

Dipl.-Geophys. S. GREINWALD, München

"Aufzeichnung von Variationen des erdelektrischen und erdmagnetischen Feldes auf Magnetband"

Donnerstag, den 6. 3. 1969

Ich möchte hier kurz über die Geräte zur Messung des erdelektrischen und erdmagnetischen Feldes am Institut für Angewandte Geophysik, München, berichten. An diesem Institut werden seit mehreren Jahren die Variationen des erdelektrischen Feldes auf Papierfilm registriert. Zur Vereinfachung der Auswertung und zur Erweiterung des Frequenzbereichs nach kurzen Perioden hin, wurden neue Geräte zur Aufzeichnung auf Magnetband entwickelt. An der Basisstation werden auch die Schwankungen des erdmagnetischen Feldes mitregistriert, um der Auswertung neue, zusätzliche Möglichkeiten zu eröffnen. Den Aufbau der hierzu benutzten Geräte möchte ich im folgenden kurz schildern.

Der Elektrograph (siehe Abb. 1) zur Aufzeichnung der Schwankungen des erdelektrischen Feldes ist netzunabhängig. Zur Stromversorgung dient ein 12 Volt Akku. Die Leistungsaufnahme beträgt 1,5 Watt. Die Empfindlichkeit des Geräts läßt sich zwischen 25 μ V und 5 mV Vollausschlag kontinuierlich einstellen. Das Eigenrauschen liegt bei 2 μ V. Das Gerät mit den Abmessungen 45 cm x 30 cm x 26 cm ist aus drei getrennten Einschüben aufgebaut. Zwei dienen zur Registrierung des E-Feldes in zwei Komponenten, der dritte trägt die Zusatzelektronik zur Zeitmarkierung und zur automatischen Eichung.

Betrachten wir im folgenden das Blockschaltbild der Apparatur (Abb. 2). Hier sind die beiden Kreise zur Aufnahme der EW- und der NS-Spur genauer aufgezeichnet. Da die beiden Kanäle, wie auf dem Bild zu erkennen, gleich aufgebaut sind, kann ich mich bei der Beschreibung auf einen beschränken. Die Messung des E-Feldes erfolgt mit einer Auslage von 50 m. Die Spannungen werden über unpolarisierbare Kupfer-Kupfersulfat-

Elektroden in Stäbchenform (Länge 40 cm, Durchmesser 12 mm) abgegriffen und über Kabel dem Eingangskreis der Apparatur zugeführt. Diese Elektroden, die am unteren Ende mit einem Aluminiumoxydstopfen sehr geringer Porosität als Kontaktfläche mit dem Boden verschlossen sind, ermöglichen einen mehrere Monate langen Dauerbetrieb ohne Wartung. Im Eingangskreis des Geräts befindet sich eine Gleichstrom-Kompensation mit deren Hilfe konstante Spannungen, die im Boden oder an den Kontaktstellen mit den Elektroden durch elektrochemische Vorgänge entstehen, ausgeschaltet werden können. Die Eichvorrichtung, die auch die Veränderung der Amplituden durch Variation des Meßwiderstands erfaßt, liegt ebenfalls im Eingangskreis.

Nun gelangt das Signal an den Eingang des ersten Verstärkers. Dieser besitzt einen Eingangswiderstand von 500 K Ω und ist fest auf einen Verstärkungsfaktor von 200 eingestellt. Im Ausgang dieses Verstärkers liegt ein Bandpaßfilter. Der Tiefpaß dieses Filters schneidet den hochfrequenten Anteil des Spektrums oberhalb von einigen Hertz ab, da jener in erster Linie aus Einstreuungen der technischen Wechselströme besteht und so nur die Qualität der Registrierungen verringern würde. Das am Ausgang des Bandfilters anstehende Signal wird nun in einem zweiten Verstärker mit einstellbarer Verstärkung auf den zur Aussteuerung des Magnetbandgeräts notwendigen Wert von $\pm 1V$ gebracht, der über ein eingebautes Zeigerinstrument optisch kontrolliert werden kann. Als letzte Stufe vor dem Eingang des Magnetbandgeräts folgt nun ein Gleichstrom-Trenntransformator. Nur so ist es möglich, die beiden getrennten E-Feld-Kanäle, die andernfalls über die gemeinsame Masseleitung des Bandgeräts gekoppelt wären, galvanisch zu trennen. Anschließend werden die beiden Kanäle auf je eine Spur des Magnetbandes aufgezeichnet. In den beiden nächsten Bildern, Abb. 3 und 4, ist die Abhängigkeit der Amplitude und der Phase von der Periode aufgetragen, die durch den Bandpaßfilter verursacht wird.

