

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

Die Informations-Weber-Theorie

Eine fundamentale Informations-Urtheorie

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

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 (WDBT) 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. Die ART ist damit eine geometrische Näherung, die im schwachen Feld ausgezeichnet funktioniert, im starken Feld jedoch zu Singularitäten führt.

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 WDBT eine konsistente Grundlage für Gravitation und Quantenmechanik (QM) 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.

Ein besonderer Wendepunkt in der Entwicklung dieser Theorie war die Entdeckung des β -Parameters in der Weber-Gravitation (WG). Die Erkenntnis, dass der Wert $\beta = 0.5$ nicht nur mathematisch konsistent ist, sondern die korrekten astronomischen Beobachtungen (Periheldrehung, Bahnstabilität, Rotverschiebung) ohne Raumzeitkrümmung reproduziert, bildet das Fundament der gesamten Arbeit. Ohne diesen Parameter wäre weder die Synthese von WG und De-Broglie-Bohm-Theorie (DBT) möglich, noch die informationsbasierte Erweiterung, die in diesem Buch entwickelt wird. Die $\beta = 0.5$ -Struktur ist keine freie Modellannahme, sondern

eine strukturelle Invariante der Natur, die die Schwächen der ART im starken Feld überwindet und eine konsistente, singularitätsfreie Gravitation ermöglicht. Diese Entdeckung war der Ausgangspunkt für das gesamte hier vorliegende Werk.

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	10
2.3.2 Globale Dynamik: Quantenpotential	10
2.3.3 Die analoge WDBT als Fernwirkungstheorie	10
2.4 Raum als emergente Informationsgeometrie	10
2.4.1 Warum Raum nicht fundamental sein kann	10
2.4.2 Emergenz der Zeit	11
2.4.3 Fraktale Dimension als geometrische Signatur	11
2.4.4 Diskrete Informationsstruktur als Ursprung des Raumes	11
2.4.5 Emergenz der Dynamik aus der Informationsgeometrie	11
2.4.6 Emergenz von Gravitationswellen	11
2.4.7 CMB-Struktur als fossilierte Informationsgeometrie	11
2.4.8 Herleitung von Naturkonstanten	12
2.4.9 Einordnung von WDBT, ART und ART+	12
2.5 Zusammenfassung	12
3 Die klassische Weber-Elektrodynamik	13

3.1 Motivation	13
3.2 Historischer Kontext	13
3.3 Der Weber-Lagrange-Ansatz	14
3.4 Herleitung der Weber-Kraft	14
3.5 Interpretation der Terme	14
3.6 Bedeutung für die Informations-Weber-Theorie	15
4 Das Informations-Lagrange-Funktional	17
4.1 Einleitung	17
4.2 Grundidee des informationsbasierten Variationsprinzips	17
4.3 Definition des Informations-Lagrange-Funktional	18
4.4 Variation und Euler-Lagrange-Gleichungen	18
4.5 Informationsfluss als natürliche Konsequenz	18
4.6 Zerlegung in lokale und globale Beiträge	18
4.6.1 Lokaler Anteil	19
4.6.2 Globaler Anteil	19
4.7 Weber-Kraft und Bohm-Potential als Grenzfälle	19
4.8 Symmetrien und Erhaltungsgrößen	19
4.9 Zusammenfassung	19
5 Informationsmetrik und emergente Raumzeit	21
5.1 Einleitung	21
5.2 Von der Informationsdynamik zur Geometrie	21
5.3 Definition der Informationsmetrik	21
5.3.1 Interpretation	22
5.4 Emergenz des physikalischen Raumes	22
5.4.1 Diskrete Struktur	22
5.5 Emergenz der Zeit	22
5.5.1 Zwei Zeitstrukturen	22
5.6 Fraktale Dimension als geometrische Signatur	22
5.6.1 Makroskopischer Grenzfall	23
5.7 Informationsgeometrie und Dynamik	23
5.7.1 Lokale Projektion	23
5.7.2 Globale Projektion	23
5.8 Gravitationswellen als Moden der Informationsgeometrie	23
5.9 Vergleich mit der Allgemeinen Relativitätstheorie	23
5.9.1 Gemeinsamkeiten	23
5.9.2 Unterschiede	24
5.10 Zusammenfassung	24
6 Emergenz klassischer und quantenmechanischer Phänomene	25
6.1 Einleitung	25
6.2 Trägheit als emergente Informationsstruktur	25
6.3 Gravitation als Informationsfluss	26
6.4 Wellenphänomene als energetische Informationsorganisation	26
6.5 Nichtlokalität als systemische Ganzheit	26
6.6 Zusammenführung der klassischen und quantenmechanischen Emergenz	26
6.7 Emergenz der klassischen Mechanik	27
6.8 Emergenz der QM	27
6.9 Emergenz der Relativität	27
6.10 Zusammenfassung	27

7 Vergleich mit etablierten Theorien	29
7.1 Einleitung	29
7.2 Klassische Mechanik als lokaler Grenzfall	29
7.3 Elektrodynamik: Maxwell, Lorentz und Weber	30
7.3.1 Maxwell-Theorie als effektive Feldbeschreibung	30
7.3.2 Lorentz-Kraft als phänomenologische Näherung	30
7.3.3 Weber-Kraft als lokaler Grenzfall	30
7.4 QM als globale Informationsdynamik	30
7.5 Relativitätstheorie als emergente Geometrie	31
7.6 Grenzfälle und Übergänge	31
7.7 Frequenzabhängige Lichtablenkung als Test der Theorie	31
7.8 Von WDBT → ART → ART+ → WDBT+	32
7.9 Zusammenfassung	32
8 Naturkonstanten aus Informationsarchitektur	33
8.1 Einleitung: Naturkonstanten als emergente Skalierungsparameter	33
8.2 Fraktale Informationsarchitektur als Ursprung der Skalen	33
8.3 Die Lichtgeschwindigkeit als maximale Informationsflussrate	34
8.3.1 Informationsfluss und Kopplungsdichte	34
8.3.2 Interpretation	34
8.4 Das Plancksche Wirkungsquantum als Maß globaler Informationsgranularität	34
8.4.1 Skalierung aus fraktaler Geometrie	34
8.4.2 Interpretation	34
8.5 Die Gravitationskonstante als Kopplungsparameter der Informationsgeometrie	34
8.5.1 Skalierung aus Informationskopplung	35
8.5.2 Interpretation	35
8.6 Weitere Naturkonstanten	35
8.6.1 Die Feinstrukturkonstante	35
8.6.2 Die Elementarladung	35
8.6.3 Die Boltzmann-Konstante	35
8.7 Zusammenfassung	35
9 Experimentelle Vorhersagen und Tests	37
9.1 Einleitung: Testbarkeit einer informationsbasierten Urtheorie	37
9.2 Vorhersagen, die der ART widersprechen	37
9.2.1 Keine echten Singularitäten	37
9.2.2 Abweichungen bei extremen Gravitationsfeldern	37
9.2.3 Frequenzabhängige Lichtablenkung	38
9.3 Vorhersagen, die der Quantenfeldtheorie widersprechen	38
9.3.1 Keine virtuellen Teilchen	38
9.3.2 Nichtlokalität ohne Verletzung der Kausalität	38
9.4 Kosmologische Tests	39
9.4.1 CMB-Fraktalität	39
9.4.2 Rotverschiebung ohne Expansion	39
9.4.3 Galaktische Rotationskurven ohne Dunkle Materie	39
9.5 Labor- und Plasma-Experimente	39
9.5.1 Weber-Effekte in Laborplasmen	39
9.5.2 Informationsflüsse in turbulenten Plasmen	40
9.6 Zusammenfassung	40
10 Numerische Simulation der Informationsgeometrie	41

10.1 Einleitung	41
10.2 Das diskrete Informationsnetz	41
10.2.1 Knoten	41
10.2.2 Kopplungen	42
10.2.3 Aktualisierungsregeln	42
10.3 Diskrete Form des Informations-Lagrange-Funktional	42
10.4 Berechnung der Informationsmetrik	42
10.4.1 Rekonstruktion des Raumes	42
10.5 Simulation lokaler Dynamik	43
10.6 Simulation globaler Dynamik	43
10.7 Emergenz von Wellen und Gravitationsmoden	43
10.8 Numerische Stabilität und fraktale Skalierung	43
10.9 Beispiel: Simulation eines Doppelspalts	44
10.10 Beispiel: Simulation eines Gravitationspotentials	44
10.11 Zusammenfassung	44
 11 Plasmaphysik und Informationsdynamik	 45
11.1 Einleitung	45
11.2 Plasma als Informationsmedium	45
11.3 WED im Plasma	46
11.4 Informationsgeometrie in Plasmen	46
11.5 Plasma-Kosmologie und Informations-Weber-Theorie	47
11.5.1 CMB-Struktur aus Informationsgeometrie	47
11.5.2 Rotverschiebung ohne Expansion	47
11.5.3 Galaxienbildung und Rotationskurven	47
11.6 Zusammenfassung	47
 12 Kosmologie in der Informations-Weber-Theorie	 49
12.1 Einleitung	49
12.2 Das Universum als Informationsnetz	49
12.2.1 Keine fundamentale Raumzeit	50
12.2.2 Kosmologie als fraktale Informationsdynamik	50
12.3 CMB-Struktur als fossilierte Informationsgeometrie	50
12.3.1 Fraktale Signaturen	50
12.3.2 Keine Inflation notwendig	50
12.4 Rotverschiebung ohne Expansion	50
12.4.1 Informationsdynamische Rotverschiebung	50
12.4.2 Keine kosmische Expansion notwendig	51
12.5 Galaktische Rotationskurven ohne Dunkle Materie	51
12.6 Großskalige Strukturbildung	51
12.7 Gravitationslinsen als Moden der Informationsgeometrie	51
12.7.1 Vorhersage: Frequenzabhängige Lichtablenkung	52
12.8 Big Bounce statt Urknall	52
12.9 Zusammenfassung	52
 13 Beispiele und Anwendungen	 53
13.1 Einleitung	53
13.2 Beispiel 1: Der Doppelspalt als Informationsprozess	53
13.2.1 Informationsdichte hinter dem Spalt	53
13.2.2 Nichtlokalität ohne Kollaps	54
13.3 Beispiel 2: Harmonischer Oszillat	54

13.3.1	Lokaler Anteil: klassische Schwingung	54
13.3.2	Globaler Anteil: quantisierte Energieniveaus	54
13.4	Beispiel 3: Kepler-Problem und gravitative Informationsflüsse	54
13.4.1	Informationspotential	54
13.4.2	Weber-Gravitation	55
13.5	Beispiel 4: Plasmawellen als Informationsmoden	55
13.5.1	Informationsgeometrische Interpretation	55
13.6	Beispiel 5: Gravitationslinsen als Moden der Informationsgeometrie	55
13.7	Beispiel 6: Numerische Simulation eines Informationsnetzes	55
13.8	Zusammenfassung	56
14	Ausblick	57
14.1	Einleitung	57
14.2	Eine neue Grundlage der Physik	57
14.3	Offene Fragen und zukünftige Entwicklungen	57
14.3.1	Numerische Simulationen der Informationsgeometrie	58
14.3.2	Quantitative Herleitung der Naturkonstanten	58
14.3.3	Informationsbasierte Kosmologie	58
14.3.4	Informationsbasierte Quantenphysik	58
14.4	Konsequenzen für Technologie und Wissenschaft	58
14.4.1	Neue Sicht auf Energie und Information	59
14.4.2	Informationsbasierte Messtechnik	59
14.4.3	Kosmologische Anwendungen	59
14.5	Schlussbemerkung	59
A	Mathematische Grundlagen der Informations-Weber-Theorie	61
A.1	Variationsrechnung für Informationsfunktionale	61
A.1.1	Allgemeine Formulierung	61
A.2	Euler-Lagrange-Gleichungen für Informationsfelder	62
A.2.1	Zeitabhängiges Informationsfeld	62
A.2.2	Beispiel: Lokaler Anteil des Informationsfunktional	62
A.3	Noether-Theorem im Informationsraum	63
A.3.1	Allgemeine Formulierung	63
A.3.2	Beispiele für Symmetrien	63
A.4	Informationsmetriken und fraktale Dimension	63
A.4.1	Definition der Informationsmetrik	64
A.4.2	Fraktale Dimension als Skalierungssignatur	64
A.5	Zusammenfassung von Anhang A	64
B	Herleitungen	65
B.1	Herleitung der Weber-Gravitation	65
B.1.1	Ausgangspunkt: Weber-Lagrange-Funktional	66
B.1.2	Euler-Lagrange-Gleichung	66
B.1.3	Einsetzen in die Euler-Lagrange-Gleichung	66
B.1.4	Interpretation der Parameterwahl	66
B.2	Herleitung des Bohm-Potentials	67
B.2.1	Variation des Funktional	67
B.2.2	Interpretation	67
B.3	Herleitung der Kontinuitätsgleichung	67
B.3.1	Lokale Form	68
B.3.2	Herleitung aus dem Funktional	68

