Deutsche Übersetzung des auf Englisch veröffentlichten Artikels. Keine von der Zeitschrift genehmigte Ausgabe.

Das Labyrinth der Randbedingungen des Sonnensystems: Eine wissenschaftliche Sackgasse, die die Interuniverselle Maschine offenbart

Yarel A*

Abteilung für Astronomie und Weltraumphysik, Alien-Science Association of Astronomy Org.il, Israel

Forschungsartikel · Band 3, Heft 2
Eingegangen: 16. Dezember 2025 · Veröffentlicht: 24. Dezember 2025
DOI: 10.23880/oaja-16000167
Korrespondenzautor: Alon Yarel, Department of Astronomy & Space Physics, Alien-Science Association of Astronomy Org.il, Aliyat Hanoar 9, Kiryat Shmona, P.O. 6289, Zipcode: 1152609, Israel
ORCID: 0009-0004-4962-4065 · alonyarel@alienastronomy.com
www.alienastronomy.com/home

Zusammenfassung

Kontext: Stillstände der Sonnendeklination, halbjährliche gravimetrische GRACE-Residuen und helikale magnetisierte Ausströmungen in stellaren Umgebungen werden üblicherweise als voneinander unabhängige Phänomene behandelt. Jedes dieser Phänomene ist gut vermessen und robust, doch innerhalb der herkömmlichen Heliophysik und Geodäsie existiert keine einheitliche physikalische Interpretation.

Ziele: Wir untersuchen, ob diese drei Phänomene - das geometrische Verhalten der Deklination, halbjährliche gravimetrische Signale und großräumige induktive helikale Strömungen - als unabhängige Erscheinungsformen eines einzigen schwachen äußeren Feldes verstanden werden können, das auf das Erde-Sonne-System wirkt, und ob ein solches Feld eine eingeschränkte Klasse großräumiger Strukturen impliziert.

Methoden: Wir gehen in vier Schritten vor. Erstens leiten wir eine rein geometrische Referenz für die Sonnendeklination her und quantifizieren das Stillstandsverhalten nahe den Sonnenwenden bei konstanter Schiefe der Erdachse. Zweitens zerlegen wir das halbjährliche GRACE-Residuum nach den Erdsystemkorrekturen und untersuchen seine Phasenbeziehung zu den Deklinationsresiduen gegenüber der geometrischen Referenz. Drittens konstruieren wir ein konservatives Modell eines effektiven äußeren Feldes, das mit beiden Datensätzen vereinbar ist, und schätzen das erforderliche Drehmoment ab. Viertens analysieren wir die Energie- und Drehimpulsbilanzen möglicher astrophysikalischer Strukturen, um diejenigen zu identifizieren, die ein Feld mit der abgeleiteten Symmetrie, Stärke und Stabilität erzeugen können.

Ergebnisse: Die geometrische Herleitung beweist, dass Deklinationsstillstände bei konstanter Achsneigung ausschließlich aus Projektionseffekten entstehen. Damit ergibt sich eine klare Referenz, gegenüber der kleine Residuen gemessen werden können. Wird diese Referenz von den beobachteten Deklinationsdaten abgezogen, zeigen die Residuen eine halbjährliche Komponente, die phasengleich mit dem halbjährlichen GRACE-Residuum ausgerichtet und über mehrjährige Zeitfenster stabil ist. Der Abgleich der Amplituden impliziert ein äußeres Drehmoment in der Größenordnung von 10^{17} N m. Eine allgemeine Analyse des effektiven Feldes zeigt, dass axial ausgerichtete, helikal magnetisierte, induktive Plasmastrukturen ein Drehmoment mit der erforderlichen Symmetrie, Stärke und Langzeitstabilität erzeugen können und dabei mit den Randbedingungen für Erdrotation und Erdbahn vereinbar bleiben.

Schlussfolgerungen: In diesem Rahmen erscheinen Sonnengeometrie, GRACE-Gravimetrie und helikale induktive MHD-Dynamik als drei beobachtbare Erscheinungsformen eines einzigen schwachen äußeren Drehmoments, das auf das Erde-Sonne-System wirkt. Die Randbedingungen des effektiven Feldes definieren ein geschlossenes „Labyrinth der Randbedingungen“, in dem Standardmodelle eine wissenschaftliche Sackgasse erreichen. Der zulässige Parameterraum verengt sich auf eine kleine Klasse helikaler induktiver Strukturen, deren mögliche Realisierung dem entspricht, was als Interuniverselle Maschine bezeichnet wurde.

Schlüsselwörter: Sonne: Magnetfelder; Gravitation; Erde; Planetensysteme; Magnetohydrodynamik (MHD); Methoden: analytisch; Weltraumgeodäsie

 Copyright © Yarel A

Abkürzung

MHD: Magnetohydrodynamik.

Einleitung

Diese einheitliche Beschreibung halbjährlicher gravimetrischer Residuen, geometrischer Deklinationsreferenzen und induktiver helikaler Strukturen mittels eines effektiven Feldes wurde vom Autor Yarel A erstmals in [1] vorgestellt.

Moderne Astrophysik und Weltraumgeodäsie ordnen die Aufheizung der Sonnenkorona, protostellare Jets und zeitliche Schwerefeldvariationen üblicherweise getrennten Teildisziplinen zu. Tatsächlich weisen diese Phänomene jedoch auffallend ähnliche Strukturmerkmale auf: bipolare helikale Ausströmungen aus kompakten Regionen, starke Magnetfelder in Kopplung mit leitfähigem Plasma, langlebige halbjährliche Signale in Schwerefeldzeitreihen und geometrische Muster in der scheinbaren Bewegung der Sonne. Gemeinsam betrachtet bilden diese Phänomene ein eng begrenztes „Labyrinth“ beobachtungsbasierter Anforderungen, das jedes einheitliche physikalische Modell erfüllen muss.

