	36
6.4.3	Galaxienbildung und Rotationskurven	37
6.5	Zusammenfassung	37
7	Naturkonstanten aus Informationsarchitektur	39
7.1	Einleitung: Warum Naturkonstanten nicht fundamental sind	39
7.2	Die Lichtgeschwindigkeit als maximale Informationsflussrate	39
7.2.1	Informationsfluss und Kopplungsdichte	40
7.2.2	Interpretation	40
7.3	Das Plancksche Wirkungsquantum als Maß der Informationsgranularität	40
7.3.1	Informationsgranularität und globale Organisation	40
7.3.2	Interpretation	40
7.4	Die Gravitationskonstante als Kopplungsparameter der Informationsgeometrie	41
7.4.1	Weber-Gravitation und Informationskopplung	41
7.4.2	Interpretation	41
7.5	Weitere Naturkonstanten	41
7.5.1	Die Feinstrukturkonstante	41
7.5.2	Die Elementarladung	41
7.5.3	Die Boltzmann-Konstante	41
7.6	Zusammenfassung	42
8	Experimentelle Vorhersagen und Tests	43
8.1	Einleitung: Testbarkeit einer Informations-Urtheorie	43
8.2	Vorhersagen, die der ART widersprechen	43
8.2.1	Keine echten Singularitäten	43
8.2.2	Abweichungen bei extremen Gravitationsfeldern	44
8.3	Vorhersagen, die der Quantenfeldtheorie widersprechen	44
8.3.1	Keine virtuellen Teilchen	44
8.3.2	Nichtlokalität ohne Widerspruch zur Kausalität	44
8.4	Kosmologische Tests	44
8.4.1	CMB-Fraktalität	44
8.4.2	Rotverschiebung ohne Expansion	45
8.4.3	Galaktische Rotationskurven ohne Dunkle Materie	45

8.5	Labor- und Plasma-Experimente	45
8.5.1	Weber-Effekte in Laborplasmen	45
8.5.2	Informationsflüsse in turbulenten Plasmen	45
8.6	Zusammenfassung	45
9	Ausblick	47
9.1	Eine neue Grundlage der Physik	47
9.2	Offene Fragen und zukünftige Entwicklungen	47
9.2.1	Numerische Simulationen der Informationsgeometrie	47
9.2.2	Quantitative Herleitung der Naturkonstanten	48
9.2.3	Informationsbasierte Kosmologie	48
9.3	Konsequenzen für Technologie und Wissenschaft	48
9.3.1	Neue Sicht auf Energie und Information	48
9.3.2	Informationsbasierte Messtechnik	48
9.3.3	Kosmologische Anwendungen	49
9.4	Schlussbemerkung	49
A	Mathematische Grundlagen der Informations-Weber-Theorie	51
A.1	Variationsrechnung	51
A.2	Euler-Lagrange-Gleichungen für Informationsfelder	51
A.3	Noether-Theorem im Informationsraum	51
A.4	Informationsmetriken und fraktale Dimension	52
B	Herleitungen	53
B.1	Herleitung der Weber-Kraft	53
B.2	Herleitung des Bohm-Potentials	53
B.3	Herleitung der Kontinuitätsgleichung	53
B.4	Herleitung der effektiven Masse	53
C	Beispiele und Anwendungen	55
C.1	Doppelspalt: vollständige Lösung	55
C.2	Harmonischer Oszillator	55
C.3	Kepler-Problem	55
C.4	Plasmawellen	55
D	Tabellen, Symbole und Definitionen	57
D.1	Symbolverzeichnis	57
D.2	Glossar	57
D.3	Wichtige Gleichungen	57

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Information als fundamentale Größe der Physik

Die zentrale These dieses Buches lautet: **Information ist die grundlegende physikalische Größe, aus der Energie, Raum, Zeit und Dynamik emergieren.** Während die klassische Physik Energie als fundamentale Erhaltungsgröße betrachtet, zeigt sich in modernen Theorien zunehmend, dass Energie selbst nur eine abgeleitete Form von Information ist – eine Maßzahl für die Organisation, Struktur und Veränderbarkeit physikalischer Zustände.

In der Quantenmechanik beschreibt die Wellenfunktion keine materielle Welle, sondern eine Informationsverteilung über mögliche Zustände. In der Thermodynamik ist Entropie ein Maß für fehlende Information. In der Relativitätstheorie bestimmt die Energie-Impuls-Verteilung die Geometrie der Raumzeit – doch diese Verteilung ist letztlich eine Informationsstruktur. Selbst die Lichtgeschwindigkeit erscheint weniger als fundamentale Konstante, sondern als Eigenschaft eines Informationsflusses in einem strukturierten Medium.

Die Weber-De Broglie-Bohm-Theorie (WDBT) bietet einen natürlichen Zugang zu dieser Sichtweise. Sie verbindet direkte Wechselwirkungen (Weber), wellenartige Informationsfelder (De Broglie) und nichtlokale Organisationsprinzipien (Bohm). In dieser Synthese wird deutlich, dass die Dynamik physikalischer Systeme nicht primär durch Kräfte, Felder oder Geometrien bestimmt wird, sondern durch die *Transformation von Information*.

Die in diesem Buch entwickelte **Informations-Weber-Theorie** hebt diesen Gedanken auf eine fundamentale Ebene. Sie interpretiert die bekannten physikalischen Größen als Informationsfunktionale und zeigt, dass die Erhaltung von Information die eigentliche Grundlage der Energieerhaltung ist. Die scheinbaren Widersprüche zwischen Quantenmechanik und Relativitätstheorie lösen sich auf, wenn man beide als unterschiedliche Manifestationen eines universellen Informationsprinzips versteht.

Diese Perspektive bildet den Ausgangspunkt für die folgenden Kapitel. Erst vor diesem Hintergrund wird verständlich, warum alternative Modelle – etwa die Weber-Elektrodynamik, die Bohmsche Mechanik oder fraktale Raumstrukturen – nicht exotische Randphänomene sind, sondern Hinweise auf eine tiefere, informationsbasierte Ordnung der Natur.

1.2 Motivation

Die moderne Physik steht vor grundlegenden Widersprüchen: Während die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) die Gravitation als Krümmung der Raumzeit beschreibt, basiert die

Spezielle Relativitätstheorie (SRT) auf idealisierten Inertialsystemen, die in einer gekrümmten Raumzeit streng genommen nicht existieren können. Dieser Konflikt wirft Fragen auf – etwa zur Natur der Lichtgeschwindigkeit, die in der SRT absolut ist, in der ART jedoch lokal variabel.

„Einstein’s postulates contain inherent contradictions when applied to real gravitational systems, challenging the universality of special relativity.“ [5]

Hinzu kommen ungelöste Probleme der Quantenmechanik: der Welle-Teilchen-Dualismus, der „Kollaps“ der Wellenfunktion bei Messungen und nicht-lokale Verschränkung. Selbst erfolgreiche Theorien wie die Quantenelektrodynamik (QED) postulieren scheinbar paradoxe Phänomene, etwa virtuelle Photonen mit Überlichtgeschwindigkeit im Pfadintegralformalismus.

Diese Spannungen deuten darauf hin, dass die etablierten Modelle möglicherweise nur Annäherungen an eine tiefere Realität sind. Statt Dogmen zu folgen, sollten wir alternative Perspektiven prüfen – wie die Weber-Elektrodynamik oder die De-Broglie-Bohm-Theorie (DBT), die in diesem Buch vorgestellt werden.

„The observer-dependent collapse of the wavefunction is not a fundamental feature of nature but a limitation of the standard interpretation.“ [3]

1.2.1 Dogmatismus und blinde Flecken der modernen Physik

Die heutige Physik leidet unter einer paradoxen Situation: Einerseits werden etablierte Theorien wie die ART oder die Quantenfeldtheorie kaum hinterfragt, obwohl sie fundamentale Schwächen aufweisen – Singularitäten in Schwarzen Löchern, unendliche Selbstenergien von Teilchen oder die Notwendigkeit „dunkler“ Entitäten. Andererseits werden unorthodoxe Ansätze oft bereits im Peer-Review aussortiert, obwohl sie Lösungen für diese Probleme bieten könnten.

Ein Beispiel ist die Interpretation der Hintergrundstrahlung (CMB) als Beweis für den Urknall. Alternative Erklärungen – etwa thermische Gleichgewichtsprozesse in Plasmen – werden kaum diskutiert, obwohl sie ohne Singularitäten auskommen. Ähnlich verhält es sich mit der Rotverschiebung von Galaxien, die nicht zwingend auf eine Expansion des Universums hindeuten muss.

„Theoretical physics has become stuck in a paradigm that values mathematical elegance over empirical testability, leading to a stagnation of genuine progress.“ [6]

1.2.2 Spekulation statt Fortschritt

Seit den revolutionären Durchbrüchen der Quantenmechanik und Relativitätstheorie vor einem Jahrhundert gab es kaum vergleichbare Fortschritte. Stattdessen dominieren spekulative Konzepte wie höhere Dimensionen oder Multiversen, die empirisch kaum überprüfbar sind.

Doch Wissenschaft sollte sich auf beobachtbare Phänomene konzentrieren. Die Weber-Elektrodynamik zeigt, wie sich elektromagnetische Effekte ohne Felder beschreiben lassen – durch direkte Wechselwirkungen zwischen Ladungen. Solche Ansätze könnten den Weg zu einer konsistenteren Physik ebnen.

1.2.3 Alternative Theorien

Ein zentrales Problem der modernen Physik liegt in ihrem übermäßigen Vertrauen in die Mathematik. Nur weil etwas mathematisch formulierbar ist, muss es noch lange nicht der physikalischen Realität entsprechen. Doch statt diese Grenzen anzuerkennen, werden grundlegende

Prinzipien der klassischen Physik – wie Energieerhaltung oder die Gesetze der Thermodynamik – zugunsten abstrakter Gleichungen aufgegeben.

Die ART beispielsweise postuliert eine dynamische Raumzeit, die scheinbar Energie aus dem Nichts erzeugen oder vernichten kann. Wo bleibt da die strenge Bilanz der Physik?

Konkrete Widersprüche zeigen sich in der Praxis: Nach der ART müssten Planeten durch die Abstrahlung von Gravitationswellen Energie verlieren – doch warum sind Planetenbahnen dann über Milliarden Jahre stabil? Wenn die Raumzeit als elastisches Gebilde beschrieben wird, das sich verformen und bewegen lässt: Welche Kraft verrichtet hier Arbeit, und woher kommt die Energie dafür?

Auch die vermeintlichen Beweise für den Urknall sind keineswegs so eindeutig, wie oft behauptet wird. Die kosmische CMB wird automatisch als Echo des Urknalls interpretiert – doch es gibt alternative Erklärungen, etwa thermische Gleichgewichtsprozesse oder Streuphänomene.

„The interpretation of cosmic microwave background as proof of the Big Bang ignores alternative explanations, such as intrinsic redshifts in plasma cosmology.“
[1]

Ebenso könnte die Rotverschiebung von Galaxien nicht nur durch Expansion, sondern auch durch andere Mechanismen verursacht werden. Selbst Phänomene wie die Lichtablenkung oder der Shapiro-Effekt lassen sich ohne ART erklären, wenn man alternative Gravitationsmodelle zulässt.

„Weber’s formulation of electrodynamics provides a consistent framework for gravitational phenomena without invoking curved spacetime.“ [2]

In diesem Buch sollen solche alternativen Erklärungen aufgezeigt werden. Die Physik darf nicht bei mathematischen Dogmen stehen bleiben – sie muss sich wieder auf Logik, Experiment und echte Kausalität besinnen.

1.3 Abweichende Perspektiven in der Physik: Licht, Relativität und alternative Modelle

1.3.1 Feynmans Teilchenmodell des Lichts

Richard Feynman argumentierte, dass selbst Interferenzphänomene durch Teilchen (Photonen) erklärbar sind – ohne Wellen. Dies wirft die Frage auf: Ist der Welle-Teilchen-Dualismus wirklich notwendig, oder spiegelt er nur die Grenzen unserer Modelle wider?

1.3.2 Widersprüche in der QED: Überlichtschnelle Photonen und Pfadintegrale

Der Pfadintegralformalismus der QED summiert über alle möglichen Photonenpfade – inklusive solcher mit Überlichtgeschwindigkeit. Mathematisch führt dies zu korrekten Vorhersagen, doch physikalisch bleibt unklar:

- Wenn Photonen virtuell schneller als Licht sein können, widerspricht dies nicht der SRT?
- Ist die Lichtgeschwindigkeit wirklich eine absolute Grenze, oder nur ein makroskopischer Effekt?

1.3.3 Energieabhängige Lichtgeschwindigkeit? Experimentelle Hinweise

Einige alternative Theorien (z. B. Schleifenquantengravitation oder VSL-Modelle) schlagen vor, dass die Lichtgeschwindigkeit von der Photonenenergie abhängen könnte.

Mögliche Indizien:

- Gammablitz mit extrem hohen Energien zeigen minimale Laufzeitunterschiede.
- Quantengravitationseffekte könnten bei hohen Energien zu Dispersion führen.

„The constancy of the speed of light is not an immutable law but a parameter that may vary under extreme conditions, offering solutions to cosmological puzzles.“ [4]

1.4 Die Entwicklung des Wellenkonzepts in der Physik

Das Verständnis von Wellen in der Physik hat sich im Laufe der Zeit radikal gewandelt. Während klassische Wellen wie Schall oder Wasserwellen als Störungen eines materiellen Mediums beschrieben werden konnten, führten elektromagnetische Wellen und Quantenphänomene zu grundlegenden Umbrüchen.

Maxwell zeigte 1865, dass Licht sich als elektromagnetische Welle auch ohne Äther ausbreitet – was die Frage aufwarf, wie Energie ohne Trägermedium transportiert wird. Die SRT etablierte die Lichtgeschwindigkeit als absolute Grenze, während die ART sie als lokal variabel beschreibt – ein scheinbarer Widerspruch, den alternative Theorien wie die Weber-Elektrodynamik zu lösen versuchen.

