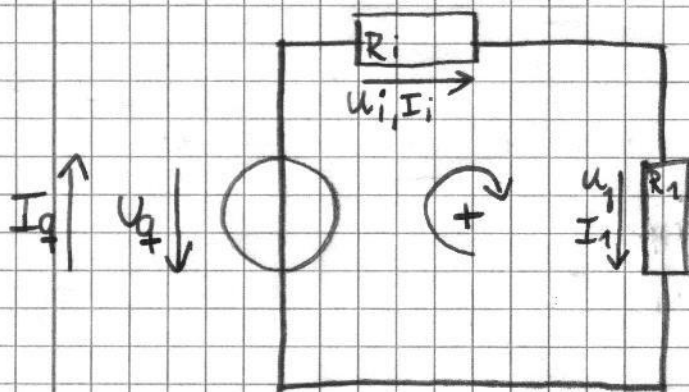


## Elektrische Messungen

Teilnehmer:

Die Formeln wie immer vorher aufschreiben und dann die konkreten Werte die erst im Praktikum verteilt werden einsetzen und ausrechnen

① Messungen in einem Grundstromkreis

$$R_i = 68 \Omega$$

$$R_{i2} = 51,3 \Omega$$

$$R_1 = 833,33 \Omega$$
  
 $1000 \Omega, 115000 \Omega$

Die krummen Widerstände erhält man durch Parallelschaltung von 2 geeigneten "glatten" Widerständen.

$$U_q = 15 \text{ V}$$

$$I = 1,2 \text{ A}$$

Maschensatz

$$I = I_q = I_i = I_1$$

$$\sum U = 0$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U_q}{R_i + R_1} = \frac{15 \text{ V}}{51,3 \Omega + 833,33 \Omega} = \underline{\underline{16,9 \text{ mA}}}$$

$$U_i = R_i \cdot I = 51,3 \Omega \cdot 16,9 \text{ mA} = 0,87 \text{ V}$$

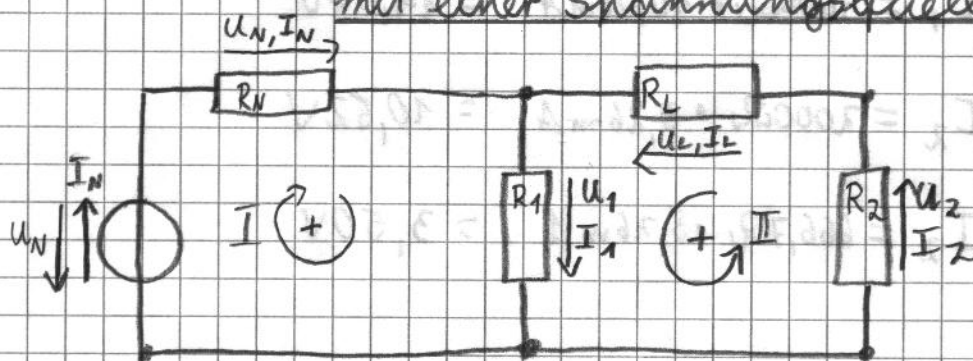
$$U_1 = R_1 \cdot I = 833,33 \Omega \cdot 16,9 \text{ mA} = 14,08 \text{ V}$$

①

|       | DIGITAL   |          |             | ANALOG   |             |  |
|-------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|--|
|       | berechnet | gemessen | rel. Fehler | gemessen | rel. Fehler |  |
| $U_q$ |           |          |             |          |             |  |
| $U_i$ |           |          |             |          |             |  |
| $U_1$ | 14,08 V   | 14 V     | 0,57%       |          |             |  |
| $I_q$ |           |          |             |          |             |  |
| $I_i$ | 16,9 mA   | 16,8 mA  | 0,59%       | 16 mA    | 5,33%       |  |
| $I_1$ | 16,9 mA   | 16,8 mA  | 0,59%       | 16 mA    | 5,33%       |  |
|       |           |          |             |          |             |  |
|       |           |          |             |          |             |  |
|       |           |          |             |          |             |  |
|       |           |          |             |          |             |  |

