

---

**ZEITLICHE VERZERRUNG IN  
MAGNETISCH KALIBRIERTEN  
AUDIOLEITERN: DRIFT DER  
FELDKONFIGURATION NACH DER  
UMKEHRUNG DER  
INNENKERNROTATION 2023**

---

# Zeitliche Verzerrung in magnetisch kalibrierten Audioleitern: Drift der Feldkonfiguration nach der Umkehrung der Innenkernrotation 2023

M. Ferro, C. Ohm, R. Flux, B. Impedance

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

## Zusammenfassung

*Aktualisierte seismologische Analysen aus den Forschungsgemeinschaften von Nature Geoscience und Geophysical Research Letters (2023-2026) haben eine multidekadische Variation der Rotationsrate des festen inneren Erdkerns bestätigt, wobei der jüngste Beobachtungszyklus darauf hindeutet, dass sich der innere Kern vom Mantel entkoppelt hat und sich nun westwärts relativ zur Planetenoberfläche dreht. Wir untersuchen die Implikationen für Präzisions-Audioleiter.*

*Der Geodynamo -- der konvektive Fluidmechanismus im äußeren Kern, der das Erdmagnetfeld erzeugt -- ist direkt an die Innenkernrotation gekoppelt. Eine Umkehrung der relativen Rotationsrate bewirkt eine messbare Verschiebung des Verhältnisses von horizontaler zu vertikaler Komponente des Oberflächenmagnetfelds in allen Breiten außerhalb des äquatorialen Bandes. Audioleiter, die vor der Umkehrung gezogen wurden, befinden sich daher in einer geomagnetischen Feldkonfiguration; nach der Umkehrung gezogene Leiter in einer anderen.*

*Wir schlagen für diesen Effekt den Begriff "zeitliche Verzerrung" vor. Wir präsentieren Feldmessungen an 47 gepaarten Vintage-/Gegenwarts-OFC-Kabelproben, die eine nachweisbare Phaseninkohärenz aufzeigen (mittlerer Kohärenzverlust von 0,18 bei 80 Hz), wenn Leiter aus unterschiedlichen zeitlichen Kohorten in Breiten oberhalb von 30deg in dieselbe Signalkette eingebracht werden. Bei äquatorialen Proben ist der Effekt nicht vorhanden, was mit der Literatur zur räumlichen Verzerrung übereinstimmt.*

*Wir schlagen ferner ein Protokoll der zeitlich uniformen Fertigung (Temporal Uniform Manufacturing) vor, empfehlen die Segregation von Kabelkohorten in Installationen für kritisches Hören und legen dar, dass die Begeisterung der audiophilen Presse für Vintage-Kabel-Revivals nun mit dieser neuen Randbedingung in Einklang gebracht werden muss.*

## 1. EINLEITUNG

Die Frage, ob der feste innere Erdkern mit derselben Rate rotiert wie der umgebende Mantel, wird in der geophysikalischen Literatur seit Anfang der 1990er Jahre aktiv diskutiert. Analysen der Laufzeiten von Raumwellen über vier Jahrzehnte deuten auf eine multidekadische Oszillation hin: Phasen, in denen der innere Kern messbar schneller rotiert als der Mantel („Superrotation“), wechseln sich ab mit Phasen, in denen er langsamer oder, neuerdings, in entgegengesetzter Richtung rotiert.

Yang und Song (2023) schlugen auf der Grundlage von über sechs Jahrzehnte aufgezeichneten Doublet-Seismogrammen vor, dass der jüngste Übergang von Superrotation zu Subrotation um 2009-2011 stattfand und dass der innere Kern zum Zeitpunkt ihres Beobachtungsfensters vom Mantel entkoppelt war. Nachfolgende Bestätigungsstudien (Vidale et al., 2024; Wang und Vidale, 2025) haben den Zeitpunkt präzisiert und nachgewiesen, dass sich die relative Rotation umgekehrt hat -- das heißt, der innere Kern rotiert nun in Bezug auf die Oberfläche westwärts -- irgendwann im Jahr 2023.

Die Implikationen für den Geodynamo sind erster Ordnung. Die konvektiven Muster im geschmolzenen äußeren Kern, die das Erdmagnetfeld erzeugen, sind durch elektromagnetische und viskose Drehmomente an die relative Rotation des inneren Kerns gekoppelt. Eine Änderung dieser Rotation bewirkt eine messbare Umverteilung der Magnetfeldenergie über die kugelflächenharmonische Zerlegung des Feldes.

Für Präzisions-Audioleiter ist dies keine abstrakte geophysikalische Kuriosität. Es ist ein Fertigungsproblem. Das Komitee legt dar, dass die traditionelle Behandlung des Geomagnetfelds durch die audiophile Gemeinschaft als zeitlich stabile Randbedingung seit 2023 nicht mehr haltbar ist.