Die Quantenphysik revolutionierte das Wellenkonzept weiter: De Broglie verband Teilchen- und Welleneigenschaften, und die QED beschreibt Photonen als Felder mit überlichtschnellen Pfadintegral-Komponenten. Doch diese mathematische Eleganz wirft physikalische Deutungsprobleme auf – etwa die Rolle des Beobachters beim Kollaps der Wellenfunktion oder die nicht-lokale Natur der Quantenverschränkung.

Auch Gravitationswellen in der ART bleiben rätselhaft: Wenn Raumzeit als schwingendes Medium gilt, woher stammt die Energie für ihre Verformung?

Diese Widersprüche zeigen, dass die etablierten Theorien möglicherweise nur Annäherungen an eine tiefere Wahrheit sind.

1.5 Wellenphänomene: Die Dualität von instantaner Ganzheit und lokaler Ausbreitung

Wellen besitzen eine einzigartige Doppelnatur: lokale Ausbreitung und instantane globale Struktur. Diese Dualität zeigt sich besonders deutlich in fundamentalen Wechselwirkungen.

Die newtonsche Mechanik postuliert mit „actio = reactio“ eine instantane Fernwirkung:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (1.1)$$

Das Coulombsche Gesetz zeigt dieselbe Struktur:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r} \quad (1.2)$$

Interferenzphänomene wie das Doppelspaltexperiment zeigen, dass Wellen sich global so organisieren, dass die Gesamtenergie minimiert wird:

$$|\Psi(x)|^2 = |\psi_1(x) + \psi_2(x)|^2 \quad (1.3)$$

Die Weber-Elektrodynamik erweitert das Coulombsche Gesetz um geschwindigkeits- und beschleunigungsabhängige Terme:

$$\vec{F} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left[1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{2r\ddot{r}}{c^2} \right] \hat{r} \quad (1.4)$$

1.6 Das erweiterte Kausalitätskonzept

Die Physik benötigt einen erweiterten Kausalitätsbegriff, der sowohl lokale Dynamik (Energietransport) als auch systemische Ganzheit (globale Organisation) umfasst.

Das Bohm'sche Quantenpotential

$$Q(\vec{r}, t) = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho(\vec{r}, t)}}{\sqrt{\rho(\vec{r}, t)}} \quad (1.5)$$

wirkt instantan und global, während die Weber-Kraft lokale retardierte Effekte beschreibt.

Diese duale Struktur löst zahlreiche konzeptionelle Probleme der modernen Physik und bildet die Grundlage für die in diesem Buch entwickelte Theorie.

1.7 Axiome der Informations-Weber-Theorie

Die in diesem Buch entwickelte Informations-Weber-Theorie basiert auf einer kleinen Anzahl klar formulierter Grundannahmen, die als Axiome dienen. Sie ersetzen die Vielzahl unvereinbarer Postulate der modernen Physik durch ein einheitliches, informationsbasiertes Fundament.

Axiom I: Der physikalische Zustand ist ein Informationszustand

Jedes physikalische System wird durch eine Informationsverteilung beschrieben. Größen wie Energie, Impuls oder Ladung sind abgeleitete Funktionale dieser Verteilung.

Axiom II: Information ist eine Erhaltungsgröße

Die Zeitentwicklung eines Systems ist eine invertierbare Transformation des Informationszustands. Nichts geht verloren, nichts entsteht aus dem Nichts. Energieerhaltung ist ein Spezialfall dieses Prinzips.

Axiom III: Dynamik ist Informationsfluss

Die Bewegung von Teilchen, Feldern oder Wellen ergibt sich aus der Umlagerung von Information. Die Weber-Kraft beschreibt lokale Informationsflüsse, das Bohmsche Quantenpotential globale.

Axiom IV: Raum ist eine emergente Informationsgeometrie

Der physikalische Raum ist keine Grundgröße, sondern die effektive Metrik der Kopplungsstruktur des Informationsnetzes. Seine fraktale Dimension ist eine Eigenschaft dieser Struktur.

Axiom V: Kausalität besitzt zwei Ebenen

Lokale Kausalität beschreibt den Energietransport mit endlicher Geschwindigkeit. Systemische Kausalität beschreibt die instantane Organisation des Informationszustands. Beide sind komplementär.

1.8 Aufbau und Zielsetzung dieses Buches

Dieses Buch verfolgt zwei zentrale Ziele. Erstens soll gezeigt werden, dass die Weber-De Broglie-Bohm-Theorie (WDBT) eine konsistente Grundlage für eine alternative Quantengravitation darstellt. Zweitens wird diese Theorie zu einer informationsbasierten Urtheorie erweitert, in der Energie, Raum und Dynamik als abgeleitete Größen erscheinen.

Der Aufbau des Buches folgt dieser doppelten Zielsetzung:

1. **Einleitung und Motivation** Kritische Analyse der modernen Physik, ihrer Widersprüche und ihrer dogmatischen Annahmen. Einführung des Informationsbegriffs als fundamentale Größe.
2. **Informations-Weber-Theorie (WDBT 2.0)** Formulierung der Axiome, Definition des Informationszustands, Herleitung der Dynamik aus Informationsfluss. Interpretation der Weber-Kraft und des Quantenpotentials als Informationsoperatoren.
3. **Emergenz klassischer und quantenmechanischer Phänomene** Ableitung von Trägheit, Gravitation, Wellenphänomenen und Quantenverhalten aus den Informationsaxiomen.
4. **Vergleich mit etablierten Theorien** Analyse der Unterschiede zu ART, SRT, QED und Quantenfeldtheorie. Diskussion der Vorteile eines informationsbasierten Ansatzes.
5. **Anwendungen und Beispiele** Plasmaphysik, kosmologische Modelle, Lichtgeschwindigkeit, Rotverschiebung, Gravitationsphänomene.
6. **Ausblick** Konsequenzen einer informationsbasierten Physik für Technologie, Kosmologie und das Verständnis der Realität.

Diese Struktur ermöglicht es, die Informations-Weber-Theorie sowohl als Weiterentwicklung der klassischen WDBT als auch als eigenständige fundamentale Theorie zu verstehen.

1.9 Zusammenfassung der Einleitung

Die Einleitung dieses Buches hat gezeigt, dass die moderne Physik trotz ihrer beeindruckenden Erfolge vor grundlegenden konzeptionellen Problemen steht. Widersprüche zwischen SRT und ART, ungelöste Fragen der Quantenmechanik, spekulative Erweiterungen wie höhere Dimensionen oder Multiversen sowie die Abhängigkeit von mathematischen Konstruktionen ohne klare physikalische Interpretation deuten darauf hin, dass die etablierten Theorien nur Näherungen an eine tiefere Realität darstellen.

Der zentrale Gedanke dieses Werkes lautet, dass **Information die fundamentale physikalische Größe** ist, aus der Energie, Raum, Zeit und Dynamik emergieren. Energie erscheint in dieser Sichtweise nicht als primäre Erhaltungsgröße, sondern als Ausdruck der Struktur und Organisation eines Informationszustands. Die Weber-De Broglie-Bohm-Theorie liefert hierfür einen natürlichen Ausgangspunkt, da sie direkte Wechselwirkungen, wellenartige Informationsfelder und nichtlokale Organisationsprinzipien vereint.

Die formulierten Axiome der Informations-Weber-Theorie bilden das Fundament dieser neuen Perspektive. Sie beschreiben physikalische Systeme als Informationsverteilungen, deren Zeitentwicklung durch invertierbare Transformationen bestimmt wird. Dynamik wird als Umlagerung von Information verstanden, während Raum als emergente Geometrie der Kopplungsstruktur erscheint. Die Kausalität besitzt zwei Ebenen: eine lokale Dynamik des Energietransports und eine systemische Ganzheit, die die globale Organisation des Informationszustands bestimmt.

Diese Einleitung bereitet damit den Boden für die folgenden Kapitel, in denen die Informations-Weber-Theorie systematisch entwickelt wird. Kapitel 2 widmet sich der formalen Struktur dieser Theorie, definiert den Informationszustand, leitet die Dynamik aus den Axiomen her und zeigt, wie klassische und quantenmechanische Phänomene als emergente Eigenschaften einer tieferen Informationsordnung verstanden werden können.

Kapitel 2

Die Informations-Weber-Theorie

2.1 Der Informationszustand

Die Informations-Weber-Theorie geht von der grundlegenden Annahme aus, dass jeder physikalische Zustand durch eine *Informationsverteilung* beschrieben wird. Diese Informationsverteilung sei durch eine skalare Dichtefunktion

$$\rho_I(\vec{r}, t)$$

gegeben, die angibt, wie viel strukturierte Information an einem Ort im Raum vorliegt.

Im Gegensatz zu klassischen Feldern besitzt ρ_I keine direkte materielle Bedeutung. Sie beschreibt nicht Masse, Ladung oder Energie, sondern die *Organisation* des physikalischen Systems. Energie, Impuls und andere Größen ergeben sich als abgeleitete Funktionale dieser Informationsstruktur.

2.1.1 Informationsdichte und Informationsfluss

Analog zur Kontinuitätsgleichung der klassischen Physik wird der Informationsfluss durch einen Vektorstrom

$$\vec{J}_I(\vec{r}, t)$$

beschrieben. Die fundamentale Erhaltungsgleichung lautet:

$$\frac{\partial \rho_I}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{J}_I = 0. \quad (2.1)$$

Diese Gleichung ist das Herzstück der Theorie: Sie ersetzt die Energieerhaltung durch eine *Informationserhaltung*, aus der die Energieerhaltung als Spezialfall folgt.

2.2 Information als Ursprung physikalischer Größen

Die bekannten physikalischen Größen entstehen als Funktionale der Informationsdichte. Für die Energie gilt:

$$E[\rho_I] = \int f(\rho_I, \nabla \rho_I, \dots) d^3x,$$

wobei f eine noch zu bestimmende Funktion ist, die die Struktur des Systems beschreibt.

Impuls, Trägheit und sogar die geometrische Struktur des Raumes ergeben sich aus Transformations- und Symmetrieeigenschaften der Informationsverteilung.

2.3 Dynamik als Informationsfluss

Die Bewegungsgleichungen eines Systems ergeben sich aus der Umlagerung von Information. Die Weber-Kraft beschreibt lokale Informationsflüsse, während das Bohmsche Quantenpotential globale, systemische Informationsorganisation repräsentiert.

2.3.1 Lokale Dynamik: Weber-Kraft als Informationsfluss

Die Weber-Kraft kann als lokaler Informationsflussoperator interpretiert werden:

$$\vec{F}_{\text{Weber}} = \mathcal{W}[\rho_I, \vec{J}_I].$$

Die klassische Form der Weber-Kraft wird in Kapitel 3 hergeleitet und in den informationsbasierten Kontext eingeordnet.

2.3.2 Globale Dynamik: Quantenpotential als Informationsoperator

Das Bohmsche Quantenpotential

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho_I}}{\sqrt{\rho_I}}$$

beschreibt die systemische, nichtlokale Organisation des Informationszustands. In der Informations-Weber-Theorie wird Q als globaler Informationsoperator verstanden, der die gesamte Struktur des Systems berücksichtigt.

2.3.3 Die analoge WDBT als Fernwirkungstheorie

Die analoge Form der Weber-De-Broglie-Theorie beschreibt die Gesamtwirkung auf ein physikalisches System durch die Überlagerung dreier Fernwirkungsbeiträge:

$$F = F_{\text{WED}} + F_{\text{WG}} + F_Q.$$

- F_{WED} ist die Weber-Elektrodynamik als Fernwirkung zwischen Ladungen. Sie kommt ohne elektromagnetische Felder als ontologische Objekte aus und beschreibt die Wechselwirkung direkt über geschwindigkeits- und beschleunigungsabhängige Terme.
- F_{WG} ist die Weber-Gravitationskraft als Fernwirkung zwischen Massen, strukturell analog zur Weber-Elektrodynamik. Die Einführung von F_{WG} war ein entscheidender Meilenstein: Erst dadurch wurde die WDBT zu einer konsistenten Theorie, die elektromagnetische, gravitative und quantenmechanische Effekte im selben formalen Rahmen behandeln kann.
- F_Q ist die aus dem De-Broglie-Bohm-Quantenpotential resultierende Kraft. Auch sie ist eine Fernwirkung, jedoch nicht zwischen einzelnen Teilchen, sondern eine systemische, nichtlokale Wirkung auf die gesamte Informationsstruktur des Systems.

Entscheidend ist, dass alle drei Beiträge in dieser analogen Stufe als *Fernwirkungstheorien* formuliert sind. Es werden weder klassische Felder noch eine dynamische Raumzeit als Trägerobjekte benötigt. Die Dynamik ergibt sich vollständig aus direkten Wechselwirkungen und globalen Informationsbeziehungen.

Diese fernwirkungs-basierte Struktur hat jedoch eine klare Konsequenz: *In der analogen WDBT existiert kein explizites Raummodell.* Ohne ein solches Modell können keine propagierenden Störungen definiert werden. Daher gilt:

- Gravitationswellen setzen ein dynamisches Raummodell voraus.
- Die analoge WDBT besitzt kein solches Modell.
- Daher kann sie Gravitationswellen nicht beschreiben.

Diese Einschränkung ist kein Defizit, sondern eine strukturelle Eigenschaft der analogen Theorie. Erst die digitale WDBT führt ein diskretes Informationsnetz ein, aus dem der physikalische Raum als emergente Geometrie entsteht. In dieser digitalen Stufe werden Gravitationswellen zu kollektiven Moden der Informationsgeometrie, und die großskalige Struktur der kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB) sowie die Herleitung von Naturkonstanten werden möglich.

2.4 Raum als emergente Informationsgeometrie

Die analoge WDBT beschreibt physikalische Systeme ausschließlich durch Fernwirkungen:

$$F = F_{\text{WED}} + F_{\text{WG}} + F_Q.$$

In dieser Stufe der Theorie existiert kein ontologischer physikalischer Raum. Die Dynamik ergibt sich vollständig aus direkten Wechselwirkungen und globalen Informationsbeziehungen. Dies erklärt, warum die analoge WDBT keine Gravitationswellen kennt: Ohne ein explizites Raummodell können keine propagierenden Störungen definiert werden.

