

Andreas Junge, Peter Spitta, Christof Peter

Vergleich von Auster-Magnetometer und EDA-Fluxgate

Die Beobachtung langsamer Oszillationen erdmagnetischer Felder im Gelände erfordert eine hohe Basisstabilität der Elektronik und der Sensoren, insbesondere eine geringe Temperaturempfindlichkeit. Weit verbreitet und wegen ihrer einfachen Handhabbarkeit beliebt sind EDA-Fluxgatesensoren, welche bekanntermaßen eine nicht unerhebliche Temperaturabhängigkeit sowie eine, wenn auch geringe, Basisdrift aufweisen. Seit einiger Zeit wird von der Fa. Magson ein Ringkernmagnetometer vertrieben, das nach seinem Konstrukteur im Folgenden Auster-Magnetometer genannt wird.

Ein Vergleichstest der beiden genannten Instrumente wurde auf einem Versuchsgelände im Göttinger Wald über mehrere Monate hinweg durchgeführt, wobei als Aufzeichnungseinheit für das EDA-Magnetometer die Göttinger KAP (Richards et al., 1981), für das Auster-Magnetometer ein Halbleiterspeicher diente. Die Aufzeichnungseinheiten befanden sich in einem isolierten Aluminiumbehälter (KAP) und einem Kunststoffgehäuse (Magson) in einer Registrierhütte, die Sensoren unter Schutzhütten auf Steinsokkeln in etwa 9 m Entfernung voneinander. Zusätzlich wurde die Temperatur im EDA-Sensor aufgezeichnet. Die Taktrate Δt betrug für die KAP 1 min. Beim Magson-Gerät durchlaufen die Meßwerte einen Tiefpaßfilter von 1 Hz und den AD-Wandler, danach werden 128 Werte pro Sekunde über die Zeit von 1 min gemittelt und als Minutenwert gespeichert. Es wurde vom 19.10.93 – 9.2.94 registriert, die Instrumente arbeiteten während dieses Zeitraums ohne technische Störungen. Die Auster-Daten wurden wöchentlich auf einen Laptop übertragen, der Kassettenwechsel bei der KAP erfolgte alle 3-4 Wochen. Die Unterbrechungen dauerten jeweils nicht länger als 5 min, die fehlenden Daten wurden linear interpoliert.

Abb. 1 zeigt einen Ausschnitt von 100 Tagen für tiefpaßgefilterte Dreistundenwerte. Es wurde ein Trapezfilter [Schmucker, 1978] mit einer Abschneideperiode T_o von 2 Tagen und der Steilheit $q = 6$ gewählt. Die dicken Linien geben die Austerschen Daten wieder, die dünnen die EDA-Daten, zuoberst ist die Temperaturvariation aufgetragen. Zunächst sind sehr deutlich einzelne magnetische Stürme zu erkennen, besonders für B_x an der ausgeprägten Erholungsphase. Einzelne Abschnitte der beiden Registrierungen stimmen für die gleichen Komponenten bis in den nT-Bereich überein. Während der Kälteperiode vom 19.11.-3.12.93 treten andererseits auch enorme Abweichungen in allen Komponenten auf: Die offensichtlich durch Niedrigtemperatur ausgelöste Variation ist jedoch nur in den EDA-Komponenten zu erkennen, schwächer noch einmal in B_y am 18.1.94. Es fällt auf, daß die Variation nichtlinear mit der Temperatur korreliert ist - eine nachträgliche Temperaturkorrektur ist aussichtslos. Zusätzlich zur Temperaturvariation driften die EDA-Komponenten weit mehr als 10 nT - ebenfalls nichtlinear, wie besonders deutlich in B_y zu sehen ist.