B.3.3 Interpretation	68
B.4 Herleitung der effektiven Masse	68
B.4.1 Definition	68
B.4.2 Herleitung	68
B.4.3 Interpretation	68
B.5 Zusammenfassung	69
C Beispiele und vollständige Lösungen	71
C.1 Doppelspalt: vollständige Lösung	71
C.1.1 Ansatz für die Informationsdichte	71
C.1.2 Herleitung der Phase aus dem globalen Funktional	72
C.1.3 Lösung hinter dem Doppelspalt	72
C.1.4 Interpretation	72
C.2 Harmonischer Oszillator	72
C.2.1 Lokaler Anteil: klassische Schwingung	72
C.2.2 Globaler Anteil: quantisierte Energieniveaus	73
C.2.3 Lösung	73
C.2.4 Interpretation	73
C.3 Kepler-Problem und gravitative Informationsflüsse	73
C.3.1 Informationspotential	73
C.3.2 Radialgleichung	74
C.3.3 Transformation auf die Bahngleichung	74
C.3.4 Lösung und Periheldrehung	74
C.3.5 Interpretation	74
C.4 Lichtablenkung als Modus der Informationsgeometrie	74
C.4.1 Bahngleichung für Photonen	75
C.4.2 Lösung für kleine Ablenkungen	75
C.4.3 Ablenkinkel	75
C.4.4 Frequenzabhängige Korrektur	75
C.4.5 Interpretation	75
C.5 Plasmawellen	75
C.5.1 Ansatz	75
C.5.2 Lineare Lösung	76
C.5.3 Nichtlineare Lösung	76
C.5.4 Interpretation	76
C.6 Zusammenfassung	76
D Tabellen, Symbole und Definitionen	77
D.1 Symbolverzeichnis	77
D.2 Glossar	77
D.3 Wichtige Gleichungen	77

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 QM 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 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 QM 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 (WED), 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 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 QM: der Welle-Teilchen-Dualismus, der „Kollaps“ der Wellenfunktion bei Messungen und nichtlokale 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 WED oder die 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 – insbesondere Singularitäten in starken Gravitationsfeldern, 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 QM 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 Gravitationswellen ermöglicht und im schwachen Feld äußerst erfolgreich ist. Gleichzeitig führt sie im starken Feld zu echten Singularitäten, die physikalisch problematisch sind. Die Weber-Gravitation bleibt in allen Feldstärken regulär und liefert eine direkte dynamische Beschreibung ohne geometrische Interpretation.

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 Lichtableitung 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:

- Können virtuelle Photonen schneller als Licht sein, ohne die SRT zu verletzen?
- 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 Photonenergie abhängen könnte.

Mögliche Indizien:

- Gammablitze 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 WED 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 (Energie-transport) 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 WDBT eine konsistente Grundlage für eine alternative Beschreibung von Gravitation und QM bildet, in der direkte Wechselwirkungen und nichtlokale Informationsstrukturen vereinigt werden. Zweitens entwickelt es eine informationsbasierte Urtheorie, in der Energie, Raum, Zeit und Dynamik als abgeleitete Größen eines zugrunde liegenden Informationsnetzes erscheinen.

Der Aufbau des Buches folgt der endgültigen Struktur:

1. **Einleitung** Motivation, Kritik der modernen Physik, Einführung des Informationsbegriffs und Formulierung der Axiome der Informations-Weber-Theorie.
2. **Der Informationszustand** Definition der Informationsdichte, Informationsflüsse, Kontinuitätsgleichung und Informationsfunktionale.
3. **Die klassische Weber-Elektrodynamik** Historische Einordnung, Lagrange-Ansatz, Herleitung und Interpretation der Weber-Kraft als lokaler Grenzfall.
4. **Informations-Lagrange-Funktional** Mathematische Grundstruktur der Theorie: vollständiges Funktional, Variation, Euler-Lagrange-Gleichungen, Zerlegung in lokale und globale Beiträge.
5. **Informationsmetrik und emergente Raumzeit** Herleitung der effektiven Metrik, fraktale Dimension, emergente Zeit und diskrete Informationsgeometrie.
6. **Emergenz klassischer und quantenmechanischer Phänomene** Trägheit, Gravitation, Wellenphänomene, Nichtlokalität und systemische Kausalität als emergente Informationsdynamik.
7. **Vergleich mit etablierten Theorien** Einordnung von ART, SRT, QM, QED und Quantenfeldtheorie (QFT) als Grenzfälle der Informations-Weber-Theorie.
8. **Naturkonstanten aus Informationsarchitektur** Herleitung von c , \hbar , G , α und weiteren Konstanten aus Informationskopplungen und fraktaler Struktur.
9. **Konsequenzen der Informations-Weber-Theorie** Kosmologie, Rotverschiebung, CMB, Big Bounce und fraktale Struktur des Universums im informationsbasierten Rahmen.
10. **Numerische Simulation eines Informationsnetzes** Diskretisierung, Evolutionsgleichungen, Algorithmus und beobachtbare Größen in der digitalen WDBT+.

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 QM, 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. Kapitel 1 verankert Motivation und Axiome, Kapitel 2 führt den Informationszustand formal ein, Kapitel 3 zeigt die WED als lokalen Grenzfall. Kapitel 4 und 5 etablieren die mathematische Grundstruktur der Theorie über Informations-Lagrange-Funktional und Informationsmetrik. Kapitel 6 und 7 zeigen, wie klassische und quantenmechanische Phänomene als emergente Informationsdynamik erscheinen und wie etablierte Theorien als Grenzfälle eingeordnet werden. Kapitel 8–10 widmen sich Naturkonstanten, kosmologischen Konsequenzen und numerischen Simulationen des Informationsnetzes.

Damit ist der Rahmen gesetzt, in dem die Informations-Weber-Theorie im weiteren Verlauf systematisch entwickelt, mathematisch präzisiert und mit bestehenden Theorien verglichen wird.

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 wird durch eine skalare Dichtefunktion

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

repräsentiert, die angibt, wie viel strukturierte Information an einem Ort vorliegt.

Im Gegensatz zu klassischen Feldern besitzt ρ_I keine materielle Bedeutung. Sie beschreibt weder Masse noch Ladung oder Energie, sondern die *Organisation* eines physikalischen Systems. Energie, Impuls und andere Größen entstehen erst 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:

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

Diese Gleichung ist das Herzstück der Theorie: Sie ersetzt die Energieerhaltung durch eine *Informationserhaltung*, aus der die Energieerhaltung als Spezialfall folgt. Die gesamte Dynamik ergibt sich aus der Umlagerung von Information.

2.2 Information als Ursprung physikalischer Größen

In der Informations-Weber-Theorie entstehen physikalische Größen als Funktionale der Informationsdichte. Energie, Impuls, Trägheit und sogar die geometrische Struktur des Raumes ergeben sich aus Symmetrien und Transformationen der Informationsverteilung.

Damit wird die klassische Unterscheidung zwischen Materie, Feldern und Geometrie aufgehoben: Alles entsteht aus einer einzigen fundamentalen Größe – der Information.

2.3 Dynamik als Informationsfluss

Die Bewegungsgleichungen eines Systems ergeben sich aus der Umlagerung von Information. Die Theorie unterscheidet zwei komplementäre Dynamikformen:

- **lokale Dynamik:** beschrieben durch die Weber-Kraft,
- **globale Dynamik:** beschrieben durch das Bohm'sche Quantenpotential.

Diese beiden Strukturen sind keine konkurrierenden Modelle, sondern zwei Projektionen derselben Informationsdynamik.

2.3.1 Lokale Dynamik: Weber-Kraft

Die Weber-Kraft beschreibt lokale Informationsflüsse. Sie ist der lokale Grenzfall der informationsbasierten Dynamik und wird in Kapitel 3 hergeleitet.

2.3.2 Globale Dynamik: Quantenpotential

Das Bohm'sche Quantenpotential beschreibt die systemische, nichtlokale Organisation des Informationszustands. Es ist der globale Grenzfall der Informationsdynamik und wird in Kapitel 4 aus dem Informations-Lagrange-Funktional abgeleitet.

2.3.3 Die analoge WDBT als Fernwirkungstheorie

Die analoge WDBT beschreibt die Gesamtwirkung auf ein System durch drei Fernwirkungsbeiträge:

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

- F_{WED} : Weber-Elektrodynamik (Ladungen),
- F_{WG} : Weber-Gravitation (Massen),
- F_Q : Bohm'sches Quantenpotential (Informationsstruktur).

Diese analoge Theorie besitzt *kein Raummodell*. Sie arbeitet rein relational und kann daher keine propagierenden Störungen wie Gravitationswellen beschreiben. Dies ist kein Mangel, sondern eine Konsequenz der rein dynamischen Fernwirkungsstruktur ohne geometrische Interpretation.

2.4 Raum als emergente Informationsgeometrie

Die analoge WDBT arbeitet ohne ontologischen Raum. Erst die digitale WDBT führt ein diskretes Informationsnetz ein, aus dem der physikalische Raum als emergente Geometrie entsteht.

2.4.1 Warum Raum nicht fundamental sein kann

Mehrere Argumente sprechen gegen einen fundamentalen Raum:

- Fernwirkungen benötigen keinen Trägerraum.
- Kausalität kann ohne Raum formuliert werden.
- Die fraktale Dimension widerspricht einem glatten Kontinuum.
- Kontinuumsmodelle erzeugen Singularitäten und Paradoxien.

- Eine dynamische Raumzeit setzt ein Informationsnetz voraus.

Die Konsequenz lautet: Raum ist eine abgeleitete Größe, keine fundamentale.

2.4.2 Emergenz der Zeit

Auch die Zeit ist keine primitive Größe. Sie entsteht aus der Ordnung der Informationszustände und aus der Aktualisierungsdynamik des Informationsnetzes.

- Zeit ist ein Ordnungsparameter der Informationsveränderung.
- In der digitalen WDBT entsteht Zeit aus diskreten Aktualisierungsschritten.
- Zeitdilatation ist eine Eigenschaft der Informationsgeometrie.
- Die Zeitrichtung entsteht aus Informationsentropie.

2.4.3 Fraktale Dimension als geometrische Signatur

Die fraktale Dimension

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

ist eine Eigenschaft der Kopplungsstruktur des Informationsnetzes. Sie beschreibt die Skalierungsstruktur der Informationsarchitektur und ist ein Hinweis darauf, dass der Raum nicht fundamental sein kann.

2.4.4 Diskrete Informationsstruktur als Ursprung des Raumes

Die digitale WDBT beschreibt ein Netzwerk aus Informationsknoten und Kopplungen. Der physikalische Raum ist die effektive Metrik dieser Kopplungsstruktur:

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

2.4.5 Emergenz der Dynamik aus der Informationsgeometrie

Wenn Raum und Zeit emergent sind, dann ist auch die Dynamik emergent. Bewegung, Kräfte und Wellen entstehen als Konsequenzen der Informationsgeometrie.

- lokale Dynamik = Projektion der lokalen Informationsstruktur,
- globale Dynamik = Projektion der systemischen Informationsstruktur,
- Wellen = kollektive Moden der Informationsgeometrie.

2.4.6 Emergenz von Gravitationswellen

Die analoge WDBT kann keine Gravitationswellen beschreiben. Die digitale WDBT erzeugt Gravitationswellen als kollektive Moden der Informationsgeometrie. Damit wird die Stärke der ART – die Beschreibung dynamischer Geometrie – in einen informationsbasierten Rahmen überführt.

2.4.7 CMB-Struktur als fossilierte Informationsgeometrie

Die anisotrope Struktur der CMB spiegelt die fraktale Kopplungsstruktur des frühen Informationsnetzes wider.

2.4.8 Herleitung von Naturkonstanten

In der digitalen WDBT entstehen Naturkonstanten wie c , \hbar und G aus Skalierungsrelationen der Informationsarchitektur.

2.4.9 Einordnung von WDBT, ART und ART+

- **analoge WDBT:** Fernwirkung, kein Raum, keine Wellen; direkte dynamische Struktur.
- **ART:** geometrisches Raummodell, das die Weber-Dynamik im schwachen Feld reproduziert, jedoch im starken Feld Singularitäten erzeugt.
- **ART+:** ART erweitert um informationsbasierte Struktur; keine echten Singularitäten.
- **digitale WDBT+:** vollständige informationsbasierte Urtheorie mit emergenter Geometrie und Gravitationswellen.

2.5 Zusammenfassung

Kapitel 2 hat die konzeptionellen Grundlagen der Informations-Weber-Theorie dargestellt:

- Informationszustand als fundamentale Größe,
- lokale und globale Informationsdynamik,
- analoge WDBT als Fernwirkungstheorie,
- digitale WDBT als informationsbasierte Raumtheorie,
- Emergenz von Raum, Zeit, Dynamik und Naturkonstanten.

Die mathematische Formulierung erfolgt in Kapitel 4 (Informations-Lagrange-Funktional) und Kapitel 5 (Informationsmetrik).

Kapitel 3

Die klassische Weber-Elektrodynamik

3.1 Motivation

Die Weber-Elektrodynamik stellt einen der frühesten und konsequentesten Versuche dar, elektrische und magnetische Wechselwirkungen ohne Felder zu beschreiben. Statt eines elektromagnetischen Feldes im Raum verwendet Weber ein Wirkungsprinzip, bei dem Ladungen direkt aufeinander einwirken.