Zwei weitere Spuren des Bandes werden zur Zeitmarkierung verwendet. Hierzu werden auf eine Spur die Zeitzeichen der Bulova-Uhr, nämlich Minuten und Stundenmarken aufgezeichnet.

Gleichzeitig dient diese Uhr dazu, alle vier Stunden die Eichur des Elektrographen und des Magnetographen selbsttätig auszulösen. Auf die zweite Spur werden die Sekunden-, Minuten- und Stundenimpulse des aus der Seismik bekannten Bonanomi-Zeitzeichenempfängers mitregistriert. Der Empfänger selbst befindet sich zur Abschirmung von Störungen, die von den Registriergeräten ausgehen, in einem Aluminiumkasten; die Antenneneinspeisung erfolgt über ein 50 Ohm Koaxialkabel.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, werden auch die Schwankungen des Magnetfeldes auf Band registriert. Die Messung des Magnetfeldes erfolgt in den beiden Horizontalkomponenten H und D mit Hilfe von Förstersonden. Bei den ersten Messungen wurden noch Einfachsonden verwandt; der konstante Anteil in der H-Komponente des Erdfeldes wurde durch einen Permanentmagneten kompensiert. In Zukunft soll ein Sondentripel Bs-xyz-4 eingesetzt werden, bei dem das konstante Erdfeld durch eine elektronische Kompensationseinrichtung ausgeschaltet wird. Dadurch können in beiden Komponenten die Oerstedt-Meter im gleichen Empfindlichkeitsbereich von $\pm 100\gamma$ arbeiten. Das von diesen Geräten ausgehende Signal gelangt nun zur Verstärkung und Filterung in ein weiteres Vorsatzgerät. Dieses Gerät (siehe Abb. 5) mit den Abmessungen 50 cm x 25 cm x 12 cm ist netzabhängig. Es besteht aus drei Einschüben, einem für die Stromversorgung, einem für die H- und einem für die D-Komponente. Ein vierter Einschub zur Registrierung der Z-Komponente ist vorgesehen. In Abb. 6 ist ein Blockschaltbild der Apparatur zu sehen. Von der Förstersonde gelangt das Signal über einen Gleichstrom-Trenntrafo zur galvanischen Trennung direkt auf einen Zweikanalschreiber. Hier werden die Variationen des Magnetfeldes in beiden Komponenten ohne jede Filterung mit einer Empfindlichkeit von $0,4\gamma/\text{mm}$ aufgezeichnet. Hierbei können noch Amplituden bis zu 100γ aufgezeichnet werden. Parallel zum Schreiber ist ein Bandpaß-Filter geschaltet. In ihm werden, um die Aufzeichnung von Pulsationen auf Magnetband zu ermöglichen, die längeren Perioden mit den großen Amplituden geschwächt. Die Bezugsfrequenz des Hochpaßfilters liegt bei 1200 sec, die des Tiefpasses bei ca. 5 sec. Das so verformte Signal wird nun in einem kon-

