

10.11.2021

x Einleitung
→ Theorie als
Hilfsmittel

Versuch 232 Gleichströme, Spannungsquellen und Widerstände

$$U = R \cdot I$$

$$\sum U_n = 0$$

$$R_i \cdot I = U_i$$

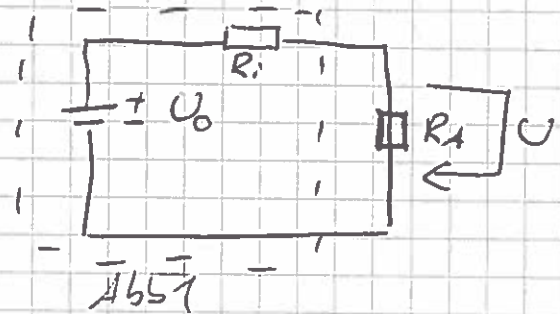
$$\Rightarrow \sum U_n = 0$$

$$\Rightarrow R_i \cdot I + U - U_0 = 0$$

$$\Rightarrow U = U_0 - R_i \cdot I = U_0 \cdot \frac{R_a}{R_a + R_i}$$

$$\text{für } R_a \rightarrow \infty: U = U_0$$

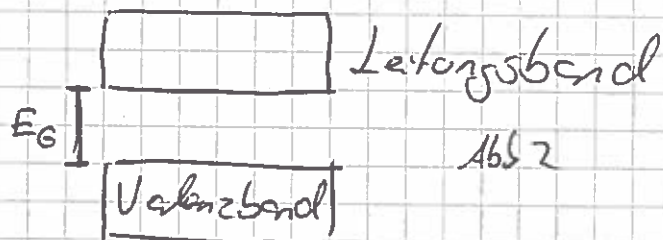
$$\text{für } R_i \rightarrow \infty: U = 0$$



Widerstand eines Halbleiters:

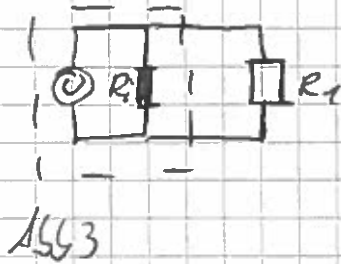
$$R = R_0 \cdot e^{\frac{E_G}{2kT}}$$

T = Temperatur in K



Je wärmer, desto mehr Elektronen
können mit kT ins Leitungsband.
Dadurch wird der Halbleiter
leitend.

232 A Eine ideale Stromquelle besitzt keinen Innenwiderstand
Ein Ersatzschaltbild für eine reelle Stromquelle wäre:



232.B

$$U = R \cdot I$$

$$U \sim I$$

$$U(I) = U_0 - R_i \cdot I$$

$$\Rightarrow U(I) = -R_i \cdot I + U_0$$

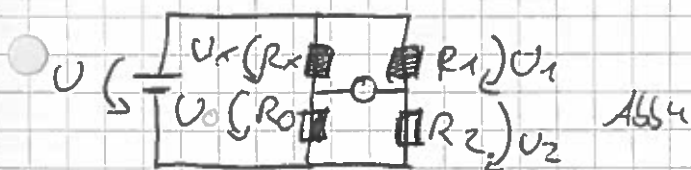
$$\Leftrightarrow f(x) = -m \cdot x + b$$

$\Rightarrow U_0$ ist der y-Achsen Abschnitt der Funktion $U(I)$

$\Rightarrow R_i$ ist konstant,

$\Rightarrow R_i \cdot I$ ist die Steigung

232.C



$$U - U_x - U_0 - U_1 - U_2 \stackrel{!}{=} 0$$

$$U_1 = U - U_2 = U - R_2 \left(\frac{U}{R_1 + R_2} \right) = U \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U = R \cdot I$$

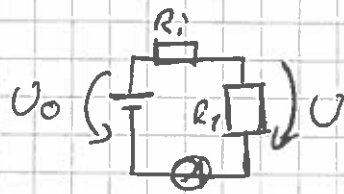
$$I_{12} = I_{x0}$$

$$U_x = U - U_0 = U - R_0 I_2 = U \frac{R_x}{R_x + R_0}$$

$$I_x = \frac{U_x}{R_i} = 0 \Rightarrow U_1 = U_x$$

$$U \frac{R_1}{R_1 + R_2} = U \frac{R_x}{R_x + R_0} \Rightarrow R_x = \frac{R_1(R_0 + R_2)}{(R_1 + R_2)} = \frac{R_1}{R_2} R_0$$

232. D



$$U = R_1 I \quad (\Leftrightarrow) \quad I = \frac{U}{R_1}$$

$$U_0 = I (R_i + R_1)$$

$$U_0 = \frac{U}{R_1} (R_i + R_1)$$

$$\Leftrightarrow \frac{U_0}{U} = \frac{R_i + R_1}{R_1}$$

$$U \stackrel{!}{=} 0,001 \text{ A}$$

$$U_0 \stackrel{!}{=} 4 \text{ A}$$

$$R_i = 1 \Omega$$

$$\frac{U_0}{U} = 4000 = \frac{R_i + R_1}{R_1}$$

$$R_1 = \frac{1}{3999} \Omega \approx 0,25 \text{ m}\Omega$$

232. E

$$I = \frac{U_{\max}}{R_i} = \frac{1 \text{ V}}{100.000 \Omega} = 10 \mu\text{A}$$

1 Volt reicht \rightarrow ich muss gar nichts tun

232. F

$$U = RI$$

\rightarrow Wenn R bekannt ist, kann man mit I auch U messen. Wenn \textcircled{A} einen Innenwiderstand hat, setzt man einen größeren R ($R \gg R_i$) ein.

232.6

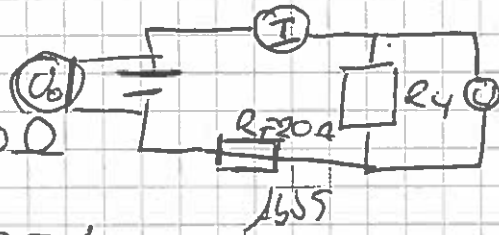
$$R_A = R_{zi} + R_{pi} + \left(\frac{R_{iu} R_x}{R_{iu} + R_x} \right)$$

~~$$R_B = R_x + R_{pi} +$$~~

$$R_B = \left(\frac{1}{R_x + R_{zi}} + \frac{1}{R_{ui}} \right)^{-1} + R_p$$

Versuch a)

Messwerte (Ü. a)

 $U_0 = 2V$ Mit $R_F = 0 \Omega$ 

$$U = \frac{38}{50} \cdot 2.5V \mid I = \frac{9}{50} \cdot 0.5A$$

$$U_0 = 3V \quad U = \frac{28}{50} \cdot 2.5V \mid I = \frac{14}{50} \cdot 0.5A$$

$$U_0 = 4V \quad U = \frac{38}{50} \cdot 2.5V \mid I = \frac{18}{50} \cdot 0.5A$$

