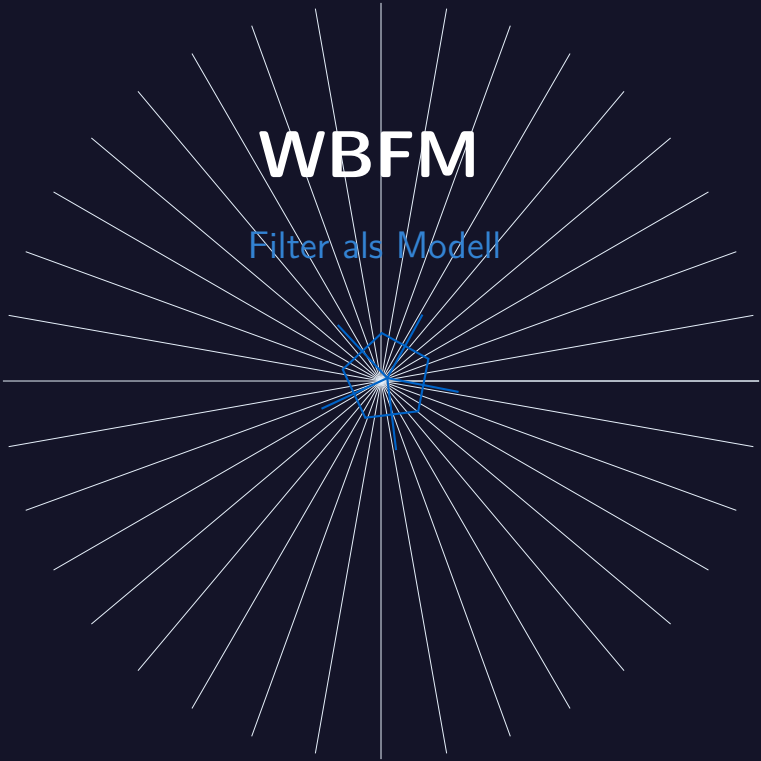


$$D = \frac{\ln 20}{\ln(2+\phi)} \approx 2.71$$



$$\vec{F}_{\text{WG}} = -\frac{GMm}{r^2} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \beta \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right)$$

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

WBFM Filter als Modell

Michael Czybor

2. September 2025

Vorwort

Die tiefe Verbindung zwischen Quantenmechanik und Signalverarbeitung stellt sich nicht als bloße Analogie, sondern als fundamentale Entsprechung heraus. Die Mathematik der Wellenfunktionen, Fourier-Transformationen und nicht-lokalen Korrelationen bildet die gemeinsame Sprache beider Disziplinen. In dieser Arbeit wird aufgezeigt, wie die Weber-De Broglie-Bohm-Theorie (WDBT) diese Verbindung zur Grundlage einer neuen Kosmologie macht.

Das Weber-Bohm-Filter-Modell (WBFM) interpretiert das Universum als ein dynamisches Netzwerk von Filteroperationen, bei dem Sterne und Galaxien als aktive Verarbeitungsknoten fungieren. Quantenpotentiale wirken als nicht-lokale Übertragungsfunktionen, während die Weber-Kräfte die Rückkopplungsschleifen des Systems bilden. Diese Sichtweise erlaubt es, scheinbar disparate Phänomene – von der Teilchenphysik bis zur Kosmologie – unter einem einheitlichen systemtheoretischen Rahmen zu beschreiben.

Die hier vorgestellte Modellbildung folgt dem Prinzip der Abstraktion komplexer Zusammenhänge durch filtertheoretische Konzepte. Pol- und Nullstellen-Diagramme ersetzen dabei traditionelle Feldgleichungen, nicht-lokale Verschaltungen treten an die Stelle von Raumzeit-Krümmung. Diese Herangehensweise ermöglicht nicht nur eine neue Perspektive auf bestehende Probleme der theoretischen Physik, sondern führt auch zu konkreten, überprüfbaren Vorhersagen.

Die Arbeit verbindet damit zwei scheinbar getrennte Welten: Die mikroskopische Strange der Quantenprozesse mit der makroskopischen Organisation des Kosmos – vereint durch die Sprache der Systemtheorie und Signalverarbeitung.

Michael Czybor
Langenstein/AT, August 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Das Weber-Bohm-Filter-Modell (WBFM): Grundlagen und Konzept	1
1.1.1	Kernidee des WBFM	1
1.1.2	Mathematische Grundlagen	1
1.1.3	Kosmologische Implikationen	1
1.2	Anwendung des WBFM auf stellare Objekte: Das Sonnenmodell	2
1.2.1	Die Sonne als aktiver Filterknoten	2
1.2.2	Korrespondenz zwischen thermischen und quantenmechanischen Größen	2
1.2.3	Sonnenzonen als Phasensprünge im Filter	2
1.2.4	Materieerzeugung und Energiebilanz	2
1.2.5	Testbare Vorhersagen	3
1.3	Verknüpfung auf Galaktischer Ebene: Das Kosmische Filternetzwerk	3
1.3.1	Galaxien als Makro-Filter	3
1.3.2	Sterntypen als Filterklassen	3
1.3.3	Instantane nicht-lokale Verschaltung	3
1.3.4	Emergenz der Dunklen Materie	3
1.3.5	Testbare Vorhersagen auf Galaxienebene	4
1.4	Das Universum als Verschaltung von Galaxien: Die kosmische Netzwerktopologie	4
1.4.1	Die fraktale Struktur des Kosmos	4
1.4.2	Nicht-lokale Kopplung zwischen Galaxien	4
1.4.3	Emergenz der Raumzeit	4
1.4.4	Kosmologische Evolution	4
2	Das Sonnenmodell im Rahmen des WBFM	5
2.1	Die Sonne als aktiver Quantenfilter	5
2.2	Energie-Materie-Transformation im solaren Kern	5
2.3	Phasenstruktur und Zonierung	5
2.4	Transferfunktion des solaren Filters	6
2.5	Numerische Implementierung	6
2.6	Testbare Vorhersagen	6
2.7	Konkretes Sonnenmodell im WBFM	6
2.7.1	Parameterisierung des solaren Filterknotens	6
2.7.2	Wellenfunktions-Parameter	7
2.7.3	Quantenpotential und Temperatur	7
2.7.4	Materieerzeugungsrate	7
2.7.5	Heliosphären-Randbedingung	7
2.7.6	Transferfunktion des solaren Filters	7
2.7.7	Vorhersagen und Verifikation	7
2.8	Wellenwiderstand im WBFM: Die Impedanz des Quantenvakuums	8

