

M. BEBLO

Die neuen Magnetometer des Observatoriums Fürstenfeldbruck

Viele Jahre wurde am Observatorium Fürstenfeldbruck vergebens versucht, mit Förstersonden die zeitlichen Variationen des Erdmagnetfeldes in der international üblichen Observatoriumsqualität permanent vektoriell zu beobachten. Mit Hilfe der Förstersonden sollten digitale Minuten- und Stundenwerte nach IAGA-Empfehlungen gewonnen werden.

Dieses Ziel wurde vor allem aus folgenden Gründen nicht erreicht:
Ungenügende Langzeitkonstanz der Sonderelektronik, häufige Nullpunktssprünge, starke Temperaturabhängigkeit von Sonden und Elektronik, unzureichende Stabilität der elektronischen Erdfeldkompensationseinrichtung.

Im Gegensatz dazu besitzen die klassischen Magnetometer "frei schwingender Magnet am Faden" hervorragende Langzeitkonstanz und Stabilität. Ihr Nachteil ist jedoch die übliche photographische Registrierung, welche die Bearbeitung der Daten durch nachträgliche Hand-Digitalisierung sehr stark behindert. Vielfach wurde bereits in der Vergangenheit versucht, mit optoelektronischen Schaltungen die photographische Registrierung durch eine elektrische zu ersetzen, was jedoch nahezu immer am der unzulänglichen Elektronik scheiterte. Heutzutage sind jedoch hochwertige elektronische Bauteile billig erhältlich, sodaß ein erneuter Versuch nicht aussichtslos erschien.

Als Meßsensoren wurden vorhandene Horizontalmagnetometer klassischer Bauart für H und D, sowie eine Schneidenwaage zur Registrierung der Vertikalkomponente Z benutzt (Wienert, 1965).

Das D-Variometer ist konventionell, der Faden nicht tordiert.

Das H-Variometer ist mit vier Kompensationsmagneten nach Freiberg und Kertz (1960) ausgerüstet. Nach der Idee von Fanselau (1953) wurde das Kompensationssystem so gedreht, daß die Resultierende aus Kompensationssystem und Erdfeld die Größe von H hat und genau Ost-West liegt. Der Aufhängefaden ist dadurch also auch beim H-Variometer torsionslos.

Als Z-Variometer wird eine Schneidenwaage (Godhavn-Waage nach La Cour (1930)) eingesetzt.

Die Variometer wurden jeweils ergänzt mit einer Opto-Elektronik und Helmholtz-Kompensationsspulen.

Die neu gebaute Elektronik (Goder, 1984) wirkt als PD-Regler, sodaß, zur Vermeidung der Anregung der Systeme in der Eigenfrequenz, zusätzliche Dämpfungssysteme eingebaut werden mußten.

Prinzipieller Aufbau (siehe hierzu Abb. 1 und Abb. 2):

Über einen Spiegel am Magnetsystem wird ein Lichtstrahl auf eine Doppelphotodiode (Siemens BPX 48, Spaltbreite 9/100 mm) projiziert. Der abgebildete Lichtstrahl ist etwas breiter als der Spalt, so daß er beide lichtempfindlichen Flächen gleichmäßig beleuchtet. Dadurch ist der Photostrom aus beiden Hälften gleich, der Spannungsausgang eines nachgeschalteten Differenzverstärkers gleich Null.

Bei einer Änderung des Erdmagnetfeldes wird der Lichtzeiger etwas weiter auf eine lichtempfindliche Seite der Diode ausgelenkt, hier wird ein stärkerer Photostrom als auf der anderen Seite erzeugt, der Spannungsausgang des Differenzverstärkers ist ungleich Null. Über einen nachgeschalteten Regelkreis werden Kompensationsspulen derart angesteuert, daß ein zur Auslenkung des Magneten proportionaler Strom solch ein magnetisches Gegenfeld aufbaut, daß der Meßmagnet auf den Nullpunkt zurückgezogen wird. Der Meßmagnet wird also durch die Kompensationsspulen immer in der Ruhelage gehalten. Die eigentliche Schwierigkeit liegt nur darin, dieses permanent schwingende träge System mechanisch und elektronisch so zu bedämpfen, daß einerseits keine Anregung in der Eigenfrequenz erfolgt, andererseits das Übertragungsspektrum möglichst groß ist.

Registriert wird der den zeitlichen Schwankungen des Magnetfeldes proportionale Kompensationsstrom.

In Fürstfeldbruck werden mit diesen Systemen derzeit gleichzeitig sehr lange Perioden und Pulsationen bis 1 Hz (pcl) registriert.