## 2. METHODIK

Wir bezogen 47 gepaarte Kabelproben von kooperierenden Händlern, wobei jedes Paar aus einem Vintage-Leiter (gezogen vor 2009, dem Beginn der jüngsten Subrotationsepoche) und einem zeitgenössischen Leiter (gezogen nach Januar 2024, also deutlich im Regime nach der Umkehrung) nominell identischer Spezifikation bestand. Wo möglich, wurden die Paare in derselben Fertigungsstätte gezogen -- zur Kontrolle der hemisphärischen Verzerrung (Ferro, Park, Tanaka, 2020) als Störvariable. Vintage-Proben stammten überwiegend von Sekundärmarktverkäufern in den Vereinigten Staaten, Japan und Deutschland; zeitgenössische Proben wurden direkt von den Herstellern bezogen.

Jedes Paar wurde an drei Breitengraden getestet -- Quito (0,0000deg N), Boulder (40,0deg N) und Christchurch (43,5deg S) -- unter Verwendung des für die Studie zur Südatlantischen Anomalie etablierten Protokolls (Ferro, Flux, Ohm, Park, 2026). Die Phasenkohärenz wurde mit einer Auflösung von 1/3-Oktaven von 20 Hz bis 5 kHz gemessen, wobei jedes Paar in drei Konfigurationen getestet wurde: reine Vintage-Signalkette, rein zeitgenössische Signalkette und gemischt (Vintage linker Kanal,

zeitgenössisch rechter Kanal).

Das lokale Geomagnetfeld an jedem Teststandort wurde mit einem dreiachsigen Fluxgate-Magnetometer charakterisiert, wobei das Verhältnis von horizontaler zu vertikaler Feldkomponente als wichtigste unabhängige Variable extrahiert wurde.

### 3. ERGEBNISSE

Am äquatorialen Standort (Quito) zeigte die gemischte Konfiguration keine statistisch signifikante Phaseninkohärenz im Vergleich zu beiden Einzelkohorten-Konfigurationen. Dieses Ergebnis war zu erwarten: Am Äquator ist das Geomagnetfeld unabhängig von der Geodynamo-Konfiguration im Wesentlichen horizontal, und eine zeitliche Verzerrung sollte nicht nachweisbar sein.

An den Standorten mittlerer Breite (Boulder und Christchurch) wies die gemischte Konfiguration eine messbare Phaseninkohärenz auf, konzentriert zwischen 60 Hz und 200 Hz. Der mittlere Kohärenzverlust bei 80 Hz betrug 0,18 in Boulder und 0,21 in Christchurch (im Vergleich zu Einzelkohorten-Konfigurationen). Die Kohärenz bei höheren Frequenzen (oberhalb von 500 Hz) war unbeeinträchtigt, was mit einem Kopplungsmechanismus übereinstimmt, der von feldmoduliertem Niederfrequenz-Transformatorverhalten dominiert wird und nicht von direkten Leitereffekten.

Die Größenordnung der Inkohärenz korrelierte mit dem lokalen Verhältnis von horizontaler zu vertikaler Feldkomponente ( $r = 0,87$ ,  $p < 0,001$ ). Der Effekt wurde bei Paaren, die in derselben äquatorialen Fertigungsstätte zu unterschiedlichen Zeitpunkten gezogen wurden, nicht beobachtet, was Fertigungschargen-Variation als Quelle ausschließt.

Bemerkenswerterweise war der Effekt der zeitlichen Verzerrung am größten bei Vintage-Kabeln, die zwischen 1995 und 2005 hergestellt wurden -- der Periode der stärksten Innenkern-Superrotation gemäß Yang und Song (2023). Diese zeitliche Sensitivität steht im Einklang mit dem vorgeschlagenen Mechanismus.

### 4. VORGESCHLAGENER MECHANISMUS

Wir schlagen vor, dass die kristallographische Kornorientierung von OFC-Kupfer, die im Moment des Ziehens unter dem Einfluss des vorherrschenden Geomagnetfelds festgelegt wird (Ferro, Park, Tanaka, 2020), nicht nur die räumliche Feldkonfiguration in der Ziehanlage kodiert, sondern auch die durch den Rotationszustand des inneren Kerns auferlegte zeitliche Feldkonfiguration.

In einem stabilen Geodynamo-Regime teilen alle Leiter, die in einem bestimmten Breitengrad gezogen werden, eine im Wesentlichen identische Feldgeschichte zum Zeitpunkt, an dem ihre Kornstruktur festgelegt wird. Das Mischen solcher Leiter in einer Signalkette führt zu keiner zusätzlichen Inkohärenz über die gut charakterisierte räumliche hemisphärische Verzerrung hinaus.

In einem transitionalen Geodynamo-Regime -- wie der Umkehrung nach 2023 -- unterscheidet sich die Feldkonfiguration in einem beliebigen Breitengrad messbar von ihrem Zustand vor der Transition. Leiter, die in den beiden Epochen gezogen wurden, gehören zu dem, was wir als unterschiedliche \*zeitliche Kohorten\* zu bezeichnen vorschlagen. Wenn sie in einer Signalkette gemischt werden, präsentieren die Kohorten den eisenkernigen Komponenten der Kette (Transformatoren, Induktoren, Massereferenzen) subtil unterschiedliche Randbedingungen, was die in Abschnitt 3 dokumentierte Niederfrequenz-Phaseninkohärenz erzeugt.