tinuierlich einstellbaren Verstärker soweit verstärkt, daß die Aufzeichnung auf Magnetband möglich ist. Zur Aussteuerungskontrolle dienen die auf Bild 5 erkennbaren Zeigerinstrumente. Die Eichung der Förstersonden erfolgt über das eingebaute Eichsystem, mit dem normalerweise der Vollausschlag der Oerstedt-Meter in den einzelnen Bereichen überprüft wird. Der Eichausschlag, der normalerweise 100γ beträgt, wird durch einen zusätzlichen, in festen Stufen einstellbaren Spannungsteiler auf Werte zwischen $0,5$ und 100γ erniedrigt. Die Eichung wird automatisch alle vier Stunden durch die Uhr ausgelöst. Bei den ersten Registrierungen wurde das Magnetband auf Vollausschlag $+4\gamma$ eingestellt; der Eichausschlag betrug 2γ . In den beiden nächsten Bildern (Abb. 7 und 8) sind die durch das Filter in der Magnetband-Registrierung verursachten Änderungen von Amplitude und Phase des Magnetfelds aufgetragen. Die hier auch im interessierenden Frequenzbereich vor allem in der Phase auftretenden Verschiebungen müssen bei der Auswertung nach einer Frequenzanalyse berücksichtigt werden.

Die Aufzeichnung all dieser Signale erfolgt in einem Bandgerät PI 5100 der Firma Precision Instruments (siehe Abb. 9). Es ist batteriebetrieben, die Leistungsaufnahme beträgt 7 Watt. Die Aufzeichnung erfolgt frequenzmoduliert, die Mittenfrequenz liegt bei $84,4$ Hertz. Es kann Spulen bis zu 2400 m Bandlänge aufnehmen und ermöglicht bei einer Aufnahmegeschwindigkeit von $15/160$ ips, also ca. 2 mm/sec, eine Registrierdauer bis zu 12 Tagen ohne Unterbrechung. Der Frequenzbereich des Bandgeräts reicht von 0 bis 17 Hertz, die Dynamik liegt bei 40 dB. Die Abspielung dieser Bänder erfolgt auf einer Abspielanlage PI 200 mit zwanzigfacher Geschwindigkeit auf einen Zweikanal-Schnellschreiber. In Zukunft sollen die Daten des Magnetbands jedoch zur Weiterverarbeitung über einen Analog-Digital-Wandler digitalisiert und in Lochstreifen gestanzt werden. Zur Auslösung der Digitalisierung werden hierbei die Sekundenmarken des Zeitzeichenempfängers verwendet, um eine gleichzeitige Digitalisierung verschiedener Spuren und gleichzeitig auf Bänder registrierter Messungen zu ermöglichen.