Abbildung 3 zeigt als Beispiel die Übertragungscharakteristik des H-Systems. Da die Eigenfrequenz der Systeme nahe bei 1 Hz liegt muß für die Pulsationen hier ein sehr scharfes Tiefpassfilter angelegt werden.

Derzeitig werden folgende Periodenbereiche beobachtet:

Variationen $\infty > T > 3 \text{ min}$ kein HP TP 40 dB/Dekade

Pulsationen $300 > T > 1 \text{ sec}$ HP 20 dB/Dekade TP 140 dB/Dekade

Die Qualität eines Magnetometers speziell für lange Perioden zeigt sich in seiner Langzeitkonstanz, d.h. Basis Konstanz.

Abbildung 4 zeigt dies für die bisher vorliegenden Messungen im Jahr 1984. Verglichen werden die Basiswerte des neuen Systemes "Lehner-System" mit dem Hauptsystem des Observatoriums, dem "Schulze-System". Die Basis Konstanz des neuen Systems ist absolut vergleichbar zu der des Hauptsystemes, sieht man von gewissen Störungen ab, welche durch die derzeit noch laufende Testphase bedingt sind, ab. Die starke Temperaturabhängigkeit der Magnetometer (H, Z) kann durch "magnetische" Temperaturkompensation mit magnetischen Materialien wie z.B. Thermopen, Thermaloy (umgekehrter TK wie die Magneten) deutlich verringert werden. Versuche hierzu werden momentan durchgeführt.

Das neue System ist an die Rechenanlage des Observatoriums angeschlossen. Derzeit werden bereits digitale Minuten- und Stundenwerte erzeugt.

Das hier kurz beschriebene neue Magnetometersystem ist ohne sehr großen Aufwand erweiterbar zu einer Geländeapparatur für die Magnetotellurik und Erdmagnetische Tiefensondierung. Derzeit wird ein erster Gelände-Prototyp gebaut.

Literatur:

- La Cour, D.: La Balance de Godhavn. Danske Meteorologiske Institut, Communications Magnetiques, etc., Publication No. 8, Copenhagen, 1930.
- Fanslau, G.: Über das magnetisch kompensierte Horizontalintensitätsvariometer. Ann. d. Hydr. 17, S. 73-75, 1953.
- Freiberg, Ch., Kertz, W.: Anordnung von Stabmagneten zur Erzeugung homogener Feldbereiche. Ztschr. f. Geophys. 26, S. 227-235, 1960.
- Goder, M.: Bau und Einsatz einer opto-elektronischen Meßanlage zur Registrierung der Variationen des Erdmagnetfeldes in drei Komponenten am Geophysikalischen Observatorium Fürstenfeldbruck. Diplomarbeit, Inst. f. Allgem. u. Angew. Geophysik, Univ. München, 1984.
- Wienert, K.: Ergebnisse der erdmagnetischen Beobachtungen im Jahre 1964. Geophysikalisches Observatorium Fürstenfeldbruck, Serie A, Nr. 7, 1965.

