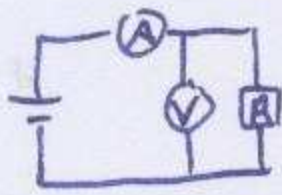


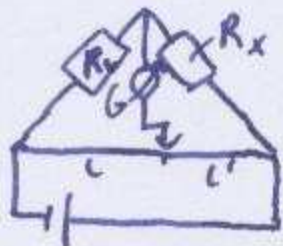
Versuch 5A vom 7.9.10:

Teil 1: Mithilfe von Strom- und Spannungsmessung von Eisen- und Konstantandraht bekannter Ausdehnung soll deren spez. Widerstand bestimmt werden.

Teil 2: Mithilfe einer Schleifdrahtbrücke soll der Temperaturkoeffizient des Widerstandes von Kupfer bestimmt werden.

Versuchsdurchführung:

Teil 1: Es wird die Länge einfach und der Durchmesser an 3 Stellen gemittelt von einem Eisen und einem Konstantandraht gemessen und nachfolgend eine bestimmte Stromstärke angelegt und die Spannung für je 5 Werte gemessen. Dabei gilt nebenstehende Schaltung. Die gemessenen Werte werden grafisch ausgewertet und aus dem der Steigung entnommenen Widerstand der spez. Widerstand errechnet.



Teil 2: Innerhalb einer Schleifdrahtbrückenschaltung wie nebenstehend wird für  $R_x$  ein in Öl badendes Kupferstück verwendet, das allmählich von Raumtemperatur auf etwa  $70^\circ\text{C}$  erhitzt wird. Dabei wird darauf geachtet, dass die Brücke abgeglichen bleibt. Dazu wird  $L$  und  $L'$  verändert, sofern  $\frac{L}{L'} \approx 1$  bleibt. Sonst wird  $R_v$  verändert. Es ergeben sich 11 Messwerte von  $22^\circ\text{C}$  zu  $70^\circ\text{C}$  in  $5^\circ\text{C}$ -Schritten ( $22^\circ\text{C} + 25^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}$ ). Die mit  $L, L', R_v$  errechneten Werte für  $R_x$  werden gegen die Temperatur  $t$  graphisch dargestellt, ausgewertet und im Anschluss mit  $\alpha = \frac{\text{Steigung}}{R_0}$  der gesuchte Temperaturkoeffizient ermittelt.

Formeln:Teil 1:

$$R = \frac{U}{I} \quad S = R \frac{\Delta}{L}$$

Teil 2:

$$R_x = R_v \frac{L'}{L} \quad y = A + S \cdot x \quad S = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$A_x = x - \frac{y}{S} \quad A_y = y - Sx$$

$$\alpha = \frac{\text{Steigung}}{R_0} = \frac{S}{A_y}$$

# Messungen / Rechnungen:

## Teil 1:

	Länge	Durchmesser			$\phi$
		1	2	3	
Eisen	97cm	0,2mm	0,2mm	0,2mm	0,2mm
Konstantan	97cm	0,25mm	0,25mm	0,25mm	0,25mm
Fehler	$\pm 0,1$ cm	(0,01mm)	(0,01mm)	(0,01mm)	0 mm

Eisen	Spannung	Str. Stärke
1	451 mV	0,1 A
2	908 mV	0,2 A
3	1,39 V	0,3 A
4	1,92 V	0,4 A
5	2,46 V	0,5 A

Konstantan	Spannung	Str. Stärke
1.	595 mV	0,1 A
2	2,05 V	0,2 A
3	3,06 V	0,3 A
4	4,14 V	0,4 A
5	5,17 V	0,5 A