Diese Sichtweise ist für die Informations-Weber-Theorie von zentraler Bedeutung: Sie zeigt, dass lokale Dynamik *ohne* Feldkonzepte formuliert werden kann und dass Kräfte aus relationalen Größen entstehen können. Die Weber-Kraft bildet daher den **lokalen Grenzfall** der informationsbasierten Dynamik, der entsteht, wenn globale Informationsstrukturen vernachlässigt werden.

Dieses Kapitel stellt die klassische Theorie dar, bevor in Kapitel 4 gezeigt wird, wie sie aus dem lokalen Anteil des Informations-Lagrange-Funktionalen hervorgeht.

3.2 Historischer Kontext

Wilhelm Eduard Weber formulierte 1846 eine elektrodynamische Kraft, die sowohl die Coulomb-Wechselwirkung als auch geschwindigkeits- und beschleunigungsabhängige Terme enthält. Diese Theorie war lange Zeit eine ernsthafte Alternative zu Maxwells Feldtheorie und wurde im 20. Jahrhundert durch Assis und andere rekonstruiert und präzisiert.

Die Weber-Kraft ist bemerkenswert, weil sie:

- direkt zwischen Ladungen wirkt (keine Felder als ontologische Objekte),
- retardierte Effekte teilweise berücksichtigt,
- Energie- und Impulserhaltung strikt respektiert,
- magnetische und strahlungsähnliche Effekte aus rein mechanischen Prinzipien ableitet.

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:

$$L = \frac{1}{2}m_1\dot{r}_1^2 + \frac{1}{2}m_2\dot{r}_2^2 - \frac{q_1q_2}{4\pi\varepsilon_0 r} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right). \quad (3.1)$$

Dieser Ausdruck enthält:

- den Coulomb-Term (statische Fernwirkung),
- einen geschwindigkeitsabhängigen Term (magnetische Effekte),
- einen beschleunigungsabhängigen Term (strahlungsähnliche Reaktionskräfte).

Die letzten beiden Terme sind die charakteristischen Merkmale der Weber-Theorie und zeigen, dass elektromagnetische Effekte aus rein mechanischen Prinzipien entstehen können.

3.4 Herleitung der Weber-Kraft

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

$$\vec{F} = \frac{q_1q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \left[1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{2r\ddot{r}}{c^2} \right] \hat{r}. \quad (3.2)$$

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 strahlungsähnliche Widerstandseffekte.

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-Funktionalen entsteht und wie das Bohm-Potential als globaler Anteil hinzukommt.

Damit bildet die klassische WED die Brücke zwischen historischer Mechanik und moderner informationsbasierter Physik. Sie zeigt, dass lokale Dynamik ohne Felder formuliert werden kann – ein zentrales Prinzip der Informations-Weber-Theorie.

Kapitel 4

Das Informations-Lagrange-Funktional

4.1 Einleitung

Die Informations-Weber-Theorie beschreibt physikalische Systeme durch die Dynamik einer Informationsdichte $\rho_I(\vec{r}, t)$. Um diese Dynamik mathematisch zu formulieren, benötigt man ein Variationsprinzip, das die zeitliche Entwicklung von ρ_I bestimmt. Dieses Kapitel führt das *Informations-Lagrange-Funktional* ein, aus dem alle Bewegungsgleichungen der Theorie folgen.

Das Informations-Lagrange-Funktional ersetzt im informationsbasierten Rahmen:

- die Newtonsche Bewegungsgleichung,
- die Maxwell-Gleichungen,
- die Schrödinger-Gleichung,
- die geometrische Formulierung der Gravitation in der ART.

Es bildet die mathematische Grundlage der gesamten Theorie und zeigt, dass diese etablierten Gleichungen als Grenzfälle einer tieferen Informationsdynamik erscheinen.

4.2 Grundidee des informationsbasierten Variationsprinzips

Die Informations-Weber-Theorie geht von folgenden Prinzipien aus:

1. Der physikalische Zustand ist eine Informationsverteilung ρ_I .
2. Information ist eine Erhaltungsgröße.
3. Dynamik ist Umlagerung von Information.
4. Lokale und globale Dynamik sind komplementär.

Daraus folgt, dass die Dynamik durch ein Funktional beschrieben werden muss, das sowohl lokale als auch globale Informationsstrukturen berücksichtigt.

4.3 Definition des Informations-Lagrange-Funktional

Das Informations-Lagrange-Funktional lautet allgemein:

$$\mathcal{L}_I[\rho_I] = \int \mathcal{F}(\rho_I, \nabla \rho_I, \partial_t \rho_I) d^3x. \quad (4.1)$$

Die skalare Dichte \mathcal{F} beschreibt die lokale Struktur des Informationsraums. Sie hängt ab von:

- der Informationsdichte ρ_I ,
- ihren räumlichen Gradienten $\nabla \rho_I$,
- ihrer zeitlichen Ableitung $\partial_t \rho_I$.

Die Form von \mathcal{F} ergibt sich aus den Axiomen der Theorie und den Symmetrien des Informationsraums.

4.4 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:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\partial_t \rho_I)} \right) + \nabla \cdot \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\nabla \rho_I)} \right) - \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \rho_I} = 0. \quad (4.2)$$

Diese Gleichung ist die fundamentale Bewegungsgleichung der Informations-Weber-Theorie.

4.5 Informationsfluss als natürliche Konsequenz

Aus der Euler-Lagrange-Gleichung folgt unmittelbar der 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.

4.6 Zerlegung in lokale und globale Beiträge

Die Struktur von \mathcal{F} erlaubt eine natürliche Zerlegung:

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_{\text{lokal}} + \mathcal{F}_{\text{global}}. \quad (4.3)$$

4.6.1 Lokaler Anteil

Der lokale Anteil beschreibt lokale Informationsflüsse:

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

Er führt im Grenzfall zu:

- der Weber-Kraft (Kapitel 3),
- klassischen Trägheits- und Energiebegriffen.

Damit entspricht der lokale Anteil der direkten, mechanischen Dynamik.

4.6.2 Globaler Anteil

Der globale Anteil beschreibt systemische Informationsorganisation:

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

Die Variation dieses Terms führt zum Bohm'schen Quantenpotential:

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

Damit ist Q kein Zusatz der QM, sondern der globale Anteil der Informationsdynamik.

4.7 Weber-Kraft und Bohm-Potential als Grenzfälle

Die Informations-Weber-Theorie reproduziert zwei klassische Strukturen:

- **Weber-Kraft:** lokaler Grenzfall der Informationsdynamik.
- **Bohm-Potential:** globaler Grenzfall der Informationsdynamik.

Beide entstehen aus demselben Funktional — sie sind keine unabhängigen Modelle, sondern zwei Projektionen derselben Informationsstruktur.

4.8 Symmetrien und Erhaltungsgrößen

Nach dem Noether-Theorem ergeben sich:

- Translationssymmetrie \Rightarrow Impulserhaltung,
- Zeitsymmetrie \Rightarrow Energieerhaltung,
- Rotationssymmetrie \Rightarrow Drehimpulserhaltung.

Damit sind Energie und Impuls keine primitiven Größen, sondern abgeleitete Informationsfunktionale.

4.9 Zusammenfassung

Das Informations-Lagrange-Funktional bildet die mathematische Grundlage der Informations-Weber-Theorie:

- Es beschreibt die Dynamik der Informationsdichte.

- Es erzeugt die Kontinuitätsgleichung.
- Es zerlegt sich in lokale und globale Beiträge.
- Es reproduziert Weber-Kraft und Bohm-Potential.
- Es liefert Energie- und Impulserhaltung aus Symmetrien.

Kapitel 5 entwickelt darauf aufbauend die Informationsmetrik und die emergente Raumzeit.

Kapitel 5

Informationsmetrik und emergente Raumzeit

5.1 Einleitung

Die Informations-Weber-Theorie geht davon aus, dass Raum und Zeit keine fundamentalen Größen sind, sondern aus der Struktur der Informationsverteilung $\rho_I(\vec{r}, t)$ emergieren. Während Kapitel 4 das Variationsprinzip der Informationsdynamik formuliert hat, entwickelt dieses Kapitel die geometrische Struktur, die aus dieser Dynamik hervorgeht.

Die zentrale Idee lautet:

Raum ist die effektive Metrik der Informationskopplung.

Damit wird die klassische Raumzeit der ART nicht verworfen, sondern als makroskopischer Grenzfall einer tieferen informationsbasierten Geometrie verstanden.

5.2 Von der Informationsdynamik zur Geometrie

Die Informations-Weber-Theorie unterscheidet zwei Ebenen:

- **analoge WDBT:** Fernwirkung ohne Raummodell,
- **digitale WDBT:** diskretes Informationsnetz, aus dem Raum emergiert.

Die analoge Theorie beschreibt direkte Wechselwirkungen, benötigt aber kein ontologisches Raumzeitkontinuum. Erst die digitale Theorie führt ein Netzwerk aus Informationsknoten ein, dessen Kopplungsstruktur eine effektive Geometrie erzeugt.

5.3 Definition der Informationsmetrik

Die Informationsmetrik entsteht aus der Sensitivität des Informations-Lagrange-Funktionalen gegenüber räumlichen Änderungen der Informationsdichte. Formal ergibt sich die Metrik aus:

$$g_{ij} = \frac{\partial^2 \mathcal{F}}{\partial(\partial_i \rho_I) \partial(\partial_j \rho_I)}. \quad (5.1)$$

Diese Definition ist analog zur Fisher-Informationsmetrik, jedoch nicht statistisch, sondern dynamisch motiviert.

5.3.1 Interpretation

- Große Werte von g_{ij} bedeuten, dass kleine Änderungen der Informationsstruktur große dynamische Effekte haben.
- Kleine Werte bedeuten, dass die Informationsstruktur „weich“ ist.

Die Metrik misst also die *Steifigkeit der Informationsgeometrie*.

5.4 Emergenz des physikalischen Raumes

Der physikalische Raum entsteht als effektive Geometrie des Informationsnetzes:

$$ds^2 = g_{ij} dx^i dx^j.$$

Damit ist Raum keine ontologische Entität, sondern eine Projektion der Informationskopplungen auf eine kontinuierliche Beschreibung.

5.4.1 Diskrete Struktur

In der digitalen WDBT besteht der Informationszustand aus:

- Knoten (Informationspunkte),
- Kopplungen (Informationsflüsse),
- Aktualisierungsregeln (Dynamik).

Die Metrik ist die effektive Beschreibung dieser Kopplungsstruktur.

5.5 Emergenz der Zeit

Zeit entsteht aus der Ordnung der Aktualisierungsschritte des Informationsnetzes:

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

Die physikalische Zeit ist die Kontinuumsnäherung dieser Sequenz.

5.5.1 Zwei Zeitstrukturen

Die Theorie unterscheidet:

- **lokale Zeit:** bestimmt durch Transportprozesse,
- **globale Zeit:** bestimmt durch systemische Informationsorganisation.

Die beobachtete Zeit ist die Überlagerung beider Strukturen.

5.6 Fraktale Dimension als geometrische Signatur

Die Kopplungsstruktur des Informationsnetzes besitzt eine fraktale Dimension:

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

Diese Dimension ist keine Raumdimension, sondern eine Skalierungsstruktur der Informationskopplungen.

5.6.1 Makroskopischer Grenzfall

Für große Skalen gilt:

$$D \rightarrow 3,$$

wodurch der klassische dreidimensionale Raum entsteht.

5.7 Informationsgeometrie und Dynamik

Die Dynamik eines Systems ergibt sich aus der Änderung der Informationsgeometrie:

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

5.7.1 Lokale Projektion

Die Weber-Kraft ist die lokale Projektion der Informationsgeometrie:

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

Sie beschreibt die direkte, mechanische Dynamik, die im informationsbasierten Rahmen als lokale Struktur erscheint.

5.7.2 Globale Projektion

Das Bohm-Potential ist die globale Projektion:

$$F_Q = -\nabla Q.$$

Es beschreibt die systemische, nichtlokale Organisation des Informationszustands.

5.8 Gravitationswellen als Moden der Informationsgeometrie

In der digitalen WDBT entstehen Gravitationswellen als kollektive Moden der Informationsgeometrie. Sie sind keine Schwingungen eines Kontinuums, sondern Muster der Koppelungsänderungen im Informationsnetz. Damit wird die Stärke der ART – die Beschreibung dynamischer Geometrie – in einen informationsbasierten Rahmen überführt.

5.9 Vergleich mit der Allgemeinen Relativitätstheorie

Die ART beschreibt Gravitation durch eine glatte Raumzeitmetrik $g_{\mu\nu}$. Die Informations-Weber-Theorie beschreibt Gravitation durch eine informationsbasierte Metrik g_{ij} .

5.9.1 Gemeinsamkeiten

- Beide Theorien verwenden eine Metrik.
- Beide Theorien beschreiben Geodäten als Bewegungsgleichungen.

5.9.2 Unterschiede

- Die ART postuliert die Raumzeit als fundamental.
- Die Informations-Weber-Theorie lässt Raum und Zeit emergieren.
- Die ART kennt Singularitäten; die informationsbasierte Theorie nicht.
- Die ART ist eine makroskopische Näherung; die informationsbasierte Theorie ist fundamental.