H - System ungefiltert

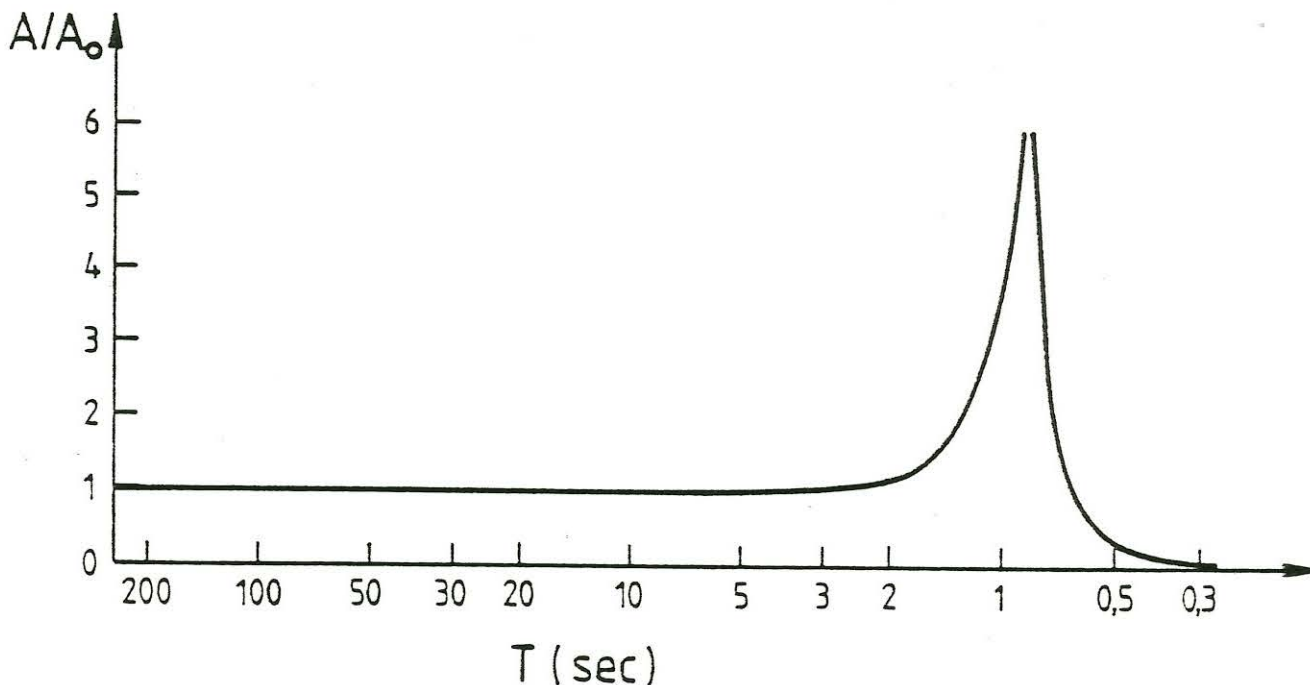
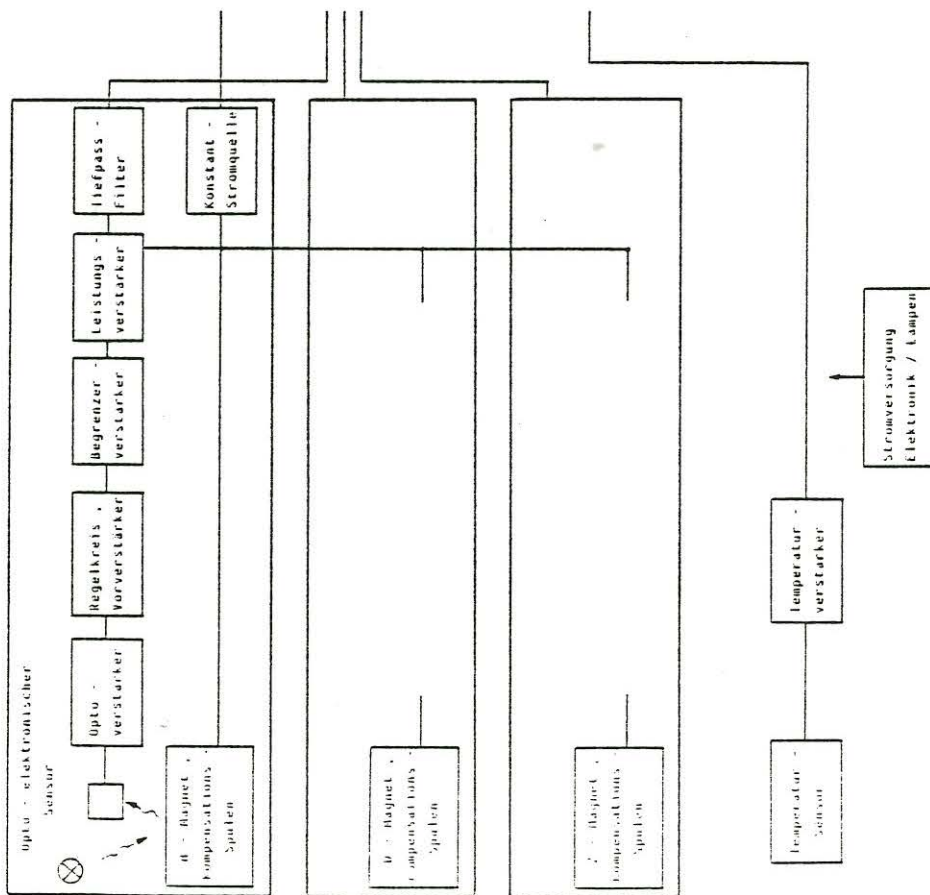