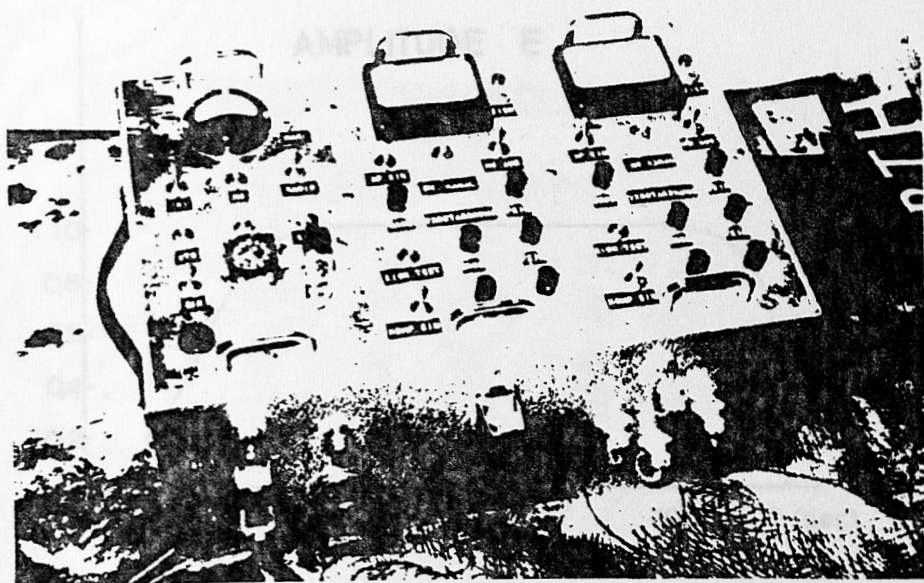


Abb. 1

PHASE 5
ELEKTROGRAPH

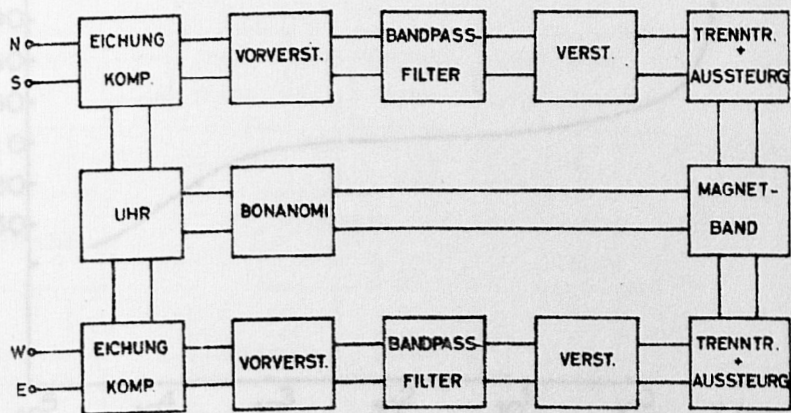


Abb. 2

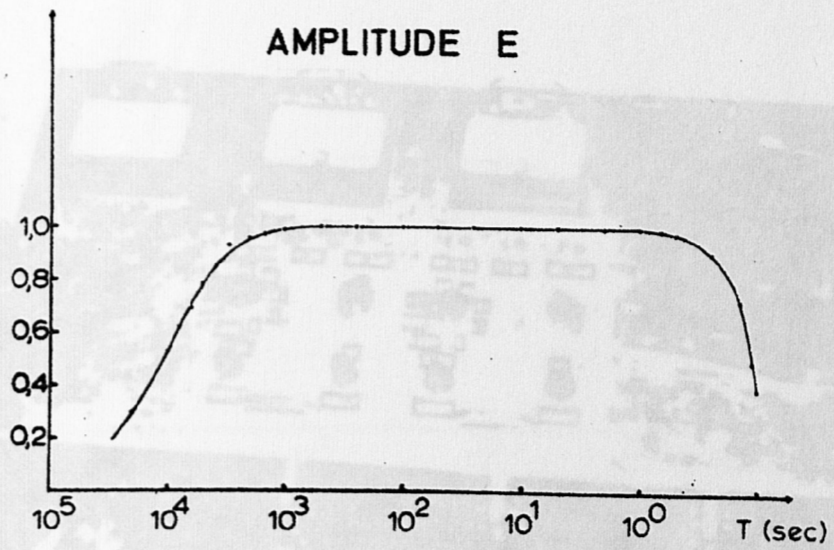


Abb. 3

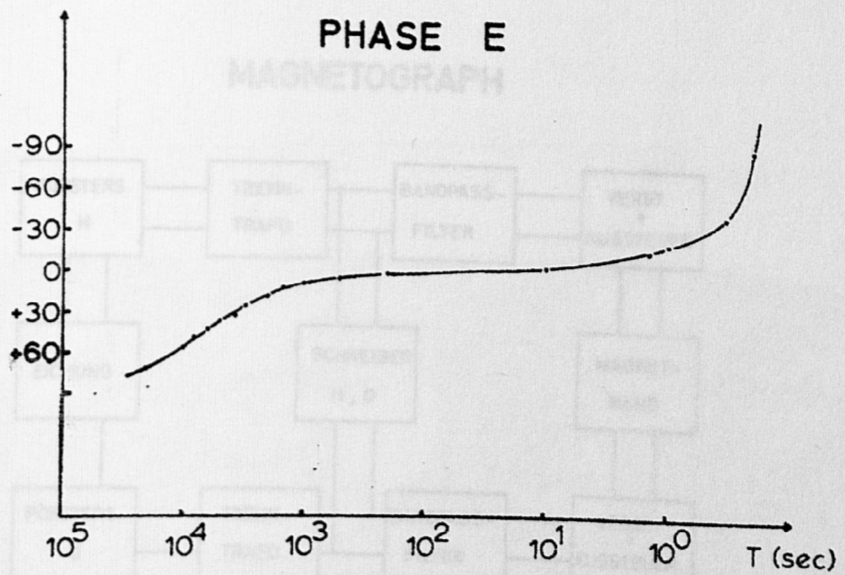


Abb. 4