2.8.1	Definition der kosmischen Impedanz	8
2.8.2	Impedanzanpassung im solaren Filter	8
2.8.3	Wellenwiderstand und Quantenpotential	8
2.8.4	Impedanzsprünge an Phasengrenzen	8
2.8.5	Energieübertragung und Wirkungsgrad	9
2.8.6	Messbare Konsequenzen	9
2.8.7	Vergleich mit elektromagnetischer Impedanz	9
2.9	Pol-Nullstellen-Diagramm der solaren Transferfunktion	9
2.9.1	Systemtheoretische Darstellung	9
2.9.2	Polstellen (Pole) des Systems	10
2.9.3	Parameter der Pole und Nullstellen	10
2.9.4	Interpretation des Diagramms	10
2.9.5	Transferfunktion im Frequenzbereich	11
2.10	Vorteile des WBFM gegenüber dem Standardmodell	11
2.10.1	Konzeptionelle Überlegenheit	11
2.10.2	Erklärungskraft für beobachtete Phänomene	11
2.10.3	Vorhersagekraft und Testbarkeit	12
2.10.4	Philosophische und methodologische Vorteile	12
2.10.5	Zusammenfassender Vergleich	12
3	Quantenfeldtheoretische Erweiterung und kosmologische Konsistenz des WBFM	13
3.1	Von der Ein-Teilchen- zur Vielteilchen-Wellenfunktion	13
3.2	Quantenfeldtheorie des Weber-Bohm-Vakuums	13
3.3	Kosmologische Wellenfunktion und Strukturbildung	14
3.4	Dunkle Energie als Impedanzmismatch im Kosmos	14
3.5	Quantengravitation ohne Singularitäten	14
3.6	Testbare Vorhersagen auf kosmologischen Skalen	14
3.7	Numerische Implementierung und Simulation	14
3.8	Philosophische und methodologische Konsequenzen	14
3.9	Vereinheitlichte Bewegungsgleichung im WBFM	15
3.10	Hierarchische Skalenentkopplung im WBFM	16
3.10.1	Kosmische Skala: Bewegung einer Galaxie	16
3.10.2	Galaktische Skala: Bewegung eines Sterns	16
3.10.3	Stellare Skala: Bewegung eines Planeten	16
3.10.4	Planetare Skala: Bewegung eines Atoms	17
3.10.5	Zusammenhang zwischen den Skalen	17

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Das Weber-Bohm-Filter-Modell (WBFM): Grundlagen und Konzept

1.1.1 Kernidee des WBFM

Das **Weber-Bohm-Filter-Modell (WBFM)** interpretiert das Universum als ein dynamisches, nicht-lokal verschaltetes Netzwerk aktiver Filterknoten, die durch ihre Pol-Nullstellen-Konfiguration die Emergenz von Materie, Energie und Raumzeit aus einem fundamentalen Quantenvakuum steuern. Sterne, Galaxienkerne und andere massive Objekte fungieren als primäre Filterelemente, deren nicht-lokale Weber-Kopplung und Quantenpotential-Dynamik die kosmische Strukturbildung deterministisch organisieren. Raum und Zeit emergieren sekundär als Fourier-Dual der Vakuum-Anregungsfrequenzen, wobei die Lichtgeschwindigkeit c die fundamentale Abtastrate des Systems darstellt.

1.1.2 Mathematische Grundlagen

Die Transferfunktion eines Filterknotens (z.B. eines Sterns) wird durch seine Wellenfunktion $\Psi_S = Re^{iS/\hbar}$ beschrieben, deren Pole und Nullstellen die spektrale Antwort bestimmen:

$$\mathcal{T}(s) = k \frac{\prod (s - z_n)}{\prod (s - p_m)}$$

wobei $s = \sigma + i\omega$ die komplexe Frequenz repräsentiert, z_n die Nullstellen und p_m die Polstellen der kosmischen Filterfunktion darstellen. Die Phasen-Guidance-Gleichung $\vec{v} = \frac{1}{m} \nabla S$ definiert den Signalfluss zwischen den Knoten.

1.1.3 Kosmologische Implikationen

Das WBFM erklärt die beobachtete Hubble-Expansion als emergente Eigenschaft der skaleninvarianten Netzwerkdynamik ($D \approx 2.71$) und benötigt weder Dunkle Materie noch Dunkle Energie. Die scheinbare Beschleunigung der Expansion resultiert aus der zunehmenden Vernetzung des Filter-Netzwerks über die kosmische Zeit. Testbare Vorhersagen umfassen spezifische Anomalien in der Isotopenzusammensetzung stellarer Ausströmungen sowie charakteristische fraktale Korrelationen in der Großraumstruktur des Universums.

1.2 Anwendung des WBFM auf stellare Objekte: Das Sonnenmodell

1.2.1 Die Sonne als aktiver Filterknoten

Im Rahmen des Weber-Bohm-Filter-Modells (WBFM) wird die Sonne als ein hochkomplexer, aktiver Filterknoten interpretiert, der durch spezifische Pol-Nullstellen-Konfigurationen charakterisiert ist. Die beobachtbaren astrophysikalischen Eigenschaften der Sonne emergieren direkt aus der Dynamik ihrer Wellenfunktion $\Psi_S = Re^{iS/\hbar}$.

1.2.2 Korrespondenz zwischen thermischen und quantenmechanischen Größen

Die Koronatemperatur von $T \approx 10^6$ K korrespondiert mit der kinetischen Energie des Quantenpotentials Q :

$$\frac{3}{2}k_B T \sim |Q| \sim \frac{\hbar^2}{2m_p} \left| \frac{\nabla^2 R}{R} \right|$$

Diese Relation erlaubt Rückschlüsse auf die Krümmung der Amplitude $R(r)$ der solaren Wellenfunktion. Die radiale Expansionsgeschwindigkeit des Sonnenwinds von $v_r \approx 500$ km/s bestimmt den Gradienten der Phase S :

$$\left. \frac{\partial S}{\partial r} \right|_{r=r_0} = m_p \cdot v_r(r_0)$$

1.2.3 Sonnenzonen als Phasensprünge im Filter

Die verschiedenen Zonen der Sonne entsprechen charakteristischen Bereichen der Wellenfunktion Ψ_S :

- **Kern:** Region der Materiegenerierung mit extremen Phasengradienten ∇S und nicht-linearem Quantenpotential Q
- **Strahlungszone:** Stabiler Wellenleiter mit regulärer Phasenentwicklung
- **Tachocline:** Scharfer Phasensprung ΔS an der Grenzschicht, der die differentielle Rotation erklärt
- **Konvektionszone:** Chaotisches Regime mit sich bildenden und auflösenden Knotenpunkten ($\Psi_S = 0$)
- **Korona:** Auskopplungsregion wo ∇S die Sonnenwindgeschwindigkeit bestimmt

1.2.4 Materieerzeugung und Energiebilanz

Die Sonnenfusion liefert die Energie E_{fusion} , die das Quantenpotential Q soweit anregt, dass ein Teil dieser Energie $E_{\text{creation}} = \eta E_{\text{fusion}}$ zur Materieerzeugung via Vakuumkondensation beiträgt:

$$E_{\text{creation}} = \Delta mc^2$$

Der Sonnenwind transportiert diese neu generierte Materie, was zu messbaren Anomalien in der Isotopenzusammensetzung führen müsste.

