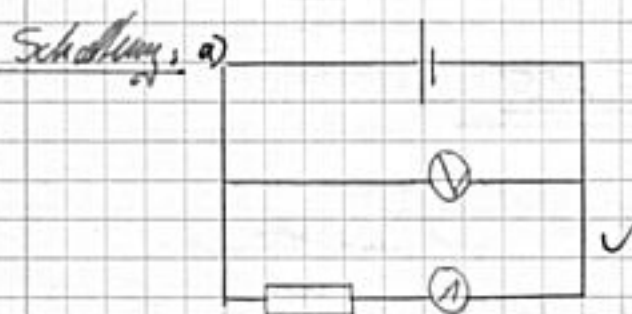


Voruch 48: Elektrische Widerstände

Name: Georg Dietrich
 Mitarbeiter: René Böhm
 Betreuer: Schedler

Datum: 6.6.2002
 Praktikumsgruppe: 454

Aufg. Die Kennlinien $Y = f(U)$ und $R = f(Y)$ eines
 ohmschen Widerstands, einer Metallfadenlampe und eines Halbleiters
 sollen mittels Spannung- und Strommessung bestimmt werden.



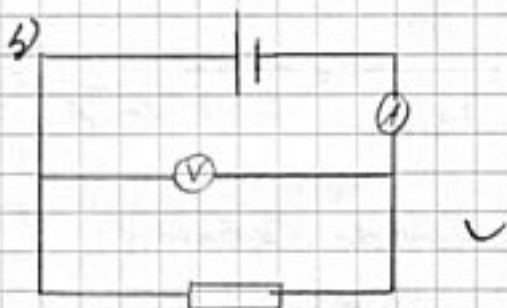
a) - Stromrichtige Schaltung

- zu große Spannung wird durch
 Spannungsteilwert über Anzeigebereich

angezeigt ($R_A \dots$ Innenwiderst. \ominus)

$$\rightarrow \text{Fehler: } \frac{\Delta U}{U} = \frac{R_A}{R}$$

- für $R > \sqrt{R_A R_V}$



b) - Spannungrichtige Schaltung

- zu große Stromstärke angezeigt, da
 Strom durch Voltmeter

$R_V \dots$ Innenwiderstand \ominus

$$\rightarrow \text{Fehler: } \frac{\Delta I}{I} = \frac{R}{R_V}$$

- für $R < \sqrt{R_A R_V}$

zu verwendende Schaltung: $R \approx 100 \Omega$ im günstigsten Fall.

$$R < \sqrt{R_A R_V}$$

$$R = 100 \Omega$$

$$R_V = 50000 \Omega$$

$$R_A = 0,8 \Omega$$

$100 \Omega < 200 \Omega \rightarrow$ Spannungsrichtige Schaltung

Suprale:

① Glühlampe: $U_{max} = 20V$; $I_{max} = 66,5mA$

| U/V | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|--------------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| I/mA | 8,5 | 12 | 15 | 17,5 | 19,5 | 22 | 26 | 30 | 34 | 37 | 40 | 42,5 | 66,5 |
| $R/k\Omega$ | 50 | 50 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 2000 |
| I_V/mA | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,025 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,042 | 0,06 | 0,066 | 0,09 | 0,02 |
| I_{kor}/mA | 8,48 | 11,96 | 14,95 | 17,48 | 19,475 | 21,97 | 25,97 | 29,99 | 33,98 | 36,94 | 39,934 | 42,49 | 66,48 |
| R/Ω | 117,20 | 167,20 | 200,2 | 228,2 | 24,75 | 27,05 | 30,46 | 33,04 | 33,06 | 37,52 | 400,10 | 425,7 | 665,64 |

$$I_V = \frac{U}{R_V} = \frac{1V}{50 \cdot 10^{-3} \Omega} = \underline{\underline{0,02mA}}$$

$$I_{kor} = I - I_V = 8,5mA - 0,02mA = \underline{\underline{8,48mA}}$$

$$R = \frac{U}{I_{kor}} = \frac{1V}{8,48 \cdot 10^{-3}A} = \underline{\underline{117,92\Omega}}$$

② ohmscher Widerstand: $U_{max} = 20V$; $I_{max} = 150mA$

| U/V | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| I/mA | 7,5 | 15 | 22,5 | 30 | 37,5 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 |
| $R/k\Omega$ | 50 | 50 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 2000 |
| I_V/mA | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,025 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,042 | 0,06 | 0,066 | 0,09 | 0,02 |
| I_{kor}/mA | 7,48 | 14,96 | 22,45 | 29,98 | 37,475 | 44,97 | 59,97 | 74,99 | 89,98 | 104,94 | 119,934 | 134,9 | 149,98 |
| R/Ω | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 | 133,61 |