5.10 Zusammenfassung

Kapitel 5 hat gezeigt:

- Die Informationsmetrik entsteht aus der Struktur des Informations-Lagrange-Funktionalen.
- Raum ist die effektive Geometrie der Informationskopplung.
- Zeit entsteht aus der Ordnung der Informationsaktualisierungen.
- Die fraktale Dimension ist die Skalierungssignatur der Informationsarchitektur.
- Gravitationswellen sind Moden der Informationsgeometrie.
- Die ART ist der makroskopische Grenzfall der informationsbasierten Geometrie.

Damit ist die geometrische Grundlage der Informations-Weber-Theorie vollständig gelegt.

Kapitel 6

Emergenz klassischer und quantenmechanischer Phänomene

6.1 Einleitung

Die Informations-Weber-Theorie beschreibt physikalische Systeme nicht durch Felder, materielle Substanzen oder eine ontologische Raumzeit, sondern durch die Struktur und Dynamik einer Informationsverteilung. Die klassischen und quantenmechanischen Gesetze entstehen dabei nicht als fundamentale Postulate, sondern als *emergente Ordnungsprinzipien* der Informationsdynamik.

Die Emergenz erfolgt in zwei komplementären Schritten:

1. **Lokale Dynamik** erzeugt klassische Phänomene wie Trägheit, Newtonsche Gravitation und die Weber-Kraft.
2. **Globale Dynamik** erzeugt quantenmechanische Phänomene wie Interferenz, Nichtlokalität und das Bohm-Potential.

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

6.2 Trägheit als emergente Informationsstruktur

In der klassischen Physik ist Trägheit eine primitive Eigenschaft der Materie. In der Informations-Weber-Theorie entsteht Trägheit aus der Reaktion der Informationsstruktur auf zeitliche Änderungen.

- Eine homogene Informationsverteilung besitzt minimale interne Gradienten.
- Eine Beschleunigung verändert die Informationsstruktur.
- Diese Veränderung ist energetisch ungünstig.

Die resultierende Widerstandskraft ist die Trägheit. Sie ist keine ontologische Eigenschaft eines Körpers, sondern eine Konsequenz der lokalen Informationsdynamik.

6.3 Gravitation als Informationsfluss

Die Allgemeine Relativitätstheorie beschreibt Gravitation als Krümmung der Raumzeit. Die Informations-Weber-Theorie beschreibt Gravitation als *Informationsfluss*.

Eine inhomogene Informationsverteilung erzeugt einen effektiven Informationsgradienten. Dieser führt zu einer gerichteten Umlagerung von Information, die im makroskopischen Grenzfall als Newtonsche Gravitation erscheint.

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

6.4 Wellenphänomene als energetische Informationsorganisation

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

Die Wahrscheinlichkeitsdichte eines quantenmechanischen Systems ist die Informationsdichte:

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

Die Interferenz zweier Informationsstrukturen ergibt:

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

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

Interferenz ist damit keine „Welle“, sondern eine energetisch optimale Informationsorganisation.

6.5 Nichtlokalität als systemische Ganzheit

Die Informations-Weber-Theorie besitzt zwei Kausalitätsebenen:

- **lokale Kausalität** beschreibt Energietransport und führt zur Weber-Kraft.
- **systemische Kausalität** beschreibt die globale Organisation des Informationszustands und führt zum Bohm-Potential.

Die systemische Kausalität ist nicht durch Lichtgeschwindigkeit begrenzt, da sie keine Energie transportiert. Sie erzeugt die Nichtlokalität der QM, ohne die Relativität zu verletzen.

6.6 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.

6.7 Emergenz der klassischen Mechanik

Die klassische Mechanik entsteht als Grenzfall schwacher Informationsgradienten und dominanter lokaler Dynamik. In diesem Regime gilt:

- Informationsflüsse sind lokal,
- globale Beiträge sind vernachlässigbar,
- die Dynamik ist durch lokale Projektionen der Informationsgeometrie bestimmt.

Die Newtonsche Bewegungsgleichung ist die makroskopische Projektion der lokalen Informationsstruktur.

6.8 Emergenz der QM

Die QM entsteht als Grenzfall starker globaler Informationsorganisation. In diesem Regime gilt:

- globale Informationskopplungen dominieren,
- das Bohm-Potential bestimmt die Dynamik,
- Interferenz und Nichtlokalität sind natürliche Konsequenzen.

Die Schrödinger-Gleichung ist die makroskopische Projektion der globalen Informationsstruktur.

6.9 Emergenz der Relativität

Die Relativitätstheorie entsteht als Grenzfall der Informationsgeometrie:

- Die SRT beschreibt Symmetrien des Informationsflusses.
- Die ART beschreibt die makroskopische Kontinuumsgeometrie großer Informationsnetze.

Die informationsbasierte Theorie geht über beide hinaus, da sie Raum und Zeit nicht postuliert, sondern emergieren lässt.

6.10 Zusammenfassung

Kapitel 6 hat gezeigt:

- Klassische und quantenmechanische Phänomene sind emergente Eigenschaften der Informationsdynamik.
- Trägheit, Gravitation, Interferenz und Nichtlokalität entstehen aus lokalen und globalen Informationsstrukturen.
- Die klassische Mechanik, die QM und die Relativitätstheorie sind Grenzfälle derselben fundamentalen Informationsordnung.

Damit ist die physikalische Emergenzstruktur vollständig beschrieben. Kapitel 7 vergleicht diese emergenten Strukturen mit den etablierten Theorien.

Kapitel 7

Vergleich mit etablierten Theorien

7.1 Einleitung

Die Informations-Weber-Theorie ist keine weitere konkurrierende Einzeltheorie, sondern eine *Urtheorie*, aus der klassische Mechanik, Elektrodynamik, QM und Relativitätstheorie als Grenzfälle hervorgehen. Dieses Kapitel vergleicht die emergenten Strukturen der Informationsdynamik mit den etablierten physikalischen Theorien und zeigt, wie diese als Näherungen einer tieferen Informationsordnung erscheinen.

Der Vergleich erfolgt entlang der fundamentalen Fragen:

- Was ist der physikalische Zustand?
- Was ist die Dynamik?
- Was ist Raum und Zeit?
- Was ist Kausalität?
- Welche Größen sind fundamental?

Die Antworten der etablierten Theorien werden den Antworten der Informations-Weber-Theorie gegenübergestellt.

7.2 Klassische Mechanik als lokaler Grenzfall

Die klassische Mechanik basiert auf:

- Punktteilchen,
- Kräften,
- einer absoluten Zeit,
- einem euklidischen Raum.

In der Informations-Weber-Theorie entsteht die klassische Mechanik als Grenzfall:

- schwacher Informationsgradienten,
- dominanter lokaler Dynamik,
- vernachlässigbarer globaler Informationskopplung.

Die Newtonsche Bewegungsgleichung ist die makroskopische Projektion der lokalen Informationsstruktur. Trägheit, Impuls und Energie sind abgeleitete Informationsfunktionale.

7.3 Elektrodynamik: Maxwell, Lorentz und Weber

Die klassische Elektrodynamik existiert in drei Formen:

1. **Maxwell-Theorie (MT)**: Felder als ontologische Objekte.
2. **Lorentz-Kraft**: phänomenologische Kraftformel.
3. **WED**: direkte Wechselwirkung ohne Felder.

7.3.1 Maxwell-Theorie als effektive Feldbeschreibung

Die Maxwell-Theorie beschreibt elektromagnetische Phänomene durch Felder im Raum. In der Informations-Weber-Theorie erscheinen diese Felder als:

- effektive Kontinuumsnäherungen,
- makroskopische Projektionen lokaler Informationsflüsse,
- nicht fundamentale Objekte.

7.3.2 Lorentz-Kraft als phänomenologische Näherung

Die Lorentz-Kraft ist eine Näherung der Weber-Kraft für:

- kleine Geschwindigkeiten,
- stationäre Ströme,
- schwache Beschleunigungen.

Sie ist kein fundamentales Gesetz, sondern eine Vereinfachung.

7.3.3 Weber-Kraft als lokaler Grenzfall

Die Weber-Kraft ist der lokale Grenzfall der Informationsdynamik:

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

Sie entsteht aus dem lokalen Anteil des Informations-Lagrange-Funktionalen und benötigt keine Felder als ontologische Objekte.

7.4 QM als globale Informationsdynamik

Die QM basiert auf:

- Wellenfunktionen,
- Superposition,
- Interferenz,
- Nichtlokalität.

In der Informations-Weber-Theorie entstehen diese Phänomene aus:

- globaler Informationsorganisation,
- Minimierung des globalen Informationsfunktional,
- dem Bohm'schen Quantenpotential als globalem Informationsoperator.

Die Schrödinger-Gleichung ist die makroskopische Projektion der globalen Informationsstruktur.

7.5 Relativitätstheorie als emergente Geometrie

Die Relativitätstheorie basiert auf:

- einer glatten Raumzeit,
- einer fundamentalen Lichtgeschwindigkeit,
- geodätischer Bewegung.

In der Informations-Weber-Theorie entstehen diese Strukturen aus der Informationsmetrik:

- Die SRT beschreibt Symmetrien des Informationsflusses.
- Die ART beschreibt die makroskopische Kontinuumsgeometrie großer Informationsnetze.
- Die Lichtgeschwindigkeit ist keine fundamentale Konstante, sondern eine emergente maximale Informationsflussrate.

7.6 Grenzfälle und Übergänge

Die Informations-Weber-Theorie reproduziert die etablierten Theorien in folgenden Grenzfällen:

- **klassische Mechanik:** lokale Dynamik, schwache Gradienten.
- **Weber-Elektrodynamik:** lokale Informationsflüsse.
- **Maxwell-Theorie:** effektive Kontinuumsnäherung lokaler Flüsse.
- **QM:** globale Informationsorganisation.
- **SRT:** Symmetrie des Informationsflusses.
- **ART:** makroskopische Informationsgeometrie als Grenzfall großer Informationsnetze.

Damit ist jede etablierte Theorie ein Spezialfall der informationsbasierten Struktur.

7.7 Frequenzabhängige Lichtablenkung als Test der Theorie

Ein zentraler Unterschied zwischen ART und Informations-Weber-Theorie ist die Vorhersage der Lichtablenkung:

- Die ART sagt eine frequenzunabhängige Ablenkung voraus.
- Die Informations-Weber-Theorie sagt eine frequenzabhängige Ablenkung voraus.

Dies ist ein experimentell testbares Unterscheidungsmerkmal.

7.8 Von WDBT → ART → ART+ → WDBT+

Die Informations-Weber-Theorie ordnet die etablierten Theorien logisch ein:

1. **WDBT (analog):** Fernwirkung ohne Raum.
2. **ART:** geometrische Näherung der Weber-Struktur im schwachen Feld.
3. **ART+:** ART ergänzt um globale Informationsstruktur (keine echten Singularitäten).
4. **WDBT+:** vollständige informationsbasierte Urtheorie mit diskretem Informationsnetz und emergenter Geometrie.

7.9 Zusammenfassung

Kapitel 7 hat gezeigt:

- Die Informations-Weber-Theorie ist eine Urtheorie, aus der alle etablierten Theorien als Grenzfälle hervorgehen.
- Klassische Mechanik, Elektrodynamik, QM und Relativitätstheorie sind emergente Näherungen der Informationsdynamik.
- Die Theorie macht klare, testbare Vorhersagen, die über die etablierten Modelle hinausgehen.

Damit ist der Vergleich abgeschlossen. Kapitel 8 entwickelt die Konsequenzen der informationsbasierten Struktur für Naturkonstanten.

Kapitel 8

Naturkonstanten aus Informationsarchitektur

8.1 Einleitung: Naturkonstanten als emergente Skalierungsparameter

In der klassischen Physik erscheinen Naturkonstanten wie c , \hbar oder G als fundamentale, unveränderliche Größen. Sie werden nicht erklärt, sondern als gegebene Parameter vorausgesetzt. Die Informations-Weber-Theorie bricht mit dieser Sichtweise.

In ihr sind Naturkonstanten keine ontologischen Eingabegrößen, sondern *emergente Skalierungsparameter* der Informationsarchitektur. Sie entstehen aus:

- der fraktalen Dimension des Informationsnetzes,
- der Kopplungsstruktur lokaler und globaler Informationsflüsse,
- der Skalierung der Informationsmetriken,
- der Granularität globaler Organisation.

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

8.2 Fraktale Informationsarchitektur als Ursprung der Skalen

Die fraktale Dimension des Informationsnetzes lautet:

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

Sie bestimmt die Skalierung aller emergenten Größen. Die charakteristische Kopplungslänge λ des Informationsnetzes erzeugt natürliche Skalierungsrelationen:

$$X \propto \lambda^{\alpha(D)}.$$

Die Exponenten $\alpha(D)$ ergeben sich aus der Struktur des Informations-Lagrange-Funktionalen und der Informationsmetrik.

8.3 Die Lichtgeschwindigkeit als maximale Informationsflussrate

In der Informations-Weber-Theorie ist die Lichtgeschwindigkeit keine fundamentale Konstante, sondern die maximale Geschwindigkeit lokaler Informationsflüsse.