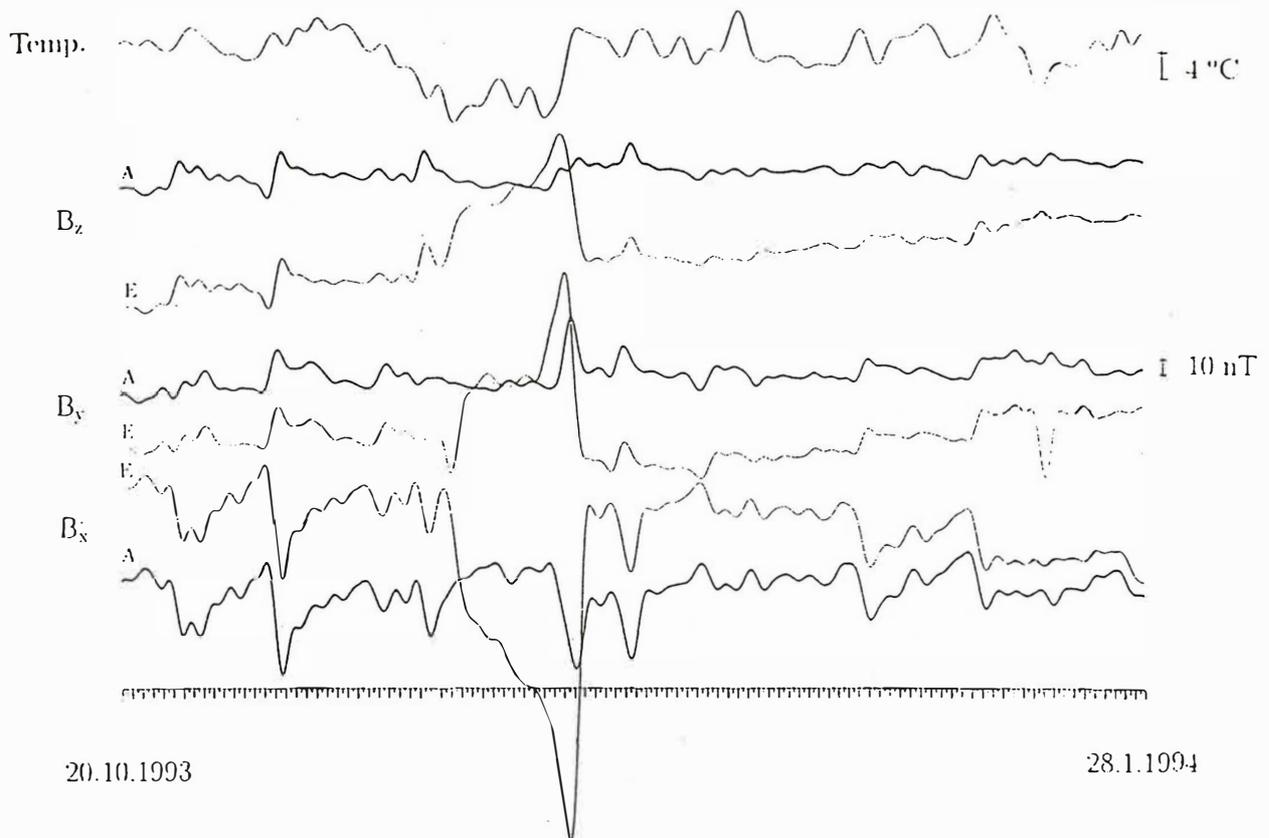


Abb. 1: 100 Tage tiefpaß-gefilterte ($T_0 = 2$ d) 3-Stundenwerte der Magnetfeldkomponenten des EDA- (dünne Linien, E) und des Auster-Magnetometers (dicke Linien, A) sowie der Temperatur im EDA-Sensor.

