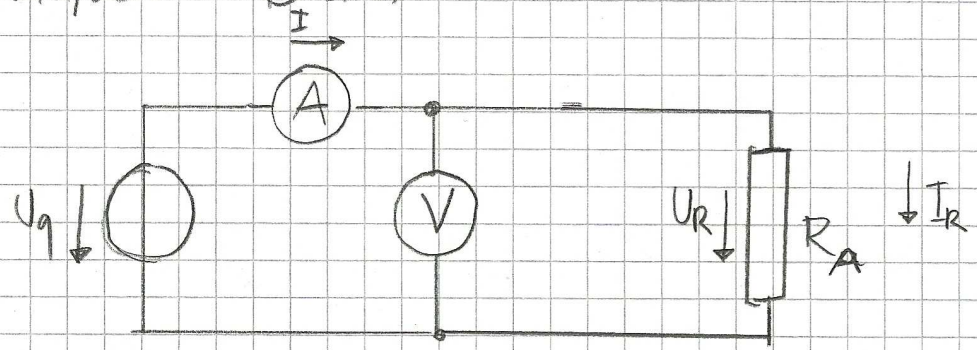


4.04.2010 (1)

| Strommessbereich | 500 μ A | 5 mA | 50 mA | 500 mA | 10 A |
|------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|
| max Spannungsabfall | 0,7V | 0,7V | 0,7V | 2,5 V | 0,2V |
| $R_{Mi} = \frac{U}{I}$ | 1400,00 Ω | 140,00 Ω | 14,00 Ω | 5,00 Ω | 0,02 Ω ✓ |