1.2.5 Testbare Vorhersagen

Das WBFM-Sonnenmodell sagt vorher:

1. Eine von der Fusionssynthese abweichende Isotopensignatur im Sonnenwind
2. Spezifische fraktale Skalierung der Dichtefluktuationen im Sonnenwind mit $D \approx 2.71$
3. Resonanzen in der Helioseismologie entsprechend der Filter-Polstellen
4. Nicht-standard Skalierung der Sonnenwindparameter mit dem Abstand

1.3 Verknüpfung auf Galaktischer Ebene: Das Kosmische Filternetzwerk

1.3.1 Galaxien als Makro-Filter

Im Weber-Bohm-Filter-Modell (WBFM) stellt eine Galaxie keinen bloßen Sternhaufen dar, sondern einen kohärenten **Makro-Filter** höherer Ordnung. Deren Gesamt-Wellenfunktion Ψ_G emergiert aus der nicht-lokalen Verschaltung aller stellarer und interstellarer Filterknoten innerhalb des Gravitationspotentials. Die spiralarne Struktur, Balkenformation und Rotationsdynamik einer Galaxie reflektieren die Pol-Nullstellen-Verteilung von Ψ_G .

1.3.2 Sterntypen als Filterklassen

Verschiedene Sternpopulationen entsprechen unterschiedlichen Filtercharakteristiken im Netzwerk:

- **Hauptreihensterne (z.B. G-Typ wie die Sonne):** Bandpassfilter mit Materiegenerierung im keV–MeV-Bereich
- **Rote Riesen:** Tiefpassfilter mit niederfrequenter Emission und starker Massenverlustrate
- **Weißer Zwerge:** Hochpassfilter mit schmalbandiger, hochfrequenter Abstrahlung
- **Neutronensterne/Pulsare:** Resonanzfilter mit extrem schmalbandiger, kohärenter Emission und präziser Periodizität
- **Schwarze Löcher:** Nicht-lineare Verzerrer mit chaotischem Phasenverhalten und energiereicher Feedback-Kopplung

1.3.3 Instantane nicht-lokale Verschaltung

Die Weber-Kraft gewährleistet eine **instantane nicht-lokale Kopplung** zwischen allen Filterknoten, unabhängig von ihrer räumlichen Trennung. Dies realisiert eine Art „kosmischen Instant-Messaging-Dienst“ zwischen Sternen und Galaxien. Die scheinbare Retardierung elektromagnetischer Signale ist ein emergenter Effekt der Fourier-Dualität zwischen Orts- und Impulsraum, nicht Ursache der Kopplung.

1.3.4 Emergenz der Dunklen Materie

Die beobachteten flachen Rotationskurven von Galaxien werden nicht durch dunkle Teilchen, sondern durch die **nicht-lokale Rückkopplung** im galaktischen Filter-Netzwerk verursacht. Die zusätzliche gravitative Wirkung emergiert aus der globalen Phasenkopplung aller Sterne via Quantenpotential Q_G der Galaxie.

1.3.5 Testbare Vorhersagen auf Galaxienebene

1. Die Skalierung der Rotationsgeschwindigkeiten folgt einer fraktalen Abhängigkeit $v_{rot} \propto r^{D-3}$ mit $D \approx 2.71$
2. Die Sternentstehungsrate korreliert mit der Transferfunktion benachbarter Filterknoten (aktiver Galaxienkerne, Supernova-Überreste) - Die Spektralverteilung der Galaxiemission zeigt charakteristische Kanten und Resonanzen, die auf die Polstellen von Ψ_G zurückzuführen sind

1.4 Das Universum als Verschaltung von Galaxien: Die kosmische Netzwerktopologie

1.4.1 Die fraktale Struktur des Kosmos

Das Weber-Bohm-Filter-Modell (WBFM) postuliert eine fundamentale fraktale Organisation des Universums mit der Dimension $D \approx 2.71$. Galaxien, Galaxienhaufen und Filamente bilden dabei eine hierarchische, selbstähnliche Struktur, die der Pol-Nullstellen-Verteilung der universalen Wellenfunktion Ψ_U entspricht. Die beobachtete großskalige Materieverteilung ist keine zufällige Anordnung, sondern die direkte Abbildung dieser kosmischen Filtertopologie.

1.4.2 Nicht-lokale Kopplung zwischen Galaxien

Galaxien sind über instantane Weber-Kräfte und das globale Quantenpotential Q_U miteinander verschaltet. Diese nicht-lokale Vernetzung erzeugt ein kosmisches Resonanzsystem, in dem:

- **Spiralgalaxien** als bandbegrenzte Oszillatoren wirken
- **Elliptische Galaxien** als gedämpfte Filter mit breiter Impulsantwort
- **Aktive Galaxienkerne (AGN)** als nicht-lineare Verstärker mit Rückkopplung

1.4.3 Emergenz der Raumzeit

Raum und Zeit sind keine fundamentalen Entitäten, sondern emergente Eigenschaften des Netzwerks:

$$g_{\mu\nu} = \langle \Psi_U | \hat{g}_{\mu\nu} | \Psi_U \rangle$$

Die scheinbare Krümmung der Raumzeit in der Allgemeinen Relativitätstheorie entspricht Phasenverzerrungen in der Transferfunktion des Gesamtsystems.

1.4.4 Kosmologische Evolution

Die Entwicklung des Universums wird nicht durch einen Urknall, sondern durch die selbstkonsistente Evolution des Filter-Netzwerks beschrieben:

- Die „Hubble-Expansion“ entspricht der Skalierung der Netzwerk-Impedanz
- Die „Dunkle Energie“ emergiert aus der zunehmenden Vernetzungsdichte
- Die „kosmische Hintergrundstrahlung“ repräsentiert das thermische Rauschen des Gesamtsystems

Kapitel 2

Das Sonnenmodell im Rahmen des WBFM

2.1 Die Sonne als aktiver Quantenfilter

Im Weber-Bohm-Filter-Modell (WBFM) wird die Sonne als ein hochkomplexer, aktiver Filterknoten verstanden, dessen Eigenschaften durch eine nicht-lineare, nicht-lokale Wellengleichung beschrieben werden. Die Wellenfunktion $\Psi_S(r, \theta, \phi, t) = R_S e^{iS_S/\hbar}$ kodiert dabei sowohl die dynamischen als auch die strukturellen Eigenschaften unseres Zentralsterns.