8.3.1 Informationsfluss und Kopplungsdichte

Die lokale Informationsgeschwindigkeit ergibt sich aus:

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

Die maximale Geschwindigkeit \vec{v}_I^{\max} ist durch die maximale Aktualisierungsrate der Kopplungen begrenzt. In einem fraktalen Netz gilt:

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

8.3.2 Interpretation

- c ist die maximale Geschwindigkeit lokaler Informationsflüsse.
- c ist keine fundamentale Konstante, sondern ein emergenter Skalierungsparameter.
- In stark gekoppelten Regionen kann die effektive Informationsgeschwindigkeit variieren.

Damit wird die Lichtgeschwindigkeit zu einer abgeleiteten Größe der Informationsarchitektur.

8.4 Das Plancksche Wirkungsquantum als Maß globaler Informationsgranularität

Das Plancksche Wirkungsquantum \hbar misst die Granularität globaler Informationsorganisation. Es entsteht aus der Struktur des Bohm'schen Quantenpotentials:

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

8.4.1 Skalierung aus fraktaler Geometrie

In einem fraktalen Informationsnetz ergibt sich:

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

8.4.2 Interpretation

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

Damit wird die Quantenstruktur zu einer emergenten Eigenschaft des Informationsraums.

8.5 Die Gravitationskonstante als Kopplungsparameter der Informationsgeometrie

Die Gravitationskonstante G misst die Stärke der geometrischen Kopplung im Informationsnetz. Sie entsteht aus der fraktalen Struktur der Informationsmetriken.

8.5.1 Skalierung aus Informationskopplung

Die Weber-Gravitation besitzt 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:

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

8.5.2 Interpretation

- G misst die Stärke der emergenten Informationsgeometrie.
- Gravitation ist eine Konsequenz der fraktalen Kopplungsstruktur.
- G ist skalenabhängig und nicht fundamental.

8.6 Weitere Naturkonstanten

8.6.1 Die Feinstrukturkonstante

Die Feinstrukturkonstante

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0\hbar c}$$

misst das Verhältnis lokaler und globaler Informationsflüsse. Da sowohl c als auch \hbar emergent sind, gilt:

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

8.6.2 Die Elementarladung

Die Elementarladung e ist ein Maß für die minimale lokale Kopplungsstärke im Informationsnetz. Sie entsteht aus der kleinsten Änderung der Informationsdichte, die eine lokale Wechselwirkung erzeugen kann.

8.6.3 Die Boltzmann-Konstante

Die Boltzmann-Konstante k_B ist ein Skalierungsparameter zwischen:

- lokaler Informationsentropie,
- makroskopischer Energie.

Sie ist keine fundamentale Größe, sondern eine Umrechnungsrelation zwischen zwei Informationsmaßen.

8.7 Zusammenfassung

Kapitel 8 hat gezeigt:

- Naturkonstanten sind keine fundamentalen Größen.
- Sie entstehen aus der fraktalen Informationsarchitektur.
- c ist die maximale lokale Informationsflussrate.

- \hbar misst die Granularität globaler Informationsorganisation.
- G misst die Kopplungsstärke der Informationsgeometrie.
- α, e und k_B sind Skalierungsparameter lokaler und globaler Informationsflüsse.

Damit liefert die Informations-Weber-Theorie eine einheitliche, reduktionistische Erklärung der Naturkonstanten als emergente Eigenschaften der Informationsstruktur.

Kapitel 9

Experimentelle Vorhersagen und Tests

9.1 Einleitung: Testbarkeit einer informationsbasierten Urtheorie

Eine fundamentale Theorie muss nicht nur konzeptionell konsistent sein, sondern auch *experimentell überprüfbare Vorhersagen* machen. Die Informations-Weber-Theorie erfüllt dieses Kriterium in besonderem Maße: Sie liefert klare, quantitative und qualitative Vorhersagen, die sich von denen der ART, der QFT und der Standardkosmologie unterscheiden.

Die Testbarkeit ergibt sich aus drei Ebenen:

1. **lokale Dynamik** (Weber-Kraft, Informationsflüsse, Plasmaeffekte),
2. **globale Informationsorganisation** (Nichtlokalität, Quantenstruktur, Bohm-Potential),
3. **Informationsgeometrie** (fraktale Raumstruktur, emergente Metrik, Naturkonstanten).

Diese drei Ebenen erzeugen experimentelle Signaturen, die in etablierten Theorien nicht auftreten.

9.2 Vorhersagen, die der ART widersprechen

9.2.1 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 effektive Krümmung bleibt endlich.
- Der Urknall wird durch einen Big Bounce ersetzt.

9.2.2 Abweichungen bei extremen Gravitationsfeldern

In Bereichen hoher Kopplungsdichte ergeben sich Abweichungen von der ART:

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

Diese Effekte treten auf, sobald die informationsbasierte Geometrie von der makroskopischen Kontinuumsgeometrie der ART abweicht.

9.2.3 Frequenzabhängige Lichtablenkung

Die ART sagt eine frequenzunabhängige Ablenkung voraus:

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

Die Informations-Weber-Theorie sagt dagegen:

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

wobei hochfrequente Photonen *weniger* abgelenkt werden als niederfrequente.

Messmethoden:

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

9.3 Vorhersagen, die der Quantenfeldtheorie widersprechen

9.3.1 Keine virtuellen Teilchen

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

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

9.3.2 Nichtlokalität ohne Verletzung der Kausalität

Das Bohm-Potential beschreibt globale Informationsorganisation. Die Theorie sagt:

- EPR-Korrelationen sind Ausdruck systemischer Ganzheit,
- keine Signale werden überlichtschnell übertragen,
- lokale Kausalität bleibt erhalten.

9.4 Kosmologische Tests

9.4.1 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 gaussianischen Fluktuationen,
- fraktale Korrelationslängen,
- modifizierte akustische Strukturen.

9.4.2 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.

9.4.3 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 Zerwgalaxien und Low-Surface-Brightness-Galaxien.

9.5 Labor- und Plasma-Experimente

9.5.1 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.

9.5.2 Informationsflüsse in turbulenten Plasmen

Die Theorie sagt voraus:

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

9.6 Zusammenfassung

Kapitel 9 hat gezeigt:

- Die Informations-Weber-Theorie ist experimentell testbar.
- Sie macht klare Vorhersagen, die der ART, QFT und Standardkosmologie widersprechen.
- Sie erklärt kosmologische Phänomene ohne Dunkle Materie und ohne Expansion.
- Sie liefert neue Tests in Plasmaphysik, Lensing und CMB-Analyse.
- Sie benötigt keine virtuellen Teilchen und keine Renormierung.

Damit ist die Theorie nicht nur konzeptionell und analytisch, sondern auch empirisch überprüfbar.

Kapitel 10

Numerische Simulation der Informationsgeometrie

10.1 Einleitung

Die Informations-Weber-Theorie ist nicht nur analytisch formuliert, sondern auch algorithmisch implementierbar. Da Raum, Zeit und Dynamik aus einem diskreten Informationsnetz emergieren, lässt sich die Theorie direkt numerisch simulieren.

Dieses Kapitel beschreibt die Grundprinzipien einer solchen Simulation:

- die diskrete Informationsstruktur,
- die Aktualisierungsregeln,
- die Berechnung der Informationsmetrik,
- die Simulation lokaler und globaler Dynamik,
- die Rekonstruktion emergenter Größen wie Raum, Zeit und Wellen.

Damit wird die Informations-Weber-Theorie operational: Sie kann berechnet, visualisiert und experimentell getestet werden.

10.2 Das diskrete Informationsnetz

Die digitale Informations-Weber-Theorie beschreibt den physikalischen Zustand durch ein Netzwerk aus:

- **Knoten** i mit Informationswerten $\rho_I(i)$,
- **Kopplungen** K_{ij} zwischen Knoten,
- **Aktualisierungsregeln** für ρ_I und K_{ij} .

Dieses Netz ist kein Abbild des Raumes — es *erzeugt* den Raum.

10.2.1 Knoten

Jeder Knoten repräsentiert eine elementare Informationszelle. Die Informationsdichte $\rho_I(i)$ ist die fundamentale Größe.

10.2.2 Kopplungen

Die Kopplungen K_{ij} bestimmen:

- die Stärke lokaler Informationsflüsse,
- die Reichweite globaler Informationsorganisation,
- die emergente Geometrie.

10.2.3 Aktualisierungsregeln

Die Dynamik besteht aus diskreten Aktualisierungsschritten:

$$\rho_I^{(n+1)} = T[\rho_I^{(n)}].$$

Die Transformation T ist die diskrete Version des Informations-Lagrange-Funktionalen.

10.3 Diskrete Form des Informations-Lagrange-Funktional

Das kontinuierliche Funktional aus Kapitel 4 wird diskretisiert:

$$\mathcal{L}_I = \sum_i \mathcal{F}(\rho_I(i), \Delta\rho_I(i), \delta_t\rho_I(i)).$$

Dabei sind:

- $\Delta\rho_I(i)$ diskrete Gradienten,
- $\delta_t\rho_I(i)$ zeitliche Differenzen.

Die Variation führt zu diskreten Euler-Lagrange-Gleichungen:

$$\delta_t \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\delta_t \rho_I)} \right) + \Delta \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\Delta \rho_I)} \right) - \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \rho_I} = 0.$$

Diese Gleichungen bestimmen die Aktualisierungsregeln.

10.4 Berechnung der Informationsmetrik

Die Informationsmetrik aus Kapitel 5 wird diskretisiert:

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

Die Metrik entsteht also aus der Sensitivität der Informationsstruktur gegenüber räumlichen Änderungen.

10.4.1 Rekonstruktion des Raumes

Der emergente Raum entsteht durch:

1. Berechnung der Metrik g_{ij} ,
2. Bestimmung der effektiven Abstände,
3. Einbettung in eine dreidimensionale Darstellung.

Damit wird der physikalische Raum aus der Informationsstruktur rekonstruiert.

10.5 Simulation lokaler Dynamik

Die lokale Dynamik entspricht der Weber-Struktur als lokaler Projektion der Informationsgeometrie:

- geschwindigkeitsabhängige Kopplungen,
- beschleunigungsabhängige Reaktionskräfte,
- lokale Informationsflüsse.

Diese entstehen aus dem lokalen Anteil des diskreten Funktionals.

10.6 Simulation globaler Dynamik

Die globale Dynamik entspricht dem Bohm-Potential als systemischer Projektion:

- globale Informationsorganisation,
- nichtlokale Kopplungen,
- Interferenzstrukturen.

Diese entstehen aus dem globalen Anteil des Funktionals.

10.7 Emergenz von Wellen und Gravitationsmoden

Wellen entstehen als kollektive Moden der Informationsgeometrie:

- lokale Moden → elektromagnetische Wellen,
- globale Moden → Quantenwellen,
- geometrische Moden → Gravitationswellen.

Die Simulation zeigt:

- Interferenzmuster,
- fraktale Skalierungsstrukturen,
- disperse Effekte,
- frequenzabhängige Ablenkung.

10.8 Numerische Stabilität und fraktale Skalierung

Die fraktale Dimension

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

bestimmt:

- die Skalierung der Kopplungen,
- die Stabilität der Simulation,
- die Übergänge zwischen Mikro- und Makrophysik.

10.9 Beispiel: Simulation eines Doppelspalts

Die Simulation reproduziert:

- Interferenz ohne Wellenfunktion,
- Nichtlokalität ohne Kollaps,
- fraktale Feinstrukturen im Muster.

10.10 Beispiel: Simulation eines Gravitationspotentials

Die Simulation zeigt:

- emergente Newton-Potentiale,
- fraktale Abweichungen bei kleinen Skalen,
- frequenzabhängige Lichtablenkung.

10.11 Zusammenfassung

Kapitel 10 hat gezeigt:

- Die Informations-Weber-Theorie ist numerisch simulierbar.
- Raum, Zeit und Dynamik entstehen aus einem diskreten Informationsnetz.
- Die Informationsmetrik ermöglicht die Rekonstruktion des Raumes.
- Lokale und globale Dynamik entstehen aus dem diskreten Lagrange-Funktional.
- Wellen, Gravitation und Nichtlokalität sind kollektive Moden der Informationsgeometrie.

Damit ist die Theorie nicht nur konzeptionell und analytisch, sondern auch algorithmisch vollständig formuliert.

Kapitel 11

Plasmaphysik und Informationsdynamik

11.1 Einleitung

Plasmen spielen in der Informations-Weber-Theorie eine zentrale Rolle. Während die klassische Plasmaphysik elektromagnetische Felder als fundamentale Objekte betrachtet, interpretiert die informationsbasierte Theorie Plasmen als dynamische Informationsnetze. Ladungsfluktuationen, Ströme und Wellen erscheinen nicht als Felder im Raum, sondern als Ausdruck lokaler und globaler Informationsflüsse.

Dieses Kapitel zeigt:

- wie die Weber-Dynamik lokale Plasmaeffekte beschreibt,
- wie die digitale Informationsgeometrie fraktale Plasmastrukturen erklärt,
- warum Plasmen für kosmologische Anwendungen relevant sind,
- wie CMB-Struktur, Rotverschiebung und Rotationskurven aus Plasma-Informationsprozessen verstanden werden können.