Um Phänomene zu beschreiben, die ein dynamisches Raummodell erfordern – etwa Gravitationswellen, die Struktur der kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB) oder die Herleitung von Naturkonstanten – muss die Theorie auf eine diskrete, informationsbasierte Ebene erweitert werden. Diese Erweiterung bildet die *digitale WDBT*.

2.4.1 Warum Raum nicht fundamental sein kann

Die Informations-Weber-Theorie geht davon aus, dass der physikalische Raum keine ontologische Grundgröße ist, sondern eine abgeleitete Eigenschaft der Informationsstruktur. Diese Sichtweise ergibt sich aus mehreren grundlegenden Überlegungen:

(1) Fernwirkung ohne Trägerraum Die analoge WDBT beschreibt die Dynamik vollständig durch Fernwirkungen:

$$F = F_{\text{WED}} + F_{\text{WG}} + F_Q.$$

Diese drei Beiträge benötigen keinen physikalischen Raum als Trägerobjekt. Die Wechselwirkungen sind relational definiert und beziehen sich ausschließlich auf Informationszustände. Damit wird klar: Die Dynamik existiert logisch *vor* dem Raum.

(2) Raum ist nicht notwendig für Kausalität Die Theorie unterscheidet zwei Kausalitätsebenen:

- lokale Kausalität (Energietransport),
- systemische Kausalität (globale Informationsorganisation).

Beide Ebenen lassen sich ohne ein ontologisches Raumzeitkontinuum formulieren. Die Existenz eines Raumes ist daher keine Voraussetzung für Kausalität, sondern eine Konsequenz der Informationsstruktur.

(3) Raum kann nicht fundamental sein, wenn er fraktal ist Die fraktale Dimension

$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2 + \phi)}$$

ist eine Eigenschaft der Kopplungsstruktur des Informationsnetzes. Eine fraktale Dimension ist jedoch unvereinbar mit einem fundamental glatten Kontinuum. Der Raum kann daher nicht primitiv sein, sondern muss aus einer diskreten Struktur emergieren.

(4) Kontinuumsmodelle erzeugen Paradoxien Kontinuumsmodelle wie die ART führen zu:

- Singularitäten,
- Energieerzeugung aus dem Nichts,
- undefinierten Anfangsbedingungen (Urknall),
- unendlichen Selbstenergien.

Diese Probleme verschwinden, sobald Raum nicht als fundamental, sondern als emergente Größe verstanden wird.

(5) Dynamische Raumzeit setzt ein Informationsnetz voraus Eine dynamische Raumzeit – wie sie in der ART angenommen wird – benötigt ein Trägerobjekt, das sich verändern kann. Ohne ein zugrunde liegendes Informationsnetz ist eine solche Dynamik nicht definierbar. Erst die digitale WDBT liefert dieses Netz und damit ein konsistentes Raummodell.

Konsequenz Aus diesen Gründen kann der physikalische Raum nicht fundamental sein. Er ist die effektive Geometrie eines diskreten Informationsnetzes, das erst in der digitalen WDBT explizit eingeführt wird. Die analoge WDBT arbeitet bewusst ohne Raum und beschreibt Fernwirkungen; die digitale WDBT lässt den Raum aus der Informationsarchitektur emergieren und ermöglicht damit Phänomene wie Gravitationswellen, CMB-Struktur und die Herleitung von Naturkonstanten.

2.4.2 Emergenz der Zeit

Wenn der physikalische Raum keine fundamentale Größe ist, stellt sich unmittelbar die Frage nach dem Status der Zeit. In der Informations-Weber-Theorie ist auch die Zeit keine ontologische Grundgröße, sondern eine emergente Eigenschaft der Transformationen des Informationszustands.

(1) Zeit als Ordnungsparameter der Information Die analoge WDBT beschreibt die Dynamik eines Systems durch eine invertierbare Transformation des Informationszustands:

$$I(t_2) = T[I(t_1)].$$

Der Parameter t besitzt in dieser Stufe keine physikalische Bedeutung, sondern dient als *Ordnungsparameter*, der die Reihenfolge der Informationszustände festlegt. Zeit ist damit keine Substanz, sondern eine Strukturierung der Veränderung.

(2) Zeit entsteht aus der Sequenz diskreter Informationszustände In der digitalen WDBT wird der Informationszustand durch ein diskretes Netzwerk von Knoten und Kopplungen beschrieben. Die Dynamik besteht aus elementaren Aktualisierungen dieser Kopplungsstruktur. Die Zeit entsteht als Sequenz solcher Aktualisierungsschritte:

$$I_0 \rightarrow I_1 \rightarrow I_2 \rightarrow \dots$$

Die physikalische Zeit ist die effektive Kontinuumsbeschreibung dieser diskreten Sequenz. Damit ist Zeit eine emergente Größe, die aus der Ordnung der Informationsveränderungen hervorgeht.

(3) Zwei Kausalitätsebenen erzeugen zwei Zeitstrukturen Die Informations-Weber-Theorie unterscheidet:

- **lokale Kausalität:** Energie- und Impulsfluss mit endlicher Geschwindigkeit,
- **systemische Kausalität:** instantane Organisation des Informationszustands.

Diese beiden Ebenen erzeugen zwei komplementäre Zeitstrukturen:

- eine *lokale Zeit*, die durch Transportprozesse definiert ist,
- eine *globale Zeit*, die durch die Ordnung der Informationsstruktur bestimmt wird.

Die beobachtete physikalische Zeit ist die Überlagerung beider Strukturen.

(4) Zeitdilatation als Informationsgeometrie In der digitalen WDBT entsteht die Zeitdilatation nicht aus einer ontologischen Raumzeit, sondern aus der Veränderung der Informationsgeometrie. Eine stärkere Kopplungsdichte führt zu einer verlangsamten lokalen Aktualisierungsrate des Informationsnetzes. Damit ergibt sich die Zeitdilatation als emergente Eigenschaft der Informationsarchitektur.

(5) Keine fundamentale Zeitrichtung Da die Transformationen des Informationszustands invertierbar sind, besitzt die Theorie keine fundamentale Zeitrichtung. Die beobachtete Zeitrichtung entsteht aus der Informationsentropie:

$$\Delta S_I \geq 0.$$

Die „Richtung der Zeit“ ist damit eine statistische Eigenschaft der Informationsdynamik, nicht ein fundamentales Gesetz.

Konsequenz Die Zeit ist in der Informations-Weber-Theorie keine primitive Größe. Sie entsteht aus der Ordnung der Informationszustände und aus der Aktualisierungsdynamik des diskreten Informationsnetzes. Die analoge WDBT beschreibt Zeit als Ordnungsparameter, die digitale WDBT lässt sie als emergente Struktur der Informationsgeometrie entstehen. Damit wird die Zeit – ebenso wie der Raum – zu einer abgeleiteten Größe einer tieferen Informationsordnung.

2.4.3 Fraktale Dimension als geometrische Signatur

Die digitale WDBT beschreibt den physikalischen Raum als emergente Geometrie eines diskreten Informationsnetzes. Eine zentrale Eigenschaft dieser Geometrie ist ihre fraktale Dimension. Sie ist keine willkürliche Größe, sondern eine direkte Konsequenz der Kopplungsstruktur des Informationsnetzes.

(1) Fraktale Dimension als Maß der Informationsverteilung Die fraktale Dimension

$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2 + \phi)}$$

ist ein Maß dafür, wie sich Information über Skalen hinweg organisiert. Sie beschreibt nicht die Anzahl der Raumdimensionen, sondern die Skalierungsstruktur der Kopplungen im Informationsnetz. Damit ist D eine *geometrische Signatur* der Informationsarchitektur.

(2) Warum ein fraktaler Raum nicht fundamental sein kann Ein Raum mit fraktaler Dimension kann nicht fundamental sein, da ein fundamentales Kontinuum stets eine ganzzahlige Dimension besitzen müsste. Die fraktale Dimension zeigt, dass der beobachtete Raum eine effektive Größe ist, die aus einer diskreten Struktur hervorgeht. Die fraktale Geometrie ist daher ein direkter Hinweis auf die Nicht-Fundamentalität des physikalischen Raumes.

(3) Fraktale Geometrie als Ursprung des Skalenverhaltens Die fraktale Dimension bestimmt das Verhalten physikalischer Größen über Skalen hinweg. In der digitalen WDBT ergibt sich das Skalenverhalten aus der Kopplungsarchitektur des Informationsnetzes. Dadurch entstehen:

- effektive Kontinuumsmodelle auf großen Skalen,
- Abweichungen vom Kontinuum auf kleinen Skalen,
- natürliche Übergänge zwischen klassischen und quantenmechanischen Regimen.

Die fraktale Dimension ist somit der Schlüssel zur Verbindung von Mikro- und Makrophysik.

(4) Fraktale Signaturen in der CMB-Struktur Die anisotrope Struktur der kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB) spiegelt die fraktale Kopplungsstruktur des frühen Informationsnetzes wider. Die beobachteten Fluktuationen sind keine thermischen Relikte eines Urknalls, sondern fossilierte Signaturen der fraktalen Informationsgeometrie. Die digitale WDBT liefert damit eine natürliche Erklärung für die CMB-Struktur ohne Singularitäten oder inflationäre Zusatzannahmen.

(5) Naturkonstanten als Skalierungsparameter der fraktalen Geometrie In der digitalen WDBT entstehen fundamentale Konstanten wie c , \hbar oder G aus Skalierungsrelationen der fraktalen Informationsarchitektur. Die fraktale Dimension bestimmt, wie Informationsflüsse über Skalen hinweg transformiert werden. Naturkonstanten sind daher keine unabhängigen Eingabegrößen, sondern emergente Parameter der fraktalen Geometrie.

Konsequenz Die fraktale Dimension ist die geometrische Signatur der digitalen WDBT. Sie zeigt, dass der physikalische Raum nicht fundamental sein kann, sondern aus einer diskreten Informationsarchitektur emergiert. Die fraktale Geometrie verbindet Mikro- und Makrophysik, erklärt die Struktur der CMB und ermöglicht die Herleitung der Naturkonstanten. Damit ist die fraktale Dimension ein zentrales Element der informationsbasierten Raumgeometrie.

2.4.4 Diskrete Informationsstruktur als Ursprung des Raumes

Die digitale WDBT geht von einem Netzwerk aus Informationsknoten und Kopplungen aus. Dieses Netzwerk bildet keinen Raum ab, sondern *erzeugt* ihn. Der physikalische Raum ist die effektive Metrik der Kopplungsstruktur:

$$g_{ij} = g_{ij}[\text{Kopplungen}, \rho_I].$$

Die geometrischen Eigenschaften des Raumes – Dimension, Krümmung, Metrik – sind keine Grundgrößen, sondern emergente Eigenschaften der Informationsarchitektur. Die fraktale Dimension

$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2 + \phi)}$$

ist eine Eigenschaft dieser Kopplungsstruktur und bestimmt die effektive Geometrie des Raumes auf verschiedenen Skalen.

2.4.5 Emergenz der Dynamik aus der Informationsgeometrie

Wenn Raum und Zeit nicht fundamental sind, sondern aus der Struktur des Informationsnetzes emergieren, dann kann auch die physikalische Dynamik nicht fundamental sein. Bewegung, Kräfte und Wellen entstehen als Konsequenzen der Geometrie des Informationsraums. Die Dynamik ist damit keine primitive Größe, sondern eine abgeleitete Eigenschaft der Informationsgeometrie.

(1) Dynamik als Geometrieänderung In der digitalen WDBT wird der Informationszustand durch ein diskretes Netzwerk von Knoten und Kopplungen beschrieben. Die Dynamik besteht aus Aktualisierungen dieser Kopplungsstruktur. Eine Änderung der Informationsgeometrie führt zu einer Änderung der effektiven Metrik g_{ij} und damit zu einer beobachtbaren Bewegung:

$$\text{Dynamik} = \frac{d}{dt} g_{ij}[\text{Kopplungen}, \rho_I].$$

Bewegung ist somit die Folge einer veränderten Informationsgeometrie, nicht die Ursache.

(2) Lokale Dynamik als metrische Projektion Die klassische Bewegungsgleichung eines Teilchens entsteht als Projektion der Informationsgeometrie auf eine effektive Bahnkurve. Die Weber-Kraft ist der lokale Grenzfall dieser Projektion:

$$F_{\text{lokal}} = F_{\text{WED}} + F_{\text{WG}}.$$

Sie beschreibt, wie sich die lokale Struktur des Informationsnetzes auf die Bewegung einzelner Freiheitsgrade auswirkt.

(3) Globale Dynamik als systemische Geometrie Das Bohm'sche Quantenpotential Q ist die globale Komponente der Informationsgeometrie. Es beschreibt die systemische Organisation des gesamten Informationsnetzes:

$$F_Q = -\nabla Q.$$

Damit ist Q kein zusätzliches physikalisches Feld, sondern die geometrische Signatur der globalen Informationsstruktur.

(4) Einheit von lokaler und globaler Dynamik Die Gesamtbewegung ergibt sich aus der Überlagerung lokaler und globaler Geometrieeffekte:

$$F = F_{\text{WED}} + F_{\text{WG}} + F_Q.$$

Diese Gleichung ist nicht die Summe unabhängiger Kräfte, sondern die Zerlegung einer einzigen geometrischen Ursache in lokale und globale Anteile. Die Dynamik ist damit die emergente Wirkung der Informationsgeometrie.

(5) Wellen als kollektive Moden der Informationsgeometrie In der digitalen WDBT entstehen Wellen – einschließlich Gravitationswellen – als kollektive Moden der Informationsgeometrie. Sie sind keine Schwingungen eines Kontinuums, sondern Muster der Kopplungsänderungen im Informationsnetz. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit solcher Moden ergibt sich aus der Struktur des Netzes und ist nicht fundamental.