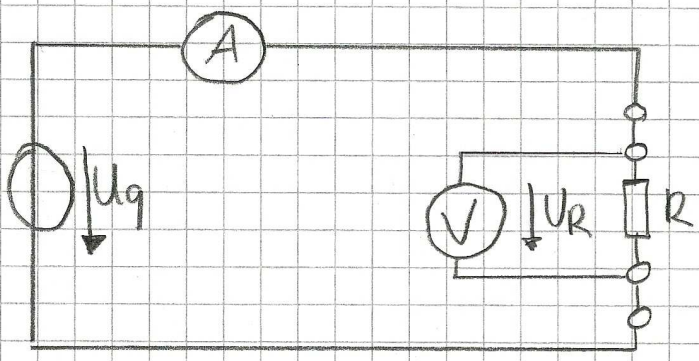
Messschaltungen

-> Außerer Draht



=> spannungsrichtige Messung zur Messung der Spannung U_R

-> Innerer Draht

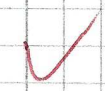
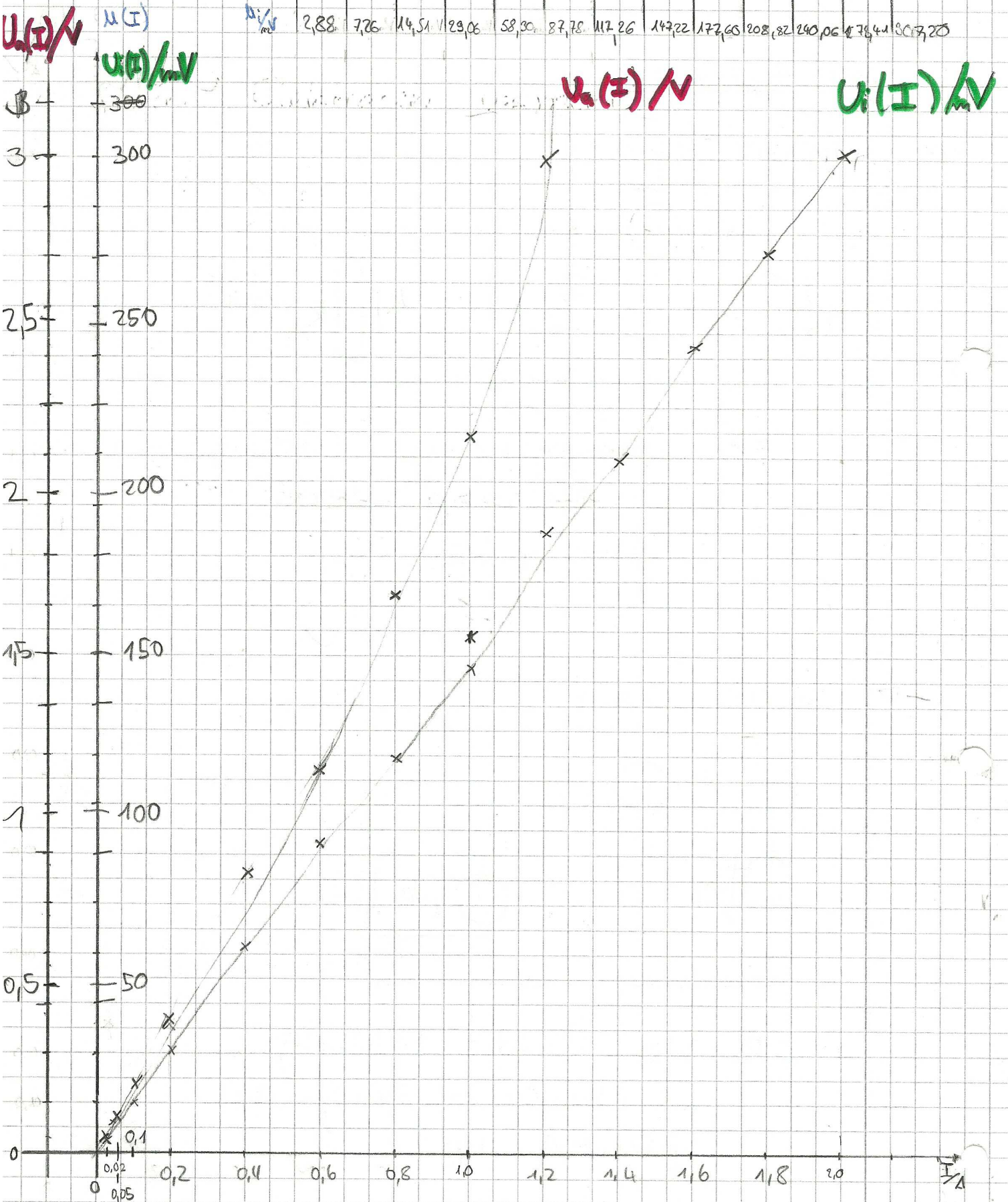


=> Vier-Punkt-Messung zur exakten Messung der Spannung U_R

2)

| Äußerer Draht I_1/A | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,60 | 0,80 | 1,00 | max 1,20 |
|-----------------------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|
| $U(I)$ | 38,91 | 95,50 | 180,93 | 384,78 | 679,61 | 1.238,2 | 1.742,0 | 2.340,4 | 3.089,9 |

| Innerer Draht I_2/A | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,60 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | max 2,0 |
|-----------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $U(I)$ | 2,88 | 7,26 | 14,51 | 29,06 | 58,30 | 87,78 | 117,26 | 147,22 | 177,65 | 208,82 | 240,06 | 270,41 | 301,70 |