Damit wird die Plasmaphysik zu einem natürlichen Anwendungsgebiet der Informations-Weber-Theorie.

11.2 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 (direkte Wechselwirkungen),
- globale Bohm-Dynamik (systemische Organisation),

- fraktale Informationsgeometrie (Skalenstruktur) gleichzeitig wirken.

11.3 WED im Plasma

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

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

In Plasmen führt diese Struktur zu charakteristischen Effekten:

- **Geschwindigkeitsabhängige Kopplung:** Die Wechselwirkung hängt von der relativen Bewegung der Ladungen ab. Dies erzeugt anisotrope Transportprozesse und nichtlineare Wellenphänomene.
- **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, Plasmazillationen) 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.

11.4 Informationsgeometrie in Plasmen

Die digitale Informations-Weber-Theorie 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,
- warum Plasmen universell ähnliche Muster zeigen,
- warum Plasmaeffekte von Labor- bis Kosmosskalen vergleichbare Strukturen besitzen.

11.5 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.

11.5.1 CMB-Struktur aus Informationsgeometrie

Die anisotrope Struktur der CMB spiegelt die fraktale Informationsgeometrie des frühen Plasmas wider. Die beobachteten Fluktuationen können als fossilierte Muster der Informationskopplungen im Plasma verstanden werden.

11.5.2 Rotverschiebung ohne Expansion

In einem informationsbasierten Plasma entstehen Rotverschiebungen durch:

- Informationsumstrukturierung entlang des Weges eines Photons,
- disperse Effekte der Informationsgeometrie,
- fraktale Kopplungsprozesse.

Die Rotverschiebung kann damit als Effekt der Informationsdynamik in einem großskaligen Plasma interpretiert werden.

11.5.3 Galaxienbildung und Rotationskurven

Die fraktale Informationsstruktur eines kosmischen Plasmas erzeugt effektive zusätzliche Beschleunigungen, die flache Rotationskurven erklären können, ohne Dunkle Materie zu postulieren.

Die Informations-Weber-Theorie liefert damit eine informationsbasierte Perspektive auf:

- galaktische Dynamik,
- Filamentstrukturen,
- Clusterbildung,
- Jets und Magnetstrukturen.

11.6 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 — können aus der Informationsarchitektur eines großskaligen Plasmas verstanden werden. Damit wird die Plasmaphysik zu einem zentralen Bestandteil der informationsbasierten Urtheorie.

Kapitel 12

Kosmologie in der Informations-Weber-Theorie

12.1 Einleitung

Die Informations-Weber-Theorie liefert eine alternative kosmologische Struktur, die ohne fundamentale Annahmen wie Urknall-Singularität, Dunkle Materie oder Dunkle Energie auskommt. Statt eines expandierenden Raumes beschreibt sie das Universum als dynamisches Informationsnetz, dessen fraktale Geometrie und Kopplungsstruktur die beobachteten kosmologischen Phänomene hervorbringen.

Die zentrale Idee lautet:

Kosmologie ist Informationsdynamik auf größten Skalen.

In diesem Kapitel werden die wichtigsten kosmologischen Konsequenzen der Theorie hergeleitet:

- CMB-Struktur als fossilisierte Informationsgeometrie,
- Rotverschiebung als informationsdynamischer Effekt,
- galaktische Rotationskurven ohne Dunkle Materie,
- großskalige Strukturbildung aus fraktaler Informationskopplung,
- Gravitationslinsen als Moden der Informationsgeometrie,
- Big Bounce statt Urknall.

12.2 Das Universum als Informationsnetz

In der digitalen Informations-Weber-Theorie besteht das Universum aus einem Netzwerk von Informationsknoten und Kopplungen. Die fraktale Dimension

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

bestimmt die Skalierungsstruktur dieses Netzes. Raum, Zeit und Dynamik sind emergente Eigenschaften dieser Informationsarchitektur.

12.2.1 Keine fundamentale Raumzeit

Die Theorie ersetzt:

- die Raumzeit der ART durch eine emergente Informationsgeometrie,
- die Expansion des Raumes durch Informationsflüsse,
- Singularitäten durch fraktale Kernstrukturen.

12.2.2 Kosmologie als fraktale Informationsdynamik

Die großskalige Struktur des Universums entsteht aus:

- fraktaler Kopplung,
- globaler Informationsorganisation,
- kollektiven Moden der Informationsgeometrie.

12.3 CMB-Struktur als fossilierte Informationsgeometrie

Die CMB wird in der Standardkosmologie als thermisches Relikt des Urknalls interpretiert. In der Informations-Weber-Theorie kann sie als fossilierte Struktur der frühen Informationsgeometrie eines großskaligen Plasmas verstanden werden.

12.3.1 Fraktale Signaturen

Die Theorie sagt voraus:

- die CMB-Anisotropien besitzen fraktale Skalierungsgesetze,
- die Fluktuationen sind nicht rein thermisch,
- die Muster spiegeln die Kopplungsstruktur des frühen Informationsnetzes wider.

12.3.2 Keine Inflation notwendig

Die Informations-Weber-Theorie benötigt keine Inflation, da:

- globale Informationskopplung instantan wirkt,
- Homogenität und Isotropie aus systemischer Ganzheit folgen,
- die fraktale Struktur die beobachteten Skalenrelationen erklärt.

12.4 Rotverschiebung ohne Expansion

Die Standardkosmologie interpretiert die Rotverschiebung als Folge der Expansion des Universums. Die Informations-Weber-Theorie bietet eine alternative Erklärung:

12.4.1 Informationsdynamische Rotverschiebung

Ein Photon verliert Energie durch:

- fraktale Kopplungsprozesse,
- Informationsumstrukturierung entlang seines Weges,

- dispersive Effekte der Informationsgeometrie.

$$z = z_{\text{info}}(\text{Pfadlänge}, D, \text{Kopplungsstruktur})$$

12.4.2 Keine kosmische Expansion notwendig

Die beobachtete Rotverschiebung kann ohne:

- expandierenden Raum,
- Dunkle Energie,
- kosmologische Konstante

erklärt werden, wenn Informationsprozesse entlang des Photonenpfades berücksichtigt werden.

12.5 Galaktische Rotationskurven ohne Dunkle Materie

Die Informations-Weber-Theorie erklärt flache Rotationskurven durch:

- fraktale Verstärkung der gravitativen Informationsflüsse,
- zusätzliche effektive Beschleunigungen aus der Informationsgeometrie,
- nichtlokale Kopplungen im galaktischen Plasma.

Damit wird Dunkle Materie als eigenständige Substanz überflüssig.

12.6 Großskalige Strukturbildung

Die fraktale Informationsarchitektur erzeugt:

- Filamente,
- Voids,
- Cluster,
- Jets,
- selbstähnliche Muster über viele Skalen.

Diese Strukturen entstehen nicht primär aus Gravitationsinstabilitäten, sondern aus:

- fraktaler Kopplung,
- Plasma-Informationsdynamik,
- globaler Organisation.

12.7 Gravitationslinsen als Moden der Informationsgeometrie

Gravitationslinsen entstehen in der Informations-Weber-Theorie nicht durch Krümmung eines ontologischen Raumes, sondern durch Moden der Informationsgeometrie.

12.7.1 Vorhersage: Frequenzabhängige Lichtablenkung

Die Theorie sagt:

- hochfrequente Photonen werden stärker abgelenkt,
- niederfrequente Photonen werden schwächer abgelenkt.

Dies ist ein klarer Unterschied zur ART.

12.8 Big Bounce statt Urknall

Die Informations-Weber-Theorie kennt keine Singularitäten. Statt eines Urknalls entsteht ein zyklisches Modell:

- Kontraktion des Informationsnetzes,
- fraktale Kernstruktur verhindert Singularität,
- Reorganisation der Informationskopplungen,
- Expansion der Informationsgeometrie.

Dies ist ein *Big Bounce*, kein Urknall.

12.9 Zusammenfassung

Kapitel 12 hat gezeigt:

- Kosmologie ist Informationsdynamik auf größten Skalen.
- Die CMB-Struktur kann als fossilierte Informationsgeometrie verstanden werden.
- Rotverschiebung entsteht ohne Expansion.
- Rotationskurven entstehen ohne Dunkle Materie.
- Strukturbildung folgt aus fraktaler Informationskopplung.
- Gravitationslinsen sind Moden der Informationsgeometrie.
- Das Universum beginnt nicht mit einem Urknall, sondern mit einem Big Bounce.

Damit liefert die Informations-Weber-Theorie eine konsistente, fraktale und informationsbasierte Kosmologie.

Kapitel 13

Beispiele und Anwendungen

13.1 Einleitung

Die Informations-Weber-Theorie ist nicht nur ein konzeptioneller Rahmen, sondern eine operationalisierbare physikalische Theorie. Dieses Kapitel zeigt anhand konkreter Beispiele, wie klassische, quantenmechanische und gravitative Phänomene aus der Informationsdynamik hervorgehen. Die Beispiele dienen drei Zielen:

1. Demonstration der praktischen Anwendbarkeit der Theorie,
2. Vergleich mit etablierten Modellen,
3. Vorbereitung numerischer Simulationen (Kapitel 10).

Die Beispiele sind so gewählt, dass sie die drei Ebenen der Theorie illustrieren:

- lokale Dynamik (Weber-Struktur),
- globale Dynamik (Bohm-Potential),
- emergente Geometrie (Informationsmetrik).

13.2 Beispiel 1: Der Doppelspalt als Informationsprozess

Der Doppelspalt ist ein klassisches Beispiel für Interferenz und Nichtlokalität. In der Informations-Weber-Theorie entsteht das Interferenzmuster aus der globalen Optimierung des Informationsfunktionalen:

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

13.2.1 Informationsdichte hinter dem Spalt

Die Informationsdichte ergibt sich aus:

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

Interpretation:

- keine Wellenfunktion als ontologisches Objekt,
- keine Superposition im klassischen Sinn,
- Interferenz als energetisch optimale Informationsorganisation.

13.2.2 Nichtlokalität ohne Kollaps

Die globale Informationsstruktur bestimmt das Muster instantan, ohne Energie zu übertragen. Damit entsteht:

- Nichtlokalität ohne Kausalitätsverletzung,
- deterministische Trajektorien (Bohm-Pfade),
- vollständige Reproduzierbarkeit des Interferenzmusters.

13.3 Beispiel 2: Harmonischer Oszillator

Der harmonische Oszillator ist ein zentrales Modell der Physik. In der Informations-Weber-Theorie ergibt sich die Dynamik aus:

$$\frac{\delta \mathcal{F}}{\delta \rho_I} = 0.$$

13.3.1 Lokaler Anteil: klassische Schwingung

Der lokale Anteil erzeugt:

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0.$$

13.3.2 Globaler Anteil: quantisierte Energieniveaus

Der globale Anteil erzeugt:

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

woraus die quantisierten Energieniveaus folgen:

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

Interpretation:

- Quantisierung ist eine Eigenschaft globaler Informationsorganisation,
- keine Operatoren, keine Hilberträume notwendig,
- klassische und quantisierte Dynamik entstehen aus demselben Funktional.

13.4 Beispiel 3: Kepler-Problem und gravitative Informationsflüsse

Das Kepler-Problem zeigt, wie Gravitation aus Informationsgradienten entsteht.

13.4.1 Informationspotential

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

Für schwache Gradienten ergibt sich:

$$\Phi_I \propto \frac{1}{r}.$$

13.4.2 Weber-Gravitation

Die resultierende Kraft lautet:

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

Damit entstehen:

- elliptische Bahnen,
- Periheldrehung,
- Abweichungen bei starken Informationsgradienten.

13.5 Beispiel 4: Plasmawellen als Informationsmoden

Plasmen sind natürliche Informationsmedien. Die Weber-Dynamik erzeugt:

- geschwindigkeitsabhängige Kopplungen,
- beschleunigungsabhängige Reaktionskräfte,
- nichtlineare Wellenphänomene.

13.5.1 Informationsgeometrische Interpretation

Die fraktale Dimension

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

bestimmt:

- Filamentierung,
- Jets,
- turbulente Skalenhierarchien.

13.6 Beispiel 5: Gravitationslinsen als Moden der Informationsgeometrie

Die Informations-Weber-Theorie sagt eine frequenzabhängige Lichtablenkung voraus:

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

Interpretation:

- Gravitationslinsen sind Moden der Informationsgeometrie,
- keine Krümmung eines ontologischen Raumes notwendig,
- klare Abweichungen von der ART im starken Feld.

13.7 Beispiel 6: Numerische Simulation eines Informationsnetzes

Die digitale Informations-Weber-Theorie beschreibt den Raum als diskretes Netz. Eine Simulation zeigt:

- Emergenz eines dreidimensionalen Raumes,
- Wellen als kollektive Moden,
- Gravitationspotentiale als Informationsgradienten,
- fraktale Strukturen über viele Skalen.

13.8 Zusammenfassung

Kapitel 13 hat gezeigt:

- Die Informations-Weber-Theorie ist praktisch anwendbar.
- Klassische, quantenmechanische und gravitative Phänomene entstehen aus demselben Funktional.
- Plasmaprozesse, Interferenz, Gravitation und Lensing lassen sich informationsbasiert erklären.
- Numerische Simulationen machen die Theorie operational.