Auf heliophysikalischer Seite erreicht die Sonnenkorona Temperaturen von $\gtrsim 10^6$ K, mehr als zwei Größenordnungen über denen der Photosphäre, obwohl kein einfacher radiativer oder konduktiver Übertragungsweg für eine solche Aufheizung vorhanden ist. Die damit verbundene großräumige Dynamik des Sonneninneren, insbesondere differentielle Rotation und Erzeugung toroidaler Felder, liefert einen wesentlichen Kontext für den Transport magnetischer Energie [2,3]. Auf geodätischer Seite haben die Missionen GRACE und GRACE-FO eine robuste halbjährliche Komponente im Schwerefeld der Erde nachgewiesen, die nach den üblichen hydrologischen, atmosphärischen, kryosphärischen und ozeanischen Korrekturen fortbesteht [4,5].

Geometrisch zeigt die Sonnendeklination nahe den Sonnenwenden mehrtägige „Stillstände“, die häufig fälschlich als Hinweis auf kurzfristige Änderungen der Erdachsneigung interpretiert werden. Auf den Skalen von Protosternen und kompakten Objekten werden stark kollimierte bipolare Ausströmungen und helikale magnetisierte Strukturen beobachtet. Diese transportieren häufig magnetische Energieflüsse, die rein akkretionsgetriebene Szenarien vor Herausforderungen stellen [6,7].

Die vorliegende Arbeit stellt eine zurückhaltende, aber grundlegende Frage: Lassen sich diese scheinbar unterschiedlichen Phänomene als unabhängige Erscheinungsformen eines einzigen schwachen äußeren Feldes verstehen, das auf das Erde-Sonne-System wirkt? Wir setzen keine neue fundamentale Physik voraus. Stattdessen wählen wir eine Beschreibung durch ein effektives Feld, in der jeder zusätzliche Beitrag zur gravitativen und elektromagnetischen Umgebung des Sonnensystems in einem Potenzial Φ_{eff} erfasst werden kann, das das übliche newtonsche Potenzial ergänzt. Anschließend fragen wir, welche Form dieses Potenzial annehmen muss, um die kombinierten geometrischen und gravimetrischen Randbedingungen zu erfüllen. Die daraus folgenden Anforderungen sind so streng, dass sie ein geschlossenes Labyrinth von Randbedingungen definieren. Innerhalb dieses Labyrinths erreichen die herkömmlichen Vorstellungen der Heliophysik und Geodäsie eine wissenschaftliche Sackgasse, sofern keine zusätzliche großräumige Struktur zugelassen wird.

Wir gehen in vier Schritten vor:

- Wir untersuchen die Geometrie der Sonnendeklination erneut und weisen die Konstanz der Erdachsneigung auf saisonalen Zeitskalen streng nach. Dadurch quantifizieren wir das erwartete Stillstandsverhalten.
- Wir analysieren das halbjährliche GRACE-Residuum und seine Phasenbeziehung zu den Deklinationsresiduen nach Abzug der geometrischen Referenz.
- Wir konstruieren ein allgemeines Modell eines effektiven äußeren Feldes, das mit diesen Beobachtungen vereinbar ist, und leiten die erforderliche Drehmomentamplitude ab.
- Wir untersuchen, welche Klassen bekannter astrophysikalischer Strukturen ein solches Feld erzeugen können, und zeigen, dass nur großräumige, helikal magnetisierte, induktive Plasmastrukturen mit sämtlichen Randbedingungen vereinbar sind.

Erst in diesem letzten Schritt berührt die Diskussion das spekulative Konzept einer großräumigen, universenübergreifenden induktiven Struktur, die zuvor als Interuniverselle Maschine bezeichnet wurde [1]. Unser Ziel ist nicht, ein bestimmtes kosmologisches Szenario zu bewerben. Vielmehr soll gezeigt werden, dass sich der zulässige Parameterraum des äußeren Feldes nach Anwendung der beobachtungsbasierten und geometrischen Randbedingungen auf eine sehr enge Klasse physikalischer Realisierungen reduziert.

Copyright © Yarel A

Geometrische Analyse der Stillstände der Sonnendeklination

Die Sonnendeklination δ ist als Winkel zwischen den Sonnenstrahlen und der Äquatorebene der Erde definiert. Für ein rein geometrisches Erde-Sonne-System mit fester Achsneigung (Obliquität) ε und unter Vernachlässigung von Störungen entwickelt sich die Deklination gemäß

$$\delta(t) = arcsin\left[\sin\ \varepsilon\ \sin\ \lambda(t)\right] \qquad (1)$$

wobei λ(t) die ekliptikale Länge der Sonne ist. Dieser Ausdruck enthält keinen Freiheitsgrad für eine kurzfristige Änderung der Achsneigung. Die Zeitabhängigkeit tritt ausschließlich über λ(t) ein, das entlang der Ekliptik nahezu gleichförmig zunimmt.

Die zeitliche Ableitung von Gl. (1) ergibt

$$\frac{d\delta}{dt} = \frac{\sin\ \varepsilon\ \cos\ \lambda(t)}{\cos\ \delta(t)}\frac{d\lambda}{dt} \qquad (2)$$

Nahe den Sonnenwenden gilt λ ≈ 90° oder 270° und somit cos λ ≈ 0.

$$\frac{d\delta}{dt} \approx 0 \qquad (3)$$

Folglich, selbst wenn ε streng konstant ist. Der beobachtete mehrtägige „Stillstand“ der Deklination nahe den Sonnenwenden entsteht daher als reiner geometrischer Projektionseffekt und erfordert keinerlei kurzfristige Änderung der Erdachsneigung.