Graphische Auswertung:

$$R_{\text{Eisen}} = 5 \Omega \quad \left( = \frac{\Delta U_E}{\Delta I_E} = \frac{1,4 \text{ V}}{0,28 \text{ A}}, \text{ siehe Zeichnung SD} \right)$$

$$R_{\text{Konstantan}} = 10,5 \Omega \quad \left( = \frac{3,36 \text{ V}}{0,32 \text{ A}}, \text{ " } \right)$$

$$\text{Fehler: } dU_E = 0,04 \text{ V}, \quad dU_K = 0,08 \text{ V}$$

$$dI_E = 0,01 \text{ A}, \quad dI_K = 0,006 \text{ A}$$

$$\text{Rechnung: } S_E = R_E \cdot \frac{A_E}{L_E} = 5 \Omega \cdot \frac{(1 \cdot 10^{-4} \text{ m})^2 \pi}{0,97 \text{ m}} = 0,1619 \mu\Omega \text{ m}$$

$$S_K = R_K \cdot \frac{A_K}{L_K} = 10,5 \Omega \cdot \frac{(1,25 \cdot 10^{-4} \text{ m})^2 \pi}{0,97 \text{ m}} = 0,5314 \mu\Omega \text{ m}$$

## Teil 2:

$$L_G = L + l' = 1 \text{ m}$$

t in °C	22	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
L in cm	51,2	51,2	51	50,4	50	49,4	49	48,5	51	50,4	50
R <sub>v</sub> in $\Omega$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	2,8
errechnet: R <sub>x</sub> in $\Omega$	2,385	2,383	2,402	2,46	2,5	2,561	2,602	2,655	2,69	2,756	2,787
mittels $R_x = R_v \cdot \frac{L'}{L}$											

$$S = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{2,675 \Omega - 2,385 \Omega}{58^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}} = \frac{0,29 \Omega}{30 \text{ K}} = 9,667 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{K}}$$

$$A_y = y - Sx = 2,675 \Omega - 9,667 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{K}} \cdot 58^\circ\text{C} = 2,114 \Omega$$

$$\alpha = \frac{S}{A_y} = \frac{9,667 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{K}}}{2,114 \Omega} = 4,572 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$$

## Fehlerberechnung:

Teil 1:

$$S = R \cdot \frac{A}{L} \Rightarrow \frac{\Delta S}{S} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta L}{L}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{2 \Delta I}{I_2 - I_1} = \frac{2 \cdot \Delta I}{I_2 - I_1} \Rightarrow \frac{\Delta R_E}{R_E} = \frac{2 \cdot 0,01 A}{0,5 A - 0,1 A} = \frac{0,02 A}{0,4 A} = 0,05$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta R_K}{R_K} = \frac{2 \cdot 0,006 A}{0,5 A - 0,1 A} = \frac{0,012 A}{0,4 A} = 0,03$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta S_E}{S_E} = \frac{\Delta R_E}{R_E} + \frac{0 \text{ mm}^2}{A} + \frac{\Delta L}{L} = 0,05 + \frac{0,001 \text{ m}}{0,97 \text{ m}} = 0,051 = \underline{\underline{5,1\%}}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta S_K}{S_K} = \frac{\Delta R_K}{R_K} + \frac{0 \text{ mm}^2}{A} + \frac{\Delta L}{L} = 0,03 + \frac{0,001 \text{ m}}{0,97 \text{ m}} = 0,031 = \underline{\underline{3,1\%}}$$

Teil 2:

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{2 \Delta Y}{Y_2 - Y_1} = \frac{2 \cdot 0,05 \Omega}{2,8 \Omega - 2,383 \Omega} = \frac{0,1 \Omega}{0,417 \Omega} = 0,2398$$

$$\Delta A_y = \left( \frac{x_1 + x_2}{2} \right) \Delta S = \left( \frac{70^\circ \text{C} + 22^\circ \text{C}}{2} \right) \cdot 0,2398 \cdot 9,667 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{^\circ \text{C}}$$
$$= 0,1067 \Omega$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta \alpha}{\alpha} = \frac{\Delta S}{S} + \frac{\Delta A_y}{A_y} = 0,2398 + \frac{0,1067 \Omega}{2,114 \Omega} = 0,2903 = \underline{\underline{29,03\%}}$$