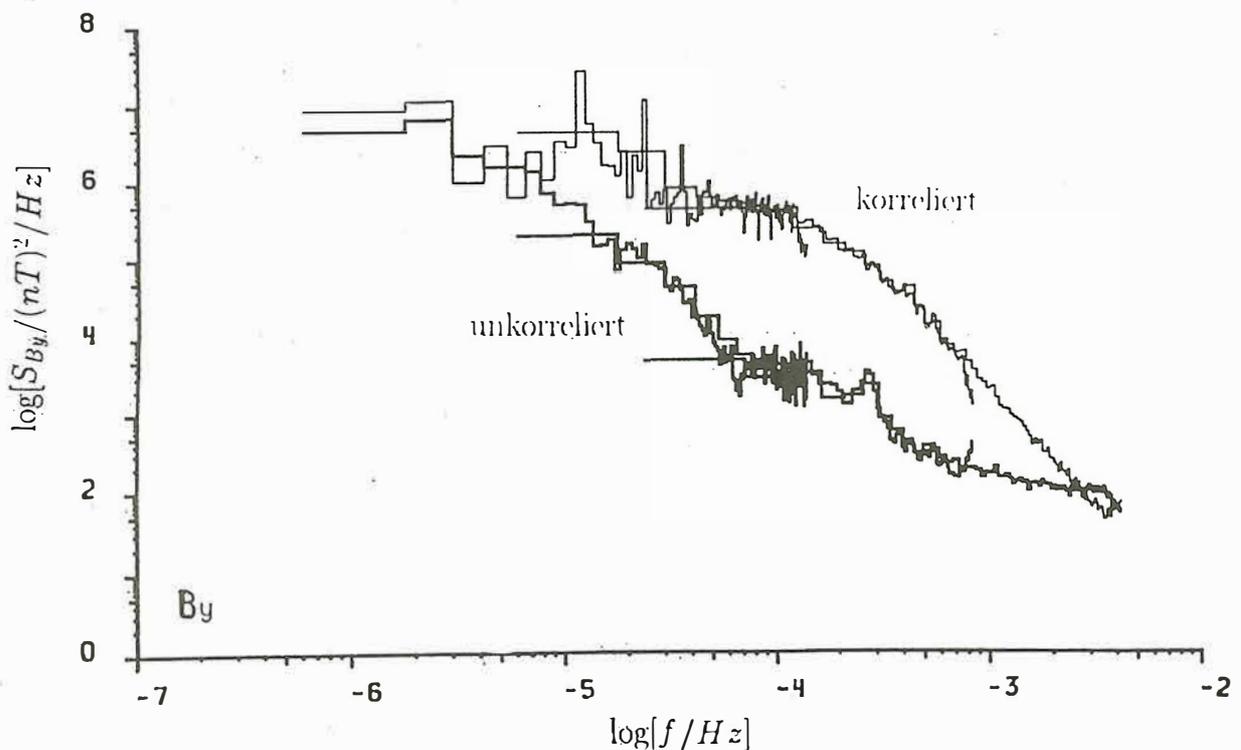


Abb. 2: Energiedichtespektrum der B_y-Komponente des EDA-Magnetometers, aufgeteilt in einen mit der Aufzeichnung des auster-Magnetometer korrelierten Anteil (dünne Linie) und das Residuum (dicke Linie).

Tab. 1: Auswertungsparameter für die 3 Datensätze

	N	ΔT	Δt	T_o
1	400	6 h	2 min	4 min
2	100	1 d	10 min	20 min
3	10	10 d	30 min	60 min

Die Trennung des Rausch- vom Signalanteil wurde im Frequenzbereich vorgenommen. Es wurden dazu 3 Datensätze aus den Originaldaten über die oben erwähnte Tiefpaßfilterung und nachfolgender Dezimierung gebildet, in N aufeinanderfolgende Segmente gleicher Länge ΔT unterteilt und Fourier transformiert (siehe auch Tab. 1).

Im Frequenzbereich wurde eine lineare, bivariate Ausgleichsrechnung zwischen jeweils einer EDA-Horizontalkomponente als fehlerbehafteter Größe und den beiden Auster-Horizontalkomponenten als Bezugsgrößen durchgeführt. Die orthogonale Auster-Komponente wurde mitberücksichtigt, um möglichen Orientierungsungenauigkeiten der Instrumente Rechnung zu tragen. Die Multiplikation der aufsummierten Rohspektren mit der zugehörigen multiplen quadratischen Kohärenz ergab den korrelierten Anteil, die Differenz zwischen diesem und dem Spektrum die Residuen. Beide Anteile sind in Abb. 2 für B_y aufgetragen; die dicken Linien stellen dabei die Residuen dar. Die drei Datensätze überlappen sich zum Teil, wobei jeweils am hochfrequenten Ende der Einfluß des Filters zum Tragen kommt. Im Signalanteil dominieren die ersten 4 Sq-Linien, die im Rauschen fehlen. Ein Temperaturtagesgang schlägt sich demnach entweder in beiden Instrumenten gleich nieder oder ist nicht vorhanden. Um 10^{-4} Hz ist der Signal-Rauschabstand mit etwa 2 Dekaden am größten. Die Rauschamplitude beträgt zwischen $T = 5$ min und $T = 4$ h etwa $0.8 nT$, die Spitze bei $T = 1$ h ($f \approx 3 \cdot 10^{-4}$ Hz) im Rauschen bleibt unerklärt. Bis zu Perioden von 1.2 d ($\approx 10^{-5}$ Hz) liegt die Rauschenergie deutlich unterhalb der Signalenergie, für $T = 1$ d beträgt die Rauschamplitude etwa $3.4 nT$.

Es wird vermutet, daß generell das Rauschniveau des Auster-Magnetometers unterhalb desjenigen des Fluxgates liegt. Ein ähnlicher Test mit zwei Auster-Magnetometern müßte dazu den Beweis erbringen und wäre deshalb wünschenswert.

References

- Richards, M., Schmucker, U., Steveling, E., und Watermann, J. (1981). Erdmagnetische und magnetotellurische Sondierungen im Gebiet des mitteleuropäischen Riftsystems. Technical report, BMFT-FB-T.
- Schmucker, U. (1978). Auswertungsverfahren Göttingen. In Haak, V. und Homilius, J., Hrsgb., *Kolloquium Elektromagnetische Tiefenforschung Neustadt/Weinstraße*, Seiten 163–188.