## ② Messungen in einem Netzwerk

mit einer Spannungsquelle



$$R_N = 51 \Omega$$

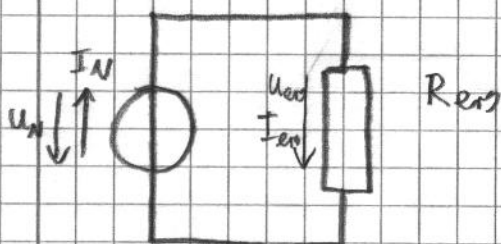
$$R_1 = 1000 \Omega$$

$$R_L = 666,7 \Omega$$

$$R_2 = 2000 \Omega$$

$$U_N = 15V$$

Bestimmung von  $I_N$  mit Ersatzschaltbild



$$R_{\text{ers}} = \frac{(R_L + R_2) \cdot R_1}{(R_L + R_2) + R_1} + R_N$$

$$R_{\text{ers}} = 779,28 \Omega$$

$$U_N = U_{\text{ers}}$$

$$I_{\text{ers}} = \frac{U_N}{R_{\text{ers}}} = 19,3 \text{ mA}$$

$$I_N = I_{\text{ers}} = 19,3 \text{ mA}$$

$$I_L = I_2$$

$$I_1 + I_2 = I_N \quad (\text{Knotenpunktregel})$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_L + R_2}{R_1} \quad (\text{Stromteilerregel})$$