## Auswertung:

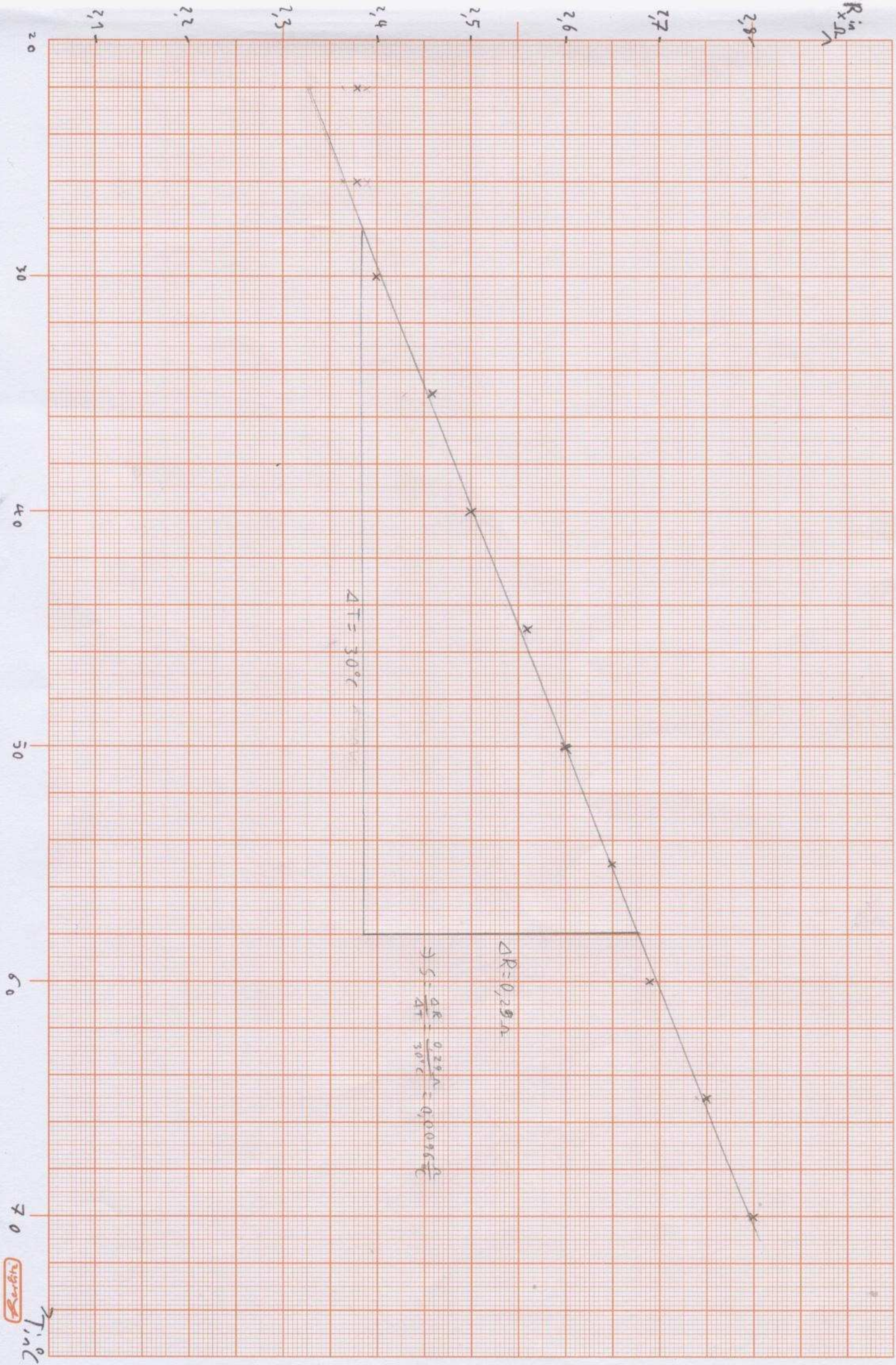
Teil 1:

	Ermittelt	Fehler rel.	abs.	Literatur
$S_E$	$0,1619 \mu\Omega \text{ m}$	5,1%	$\pm 8,26 \text{ n}\Omega \text{ m}$	$0,1 \mu\Omega \text{ m}$
$S_K$	$0,5314 \mu\Omega \text{ m}$	3,1%	$\pm 0,017 \mu\Omega \text{ m}$	$0,5 \mu\Omega \text{ m}$

