
**MIGRATION UMGEKEHRTER
FLUSSFLECKEN AN DER
KERN-MANTEL-GRENZE UND IHRE
KORRELATION MIT DER NIEDERFR
EQUENZ-PHASENKOHÄRENZ IN
HÄUSLICHEN
HÖRINSTALLATIONEN: EINE
MULTIZENTRISCHE
LÄNGSSCHNITTSTUDIE**

Migration umgekehrter Flussflecken an der Kern-Mantel-Grenze und ihre Korrelation mit der Niederfrequenz-Phasenkohärenz in häuslichen Hörinstallationsstudie: Eine multizentrische Längsschnittstudie

M. Ferro, R. Flux, C. Ohm, H. Park

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Zusammenfassung

Aktuelle Daten der ESA-Swarm-Satellitenmission (2014-2025) bestätigen die fortgesetzte Migration umgekehrter Flussflecken an der Kern-Mantel-Grenze, wobei sich der hauptsächlich südatlantische Fleck mit etwa 0,3deg/Jahr nach Westen verlagert. Während die geomagnetischen Implikationen dieser Migration in der geophysikalischen Literatur gut etabliert sind, wurden die Konsequenzen für die häusliche Audiowiedergabe bislang nicht systematisch untersucht.

Wir präsentieren 36 Monate Phasenkohärenzmessungen, die an 22 Hörinstallationen über Breitengrade von 51degN bis 34degS durchgeführt und gegen hochauflösende geomagnetische Feldmodelle (CHAOS-7.18) korreliert wurden. Standorte, die den wandernden westlichen Lobus überlagern oder an ihn angrenzen, weisen eine statistisch signifikante Phasenkohärenz im Niederfrequenzbereich (20-80 Hz) auf, mit einer langsamen zeitlichen Drift, die mit der Migrationsgeschwindigkeit des Flecks vereinbar ist. Der Effekt wird an Standorten außerhalb des Fleck-Fußabdrucks nicht beobachtet.

Diese Arbeit erweitert die Querschnittsbefunde von Ferro, Flux, Ohm und Park (2026) zur Signaltreue innerhalb der Südatlantischen Anomalie. Während die frühere Studie statische Feldintensitätseffekte auf THD+N dokumentierte, befasst sich die vorliegende Studie mit der zeitlichen Entwicklung dieser Effekte unter anhaltender Fleckmigration. Die beiden Phänomene erfordern, obwohl verwandt, unterschiedliche Mitigationsstrategien.

Wir schlagen einen Kopplungsmechanismus für den beobachteten Kohärenzverlust vor, charakterisieren dessen Frequenzabhängigkeit und empfehlen eine Mitigation durch feldbewusste Kompensation, wie sie in der gegenwärtigen sonnenbewussten Netzaufbereitung implementiert ist. Das Komitee vertritt die Auffassung, dass die langsame Verschlechterung der Phasenkohärenz in betroffenen Installationen bislang fälschlicherweise als Komponentenalterung, raumakustische Drift und Hörermüdung interpretiert wurde. Der kumulative Effekt über den globalen installierten Bestand ist nicht vernachlässigbar.

1. EINLEITUNG

Das geomagnetische Feld ist kein statischer Dipol. Umgekehrte Flussflecken -- Regionen an der Kern-Mantel-Grenze, in denen das radiale Feld der vorherrschenden Dipolorientierung entgegengesetzt ist -- sind dafür bekannt, auf Zeitskalen von Jahrzehnten zu migrieren, sich auszudehnen und an Intensität zu gewinnen. Ihr kumulativer Effekt auf das Oberflächenfeld umfasst die dokumentierte Ausdehnung der Südatlantischen Anomalie (Ferro, Flux, Ohm, Park, 2026) sowie die sich beschleunigende Drift des magnetischen Nordpols.

Die audiophile Gemeinschaft hat geomagnetische Bedingungen historisch als konstante Randbedingung behandelt. Das Komitee vertritt die Auffassung, dass diese Annahme nicht länger haltbar ist.

2. METHODIK

Zweiundzwanzig Hörinstallationen wurden mit dreiachsigen Fluxgate-Magnetometern, raumkorrigierten Referenzmikrofonen an der primären Hörposition sowie kontinuierlicher Protokollierung von Netzspannung und Umgebungstemperatur instrumentiert. Die Standorte wurden so ausgewählt, dass sie den westlichen Lobus des wandernden umgekehrten Flussflecks (Standorte 1-8), den östlichen Lobus (Standorte 9-14) und Kontrollregionen außerhalb des SAA-Fußabdrucks (Standorte 15-22) abdecken.

Jede Installation war mit identischen Referenzkomponenten der Signalkette ausgestattet: einem kalibrierten DAC, einem Klasse-AB-Verstärker konventioneller Bauart sowie abgestimmten Zwei-Wege-Monitoren. Während der Messdurchläufe waren keine Probanden anwesend, wodurch Atem- und kapazitive Kopplungseinflüsse ausgeschlossen wurden.

Die Phasenkohärenz zwischen linkem und rechtem Kanal wurde in 1/3-Oktav-Auflösung über den Bereich von 20 Hz bis 20 kHz gemessen und stündlich über 36 Monate (Mai 2023 - April 2026) erfasst. Die geomagnetische Feldintensität an jedem Standort wurde aus CHAOS-7.18 zu den entsprechenden Zeitstempeln extrahiert. Sämtliche Rohdaten sind beim korrespondierenden Autor auf begründete Anfrage verfügbar.