(6) Klassische und relativistische Dynamik als Grenzfälle Die klassische Mechanik, die Quantenmechanik und die Relativitätstheorie erscheinen als Grenzfälle der Informationsgeometrie:

- klassische Mechanik: lokale Projektion bei schwacher Kopplungsvariation,
- Quantenmechanik: globale Projektion der systemischen Informationsstruktur,
- ART/ART+: effektive Kontinuumsgeometrie großer Informationsnetze.

Damit ist die gesamte bekannte Dynamik eine emergente Eigenschaft der Informationsgeometrie.

Konsequenz Die Dynamik ist in der Informations-Weber-Theorie keine primitive Größe. Sie entsteht aus der Veränderung der Informationsgeometrie und ist die beobachtbare Manifestation der Aktualisierungsprozesse im diskreten Informationsnetz. Lokale Weber-Dynamik, globale Bohm-Dynamik und relativistische Geometrie sind verschiedene Projektionen derselben fundamentalen Informationsstruktur.

2.4.6 Emergenz von Gravitationswellen

In der digitalen WDBT entstehen Gravitationswellen als kollektive Moden der Informationsgeometrie. Sie sind keine Schwingungen eines ontologischen Kontinuums, sondern Veränderungen der Kopplungsstruktur des Informationsnetzes. Damit wird klar:

- Die analoge WDBT kann keine Gravitationswellen beschreiben.
- Die digitale WDBT erzeugt Gravitationswellen als emergente Phänomene.

2.4.7 CMB-Struktur als fossilierte Informationsgeometrie

Die großskalige Struktur der kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB) ergibt sich in der digitalen WDBT aus frühen Zuständen der Informationsgeometrie. Die beobachteten Anisotropien spiegeln die fraktale Kopplungsstruktur des Informationsnetzes wider und sind keine Signatur eines thermischen Urknalls.

2.4.8 Herleitung von Naturkonstanten

In der digitalen WDBT sind Naturkonstanten keine unabhängigen Eingabegrößen, sondern Konsequenzen der diskreten Informationsarchitektur. Größen wie c , \hbar oder G entstehen aus:

- Kopplungsstärken des Informationsnetzes,
- Skalierungsrelationen der fraktalen Dimension,
- symmetrischen Transformationen des Informationsraums.

Damit wird die digitale WDBT zu einer echten Urtheorie: Sie beschreibt nicht nur Dynamik, sondern auch die Entstehung der fundamentalen Konstanten selbst.

2.4.9 Einordnung von WDBT, ART und ART+

Die analoge WDBT besitzt kein Raummodell, enthält jedoch bereits die vollständige Fernwirkungsstruktur einschließlich des Bohm'schen Quantenpotentials F_Q . Die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) steht in gewisser Weise zwischen der analogen WDBT und der informationsbasierten WDBT+: Sie übernimmt die gravitative Dynamik der WDBT (etwa die historische Erklärung der Periheldrehung), erweitert sie jedoch durch ein geometrisches Raummodell und die Möglichkeit von Gravitationswellen. Gleichzeitig fehlt der ART die informationsbasierte Quantenstruktur der WDBT. Wird die ART um diese nichtlokale Informationsstruktur ergänzt, entsteht eine erweiterte Theorie (ART+), in der der Urknall durch einen Big Bounce ersetzt wird und echte Singularitäten vermieden werden. Erst die digitale WDBT+ übertrifft die ART in ihrer Erklärungskraft, da sie Gravitationswellen, Naturkonstanten, Rotationskurven, CMB-Struktur und weitere Phänomene aus der diskreten Informationsarchitektur herleiten kann.

2.4.10 Zusammenfassung

Die analoge WDBT arbeitet ohne Raum und beschreibt Fernwirkungen. Die digitale WDBT führt ein diskretes Informationsnetz ein, aus dem der physikalische Raum als emergente Geometrie entsteht. Erst diese digitale Stufe ermöglicht die Beschreibung von Gravitationswellen, der CMB-Struktur und die Herleitung der Naturkonstanten.

2.5 Informations-Lagrange-Funktional

Um die Dynamik der Informations-Weber-Theorie formal zu beschreiben, wird ein Lagrange-Funktional eingeführt, das die zeitliche Entwicklung der Informationsdichte $\rho_I(\vec{r}, t)$ bestimmt. Dieses Funktional ersetzt die klassischen Lagrange-Ansätze der Mechanik und Feldtheorie durch eine informationsbasierte Struktur.

2.5.1 Definition des Funktional

Das Informations-Lagrange-Funktional sei gegeben durch

$$\mathcal{L}_I[\rho_I] = \int \mathcal{F}(\rho_I, \nabla \rho_I, \partial_t \rho_I) d^3x, \quad (2.2)$$

wobei \mathcal{F} eine skalare Dichte ist, die die lokale Struktur des Informationsraums beschreibt. Sie hängt im Allgemeinen von der Informationsdichte, ihren räumlichen Gradienten und ihrer zeitlichen Ableitung ab.

Die Form von \mathcal{F} ist nicht a priori festgelegt, sondern ergibt sich aus den Axiomen der Informations-Weber-Theorie und den Symmetrien des Informationsraums.

2.5.2 Variation und Euler-Lagrange-Gleichungen

Die Dynamik folgt aus dem Variationsprinzip

$$\delta \mathcal{L}_I = 0.$$

Die Variation nach ρ_I führt zur Euler-Lagrange-Gleichung

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\partial_t \rho_I)} \right) + \nabla \cdot \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\nabla \rho_I)} \right) - \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \rho_I} = 0. \quad (2.3)$$

Diese Gleichung ist die fundamentale Bewegungsgleichung der Informations-Weber-Theorie. Sie ersetzt die Newtonsche Bewegungsgleichung, die Maxwell-Gleichungen und die Schrödinger-Gleichung durch eine einheitliche informationsbasierte Struktur.

2.5.3 Lokale und globale Beiträge

Die Struktur von \mathcal{F} erlaubt eine natürliche Zerlegung in lokale und globale Anteile:

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_{\text{lokal}} + \mathcal{F}_{\text{global}}. \quad (2.4)$$

- $\mathcal{F}_{\text{lokal}}$ beschreibt lokale Informationsflüsse und führt im Grenzfall zu den geschwindigkeits- und beschleunigungsabhängigen Termen der Weber-Kraft.
- $\mathcal{F}_{\text{global}}$ beschreibt die systemische Organisation des Informationszustands und führt im Grenzfall zum Bohmschen Quantenpotential.

Damit ergibt sich eine natürliche Interpretation:

- Die Weber-Kraft ist der lokale Anteil der Informationsdynamik.
- Das Quantenpotential ist der globale Anteil der Informationsdynamik.

Diese Zerlegung ist nicht willkürlich, sondern folgt aus den Axiomen der Theorie: lokale Kausalität (Axiom V) erzeugt lokale Terme, systemische Ganzheit erzeugt globale Terme.

2.5.4 Informationsfluss als Bewegungsgleichung

Aus der Euler-Lagrange-Gleichung (2.3) ergibt sich eine Gleichung für den Informationsfluss

$$\vec{J}_I = \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\nabla \rho_I)}.$$

Damit wird die Kontinuitätsgleichung

$$\frac{\partial \rho_I}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{J}_I = 0$$

zu einer direkten Konsequenz des Variationsprinzips.

Die Informations-Weber-Theorie ist somit eine vollständig variationale Theorie, in der sowohl lokale als auch globale Dynamik aus einem einzigen Funktional hervorgehen.

2.6 Emergenz klassischer Gleichungen

Die Informations-Weber-Theorie ist so konstruiert, dass sie klassische physikalische Gleichungen als Grenzfälle reproduziert. Dies ist ein wesentliches Kriterium für die physikalische Konsistenz der Theorie: Eine neue fundamentale Beschreibung muss die bewährten Modelle in geeigneten Näherungen enthalten. In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie die Weber-Kraft, das Bohmsche Quantenpotential und klassische Energie- und Impulsgrößen aus der informationsbasierten Struktur hervorgehen.

2.6.1 Weber-Kraft als Grenzfall lokaler Informationsdynamik

Die Weber-Kraft entsteht aus dem lokalen Anteil des Informations-Lagrange-Funktional. Wird $\mathcal{F}_{\text{lokal}}$ auf Terme erster und zweiter Ordnung in den zeitlichen Änderungen der Informationsdichte beschränkt, ergibt sich im Grenzfall schwacher Informationsgradienten eine Kraftform

$$\vec{F}_{\text{lokal}} = \mathcal{W}[\rho_I, \vec{J}_I] \longrightarrow \vec{F}_{\text{Weber}},$$

wobei die klassische Weber-Kraft in Kapitel 3 hergeleitet wird. Die informationsbasierte Interpretation lautet:

- Der Coulomb-Term beschreibt die statische Informationskopplung.
- Der geschwindigkeitsabhängige Term beschreibt lokale Änderungen des Informationsflusses.
- Der beschleunigungsabhängige Term beschreibt die Reaktion des Systems auf zeitliche Änderungen der Informationsstruktur.

Damit erscheint die Weber-Kraft nicht als exotische Modifikation der Elektrodynamik, sondern als *lokale Näherung* einer tieferen informationsbasierten Dynamik.

2.6.2 Bohm-Potential als globaler Informationsoperator

Der globale Anteil des Informations-Lagrange-Funktional führt im Grenzfall zu einem Term der Form

$$\mathcal{F}_{\text{global}} \propto \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I},$$

dessen Variation das Bohmsche Quantenpotential erzeugt:

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho_I}}{\sqrt{\rho_I}}.$$

Damit ergibt sich eine klare Interpretation:

- Q ist kein mysteriöser Zusatzterm der Quantenmechanik.
- Q ist die systemische, globale Organisationsstruktur der Information.
- Q entsteht aus der Minimierung des globalen Informationsfunktionals.

Die Nichtlokalität des Quantenpotentials ist somit keine Verletzung der Kausalität, sondern Ausdruck der systemischen Ganzheit des Informationsraums (Axiom V).

2.6.3 Energie und Impuls als Informationsfunktionale

Die klassischen Größen Energie und Impuls entstehen aus Symmetrien des Informations-Lagrange-Funktional. Nach dem Noether-Theorem gilt:

- **Translationssymmetrie** \Rightarrow Impulserhaltung
- **Zeitsymmetrie** \Rightarrow Energieerhaltung

Die Energie eines Systems ergibt sich aus dem Funktional

$$E[\rho_I] = \int \mathcal{H}_I(\rho_I, \nabla \rho_I) d^3x,$$

wobei \mathcal{H}_I die informationsbasierte Hamilton-Dichte ist.

Der Impuls ergibt sich aus der Variation unter infinitesimalen Translationen:

$$\vec{p} = \int \rho_I(\vec{r}, t) \vec{v}_I(\vec{r}, t) d^3x,$$

wobei \vec{v}_I die effektive Informationsgeschwindigkeit ist, definiert durch

$$\vec{J}_I = \rho_I \vec{v}_I.$$

Damit erscheinen Energie und Impuls nicht als primitive Größen, sondern als *abgeleitete Eigenschaften der Informationsstruktur*.

2.6.4 Zusammenführung der Grenzfälle

Die Informations-Weber-Theorie reproduziert folgende klassische Gleichungen:

- Die Weber-Kraft als Grenzfall lokaler Informationsdynamik.
- Das Bohm-Potential als Grenzfall globaler Informationsorganisation.
- Energie- und Impulserhaltung als Konsequenz der Symmetrien des Informationsraums.

Damit zeigt sich, dass die klassische Mechanik, die Weber-Elektrodynamik und die Bohmsche Mechanik nicht konkurrierende Modelle sind, sondern unterschiedliche Näherungen einer einheitlichen informationsbasierten Theorie.

2.7 Zusammenfassung von Kapitel 2

In diesem Kapitel wurde die formale Grundlage der Informations-Weber-Theorie entwickelt. Ausgehend von der Annahme, dass jeder physikalische Zustand durch eine Informationsdichte $\rho_I(\vec{r}, t)$ beschrieben wird, wurde gezeigt, dass die Dynamik eines Systems aus der Umlagerung dieser Information hervorgeht. Die fundamentale Erhaltungsgleichung

$$\frac{\partial \rho_I}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{J}_I = 0$$

ersetzt die klassische Energieerhaltung und bildet das Herzstück der Theorie.

Die physikalischen Größen Energie, Impuls und Trägheit erscheinen nicht als primitive Entitäten, sondern als Funktionale der Informationsstruktur. Ihre Erhaltung ergibt sich aus den Symmetrien des Informationsraums, insbesondere aus Translations-, Rotations- und Zeitsymmetrie. Damit wird die klassische Mechanik als Konsequenz eines tieferen informationsbasierten Prinzips verstanden.

Durch die Einführung eines informationsbasierten Lagrange-Funktional

$$\mathcal{L}_I[\rho_I] = \int \mathcal{F}(\rho_I, \nabla \rho_I, \partial_t \rho_I) d^3x$$

konnte gezeigt werden, dass sowohl lokale als auch globale Dynamik aus einem einzigen Variationsprinzip hervorgehen. Die Zerlegung von \mathcal{F} in lokale und globale Anteile führt im Grenzfall zu zwei bekannten Strukturen:

- Die **Weber-Kraft** als Ausdruck lokaler Informationsflüsse.
- Das **Bohmsche Quantenpotential** als Ausdruck globaler, systemischer Informationsorganisation.

Damit wird deutlich, dass klassische und quantenmechanische Phänomene nicht im Widerspruch stehen, sondern unterschiedliche Näherungen einer einheitlichen informationsbasierten Dynamik darstellen. Der physikalische Raum erscheint in dieser Sichtweise als emergente Informationsgeometrie, deren fraktale Struktur eine fundamentale Rolle spielt.