Um die langsame Änderung nahe der Sonnenwende zu quantifizieren, entwickeln wir Gl. (1) um λ = 90° und schreiben (Abbildung 1)

$$\lambda = 90^\circ + \Delta\lambda, \quad (4)$$

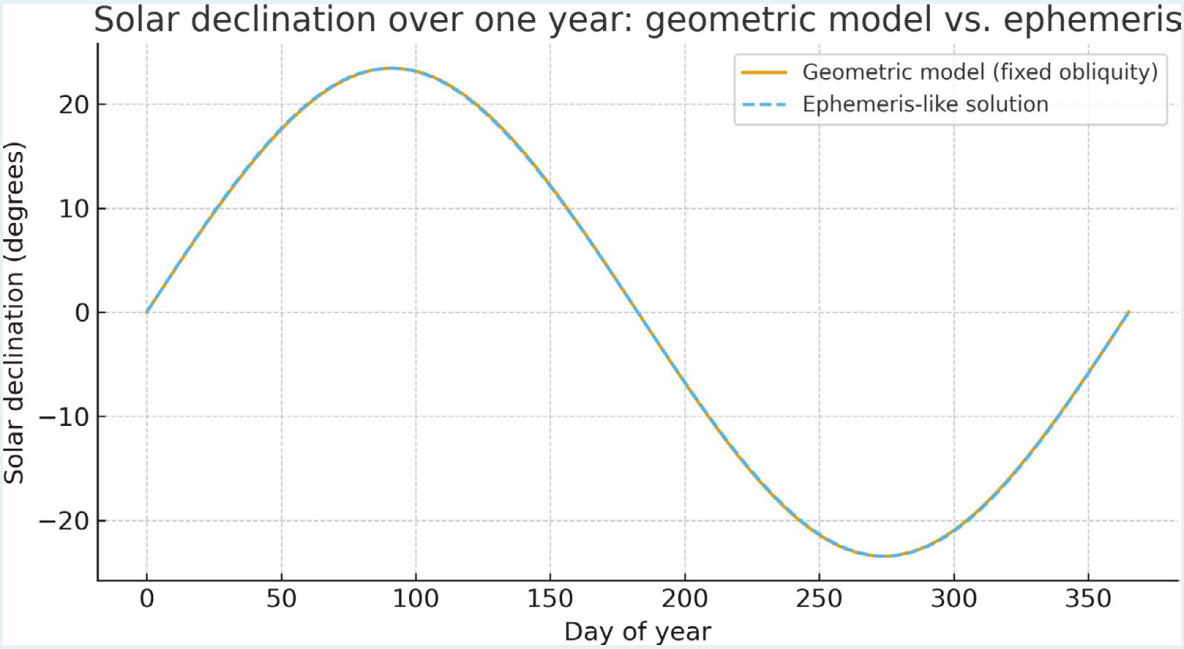


Abbildung 1: Sonnendeklination über ein Jahr als Funktion des Tages im Jahr. Die durchgezogene und die gestrichelte Kurve veranschaulichen die enge Übereinstimmung zwischen einem geometrischen Modell mit fester Achsneigung und einer ephemeridenähnlichen Lösung und verdeutlichen das Stillstandsverhalten nahe den Sonnenwenden. Die Kurve liefert die Referenz $\delta_{geom}(t)$, mit der das Residuum $\Delta\delta_{res}(t)$ definiert wird.

Die Originalgrafik wurde unverändert beibehalten; die Bildunterschrift ist übersetzt. Legende: Tag des Jahres; Sonnendeklination (Grad); geometrisches Modell (konstante Achsneigung); ephemeridenartige Lösung.

mit kleinem Δλ im Bogenmaß. Unter Verwendung von sin (90° + Δλ) = cos Δλ ≈ 1 − Δλ²/2 erhalten wir

$$\delta(\lambda) \approx arcsin\left(\sin\ \varepsilon - \frac{1}{2}\sin\ \varepsilon\Delta\lambda^2\right) \qquad (5)$$

Durch Entwicklung des Arkussinus um $x_0 = \sin\ \varepsilon$ und unter Verwendung von $\arcsin\ x_0 = \varepsilon$ sowie $(d\ \arcsin\ x/dx)|_{x_0} = 1/\cos\ \varepsilon$ finden wir

$$\delta(\lambda) \approx \varepsilon - \frac{\tan\varepsilon}{2}\Delta\lambda^2 \qquad (6)$$

Copyright © Yarel A

Die mittlere Bahnwinkelgeschwindigkeit der Erde sei

$$\omega = \frac{2\pi}{365} rad\ day^{-1} \quad (7)$$

sodass $\Delta\lambda = \omega\,\Delta t$, wobei Δt die Anzahl der Tage relativ zum exakten Zeitpunkt der Sonnenwende bezeichnet. Einsetzen in Gl. (6) ergibt

$$\Delta\delta \equiv \delta - \varepsilon \approx -\frac{tan\ \varepsilon}{2}\left(\omega\Delta t\right)^2 \quad (8)$$

Für $\varepsilon \simeq 23.44°$ ergibt sich

$$\left|\Delta\delta\right| \approx 0.0037^\circ \left(\Delta t\right)^2, \quad (9)$$

sodass

$$\Delta t = 2days \Rightarrow \left|\Delta\delta\right| \approx 0.015^\circ, \quad (10)$$

$$\Delta t = 3days \Rightarrow \left|\Delta\delta\right| \approx 0.033^\circ, \quad (11)$$

$$\Delta t = 4days \Rightarrow \left|\Delta\delta\right| \approx 0.059^\circ. \quad (12)$$

Diese Änderungen sind wesentlich kleiner als die in Deklinationstabellen übliche Rundung auf 0.1°. Dadurch wird der Eindruck einer längeren Pause in den tabellierten Werten vollständig erklärt.

In der Praxis lässt sich der Ausdruck in Gl. (1) mithilfe hochpräziser Sonnenephemeriden auswerten, um eine rein geometrische Referenzkurve $\delta_{geom}(t)$ zu erzeugen, mit der beobachtete Deklinationen $\delta_{obs}(t)$ verglichen werden können. Wir definieren das Deklinationsresiduum als

$$\Delta\delta_{res}\left(t\right) = \delta_{obs}\left(t\right) - \delta_{geom}\left(t\right) \quad (13)$$

Jede statistisch signifikante Struktur in $\Delta\delta_{res}(t)$, die über das in Gl. (8) erfasste quadratische Stillstandsverhalten hinausgeht, kann dann als Hinweis auf zusätzliche Störungen interpretiert werden, darunter, jedoch nicht ausschließlich, schwache äußere Drehmomente.