③ Äußerer Draht I_1/A 0,02 0,05 0,10 0,20 0,40 0,60 0,80 1,00 max 1,20

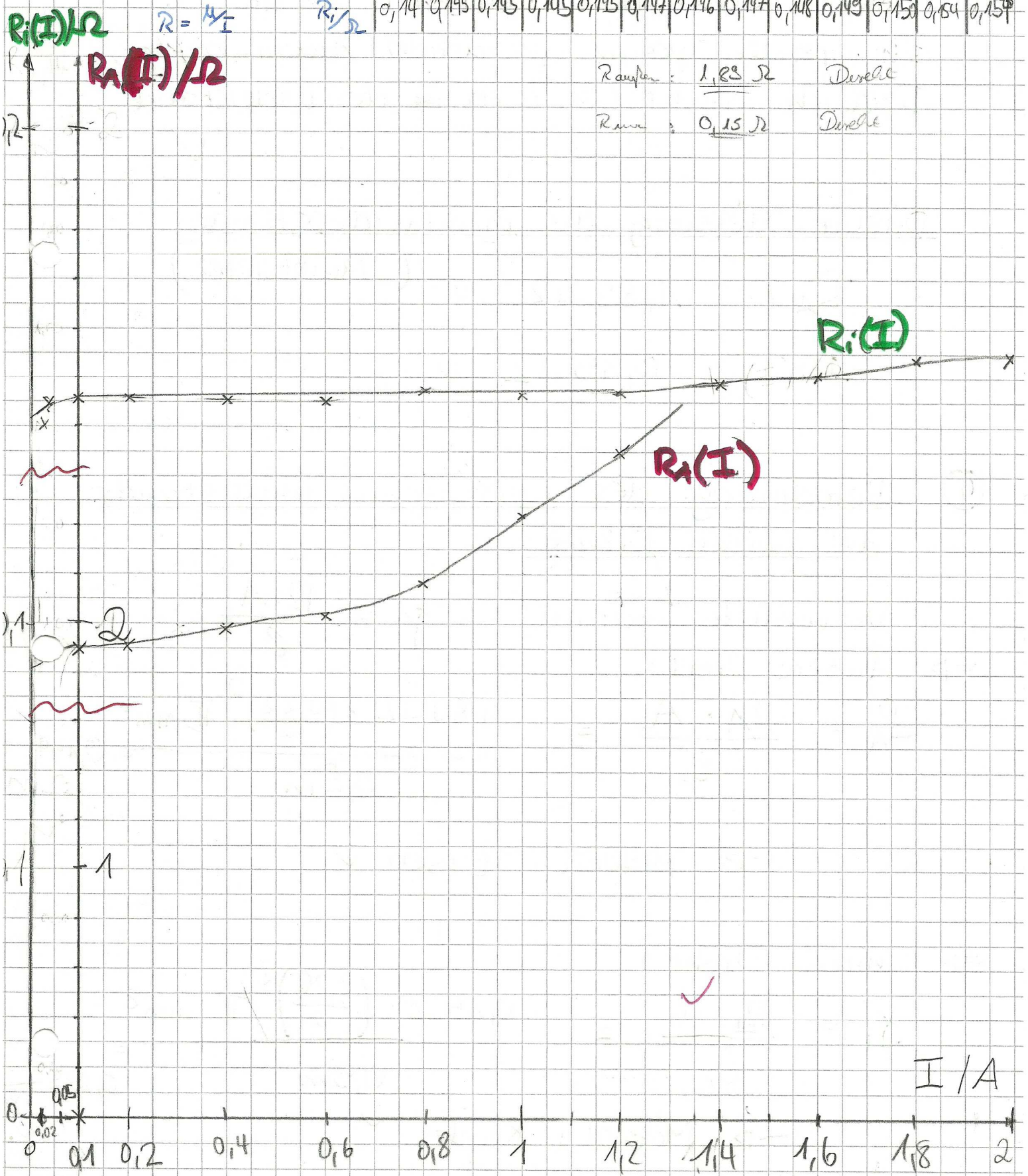
$U(I_1)$ U_1/V 389,1m 85,50m 180,83m 384,78m 0,756 1,2382 1,7420 2,3404 3,0883

$R = U/I$ R/Ω 1,95 1,90 1,90 1,930 1,99 2,06 2,18 2,34 2,58

Inneerer Draht I_2/A 0,02 0,05 0,10 0,20 0,40 0,60 0,80 1,00 1,20 1,40 1,60 1,80 max 2,0

$U(I_2)$ U_2/mV 2,88 7,26 14,51 29,06 58,06 87,78 117,26 147,22 177,60 208,82 240,06 278,41 307,20

$R = U/I$ R_i/Ω 0,14 0,145 0,145 0,145 0,145 0,147 0,146 0,147 0,148 0,149 0,150 0,151 0,151



$R_{\text{außen}} = 1,89 \Omega$ Derivat

$R_{\text{innen}} = 0,15 \Omega$ Derivat

Erklärung der Abhängigkeit $R(I)$:

Durch den ansteigenden Strom erhöht sich die Temperatur im Leiter und die atomare Bewegung nimmt zu. Dabei stoßen die freien Elektronen vermehrt an die schwingenden positiv geladenen Atomrümpfe, Dadurch erhöht sich auch ~~der~~ der Widerstand.

