

# Voruch 51: Erdmagnetisches Feld

Name: Georg Dietrich

Datum: 11.07.02

Mitglider: René Kiki, Madus Rachel

Prüfungsgruppe: 454

Bekannt: Abgabe

## Aufgabenstellung:

- Bestimmung von:
- Horizontalkomponente  $H_h$  des Erdmagnet. Feldes nach Gauss
  - Vertikalkomponente des erdmagnetischen Feldes  $H_v$
  - magnetisches Moment  $m^*$  und Polarisation  $\delta$  eines Magneten

Vorbereitung: ① Bestimmung der Masse  $m$ , Radius  $R$ , Länge einer Seilwindung

② horizontale Aufhängung des Magn. an Seilen, Faden in N-S-Richtung

-> auslösen zu einer Dichteschwingung  $\alpha \approx 6^\circ$

-> Dauer von 3 T für 50 Schwingungen

③ bei Winkel ca 2 um vertikale Magneten den Justierballen mit Kompass einrichten -> zuerst: Ost-West -> 1. GHL  
-> Nord-Süd -> 2. GHL

- dann: Magnet vom Ost-West in Abstand  $x$  (Dauer  $y$ ) vom MP der Magneten zum MP (Kompassnadel) bringen  
-> Messen der Abstände  $x, y$  und Winkel  $\delta_1, \delta_2$

Gleichungen: 1. GHL:  $H_x^{(1)} = \frac{m^*}{2\pi\mu_0 x^3}$       2. GHL:  $\frac{m^*}{6\pi\mu_0 y^3} = H_x^{(2)}$

mit  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$

$$H_h = \sqrt{\frac{2\pi J_T}{\mu_0 \tan \delta_1 x^3 T^2}} = \sqrt{\frac{\pi J_T}{\mu_0 \tan \delta_2 y^3 T^2}}$$

mit  $J_T = m \left( \frac{L^2}{12} + \frac{R^2}{4} \right)$

$\tan \delta = \frac{H_v}{H_h}$

J... Messwert

Messwerte:

①  $m = 0,03092 \text{ kg}$   
 $L = 0,0561 \pm 0,001 \text{ m}$   
 $R = 0,0051 \pm 0,001 \text{ m}$        $\Rightarrow J_T \approx m \left( \frac{L^2}{12} + \frac{R^2}{4} \right)$

$\approx 8,31 \cdot 10^{-6} \text{ Jg m}^2 \text{ [...]}$

②  $T_{1,50} = 156,5 \text{ s}$

$T_{2,50} = 153,0 \text{ s}$

$T_{3,50} = 158,8 \text{ s}$

$\bar{T} = 155,1 \text{ s} \Rightarrow T_0 = \frac{\bar{T}}{50} = (3,10 \pm 0,01)$

⑤ 2 GHL:

V	$\delta_1^0$ für $x=0,1$ m		$\bar{\delta}_1^0$	$\delta_1^0$ für $x=0,45$ m		$\bar{\delta}_1^0$	$\delta_1^0$ für $x=0,6$ m		$\bar{\delta}_1^0$
1	38	36	37	11	11	11	9	7	8
2	42	34	38	12	11	11,5	5	7	6
3	39	34	36	11	13	12	6	5	5,5
4	40	35	37,5	10	12	11	4	6	5
5	40	34	37	11	10	10,5	6	6	6
6	39	35	36,5	12	11	11,5	4	5	4,5
7	39	35	37	10	12	11	4	7	5,5
8	40	34	37	10	12	11	4	8	6
9	40	35	37,5	11	12	11,5	6	6	6
10	39	34	36,5	10	12	11	5	5	5
			37			11,2			5,75

1. GHL:

V	$\delta_2^0$ für $y=0,3$ m		$\bar{\delta}_2^0$	$\delta_2^0$ für $y=0,45$ m		$\bar{\delta}_2^0$	$\delta_2^0$ für $y=0,6$ m		$\bar{\delta}_2^0$
1	18	22	20	6	6	6	3	3	3
2	16	24	20	6	7	6,5	2	3	2,5
3	19	19	19	6	6	6	3	4	3,5
4	17	19	18	6	7	6,5	2	4	3
5	18	19	18,5	7	6	6,5	3	3	3
6	20	18	19	7	7	7	4	4	4
7	18	19	19	6	5	5,5	3	3	3
8	19	20	19,5	7	7	7	4	3	3,5
9	19	20	19,5	8	6	7	3	2	2,5
10	19	20	19,5	6	6	6	2	3	2,5
			19,3			6,4			3,05

$\beta = 65^\circ$  ... Messung mit Inclinatorium Fehler  $\approx 10\%$  ✓

Rechnung:

- (1)  $\delta_{1,0,1} = (11,2 \pm 0,153)^\circ$       (4)  $\delta_{2,0,1} = (37 \pm 0,183)^\circ$   
 (2)  $\delta_{1,0,45} = (6,4 \pm 0,166)^\circ$       (5)  $\delta_{2,0,45} = (11,2 \pm 0,133)^\circ$   
 (3)  $\delta_{1,0,6} = (3,05 \pm 0,20)^\circ$       (6)  $\delta_{2,0,6} = (5,75 \pm 0,201)^\circ$  ✓

- zu (1)  $X = x^3 \tan \beta = (0,0025 \pm 0,0001) \text{ m}^3$       mit:  
 u (2)  $X = x^3 \tan \beta = (0,0102 \pm 0,0003) \text{ m}^3$        $\Delta X = \sqrt{(3x^2 \Delta x)^2 + (x^3 \frac{\Delta \beta}{\sin^2 \beta})^2}$   
 u (3)  $X = x^3 \tan \beta = (0,0115 \pm 0,0008) \text{ m}^3$   
 u (4)  $X = \frac{1}{2} (x^3 \tan \beta) = (0,0102 \pm 0,0004) \text{ m}^3$   
 u (5)  $X = \frac{1}{2} (x^3 \tan \beta) = (0,0090 \pm 0,0003) \text{ m}^3$   
 u (6)  $X = \frac{1}{2} (x^3 \tan \beta) = (0,0102 \pm 0,0006) \text{ m}^3$  ✓

	$\frac{\partial f}{\partial x}$	$=$	$\Delta x$	$(\pm) \Delta_{rel}$
$m$	$\frac{r^2 + v^2}{12 + 4}$	$0,0002688$	$10 \cdot 10^{-6}$	$2,688 \cdot 10^{-8}$
$v$	$\frac{m \cdot v}{2}$	$0,00007885$	$0,0001$	$7,885 \cdot 10^{-8}$
$l$	$\frac{m \cdot l}{6}$	$0,0002821$	$0,0001$	$2,821 \cdot 10^{-8}$
				$\Sigma: 3,95 \cdot 10^{-8}$ ✓

$$\Delta y = 3,95 \cdot 10^{-8} \text{ kg m}^2$$

$$\underline{I_G = (831 \pm 3,95) \cdot 10^{-8} \text{ kg m}^2} \quad \checkmark$$

$$\underline{\bar{X} = (0,0102 \pm 0,00045) \text{ m}^3} \quad \checkmark$$

$$H_n = \sqrt{\frac{I_G}{M_0}} \cdot T^{-1} \cdot y^{1/2} \cdot x^{-1/2} = 14,558 \frac{\text{A}}{\text{m}} \quad \checkmark$$

$$\left| \frac{\Delta H_n}{H_n} \right| = \left| \frac{\Delta T}{T} \right| + \left| \frac{1}{2} \frac{\Delta y}{y} \right| + \left| \frac{1}{2} \frac{\Delta x}{x} \right| = 7,8 \cdot 10^{-3} \approx \underline{0,78\%} \quad \checkmark$$

$$\Delta H_n = 0,1137 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$\underline{H_n = (14,558 \pm 0,114) \frac{\text{A}}{\text{m}}} \quad \checkmark$$

$$\tan \varphi = \frac{H_v}{H_n}$$

$$\rightarrow H_v = H_n \cdot \tan \varphi = 14,558 \frac{\text{A}}{\text{m}} \cdot \tan 65^\circ = \underline{31 \frac{\text{A}}{\text{m}}} \quad \checkmark$$

$\rightarrow \Delta_{rel}$

$$m^x = \frac{G \cdot r^2 \cdot I_G}{T_0^2 \cdot H_n} = \underline{2,36 \cdot 10^{-6} \text{ Vs m}} \quad \checkmark$$

$$y^x = \frac{m^x}{V} = \frac{m^x}{G \cdot r^2 \cdot l} = \underline{0,51 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}} \quad \checkmark$$

$$30. \quad H = \sqrt{H_n^2 + H_v^2} = \underline{34,263 \frac{\text{A}}{\text{m}}} \quad \checkmark$$

Diskussion: Für das Sedimentfeld ergeben sich ein Exp.  
folgende Werte

Horizontalkomponente:  $(16,558 \pm 0,114) \frac{\text{A}}{\text{m}}$  ✓

Vertikalkomponente:  $31 \frac{\text{A}}{\text{m}}$  ✓

Damit ergibt sich für das Gesamtfeld ein Wert  
von  $M: 34 \frac{\text{A}}{\text{m}}$  ✓

Für die Horizontalkomponente ergeben sich  
geringe Verbr. Verbrquellen für diese Richtung  
sind Eisengegenstände, wie Nägel, oder Rohr-  
leitungen, und die beschriebene Antennengruppe, welche  
ebenfalls Experimente mit Magneten durchgeführt.  
Die Vertikalkomponente könnte nur ungenau  
bestimmt werden, da das Magnetfeld Erdmagnetismus  
sein Verbr von rund 10% verursacht, welches  
durch einen eine ungenauere Gesamtfeldstärke  
bestimmt. ✓

11.07.02