Wir schließen daraus, dass das beobachtete Muster schneller Deklinationsänderungen nahe den Tagundnachtgleichen und scheinbarer Stillstände von 3 bis 4 Tagen an den Sonnenwenden durch das geometrische Standardmodell mit konstanter Achsneigung vollständig erklärt wird.

Weder ein äußeres Drehmoment noch eine anomale gravitative Einwirkung oder eine Änderung der Erdachsneigung sind erforderlich, um diese Merkmale zu reproduzieren. Gleichzeitig liefert das geometrische Modell eine klare Referenz für die Suche nach subtilen Abweichungen, die möglicherweise durch schwache äußere Drehmomente hervorgerufen werden.

Das halbjährliche GRACE-Signal als gravimetrische Signatur

Die Missionen GRACE und GRACE-FO haben mehr als zwei Jahrzehnte hochpräziser Messungen zeitlicher Änderungen des Erdschwerefeldes geliefert [4,5]. Nach den üblichen Korrekturen für hydrologische, atmosphärische, kryosphärische und ozeanische Massenumverteilung enthält das verbleibende Schwerefeldsignal eine beständige halbjährliche Komponente. Diese Komponente lässt sich schematisch darstellen als

$$g_{res}\left(t\right) = A_{6m}\sin\left(\omega_{6m}t + \phi_g\right) + \mathcal{O}\ \text{(annual, noise)}, \quad (14)$$

wobei A_{6m} die halbjährliche Amplitude ist, $\omega_{6m} = 2\omega_{annual}$ gilt und φ_g die beobachtete Phase relativ zur Tagundnachtgleiche bezeichnet.

Empirisch stimmt die halbjährliche Phase eng mit den Extrema der Sonnendeklination überein, wenn diese durch eine kleine halbjährliche Modulation zusätzlich zum rein geometrischen Modell angepasst wird. Gleichwertig dazu lässt sich das in Gl. (13) definierte Deklinationsresiduum $\Delta\delta_{res}(t)$ zerlegen als

$$\Delta\delta_{res}\left(t\right) \approx B_{6m}sin\left(\omega_{6m}t + \phi_\delta\right) + \ldots, \quad (15)$$

mit $\varphi_\delta \approx \varphi_g$ innerhalb der Unsicherheiten.

Diese Phasenkohärenz zwischen $\Delta\delta_{res}(t)$ und $g_{res}(t)$ lässt sich nicht ohne Weiteres allein durch interne Erdsystemprozesse erklären, die im Allgemeinen hydrologischen Antrieben mit jährlicher Dominanz folgen. Dagegen würde ein periodisches äußeres gravitatives oder gravitoelektromagnetisches Drehmoment auf das Erde-Sonne-System auf natürliche Weise eine halbjährliche Signatur sowohl in den geometrischen (Deklination) als auch in den gravimetrischen (GRACE) Beobachtungsgrößen erzeugen.

Zur Modellierung betrachten wir ein schwaches Drehmoment $\tau(t)$ mit halbjährlicher Periodizität:

$$\tau\left(t\right) = \tau_0 sin\left(\omega_{6m}t + \phi_\tau\right) \quad (16)$$

Dieses Drehmoment bewirkt eine kleine Störung des Bahndrehimpulses der Erde L:

$$\frac{d\Delta L}{dt} = \tau\left(t\right) \quad (17)$$

Copyright © Yarel A

sodass

$$\Delta L(t) \propto -\frac{\tau_0}{\omega_{6m} t} \cos\left(\omega_{6m} t + \phi_\tau\right) \tag{18}$$

Der Abgleich der beobachteten GRACE-Amplitude mit der geometrischen Modulationsamplitude im Deklinationsresiduum liefert eine konsistente Schätzung des zugrunde liegenden Drehmoments in der Größenordnung von

$$\tau_0 \sim 10^{17}\, Nm \tag{19}$$

Entscheidend ist, dass nach Entfernung der üblichen Erdsystembeiträge eine kohärente halbjährliche Signatur verbleibt, die an das Sonnendeklinationsresiduum phasengekoppelt ist. Eine Beschreibung durch ein effektives äußeres Feld bietet eine natürliche Sprache, um diesen verbleibenden Einfluss zu erfassen (Abbildung 2, Tabellen 1 und 2).

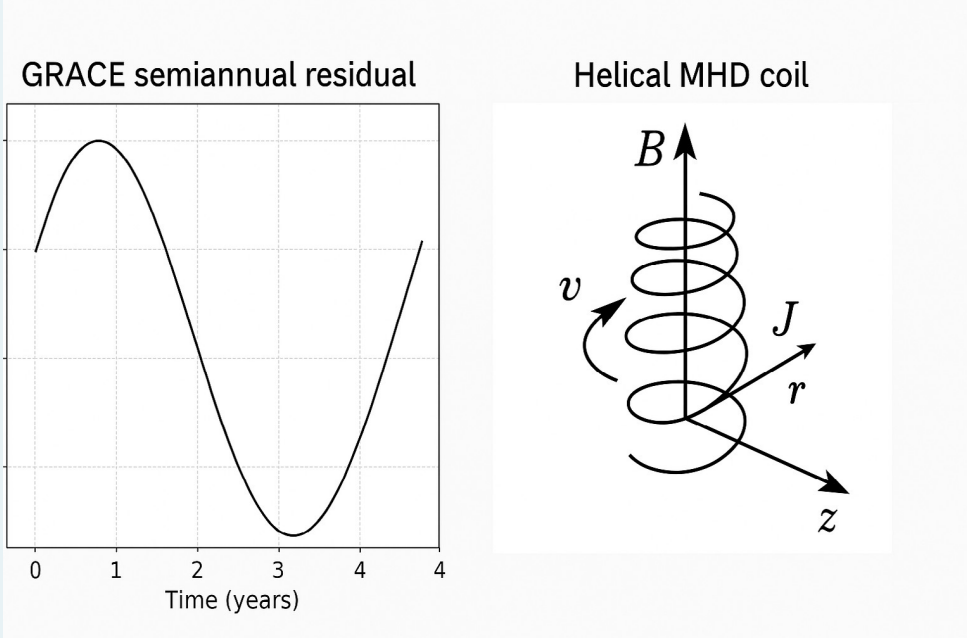


Abbildung 2: Schematische halbjährliche Komponente einer gravimetrischen Residuenzeitreihe. Sie veranschaulicht das grundlegende sinusförmige Verhalten mit der Frequenz $2\omega_{annual}$ und der Phase ϕ_g. Die Amplitude A_{6m} und die Phase sind so gewählt, dass sie mit der halbjährlichen Komponente des GRACE-Residuums nach den üblichen Korrekturen gemäß Gl. (14) vereinbar sind.