Abbildung 3

Aufbau der Opto - elektronischen Heilanlage zur Magnetfeldregistrierung

Heilhaus



200 m Leitung

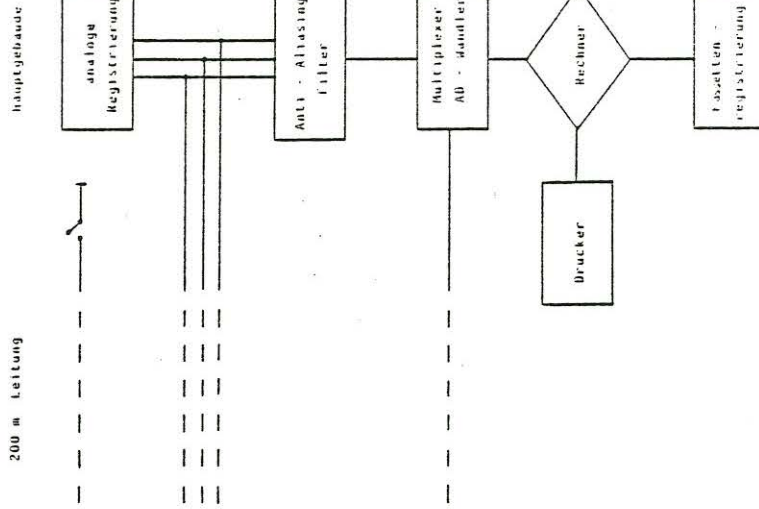
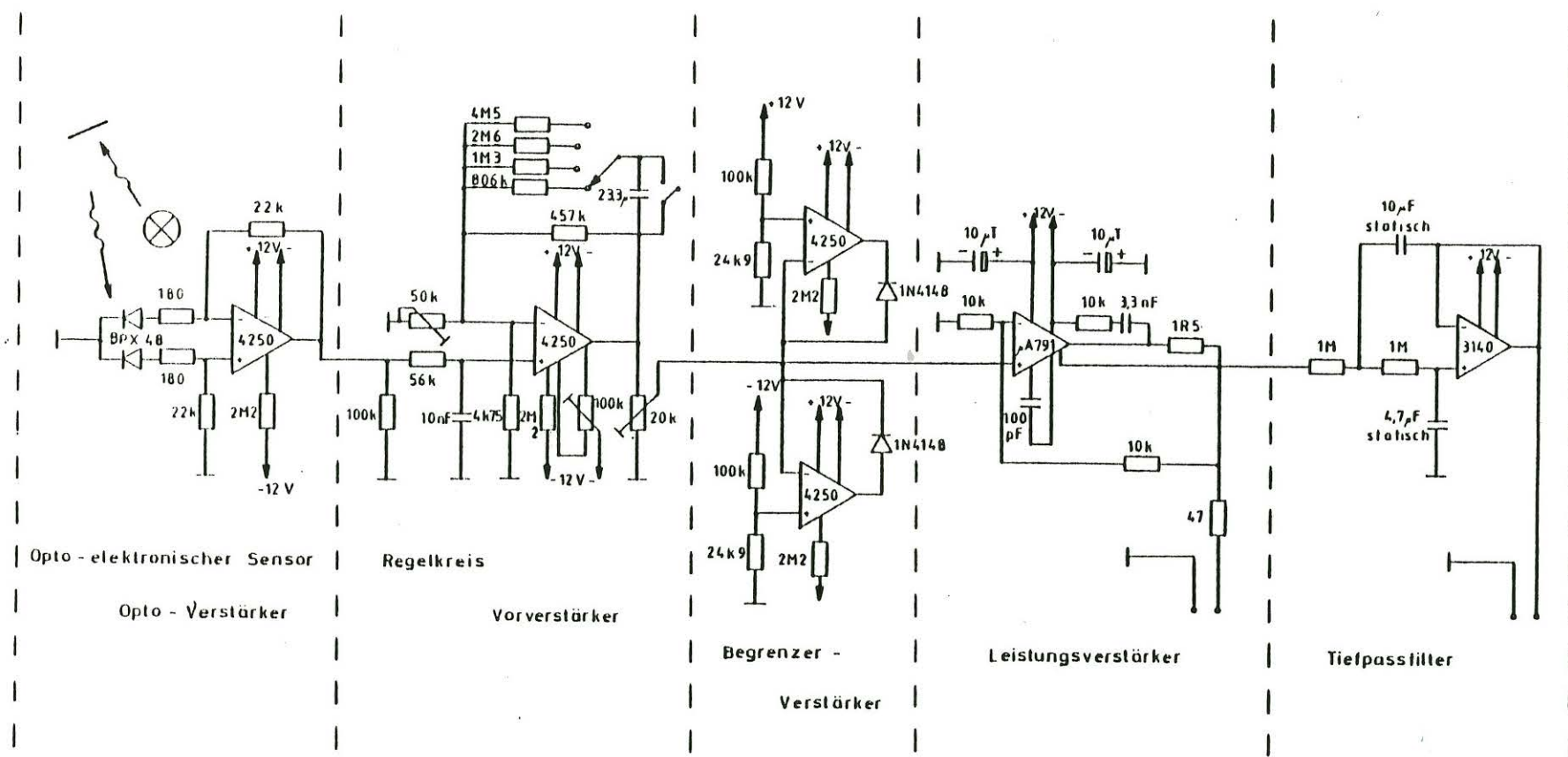


