

Dipl.-Phys. E. STEVELING, Göttingen

"Registrierung erdmagnetischer Pulsationen auf einem Nord-Süd
Profil zwischen Wingst und Bückeburg"

Dienstag, den 4. 3. 1969

Seit 1952 werden in Göttingen nach einem von GRENET angegebenen Prinzip Pulsationen registriert. Das gesamte Meßsystem, das aus vielen Einzelgeräten besteht, hat sich für Dauerregistrierungen in Observatorien sehr bewährt. Da es wünschenswert schien, auch im Rahmen der Tiefensondierung Pulsationen zu registrieren, wurde im Institut für Geophysik der Universität Göttingen aus dem bisherigen System eine mobile Wanderstation entwickelt.

Abb. 1 gibt einen Überblick über diese neue Anlage. Drei Variometer (H, D, Z) bilden die eigentlichen Meßwertaufnehmer, in denen die Schwankungen des erdmagnetischen Feldes induktiv in Spannungsschwankungen der Größenordnung μV umgesetzt werden. Diese sehr kleinen Spannungen werden im Fotoverstärker verstärkt und dann über Spiegelgalvanometer von einem Lichtschreiber auf Fotopapier aufgezeichnet. Der Schreiber faßt 50 m Papierfilm von 6 cm Breite. Durch Wechselräder ist der Vorschub einstellbar auf 3, 6, 12, 18 und 30 mm/min. Bei einem Standardvorschub von 6 mm/min reicht der Filmvorrat ca. 6 Tage lang. Die Filmkassetten können bei Tageslicht gewechselt werden.

Die Schaltuhr, eine einfache Federuhr, steuert mit ihren Minutenkontakten eine Digital-Uhr. Mit Hilfe ihrer vier elektromechanischen Zähldekaden zeigt die Digital-Uhr die Tageszeit in Stunden und Minuten an und erfüllt die folgenden drei Steuerungsaufgaben:

- 1) Jede Minute markiert ein Lichtblitz die Zeit auf dem Film. Zur vollen Stunde fällt der Lichtblitz aus.
- 2) Zu vorgewählten Tageszeiten kann die gesamte Apparatur automatisch ein- bzw. ausgeschaltet werden.
- 3) Zu einer vorgewählten Tageszeit läuft eine Eichung für die Dauer von 2 min an und ermöglicht so die tägliche Kontrolle der Skalenwerte bei einer Periode von ca. 20 sek.

Der auf die Helmholtzspulen der Variometer gegebene Eichstrom wird von einem vierten Spiegelgalvanometer in der Registrieranlage aufgezeichnet. Wenn nicht gerade geeicht wird, erfüllt dieses vierte Galvanometer zwei weitere Aufgaben. Es registriert die Temperatur der Thermostate im Fotoverstärker und außerdem die genaue Zeit.

Diese zusätzliche Zeitmarkierung erfolgt über den Zeitzeichenempfänger T75A, der auf den Schweizer Sender HBG abgestimmt ist. Gesendet werden Sekundenimpulse und jede Minute ein Doppelimpuls. Aufgabe des Minutenfilters ist es, lediglich diesen Doppelimpuls zur Registrierung weiterzuleiten.

Die gesamte Anlage wird von einem zentralen Batteriekasten mit Ni Cd-Zellen elektrisch versorgt. Die mittlere Leistungsaufnahme beträgt ca. 5 Watt. Die Batterien müssen wöchentlich nachgeladen werden.

Die Arbeitsweise des Fotoverstärkers soll mit Abb. 2 erläutert werden. Für jede Komponente ist ein derartiger Fotoverstärker erforderlich. Eines der Variometer ist direkt mit dem Verstärkergalvanometer verbunden. Das vom Spiegel des Galvanometers reflektierte Licht fällt auf die mattierten Katheten zweier Glasprismen. Von den verspiegelten Hypothenusen wird das Licht auf die seitlich aufgeklebten Fotowiderstände, die in den Zweigen einer Brückenschaltung liegen, reflektiert. Nullinstrument in der Brücke ist das Registrier-Galvanometer. Der Nullabgleich erfolgt grob durch einen Stufenschalter und fein durch ein Potentiometer. Mit einem weiteren Potentiometer kann der Verstärkungsgrad eingestellt werden. Ein Ausschlag des Verstärker-Galvanometers beleuchtet die Fotowiderstände unterschiedlich, verstimmt damit die Brücke und wird verstärkt vom Registrier-Galvanometer auf Film aufgezeichnet.