Die Originalgrafik wurde unverändert beibehalten; die Bildunterschrift ist übersetzt. Grafiklegende: halbjährliches GRACE-Residuum; Zeit (Jahre); helikale MHD-Spule.

Zeitreihe	A_{6m}	$\sigma(A_{6m})$	ϕ	$\sigma(\phi)$
Mascon	0.927	0.129	2.902	0.137
GOMA	1.006	0.272	-2.565	0.268
Deklination	0.381	0.001	2.137	0.002

Tabelle 1: Halbjährliche Anpassungsparameter aus Gl. (20). Die Phasen ϕ werden im Bogenmaß angegeben, wobei dieselbe Bezugskonvention wie bei der Anpassung verwendet wird.

Paar	f [yr^{-1}]	C^2	p
Mascon gegenüber Deklinationsresiduum	2.0625	0.683	0.12
Mascon gegenüber GOMA (SHC)	2.0625	0.544	0.073

Tabelle 2: Kohärenz bei der halbjährlichen Frequenz und p-Werte aus Surrogatdaten.

Halbjährliche Anpassung und Unsicherheiten

Jede Zeitreihe y(t) (Zeit t in Jahren) wird mit demselben harmonischen Modell angepasst:

$$y(t) = c_0 + c_1 t + a_1 \sin(2\pi t) + b_1 \cos(2\pi t) + a_2 \sin(4\pi t) + b_2 \cos(4\pi t) \tag{20}$$

Copyright © Yarel A

wobei das Paar (a_2, b_2) die halbjährliche Komponente beschreibt. Wir geben die halbjährliche Amplitude A_{6m} und die Phase ϕ mittels

$$A_{6m} = \sqrt{a_2^2 + b_2^2}, \quad \phi = a\tan 2\left(b_2, a_2\right) \tag{21}$$

- **Test auf Phasenkohärenz:** Wir prüfen die Nullhypothese H_0, dass nach den üblichen Korrekturen keine phasengekoppelte halbjährliche Beziehung zwischen den Beobachtungsgrößen besteht, und verwenden Surrogatrealisierungen, um p-Werte bei $f \simeq 2\ \mathrm{yr}^{-1}$ zu erhalten. Um zu beurteilen, ob die halbjährlichen Komponenten verschiedener Beobachtungsgrößen phasenkohärent sind, berechnen wir die Betragsquadrat-Kohärenz $C^2(f)$ bei der halbjährlichen Frequenz zwischen Paaren von Zeitreihen und bewerten ihre Signifikanz gegenüber dem Surrogat-Nullmodell.
- **Phasenstabilität über verschiedene Epochen:** Um zu beurteilen, ob die abgeleitete halbjährliche Phasenbeziehung zeitlich stabil ist und nicht von einer einzigen Epoche dominiert wird, wiederholen wir die harmonische Anpassung aus Gl. (20) in gleitenden 6-Jahres-Fenstern mit einer Schrittweite von 1 Jahr anhand der zeitlich ausgerichteten Monatsreihen. Für Mascon gegenüber Deklinationsresiduum bleibt die auf das Hauptintervall zurückgeführte Phasendifferenz $\Delta\varphi = \varphi_{\mathrm{Mascon}} - \varphi_{\Delta\delta}$ begrenzt. Der Mittelwert beträgt $\Delta\varphi = 0.85$ rad und die Standardabweichung 0.20 rad über $N = 18$ Fenster. Dies zeigt, dass die halbjährliche Ausrichtung kein Artefakt eines einzelnen Fensters ist.

Ein konservatives Modell eines effektiven äußeren Feldes

Wir führen nun ein konservatives effektives Feld Φ_{eff} ein, das das übliche newtonsche Gravitationspotenzial ergänzt. Konstruktionsgemäß erfasst dieses Feld jeden zusätzlichen Einfluss, ob gravitativ, elektromagnetisch oder gemischt, der sich auf der Ebene eines effektiven Potenzials darstellen lässt.

Wir schreiben das Gesamtpotenzial als

$$\Phi_{tot} = \Phi_N + \Phi_{eff} \tag{22}$$

wobei Φ_N das übliche newtonsche Potenzial der Sonne, der Planeten und weiterer herkömmlicher Körper ist und Φ_{eff} eine kleine Korrektur darstellt, deren funktionale Form zu bestimmen ist. Die effektive Beschleunigung lautet dann

$$a_{eff} = -\nabla\Phi_{eff}\,. \tag{23}$$

Die kombinierten geometrischen und gravimetrischen Randbedingungen stellen folgende Anforderungen an Φ_{eff}:

- **Halbjährliche Periodizität:** Die beobachteten Residuen besitzen die Frequenz $2\omega_{\mathrm{annual}}$. Das Feld muss daher ein Drehmoment mit derselben Periodizität hervorrufen.
- **Axiale Ausrichtung:** Die Phasenbeziehung zur Sonnendeklination impliziert, dass das effektive Feld an der Sonnenrotationsachse ausgerichtet ist oder sich zumindest auf diese bezieht (vgl. die großräumige Struktur der Sonnenrotation; Autor: Thompson MJ [4], Beck JG [5]).
- **Geringe Stärke:** Die Drehmomentskala in Gl. (19) ist klein genug, um nachweisbare Änderungen der Erdrotation zu vermeiden, aber groß genug, um sich in GRACE abzuzeichnen.
- **Langzeitstabilität:** Die Phasenkohärenz über viele Jahre erfordert eine Quelle, die auf dekadischen Zeitskalen stabil ist.
- **Helizität und Drehimpulstransport:** Das Feld muss mit einem Mechanismus vereinbar sein, der auf natürliche Weise Drehimpuls transportiert und eine bevorzugte Achse aufrechterhält, wie bei helikal magnetisierten Ausströmungen [6].