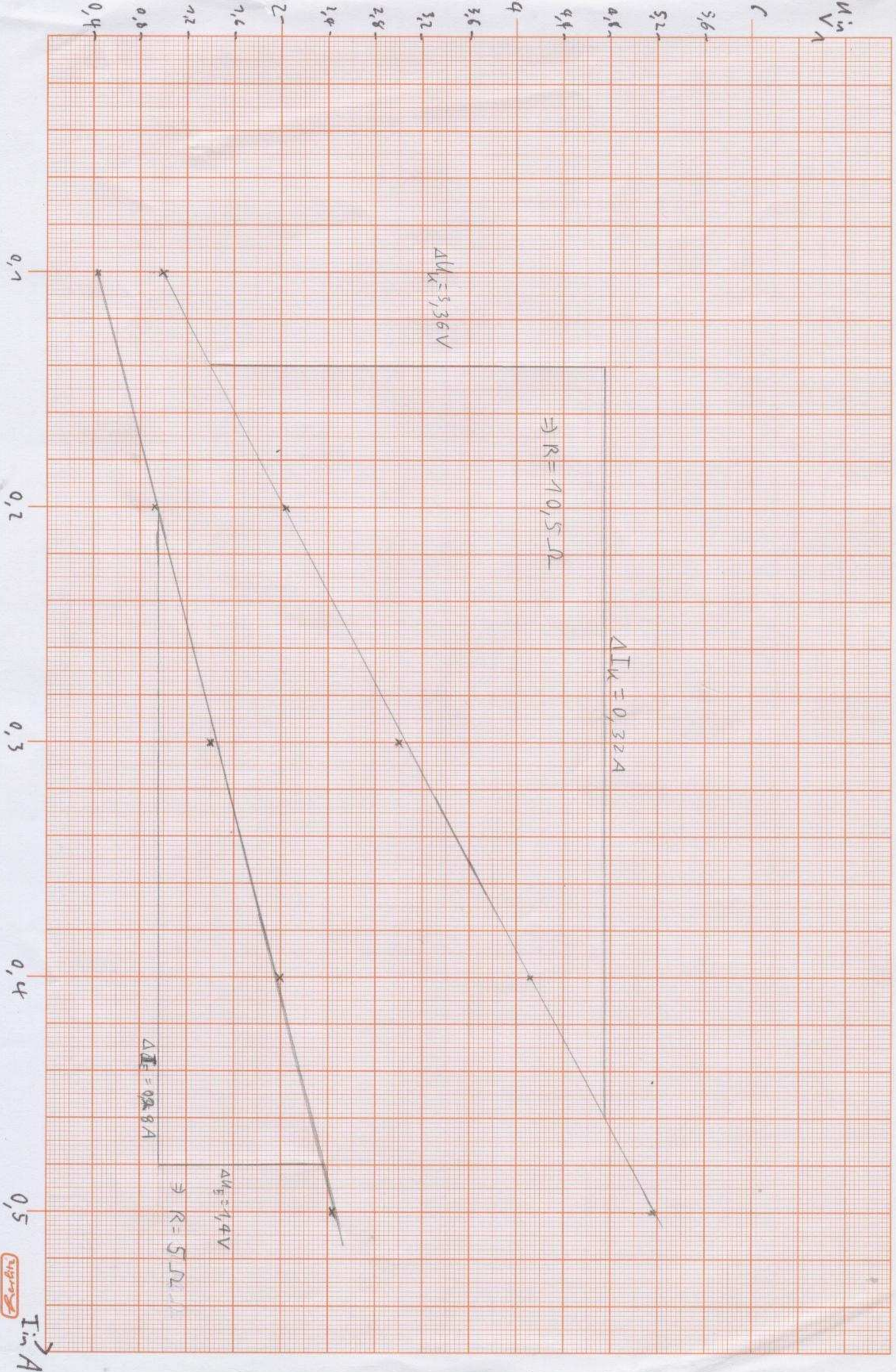
Teil 2:

$\alpha$	$4,572 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$	29,03%	$1,327 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$	$\sim 4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$
----------	--	--------	--	---

$R \times \Omega$



**Rankin**  
T in  $^{\circ}\text{C}$



# Versuch 5B

- Teil 1: Für eine Gold- und eine Halbleiterplatte soll mittels einer Hallsonde die Hallkonstante ermittelt werden.
- Teil 2: Ein Galliumarsenid-Magnetometer soll mittels Messreihe und bekannter magnetischen Flussdichte kalibriert werden.
- Teil 3: Anhand einer Messreihe von  $U_H(I)$  am Magneten soll dessen Hysterese-Kurve gezeichnet werden.