Alle Werte $\pm \frac{1}{50}$ Nun $R_1 = 20 \Omega$

$$U_0 = 2V \quad U = \frac{20}{50} \cdot 2.5V \mid I = \frac{16}{50} \cdot 0.15A$$

$$U_0 = 3V \quad U = \frac{29}{50} \cdot 2.5V \mid I = \frac{24}{50} \cdot 0.15A$$

$$U_0 = 4V \quad U = \frac{39}{50} \cdot 2.5 \quad I = \frac{32}{50} \cdot 0.15A$$

Dig. Multimeter: $R_4 = 22.2 \Omega$ $R_{\text{Voltmeter}} = 1238 \Omega$ $R_{\text{Ampere}} = 0.9 \Omega$ ~~$R_{\text{Innen}} = 230 \Omega$~~

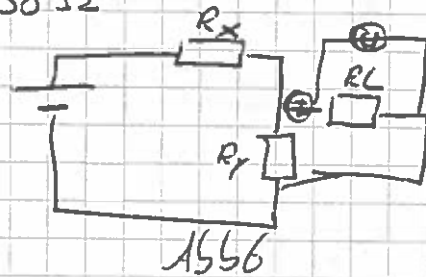
Versuch 2.

$$R_{\text{Vollmeh}} = 1238 \Omega$$

$$U_0 = 2$$

$$R_x = 20 \Omega$$

$$R_y = 50 \Omega$$



$R_L \text{ in } \Omega$	$U_{\text{me}} = 2.5 \text{ V}$	I
130	$\frac{24}{50} \cdot 2.5 \text{ V}$	$\frac{21}{50} = 25 \text{ mA}$
110	$\frac{23}{50} \cdot 2.5 \text{ V}$	$\frac{24}{50} = 25 \text{ mA}$
100	$\frac{23}{50} \cdot 2.5 \text{ V}$	$\frac{26}{50} = 25 \text{ mA}$
80	$\frac{22}{50} \cdot 2.5 \text{ V}$	$\frac{31}{50} = 25 \text{ mA}$
60	$\frac{21}{50} \cdot 2.5 \text{ V}$	$\frac{38}{50} = 25 \text{ mA}$
40	$\frac{19}{50} \cdot 2.5 \text{ V}$	$\frac{26}{50} = 50 \text{ mA}$
20	$\frac{15}{50} \cdot 2.5 \text{ V}$	$\frac{40}{50} = 50 \text{ mA}$
10	$\frac{11}{50} \cdot 2.5 \text{ V}$	$\frac{19}{50} = 150 \text{ mA}$

R_1	R_2	R_3	R_4	R_5 in Ω	T in $^{\circ}\text{C}$
1083	4	78,7	943	82,7	20°C
799	4,6	109	1118	100	30°C

l von 5-95 cm $\rightarrow 100 \rightarrow 5,3 \Omega$

$$U_0 = 2V$$

l

$$R_L = 50 \Omega$$

$$R_L = 20 \Omega$$

	I $U = 2,5V$			I U in 2,5V	
5	$\frac{2}{50} \cdot 50$	$\frac{2}{50}$	5	$\frac{5}{50} \cdot 50$	$\frac{2}{50}$
15	$\frac{6}{50} \cdot 50$	$\frac{6}{50}$	14	$\frac{14}{50} \cdot 50$	$\frac{5}{50}$
25	$\frac{10}{50} \cdot 50$	$\frac{9}{50}$	22	$\frac{22}{50} \cdot 50$	$\frac{9}{50}$
35	$\frac{13}{50} \cdot 50$	$\frac{13}{50}$	30	$\frac{30}{50} \cdot 50$	$\frac{12}{50}$
45	$\frac{17}{50} \cdot 50$	$\frac{17}{50}$	35	$\frac{35}{50} \cdot 50$	$\frac{16}{50}$
55	$\frac{20}{50} \cdot 50$	$\frac{20}{50}$	17	$\frac{17}{50} \cdot 150 \text{ mA}$	$\frac{19}{50}$
65	$\frac{24}{50} \cdot 50$	$\frac{24}{50}$	20	$\frac{20}{50} \cdot "$	$\frac{23}{50}$
78	10 150 mA	$\frac{28}{50}$	23	$\frac{23}{50} \cdot "$	$\frac{27}{50}$
85	11 150 mA	$\frac{32}{50}$	26	$\frac{26}{50} \cdot "$	$\frac{31}{50}$
95	12 150 mA	$\frac{36}{50}$	30	$\frac{30}{50} \cdot "$	$\frac{36}{50}$

Versuchs

$(R_1$	R_2	R_3	R_4	$R_5)$	Ω	T in $^{\circ}C$
1083	4	78,7	943	87,7		20
789	4,6	109	1178	100		30
550	4,8	160	1156	100		40
380	4,6	350	1194	100		50
267	4,5	3040	1130	100		60
192	4,5	66400	1270	100		70
140	4,5	311000	1307	100		80
1035	4,4	408000	1345	100		90
88,5	4,4	376000	1360	100		95
99,5	4,5	390000	1376	100		100

Messung 3

Maro 1,2 1,266

Messung

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$(R \text{ \& } R_y) \quad 5,3 \Omega$$

$$x = 9,6$$

$$y = 8,4$$

$$\text{V. Sekunde } R_2 = R_3$$

$$\text{Hilfe: } R_2 = R_3 = 100,4 \Omega$$

232 a-c

Aus den Werten von Versuch 1
habe ich mit dem Modell optimiere
eine Gerade filter lassen: $f(x) = 0,08x - 0,0017$

$$\text{Widerstand: } R_G = \frac{R_V \cdot R_x}{R_V + R_x} + R_A + R_1$$

$$R_V = 1238 \Omega$$

$$R_A = 0,9 \Omega$$

$$R_1 = 20 \Omega$$

$$R = \frac{U_0}{I} = \frac{(42,5 + 12,5 + 12,35)}{3} = 12,42 \Omega$$
$$= 168,09$$

$$+ 168,09 \Omega = \frac{1238 \Omega \cdot R_x}{1238 \Omega + R_x} + 0,9 \Omega + 20 \Omega$$

$$U = \frac{R_V^2}{R_x + R_V} I$$

$$\Rightarrow R_x = \frac{R_V^2}{U} I - R_V$$
$$= \frac{(1238 \Omega)^2 I}{U} - 1238 \Omega$$

$$R_G = \frac{U_0}{I} = 41,6 \Omega$$

$$\Rightarrow 41,6 \Omega = \frac{1238 \Omega \cdot R_x}{1238 \Omega + R_x} + 20,9 \Omega$$