$$I_1 = \frac{R_L + R_2}{R_1} \cdot I_2$$

$$\frac{R_L + R_2}{R_1} \cdot I_2 + I_2 = I_N$$

$$I_2 = \frac{I_N}{\frac{R_L + R_2}{R_1} + 1} = 5,26 \text{ mA}$$

$$I_1 = I_N - I_2 = 14,04 \text{ mA}$$



$$U_N = R_N \cdot I_N = 51\Omega \cdot 19,3\text{mA} = 0,98\text{V}$$

$$U_1 = R_1 \cdot I_1 = 1000\Omega \cdot 14,04\text{mA} = 14,04\text{V}$$

$$U_2 = R_2 \cdot I_2 = 2000\Omega \cdot 5,26\text{mA} = 10,52\text{V}$$

$$U_L = R_L \cdot I_2 = 666,7\Omega \cdot 5,26\text{mA} = 3,50\text{V}$$

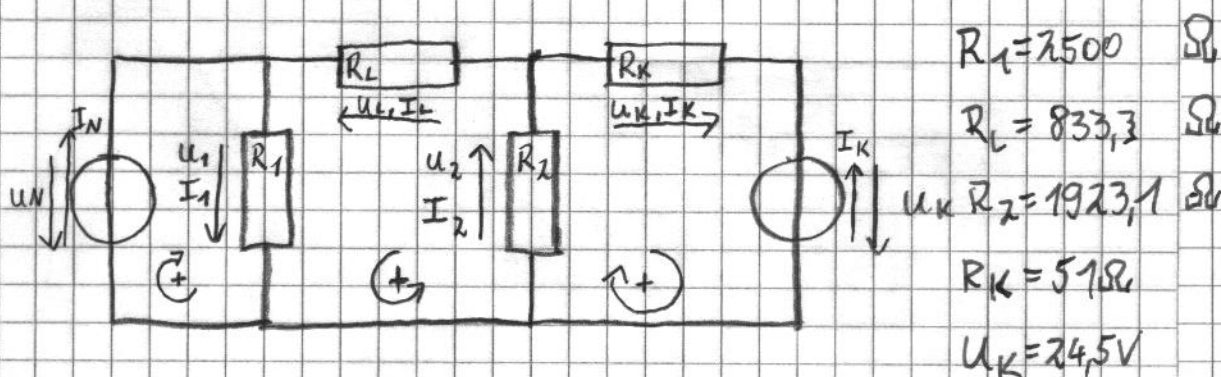
2

DIGITAL

ANALOG

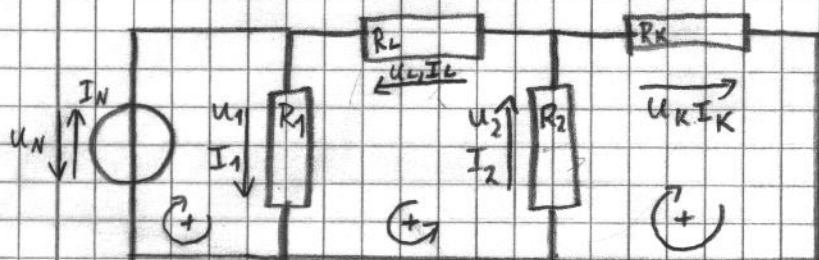
|          | berechnet         | gemessen         | rel. Fehler     | gemessen       | rel. Fehler      |
|----------|-------------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|
| $U_{Nq}$ | <del>0,98 V</del> | <del>0,9 V</del> | <del>8,2%</del> | <del>1 V</del> | <del>2,04%</del> |
| $U_N$    | 0,98 V            | 0,9 V            | 8,2%            | 1 V            | 2,04%            |
| $U_L$    | 3,50 V            | 3,4 V            | 2,89%           | 3,2 V          | 8,57%            |
| $U_1$    | 14,04 V           | 13,9 V           | 1%              | 13 V           | 7,41%            |
| $U_2$    | 10,52 V           | 10,4 V           | 1,15%           | 10 V           | 4,94%            |
| $I_{Nq}$ | 19,3 mA           | 19,1 mA          | 1,04%           |                |                  |
| $I_N$    | 19,3 mA           | 19,1 mA          | 1,04%           |                |                  |
| $I_L$    | 5,26 mA           | 5,2 mA           | 1,14%           |                |                  |
| $I_1$    | 14,04 mA          | 13,9 mA          | 1%              |                |                  |
| $I_2$    | 5,26 mA           | 5,2 mA           | 1,14%           |                |                  |
|          |                   |                  |                 |                |                  |
|          |                   |                  |                 |                |                  |

### ③ Messungen in einem Netzwerk mit zwei Spannungsquellen



Superpositionsprinzip:

**I** Spannungsquelle  $U_N$   
 $U_K$  kurzgeschlossen



- $U_1 = U_N = 15 \text{ V}$

- $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_N}{R_1} = 6 \text{ mA}$

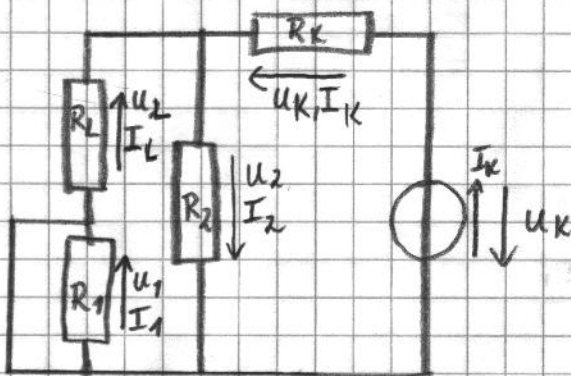
- $U_2 = U_N \left[ 1 - \frac{R_L}{R_L + \frac{R_2 \cdot R_K}{R_2 + R_K}} \right]$