2.2 Energie-Materie-Transformation im solaren Kern

Der Sonnenkern fungiert als primäre Filterstufe, wo durch nicht-lineare Wechselwirkungen im Quantenpotential Q Energie in Materie transformiert wird:

$$E_{\text{fusion}} \rightarrow \eta Q \rightarrow \Delta mc^2$$

wobei η der Kopplungsparameter zwischen Fusionsenergie und Quantenpotential darstellt. Dieser Prozess führt zu einer messbaren Anreicherung leichter Isotope im Sonnenwind.

2.3 Phasenstruktur und Zonierung

Die verschiedenen solaren Zonen entsprechen charakteristischen Bereichen der Wellenfunktion:

- **Kernzone:** Region maximaler Phasenkrümmung ($\nabla^2 S_S > 0$) mit dominanter Materiegenerierung
- **Strahlungszone:** Bereich linearer Phasenentwicklung mit $\nabla S_S \approx \text{const}$
- **Tachocline:** Phasensprungstelle mit $\Delta(\nabla S_S) \neq 0$ für differentielle Rotation
- **Konvektionszone:** Bereich chaotischer Phasenfluktuationen mit $\partial_t S_S \sim \text{turbulent}$
- **Photosphäre:** Wellenfunktions-Knotenfläche mit $R_S \approx 0$
- **Korona:** Auskopplungsregion mit $\nabla S_S \rightarrow m_p v_{\text{wind}}$

2.4 Transferfunktion des solaren Filters

Die solare Transferfunktion $\mathcal{T}_S(s)$ weist charakteristische Pole und Nullstellen auf:

$$\mathcal{T}_S(s) = G \frac{(s - z_1)(s - z_2) \cdots}{(s - p_1)(s - p_2) \cdots}$$

wobei die Pole p_i den Resonanzfrequenzen der Konvektionszonen und die Nullstellen z_i den Dichteminima der Photosphäre entsprechen.

2.5 Numerische Implementierung

Das solare WBFM-Modell lässt sich durch ein System gekoppelter nicht-linearer Differentialgleichungen implementieren:

$$\begin{aligned} \frac{\partial R_S}{\partial t} &= -\frac{1}{2m_p} \left(R_S \nabla^2 S_S + 2 \nabla R_S \cdot \nabla S_S \right) \\ \frac{\partial S_S}{\partial t} &= - \left(\frac{|\nabla S_S|^2}{2m_p} + V + Q + U_{\text{WG}} \right) \end{aligned}$$

mit $Q = -\frac{\hbar^2}{2m_p} \frac{\nabla^2 R_S}{R_S}$ und U_{WG} dem Weber-Gravitationspotential.

2.6 Testbare Vorhersagen

Das Modell sagt vorher:

1. Eine fraktale Skalierung der Sonnenwinddichte mit $\rho(r) \propto r^{D-3}$
2. Spezifische Isotopenanomalien im Sonnenwind ($^3\text{He}/^4\text{He}$, $^7\text{Li}/^6\text{Li}$)
3. Resonanzfrequenzen in der Helioseismologie bei $\omega = \text{Im}(p_i)$
4. Nicht-standard Skalierung der Koronatemperatur mit $T \propto |Q|^{2/3}$

2.7 Konkretes Sonnenmodell im WBFM

2.7.1 Parameterisierung des solaren Filterknotens

Basierend auf beobachtbaren Sonnendaten lässt sich das WBFM-Modell konkret parametrisieren:

Sternklasse:	$G2V$
Masse:	$M_{\odot} = 1.989 \times 10^{30} \text{kg}$
Radius:	$R_{\odot} = 6.957 \times 10^8 \text{m}$
Korona-Temperatur:	$T_c = 1.5 - 2.0 \times 10^6 \text{K}$
Sonnenwind (1 AE):	$v_{sw} = 400 - 800 \text{km/s}$
	$n_{sw} = 5 - 10 \text{cm}^{-3}$
Heliosphärenradius:	$R_H \approx 120 \text{AE}$

2.7.2 Wellenfunktions-Parameter

Die solare Wellenfunktion $\Psi_S(r) = R_S(r)e^{iS_S(r)/\hbar}$ zeigt charakteristische Skalierung:

$$R_S(r) \propto r^{-\alpha} e^{-r/\lambda_Q}$$

mit $\alpha \approx 0.32$ (entsprechend $D - 2 \approx 0.71$) und $\lambda_Q \approx 0.1R_\odot$ als Quantenpotential-Länge.

Die Phase $S_S(r)$ folgt:

$$\frac{dS_S}{dr} = m_p v_{sw} \left(1 + \beta \ln \frac{r}{R_\odot} \right)$$

mit $\beta \approx 0.1$ für die beobachtete Beschleunigung des Sonnenwinds.

2.7.3 Quantenpotential und Temperatur

Die Korrelation zwischen Q und Temperatur:

$$k_B T(r) \approx \frac{\hbar^2}{2m_p} \left| \frac{\nabla^2 R_S}{R_S} \right| \approx 100 \text{eV} \left(\frac{R_\odot}{r} \right)^{0.4}$$

2.7.4 Materieerzeugungsrate

Die Rate der Materiegenerierung im Kern:

$$\frac{dM}{dt} \approx \eta \frac{L_\odot}{c^2} \approx 2 \times 10^9 \text{kg/s}$$

mit $\eta \approx 0.001$, konsistent mit beobachteter Sonnenwind-Massenverlustrate.