Im Göttinger Institut wurden drei der beschriebenen mobilen Pulsationsstationen gebaut und erstmals von Oktober 1968 bis Februar 1969 längs eines Nord-Süd Profils im Bereich der Norddeutschen Leitfähigkeitsanomalie eingesetzt. Außerdem lief während der gesamten Meßperiode an der Basisstation Mahlentorf eine Pulsationsstation alten Typs (Observatoriumsausführung).

Zusätzlich standen drei Askania-Variographen zur Verfügung, so daß in einem breiten Frequenzspektrum registriert werden konnte.

Die beiden ersten Registrierbeispiele (Abb. 3 und 4) geben nachgezeichnete Registrierungen dieser Variographen wieder. Neben den Effekten ist das untersuchte Profil skizziert. Die Stationen, an denen gleichzeitig registriert wurde und von denen die gezeigten Beispiele stammen, sind durch schwarze Punkte markiert. Am nördlichen Profilende liegt das Observatorium Wingst (Wn), etwa 100 km südöstlich von Minden die Station Göttingen (Gt). Die übrigen Stationen mit ihren Abkürzungen sind: Heinschenwalde (Hwd), Hepstedt (Hep), Wittkoppenberg (Wkb), Mahlenstorf (Mah), Leese (Lse), Rusbend (Rus). Die Profillänge beträgt 157 km, der durchschnittliche Stationsabstand 26 km. Zu beachten sind die rechts neben den Registrierungen angegebenen unterschiedlichen Empfindlichkeiten. Die Zahlen daneben sollen eine Abschätzung der Amplituden längs des Profils erleichtern. Sie geben die auf Mah normierten Doppelamplituden wieder.

Beide Beispiele (Abb. 3 vom nördlichen und Abb. 4 vom südlichen Profilende) zeigen das bekannte Bild der Norddeutschen Leitfähigkeitsanomalie. Auf der Höhe von Bremen verschwinden die Z-Variationen. Von dieser Stelle an nehmen die Z-Amplituden nach Norden und Süden ziemlich stetig zu, wobei - abgesehen von gewissen Phasenverschiebungen - ΔZ im Norden parallel und im Süden antiparallel zu ΔH verläuft. Die Amplitudenunterschiede in den Horizontalkomponenten betragen längs des Profils ca. 30%.

Ein viel differenzierteres Bild bieten die Pulsationsregistrierungen. Die Abb. 5 und 6 geben die Verhältnisse am nördlichen Profilende wieder, und zwar einmal für einen pt mit $\Delta H \gg \Delta D$ (Abb. 5), und dann für einen pt mit $\Delta H \ll \Delta D$ (Abb. 6). Sieht man einmal von der Größe der Doppelamplituden ab, so sind die Unterschiede der Horizontalkomponenten längs des Profils wieder nicht sehr bedeutsam. Im Gegensatz dazu ist der ΔZ -Verlauf längs des Profils bemerkenswert unregelmäßig, besonders wenn man die beiden Abbildungen untereinander vergleicht.

Fast von Station zu Station sind Phasenverschiebungen erkennbar, und laufen zwei ΔZ -Registrierungen an benachbarten Stationen einmal parallel, wie in Wkb und Mah in Abb. 5, so ist das an den gleichen Stationen in Abb. 6 nicht mehr der Fall. Hier zeigt sich deutlich, daß ein einfacher Amplitudenvergleich ohne Berücksichtigung des induzierenden Feldes zumindest bei den Pulsationen nur ein sehr grobes erstes Auswerteverfahren sein kann. Auffallend sind weiter die im Vergleich zu Göttingen kleinen ΔZ -Amplituden in Norddeutschland.

