

Geophysik–Praktikum – Versuch „Messungen am Observatorium“

Gruppe 3

Christoph Moder, Silke Richter, Michael Wack

Datum: 30.06.2003

Einleitung

Im Rahmen eines Versuchs des geophysikalischen Praktikums besuchten wir das Observatorium in Fürstfeldbruck um dort die Richtung des Erdmagnetfeldes zu bestimmen. In Verbindung mit vom Observatorium aufgezeichneten Daten konnten wir alle Komponenten des Erdmagnetfeldes zum Zeitpunkt der Messung bestimmen.

Messverfahren

Zur Messung der magnetischen Elemente D und I verwendet man ein Fluxgatemagnetometer (Förstersonde), das auf dem Fernrohr eines unmagnetischen Theodoliten montiert ist, so dass die magnetische Achse des Sensors und die optische Achse des Theodolit–Fernrohrs nahe zusammen fallen.

Messung der magnetischen Nordrichtung

Bei horizontal gerichtetem Fernrohr wird der Theodolit durch Drehen um die Vertikalachse so eingestellt, dass das Ausgangssignal des Magnetometers Null ist. Die Theodolit–Achse steht dann in magnetisch Ost–West–Richtung; die Nordrichtung befindet sich senkrecht dazu.

Messung der Inklination

Das Fernrohr wird auf die vorher bestimmte Nord–Süd–Richtung eingestellt, um die Feldänderung bei Neigung um die Horizontalachse zu maximieren. Anschließend wird wieder die Position gesucht, in der das Magnetometer–Ausgangssignal Null ist; diese Richtung steht senkrecht auf der Richtung der Feldlinien (d.h. Richtung der Maximalintensität).

Beide Messungen werden mit dem Verfahren der Vierlagenmessung durchgeführt. Dadurch kompensiert sich der Orientierungsfehler der Förstersonde zum Theodolit–Fernrohr. Durch die Messung der Richtung senkrecht zu den Feldlinien lässt sich ein empfindlicheres Messinstrument, das einen kleineren Messbereich besitzt, verwenden, weil nur der Nullpunkt genau bestimmt werden muss.

Bestimmung des Azimut

Durch Anpeilen dreier topographischer Punkte mit bekannten Koordinaten lässt sich mit dem Verfahren des Rückwärtseinschneidens der eigene Standort und das Azimut bestimmen. Daraus folgt der Wert der Deklination.

Bestimmung aller magnetischen Elemente

Das Erdmagnetfeld lässt sich durch sieben Komponenten beschreiben, wobei drei unabhängige von ihnen genügen, um das Feld eindeutig anzugeben. Die Komponenten X, Y, Z geben den Feldvektor in kartesischen Koordinaten an (X : geogr. Nord, Y : geogr. Ost, Z : unten), F ist der Betrag der Maximalintensität, H dessen Horizontalkomponente (in Richtung magnetisch Nord), die Deklination D ist der Winkel zwischen X und H , und I der Winkel zwischen H und F . Aus D, I, F berechnen wir H, X, Y, Z .

Linien gleicher Deklination nennt man Isogonen, Linien gleicher Inklination Isoklinen, und Linien mit $H = \text{const}$ Isodynamen.

Auswertung der Messungen

A. Bestimmung von magnetisch Nord

In Neugrad ergaben sich folgende Messwerte

W↑	114,65
O↑	313,78
W↓	314,86
O↓	113,33
Mittelwert	214,15

In Altgrad entspricht dies: **192,74°**

B. Bestimmung der Inklination

N↑	47,80%
S↑	-48,70%
N↓	48,80%
S↓	-48,90%
Mittelwert	48,55%

Über den arctan erhält man eine Neigung von $25,90^\circ$ und daraus eine Inklination von $90^\circ - 25,90^\circ = \mathbf{64,10^\circ}$.