## Versuchsdurchführung:

Teil 1: Eine Goldplatte wird mit sie durchfließendem Strom in ein Magnetfeld gebracht und die daraus entstehende Hallspannung für 3 Stromstärken gemessen. Anhand der Dicke der Platte und der bekannten magnetischen Flussdichte kann nun die Hallkonstante bestimmt werden.

Teil 2: Eine Halbleiterplatte wird in das Magnetfeld eines Elektromagneten gebracht und bei konstanter Stromstärke im Halbleiter die Hallspannung von 3 unterschiedlichen Stromstärken im Elektromagnet gemessen. Mithilfe des so erstellten Graphen von  $U_H(B)$  lässt sich nun  $B$  in Abh. von  $U_H$  und umgekehrt ablesen/ermitteln.

Teil 3: Die Halbleiter-Hallsonde bleibt weiterhin mit konstanter Stromstärke im Magnetfeld. Der Elektromagnet wird nun jedoch entladen und im Anschluss in 1A-Schritten von 0A → 5A → -5A → 5A gestellt, während die Hallspannung gemessen wird. Aus dieser Tabelle ergibt sich eine Hysteresekurve.

## Formeln:

Teil 1:

$$U_H = \frac{1}{ne} \frac{IB}{d} = R_H \frac{IB}{d} \Leftrightarrow R_H = \frac{U_H d}{IB}$$

## Messwerte / Rechnungen:

Teil 1:

Gold:

I	$U_H$	$\frac{U_H}{I}$
4 A	7 mV	$1,75 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A}$
4,5 A	9 mV	$2 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A}$
5 A	15 mV	$3 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A}$

$$B = 0,13 \text{ T}, \quad d = 11 \mu\text{m}, \quad \varnothing \frac{U_H}{I} = 2,25 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A}$$
$$\Rightarrow R_H = 2,25 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A} \cdot \frac{11 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{0,13 \text{ T}} = 1,904 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{C}}$$

messwert:  $R_H = 1,904 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{C}}$   
(:1000)

Teil 2:

$I_{\text{Mag}}$	5 A	0 A	-5 A
$U_H$	722 mV	2 mV	-777 mV
B	0,13 T	0 T	-0,13 T

$\Rightarrow$  Zeichnung

### Teil 3:

$I_m$ in A	$U_H$ in mV	$I_m$ in A	$U_H$ in mV	$I_m$ in A	$U_H$ in mV
0	-28	0	46	0	-41
1	-3	-1	12	1	-6
2	34	-2	-28	2	31
3	67	-3	-62	3	68
4	95	-4	-41	4	97
5	115	-5	-110	5	115
4	107	-4	-102		
3	97	-3	-93		
2	85	-2	-81		
1	70	-1	-64		

⇒ Zeichnung

### Fehlerberechnung:

Teil 1:  $\Delta \frac{U_H}{I} = (3 - 2,25) \cdot 10^{-3} \frac{V}{A} = 0,75 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A}$

Da  $B$  und  $d$  angegeben ist  $\frac{\Delta R_H}{R_H} = \frac{\Delta \frac{U_H}{I}}{\frac{U_H}{I}} = \frac{0,75}{2,25} = \underline{\underline{33\%}}$

Fehlerrechnung zu Teil 2 und 3 kann nicht ausgeführt werden, da beide Aufgaben aus dem Erstellen von Grafiken bestehen und die Messwerte keine Musterform haben, deren Abweichung ihr Fehler darstellt.