Ähnlich unübersichtlich sind die Verhältnisse am südlichen Profilende, die an Abb. 7 erläutert werden sollen. Wieder gibt es in ΔZ deutliche Phasenverschiebungen längs des Profils. Auffallend ist hier jedoch der deutlich antiparallele Verlauf der Registrierungen in Mah und Lse, der auch in nahezu allen anderen Registrierungen dieser Stationen beobachtet werden kann. Es handelt sich hier um den längs des Profils am besten gesicherten 180° -Phasensprung in den Pulsationsregistrierungen. Außerdem treten in Lse die größten ΔZ -Amplituden auf.

Obwohl bisher nur je 4 Bay's und pt's ausgewertet wurden und trotz der oben erwähnten Bedenken bezüglich eines Amplitudenvergleichs soll in Abb. 8 der Verlauf der auf Mah normierten Amplituden längs des Profils als vorläufiges Ergebnis angegeben werden. Den normierten ΔZ -Werten wurde ein positives Vorzeichen bei parallelem, negatives Vorzeichen bei antiparallelem Verlauf von ΔZ und ΔH zugeordnet. Insofern weicht bei den Variationen die Vorzeichenwahl von der neben den Registrierbeispielen angegebenen Normierung ab. Der relativ glatte Verlauf scheint die Methode für die Variationen zu rechtfertigen. Die Änderungen betragen in den Horizontalkomponenten längs des Profils ca. 30%. ΔH hat ein Maximum in Wkb, ΔD ein Maximum in Hep und ein Minimum in Lse. In ΔZ kommt der Nulldurchgang zwischen Hep und Wkb sehr deutlich heraus. Die Verbindungen von Rus nach Gt sind punktiert worden. Daß auf diesem 100 km langen Verbindungsstück kein derartig glatter Verlauf angenommen werden kann, haben Untersuchungen von WINTER (1966) gezeigt.

Die Horizontalkomponenten der Pulsationen sind im Norden größer als im Süden. Ein relativ steiler Abfall erfolgt zwischen den Stationen Wkb und Mah. Eindrucksvoller ist der Verlauf in ΔZ . Beim Vergleich wurden nur pt's mit $\Delta H \gg \Delta D$ berücksichtigt. In Wn, Hwd, Hep sind die Amplituden sehr klein. Dann folgte ein steiler Anstieg nach Wkb und Mah, zwischen Mah und Lse liegt der deutliche 180° -Phasensprung, und die Stationen Lse und Rus zeigen wieder große ΔZ -Amplituden. Über diese mehr qualitativen Aussagen sollte man in diesem Anfangsstadium der Auswertung nicht hinausgehen.

Es ist geplant, das südliche Profilende im Frühjahr 1969 mit den Pulsationsstationen enger zu vermessen. Eine anschließende detailliertere Auswertung sollte dann versuchen, die Variations- und Pulsationsregistrierungen durch das Modell einer einzigen Anomalie zu deuten. Es ist immerhin bemerkenswert, daß sich der ΔZ -Verlauf der Variationen längs des Profils im Prinzip nicht von dem der Pulsationen unterscheidet, denn in beiden Periodenbereichen läuft ΔZ im Norden parallel und im Süden antiparallel zu ΔH . Lediglich der Nulldurchgang liegt für Pulsationen ca. 50 km weiter südlich als der für Variationen.

Literatur:

WINTER, R.: Registrierung und Auswertung erdmagnetischer Variationen zur Untersuchung der Göttinger Leitfähigkeitsanomalie. Diplomarbeit, Math.-Nat. Fakultät, Göttingen 1966.