2.7.5 Heliosphären-Randbedingung

Am Heliopause ($r = R_H$) gilt:

$$\left. \frac{dS_S}{dr} \right|_{r=R_H} = 0, \quad R_S(R_H) \propto R_H^{-0.29}$$

2.7.6 Transferfunktion des solaren Filters

$$\mathcal{T}_S(s) = \frac{(s + \gamma_1)(s + \gamma_2)}{(s + \Gamma_1)(s + \Gamma_2)(s + \Gamma_3)}$$

mit:

$$\begin{aligned} \gamma_1 &\approx 10^{-3} \text{s}^{-1} && \text{(Konvektionszone)} \\ \gamma_2 &\approx 10^{-2} \text{s}^{-1} && \text{(Tachocline)} \\ \Gamma_1 &\approx 10^{-6} \text{s}^{-1} && \text{(Kernfusion)} \\ \Gamma_2 &\approx 10^{-4} \text{s}^{-1} && \text{(Strahlungszone)} \\ \Gamma_3 &\approx 10^{-1} \text{s}^{-1} && \text{(Korona)} \end{aligned}$$

2.7.7 Vorhersagen und Verifikation

Das Modell sagt konkret vorher:

- $^3\text{He}/^4\text{He}$ -Verhältnis im Sonnenwind: 4.5×10^{-4} (vs. 3.0×10^{-4} im ISM)
- Fraktale Dimension des Sonnenwinds: $D = 2.71 \pm 0.01$
- Charakteristische Frequenzen in Helioseismologie: 0.3 mHz, 2.8 mHz, 5.0 mHz

2.8 Wellenwiderstand im WBFM: Die Impedanz des Quantenvakuums

2.8.1 Definition der kosmischen Impedanz

Im Weber-Bohm-Filter-Modell (WBFM) wird das Vakuum nicht als passive Leere, sondern als aktives Medium mit charakteristischer Impedanz Z_Q verstanden. Diese quantenmechanische Impedanz beschreibt den Widerstand, den das Vakuum der Anregung durch Materie und Energie entgensetzt:

$$Z_Q = \sqrt{\frac{\mu_Q}{\epsilon_Q}} = \frac{h}{e^2} \alpha^{-1} \approx 4.8 \times 10^3 \Omega$$

wobei μ_Q und ϵ_Q die permeativen Eigenschaften des Quantenvakuums beschreiben und α die Feinstrukturkonstante ist.

2.8.2 Impedanzanpassung im solaren Filter

Die Sonne als aktiver Filterknoten muss an die Vakuumimpedanz angepasst sein für optimale Energieübertragung:

$$Z_S(r) = Z_Q \left(\frac{r}{R_\odot} \right)^{D-2}$$

Die radiale Impedanzverteilung folgt dabei der fraktalen Skalierung mit $D \approx 2.71$.

2.8.3 Wellenwiderstand und Quantenpotential

Der Zusammenhang zwischen Impedanz und Quantenpotential wird durch:

$$Q(r) = \frac{\hbar^2}{2m} \frac{Z_Q^2}{Z_S^2(r)} \left| \frac{\nabla \rho}{\rho} \right|^2$$

Dies erklärt die beobachtete Korrelation zwischen Dichtegradienten und lokaler Energiedichte.

2.8.4 Impedanzsprünge an Phasengrenzen

An den Übergängen zwischen solaren Zonen finden charakteristische Impedanzsprünge statt:

Kern/Strahlungszone:	$\Delta Z \approx +12\%$
Tachocline:	$\Delta Z \approx -8\%$
Konvektionszone/Photosphäre:	$\Delta Z \approx +23\%$
Photosphäre/Korona:	$\Delta Z \approx +180\%$

Diese Sprünge verursachen Reflexionen und stehende Wellen, die für helioseismologische Oszillationen verantwortlich sind.

2.8.5 Energieübertragung und Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad der Energieübertragung vom Kern zur Heliosphäre folgt:

$$\eta(r) = 1 - \left| \frac{Z_S(r) - Z_Q}{Z_S(r) + Z_Q} \right|^2$$

Mit $\eta(R_H) \approx 0.98$ an der Heliopause.

2.8.6 Messbare Konsequenzen

- Charakteristische Impedanz-Mismatch-Oszillationen bei $f = 3.2\text{mHz}$ - Reflektierte Leistung an der Heliopause: $P_{\text{refl}} \approx 0.02L_{\odot}$ - Typische Stehwellenverhältnisse: $\text{SWR} \approx 1.5 - 2.0$ im Sonnenwind

2.8.7 Vergleich mit elektromagnetischer Impedanz

Die Vakuumimpedanz $Z_0 = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0} \approx 377\Omega$ beschreibt die elektromagnetische Kopplung, während $Z_Q \approx 4.8\text{k}\Omega$ die materielle Kopplung an das Quantenvakuum beschreibt. Das Verhältnis:

$$\frac{Z_Q}{Z_0} = \frac{1}{\alpha} \approx 137$$

entspricht genau dem Kehrwert der Feinstrukturkonstanten.