C. Berechnung der Koordinaten des Messpunktes

Zur Ermittlung der Koordinaten verwendeten wir das Verfahren von Cassini (Bronstein¹ 2000: Kapitel 3.2.2.3.2.2, S. 140).

Wir verwendeten folgende Ausgangskordinaten bzw. gemessene Winkel:

PT	Peilung Turmmitte [gon]	65,133
	Peilung Stein [gon]	5,170
	Peilung Zaun [gon]	320,665
x _B	Turm RW [m]	442347,428
y _B	Turm HW [m]	332949,827
x _C	Stein RW [m]	446131,170
y _C	Stein HW [m]	336429,120
x _A	Zaun RW [m]	446230,640
y _A	Zaun HW [m]	336424,210
δ ₁	Winkel (Stein, Zaun) [°]	76,055
δ ₂	Winkel (Stein, Turm) [°]	53,966

Daraus ergeben sich folgende Koeffizienten und zuletzt die Koordinaten des Messpunktes.

¹Bronstein, I. N. (2000), Taschenbuch der Mathematik, o.O.: Verlag Harri Deutsch

$$y_P = y_A + (x_C - x_A) \cot \delta_1 \quad x_P = x_A + (y_C - y_A) \cot \delta_1$$

$$y_Q = y_B + (x_B - x_C) \cot \delta_2 \quad x_Q = x_B + (y_B - y_C) \cot \delta_2$$

$$t_{PQ} = \frac{\Delta y_{PQ}}{\Delta x_{PQ}}$$

$$x_N = x_P + \frac{y_C - y_P + (x_C - x_P) \cot t_{PQ}}{\tan t_{PQ} + \cot t_{PQ}}$$

$$y_N = y_C - (x_N - x_C) \cot t_{PQ}$$

y_P	336453,820
x_P	446129,951
y_Q	330125,012
x_Q	439820,013
t_{PQ}	1,003
x_N	446145,646
y_N	336478,426

D. Bestimmung des Azimut (AZ')

Als Azimut zum Turm ergibt sich folgender Winkel:

$$AZ' = 270^\circ - \arctan \frac{y_B - y_N}{x_B - x_N} = 227,11^\circ$$

Azimutkorrektur: $MK \approx \Delta l \cdot \sin b = -0,75^\circ \cdot \sin 48,15^\circ = -0,56^\circ$

$$AZ = AZ' + MK = 226,55^\circ$$

E. Bestimmung der Deklination

$$D = mN - PT - (360^\circ - AZ) = 192,74^\circ - 0,9 \cdot 65,1325 \text{ gon} - (360^\circ - 226,55^\circ) = 0,67^\circ$$

mN : magnetisch Nord (Theodolit–Peilung)

PT : Peilung Turm

F. Bestimmung der Totalintensität

Für die Zeit von 11.34 bis 12.04 (UTM) ergibt sich für die Totalintensität ein Mittelwert von $F = 47893,47 \text{ nT}$.

G. Bestimmung aller 7 magnetischer Elemente

Es gilt:

$$Z = F \cdot \sin I, \quad H = \sqrt{F^2 - Z^2}, \quad Y = H \cdot \sin D, \quad X = \sqrt{H^2 - Y^2}$$

Und damit:

<i>Element</i>	<i>Wert</i>
D	0,67°
I	64,10°
F	47893,47 nT
Z	43082,94 nT
H	20919,95 nT
Y	244,63 nT
X	20918,52 nT

Diskussion

Die von uns gemessene Deklination (0,67°) weicht um 0,56° von dem vom Observatorium bestimmten Wert (1,23°) ab. Bei der Inklination beträgt unsere Abweichung $64,17^\circ - 64,10^\circ = 0,07^\circ$. Als mögliche Fehlerquellen kommen in Betracht: magnetische Gegenstände in der Nähe der Messsonde (Armbanduhren usw.), Störkörper im Untergrund, die das Feld lokal verändern, Fehler bei den Peilungen.