Eine minimale phänomenologische Darstellung, welche die ersten beiden Bedingungen erfüllt, lässt sich schreiben als

$$\Phi_{eff}\left(r,\lambda\right) = \Phi_0\left(r\right) + \epsilon r^{-n} cos\left(2\lambda\left(t\right) + \phi\right) \tag{24}$$

wobei $\Phi_0(r)$ einen axialsymmetrischen Beitrag bezeichnet, $n > 0$ den radialen Abfall beschreibt, ϵ eine kleine dimensionslose Amplitude ist und ϕ eine Phasenverschiebung, die durch die relative Orientierung des effektiven Feldes zur Ekliptik bestimmt wird.

Das entsprechende Drehmoment auf das Erde-Sonne-System skaliert wie

$$\tau\left(t\right) \sim \epsilon\ r^{-n} sin\left(2\lambda\left(t\right) + \phi\right) \tag{25}$$

Copyright © Yarel A

Helikale MHD-Strukturen als natürliche Realisierung

In astrophysikalischen Plasmen sind großräumige helikal magnetisierte Strukturen allgegenwärtig. Sie treten in protostellaren Jets, aktiven galaktischen Kernen, Röntgendoppelsternen und anderen Systemen auf, in denen Rotation, Magnetfelder und Ausströmungen zusammenwirken [6,7]. Solche Strukturen transportieren Drehimpuls effizient und erzeugen ausgedehnte, geordnete Felder. Bei kompakten Objekten liefern elektromagnetische Extraktionsmechanismen aufschlussreiche Vergleichsmaßstäbe für die Energiebilanz magnetisch vermittelter Ausströmungen [8].

Ein einfaches Modell einer helikalen magnetohydrodynamischen (MHD-)Flussröhre verwendet Zylinderkoordinaten (r, φ, z) und schreibt das Magnetfeld als

$$B(r) = B_z(r)\hat{z} + B_\varphi(r)\hat{\varphi} \tag{26}$$

wobei B_z und B_φ die axiale beziehungsweise toroidale Komponente bezeichnen. Das Geschwindigkeitsfeld des Plasmas lässt sich entsprechend schreiben als

$$v(r) = v_z(r)\hat{z} + v_\varphi(r)\hat{\varphi} \tag{27}$$

Die Induktionsgleichung für ein leitfähiges Plasma mit magnetischer Diffusivität η lautet

$$\frac{\partial B}{\partial t} = \nabla \times \left(v \times B - \eta \nabla \times B\right), \tag{28}$$

wobei η die magnetische Diffusivität ist. Für eine helikale Strömung mit axialer Geschwindigkeit v_z und azimutaler Geschwindigkeit v_φ erhält das Kreuzprodukt $v \times B$ eine radiale Komponente

$$\left(v \times B\right)_r = v_z B_\varphi - v_\varphi B_z, \tag{29}$$

die einem radialen induktiven elektrischen Feld entspricht

$$E_r = -\left(v \times B\right)_r = -\left(v_z B_\varphi - v_\varphi B_z\right). \tag{30}$$

Dieselbe helikale Struktur, die Energie und magnetischen Fluss transportiert, transportiert auch Drehimpuls. Das von der Flussröhre auf ihre Umgebung ausgeübte magnetische Drehmoment lässt sich schematisch schreiben als

$$\tau_{MHD} \sim \int r J_\varphi B_z dA \tag{31}$$

was genau die durch Gl. (16) geforderte halbjährliche Symmetrie besitzt. Das Problem reduziert sich somit auf die Identifizierung physikalischer Strukturen, die ein Potenzial der Form von Gl. (24) mit der durch Gl. (19) implizierten Amplitude erzeugen können.

wobei J_φ die azimutale Stromdichte ist. Für ausgedehnte Strukturen mit charakteristischen Skalen vergleichbar mit oder größer als das Sonnensystem lassen sich ohne Weiteres Drehmomentstärken im Bereich

$$10^{16} \lesssim \tau MHD \lesssim 10^{18}\, Nm, \tag{32}$$

erhalten, der den in Gl. (19) abgeleiteten Wert mit deutlichem Abstand einschließt.

Interpretation und die Interuniverselle Maschine

Zur Klarstellung verweisen wir ausdrücklich auf die grundlegende Darstellung der vom Autor vorgeschlagenen Interuniversellen Maschine: siehe [1] und die verlinkte Artikelseite (doi:10.23880/oaja-16000130).

Bis zu diesem Punkt war die Analyse bewusst zurückhaltend. Wir haben: (i) eine geometrische Referenz für die Sonnendeklination hergeleitet und das Stillstandsverhalten quantifiziert; (ii) in GRACE-Daten ein halbjährliches gravimetrisches Residuum identifiziert, das an das Deklinationsresiduum phasengekoppelt ist; (iii) ein minimales Modell eines effektiven äußeren Feldes eingeführt, das mit diesen Beobachtungen vereinbar ist; und (iv) gezeigt, dass großräumige, helikal magnetisierte, induktive Plasmastrukturen eine natürliche Klasse von Realisierungen bilden, die mit der abgeleiteten Symmetrie und Stärke sowie mit unabhängigen Randbedingungen vereinbar sind (Abbildung 3).