$$\Rightarrow R_x = 211 \Omega$$

Gemessen haben wir 22Ω bei R_x , $\Delta R_x = ?$

$$\Delta I = 0,003 \text{ A}$$

$$\Delta U = 0,05 \text{ V}$$

$$\Delta R_v = 0,2 \Omega \quad (\text{hat flukuiert})$$

$$\Delta R_A = 0,1 \Omega$$

$$\Delta R_1 = (3\%) = 0,6 \Omega$$

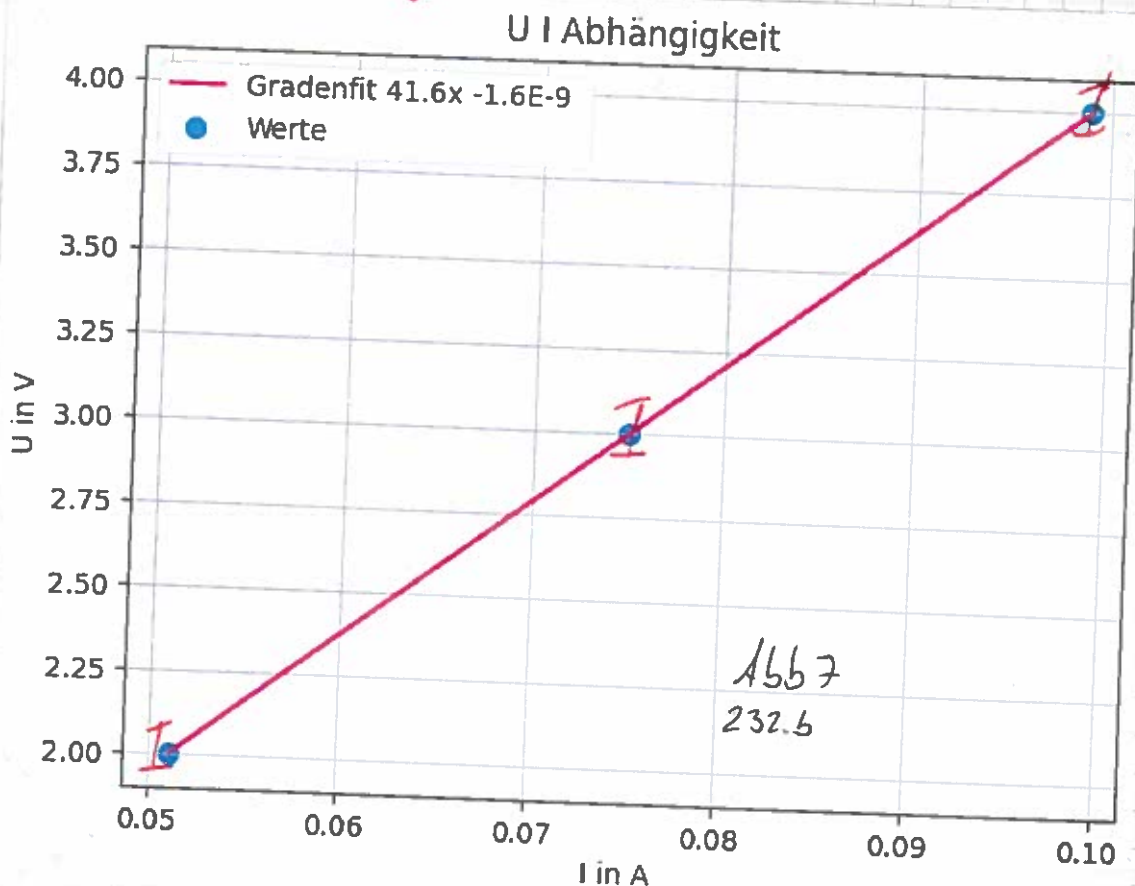
$$\Delta U_0 = 0,05 \text{ V}$$

$$G_{\text{aus}} \rightarrow R_g = (41,6 \pm 0,8) \Omega$$

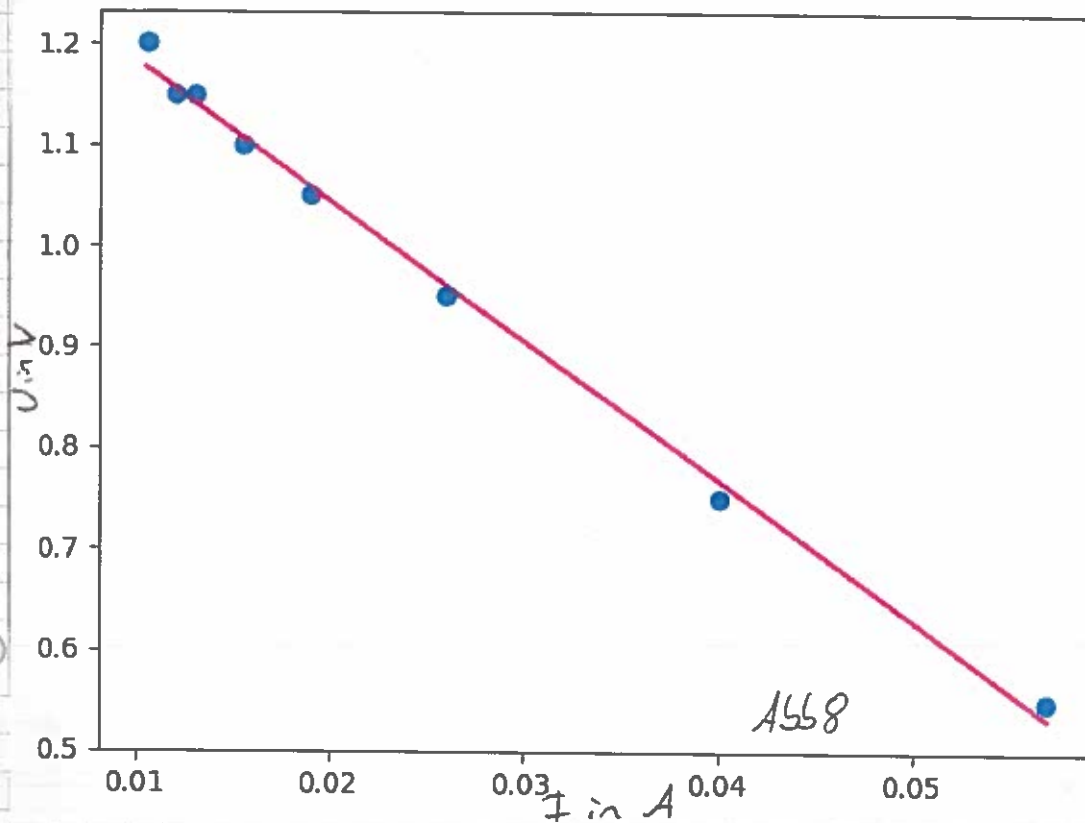
$$R_x = 211 \Omega \pm 1,2 \Omega$$

Fazit: Die lineare Zusammenhang von U und I ist sehr deutlich geworden und der Messwert von R_x überschneidet sich mit meinem Fehlerbereich. Die Werte waren gut und der Versuch war erfolgreich.