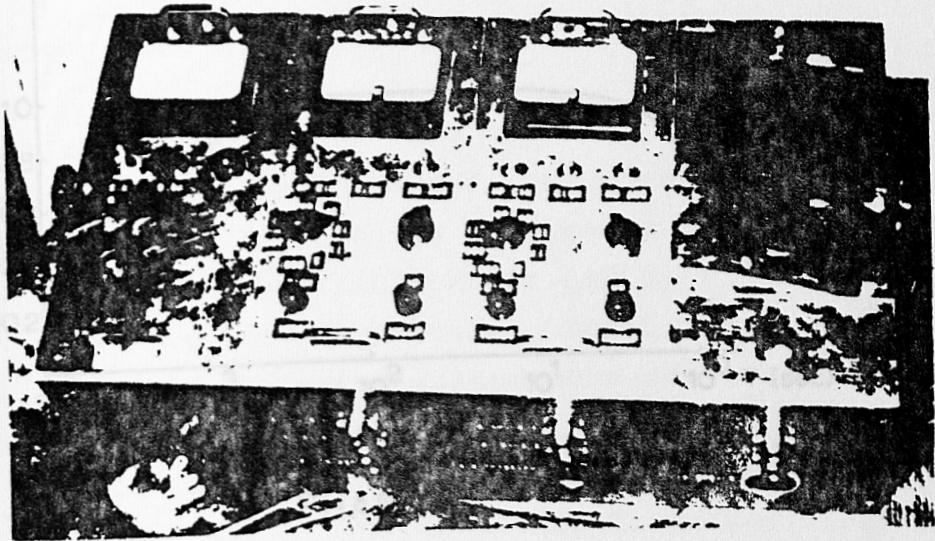


Abb. 5

MAGNETOGRAPH

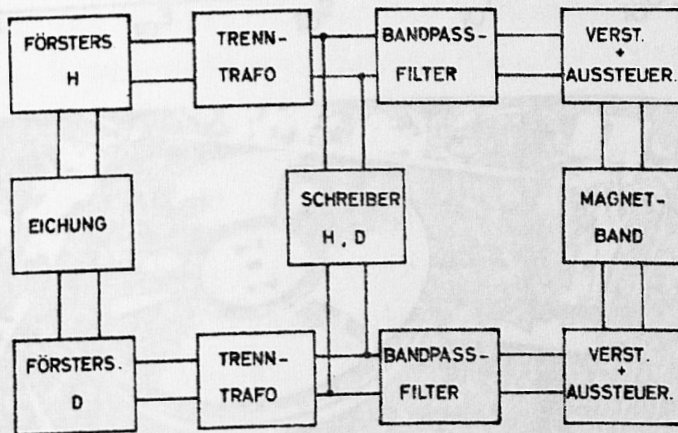


Abb. 6

cond.phys. M. PALANDT, Göttingen

"Tonbandregistrierungen geomagnetischer Pulsationen im Bereich der Göttinger ..."