Abb. 21: Schema der Fotoverstärkung

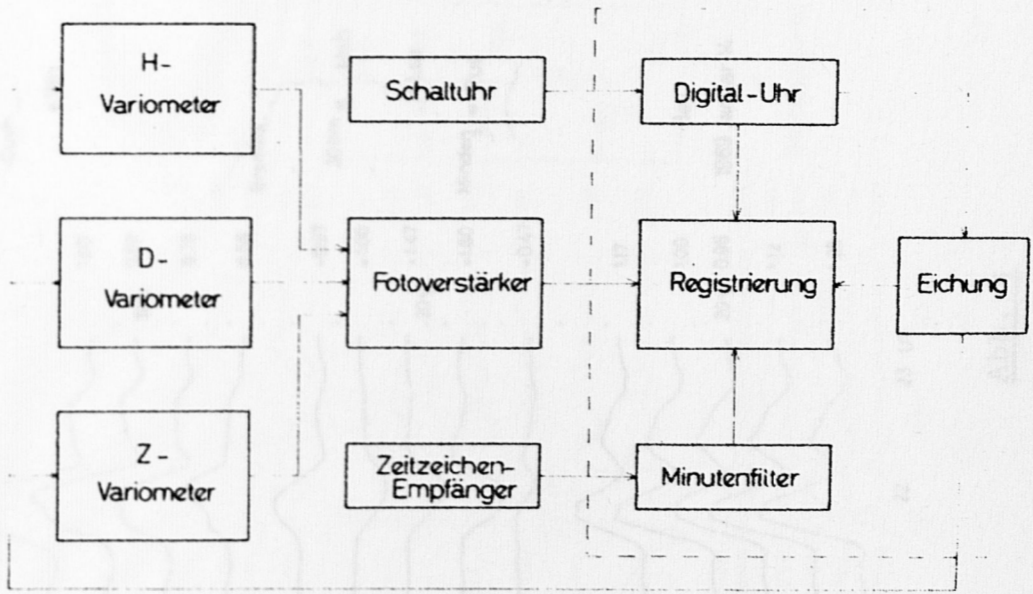


Abb. 1: Blockschaltbild der