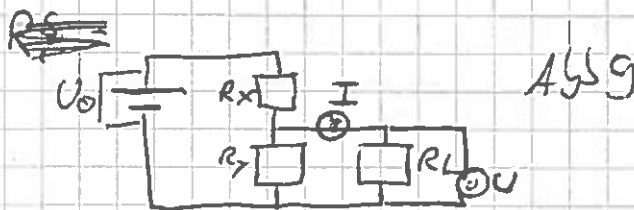
↙ bei allen Werten fallen Fehlerbereiche



232d-8



Die Gradientenf. beträgt $f(x) = -13.8x + 1.3$ *Eingetragen?*



$$R_1 = R_x = 20 \Omega$$

$$R_2 = R_y = 50 \Omega$$

$$U_0 = 2V$$

~~$U = R \cdot I$~~

~~$R_T = \frac{U - U_0}{I}$~~

$$R_i = \frac{U_0 - U_a}{I}$$

$$I = \frac{U}{R_{Lk}}$$

$$\Rightarrow R_i = 1 \Omega \pm 0.2 \Omega \quad R_{Lk} = \left(\frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_U} + \frac{1}{R_A} \right)^{-1}$$

Um den errechneten Wert
für R zu verifizieren, nutzen
wir $U = U_0 - R_i \cdot I$

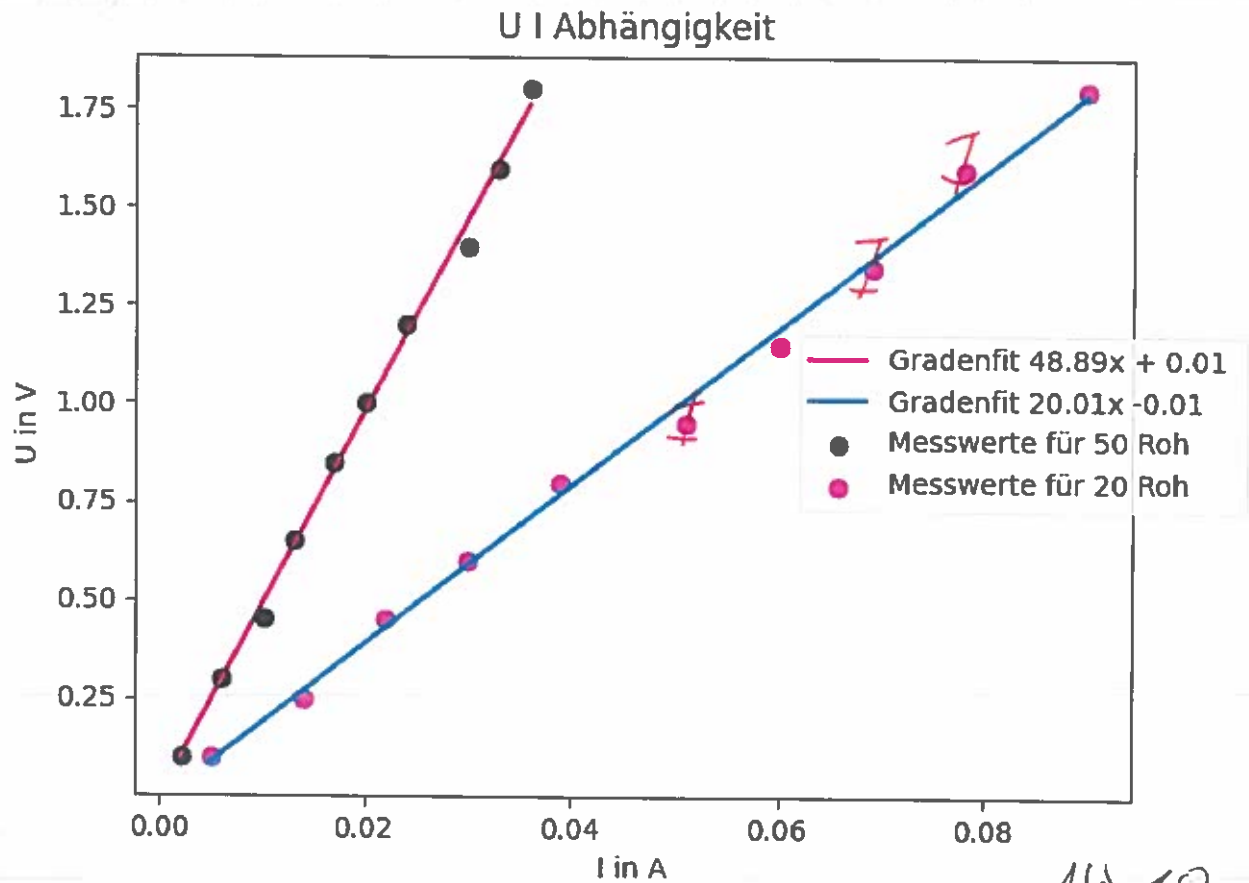
R_i	R_i	R_i	U
$(U_0 - R_i \cdot I)$ in V	U in V		
0,55	0,55		
0,75	0,75		folgt?
0,95	0,95		
1,05	1,05		
1,1	1,1		
1,15	1,15		
1,15	1,15		
1,2	1,2		

Man sieht, sie sind identisch

→ R_i scheint 1Ω zu sein.

Um R_i kleiner zu kriegen, könnte
man R_L erhöhen, aber aus einem
gewissen Punkt wird dadurch
die Genauigkeit des Voltmeters
größer.

f/g



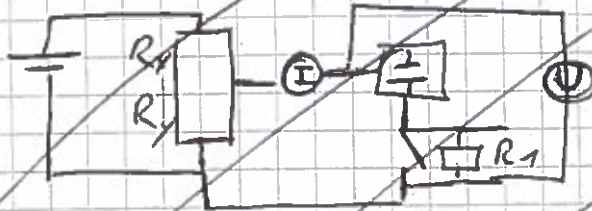
ASD 10

Leider haben wir die Messung nicht ohne Widerstand gemacht, weshalb nur die zwei Wertebereiche für 20Ω und 50Ω verarbeitet sind. Die klare Linearität ist allerdings gut erkennbar.

Für $R_L \rightarrow \infty$ (und $R_{\text{Voltmeter}} = \infty$)

fällt die ganze Spannungssteilung weg und zurück bleibt R_x und R_y in ~~Reihe~~ Reihe geschaltet. ~~bei $R_L \rightarrow \infty$~~