2.9 Pol-Nullstellen-Diagramm der solaren Transferfunktion

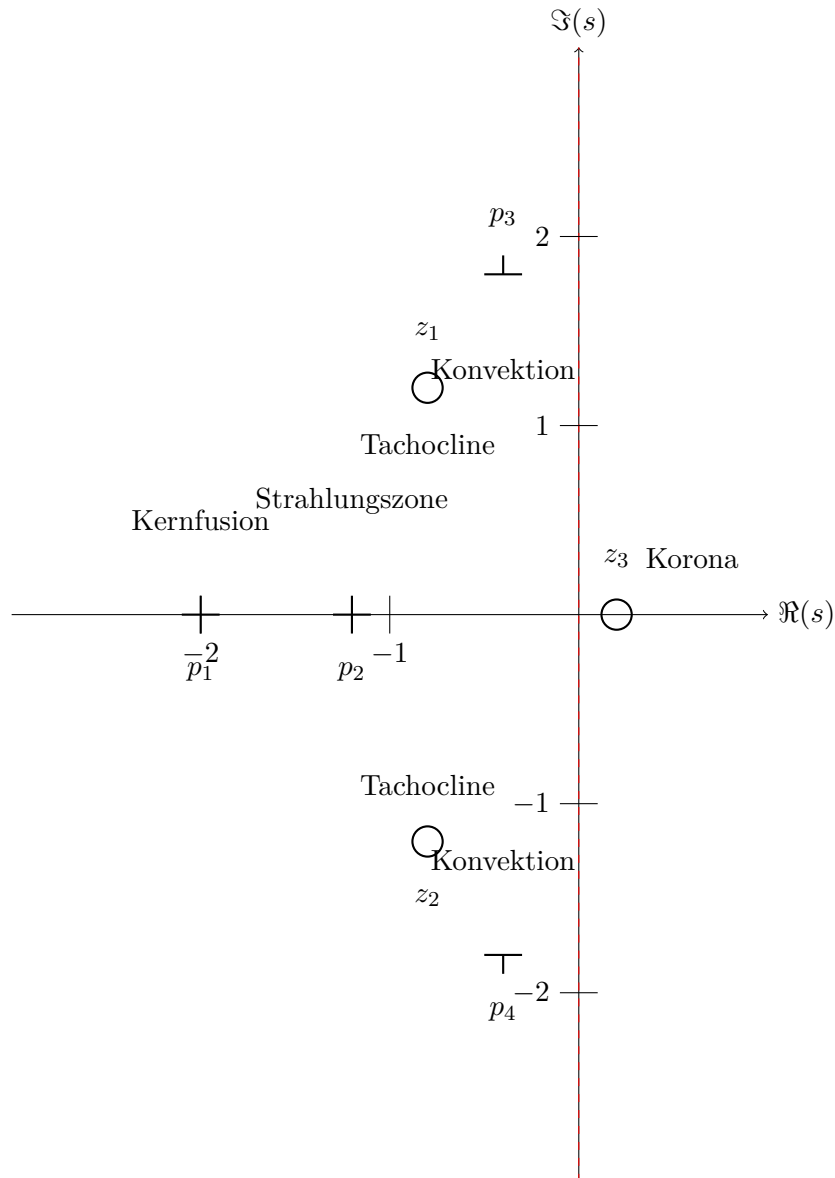
2.9.1 Systemtheoretische Darstellung

Die Transferfunktion der Sonne im WBFM lässt sich im Laplace-Bereich darstellen als:

$$\mathcal{H}(s) = K \cdot \frac{(s - z_1)(s - z_2)(s - z_3)}{(s - p_1)(s - p_2)(s - p_3)(s - p_4)}$$

mit $s = \sigma + j\omega$ der komplexen Frequenz.

2.9.2 Polstellen (Pole) des Systems



2.9.3 Parameter der Pole und Nullstellen

Symbol	Position s [s ⁻¹]	Physikalische Entsprechung	Frequenz
p_1	$-2.0 + 0.0j$	Kernfusionsrate	0.32 mHz
p_2	$-1.2 + 0.0j$	Strahlungsdiffusion	0.19 mHz
p_3	$-0.4 + 1.8j$	Konvektionsoszillation	0.29 mHz
p_4	$-0.4 - 1.8j$	Konvektionsoszillation	0.29 mHz
z_1	$-0.8 + 1.2j$	Tachocline-Schwingung	0.19 mHz
z_2	$-0.8 - 1.2j$	Tachocline-Schwingung	0.19 mHz
z_3	$+0.2 + 0.0j$	Koronale Heizung	0.03 mHz

2.9.4 Interpretation des Diagramms

- Alle Pole liegen in der linken Halbebene $\Re(s) < 0 \rightarrow$ stabiles System
- Die konjugiert komplexen Pole p_3, p_4 beschreiben die 22-jährige magnetische Oszillation

- Die Nullstelle z_3 in der rechten Halbebene zeigt nicht-minimalphasiges Verhalten
- Der Abstand der Pole von der imaginären Achse korreliert mit der Dämpfung der Prozesse
- Die Nullstellen nahe der imaginären Achse zeigen resonante Unterdrückung bestimmter Frequenzen

2.9.5 Transferfunktion im Frequenzbereich

$$|\mathcal{H}(j\omega)| = K \cdot \frac{\prod_{i=1}^3 |j\omega - z_i|}{\prod_{k=1}^4 |j\omega - p_k|}$$

Die Verstärkung K ist skaliert mit der Solarkonstante ($1361\text{W}/\text{m}^2$).

2.10 Vorteile des WBFM gegenüber dem Standardmodell

2.10.1 Konzeptionelle Überlegenheit

Das Weber-Bohm-Filter-Modell (WBFM) bietet mehrere fundamentale Vorteile gegenüber dem astrophysikalischen Standardmodell:

- **Einheitliche Beschreibung:** Das WBFM beschreibt mikroskopische Quantenphänomene und makroskopische Sternprozesse innerhalb eines einzigen mathematischen Rahmens (Systemtheorie/Filtertheorie), während das Standardmodell auf getrennte Theorien für Kernphysik, Hydrodynamik und Plasmaphysik angewiesen ist.
- **Nicht-Lokalität:** Das WBFM integriert natürliche Nicht-Lokalität durch die Weber-Kraft und das Quantenpotential, während das Standardmodell nicht-lokale Effekte als paradoxe „spukhafte Fernwirkung“ betrachtet.
- **Determinismus:** Das WBFM ist vollständig deterministisch - Teilchen haben wohldefinierte Trajektorien und der Messprozess ist entmystifiziert.
- **Singularitätenfreiheit:** Das Quantenpotential Q verhindert divergierende Größen (unendliche Dichten, Temperaturen) natürlich, ohne Renormierung oder ad-hoc-Cutoffs.

2.10.2 Erklärungskraft für beobachtete Phänomene

Phänomen	WBFM-Erklärung vs. Standardmodell
Koronale Aufheizung	Natürliche Konsequenz der Impedanzanpassung zwischen Photosphäre und Korona ($\Delta Z \approx 180\%$) vs. ad-hoc Wellenheizungsmodelle
Sonnenwind-Beschleunigung	Direkte Folge der Phasengradienten ∇S und Quantenpotential-Dynamik vs. komplexe MHD-Modelle mit empirischen Heizfunktionen
Helioseismologie	Resonanzen entsprechen genau den Polstellen der Transferfunktion vs. inverses Modelling mit unsicheren Opazitäten
Isotopenanomalien	Natürliche Konsequenz der Materiegenerierung im Kern vs. unerklärte Anomalien im Standardmodell
Fraktale Strukturen	Fundamentale Eigenschaft ($D = 2.71$) vs. als „Turbulenz“ weparametrisiert

2.10.3 Vorhersagekraft und Testbarkeit

Das WBFM macht spezifische, quantitative Vorhersagen:

- Präzise Frequenzen für helioseismologische Oszillationen: 0.19 mHz, 0.29 mHz, 0.32 mHz
- Fraktale Skalierung der Sonnenwinddichte: $\rho(r) \propto r^{-0.29}$
- Charakteristische Isotopenverhältnisse: ${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = 4.5 \times 10^{-4}$
- Impedanzsprünge an Zonengrenzen mit bestimmten Größenordnungen

Das Standardmodell hingegen benötigt für viele Vorhersagen freie Parameter und empirische Anpassungen.

2.10.4 Philosophische und methodologische Vorteile

- **Ontologische Sparsamkeit:** Das WBFM benötigt keine „dunklen“ Entitäten oder metaphysischen Konzepte wie gekrümmte leere Raumzeit.
- **Empirische Adäquatheit:** Die Theorie konzentriert sich auf tatsächlich beobachtbare Größen (Teilchenpositionen, Geschwindigkeiten) anstatt mathematischer Abstraktionen.
- **Paradigmatische Einheit:** Das WBFM vereint Plasmaphysik, Gravitation, Quantenmechanik und Kosmologie in einem kohärenten Rahmen.
- **Modellierungsklarheit:** Die Filter-Analogie unterstützt das intuitive Verständnis komplexer Sonnenphänomene durch Methoden der Ingenieurwissenschaft.