✓

Direkte Messung der Drahtwiderstände:

$$R_A: 1,89 \Omega \quad \checkmark \quad (\text{Multimeter})$$

$$R_i: 0,15 \Omega \quad \checkmark$$

④ Berechnung des spezifischen Widerstands der beiden Drähte

Verwendete Formel: $\rho = \frac{R \cdot A}{l}$

=> Äußere Draht:

$$\rho_A = \frac{R_A \cdot A_A}{l_A} = \frac{1,89 \Omega \cdot \left(\frac{0,22}{2}\right)^2 \pi \text{ mm}^2}{0,5 \text{ m}} = 0,144 \cdot 10^{-6} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

-> Material: Eisen ✓

=> Innere Draht:

$$\rho_i = \frac{R_i \cdot A_i}{l_i} = \frac{0,15 \Omega \cdot \left(\frac{0,28}{2}\right)^2 \pi \text{ mm}^2}{0,5 \text{ m}} = 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

-> Material: Kupfer ✓

⑤ Berechnung der Stromdichte

Verwendete Formel: $J = \frac{I}{A}$

⇒ Äußerer Draht

$$J_A = \frac{I_{A_{\max}}}{A_A} = \frac{1,2 \text{ A}}{\left(\frac{0,22}{2}\right)^2 \pi \text{ mm}^2} = 31,57 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \checkmark$$

$$J_I = \frac{I_{I_{\max}}}{A_I} = \frac{2 \text{ A}}{\left(\frac{0,28}{2}\right)^2 \pi \text{ mm}^2} = 32,48 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \checkmark$$

Berechnung der Leistung

Verwendete Formel: $P = U \cdot I$

$$P_A = U_A \cdot I_A = 3,0883 \text{ V} \cdot 1,2 \text{ A} = 3,71 \text{ W} \checkmark$$

$$P_I = U_I \cdot I_I = 0,307 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 0,61 \text{ W} \checkmark$$

⇒ bemerkbare Erwärmung (siehe ③)

⇒ äußerer Draht bei 0,4 A → $R_A(I)$ steigt von 1,93 Ω auf 1,99 Ω

⇒ Stromdichte $J_{AG} = \frac{I_{AG}}{A_A} = \frac{0,4 \text{ A}}{\left(\frac{0,22 \text{ mm}}{2}\right)^2 \pi} = 10,52 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \checkmark$

⇒ innerer Draht bei 0,6 A → $R_I(I)$ steigt von 0,145 Ω auf 0,147 Ω

⇒ Stromdichte $J_{IG} = \frac{I_{IG}}{A_I} = \frac{0,6 \text{ A}}{\left(\frac{0,28}{2}\right)^2 \pi \text{ mm}^2} = 9,74 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \checkmark$