232 k-l



$$l = 10 \cdot n \cdot 45$$

$$n = \{1, 2, \dots, 8, 9, 3\}$$

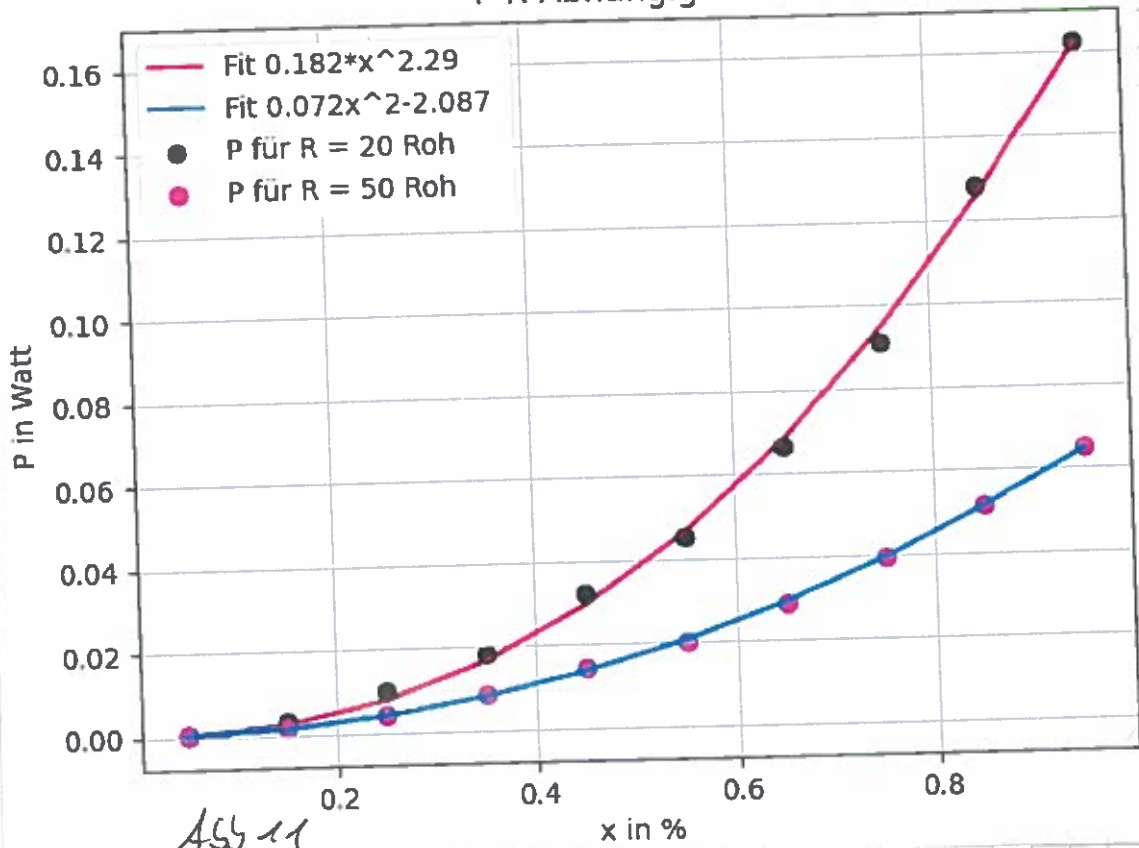
$$\frac{8,3 \cdot \Omega \cdot l}{100} = R_H$$

$$P(x) = U \cdot I$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$P(x) = \frac{U^2}{R}$$

P R Abhängigkeit



455 11

P wird für $R_x \rightarrow 0$ und $R_y \rightarrow \max$ maximal mit dem Zusammenhang $P^2 \sim l$

Versuch 3.
232.



(Fall 17)

Versuch 4 U

(fehlgrifflichkeit)



$$\cancel{U_0} = U \quad U = U_0 \cdot \frac{R_L}{R_x + R_L} \quad R_{2L} = \frac{R_x \cdot R_L}{R_x + R_L}$$

$$\cancel{R_x} = 0,498 \Omega \quad R_x = 4,855 \Omega$$

$$\cancel{R_y} = \quad R_y = 0,498 \Omega$$

$$\cancel{U = 10,85 V} \quad U_0 = 2 V$$

$$R_2 =$$

Versuch 5 232 n

Aus den folgenden Geraden fits- (Modellparams-~~parameter~~)
covariance)

Konstanten: $R_0 = 4,44 \Omega$

$$\alpha = 0,00013 \text{ K}^{-1} \pm 0,000008 \text{ K}^{-1}$$

Platin: $R_0 = 972 \Omega$

$$\alpha = (0,0043 \pm 0,0012) \text{ K}^{-1}$$

Kohleschicht: $R_0 = 99,9 \Omega$

$$\alpha = (0,000042 \pm 0,000031) \text{ K}^{-1}$$

Die Metallischen Widerstände nähern sich
bei dem Extrema $T \sim 0 \text{ K}$ auch 0Ω
an.

NPT: $a \cdot x + b$

$$\Rightarrow a = \frac{E_g}{2k}$$

$$\Rightarrow a = -0,033 \pm 0,008 \text{ Fehler?}$$

$$E_g = 9,1 \pm 1,1 \cdot 10^{-25} \text{ J}$$

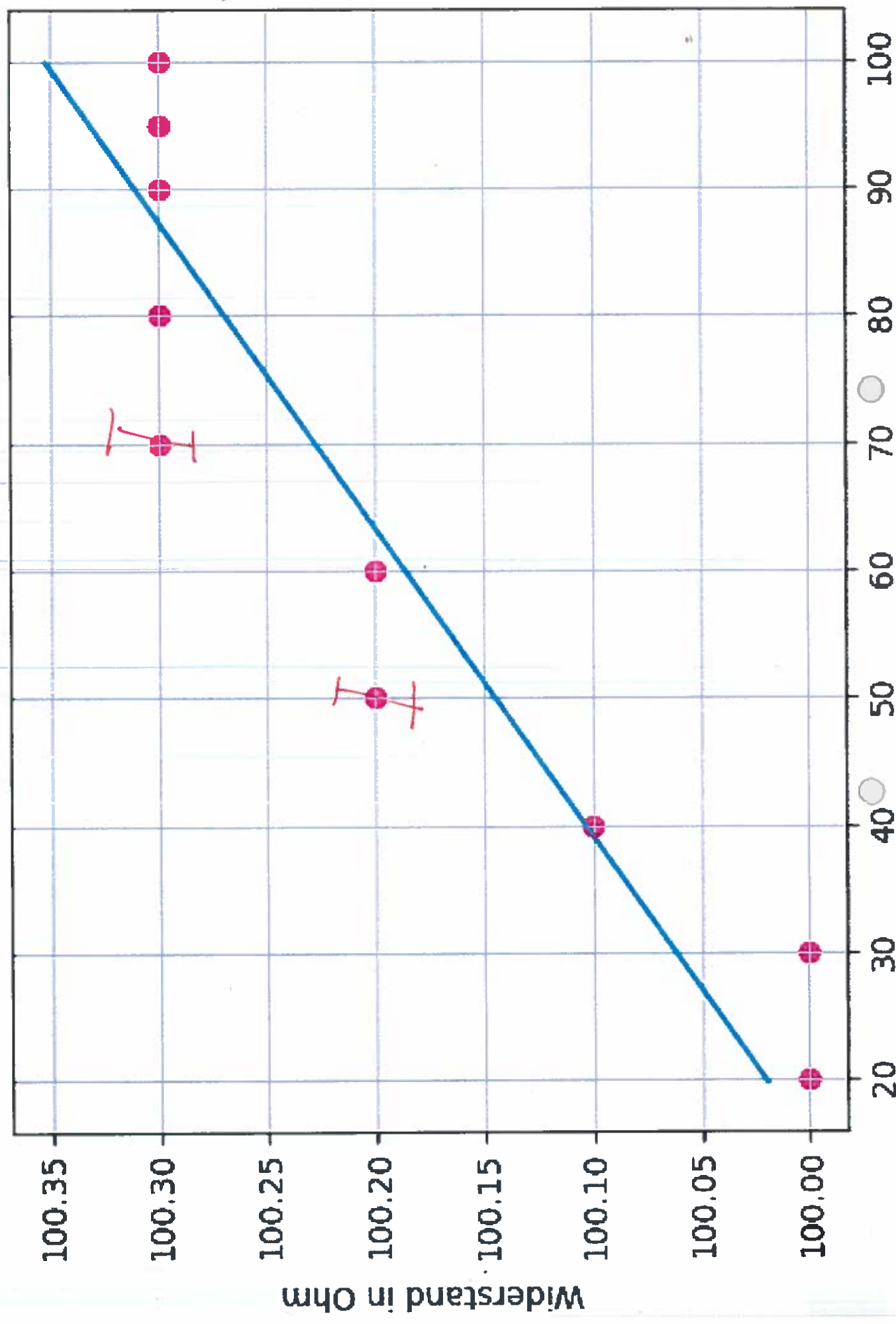
PTC: Ab 80°C wurden die Widerstände
nicht messbar, also Wahl im Bereich
 $25^\circ \text{C} - 85^\circ \text{C}$ (hab ab $T > 80^\circ \text{C}$ die Werte entfernt)