Abbildung 1



Opto - elektronischer Sensor
Opto - Verstärker

Regelkreis
Vorverstärker

Begrenzer - Verstärker

Leistungsverstärker

Tiefpassfilter

Abbildung 2

1984

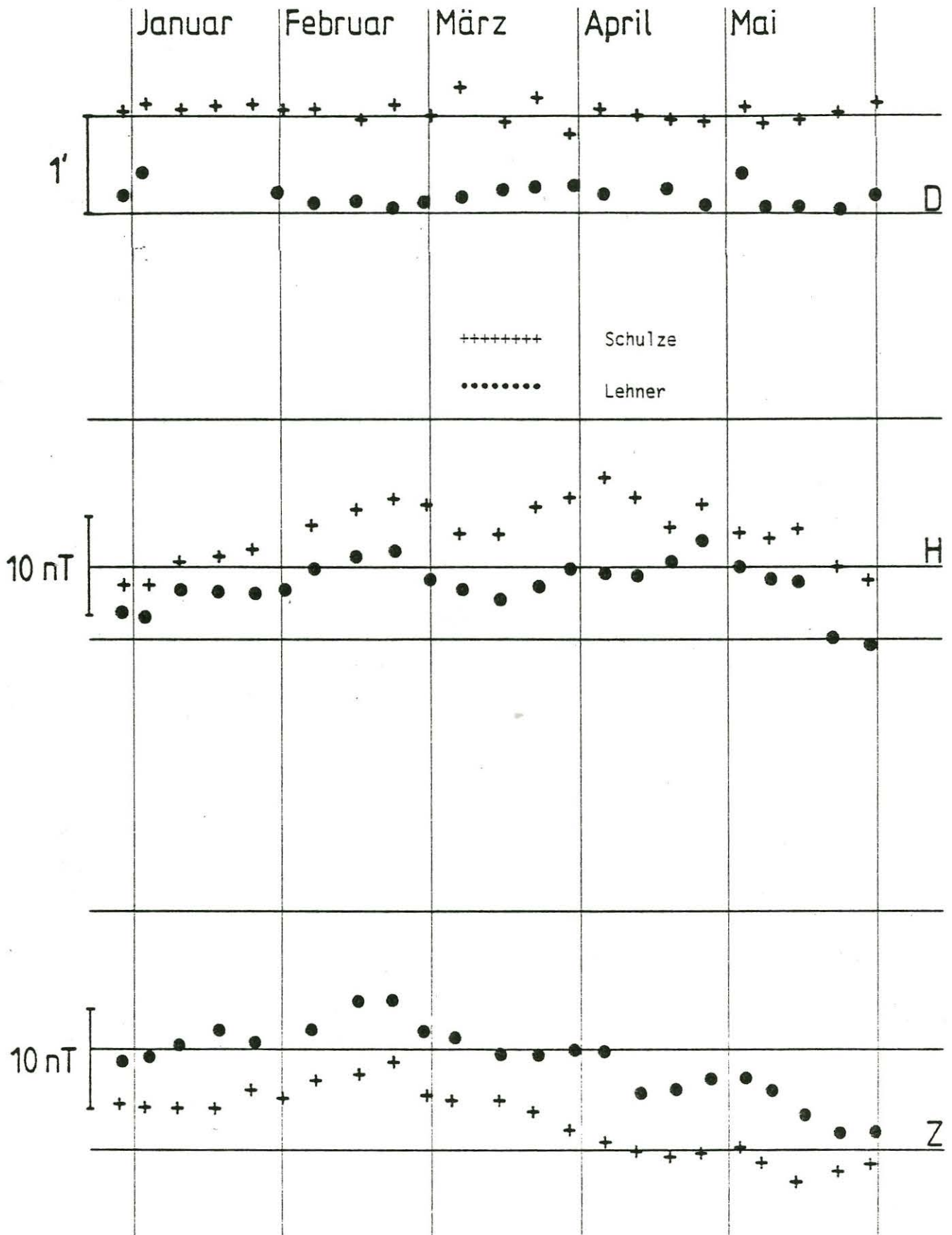


Abbildung 4