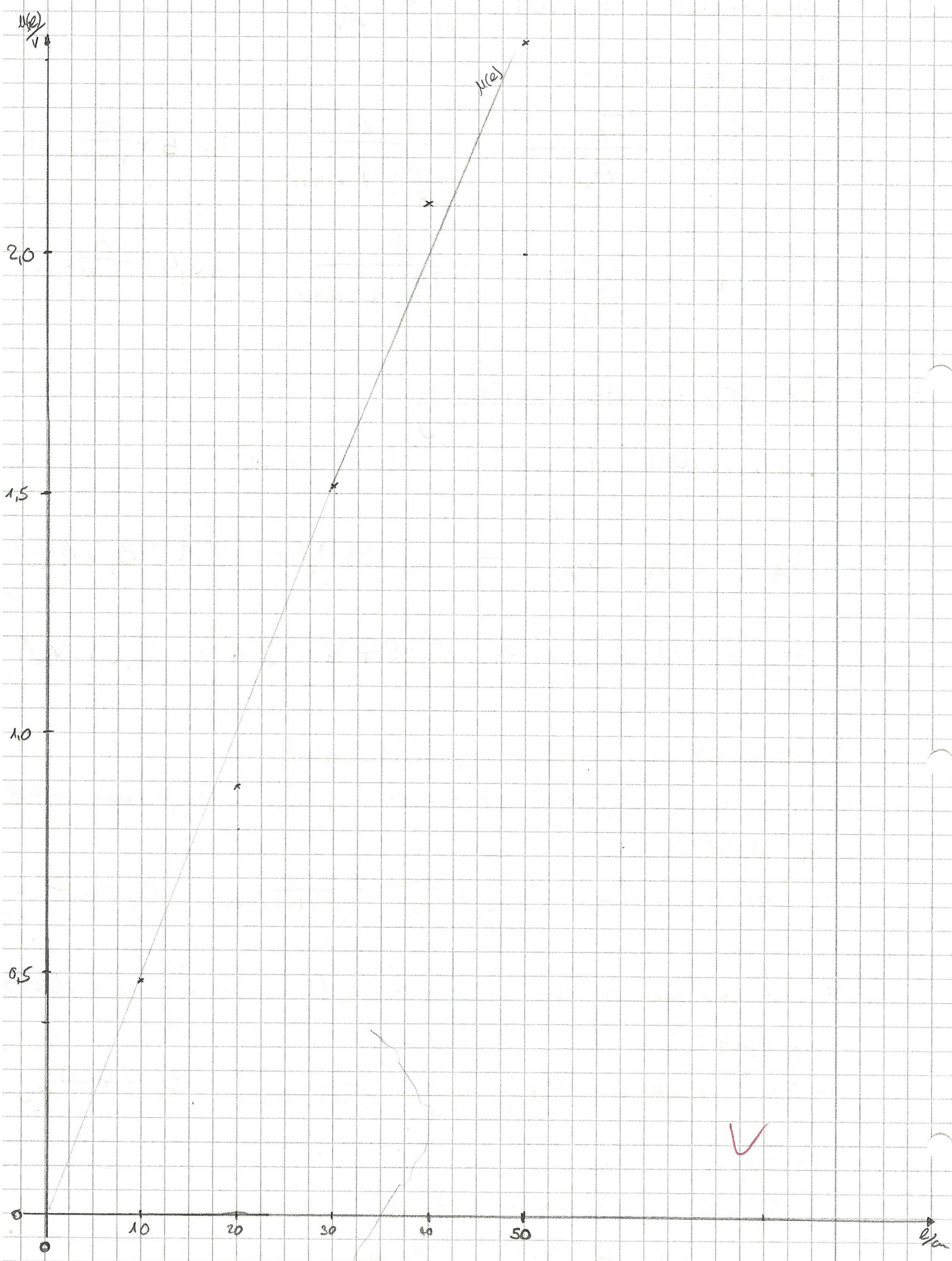
⇒ Leistung

$$P_{AG} = 0,4 \text{ A} \cdot 1,99 \text{ V} = 0,796 \text{ W}$$

$$P_{IG} = 0,6 \text{ A} \cdot 0,147 \text{ V} = 0,0882 \text{ W}$$

6

| ξ [cm] | ξ/α | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
|------------|--------------|--------|--------|-------|------|------|
| $u(\xi)$ | u/α | 0,4835 | 0,8326 | 1,523 | 2,11 | 2,44 |



$$\textcircled{7} R(I_{\max}) = R(20^\circ\text{C}) \cdot (1 + \alpha_{20} \cdot \Delta T)$$

=> Bestimmung des mittleren Widerstandwertes:

$$R_{\text{AM}} = \frac{R_{0,02} + R_{0,05} + R_{0,1} + R_{0,2}}{4} = \underline{1,92 \Omega}$$

$$R_{\text{IM}} = \frac{R_{0,02} + R_{0,05} + R_{0,1} + R_{0,2} + R_{0,4}}{5} = \underline{0,144 \Omega}$$

$$\Delta \beta = \frac{R(I_{\max}) - R(20^\circ\text{C})}{R(20^\circ\text{C}) \cdot \Delta T}$$

=> Äußerer Draht: $\Delta \beta_{\text{I}} = \frac{2,58 \Omega - 1,92 \Omega}{1,92 \Omega \cdot 60 \cdot 10^{-3}} = \underline{57,82 \text{K}} \quad \checkmark$

=> Innerer Draht: $\Delta \beta_{\text{II}} = \frac{0,154 \Omega - 0,144 \Omega}{0,144 \Omega \cdot 3,93 \cdot 10^{-3}} = \underline{17,67 \text{K}} \quad \checkmark$