③ Halbleitendiode: $U_{max} = 6,2V$; $I_{max} = 150mA$

| U/V | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| I/mA | 1,9 | 3,7 | 5,5 | 7,5 | 10 | 15 | 16,5 | 21 | 25,5 | 32,5 | 35 | 145 |
| $R/k\Omega$ | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| I_V/mA | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,045 | 0,045 | 0,02 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,05 |
| I_{kor}/mA | 1,89 | 3,68 | 5,47 | 7,46 | 9,95 | 14,955 | 16,455 | 20,98 | 25,475 | 32,475 | 34,975 | 144,95 |
| R/Ω | 21,16 | 21,16 | 21,16 | 21,16 | 21,16 | 21,16 | 21,16 | 13,65 | 13,65 | 13,65 | 13,65 | 4,38 |

Glimmer
Diode

$$R = f(\lambda)$$

blaues Silberband

R/Ω

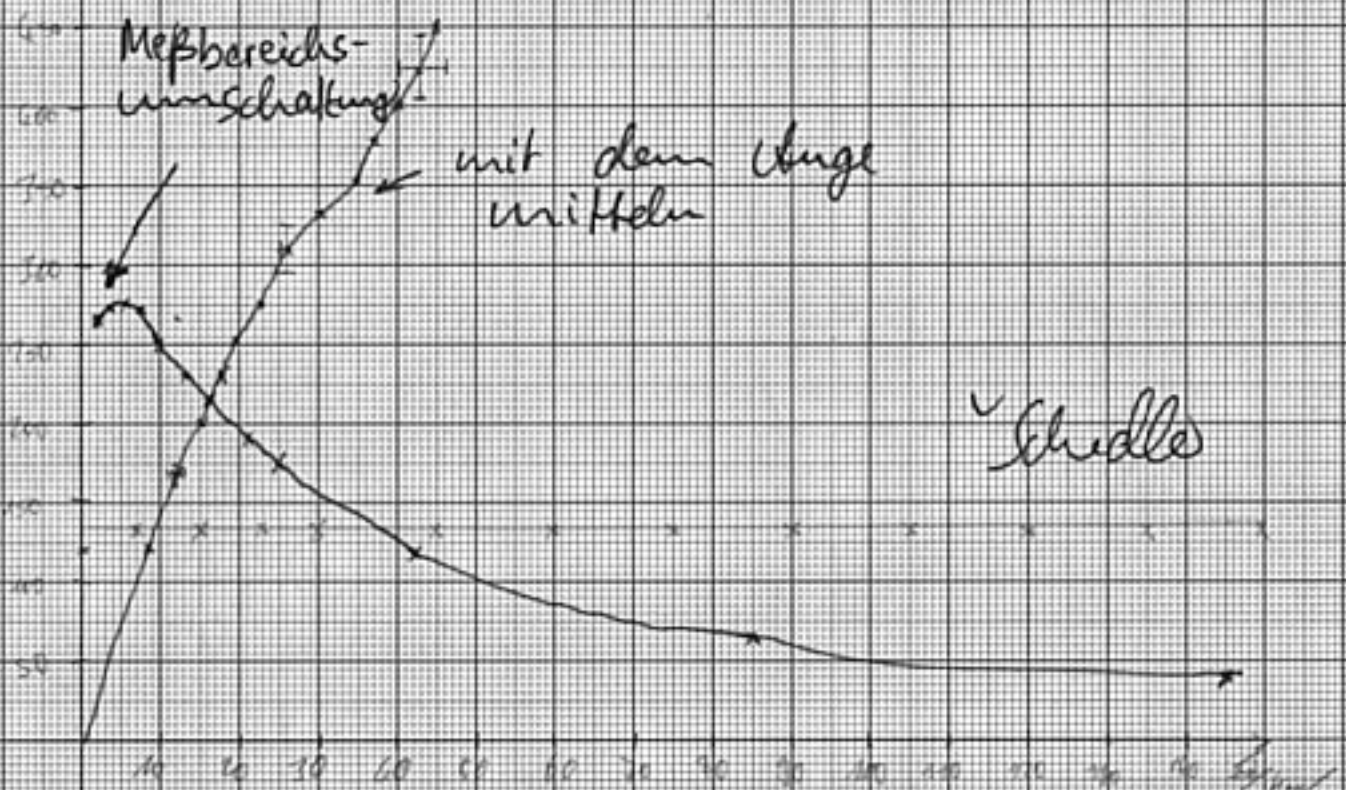
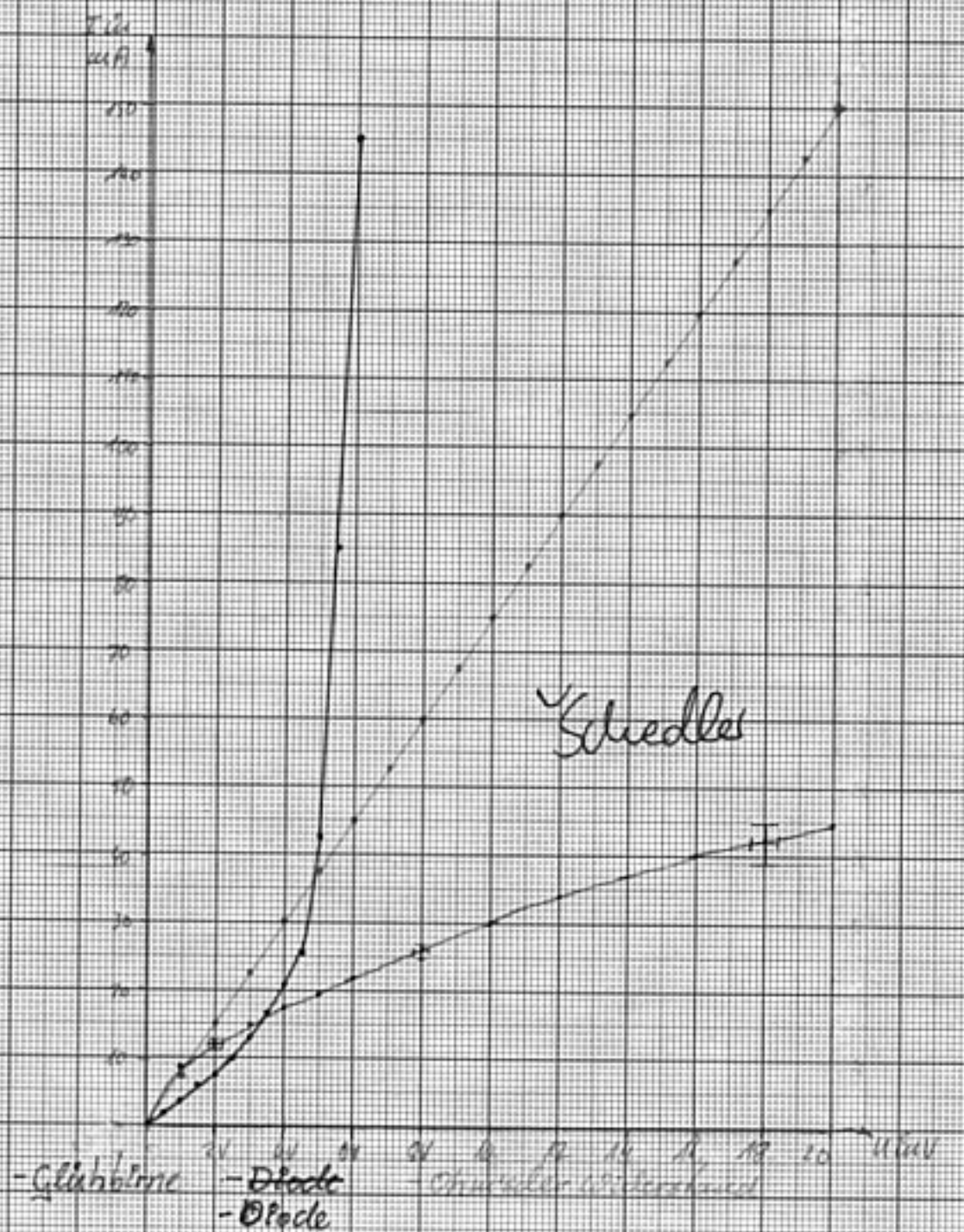