Copyright © Yarel A

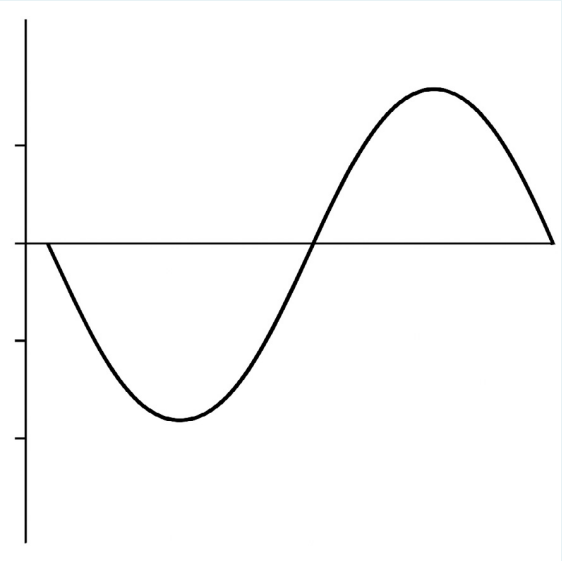


Abbildung 3: Links: veranschaulichendes halbjährliches GRACE-Residuum wie in Abbildung 2. Rechts: schematische Darstellung einer helikalen magnetohydrodynamischen Flussröhre mit axialem Strom J, Magnetfeld B und Strömungsgeschwindigkeit v in Zylinderkoordinaten (r, z). Solche Strukturen können eine erhebliche induktive elektromotorische Kraft und magnetische Spannung erzeugen. Damit bieten sie einen plausiblen physikalischen Ursprung für das schwache äußere Drehmoment, das aus geometrischen und gravimetrischen Beobachtungen im Sonnensystem abgeleitet wird.

Die Originalgrafik wurde unverändert beibehalten; die Bildunterschrift ist übersetzt.

Wir verknüpfen diese Beschreibung durch ein effektives Feld nun mit einer konkreten physikalischen Interpretation. Der Kerngedanke der Interuniversellen Maschine ist kein neues Kraftgesetz, sondern eine strukturierte Umgebung, in die das Sonnensystem eingebettet ist: eine langlebige, axial organisierte, helikal magnetisierte, induktive Plasmaarchitektur, die Drehimpuls und Energie mit dem Erde-Sonne-System austauschen kann und zugleich schwach genug bleibt, um herkömmlichen orbitalen Diagnoseverfahren zu entgehen.

Im vorliegenden Artikel lässt sich die Maschine anhand der folgenden minimalen Bestandteile operational beschreiben:

- **Eine stabile bevorzugte Achse:** Die Phasenbeziehung zwischen Deklinationsresiduen und halbjährlicher gravimetrischer Komponente deutet auf einen äußeren Einfluss hin, der sich auf eine beständige Achse bezieht. Im Bild der Maschine wird diese Achse durch die großräumige helikale Struktur vorgegeben (vgl. die Anforderung der axialen Ausrichtung in Abschnitt 4).
- **Helikale Magnetisierung und Induktion:** Eine helikal magnetisierte Konfiguration ermöglicht auf natürliche Weise induktive elektrische Felder über $v \times B$ und überträgt Spannungen durch magnetische Spannung und magnetischen Druck. Dies liefert einen physikalisch begründeten Kanal für ein schwaches, kohärentes, halbjährliches Drehmoment, ohne schnelle, fein abgestimmte interne Antriebe des Erdsystems zu erfordern.
- **Ein schwacher, aber kohärenter Drehmomentkanal:** Die empirische Randbedingung ist eine Drehmomentamplitude in der Größenordnung von $\tau_0 \sim 10^{17}$ N m (Gl. 19), die periodisch mit halbjährlicher Symmetrie wirkt. In der Interpretation der Maschine ist dieses Drehmoment der makroskopische Abdruck magnetischer und induktiver Spannungen der umgebenden helikalen Architektur, projiziert auf die Erde-Sonne-Bahngeometrie.
- **Langzeitstabilität:** Die mehrjährige Phasenstabilität legt eine Quelle nahe, die auf dekadischen Zeitskalen stabil ist. Die Maschine wird daher als relativ zum Sonnensystem quasistationäre Struktur behandelt, nicht als intermittierend angetriebenes vorübergehendes Phänomen.

Aus der hier gewählten Perspektive des effektiven Feldes ist der detaillierte kosmologische Ursprung der helikalen Struktur zweitrangig. Beobachtungsrelevant ist, dass sie sich auf den für das Sonnensystem maßgeblichen Skalen wie ein induktives helikales System verhält, die erforderliche Drehmomentsymmetrie und -stärke erzeugt und während des gesamten Messzeitraums stabil bleibt. In diesem Sinne kann die Interuniverselle Maschine als eine konkrete Realisierung des ansonsten abstrakten effektiven Feldes Φ_{eff} betrachtet werden [1]. Andere Realisierungen innerhalb derselben Symmetrieklasse können bislang nicht ausgeschlossen werden.

Beobachtbare Vorhersagen

Der hier entwickelte Rahmen eines effektiven äußeren Feldes liefert mehrere falsifizierbare Vorhersagen, die ihn von Modellen unterscheiden, in denen Heliophysik, Weltraumgeodäsie und protostellare MHD als weitgehend unabhängig behandelt werden:

Copyright © Yarel A

- **Kohärenz der halbjährlichen Modulation:** Eine präzise halbjährliche Modulation sollte kohärent auftreten in: (i) den Residuen von GRACE und GRACE-FO [4,5]; (ii) den Sonnendeklinationsresiduen auf dem Niveau von ~ 0.01°; (iii) hochpräzisen VLBI-Messungen von Nutation und Präzession; und (iv) den Bahnelementen künstlicher Satelliten auf sonnensynchronen Umlaufbahnen.
- **Koronale Mikrowellenemission:** Das koronale Emissionsspektrum sollte eine Komponente aufweisen, die mit einer anhaltenden Mikrowellenquelle in Verbindung mit elektromagnetisch aktiven Spulen vereinbar ist. Diese könnte als spezifisches Muster in Radio- und Submillimeterbeobachtungen mit einer charakteristischen zeitlichen Modulation nachweisbar sein, die mit der Geometrie der Maschine zusammenhängt [1].
- **Protostellare helikale Jets:** Bipolare helikale Jets in protostellaren Systemen sollten Leitfähigkeits- und polarimetrische Signaturen zeigen, die mit großräumigen Spulen vereinbar sind. Dazu gehören geordnete magnetische Helizität und eine induktive Leistung, die ausreicht, um entstehende Sternkoronen bereits vor dem Einsetzen eines stabilen nuklearen Brennens aufzuheizen [6].
- **Achsenausrichtung:** Über lange Zeitskalen sollte die Sonnenrotationsachse eine statistisch signifikante Ausrichtung an der abgeleiteten Richtung des äußeren Drehmoments beibehalten, wie sie aus kombinierten gravimetrischen und geometrischen Messungen rekonstruiert wird [2,3].