Pulsationsregistrierung

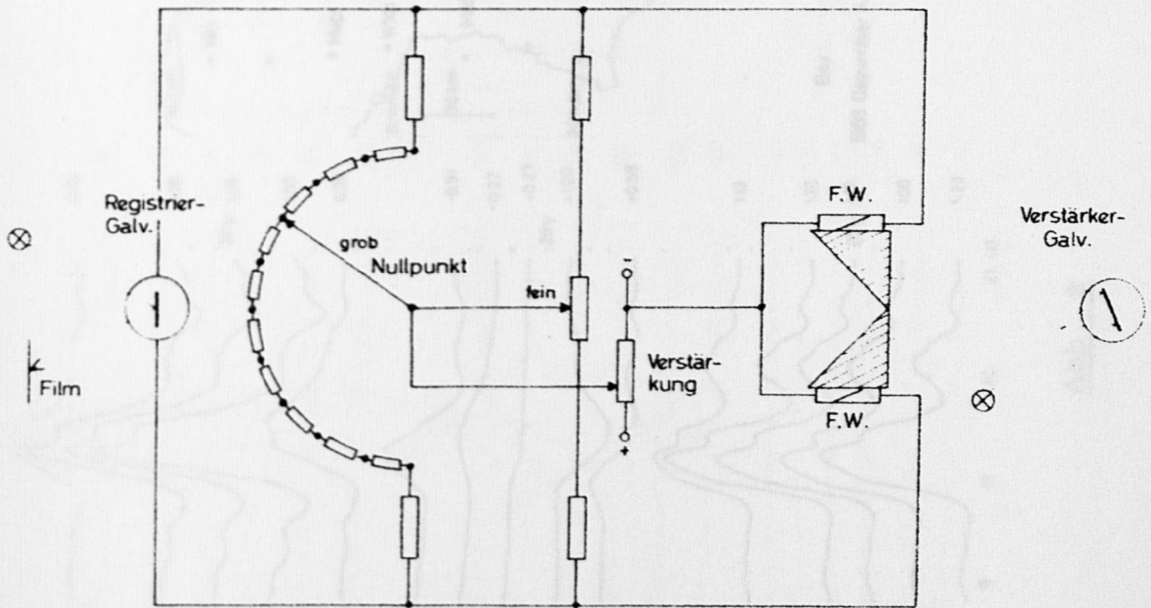


Abb. 2: Schema der Fotoverstärkung