Dieses Kapitel bildet die Grundlage für die folgenden Entwicklungen. Kapitel 3 widmet sich der klassischen Weber-Elektrodynamik, die als lokaler Grenzfall der Informations-Weber-Theorie verstanden wird. Die dort hergeleiteten Gleichungen dienen als Referenzpunkt für die weiteren Kapitel, in denen gezeigt wird, wie klassische und quantenmechanische Phänomene aus den Axiomen der Informationsdynamik hervorgehen.

Kapitel 3

Die klassische Weber-Elektrodynamik

3.1 Motivation

Die Weber-Elektrodynamik stellt einen der frühesten Versuche dar, elektrische und magnetische Wechselwirkungen ohne Felder zu beschreiben. Statt Feldern im Raum verwendet Weber ein Wirkungsprinzip, bei dem Ladungen direkt aufeinander einwirken. Diese Sichtweise ist besonders relevant für die Informations-Weber-Theorie, da sie zeigt, wie lokale Dynamik ohne Feldkonzepte formuliert werden kann.

Die klassische Weber-Kraft ist ein Grenzfall der informationsbasierten Dynamik, der entsteht, wenn globale Informationsstrukturen vernachlässigt werden. Dieses Kapitel stellt die klassische Theorie dar, bevor sie in Kapitel 4 in den informationsbasierten Kontext eingeordnet wird.

3.2 Historischer Kontext

Wilhelm Eduard Weber formulierte 1846 eine elektrodynamische Kraft, die sowohl Coulomb-Wechselwirkung als auch geschwindigkeits- und beschleunigungsabhängige Terme enthält. Diese Theorie war lange Zeit eine Alternative zu Maxwells Feldtheorie und wurde später von Assis und anderen rekonstruiert.

Die Weber-Kraft ist bemerkenswert, weil sie:

- direkt zwischen Ladungen wirkt,
- keine Felder oder Wellen benötigt,
- retardierte Effekte teilweise berücksichtigt,
- Energie- und Impulserhaltung strikt respektiert.

Diese Eigenschaften machen sie zu einem idealen lokalen Grenzfall der Informations-Weber-Theorie.

3.3 Der Weber-Lagrange-Ansatz

Die Weber-Kraft lässt sich aus einem Lagrange-Funktional herleiten. Für zwei Ladungen q_1 und q_2 mit Abstand r lautet der Lagrange-Ansatz:

$$L = \frac{1}{2}m_1\dot{r}_1^2 + \frac{1}{2}m_2\dot{r}_2^2 - \frac{q_1q_2}{4\pi\epsilon_0 r} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right). \quad (3.1)$$

Dieser Ausdruck enthält:

- den Coulomb-Term,
- einen geschwindigkeitsabhängigen Term,
- einen beschleunigungsabhängigen Term.

Die letzten beiden Terme sind die charakteristischen Merkmale der Weber-Theorie.

3.4 Herleitung der Weber-Kraft

Durch Variation des Lagrange-Funktional (3.1) erhält man die Weber-Kraft:

$$\vec{F} = \frac{q_1q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left[1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{2r\ddot{r}}{c^2} \right] \hat{r}. \quad (3.2)$$

Diese Gleichung beschreibt:

1. den statischen Coulomb-Term,
2. einen geschwindigkeitsabhängigen Term (magnetische Effekte),
3. einen beschleunigungsabhängigen Term (Strahlungswiderstand).

Die Weber-Kraft ist damit eine vollständig mechanische Beschreibung elektromagnetischer Wechselwirkungen.

3.5 Interpretation der Terme

Die drei Terme der Weber-Kraft haben klare physikalische Bedeutungen:

- **Coulomb-Term:** beschreibt die statische Fernwirkung zwischen Ladungen.
- **Geschwindigkeits-Term:** erzeugt magnetische Effekte und ist proportional zu \dot{r}^2 .
- **Beschleunigungs-Term:** beschreibt die Reaktion des Systems auf zeitliche Änderungen der Bewegung und ist verantwortlich für Strahlungswiderstand.

Diese Struktur zeigt, dass die Weber-Kraft bereits wesentliche Elemente einer dynamischen Wechselwirkung enthält, die später in der Informations-Weber-Theorie als lokale Informationsflüsse interpretiert werden.

3.6 Bedeutung für die Informations-Weber-Theorie

Die Weber-Kraft ist kein konkurrierendes Modell zur informationsbasierten Theorie, sondern ihr lokaler Grenzfall. In Kapitel 4 wird gezeigt, wie die Weber-Kraft aus dem lokalen Anteil des Informations-Lagrange-Funktional entsteht und wie das Bohm-Potential als globaler Anteil hinzukommt.

Damit bildet die klassische Weber-Elektrodynamik die Brücke zwischen historischer Mechanik und moderner informationsbasierter Physik.

Kapitel 4

Emergenz klassischer und quantenmechanischer Phänomene

4.1 Einleitung

Die Informations-Weber-Theorie beschreibt physikalische Systeme nicht durch Felder, Geometrien oder materielle Substanzen, sondern durch die Struktur und Dynamik einer Informationsverteilung. In diesem Kapitel wird gezeigt, wie aus dieser informationsbasierten Grundlage klassische und quantenmechanische Phänomene emergieren. Die bekannten Gleichungen der Mechanik, Elektrodynamik und Quantenphysik erscheinen dabei nicht als fundamentale Postulate, sondern als Näherungen einer tieferen Informationsordnung.

Die zentrale Idee lautet:

Physikalische Gesetze sind emergente Ordnungsprinzipien der Information.

Die Emergenz erfolgt in zwei Schritten:

1. **Lokale Dynamik** erzeugt klassische Phänomene (Weber-Kraft, Trägheit, Energie-Impuls-Beziehungen).
2. **Globale Dynamik** erzeugt quantenmechanische Phänomene (Interferenz, Nichtlokalität, Quantenpotential).

Damit wird die traditionelle Trennung zwischen „klassisch“ und „quantum“ aufgehoben. Beide sind Manifestationen derselben informationsbasierten Struktur.

4.2 Trägheit als emergente Informationsstruktur

Trägheit ist in der klassischen Physik ein primitives Konzept: Ein Körper „hat“ Masse und widersetzt sich Beschleunigungen. In der Informations-Weber-Theorie entsteht Trägheit aus der Struktur der Informationsdichte.

Ein System mit homogener Informationsverteilung besitzt minimale interne Gradienten. Eine Beschleunigung erzeugt eine zeitliche Änderung der Informationsstruktur, die energetisch ungünstig ist. Die resultierende Widerstandskraft ist die Trägheit.

Formal ergibt sich die Trägheitskraft aus der Variation des lokalen Informationsfunktionals:

$$\vec{F}_{\text{Trägheit}} = -\frac{\delta \mathcal{F}_{\text{lokal}}}{\delta(\partial_t \rho_I)}.$$

Damit ist Trägheit keine mysteriöse Eigenschaft der Materie, sondern eine Konsequenz der Informationsdynamik.

4.3 Gravitation als Informationsfluss

Die klassische Gravitation wird in der ART als Krümmung der Raumzeit beschrieben. In der Informations-Weber-Theorie ist Gravitation ein emergenter Informationsfluss.

Eine inhomogene Informationsverteilung erzeugt einen effektiven Informationsgradienten, der zu einer gerichteten Umlagerung von Information führt. Dieser Informationsfluss manifestiert sich als Kraft, die im Grenzfall schwacher Felder der Newtonschen Gravitation entspricht.

Die Gravitationskraft ergibt sich aus:

$$\vec{F}_{\text{grav}} = -\nabla \Phi_I,$$

wobei Φ_I das informationsbasierte Potential ist:

$$\Phi_I(\vec{r}) = \int \frac{\rho_I(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3x'.$$

Damit ist Gravitation keine geometrische Eigenschaft des Raumes, sondern eine Informationskopplung, aus der der Raum erst emergiert.

4.4 Wellenphänomene als energetische Informationsorganisation

Wellenphänomene entstehen aus der Tendenz eines Systems, seine Informationsstruktur energetisch zu optimieren. Die Minimierung des globalen Informationsfunktionals führt zu Interferenzmustern, die in der klassischen Physik als Wellenphänomene erscheinen.

Die Wahrscheinlichkeitsdichte eines quantenmechanischen Systems ergibt sich aus:

$$|\Psi|^2 = \rho_I.$$

Die Interferenz zweier Informationsstrukturen führt zu:

$$\rho_I = \rho_1 + \rho_2 + 2\sqrt{\rho_1\rho_2} \cos(\Delta\phi),$$

wobei $\Delta\phi$ die relative Informationsphase ist.

Damit wird Interferenz nicht als „Welle“ verstanden, sondern als energetisch optimale Informationsorganisation.

4.5 Nichtlokalität als systemische Ganzheit

Die Informations-Weber-Theorie besitzt zwei Kausalitätsebenen:

- **lokale Kausalität** (Energietransport, Weber-Kraft),
- **systemische Kausalität** (globale Informationsorganisation).

Die systemische Kausalität führt zu Nichtlokalität, wie sie in der Quantenmechanik beobachtet wird. Das Bohmsche Quantenpotential

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho_I}}{\sqrt{\rho_I}}$$

ist Ausdruck dieser globalen Struktur.

Nichtlokalität ist damit keine Verletzung der Relativität, sondern eine Eigenschaft der Informationsorganisation.

4.6 Zusammenführung der klassischen und quantenmechanischen Emergenz

Die Informations-Weber-Theorie zeigt:

- Trägheit entsteht aus lokalen Informationsänderungen.
- Gravitation entsteht aus Informationsgradienten.
- Wellenphänomene entstehen aus globaler Informationsoptimierung.
- Nichtlokalität entsteht aus systemischer Ganzheit.

Damit erscheinen klassische und quantenmechanische Phänomene als unterschiedliche Aspekte derselben fundamentalen Informationsdynamik.

4.7 Mathematische Vertiefung der Trägheit

Trägheit entsteht in der Informations-Weber-Theorie aus der Reaktion der Informationsstruktur auf zeitliche Änderungen. Eine Beschleunigung verändert die Informationsdichte ρ_I und erzeugt eine energetisch ungünstige Konfiguration. Die resultierende Widerstandskraft ist die Trägheit.

4.7.1 Trägheit aus dem lokalen Informationsfunktional

Der lokale Anteil des Informations-Lagrange-Funktional besitzt die Form

$$\mathcal{F}_{\text{lokal}} = \alpha (\partial_t \rho_I)^2 + \beta (\nabla \rho_I)^2 + \dots$$

Die Variation nach $\partial_t \rho_I$ ergibt die Trägheitskraft:

$$\vec{F}_{\text{Trägheit}} = -\frac{\delta \mathcal{F}_{\text{lokal}}}{\delta (\partial_t \rho_I)} = -2\alpha \partial_t \rho_I.$$

Damit ist Trägheit proportional zur Änderungsrate der Informationsdichte.

4.7.2 Effektive Masse als Informationssteifigkeit

Die effektive Masse ergibt sich aus

$$m_{\text{eff}} = 2\alpha \int \left(\frac{\partial \rho_I}{\partial v} \right)^2 d^3x.$$

Damit ist Masse keine fundamentale Größe, sondern eine Maßzahl für die „Steifigkeit“ der Informationsstruktur gegenüber Änderungen.

4.8 Vertiefung der gravitativen Informationsdynamik

Gravitation entsteht aus Informationsgradienten. Eine inhomogene Informationsverteilung erzeugt ein effektives Potential

$$\Phi_I(\vec{r}) = \int \frac{\rho_I(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3x'.$$

4.8.1 Informationsgradienten und Newton-Potential

Für schwach variierende Informationsdichten gilt

$$\rho_I(\vec{r}') \approx \rho_I(\vec{r}) + (\vec{r}' - \vec{r}) \cdot \nabla \rho_I(\vec{r}),$$

woraus folgt:

$$\Phi_I(\vec{r}) \propto \frac{1}{r}.$$

Damit entsteht das Newtonsche Potential als Grenzfall.

4.8.2 Informationsfluss und Gravitationskraft

Die Gravitationskraft ergibt sich aus

$$\vec{F}_{\text{grav}} = -\nabla \Phi_I.$$

Damit ist Gravitation ein Informationsfluss, nicht eine geometrische Eigenschaft des Raumes.

4.9 Vertiefung der Wellenphänomene

Wellenphänomene entstehen aus der Minimierung des globalen Informationsfunktionals:

$$\mathcal{F}_{\text{global}} = \gamma \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I}.$$

4.9.1 Variation des globalen Funktionals

Die Variation führt zu

$$\frac{\delta \mathcal{F}_{\text{global}}}{\delta \rho_I} = -\gamma \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho_I}}{\sqrt{\rho_I}},$$

was proportional zum Bohm-Potential ist.

4.9.2 Interferenz als Informationsoptimierung

Die Interferenz zweier Informationsstrukturen ergibt

$$\rho_I = \rho_1 + \rho_2 + 2\sqrt{\rho_1 \rho_2} \cos(\Delta\phi).$$

Damit ist Interferenz keine Welle, sondern eine energetisch optimale Informationsorganisation.

4.10 Vertiefung der Nichtlokalität

Nichtlokalität entsteht aus der systemischen Ganzheit des Informationsraums. Das Bohm-Potential

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho_I}}{\sqrt{\rho_I}}$$

ist ein globaler Operator.

4.10.1 Systemische Kausalität

Die Informations-Weber-Theorie besitzt zwei Kausalitätsebenen:

- lokale Dynamik (Weber-Kraft),
- globale Dynamik (Quantenpotential).

Die globale Dynamik ist nicht durch Lichtgeschwindigkeit begrenzt, da sie keine Energie transportiert.

4.10.2 EPR-Korrelationen

Die Korrelation zweier Informationsstrukturen ergibt

$$\rho_I(\vec{r}_1, \vec{r}_2) \neq \rho_I(\vec{r}_1)\rho_I(\vec{r}_2).$$

Damit ist Verschränkung eine Eigenschaft der Informationskopplung, nicht der Raumzeit.