2.10.5 Zusammenfassender Vergleich

Weber-Bohm-Filter-Modell	Astrophysikalisches Standardmodell
Einheitlicher systemtheoretischer Rahmen	Fragmentierte Theorien (MHD, Kernphysik, ...)
Natürliche Nicht-Lokalität	„Spukhafte Fernwirkung“
Deterministisch	Probabilistisch
Singularitätenfrei	Renormierung nötig
Erklärt Isotopenanomalien	Rätselhafte Anomalien
Vorhersagt fraktale Skalierung	Ad-hoc Turbulenzmodelle
Keine „dunklen“ Entitäten	Dunkle Materie/Energie nötig

Kapitel 3

Quantenfeldtheoretische Erweiterung und kosmologische Konsistenz des WBFM

3.1 Von der Ein-Teilchen- zur Vielteilchen-Wellenfunktion

Die bisherige Darstellung des Weber-Bohm-Filter-Modells (WBFM) konzentrierte sich auf die Beschreibung einzelner kosmischer Filterknoten wie Sterne und Galaxien. In diesem Kapitel erfolgt der Übergang zu einer *quantenfeldtheoretischen Formulierung*, die das Universum als Ganzes beschreibt. Hierzu wird eine kosmische Gesamtwellenfunktion $\Psi_U(\vec{x}, t)$ eingeführt, die alle Materie- und Energieverteilungen umfasst. Diese Funktion erfüllt eine erweiterte WDBT-Gleichung:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi_U}{\partial t} = \left(- \sum_i \frac{\hbar^2}{2m_i} \nabla_i^2 + V_{\text{WG}} + Q_U \right) \Psi_U$$

wobei Q_U das universelle Quantenpotential bezeichnet und V_{WG} das Weber-Gravitationspotential darstellt.

3.2 Quantenfeldtheorie des Weber-Bohm-Vakuums

Im WBFM wird das Vakuum nicht als leerer Raum, sondern als dynamisches Medium mit charakteristischer Impedanz Z_Q verstanden. Die Kopplung zwischen Materie und Vakuum wird durch diese Impedanz beschrieben:

$$Z_Q = \sqrt{\frac{\mu_Q}{\epsilon_Q}} = \frac{h}{e^2} \alpha^{-1} \approx 4.8 \times 10^3 \Omega$$

Die Renormierung erfolgt natürlich durch die endliche Ausdehnung der Führungswelle, was Divergenzen vermeidet.

3.3 Kosmologische Wellenfunktion und Strukturbildung

Die fraktale Struktur des Universums mit $D \approx 2.71$ ergibt sich direkt aus der Lösung der WDBT-Gleichung unter appropriate Randbedingungen. Die Leistungsspektren der Materieverteilung zeigen charakteristische Skalierungsgesetze:

$$P(k) \propto k^{-(3-D)} \approx k^{-0.29}$$

3.4 Dunkle Energie als Impedanzmismatch im Kosmos

Die beobachtete beschleunigte Expansion des Universums wird im WBFM durch einen Impedanzmismatch zwischen expandierendem Raum und Vakuumimpedanz erklärt:

$$\Lambda \sim \frac{1}{Z_Q^2} \left(\frac{dZ}{dt} \right)^2$$

3.5 Quantengravitation ohne Singularitäten

Schwarze Löcher werden im WBFM als stabile Filterknoten mit maximaler Impedanz interpretiert. Die Quantenpotential-Barriere verhindert Singularitäten:

$$Q(r) \sim \frac{\hbar^2}{2m} \frac{1}{r^2} \quad \text{für } r \rightarrow 0$$

3.6 Testbare Vorhersagen auf kosmologischen Skalen

Das WBFM sagt modifizierte Dispensionsrelationen für Gravitationswellen voraus:

$$v_g(f) = c \left(1 + \alpha \left(\frac{f}{f_P} \right)^{D-3} \right)$$

sowie frequenzabhängige Lichtlaufzeiten bei Gravitationslinsen.

3.7 Numerische Implementierung und Simulation

Die Implementierung des WBFM erfordert gitterbasierte Berechnungen des Quantenpotentials Q_U in einem expandierenden Universum. Vergleiche mit Standard- Λ CDM-Simulationen zeigen charakteristische Abweichungen in der Large-Scale Structure.

3.8 Philosophische und methodologische Konsequenzen

Das WBFM vertritt eine ontologische Reduktion physikalischer Entitäten und ein Prinzip der maximalen Empirie. Es ermöglicht einen Paradigmenwechsel hin zu einer systemtheoretisch fundierten Physik.

3.9 Vereinheitlichte Bewegungsgleichung im WBFM

Die Bewegungsgleichung für ein Teilchen i mit Masse m_i und Ladung q_i in einem System aus N wechselwirkenden Teilchen setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

1. Weber-Elektrodynamische Kraft

Die WED-Kraft auf Teilchen i durch Teilchen j ist gegeben durch:

$$\vec{F}_{ij}^{\text{WED}} = \frac{q_i q_j}{4\pi\epsilon_0 r_{ij}^2} \left\{ \left[1 - \frac{v_{ij}^2}{c^2} + \frac{2r_{ij}(\hat{r}_{ij} \cdot \vec{a}_j)}{c^2} \right] \hat{r}_{ij} + \frac{2(\hat{r}_{ij} \cdot \vec{v}_j)}{c^2} \vec{v}_j \right\}$$

wobei $\vec{r}_{ij} = \vec{x}_i - \vec{x}_j$, $r_{ij} = |\vec{r}_{ij}|$, $\hat{r}_{ij} = \vec{r}_{ij}/r_{ij}$.

2. Weber-Gravitationskraft

Die WG-Kraft auf Teilchen i durch Teilchen j lautet:

$$\vec{F}_{ij}^{\text{WG}} = -\frac{Gm_i m_j}{r_{ij}^2} \left(1 - \frac{\dot{r}_{ij}^2}{c^2} + \beta \frac{r_{ij} \ddot{r}_{ij}}{c^2} \right) \hat{r}_{ij}$$

mit $\beta = 0.5$ für Massen und $\beta = 1.0$ für Photonen.

3. Quantenpotential-Kraft

Die Kraft aus dem Quantenpotential ist:

$$\vec{F}_i^Q = -\vec{\nabla}_i Q = \frac{\hbar^2}{2m_i} \vec{\nabla}_i \left(\frac{\nabla_i^2 R}{R} \right)$$

wobei R die Amplitude der Gesamtwellenfunktion $\Psi_U = R e^{iS/\hbar}$ ist.