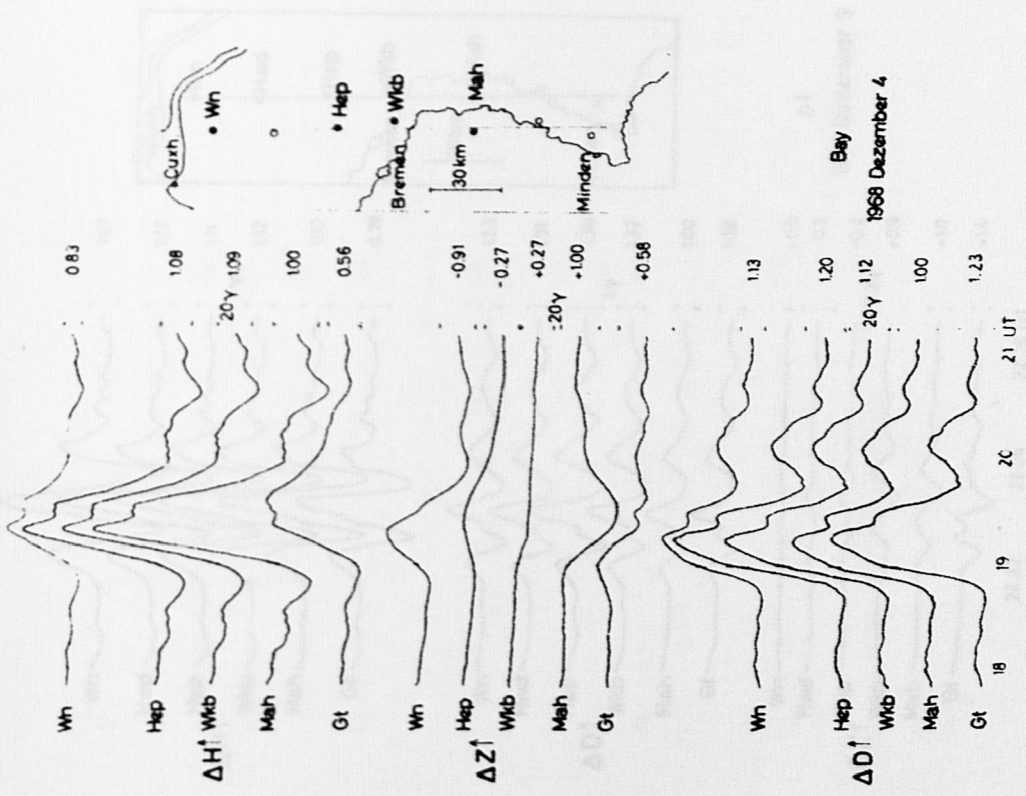


Abb. 3

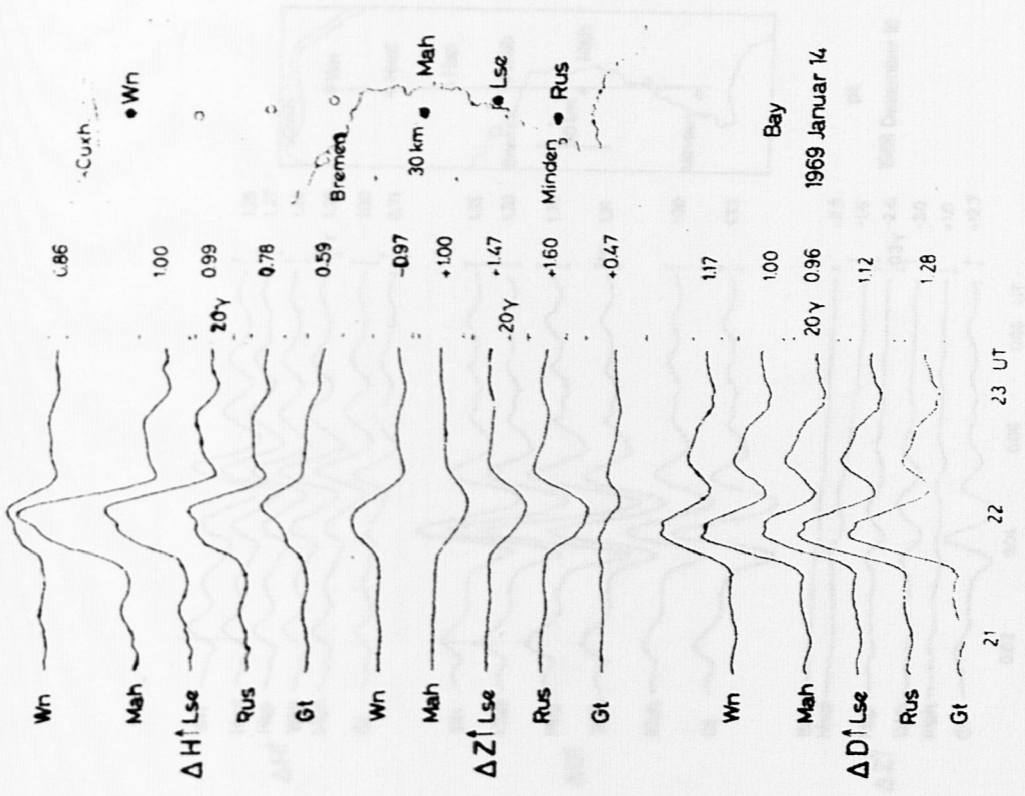


Abb. 4