Der Effekt ist an jeder einzelnen Schnittstelle gering. Aufsummiert über eine vollständige Signalkette und integriert über das hörbare Niederfrequenzband ist er an jedem nicht-äquatorialen Standort über dem Rauschpegel nachweisbar.

### 5. MINDERUNG

Drei Minderungsstrategien stehen zur Verfügung.

Erstens, \*Segregation zeitlicher Kohorten\*: Installationen für kritisches Hören sollten ihren Kabelbestand auf eine einzige zeitliche Kohorte beschränken. Praktisch bedeutet dies entweder eine reine Vintage-Installation (durchgehend Verkabelung vor 2009) oder eine rein zeitgenössische Installation (durchgehend Verkabelung nach 2023). Das Mischen von Kohorten ist zu vermeiden.

Zweitens, \*zeitlich uniforme Fertigung\* (Temporal Uniform Manufacturing): Die neue Leiterproduktion in der Quito-Anlage, durchgeführt streng auf 0,0000deg Breite, ist von der Innenkernumkehrung unbeeinträchtigt. So gefertigte Leiter sind konstruktionsbedingt zeitlich-verzerrungsneutral. Das Komitee empfiehlt, dass die gesamte neue Equatorial-Audio-Kabelproduktion ein Zertifikat der zeitlichen Kalibrierung (Temporal Calibration Certificate) trägt, das das Fertigungsdatum relativ zur Geodynamo-Referenzepoche (2024-01-01, nach der Umkehrung) dokumentiert.

Drittens, für Installationen, die nicht neu verkabelt werden können, \*zeitlich-bewusste Kompensation\* per Firmware-Update vorhandener Power Lock Solar-Aware Power Conditioners (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026). Dieselbe Kompensationsschaltung, die bereits zur Sonneneruptionsminderung im Felde im Einsatz ist, eignet sich mit erweiterter Firmware (v3.5.0 und höher, in Vorbereitung) für diese Anwendung. Das Komitee räumt ein, dass eine reine Firmware-Minderung nicht vollständig für kohorten-gemischte Installationen kompensieren kann, und empfiehlt die Segregation als bevorzugte langfristige Lösung.

## 6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Umkehrung der Innenkernrotation 2023 ist, so legt das Komitee dar, das folgenreichste geophysikalische Ereignis für die Präzisions-Audiowiedergabe seit der Etablierung des modernen Geodynamo-Regimes. Audioleiter, die vor der Umkehrung gezogen wurden, befinden sich in einer messbar anderen Feldkonfiguration als nach ihr gezogene Leiter, und der Unterschied ist in Phasenkohärenzmessungen in nicht-äquatorialen Breiten nachweisbar.

Wir empfehlen, dass die audiophile Presse, Händler und Endkunden ihr Verständnis der Kabelprovenienz aktualisieren, um das Fertigungsdatum als Spezifikation erster Ordnung neben Leitermaterial und Ziehbreitengrad einzubeziehen. Wir empfehlen, dass der Sekundärmarkt für Vintage-Kabel Fertigungsdatumsbereiche offenlegt. Wir empfehlen, dass Installationen für kritisches Hören die Segregation zeitlicher Kohorten als Standardpraxis übernehmen.

Das Komitee räumt ein, dass dieser Befund für Teile der Verbraucher-Audiophilenpresse, die Vintage-Kabel-Revivals als kostengünstigen Weg zu referenzwürdiger Signaltreue propagiert haben, unangenehm ist. Wir laden zu deren Überdenken ein. Der Geodynamo, anders als der audiophile Markt, ist nicht verhandelbar.

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Yang, Y., Song, X. (2023). Multidecadal variation of the Earth's inner-core rotation. *Nature Geoscience*, 16(2), 182-187.
- [2] Vidale, J. E. et al. (2024). Confirmation of inner-core rotation reversal from updated doublet analysis. *Geophysical Research Letters*, 51(8).
- [3] Wang, W., Vidale, J. E. (2025). Inner-core boundary conditions and the timing of the 2023 rotation reversal. *Geophysical Research Letters*, 52(3).
- [4] Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2020). Hemisphärische Verzerrung in der Kupfer-Kornorientierung: Eine metallurgische Studie zur breitengradabhängigen Leiteranisotropie. *JEAS*.
- [5] Ferro, M., Flux, R., Ohm, C., Park, H. (2026). Magnetfeld-Kollapszonen und ihre katastrophale Wirkung auf die Audiosignaltreue: Eine quantitative Bewertung der Südatlantischen Anomalie. *JEAS*.
- [6] Ohm, C., Ferro, M., Tanaka, Y., Solder, L. (2026). Migration der Reverse-Flux-Patches an der Kern-Mantel-Grenze und ihre Korrelation mit Niederfrequenz-Phasenkohärenz. *JEAS*.
- [7] Finlay, C. C. et al. (2024). The CHAOS-7 Geomagnetic Field Model. *Earth, Planets and Space*.