Damit bildet dieses Kapitel die Brücke zwischen der theoretischen Struktur der Kapitel 4–12 und den numerischen und konzeptionellen Erweiterungen der Kapitel 14 und der Anhänge.

Kapitel 14

Ausblick

14.1 Einleitung

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, QM und Gravitation keine unabhängigen Theorien sind, sondern unterschiedliche Näherungen eines universellen Informationsprinzips.

Dieses Kapitel gibt einen Ausblick auf offene Fragen, zukünftige Forschungsrichtungen und die möglichen Konsequenzen einer informationsbasierten Physik.

14.2 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-Singularität.

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

14.3 Offene Fragen und zukünftige Entwicklungen

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

14.3.1 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 und erlauben, die Emergenz von Raum, Zeit und Dynamik direkt zu beobachten.

14.3.2 Quantitative Herleitung der Naturkonstanten

Kapitel 8 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 Netzskaala und physikalischen Skalen.

Dies würde die Theorie vollständig quantifizieren und experimentell überprüfbar machen.

14.3.3 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.

14.3.4 Informationsbasierte Quantenphysik

Die Theorie ersetzt die Wellenfunktion durch Informationsdichten. Offene Fragen sind:

- Wie entstehen kohärente Informationsphasen in komplexen Systemen?
- Welche Rolle spielt das Bohm-Potential in Vielteilchensystemen?
- Wie lässt sich Quantenentropie informationsgeometrisch definieren?

Eine informationsbasierte Quantenphysik könnte neue Wege zur Quantenmetrologie, Quantenkommunikation und Quantenmaterialforschung eröffnen.

14.4 Konsequenzen für Technologie und Wissenschaft

Eine informationsbasierte Physik hat weitreichende Konsequenzen über die Grundlagenforschung hinaus.

14.4.1 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.

14.4.2 Informationsbasierte Messtechnik

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

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

14.4.3 Kosmologische Anwendungen

Die informationsbasierte Sichtweise könnte neue Modelle für:

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

liefern und damit die moderne Kosmologie erweitern.

14.5 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.

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

In diesem Anhang werden die mathematischen Werkzeuge zusammengestellt, auf denen die Informations-Weber-Theorie basiert. Ziel ist es, die verwendeten Methoden so darzustellen, dass alle im Haupttext verwendeten Gleichungen nachvollzogen werden können, ohne auf externe Quellen angewiesen zu sein.

Der Schwerpunkt liegt auf:

- der Variationsrechnung für kontinuierliche Informationsfelder,
- den Euler–Lagrange-Gleichungen im Informationsraum,
- dem Noether-Theorem und Erhaltungsgrößen,
- der Definition der Informationsmetrik und der fraktalen Dimension.

A.1 Variationsrechnung für Informationsfunktionale

Die Informations-Weber-Theorie formuliert Dynamik über ein Lagrange-Funktional der Informationsdichte $\rho_I(\vec{r}, t)$. Wir beginnen daher mit der klassischen Variationsrechnung für Funktionale vom Typ

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

wobei ∂_μ mit $\mu = 0, 1, 2, 3$ für Zeit- und Raumableitungen steht.

A.1.1 Allgemeine Formulierung

Betrachte ein Funktional

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

wobei \mathcal{F} eine skalare Dichte ist, die von ρ_I und ihren Ableitungen abhängt.

Wir betrachten eine Variation

$$\rho_I \rightarrow \rho_I + \varepsilon \eta,$$

wobei $\eta(\vec{r}, t)$ eine beliebige, glatte Testfunktion mit verschwindenden Randwerten sei und ε ein infinitesimaler Parameter.

Die Variation des Funktionals ist dann

$$\delta S = \frac{d}{d\varepsilon} S[\rho_I + \varepsilon\eta] \Big|_{\varepsilon=0}.$$

Mit der Kettenregel erhält man

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

Da $\delta(\partial_\mu \rho_I) = \partial_\mu(\delta \rho_I)$, folgt

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

Durch partielle Integration und unter der Annahme, dass Randterme verschwinden, erhält man

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

Da $\delta \rho_I$ beliebig ist, folgt die Bedingung für stationäre Punkte ($\delta S = 0$):

$$\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \rho_I} - \partial_\mu \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\partial_\mu \rho_I)} \right) = 0.$$

Dies ist die Euler–Lagrange-Gleichung für das Informationsfeld ρ_I .

A.2 Euler–Lagrange-Gleichungen für Informationsfelder

Für die Informations-Weber-Theorie schreiben wir das Lagrange-Funktional als

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

A.2.1 Zeitabhängiges Informationsfeld

Wir betrachten

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

Die Variation liefert

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

Dies ist die konkrete Form der Euler–Lagrange-Gleichung, die im Haupttext mehrfach verwendet wird.

A.2.2 Beispiel: Lokaler Anteil des Informationsfunktions

Nehmen wir einen lokalen Anteil der Form

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

Dann sind

$$\frac{\partial \mathcal{F}_{\text{lokal}}}{\partial \rho_I} = 0, \quad \frac{\partial \mathcal{F}_{\text{lokal}}}{\partial (\partial_t \rho_I)} = 2\alpha \partial_t \rho_I, \quad \frac{\partial \mathcal{F}_{\text{lokal}}}{\partial (\nabla \rho_I)} = 2\beta \nabla \rho_I.$$

Die Euler–Lagrange-Gleichung wird zu

$$-\partial_t(2\alpha \partial_t \rho_I) - \nabla \cdot (2\beta \nabla \rho_I) = 0,$$

also

$$\alpha \partial_t^2 \rho_I + \beta \nabla^2 \rho_I = 0.$$

Dies ist eine Wellengleichung für die Informationsdichte ρ_I . Sie illustriert, wie aus dem lokalen Funktional eine dynamische Gleichung entsteht.

A.3 Noether-Theorem im Informationsraum

Das Noether-Theorem verbindet Symmetrien eines Lagrange-Funktional mit Erhaltungsgrößen. Im Informationsraum bedeutet dies: Symmetrien der Informationsdichte und ihres Funktional erzeugen Erhaltungssätze.

A.3.1 Allgemeine Formulierung

Betrachte eine kontinuierliche Transformation

$$\rho_I(\vec{r}, t) \rightarrow \rho'_I(\vec{r}, t) = \rho_I(\vec{r}, t) + \varepsilon \Delta \rho_I(\vec{r}, t),$$

bei der sich das Funktional nur um einen Randterm ändert:

$$\delta \mathcal{F} = \varepsilon \partial_\mu K^\mu.$$

Dann existiert eine erhaltene Größe J^μ mit

$$\partial_\mu J^\mu = 0.$$

A.3.2 Beispiele für Symmetrien

- **Zeitsymmetrie:** Invarianz unter $t \rightarrow t + \text{const} \Rightarrow$ Energieerhaltung als abgeleitetes Informationsmaß.
- **Translationssymmetrie im Raum:** Invarianz unter $\vec{r} \rightarrow \vec{r} + \text{const} \Rightarrow$ Impulserhaltung.
- **Rotationssymmetrie:** Invarianz unter $\vec{r} \rightarrow R\vec{r} \Rightarrow$ Drehimpulserhaltung.
- **Informationsinvarianz:** Invarianz der Gesamtinformation $\int \rho_I d^3x \Rightarrow$ Erhaltung der Gesamtinformation, aus der Energieerhaltung als Spezialfall folgt.

Damit werden klassische Erhaltungssätze als Konsequenz der Symmetrien des Informationsraums verstanden.

A.4 Informationsmetriken und fraktale Dimension

Die Informationsmetrik beschreibt, wie empfindlich das Informationsfunktional auf räumliche Änderungen der Informationsdichte reagiert.

A.4.1 Definition der Informationsmetrik

Ausgehend von

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}(\rho_I, \partial_i \rho_I)$$

definieren wir die Informationsmetrik als

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

Interpretation:

- Große g_{ij} : kleine Änderungen von $\partial_i \rho_I$ haben große Wirkung auf die Dynamik \Rightarrow „steife“ Informationsgeometrie.
- Kleine g_{ij} : die Informationsstruktur ist „weich“, Änderungen von $\partial_i \rho_I$ haben geringe dynamische Konsequenzen.

A.4.2 Fraktale Dimension als Skalierungssignatur

Die fraktale Dimension des Informationsnetzes ist definiert durch

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

Sie ist kein Maß für die topologische Raumdimension, sondern charakterisiert die Skalierung der Kopplungsstruktur im Informationsnetz.

Wichtige Eigenschaften:

- Auf kleinen Skalen beschreibt D die Feinstruktur der Informationsverzweigungen.
- Für große Skalen gilt $D \rightarrow 3$, sodass ein scheinbar dreidimensionaler Raum emergiert.
- Die Skalierungsrelationen für Naturkonstanten (Kapitel 8) beruhen direkt auf D .

A.5 Zusammenfassung von Anhang A

In diesem Anhang wurden die mathematischen Grundlagen der Informations-Weber-Theorie ausführlich dargestellt:

- Die Variationsrechnung liefert die Euler-Lagrange-Gleichungen für die Informationsdichte ρ_I .
- Das Noether-Theorem verbindet Symmetrien mit Erhaltungsgrößen im Informationsraum.
- Die Informationsmetrik entsteht aus der Sensitivität des Funktionals gegenüber Gradienten von ρ_I .
- Die fraktale Dimension D beschreibt die Skalierung der Kopplungsstruktur und ist die Grundlage der emergenten Geometrie und der Naturkonstanten.

Diese Struktur erlaubt es, alle im Haupttext verwendeten Gleichungen systematisch nachzuvollziehen und bildet die mathematische Basis für die weiteren Anhänge.

Anhang B

Herleitungen

In diesem Anhang werden die wichtigsten Gleichungen der Informations-Weber-Theorie vollständig und Schritt für Schritt hergeleitet. Ziel ist es, die mathematischen Grundlagen transparent zu machen und die Verbindung zwischen lokaler Weber-Dynamik, globaler Informationsorganisation und emergenter Geometrie klar herauszuarbeiten.

Behandelt werden:

- die Weber-Kraft,
- das Bohm-Potential,
- die Kontinuitätsgleichung,
- die effektive Masse als Informationsmaß.

Alle Herleitungen basieren auf dem Informations-Lagrange-Funktional aus Kapitel 4.

B.1 Herleitung der Weber-Gravitation

Die WG ist der gravitative Analogon der WED. Sie beschreibt die direkte Wechselwirkung zweier Massen ohne Felder und enthält geschwindigkeits- und beschleunigungsabhängige Korrekturen.

Die allgemeine Form der Weber-Gravitationskraft lautet:

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

wobei der Parameter β die physikalische Situation charakterisiert:

$$\beta = \begin{cases} 0.5 & \text{für massive Körper (Planetenbahnen)} \\ 1 & \text{für Photonen (Lichtablenkung, Shapiro-Effekt)} \\ 2 & \text{für elektromagnetische Weber-Wechselwirkung} \end{cases}$$

Diese Struktur ist zentral für die WDBT, da sie die korrekte Periheldrehung, Lichtablenkung und Rotverschiebung liefert.

B.1.1 Ausgangspunkt: Weber-Lagrange-Funktional

Analog zur WED wird das gravitative Lagrange-Funktional angesetzt als:

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

Dabei ist:

$$r = |\vec{r}_1 - \vec{r}_2|, \quad \dot{r} = \frac{dr}{dt}, \quad \ddot{r} = \frac{d^2 r}{dt^2}.$$

B.1.2 Euler–Lagrange-Gleichung

Die Kraft ergibt sich aus:

$$F = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{r}} \right) - \frac{\partial L}{\partial r}.$$

Wir berechnen die Terme einzeln.

Ableitung nach \dot{r}

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{r}} = -G \frac{m_1 m_2}{r} \left(-\frac{2\dot{r}}{c^2} \right) = 2G \frac{m_1 m_2}{r} \frac{\dot{r}}{c^2}.$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{r}} \right) = 2G \frac{m_1 m_2}{c^2} \left(\frac{\ddot{r}}{r} - \frac{\dot{r}^2}{r^2} \right).$$

Ableitung nach r

$$\frac{\partial L}{\partial r} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \beta \frac{r \ddot{r}}{c^2} \right) - G \frac{m_1 m_2}{r} \left(\beta \frac{\dot{r}}{c^2} \right).$$

Nach Vereinfachung:

$$\frac{\partial L}{\partial r} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} \right).$$

B.1.3 Einsetzen in die Euler-Lagrange-Gleichung

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

Dies ist die allgemeine Weber-Gravitationskraft.

B.1.4 Interpretation der Parameterwahl

- $\beta = 0.5$: liefert die korrekte Periheldrehung des Merkur und stabilisiert Planetenbahnen.
- $\beta = 1$: ergibt die korrekte Lichtablenkung und Shapiro-Verzögerung.
- $\beta = 2$: entspricht der elektromagnetischen Weber-Kraft.

Damit ist die WG vollständig kompatibel mit den beobachteten Effekten der ART, jedoch ohne Raumzeitkrümmung.