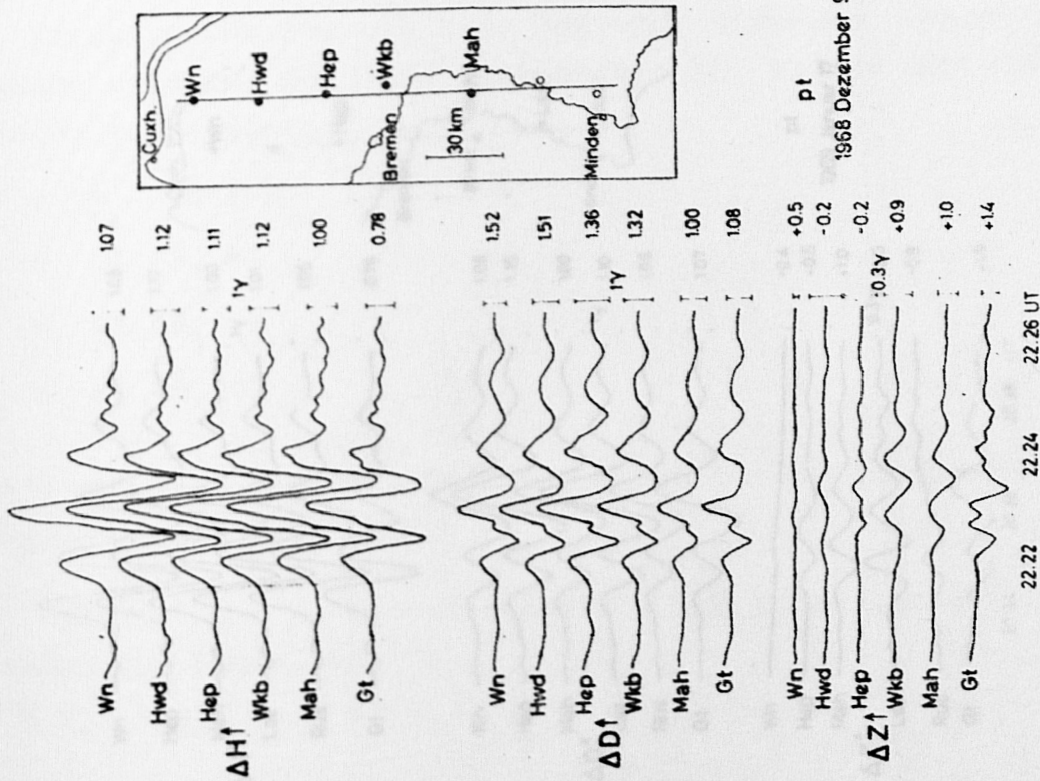


Abb. 5

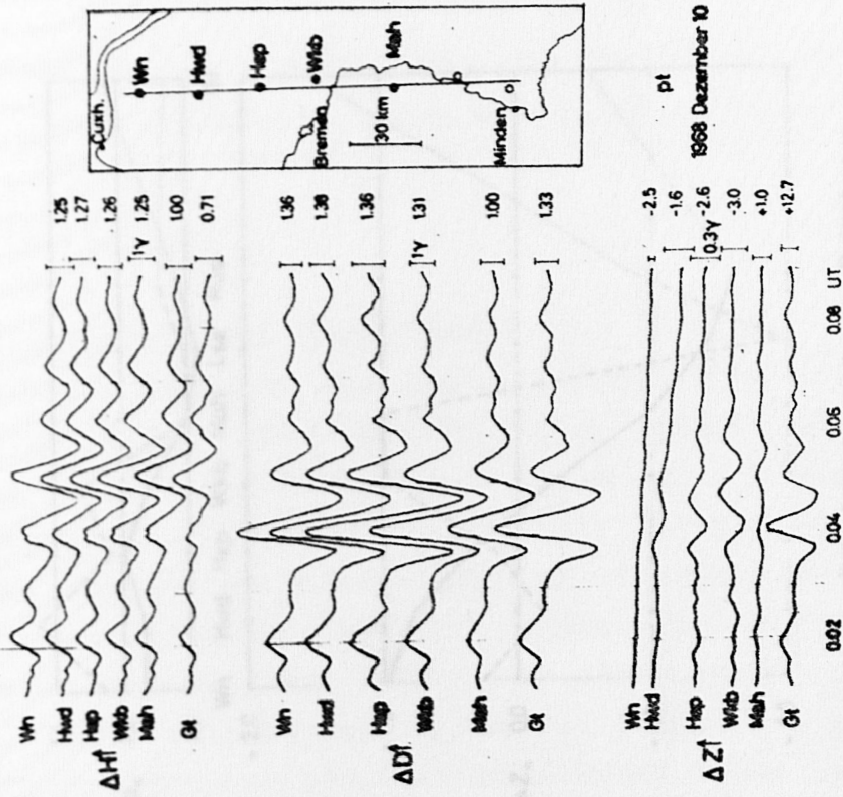


Abb. 6

Dipl.-Phys. R. WÜLTER, Cottbus