Donnerstag, den 6. 3. 1969

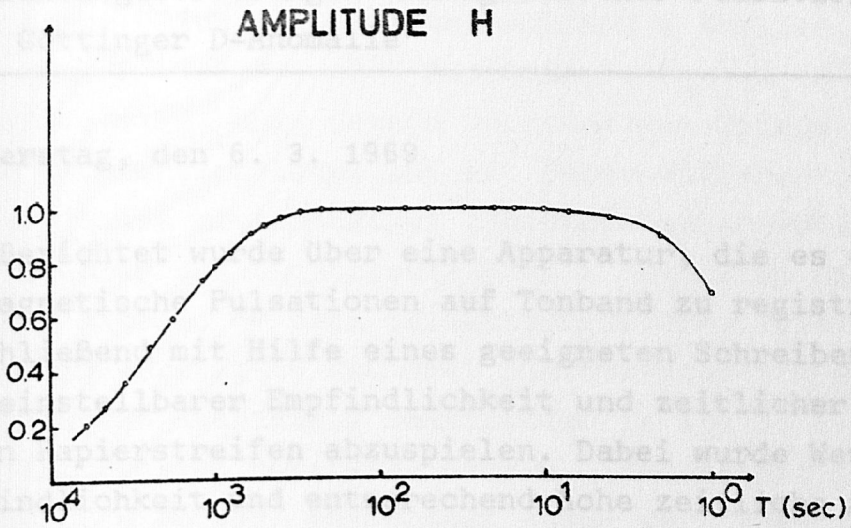


Abb. 7

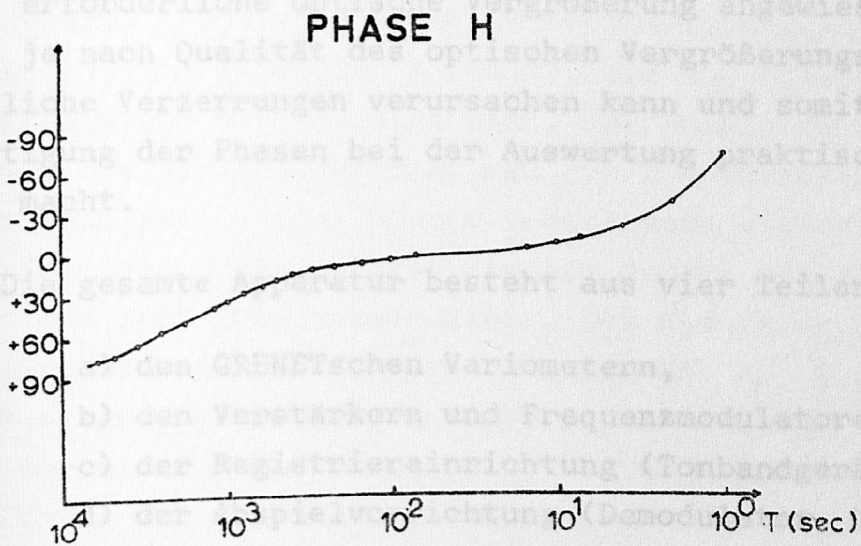


Abb. 8

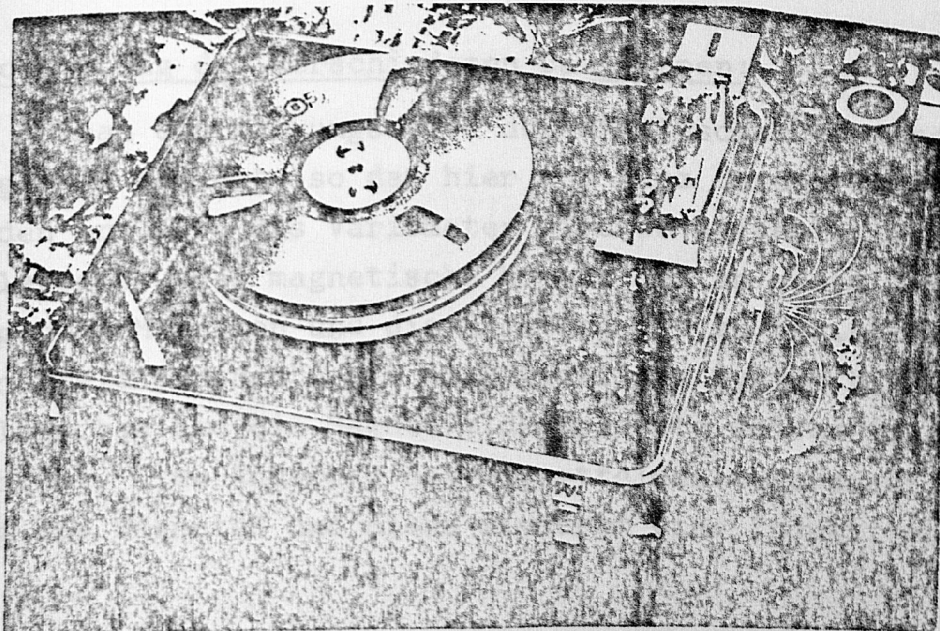


Abb. 9