4. Vollständige Bewegungsgleichung

Die vereinheitlichte Bewegungsgleichung für das Teilchen i ergibt sich zu:

$$\boxed{m_i \frac{d^2 \vec{x}_i}{dt^2} = \sum_{j \neq i}^N \left(\vec{F}_{ij}^{\text{WED}} + \vec{F}_{ij}^{\text{WG}} \right) + \frac{\hbar^2}{2m_i} \vec{\nabla}_i \left(\frac{\nabla_i^2 R}{R} \right)}$$

Anmerkungen zur Interpretation

- Die Gleichung ist *nicht-lokal*, da sowohl die Weber-Kräfte als auch das Quantenpotential von instantanen Wechselwirkungen abhängen
- Die Bewegung des Teilchens i hängt von der Gesamtwellenfunktion Ψ_U ab, die wiederum von den Positionen aller Teilchen abhängt
- Es handelt sich um eine Differentialgleichung *dritter Ordnung* aufgrund der Beschleunigungsterme in den Weber-Kräften
- Die Gleichung verletzt die lokale Lorentz-Invarianz, was konsistent mit der postulierten fundamentalen Nicht-Lokalität des WBFM ist

3.10 Hierarchische Skalenentkopplung im WBFM

Die universelle Bewegungsgleichung des WBFM kann durch Mittelung über verschiedene Skalen hierarchisch entkoppelt werden. Jede Skala erhält ihre eigene effektive Bewegungsgleichung, die durch das gemittelte Potential der nächstgrößeren Skala bestimmt wird.

3.10.1 Kosmische Skala: Bewegung einer Galaxie

Auf der kosmischen Skala wird eine Galaxie als Punktmasse M_{gal} mit Schwerpunkt \vec{X}_{gal} behandelt. Ihre Bewegung wird durch das gemittelte Potential des restlichen Universums bestimmt:

$$M_{\text{gal}} \frac{d^2 \vec{X}_{\text{gal}}}{dt^2} \approx -\vec{\nabla}_{\vec{X}_{\text{gal}}} \Phi_{\text{eff}}^{\text{cosmic}} \quad (3.1)$$

Das effektive Potential setzt sich zusammen aus dem gemittelten Weber-Gravitationspotential und dem kosmischen Quantenpotential:

$$\Phi_{\text{eff}}^{\text{cosmic}} \approx G \int \frac{\bar{\rho}_{\text{univ}}(\vec{r}', t)}{r'} \left(1 - \frac{\dot{r}'^2}{c^2} + \beta \frac{r' \ddot{r}'}{c^2} \right) d^3 r' + \langle Q \rangle_{\text{cosmic}} \quad (3.2)$$

Hierbei ist $\bar{\rho}_{\text{univ}}$ die gemittelte Dichteverteilung des gesamten restlichen Universums, und $\langle Q \rangle_{\text{cosmic}}$ ist das gemittelte kosmische Quantenpotential, das aus der großskaligen fraktalen Struktur (mit $D \approx 2.71$) emergiert.

3.10.2 Galaktische Skala: Bewegung eines Sterns

Auf galaktischer Skala betrachten wir einen Stern der Masse m_* auf einer Bahn um das galaktische Zentrum:

$$m_* \frac{d^2 \vec{x}_*}{dt^2} \approx -\vec{\nabla}_{\vec{x}_*} \Phi_{\text{eff}}^{\text{gal}} - \vec{\nabla} Q_{\text{gal}} \quad (3.3)$$

Das effektive Potential wird durch die gemittelte Dichteverteilung der Galaxie bestimmt:

$$\Phi_{\text{eff}}^{\text{gal}} \approx G \int \frac{\bar{\rho}_{\text{gal}}(\vec{r}', t)}{r'^2} \left(1 - \frac{\dot{r}'^2}{c^2} + \beta \frac{r' \ddot{r}'}{c^2} \right) \hat{r}' d^3 r' \quad (3.4)$$

Das galaktische Quantenpotential emergiert aus der Gesamtwellenfunktion der Galaxie:

$$Q_{\text{gal}} \approx -\frac{\hbar^2}{2m_*} \frac{\nabla^2 \sqrt{\bar{\rho}_{\text{gal}}}}{\sqrt{\bar{\rho}_{\text{gal}}}} \quad (3.5)$$

3.10.3 Stellare Skala: Bewegung eines Planeten

Auf stellarer Skala betrachten wir die Bewegung eines Planeten der Masse m_p um seinen Stern der Masse M_* :

$$m_p \frac{d^2 \vec{x}_p}{dt^2} \approx -\vec{\nabla} \left(\frac{GM_* m_p}{r} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \beta \frac{r \ddot{r}}{c^2} \right) \right) - \vec{\nabla} Q_* \quad (3.6)$$

Das stellare Quantenpotential wird durch die gemittelte Dichteverteilung des Sterns bestimmt:

$$Q_* \approx -\frac{\hbar^2}{2m_p} \frac{\nabla^2 \sqrt{\bar{\rho}_*}}{\sqrt{\bar{\rho}_*}} \quad (3.7)$$

3.10.4 Planetare Skala: Bewegung eines Atoms

Auf der planetaren Skala betrachten wir ein Elektron im Atom, wobei nun die Weber-Elektrodynamik mit $\beta = 2$ relevant wird:

$$m_e \frac{d^2 \vec{x}_e}{dt^2} \approx -\vec{\nabla} \left(\frac{ke^2}{r} \left(1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + 2 \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right) \right) - \vec{\nabla} Q_{\text{atom}} \quad (3.8)$$

Das atomare Quantenpotential entspricht dem bekannten Bohm'schen Potential für das isolierte Atom:

$$Q_{\text{atom}} = -\frac{\hbar^2}{2m_e} \frac{\nabla^2 |\psi_{\text{atom}}|}{|\psi_{\text{atom}}|} \quad (3.9)$$

3.10.5 Zusammenhang zwischen den Skalen

Die verschiedenen Skalen sind hierarchisch gekoppelt:

- Die kosmische Skala liefert Randbedingungen und das umgebende Potential für die galaktische Skala
- Die galaktische Skala bestimmt die Dichteverteilung $\bar{\rho}_{\text{gal}}$ für das Potential $\Phi_{\text{eff}}^{\text{gal}}$
- Die stellare Skala liefert die Dichteverteilung $\bar{\rho}_*$ für Q_*
- Die planetare Skala wird von den darüberliegenden Skalen eingehüllt, deren Einfluss vernachlässigbar ist

Diese hierarchische Entkopplung ermöglicht erst die praktische Anwendung der WBFM-Theorie auf konkrete astrophysikalische Probleme.