4.11 Informationsmetriken und fraktale Geometrie

Der physikalische Raum ist eine emergente Informationsgeometrie. Die Metrik ergibt sich aus

$$g_{ij} = \frac{\partial^2 \mathcal{F}}{\partial(\partial_i \rho_I) \partial(\partial_j \rho_I)}.$$

4.11.1 Fraktale Dimension

Die fraktale Dimension

$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2 + \phi)}$$

ist eine Eigenschaft der Kopplungsstruktur des Informationsnetzes.

4.11.2 Makroskopische Emergenz

Für große Skalen gilt

$$D \rightarrow 3,$$

wodurch der klassische dreidimensionale Raum entsteht.

4.12 Energetische Interpretation der Informationsdynamik

Energie ist ein abgeleitetes Funktional der Informationsstruktur:

$$E[\rho_I] = \int \mathcal{H}_I(\rho_I, \nabla \rho_I) d^3x.$$

4.12.1 Noether-Theorem im Informationsraum

Zeitsymmetrie \Rightarrow Energieerhaltung Translationssymmetrie \Rightarrow Impulserhaltung Rotationssymmetrie \Rightarrow Drehimpulserhaltung

4.12.2 Energie als Informationsmaß

Energie misst die „Kosten“ der Informationsorganisation:

$$E \propto \int (\nabla \rho_I)^2 d^3x.$$

4.13 Vergleich zu etablierten Theorien

Die Informations-Weber-Theorie reproduziert:

- die klassische Mechanik (lokale Dynamik),
- die Weber-Elektrodynamik (lokale Informationsflüsse),
- die Quantenmechanik (globale Informationsorganisation),
- die Newtonsche Gravitation (Informationsgradienten).

Sie benötigt keine:

- Felder,
- Raumzeitkrümmung,
- Wellenfunktionen als ontologische Objekte,
- Kollapsmechanismen.

Damit ist sie eine einheitliche, reduktionistische Urtheorie.

Kapitel 5

Vergleich mit etablierten Theorien

5.1 Einleitung

Die Informations-Weber-Theorie wurde in den vorangegangenen Kapiteln als eine fundamentale Urtheorie entwickelt, in der physikalische Größen und Dynamiken aus der Struktur und Transformation von Information hervorgehen. In diesem Kapitel wird gezeigt, wie sich diese Theorie zu den etablierten physikalischen Modellen verhält. Ziel ist es nicht, diese Modelle zu ersetzen, sondern ihre Gültigkeitsbereiche, Grenzen und emergenten Eigenschaften aus informationsbasierter Sicht zu verstehen.

Die etablierten Theorien der Physik lassen sich grob in vier Klassen einteilen:

1. klassische Mechanik,
2. Elektrodynamik (Maxwell, Lorentz, Weber),
3. Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie,
4. Relativitätstheorie (SRT und ART).

Jede dieser Theorien besitzt einen klar definierten Gültigkeitsbereich und liefert dort präzise Vorhersagen. Gleichzeitig weisen sie fundamentale Spannungen auf, die auf eine tiefere, einheitliche Struktur hindeuten. Die Informations-Weber-Theorie bietet einen Rahmen, in dem diese Modelle als Grenzfälle einer universellen Informationsdynamik verstanden werden können.

5.2 Klassische Mechanik als lokaler Grenzfall

Die klassische Mechanik basiert auf Newtons Axiomen, insbesondere auf dem zweiten Axiom

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

In der Informations-Weber-Theorie entsteht diese Gleichung als Grenzfall lokaler Informationsdynamik. Die effektive Masse ist dabei keine fundamentale Größe, sondern ein Maß für die Steifigkeit der Informationsstruktur:

$$m_{\text{eff}} \propto \int (\partial_t \rho_I)^2 d^3x.$$

Damit wird die klassische Mechanik als Näherung einer tieferen Dynamik verstanden, die nur gültig ist, wenn:

- Informationsgradienten klein sind,
- globale Informationsstrukturen vernachlässigt werden können,
- Geschwindigkeiten klein gegenüber c sind.

Die klassische Mechanik ist somit eine lokale, niederenergetische Näherung der Informations-Weber-Theorie.

5.3 Elektrodynamik: Maxwell, Lorentz und Weber

Die Elektrodynamik existiert in drei historischen Formulierungen:

1. **Maxwell-Felder** (kontinuierliche Felder im Raum),
2. **Lorentz-Kraft** (Felder + Ladungen),
3. **Weber-Kraft** (direkte Wechselwirkung).

5.3.1 Maxwell-Theorie als effektive Felddescription

Die Maxwell-Gleichungen beschreiben elektromagnetische Felder als kontinuierliche Objekte im Raum. In der Informations-Weber-Theorie erscheinen diese Felder als *effektive makroskopische Beschreibungen* von Informationsflüssen.

Die Feldstärke $F_{\mu\nu}$ ist dabei kein fundamentales Objekt, sondern ein Mittelwert über lokale Informationsgradienten.

5.3.2 Lorentz-Kraft als phänomenologische Näherung

Die Lorentz-Kraft

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

entsteht als phänomenologische Näherung, wenn die Informationsstruktur durch Felder parametrisiert wird. Sie ist gültig, wenn:

- retardierte Effekte klein sind,
- Beschleunigungen gering sind,
- globale Informationsstrukturen vernachlässigt werden.

5.3.3 Weber-Kraft als lokaler Grenzfall

Die Weber-Kraft

$$\vec{F}_{\text{Weber}} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left[1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{2r\ddot{r}}{c^2} \right] \hat{r}$$

ist der *exakte lokale Grenzfall* der Informations-Weber-Theorie, wenn globale Informationsstrukturen vernachlässigt werden.

Damit ergibt sich eine klare Hierarchie:

$$\text{Informations-Weber-Theorie} \longrightarrow \text{Weber} \longrightarrow \text{Lorentz} \longrightarrow \text{Maxwell}.$$

5.4 Quantenmechanik als globale Informationsdynamik

Die Quantenmechanik basiert auf der Schrödinger-Gleichung

$$i\hbar\partial_t\Psi = \hat{H}\Psi.$$

In der Informations-Weber-Theorie ist die Wellenfunktion kein ontologisches Objekt, sondern eine parametrische Darstellung der Informationsdichte:

$$\rho_I = |\Psi|^2.$$

Das Bohm-Potential

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho_I}}{\sqrt{\rho_I}}$$

entsteht als globaler Anteil des Informations-Lagrange-Funktional.

Damit wird die Quantenmechanik als *globaler Grenzfall* verstanden, der gültig ist, wenn:

- globale Informationsstrukturen dominieren,
- lokale Dynamik vernachlässigt werden kann,
- kohärente Informationsphasen existieren.

5.5 Relativitätstheorie als emergente Geometrie

Die SRT und ART basieren auf der Idee, dass Raum und Zeit eine feste geometrische Struktur besitzen. In der Informations-Weber-Theorie ist diese Struktur nicht fundamental, sondern emergent.

5.5.1 SRT als Symmetrie des Informationsflusses

Die Lorentz-Invarianz entsteht aus der Symmetrie des Informationsflusses bei maximaler Informationsgeschwindigkeit c . Sie ist gültig, wenn:

- Informationsgradienten homogen sind,
- globale Strukturen vernachlässigt werden,
- keine fraktalen Effekte auftreten.

5.5.2 ART als effektive Informationsgeometrie

Die ART beschreibt Gravitation als Krümmung der Raumzeit. In der Informations-Weber-Theorie ist diese Krümmung eine effektive Beschreibung der Informationsmetriken:

$$g_{ij} = \frac{\partial^2 \mathcal{F}}{\partial(\partial_i \rho_I) \partial(\partial_j \rho_I)}.$$

Die ART ist gültig, wenn:

- Informationsdichten groß sind,
- globale Strukturen langsam variieren,
- fraktale Effekte vernachlässigt werden können.

5.6 Zusammenfassung

Die Informations-Weber-Theorie integriert die etablierten Theorien als Grenzfälle:

- klassische Mechanik: lokale, niederenergetische Näherung,
- Weber-Elektrodynamik: exakter lokaler Grenzfall,
- Quantenmechanik: globaler Grenzfall,
- Relativitätstheorie: emergente Informationsgeometrie.

Damit entsteht ein einheitliches, reduktionistisches Bild der Physik, in dem alle bekannten Modelle als approximative Manifestationen eines fundamentalen Informationsprinzips verstanden werden.

5.7 Frequenzabhängige Lichtablenkung als Test der Theorie

Ein zentraler Unterschied zwischen der Allgemeinen Relativitätstheorie und der Informations-Weber-Theorie betrifft die Ablenkung von Licht im Gravitationsfeld. Während die ART eine frequenzunabhängige Ablenkung vorhersagt, ergibt sich in der Informations-Weber-Theorie eine explizite Frequenzabhängigkeit.

5.7.1 Vorhersage der ART

In der ART folgt Licht einer nullartigen Geodäte. Die Ablenkung am Sonnenrand beträgt

$$\delta\theta_{\text{ART}} = \frac{4GM}{c^2 b},$$

unabhängig von Frequenz oder Energie des Photons.

5.7.2 Vorhersage der Informations-Weber-Theorie

In der Informations-Weber-Theorie besitzt ein Photon eine effektive Informationssteifigkeit, die von seiner Frequenz abhängt. Dadurch ergibt sich eine frequenzabhängige Ablenkung:

$$\delta\theta(\nu) = \delta\theta_0 \left(1 + \alpha \frac{\nu_0}{\nu} \right),$$

wobei α eine dimensionslose Kopplungskonstante ist.

Damit gilt:

$$\delta\theta_{\text{blau}} < \delta\theta_{\text{rot}}.$$

5.7.3 Experimentelle Tests

Die frequenzabhängige Ablenkung kann getestet werden durch:

- spektral aufgelöste Sonnenrandmessungen,
- Gravitationslinsen im optischen, Röntgen- und Radiobereich,
- Pulsar-Timing und Fast Radio Bursts.

Eine nachgewiesene Frequenzabhängigkeit würde die ART falsifizieren und die Informations-Weber-Theorie bestätigen.

5.7.4 Von WDBT \rightarrow ART \rightarrow ART+ \rightarrow WDBT+

Die verschiedenen Ebenen der Gravitationstheorie lassen sich im Rahmen der Informations-Weber-Theorie klar hierarchisieren. Jede Ebene besitzt eine eigene ontologische Struktur und einen eigenen Gültigkeitsbereich. Die folgende Abfolge beschreibt die logische Entwicklung von der fernwirkungsbasierten Dynamik bis zur vollständigen informationsbasierten Raumgeometrie.

(1) WDBT: Fernwirkung ohne Raum, aber mit Quantenstruktur Die analoge Weber–De-Broglie-Theorie (WDBT) besitzt kein Raummodell. Sie beschreibt Gravitation und Elektrodynamik als Fernwirkungen

$$F = F_{\text{WED}} + F_{\text{WG}} + F_Q,$$

wobei F_Q das Bohm'sche Quantenpotential enthält. Damit verfügt die WDBT bereits über eine vollständige nichtlokale Quantenstruktur, jedoch ohne geometrische Interpretation. Klassische Effekte wie die Periheldrehung ergeben sich direkt aus F_{WG} .

(2) ART: Geometrische Raumzeit ohne Quantenstruktur Die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) steht zwischen der analogen WDBT und der informationsbasierten WDBT+. Sie übernimmt die gravitative Dynamik der WDBT, ersetzt jedoch die Fernwirkung durch ein geometrisches Raummodell. Die ART ist mächtiger als die analoge WDBT, da sie Gravitationswellen und eine vollständige Raumzeitgeometrie beschreibt. Gleichzeitig fehlt ihr die nichtlokale Informationsstruktur des Quantenpotentials.

(3) ART+: ART erweitert um die Informationsstruktur der WDBT Wird die ART um das Bohm'sche Quantenpotential und das Prinzip der Informationserhaltung ergänzt, entsteht eine erweiterte Theorie, die wir als ART+ bezeichnen. In dieser Theorie werden echte Singularitäten vermieden, da die Informationsdichte nicht divergieren kann. Der Urknall wird durch einen *Big Bounce* ersetzt:

$$\rho_I^{\min} > 0 \quad \Rightarrow \quad \text{kein Big Bang.}$$

ART+ verbindet geometrische Gravitation mit nichtlokaler Quantenorganisation, bleibt jedoch eine Kontinuumstheorie.

(4) WDBT+: Digitale Informations-Weber-Theorie als fundamentale Ebene Die WDBT+ führt ein diskretes Informationsnetz ein, aus dem Raum, Zeit und Dynamik emergieren. Sie ist damit mächtiger als ART und ART+, da sie Phänomene erklären kann, die in der ART nur postuliert oder nicht verstanden werden:

- Gravitationswellen als Moden der Informationsgeometrie,
- Naturkonstanten als Skalierungsparameter der Informationsarchitektur,
- Rotationskurven ohne Dunkle Materie,
- CMB-Struktur als fossilierte Informationsgeometrie,
- Big Bounce statt Big Bang,
- fraktale Raumdimension als emergente Eigenschaft.

ART und ART+ erscheinen in dieser Sichtweise als effektive Grenzfälle der diskreten Informationsgeometrie.

Konsequenz Die Entwicklungslinie

$$\text{WDBT} \longrightarrow \text{ART} \longrightarrow \text{ART+} \longrightarrow \text{WDBT+}$$

beschreibt den Übergang von einer rein dynamischen Fernwirkungstheorie über geometrische Kontinuumsmodelle hin zu einer fundamentalen informationsbasierten Urtheorie. Erst die WDBT+ vereinigt Gravitation, Quantenstruktur und Raumgeometrie in einem konsistenten Rahmen.

Kapitel 6

Plasmaphysik und Informationsdynamik

Plasmen spielen in der Informations-Weber-Theorie eine zentrale Rolle. Während die klassische Plasmaphysik elektromagnetische Felder als fundamentale Objekte betrachtet, interpretiert die Informations-Weber-Theorie Plasmen als dynamische Informationsnetze. Ladungsfluktuationen, Ströme und Wellen erscheinen als Ausdruck lokaler und globaler Informationsflüsse. Dieses Kapitel zeigt, wie die Weber-Dynamik und die digitale Informationsgeometrie eine neue Sicht auf Plasmaprozesse ermöglichen und warum Plasmen für kosmologische Anwendungen unverzichtbar sind.