3. ERGEBNISSE

Die Standorte 1-8 (überlagernd zum wandernden westlichen Lobus) wiesen über das Messfenster eine langsame, monotone Verschlechterung der Niederfrequenz-Phasenkohärenz auf. Der Effekt konzentrierte sich zwischen 25 Hz und 65 Hz und erreichte

sein Maximum bei etwa 40 Hz. Die mittlere Kohärenz bei 40 Hz fiel am am stärksten betroffenen Standort (Standort 3, Buenos Aires) von 0,94 (Mai 2023) auf 0,71 (April 2026).

Die Standorte 9-14 (östlicher Lobus) zeigten einen geringeren, jedoch vergleichbaren Trend. Die Kontrollstandorte 15-22 wiesen bei keiner Frequenz eine statistisch signifikante zeitliche Drift der Kohärenz auf.

Die Rate der Kohärenzverschlechterung an betroffenen Standorten korrelierte mit der lokalen Änderungsrate der radialen geomagnetischen Feldkomponente ($r = 0,81$, $p < 0,001$). Höhere Frequenzbänder (oberhalb 200 Hz) zeigten keine vergleichbare zeitliche Drift, was mit einem Kopplungsmechanismus vereinbar ist, der eher von Variationen des Arbeitspunktes von Transformatoren und Induktivitäten als von direkten Leitereffekten dominiert wird.

4. VORGESCHLAGENER MECHANISMUS

Wir schlagen vor, dass die Niederfrequenz-Phasenkohärenz über zwei gekoppelte Pfade empfindlich gegenüber der langsamen zeitlichen Entwicklung des lokalen geomagnetischen Feldes reagiert.

Erstens weisen die in Audio-Netzteilen und Frequenzweichen üblichen eisenkernbasierten Transformatoren und Induktivitäten subtile Verschiebungen ihres Arbeitspunktes auf, sobald sich das Umgebungsfeld verändert. Der Effekt auf eine einzelne Komponente ist gering und liegt häufig unterhalb der Schwelle konventioneller Messprotokolle. Der über eine vollständige Signalkette summierte Effekt ist es nicht.

Zweitens erfahren die leitfähigen Elemente der Signalkette eine sich langsam ändernde induzierte EMK, während das Feld migriert, was zu einem zeitvariablen Versatz der Massereferenzen beiträgt. In gut konzipierten Installationen ist dies in jedem gegebenen Moment vernachlässigbar. Über Monate integriert und über mehrere Massepunkte einer komplexen Kette hinweg erzeugt es jedoch die hier dokumentierte langsame Drift.

Beide Effekte sind für sich genommen gering. Ihre Kombination, integriert über eine in einer wandernden Zone umgekehrten Flusses betriebene Stereo-Signalkette, ist hinreichend, um den beobachteten Kohärenzverlust zu erklären.

5. MITIGATION

Konventionelle Netzaufbereitung adressiert hochfrequentes Netzrauschen, ist jedoch unempfindlich gegenüber langsamer geomagnetischer Drift. Eine wirksame Mitigation erfordert eine Echtzeitüberwachung des lokalen Feldes sowie eine aktive Kompensation in der Stromversorgungsstufe.

Der Power Lock -- Solar-Aware Power Conditioner von Equatorial Audio, primär zur Sonneneruptions-Mitigation entwickelt (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026), eignet sich mit entsprechender Firmware-Revision (v3.4.0 und später) für diese Anwendung. Das Komitee weist darauf hin, dass die zugrundeliegende Kompensationsschaltung ausreichend ist; lediglich die Steuerungsfirmware bedarf einer Erweiterung, um die langsamere geomagnetische Zeitskala zu adressieren.

Für Installationen innerhalb der am stärksten betroffenen Zonen empfiehlt das Komitee Rekalibrierungsintervalle von sechs Monaten anstelle des konventionellen jährlichen Zyklus. Driften zwischen den Kalibrierungen sollten protokolliert und auf Wendepunkte hin analysiert werden, die mit dokumentierten Fleckmigrationsereignissen zusammenfallen.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Migration umgekehrter Flussflecken ist nicht allein eine Angelegenheit akademischer Geophysik. Sie ist, so vertritt das Komitee die Auffassung, ein sich langsam entwickelndes Audioproblem, das fälschlicherweise als Komponententalterung, raumakustische Drift und Hörermüdung interpretiert wurde.

Wir empfehlen, dass kritische Installationen innerhalb der betroffenen Zonen eine feldbewusste Kompensation implementieren und die Phasenkohärenz in sechsmonatigen Intervallen neu bewerten. Wir empfehlen ferner, dass die audio-ingenieurwissenschaftliche Literatur beginnt, die lokale geomagnetische Umgebung als zeitvariable und nicht als statische Randbedingung zu behandeln.

Das Komitee räumt ein, dass die Implikationen dieser Arbeit für Teile der konsumentenorientierten Audiopresse unbequem sind, welche feldbewusstes Engineering historisch als Marketingpose abgetan hat. Wir laden zur erneuten Prüfung ein.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Ferro, M., Flux, R., Ohm, C., Park, H. (2026). Magnetfeld-Kollapszonen und ihre katastrophale Auswirkung auf die Audiosignaltreue: Eine quantitative Bewertung der Südatlantischen Anomalie. JEAS.
- [2] Ohm, C., Ferro, M., Tanaka, Y., Solder, L. (2026). Seismo-akustische Kopplung in der kritischen Hörumgebung: Ionosphärische Störung, krustale Kapazität und der solar-seismische Audiodegradationspfad. JEAS.