Diagramm U-I-Kennlinie $I = f(U)$



Fehlerrechnung:

$$R = \frac{U}{I_{\text{ges}}}$$

$$I_{\text{korr}} = I_{\text{ges}} - \frac{U}{R_V}$$

$$\Delta I_{\text{korr}} = \left| \Delta I_{\text{ges}} \right| + \left| -\frac{\Delta U}{R_V} \right|$$

$$\Delta I = 1,5\% \cdot I + \frac{1}{2} \text{ Skala}$$

$$\Delta U = 1,5\% \cdot U + \frac{1}{2} \text{ Skala}$$

$$\Delta I_{\text{korr}} = \left| 0,3 \text{ mA} \right| + \left| \frac{-0,055 \text{ V}}{50 \cdot 10^3 \Omega} \right| = 0,431 \text{ mA}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \left[\frac{\Delta U}{U} + \left| \frac{-U}{I} \cdot \Delta I \right| \right] \cdot \left[\frac{U}{I} \right]^{-1} = \left| \frac{\Delta U}{U} \right| + \left| \frac{\Delta I}{I} \right|$$

Rechnung für Plüchlampe in $I = f(U)$ - Kennlinie

① $U = 2 \text{ V}$ $I_{\text{ges}} = 12 \text{ mA}$ $R_L = 167,2 \Omega$

$$\Delta I_{\text{ges}} = 1,5\% \cdot 12 \text{ mA} + 0,75 \text{ mA} = 0,45 \text{ mA}$$

$$\Delta U_{\text{ges}} = 1,5\% \cdot 2 \text{ V} + 0,025 \text{ V} = 0,055 \text{ V}$$

$$\Delta I_{\text{korr}} = \left| 0,45 \text{ mA} \right| + \left| \frac{-0,055 \text{ V}}{50 \cdot 10^3 \Omega} \right| = 0,431 \text{ mA}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \left| \frac{\Delta U}{U} \right| + \left| \frac{\Delta I}{I} \right| = \left| \frac{0,055 \text{ V}}{2 \text{ V}} \right| + \left| \frac{0,431 \text{ mA}}{12 \text{ mA}} \right| = 0,0653 \rightarrow 6,53\%$$

$$\Delta R_L = 10,6 \Omega \quad \underline{R_L = 167,2 \Omega \pm 10,6 \Omega}$$

② $U = 6 \text{ V}$ $I_{\text{ges}} = 26 \text{ mA}$ $R_L = 209,2 \Omega$

$$\Delta I_{\text{ges}} = 0,66 \text{ mA}$$

$$\Delta I_{\text{korr}} = 0,75 \text{ mA}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = 0,0521 \rightarrow 5,21\%$$

$$\Delta U_{\text{ges}} = 0,22 \text{ V}$$

$$\Delta R_L = 16,1 \Omega$$

$$\underline{R_L = 209,2 \Omega \pm 16,1 \Omega}$$

③ $U = 10 \text{ V}$ $I_{\text{ges}} = 42,5 \text{ mA}$ $R_L = 234 \Omega$

$$\Delta I_{\text{ges}} = 2,1375 \text{ mA}$$

$$\Delta I_{\text{korr}} = 2,138 \text{ mA}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = 0,1037 \rightarrow 10,4\%$$

$$\Delta U_{\text{ges}} = 0,52 \text{ V}$$

$$\Delta R_L = 43,5 \Omega$$

$$\underline{R_L = 234 \Omega \pm 43,5 \Omega}$$

Systematische Fehler entstehen durch die Messwertunsicherheit der Messgeräte (1,5%).

46. Unsystematische Fehler sind Messfehler, welche durch $\frac{1}{2}$ Skalenteil berücksichtigt werden.

Diskussion der Messergebnisse:

① Glühlampe: Bei der Glühlampe fungiert der Glühfaden als Widerstand. Aus $R = f(I)$ ist zu sehen, dass der Widerstand der Glühlampe nahezu linear von der Stromstärke sich erhöht. Dies ist damit zu erklären, dass sich die Atome im Metallgitter bei höheren Temperaturen, vgl. mit den Stromwerten, stärker bewegen und den Stromfluss hemmen ($\mu \downarrow$). Daher steigt die Stromstärke mit zunehmender Spannung kaum noch an. $R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{l}{A}$ $\sigma = n \cdot q_e \cdot \mu \downarrow \rightarrow R \uparrow$
Im $I = f(U)$ -Diagramm erkenntlich, da sich die fpgk einw. bei konst. U erhöht.

② Ohmscher Widerstand: Aus $R = f(I)$ kann man erkennen, dass der Widerstand immer konstant bleibt. Im Diagramm $I = f(U)$ macht sich dies durch eine linear ansteigende Gerade bemerkbar. Hier gilt das Ohmsche Gesetz $U = R \cdot I$ mit dem Proportionalitätsfaktor R . Es entstehen keine Wärmeverluste, da die Fläche des Bauelements groß genug ist, um überflüssige Wärme an Umgebung abzugeben ($p = \text{const.}$). Die Konstanten der Ladungsträger bleibt auch konstant. ($n = \text{konst.}$)
 $R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{l}{A}$ $\sigma = n \cdot q_e \cdot \mu = \text{konst.} \rightarrow R = \text{konst.}$

③ Halbleiterdioden: Die Halbleiterdioden sind ein Nüßchen. Das bedeutet, dass bei höheren Temperaturen, der Widerstand sinkt, was aus dem $R = f(I)$ Diagramm zu sehen ist. Die Atome in der Halbleiterdioden schwingen zwar stärker und behindern so die Beweglichkeit der Ladungsträger ($\mu \downarrow$), aber mehr Ladungsträger werden frei ($q_e \cdot n \uparrow$), wodurch der Widerstand maßgeblich mit steigender Temp. und Stromstärke sinkt.

$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{l}{A} \rightarrow \sigma = n \cdot q_e \cdot \mu \uparrow \rightarrow R \downarrow$ gute Diskussion!

8 Pkt
Schredler