6.1 Plasma als Informationsmedium

Ein Plasma besteht aus freien Ladungsträgern, deren Bewegung durch lokale und globale Informationsflüsse bestimmt wird. Die Informations-Weber-Theorie beschreibt diese Dynamik durch die Kopplung von Informationsdichte ρ_I und Informationsstrom \vec{J}_I :

$$\frac{\partial \rho_I}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{J}_I = 0.$$

In einem Plasma ist ρ_I nicht nur ein Maß für Ladungs- oder Energiedichte, sondern für die gesamte strukturelle Organisation des Systems. Plasmen sind daher natürliche Informationsmedien, in denen lokale Weber-Dynamik und globale Bohm-Dynamik gleichzeitig wirken.

6.2 Weber-Elektrodynamik im Plasma

Die Weber-Kraft beschreibt die direkte Wechselwirkung zwischen Ladungen ohne Felder:

$$\vec{F}_{\text{WED}} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right) \hat{r}.$$

In Plasmen führt diese Struktur zu charakteristischen Effekten:

- **Geschwindigkeitsabhängige Kopplung:** Die Wechselwirkung hängt von der relativen Bewegung der Ladungen ab. Dies führt zu anisotropen Transportprozessen und nichtlinearen Wellenphänomenen.

- **Beschleunigungsabhängige Kopplung:** Die Reaktion des Plasmas auf schnelle Änderungen der Informationsstruktur erzeugt kollektive Moden, die in der klassischen Plasmaphysik als „Felder“ interpretiert werden.
- **Fernwirkung ohne Felder:** Viele klassische Plasmaeffekte (Debye-Abschirmung, Plasmaoszillationen) ergeben sich direkt aus der Weber-Dynamik, ohne dass elektromagnetische Felder als ontologische Objekte benötigt werden.

Damit erscheint das Plasma nicht als Feldmedium, sondern als dynamisches Informationsnetz.

6.3 Informationsgeometrie in Plasmen

Die digitale WDBT beschreibt Plasmen als Netzwerke von Informationsknoten und Kopplungen. Die effektive Geometrie dieses Netzes wird durch die fraktale Dimension

$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2 + \phi)}$$

bestimmt. Plasmen zeigen in vielen Situationen fraktale Strukturen:

- Filamentierung,
- Jets und Ströme,
- selbstorganisierte Magnetstrukturen,
- turbulente Skalenhierarchien.

Diese Strukturen sind Ausdruck der Informationsarchitektur des Plasmas. Die fraktale Dimension bestimmt, wie Informationsflüsse über Skalen hinweg organisiert werden und warum Plasmen universell ähnliche Muster zeigen – von Laborplasmen bis zu galaktischen Jets.

6.4 Plasma-Kosmologie und Informations-Weber-Theorie

Die Informations-Weber-Theorie liefert eine natürliche Verbindung zwischen Plasmaphysik und Kosmologie. Viele kosmologische Phänomene lassen sich als Informationsprozesse in einem großskaligen Plasma interpretieren.

6.4.1 CMB-Struktur aus Informationsgeometrie

Die anisotrope Struktur der kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB) spiegelt die fraktale Informationsgeometrie des frühen Plasmas wider. Die beobachteten Fluktuationen sind keine thermischen Relikte eines Urknalls, sondern fossilierte Muster der Informationskopplungen im Plasma.

6.4.2 Rotverschiebung ohne Expansion

In einem informationsbasierten Plasma entstehen Rotverschiebungen durch Informationsumstrukturierung entlang des Weges eines Photons. Die Rotverschiebung ist damit kein Beweis für eine Expansion des Universums, sondern ein Effekt der Informationsdynamik in einem großskaligen Plasma.

6.4.3 Galaxienbildung und Rotationskurven

Die fraktale Informationsstruktur eines kosmischen Plasmas erzeugt effektive zusätzliche Beschleunigungen, die flache Rotationskurven erklären, ohne Dunkle Materie zu postulieren. Die Informations-Weber-Theorie liefert damit eine natürliche Erklärung für galaktische Dynamik.

6.5 Zusammenfassung

Plasmen sind in der Informations-Weber-Theorie keine klassischen Feldmedien, sondern dynamische Informationsnetze. Die Weber-Dynamik beschreibt lokale Wechselwirkungen, die digitale Informationsgeometrie beschreibt globale Strukturen. Viele kosmologische Phänomene – CMB, Rotverschiebung, Rotationskurven – ergeben sich aus der Informationsarchitektur eines großskaligen Plasmas. Damit wird die Plasmaphysik zu einem zentralen Bestandteil der informationsbasierten Urtheorie.

Kapitel 7

Naturkonstanten aus Informationsarchitektur

Die Informations-Weber-Theorie beschreibt physikalische Systeme nicht durch Felder oder Teilchen, sondern durch Informationsdichten und Informationsflüsse. In dieser Sichtweise sind Naturkonstanten keine unabhängigen Eingabegrößen, sondern emergente Parameter der Informationsarchitektur. Sie entstehen aus der fraktalen Struktur des Informationsnetzes, aus Skalierungsrelationen und aus der Dynamik lokaler und globaler Informationsflüsse.

Dieses Kapitel zeigt, wie fundamentale Konstanten wie c , \hbar und G aus der Informationsstruktur hervorgehen und warum sie in der Informations-Weber-Theorie nicht fundamental sind.

7.1 Einleitung: Warum Naturkonstanten nicht fundamental sind

In klassischen Theorien erscheinen Naturkonstanten als unveränderliche Größen, die nicht erklärt werden können. Die Informations-Weber-Theorie liefert eine alternative Sichtweise:

- Naturkonstanten sind *Skalierungsparameter* der Informationsgeometrie.
- Sie entstehen aus der Kopplungsstruktur des Informationsnetzes.
- Sie sind Konsequenzen der fraktalen Dimension

$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2 + \phi)}.$$

- Sie sind nicht fundamental, sondern emergent.

Damit wird die Frage nach dem Ursprung der Naturkonstanten zu einer Frage der Informationsarchitektur.

7.2 Die Lichtgeschwindigkeit als maximale Informationsflussrate

In der Informations-Weber-Theorie ist die Lichtgeschwindigkeit keine ontologische Grenze, sondern die maximale Geschwindigkeit, mit der lokale Informationsflüsse übertragen werden können. Sie ergibt sich aus der Kopplungsdichte des Informationsnetzes.

7.2.1 Informationsfluss und Kopplungsdichte

Die lokale Informationsgeschwindigkeit ist definiert durch

$$\vec{J}_I = \rho_I \vec{v}_I.$$

Die maximale Geschwindigkeit \vec{v}_I^{\max} ergibt sich aus der maximalen Rate, mit der Kopplungen im Informationsnetz aktualisiert werden können.

In einem fraktalen Netz mit Dimension D ergibt sich eine natürliche Skalierung:

$$c \propto \lambda^{D-1},$$

wobei λ die charakteristische Kopplungslänge ist.

7.2.2 Interpretation

- c ist die maximale Geschwindigkeit lokaler Informationsflüsse.
- c ist keine fundamentale Konstante, sondern eine emergente Eigenschaft der Informationsarchitektur.
- In stark gekoppelten Regionen (z.B. Gravitation) kann die effektive Informationsgeschwindigkeit variieren.

Damit wird die Lichtgeschwindigkeit zu einer abgeleiteten Größe.

7.3 Das Plancksche Wirkungsquantum als Maß der Informationsgranularität

Das Plancksche Wirkungsquantum \hbar ist in der Informations-Weber-Theorie ein Maß für die Granularität der globalen Informationsorganisation. Es entsteht aus der Struktur des Bohm'schen Quantenpotentials.

7.3.1 Informationsgranularität und globale Organisation

Das Bohm-Potential

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho_I}}{\sqrt{\rho_I}}$$

beschreibt die systemische Organisation des Informationszustands. Die Größe \hbar bestimmt die Stärke dieser globalen Kopplung.

In einem fraktalen Informationsnetz ergibt sich

$$\hbar \propto \lambda^{2-D},$$

wobei λ die charakteristische Netzskala ist.

7.3.2 Interpretation

- \hbar misst die Stärke globaler Informationsorganisation.
- \hbar ist kein fundamentales Wirkungsquantum, sondern ein Skalierungsparameter.
- Die Quantenmechanik entsteht als Grenzfall globaler Informationsdynamik.

Damit wird die Quantenstruktur zu einer emergenten Eigenschaft des Informationsraums.

7.4 Die Gravitationskonstante als Kopplungsparameter der Informationsgeometrie

Die Gravitationskonstante G entsteht aus der Kopplungsstruktur des Informationsnetzes, insbesondere aus der fraktalen Geometrie der Masseverteilung.

7.4.1 Weber-Gravitation und Informationskopplung

Die Weber-Gravitationskraft hat die Form

$$F_{\text{WG}} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{2c^2} + \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right).$$

In der Informations-Weber-Theorie ist G kein unabhängiger Parameter, sondern eine Konsequenz der Kopplungsstärke des Informationsnetzes:

$$G \propto \lambda^{3-D}.$$

7.4.2 Interpretation

- G misst die Stärke der geometrischen Kopplung im Informationsnetz.
- Gravitation ist eine emergente Eigenschaft der Informationsgeometrie.
- G ist nicht fundamental, sondern skalenabhängig.

Damit wird die Gravitation zu einer Konsequenz der Informationsarchitektur.

7.5 Weitere Naturkonstanten

7.5.1 Die Feinstrukturkonstante

Die Feinstrukturkonstante

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c}$$

ist in der Informations-Weber-Theorie ein Maß für die relative Stärke lokaler und globaler Informationsflüsse.

Da sowohl c als auch \hbar emergent sind, ist auch α eine emergente Größe:

$$\alpha \propto \lambda^{D-3}.$$

7.5.2 Die Elementarladung

Die Elementarladung ist ein Maß für die lokale Kopplungsstärke im Informationsnetz. Sie ergibt sich aus der minimalen Änderung der Informationsdichte, die eine lokale Wechselwirkung erzeugen kann.

7.5.3 Die Boltzmann-Konstante

Die Boltzmann-Konstante misst die Beziehung zwischen Informationsentropie und Energie. In der Informations-Weber-Theorie ist sie ein Maß für die Umrechnung zwischen lokaler Informationsentropie und makroskopischer Energie.

7.6 Zusammenfassung

Die Informations-Weber-Theorie zeigt, dass Naturkonstanten keine fundamentalen Größen sind. Sie entstehen aus der fraktalen Struktur des Informationsnetzes und aus der Dynamik lokaler und globaler Informationsflüsse. Die Lichtgeschwindigkeit c , das Wirkungsquantum \hbar , die Gravitationskonstante G und weitere Konstanten sind Skalierungsparameter der Informationsarchitektur. Damit wird die Physik zu einer Theorie der Information, in der Naturkonstanten nicht postuliert, sondern erklärt werden.

Kapitel 8

Experimentelle Vorhersagen und Tests

Eine fundamentale Theorie muss nicht nur konsistent und widerspruchsfrei sein, sondern auch überprüfbare Vorhersagen machen. Die Informations-Weber-Theorie erfüllt dieses Kriterium in besonderem Maße: Sie liefert klare, quantitative und qualitative Aussagen, die sich von den Vorhersagen der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART), der Quantenmechanik (QM) und der Standardkosmologie unterscheiden. Dieses Kapitel fasst die wichtigsten experimentellen Konsequenzen zusammen und zeigt, wie die Theorie empirisch getestet werden kann.

8.1 Einleitung: Testbarkeit einer Informations-Urtheorie

Die Informations-Weber-Theorie ist keine spekulative Erweiterung bestehender Modelle, sondern eine Urtheorie, aus der klassische und quantenmechanische Phänomene als Grenzfälle hervorgehen. Ihre Vorhersagen betreffen:

- kosmologische Beobachtungen,
- gravitative Effekte,
- quantenmechanische Phänomene,
- Plasmaprozesse,
- die Struktur der Naturkonstanten.

Viele dieser Vorhersagen unterscheiden sich deutlich von ART, QFT und Standardkosmologie und ermöglichen daher klare experimentelle Tests.

8.2 Vorhersagen, die der ART widersprechen

8.2.1 Keine echten Singularitäten

Die Informations-Weber-Theorie postuliert eine minimale Informationsdichte

$$\rho_I^{\min} > 0,$$

wodurch echte Singularitäten ausgeschlossen sind. Dies führt zu folgenden Vorhersagen:

- Schwarze Löcher besitzen einen informationsbasierten Kern statt einer Singularität.

- Die Raumzeitkrümmung bleibt endlich.
- Der Urknall wird durch einen Big Bounce ersetzt.

8.2.2 Abweichungen bei extremen Gravitationsfeldern

In Bereichen hoher Kopplungsdichte (z. B. nahe kompakter Objekte) ergeben sich Abweichungen von der ART:

- modifizierte Lichtablenkung,
- veränderte Gravitationsrotverschiebung,
- Abweichungen in der Bahnpräzession.

Diese Effekte sind messbar, sobald die Informationsgeometrie von der effektiven Kontinuumsgeometrie der ART abweicht.

8.3 Vorhersagen, die der Quantenfeldtheorie widersprechen

8.3.1 Keine virtuellen Teilchen

Die Informations-Weber-Theorie benötigt keine virtuellen Photonen oder Feldquanten. Stattdessen entstehen Wechselwirkungen durch Informationsflüsse. Daraus folgt:

- keine divergenten Selbstenergien,
- keine Renormierung als fundamentales Prinzip,
- keine überlichtschnellen Pfadintegral-Komponenten.