Fazit: Da es schnell gehen musste, haben wir nur alle
 10°C gemessen, aber ich bin mit den Werten und
Graphen zufrieden, da sie die Verhalten
unter Temperatur gut zeigen und
man klar die Halbleiter und metallischen
Widerstände erkennt. Oh.

— $99.9 \cdot (1 + 0.000042x)$

Abb 13

Wohlgeschicht
Konstantan-Widerstand



$$4.44 + (1 + 0.00013x)$$

Konstantan-Widerstand

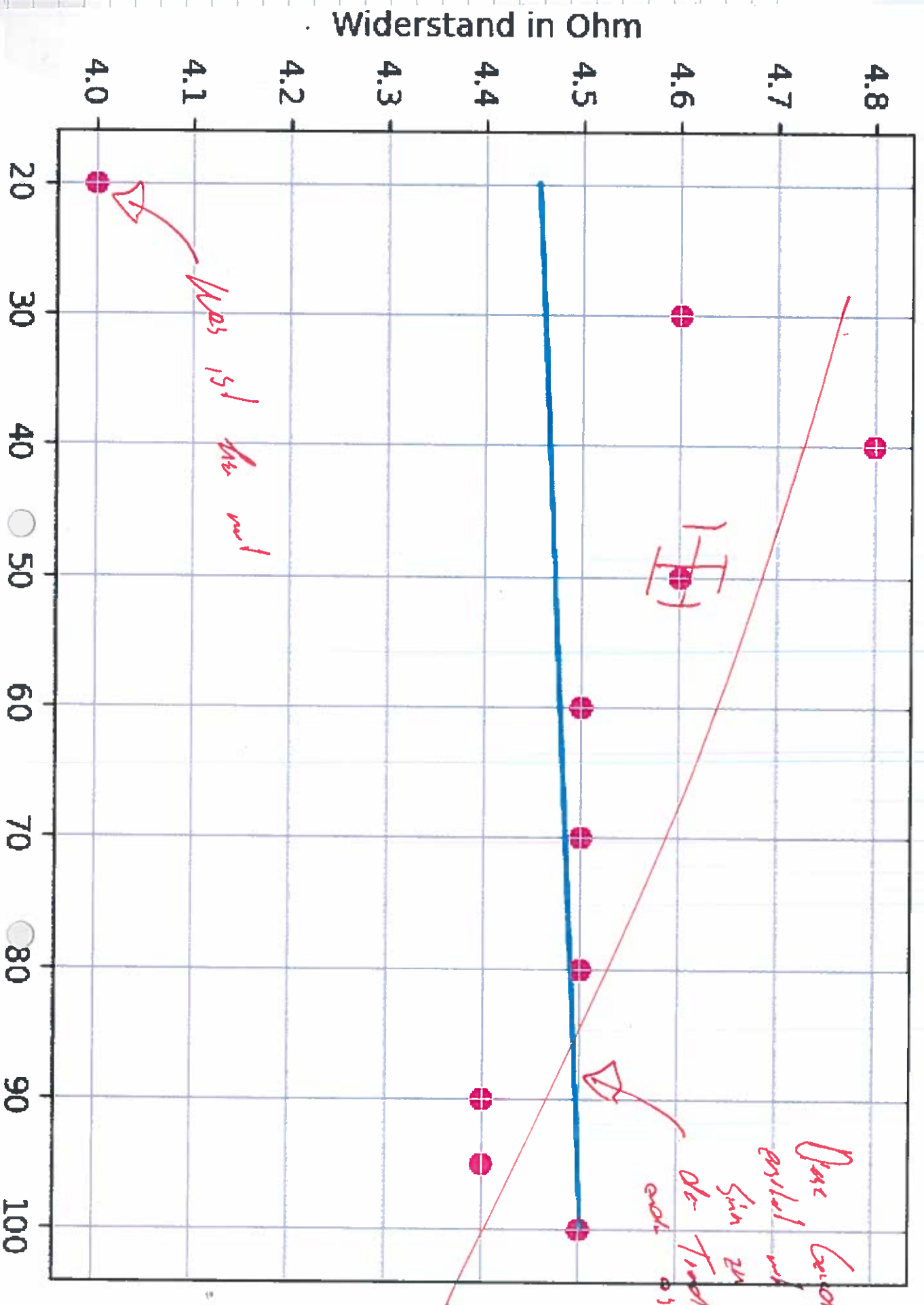
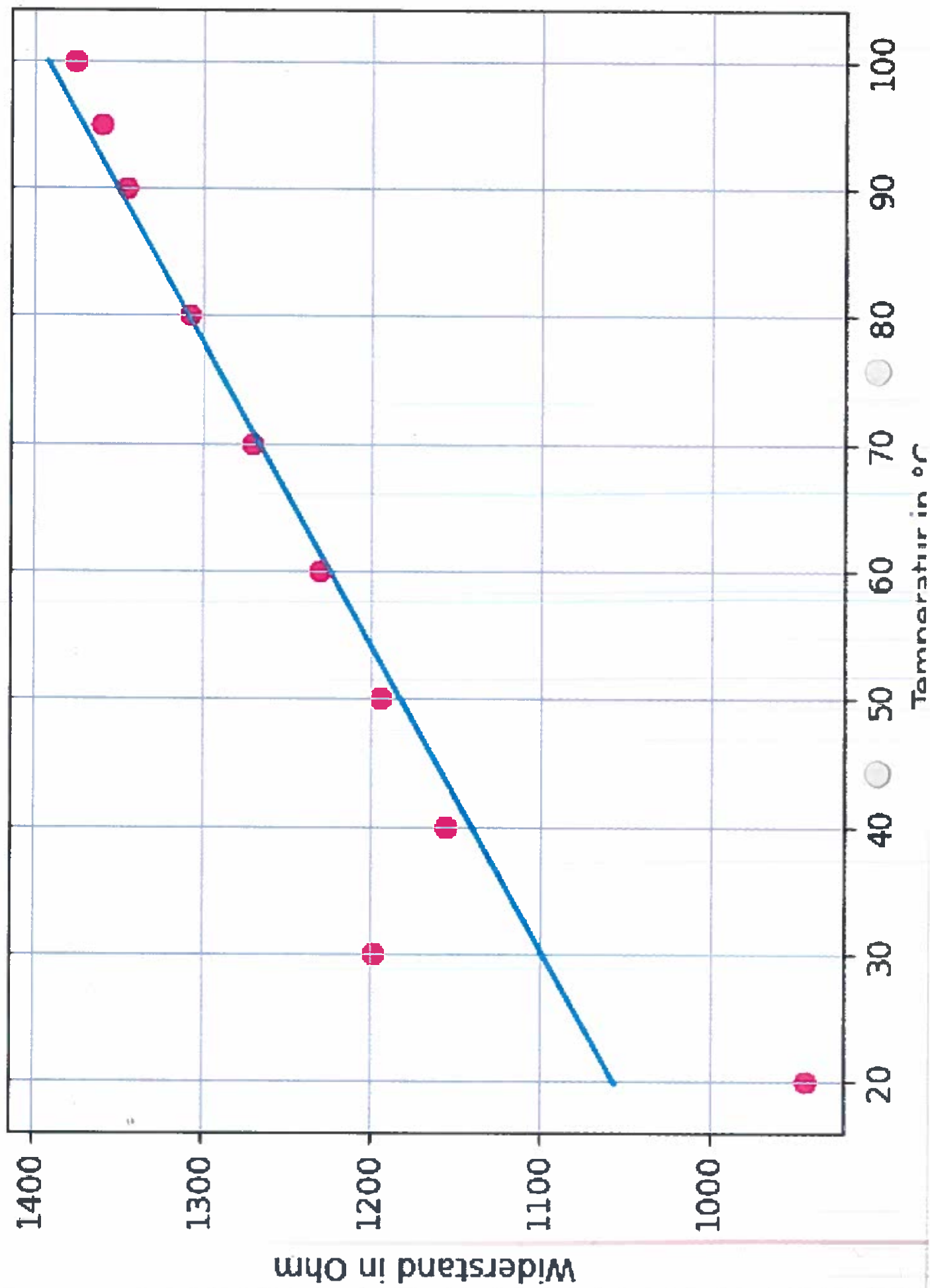