B.2 Herleitung des Bohm-Potentials

Das Bohm-Potential ist der globale Anteil des Informations-Lagrange-Funktionalen. Es entsteht aus der Variation des globalen Terms:

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

B.2.1 Variation des Funktionalen

Wir berechnen:

$$\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \rho_I} = -\gamma \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I^2},$$

$$\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\nabla \rho_I)} = 2\gamma \frac{\nabla \rho_I}{\rho_I}.$$

Dann:

$$\nabla \cdot \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\nabla \rho_I)} \right) = 2\gamma \left[\frac{\nabla^2 \rho_I}{\rho_I} - \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I^2} \right].$$

Die Euler-Lagrange-Gleichung lautet:

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

Einsetzen ergibt:

$$-\gamma \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I^2} - 2\gamma \left[\frac{\nabla^2 \rho_I}{\rho_I} - \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I^2} \right] = 0.$$

Nach Vereinfachung:

$$\frac{\nabla^2 \rho_I}{\rho_I} - \frac{1}{2} \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I^2} = 0.$$

Mit der Substitution $\rho_I = |\Psi|^2$ erhält man:

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 |\Psi|}{|\Psi|}.$$

Dies ist das Bohm-Potential.

B.2.2 Interpretation

- Q beschreibt globale Informationsorganisation.
- Es erzeugt quantisierte Energieniveaus.
- Es ist nichtlokal, aber kausal unproblematisch.

B.3 Herleitung der Kontinuitätsgleichung

Die Kontinuitätsgleichung folgt aus der Erhaltung der Gesamtinformation:

$$\frac{d}{dt} \int \rho_I d^3x = 0.$$

B.3.1 Lokale Form

Wir fordern:

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

B.3.2 Herleitung aus dem Funktional

Der lokale Anteil des Funktionals enthält:

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

Die Variation nach $\partial_t \rho_I$ liefert:

$$\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial (\partial_t \rho_I)} = 2\alpha \partial_t \rho_I.$$

Dies definiert den Informationsfluss:

$$\vec{J}_I = -2\beta \nabla \rho_I.$$

Einsetzen ergibt die Kontinuitätsgleichung.

B.3.3 Interpretation

- ρ_I ist die Informationsdichte.
- \vec{J}_I ist der Informationsfluss.
- Die Gleichung beschreibt lokale Informationsbilanz.

B.4 Herleitung der effektiven Masse

Die effektive Masse entsteht aus der Trägheit der Informationsstruktur.

B.4.1 Definition

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

B.4.2 Herleitung

Die kinetische Energie eines Informationsfeldes ist:

$$T = \int \alpha(\partial_t \rho_I)^2 d^3x.$$

Vergleich mit der klassischen Form $T = \frac{1}{2}mv^2$ zeigt:

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

B.4.3 Interpretation

- Masse ist keine fundamentale Größe.
- Sie misst die Steifigkeit der Informationsstruktur.
- Trägheit ist ein emergentes Phänomen.

B.5 Zusammenfassung

In diesem Anhang wurden die zentralen Herleitungen der Informations-Weber-Theorie ausführlich dargestellt:

- Die Weber-Kraft entsteht aus dem lokalen Anteil des Funktionals.
- Das Bohm-Potential entsteht aus dem globalen Anteil.
- Die Kontinuitätsgleichung folgt aus Informationsbilanz.
- Die effektive Masse misst die Trägheit der Informationsstruktur.

Damit sind alle mathematischen Grundlagen für die Kapitel 4–13 vollständig nachvollziehbar.

Anhang C

Beispiele und vollständige Lösungen

Dieser Anhang enthält ausführliche, vollständig durchgerechnete Beispiele zur Informations-Weber-Theorie. Ziel ist es, die im Haupttext entwickelten Konzepte anhand konkreter Systeme nachvollziehbar zu machen. Die Beispiele sind so gewählt, dass sie die drei Ebenen der Theorie illustrieren:

- lokale Dynamik (Weber-Kraft),
- globale Dynamik (Bohm-Potential),
- emergente Geometrie (Informationsmetrik).

Behandelt werden:

1. Doppelspalt: vollständige Lösung der Informationsdichte,
2. Harmonischer Oszillator: klassische und quantisierte Lösung,
3. Kepler-Problem: Informationspotential und Weber-Gravitation,
4. Plasmawellen: nichtlineare Informationsmoden.

C.1 Doppelspalt: vollständige Lösung

Der Doppelspalt ist ein prototypisches Beispiel für globale Informationsorganisation. Die Informations-Weber-Theorie beschreibt das Interferenzmuster ohne Wellenfunktion, sondern direkt über die Informationsdichte ρ_I .

C.1.1 Ansatz für die Informationsdichte

Wir betrachten zwei Spalte mit Öffnungsfunktionen $\rho_1(x)$ und $\rho_2(x)$. Die Gesamtinformationsdichte ergibt sich aus:

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

Dabei ist $\Delta\phi(x)$ die phasenartige Größe, die aus der globalen Minimierung des Informationsfunktionalen folgt.

C.1.2 Herleitung der Phase aus dem globalen Funktional

Der globale Anteil lautet:

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

Die Variation nach ρ_I liefert die Bedingung:

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

wobei $k = 2\pi/\lambda$ die effektive Informationswellenzahl ist.

C.1.3 Lösung hinter dem Doppelpalt

Für zwei punktförmige Spalte ergibt sich:

$$\rho_I(x) = \rho_0 \left[1 + \cos \left(\frac{2\pi d}{\lambda L} x \right) \right],$$

wobei:

- d = Spaltabstand,
- L = Abstand zum Schirm,
- λ = effektive Informationswellenlänge.

C.1.4 Interpretation

- Interferenz entsteht durch globale Informationsorganisation.
- Keine Wellenfunktion notwendig.
- Keine Superposition im ontologischen Sinn.
- Das Muster ist eine energetisch optimale Informationsstruktur.

C.2 Harmonischer Oszillator

Der harmonische Oszillator zeigt, wie klassische und quantisierte Dynamik aus demselben Informationsfunktional entstehen.

C.2.1 Lokaler Anteil: klassische Schwingung

Der lokale Anteil lautet:

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

Die Variation liefert die Wellengleichung:

$$\alpha \partial_t^2 \rho_I + \beta \nabla^2 \rho_I = 0.$$

Für ein Teilchen im Potential $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$ ergibt sich:

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0.$$

C.2.2 Globaler Anteil: quantisierte Energieniveaus

Der globale Anteil erzeugt das Bohm-Potential:

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

Die stationäre Gleichung lautet:

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 \right] \sqrt{\rho_I} = E \sqrt{\rho_I}.$$

Dies ist die Schrödinger-Gleichung des harmonischen Oszillators.

C.2.3 Lösung

Die Lösungen sind Hermite-Funktionen:

$$\rho_I^{(n)}(x) = |\psi_n(x)|^2,$$

mit Energien:

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

C.2.4 Interpretation

- Klassische und quantisierte Dynamik entstehen aus demselben Funktional.
- Quantisierung ist eine Eigenschaft globaler Informationsorganisation.
- Keine Operatoren oder Hilberträume notwendig.

C.3 Kepler-Problem und gravitative Informationsflüsse

Das Kepler-Problem zeigt, wie Gravitation in der WDBT aus Informationsgradienten entsteht. Die zugrunde liegende Kraft ist die WG:

$$F_{\text{WG}} = -G \frac{Mm}{r^2} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \beta \frac{r \ddot{r}}{c^2} \right),$$

wobei für massive Körper gilt:

$$\beta = 0.5.$$

C.3.1 Informationspotential

Die Informationsdichte eines zentralen Objekts erzeugt ein effektives Potential:

$$\Phi_I(r) = -\frac{GM}{r} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \beta \frac{r \ddot{r}}{c^2} \right).$$

Im stationären Grenzfall ($\dot{r} = 0, \ddot{r} = 0$) reduziert sich dies auf das Newtonsche Potential:

$$\Phi_I(r) = -\frac{GM}{r}.$$

C.3.2 Radialgleichung

Die Bewegungsgleichung lautet:

$$\ddot{r} - r\dot{\theta}^2 = -\frac{GM}{r^2} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \beta \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right).$$

Einsetzen von $\beta = 0.5$ ergibt:

$$\ddot{r} - r\dot{\theta}^2 = -\frac{GM}{r^2} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{1}{2} \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right).$$

C.3.3 Transformation auf die Bahngleichung

Mit

$$u = \frac{1}{r}, \quad \frac{dr}{dt} = -\frac{1}{u^2} \frac{du}{d\theta} \dot{\theta},$$

und Erhaltung des Drehimpulses

$$h = r^2\dot{\theta} = \text{const},$$

erhält man nach Standardumformungen die modifizierte Bahngleichung:

$$\frac{d^2u}{d\theta^2} + u = \frac{GM}{h^2} \left(1 + \frac{3GM}{c^2} u \right).$$

Dies ist exakt dieselbe Struktur wie in der ART, jedoch ohne Raumzeitkrümmung.

C.3.4 Lösung und Periheldrehung

Die Lösung lautet:

$$u(\theta) = \frac{GM}{h^2} [1 + e \cos((1 - \delta)\theta)],$$

mit

$$\delta = \frac{3GM}{a(1 - e^2)c^2}.$$

Die Periheldrehung pro Umlauf ist:

$$\Delta\theta = 2\pi\delta = \frac{6\pi GM}{a(1 - e^2)c^2}.$$

Dies ist exakt der beobachtete Merkurwert.

C.3.5 Interpretation

- Die Periheldrehung entsteht aus dem $\beta = 0.5$ -Term.
- Keine Raumzeitkrümmung notwendig.
- Die WG reproduziert die ART-Ergebnisse im schwachen Feld.

C.4 Lichtablenkung als Modus der Informationsgeometrie

Für Photonen gilt in der WG:

$$\beta = 1.$$

Damit lautet die Kraft:

$$F_{\text{WG}}^{(\gamma)} = -G \frac{ME}{r^2 c^2} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right),$$

wobei E die Photonenergie ist.

C.4.1 Bahngleichung für Photonen

Für Licht gilt $ds^2 = 0$, und die Bewegung erfolgt mit $v = c$. Die modifizierte Bahngleichung wird:

$$\frac{d^2u}{d\theta^2} + u = \frac{3GM}{c^2}u^2.$$

Dies ist die Weber-Analogie der ART-Photonengleichung.

C.4.2 Lösung für kleine Ablenkungen

Für $u \ll 1$ ergibt sich:

$$u(\theta) = \frac{\sin \theta}{b} + \frac{GM}{c^2 b^2} (1 + \cos \theta),$$

wobei b der Stoßparameter ist.

C.4.3 Ablenkinkel

Der Ablenkinkel ergibt sich zu:

$$\Delta\theta = \frac{4GM}{c^2 b}.$$

Dies ist exakt der ART-Wert.

C.4.4 Frequenzabhängige Korrektur

Die Informations-Weber-Theorie sagt zusätzlich:

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

wobei α ein dimensionsloser Kopplungsparameter ist.

C.4.5 Interpretation

- Für Photonen gilt $\beta = 1$.
- Die Lichtablenkung stimmt exakt mit der ART überein.
- Zusätzlich ergibt sich eine Vorhersage: Frequenzabhängigkeit.
- Dies ist ein experimentell testbares Unterscheidungsmerkmal.

C.5 Plasmawellen

Plasmen sind natürliche Informationsmedien. Die Weber-Dynamik erzeugt nichtlineare Phänomene, die in der klassischen MHD nicht vorkommen.

C.5.1 Ansatz

Die Informationsdichte im Plasma erfüllt:

$$\alpha \partial_t^2 \rho_I + \beta \nabla^2 \rho_I + \gamma \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I} = 0.$$

C.5.2 Lineare Lösung

Für kleine Störungen:

$$\rho_I = \rho_0 + \delta\rho,$$

ergibt sich:

$$\partial_t^2 \delta\rho = c_s^2 \nabla^2 \delta\rho,$$

mit Schallgeschwindigkeit:

$$c_s = \sqrt{\beta/\alpha}.$$

C.5.3 Nichtlineare Lösung

Für starke Gradienten dominiert der globale Term:

$$\partial_t^2 \rho_I = -\frac{\gamma}{\alpha} \frac{(\nabla \rho_I)^2}{\rho_I}.$$

Dies erzeugt:

- Filamentierung,
- Jets,
- fraktale Turbulenz.

C.5.4 Interpretation

- Plasmen sind fraktale Informationsmedien.
- Weber-Terme erzeugen anisotrope Transportprozesse.
- Die Informationsgeometrie bestimmt die Strukturbildung.

C.6 Zusammenfassung

In diesem Anhang wurden vollständige Lösungen für zentrale Beispiele der Informations-Weber-Theorie dargestellt:

- Doppelspalt: Interferenz als Informationsorganisation,
- Harmonischer Oszillator: klassische und quantisierte Lösung,
- Kepler-Problem: Gravitation als Informationsgradient,
- Plasmawellen: nichtlineare Informationsmoden.

Diese Beispiele zeigen, wie die Theorie praktisch angewendet wird und wie klassische, quantenmechanische und gravitative Phänomene aus einem einzigen Prinzip hervorgehen.

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

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

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

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

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).