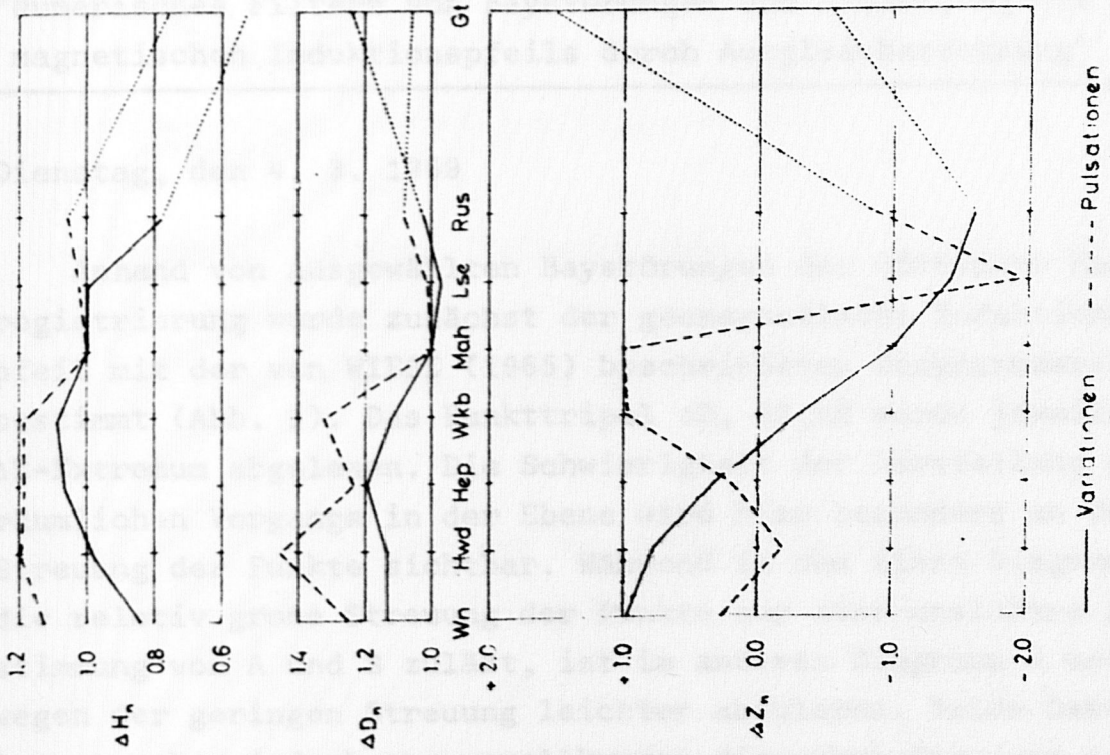


Abb. 8

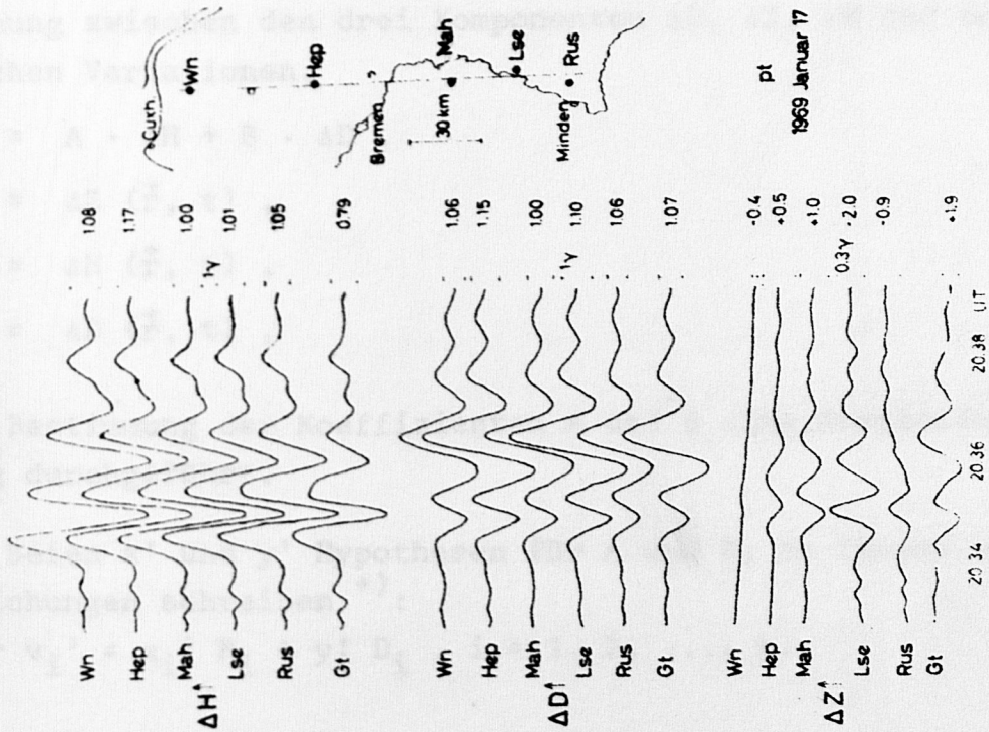


Abb. 7