Abb 14

9/2*(1+0.0045X)

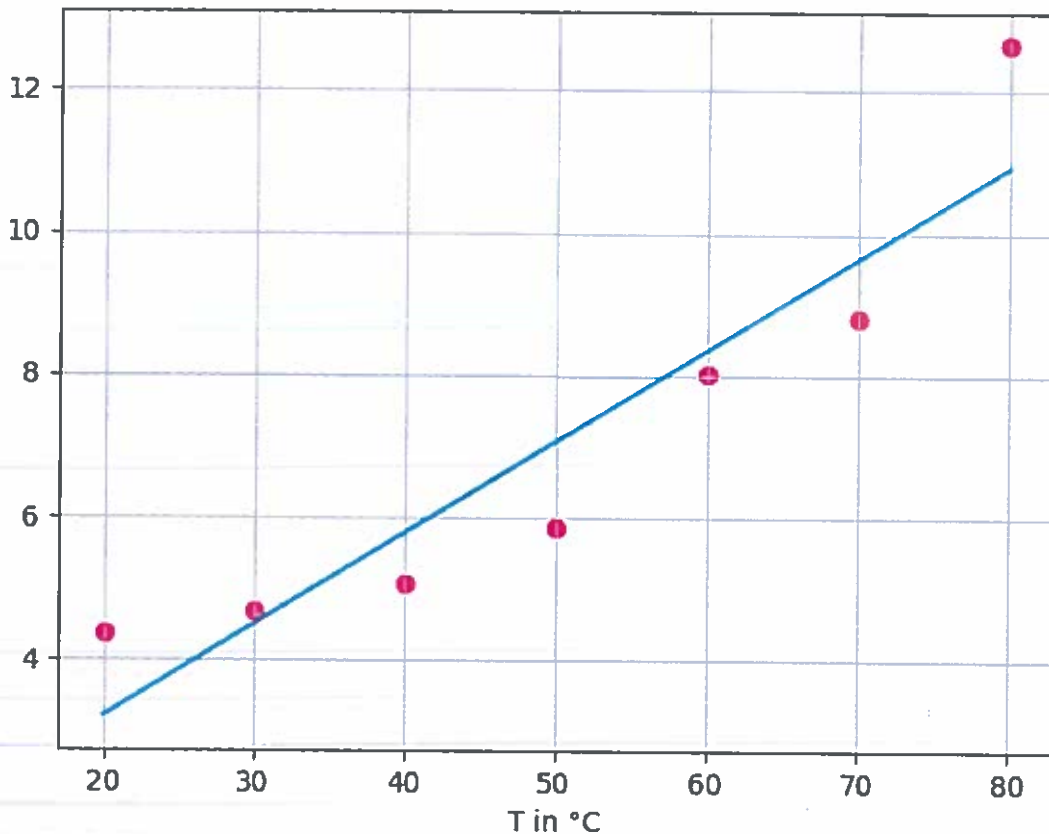
Platin-Widerstand



A66 16

PTC - Widerstand

Logarithmischer Widerstand in Ohm

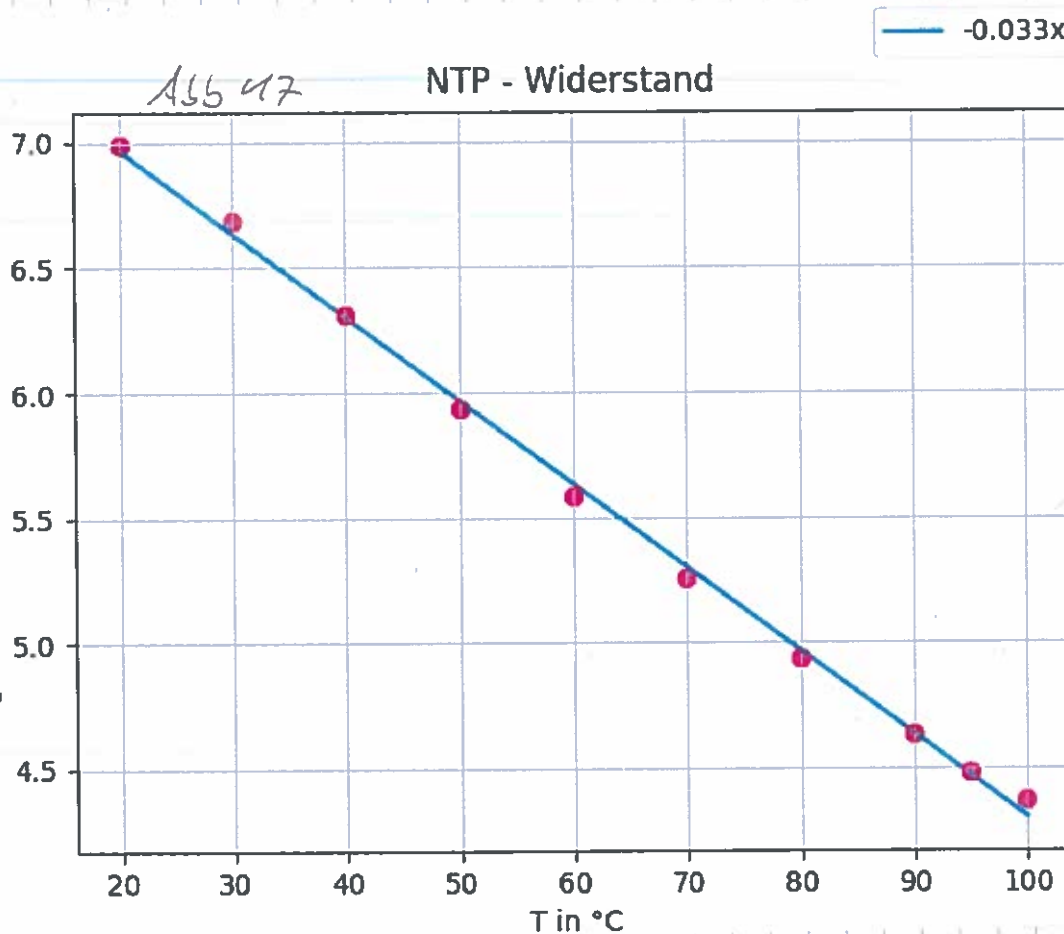


↑
Erhöhen!

A66 47

NTP - Widerstand

Logarithmischer Widerstand in G...n



↑
x Erhöhen

Nacharbeit

- x kurze Einführung
- x exemplarisch Not Kontaktwechsel mit Fehlen, nötiger Filgender, evtl. exkludiert Messwert (begünden), Störung mit Zirkel
- x Versuchsfaz, ↓

Nacharbeiten:

Einführung:

In den Versuch werde ich das Verhalten von Widerständen in verschiedenen Konfigurationen bei Gleichstromschaltungen erforschen und verschiedene Verhalten bei Temperaturänderungen in Widerständen einordnen und auswerten. ✓

Fazit:

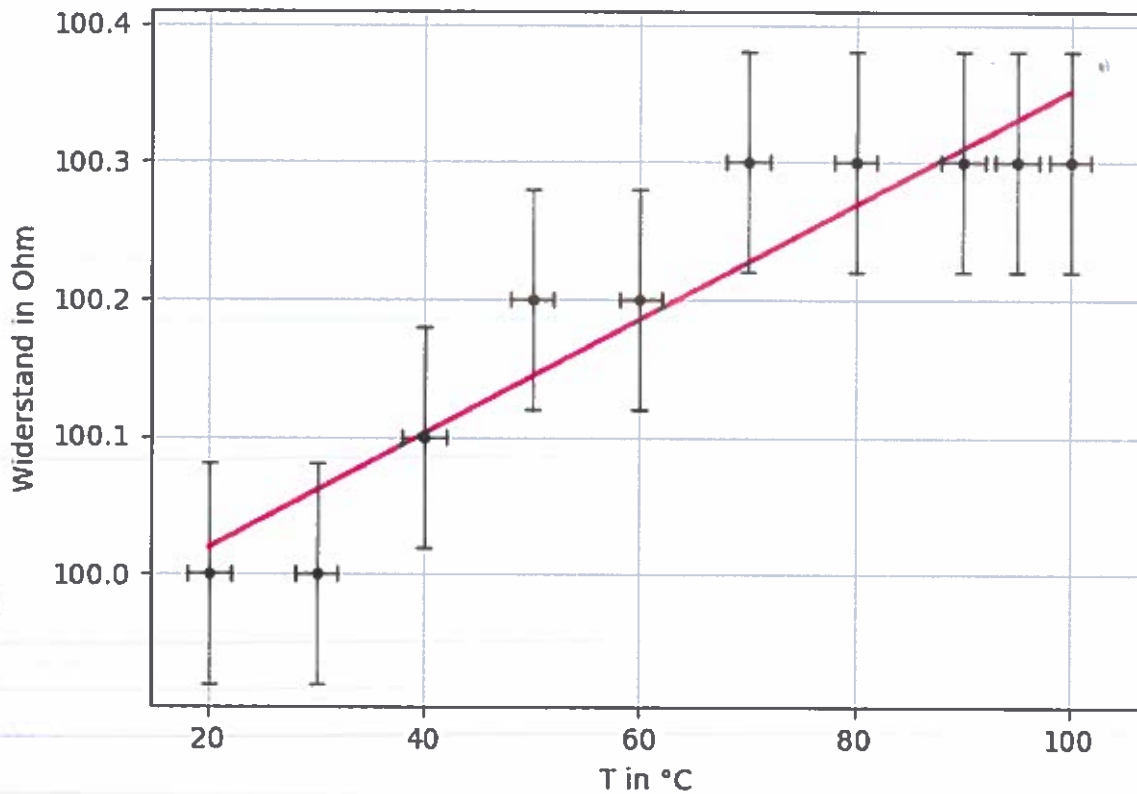
Ich habe verschiedene Widerstände durch Zusammenhänge gemessen und errechnet und Materialien in 3 Wertklassen geteilt, sowie deren Verhalten bei Temperaturschwankungen/Änderungen beschrieben. Die Ergebnisse sind gut ausgefallen und die Beziehungen und Werte wurden klar. Außerdem lernte ich, Strom/Schaltkreise zu realisieren und so an unbekannte Werte zu kommen.