### Antwortung:

Teil 1:  $E_{\text{ermittelt}} = 1,904 \cdot 10^{-10} \frac{m^3}{C}$

Fehler rel. 33%

abs  $6,28 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{C}$

Literatur  $-7 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{C}$

Teil 2 & 3: siehe Zeichnungen.

Min

120

100

80

60

40

20

0

-20

-40

-60

-80

-100

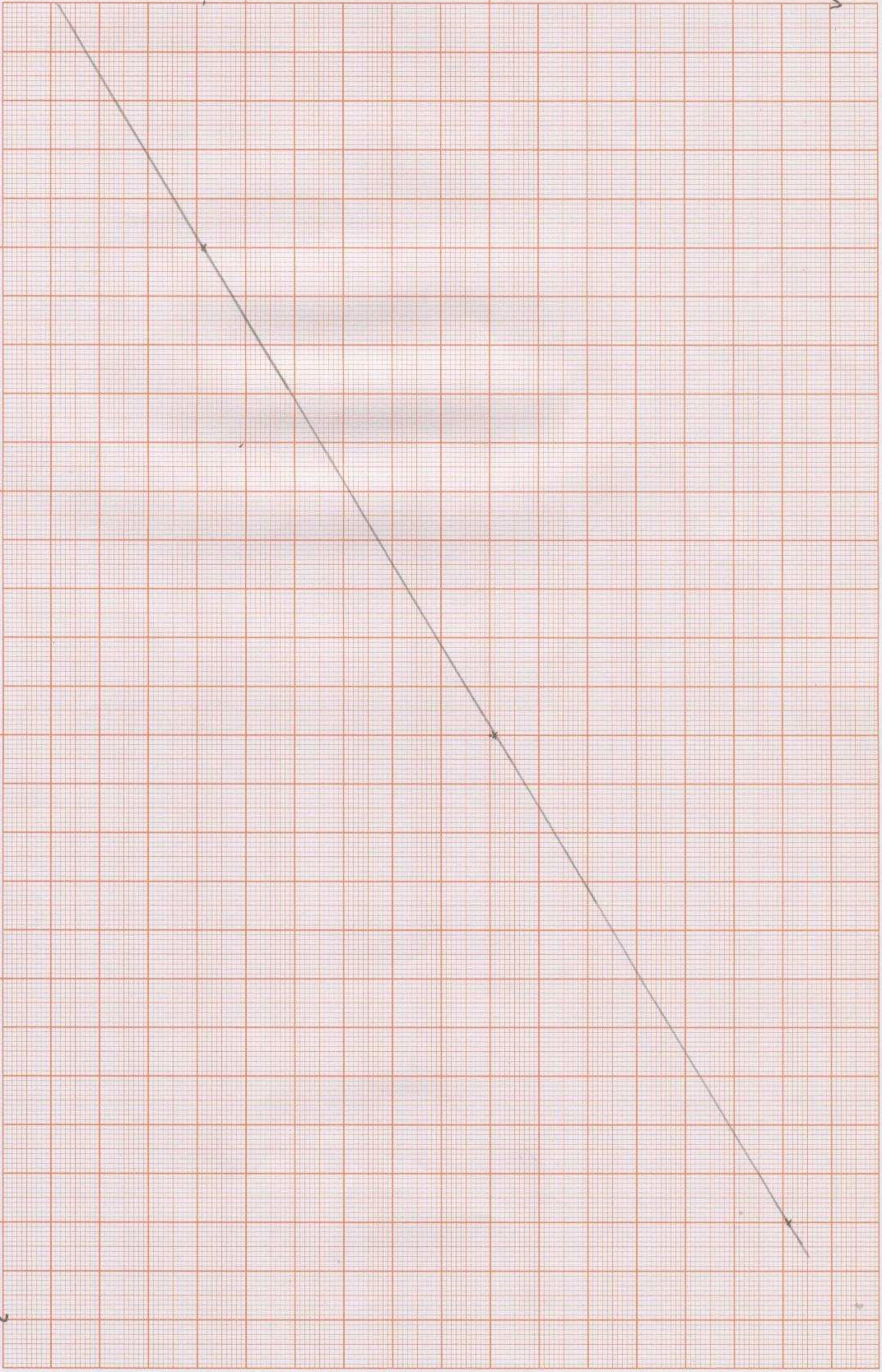
-120

-0,25

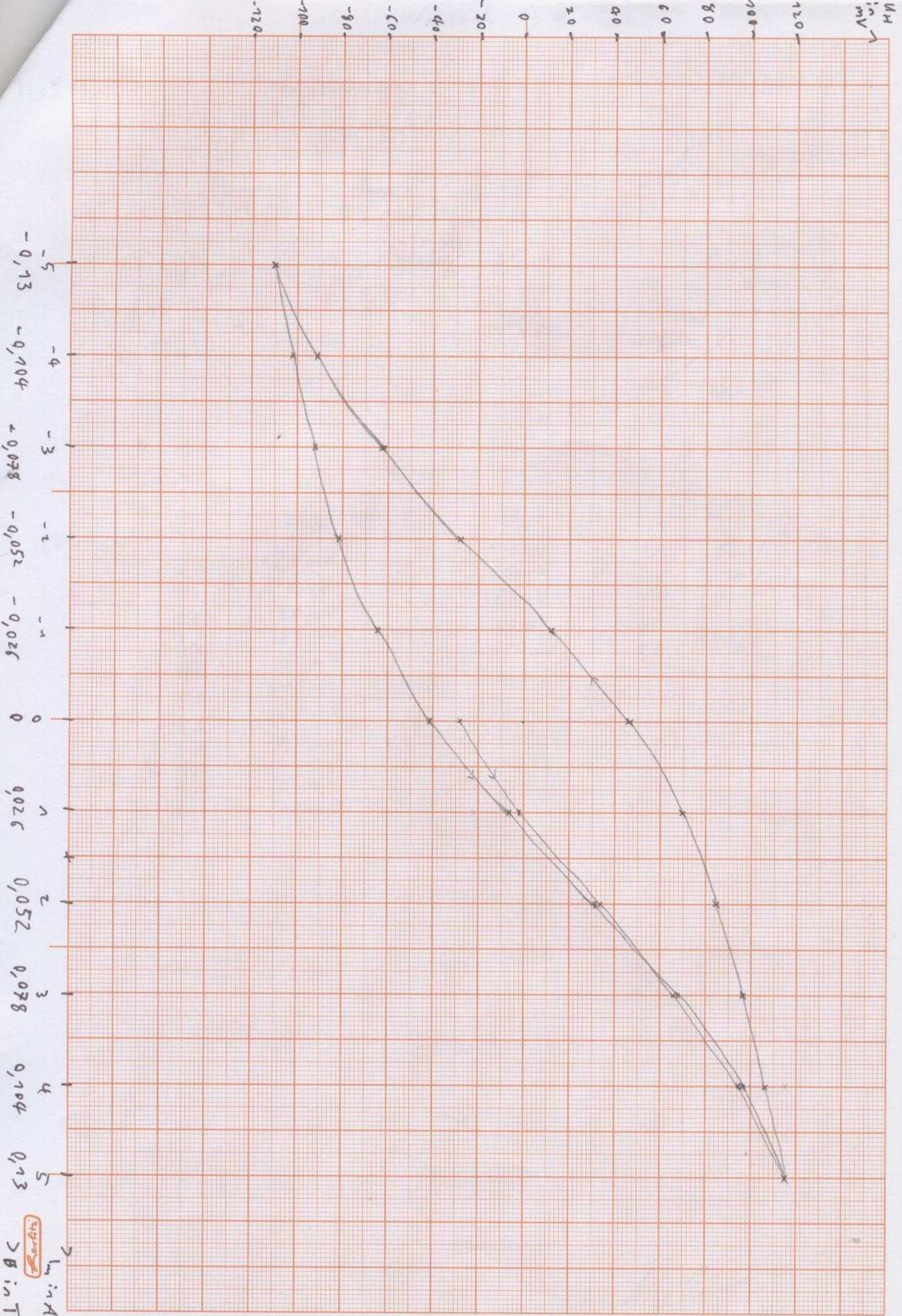
0

0,25

BIT  
Rechts








  
 Rechts
   
 > B in T