Schlussfolgerungen

Wir haben einen einheitlichen geometrisch-gravimetrischen MHD-Rahmen entwickelt, in dem Sonnengeometrie, GRACE-Gravimetrie und helikale induktive MHD-Dynamik als drei beobachtbare Facetten eines einzigen zugrunde liegenden Prozesses interpretiert werden: eines schwachen äußeren Drehmoments auf das Erde-Sonne-System. Die wesentlichen Elemente dieses Rahmens sind:

- Ein geometrischer Beweis, dass die beobachteten Stillstände der Sonnendeklination nahe den Sonnenwenden bei konstanter Erdachsneigung auf natürliche Weise durch Projektionseffekte entstehen. Dadurch ergibt sich eine klare Referenz für die Suche nach subtilen äußeren Drehmomenten.
- Eine Interpretation der beständigen halbjährlichen Komponente der GRACE-Gravimetrie als gravimetrischer Abdruck eines schwachen äußeren Drehmoments auf das Erde-Sonne-System mit einer Amplitude von ~ 10^{17} N m [4,5].
- Ein physikalisch begründetes Modell, in dem großräumige, helikal magnetisierte, induktive Plasmastrukturen ein effektives Feld der erforderlichen Form erzeugen und damit auf natürliche Weise ein schwaches großräumiges Drehmoment hervorbringen, das an einer bevorzugten Achse ausgerichtet ist [6,8].

Zusammen definieren diese Elemente ein geschlossenes Labyrinth von Randbedingungen: Innerhalb der kombinierten geometrischen und gravimetrischen Daten erreichen Standardmodelle eine wissenschaftliche Sackgasse, sofern keine zusätzliche großräumige Struktur eingeführt wird. Die Interuniverselle Maschine liefert eine mathematisch konsistente Realisierung einer solchen Struktur [1]. Obwohl sie als konkretes kosmologisches Szenario spekulativ ist, ist der Rahmen des effektiven äußeren Feldes selbst konservativ und überprüfbar.

Anhang A: Konsistenzprüfung der Größenordnung für $\tau_0 \sim 10^{17}$ N m

Ein halbjährliches Drehmoment $\tau(t) = \tau_0 \sin(\omega_{6m} t + \varphi)$ ist rein periodisch und erzeugt daher keine säkulare Drift des Drehimpulses. Die relevante Skala ist die Amplitude des oszillierenden Drehimpulses

$$\Delta L \sim \frac{\tau_0}{\omega_{6m}} \tag{33}$$

mit $\omega_{6m} = 4\pi/\mathrm{yr}$. Für $\tau_0 = 10^{17}$ N m erhalten wir

$$\Delta L \approx 2.5 \times 10^{23}\, kgm^2 s^{-1}. \tag{34}$$

Verglichen mit dem Bahndrehimpuls der Erde, $L_{orb} \approx 2.66 \times 10^{40}$ kg m² s⁻¹, beträgt die relative Modulation

$$\frac{\Delta L}{L_{orb}} \sim 9 \times 10^{-18} \tag{35}$$

was auf dekadischen Zeitskalen weit unter der Nachweisbarkeit in Bahnelementen liegt. Als konservative Obergrenze würde bei einer direkten Kopplung desselben Drehmoments an den Eigendrehimpuls der Erde, $L_{spin} \approx 5.85 \times 10^{33}$ kg m² s⁻¹, die entsprechende relative Modulation betragen

Copyright © Yarel A

$$\frac{\Delta L}{L_{spin}} \sim 4 \times 10^{-11} \quad (36)$$

Dies entspricht Änderungen der Tageslänge im Mikrosekundenbereich ($\Delta LOD \sim 4 \times 10^{-11} \times 86400\ s \approx 4\ \mu s$) und ist mit dem Fehlen einer größeren säkularen Anomalie vereinbar [9].

Danksagung

Der Autor dankt der astrophysikalischen Fachgemeinschaft für die umfangreichen beobachtungsbezogenen und theoretischen Grundlagen, auf denen dieser Rahmen aufzubauen versucht.

Literaturverzeichnis

1. Yarel A (2024) Astronomy Paradigm Shift: Challenging the Big Bang through Interuniversal Phenomena Elucidating the Complex Governing Mechanisms of Solar Dynamics. Open Access J Astron 2: 000130.

2. Thompson MJ, Christensen-Dalsgaard J, Miesch MS, Toomre J (1996) Differential Rotation and Toroidal Magnetic Fields in the Solar Interior. Science 272: 1300-1305.

3. Beck JG (2000) A comparison of differential rotation measurements. Sol Phys 191: 47-70.

4. Wahr J, Swenson S, Zlotnicki V, Velicogna I (2004) Time-variable gravity from GRACE: First results. Geophys Res Lett 31: L11501.

5. Kornfeld RP, Arnold BW, Gross MA, Dahya NT, Klipstein WM, et al. (2019) GRACE-FO: The Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-On Mission. J Spacecr Rockets 56: 931-951.

6. Livio M (1999) Astrophysical Jets: A phenomenological examination of acceleration and collimation. Phys Rep 311: 225-245.

7. Doeleman S, Weintroub J, Rogers AEE, Plambeck R, Freund R, et al. (2008) Event-horizon-scale structure in the supermassive black hole candidate at the Galactic Center. Nature 455: 78-80.

8. Blandford RD, Znajek RL (1977) Electromagnetic extraction of energy from Kerr black holes. MNRAS 179: 433-456.

9. Lindegren L, Hernandez J, Bombrun A, Klioner S, Bastian U, et al. (2018) Gaia Data Release 2: The astrometric solution. A&A 616: A2.

Copyright © Yarel A