8.3.2 Nichtlokalität ohne Widerspruch zur Kausalität

Das Bohm'sche Quantenpotential beschreibt globale Informationsorganisation. Die Theorie sagt daher:

- EPR-Korrelationen sind Ausdruck systemischer Ganzheit,
- keine Signale werden überlichtschnell übertragen,
- die Kausalität bleibt auf lokaler Ebene erhalten.

8.4 Kosmologische Tests

8.4.1 CMB-Fraktalität

Die Informations-Weber-Theorie sagt voraus, dass die CMB-Anisotropien fraktale Korrelationen aufweisen, die aus der fraktalen Dimension

$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2 + \phi)}$$

resultieren. Messbare Konsequenzen:

- Abweichungen von rein statistisch-gaussianischen Fluktuationen,
- fraktale Korrelationslängen,
- keine akustischen Peaks im klassischen Sinn.

8.4.2 Rotverschiebung ohne Expansion

Die Theorie sagt voraus, dass Rotverschiebungen durch Informationsumstrukturierung entstehen. Testbare Konsequenzen:

- Rotverschiebung ist nicht streng proportional zur Entfernung,
- Abweichungen bei sehr hohen Rotverschiebungen,
- mögliche Abhängigkeit von Plasma- und Informationsdichte.

8.4.3 Galaktische Rotationskurven ohne Dunkle Materie

Die fraktale Informationsgeometrie erzeugt effektive zusätzliche Beschleunigungen. Vorhersagen:

- flache Rotationskurven ohne Dunkle Materie,
- Tully-Fisher-Relation als Informationsgesetz,
- Abweichungen in Zwerggalaxien und Low-Surface-Brightness-Galaxien.

8.5 Labor- und Plasma-Experimente

8.5.1 Weber-Effekte in Laborplasmen

Die geschwindigkeits- und beschleunigungsabhängigen Terme der Weber-Kraft führen zu messbaren Effekten:

- anisotrope Transportprozesse,
- nichtlineare Plasmaoszillationen,
- Abweichungen von Maxwell-basierten Modellen.

8.5.2 Informationsflüsse in turbulenten Plasmen

Die Theorie sagt voraus:

- fraktale Skalenhierarchien,
- selbstorganisierte Filamentstrukturen,
- Abweichungen von klassischer MHD.

8.6 Zusammenfassung

Die Informations-Weber-Theorie macht eine Vielzahl klarer, überprüfbarer Vorhersagen, die sich von ART, QFT und Standardkosmologie unterscheiden. Besonders relevant sind:

- keine Singularitäten,
- Big Bounce statt Big Bang,
- fraktale CMB-Struktur,
- Rotverschiebung ohne Expansion,
- Rotationskurven ohne Dunkle Materie,

- Abweichungen in Laborplasmen,
- keine virtuellen Teilchen.

Diese Vorhersagen machen die Informations-Weber-Theorie zu einer empirisch testbaren Urtheorie, die klassische und quantenmechanische Phänomene in einem einheitlichen informationsbasierten Rahmen beschreibt.

Kapitel 9

Ausblick

Die Informations-Weber-Theorie stellt eine neue fundamentale Sichtweise auf die Physik dar. Sie ersetzt Felder, Teilchen und Raumzeit durch Informationsdichten, Informationsflüsse und eine emergente Informationsgeometrie. Die in diesem Werk entwickelte Struktur zeigt, dass klassische Mechanik, Quantenmechanik und Gravitation keine unabhängigen Theorien sind, sondern unterschiedliche Näherungen eines universellen Informationsprinzips. Dieses Kapitel gibt einen Ausblick auf die offenen Fragen, zukünftige Forschungsrichtungen und die möglichen Konsequenzen einer informationsbasierten Physik.

9.1 Eine neue Grundlage der Physik

Die Informations-Weber-Theorie ist keine Erweiterung bestehender Modelle, sondern eine Urtheorie, aus der bekannte physikalische Gesetze als Grenzfälle hervorgehen. Sie liefert:

- eine einheitliche Beschreibung lokaler und globaler Dynamik,
- eine natürliche Erklärung der Quantenstruktur,
- eine emergente Geometrie des Raumes,
- eine informationsbasierte Gravitation ohne Singularitäten,
- eine Herleitung der Naturkonstanten,
- eine konsistente kosmologische Dynamik ohne Urknall.

Damit entsteht ein neues Fundament, das die Physik auf eine informationsbasierte Grundlage stellt.

9.2 Offene Fragen und zukünftige Entwicklungen

Obwohl die Informations-Weber-Theorie eine konsistente Struktur liefert, bleiben wichtige Fragen offen, die zukünftige Forschung leiten werden.

9.2.1 Numerische Simulationen der Informationsgeometrie

Die digitale WDBT beschreibt den Raum als diskretes Informationsnetz. Eine zentrale Herausforderung besteht darin, diese Struktur numerisch zu simulieren:

- Wie entwickelt sich die Informationsgeometrie in komplexen Systemen?

- Wie entstehen Wellen, Turbulenz und fraktale Muster im Informationsnetz?
- Wie lassen sich kosmologische Strukturen aus Informationsflüssen simulieren?

Solche Simulationen könnten die Theorie empirisch zugänglich machen.

9.2.2 Quantitative Herleitung der Naturkonstanten

Kapitel 7 zeigt, dass Naturkonstanten aus der Informationsarchitektur emergieren. Eine zukünftige Aufgabe besteht darin, diese Herleitungen quantitativ zu präzisieren:

- exakte Abhängigkeiten von c , \hbar und G ,
- numerische Bestimmung der fraktalen Dimension,
- Zusammenhang zwischen Netzskala und physikalischen Skalen.

Dies würde die Theorie vollständig quantifizieren.

9.2.3 Informationsbasierte Kosmologie

Die Informations-Weber-Theorie liefert eine konsistente Alternative zur Standardkosmologie. Zukünftige Arbeiten könnten folgende Fragen klären:

- Wie genau verläuft der Big Bounce?
- Welche Signaturen hinterlässt er in der CMB?
- Wie entstehen Galaxien aus informationsbasierten Prozessen?
- Welche Rolle spielen Plasmen im frühen Universum?

Diese Fragen sind empirisch zugänglich und bieten klare Tests.

9.3 Konsequenzen für Technologie und Wissenschaft

Eine informationsbasierte Physik hat weitreichende Konsequenzen über die Grundlagenforschung hinaus.

9.3.1 Neue Sicht auf Energie und Information

Wenn Energie eine abgeleitete Größe der Information ist, ergeben sich neue Perspektiven:

- Informationsoptimierung statt Energieoptimierung,
- neue Konzepte für Energieübertragung,
- informationsbasierte Materialwissenschaft.

9.3.2 Informationsbasierte Messtechnik

Die Theorie legt nahe, dass Messprozesse Informationsflüsse sind. Dies könnte zu neuen Messverfahren führen:

- nichtlokale Messmethoden,
- fraktale Informationssensoren,
- neue Ansätze für Quantenmetrologie.

9.3.3 Kosmologische Anwendungen

Die informationsbasierte Sichtweise könnte neue Modelle für:

- Rotverschiebung,
- Gravitationswellen,
- Strukturentstehung,
- Plasma-Kosmologie

liefern und damit die moderne Kosmologie grundlegend verändern.

9.4 Schlussbemerkung

Die Informations-Weber-Theorie zeigt, dass die Physik nicht auf Feldern, Teilchen oder Raumzeit beruhen muss, sondern auf Information. Raum, Zeit, Dynamik und Gravitation emergieren aus der Struktur und Transformation von Information. Die Theorie verbindet lokale und globale Dynamik, klassische und quantenmechanische Phänomene und liefert eine konsistente kosmologische Struktur ohne Singularitäten.

Dieses Werk bildet den Ausgangspunkt für eine informationsbasierte Physik, die die Grundlagen der Natur neu interpretiert und zukünftige Forschung in eine neue Richtung lenkt. Die Informations-Weber-Theorie ist kein Abschluss, sondern ein Beginn: der Beginn einer Physik, die Information als fundamentale Größe versteht und die Natur aus ihrer innersten Struktur heraus erklärt.

Anhang A

Mathematische Grundlagen der Informations-Weber-Theorie

A.1 Variationsrechnung

Die Informations-Weber-Theorie basiert auf einem Lagrange-Funktional

$$\mathcal{L}_I[\rho_I] = \int \mathcal{F}(\rho_I, \nabla \rho_I, \partial_t \rho_I) d^3x.$$

Die Variation eines Funktional der Form

$$\mathcal{S}[\rho_I] = \int \mathcal{F}(\rho_I, \partial_\mu \rho_I) d^4x$$

ergibt

$$\delta \mathcal{S} = \int \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \rho_I} - \partial_\mu \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\partial_\mu \rho_I)} \right) \delta \rho_I d^4x.$$

Der Ausdruck in Klammern verschwindet für stationäre Punkte des Funktional.

A.2 Euler-Lagrange-Gleichungen für Informationsfelder

Für ein Informationsfeld $\rho_I(\vec{r}, t)$ ergibt sich die Euler-Lagrange-Gleichung:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\partial_t \rho_I)} \right) + \nabla \cdot \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\nabla \rho_I)} \right) - \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \rho_I} = 0.$$

Diese Gleichung ist die Grundlage der Informations-Weber-Dynamik.

A.3 Noether-Theorem im Informationsraum

Symmetrien des Informationsraums erzeugen Erhaltungsgrößen:

- Zeitsymmetrie \Rightarrow Energieerhaltung,
- Translationssymmetrie \Rightarrow Impulserhaltung,
- Rotationssymmetrie \Rightarrow Drehimpulserhaltung,
- Informationsinvarianz \Rightarrow Erhaltung der Gesamtinformation.

A.4 Informationsmetriken und fraktale Dimension

Die informationsbasierte Metrik ergibt sich aus

$$g_{ij} = \frac{\partial^2 \mathcal{F}}{\partial(\partial_i \rho_I) \partial(\partial_j \rho_I)}.$$

Die fraktale Dimension des Informationsraums ist definiert durch

$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2 + \phi)}.$$

Sie bestimmt die effektive Geometrie des emergenten Raumes.

Anhang B

Herleitungen

B.1 Herleitung der Weber-Kraft

Aus dem Weber-Lagrange-Funktional

$$L = \frac{1}{2}m\dot{r}^2 - \frac{q_1q_2}{4\pi\epsilon_0 r} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right)$$

ergibt die Variation die Weber-Kraft

$$\vec{F} = \frac{q_1q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left[1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{2r\ddot{r}}{c^2} \right] \hat{r}.$$

B.2 Herleitung des Bohm-Potentials

Aus dem globalen Informationsfunktional

$$\mathcal{F}_{\text{global}} = \gamma \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I}$$

ergibt die Variation

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho_I}}{\sqrt{\rho_I}}.$$

B.3 Herleitung der Kontinuitätsgleichung

Die Variation nach $\partial_t \rho_I$ ergibt

$$\vec{J}_I = \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\nabla \rho_I)}.$$

Damit folgt

$$\partial_t \rho_I + \nabla \cdot \vec{J}_I = 0.$$

B.4 Herleitung der effektiven Masse

Die effektive Masse ergibt sich aus

$$m_{\text{eff}} = 2\alpha \int \left(\frac{\partial \rho_I}{\partial v} \right)^2 d^3x.$$

Anhang C

Beispiele und Anwendungen

C.1 Doppelspalt: vollständige Lösung

Die Informationsdichte hinter zwei Spalten ergibt sich aus

$$\rho_I = \rho_1 + \rho_2 + 2\sqrt{\rho_1\rho_2}\cos(\Delta\phi).$$

Die Variation des globalen Funktional führt zur Helmholtz-Gleichung

$$\nabla^2\sqrt{\rho_I} + k^2\sqrt{\rho_I} = 0.$$

C.2 Harmonischer Oszillator

Die quantisierten Energien ergeben sich aus

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\omega.$$

C.3 Kepler-Problem

Das informationsbasierte Potential erzeugt

$$\ddot{\vec{r}} = -\frac{GM}{r^3}\vec{r}.$$

C.4 Plasmawellen

Die Informationsdynamik führt zu

$$\partial_t^2\rho_I + \omega_p^2\rho_I = 0.$$

Anhang D

Tabellen, Symbole und Definitionen

D.1 Symbolverzeichnis

ρ_I	Informationsdichte
\vec{J}_I	Informationsfluss
\mathcal{F}	Informationsdichtefunktional
Q	Bohm-Potential
Φ_I	Informationspotential
g_{ij}	Informationsmetrische Komponenten
D	fraktale Dimension

D.2 Glossar

Informationsraum: Abstrakter Raum aller Informationsverteilungen.

Informationsgeometrie: Emergente Metrikstruktur des physikalischen Raumes.

Systemische Kausalität: Globale Informationsorganisation.

D.3 Wichtige Gleichungen

$$\partial_t \rho_I + \nabla \cdot \vec{J}_I = 0$$

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 \sqrt{\rho_I}}{\sqrt{\rho_I}}$$

$$\vec{F}_{\text{Weber}} = \frac{q_1 q_2}{4\pi \varepsilon_0 r^2} \left[1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{2r\ddot{r}}{c^2} \right] \hat{r}$$

Literaturverzeichnis

- ¹H. Arp, *Seeing Red: Redshifts, Cosmology and Academic Science*, Alternative Kosmologie ohne Urknall (Apeiron, 1998).
- ²A. K. T. Assis, *Weber's Electrodynamics*, Moderne Rekonstruktion der Weber-Elektrodynamik (Kluwer Academic, 1994).
- ³D. Bohm, „A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of "Hidden"Variables“, *Physical Review* **85**, 166–193 (1952).
- ⁴J. Magueijo, „New Varying Speed of Light Theories“, *Reports on Progress in Physics* **66**, 2025–2068 (2003).
- ⁵A. Rubčić und H. Rubčić, *The Thorny Way of Truth*, Widersprüche in Einsteins Postulaten (Apeiron, 1998).
- ⁶L. Smolin, *The Trouble with Physics*, Kritik an Stringtheorie und Physik-Establishment (Houghton Mifflin, 2006).