Abb 18, Konstantan - Nachbearbeitung

0.0042 Ohm pro °C + 99.9363 Ohm bei T = 0°C *ok.*

⊕ Messwerte Konstantan

Konstantan Widerstand



$$\Delta T = 2^\circ\text{C}$$

⇒ Aus früheren Praktikumserfahrungen mit diesem Erhitzungsgerät habe ich gelernt, dass die Temperatur um etwa 1-2°C abweichen kann, aber der Fehler passt gut zu den Werten und Erwartungen, was die Entscheidung bestätigt.

~~ΔR~~ $\Delta R = 0,1 \Omega \Rightarrow$ Ungenauigkeit des Ablesens des Messgeräts bzw wir haben nicht genau notiert. Die Fitgerade liegt aber in allen Fällen im Fehler, weshalb er sogar deutlich kleiner sein wird.

PS: falls der Einleitung/Fazit zum
konstanten Widerstand meinstes!

Einleitung:

Im Versuch werde ich nun
einen konstanten Widerstand in einen
Wasserbad von 20°C bis 100°C
erhitzen und die Widerstandsänderung
messen und bewerten.

Fazit:

Wir hätten die volle Kapazität des
Messgeräts (eine Kommastelle mehr) nutzen
können, um die Unsicherheit zu senken, aber
der sehr stabile/lineare Zusammenhang
ist dennoch klar ersichtlich.
Der Versuch ist geglückt.