- $U_2 = 0,84 \text{ V}$

- $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 0,44 \text{ mA}$

Spannungsquelle  $u_K$

$u_1$  kurzgeschlossen



$$\left. \begin{array}{l} u_1 = 0 \\ I_1 = 0 \end{array} \right\} R_1 \text{ ist überbrückt}$$

$$\bullet u_2 = u_K \left[ 1 - \frac{R_K}{R_K + \frac{R_L \cdot R_2}{R_L + R_2}} \right]$$

$$\bullet u_2 = 22,52 \text{ V}$$

$$\bullet I_2 = \frac{u_2}{R_2} = 11,71 \text{ mA}$$

$\Rightarrow$  Addition der Teilströme

$$\bullet I_{1\text{ges}} = I_{1\text{I}} + I_{1\text{II}} = 6 \text{ mA} + 0 \text{ mA} = 6 \text{ mA}$$

$$\bullet I_{2\text{ges}} = I_{2\text{I}} + I_{2\text{II}} = 0,44 \text{ mA} + 11,71 \text{ mA} = 12,15 \text{ mA}$$

$\Rightarrow$  Addition der Teilspannungen

$$\bullet u_{1\text{ges}} = u_{1\text{I}} + u_{1\text{II}} = 15 \text{ V} + 0 \text{ V} = 15 \text{ V}$$

$$\bullet u_{2\text{ges}} = u_{2\text{I}} + u_{2\text{II}} = 0,84 \text{ V} + 22,52 \text{ V} = 23,36 \text{ V}$$

③

mit  $U_K$

ohne  $U_K$

DIGITAL

ANALOG

DIGITAL

|             | Berechnet | gemessen | rel. Fehler | gemessen | rel. Fehler | gemessen | rel. Fehler |
|-------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| $U_1$ in V  | 15V       | 15,6V    | 4%          | 15V      | 0%          | 14,9V    | /           |
| $U_2$ in V  | 23,36V    | 23,4V    | 0,17%       | 22V      | 5,8%        | 0,8V     | /           |
| $I_1$ in mA | 6mA       | 6,2mA    | 3,33%       |          |             | 5,9mA    | /           |
| $I_2$ in mA | 12,15     | 12,1mA   | 0,41%       |          |             | 0,4mA    | /           |
|             |           |          |             |          |             |          |             |
|             |           |          |             |          |             |          |             |



3.5.  $R_1$  ist parallel zu  $U_N$  geschaltet

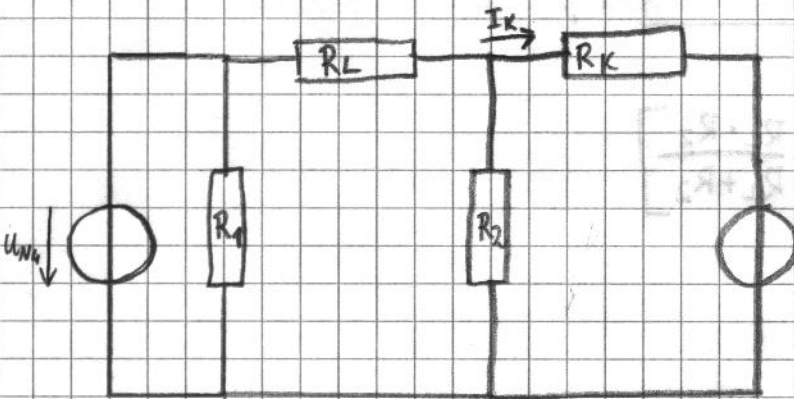
$$\Rightarrow U = \text{const.}$$

$$\Rightarrow I = \text{const.}$$

④

Kompensationsschaltung zur Messung

von  $U_2$  durch die Kompensationsquelle  $U_K$ .



$$R_1 = 2500$$

$$R_L = 833,3$$

$$R_2 = 1923,1$$

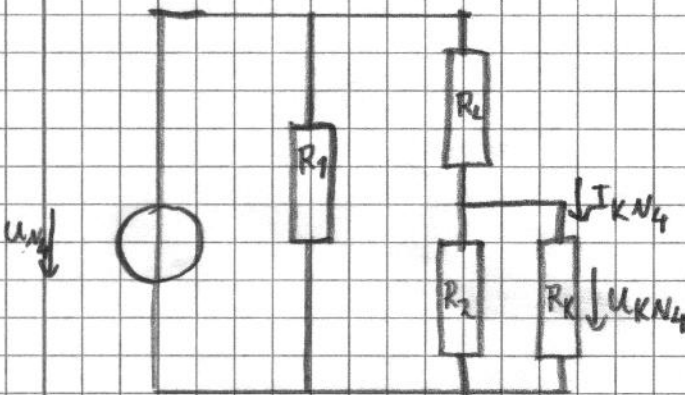
$$R_K = 51$$

$$U_K = 24,5$$

Superpositionsprinzip:

- $U_{N4}$  als Quelle

$U_{K4}$  ausgeschossen

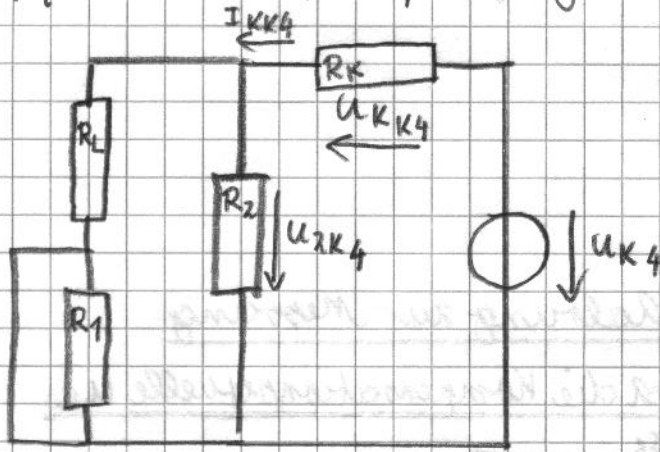


$$\bullet U_{KN4} = U_{N4} \cdot \left[ 1 - \frac{R_L}{R_L + \frac{R_2 \cdot R_K}{R_2 + R_K}} \right]$$

$$\bullet U_{KN4} = 0,84V$$

$$\bullet I_{KN4} = \frac{U_{KN4}}{R_K} = 1,65mA$$

$\Rightarrow U_{K4}$  als Quelle,  $U_{N4}$  herausgelassen



$$\nabla I_K \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Rightarrow I_{KK4} = I_{KN4}$$

$$\bullet I_{KK4} = 1,65 \text{ mA}$$

$$\bullet U_{KK4} = I_{KK4} \cdot \left[ R_K + \frac{R_L \cdot R_2}{R_L + R_2} \right]$$

$$\bullet U_{KK4} = 1043 \text{ V}$$

$$U_{K4} = I_{KN4} \left[ R_K + \frac{R_L \cdot R_2}{R_L + R_2} \right]$$

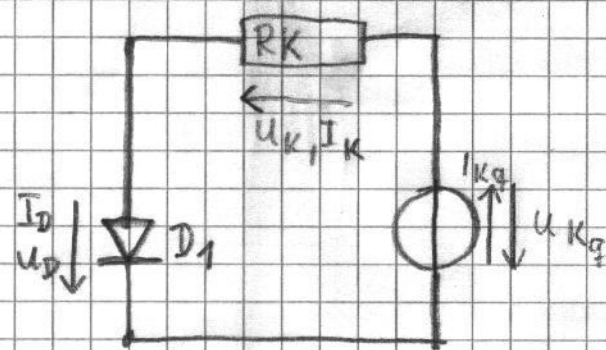
$$\Rightarrow U_{K4} = U_{N4} \left( \frac{R_2}{R_L + R_2} \right)$$

$$\bullet \underline{\underline{U_{K4} = 1946 \text{ V}}}$$

④

|                 | analog        | digital | Kompensation |  |
|-----------------|---------------|---------|--------------|--|
| $U_2$           |               | 10,4 V  | 10 V         |  |
| $U_2$ berechnet | nicht erfasst | 10,46 V | 10,46 V      |  |
| rel. Fehler     |               | 0,57%   | 4,4%         |  |
|                 |               |         |              |  |
|                 |               |         |              |  |

### ⑤ Kennlinie der Diode / Z-Diode



I



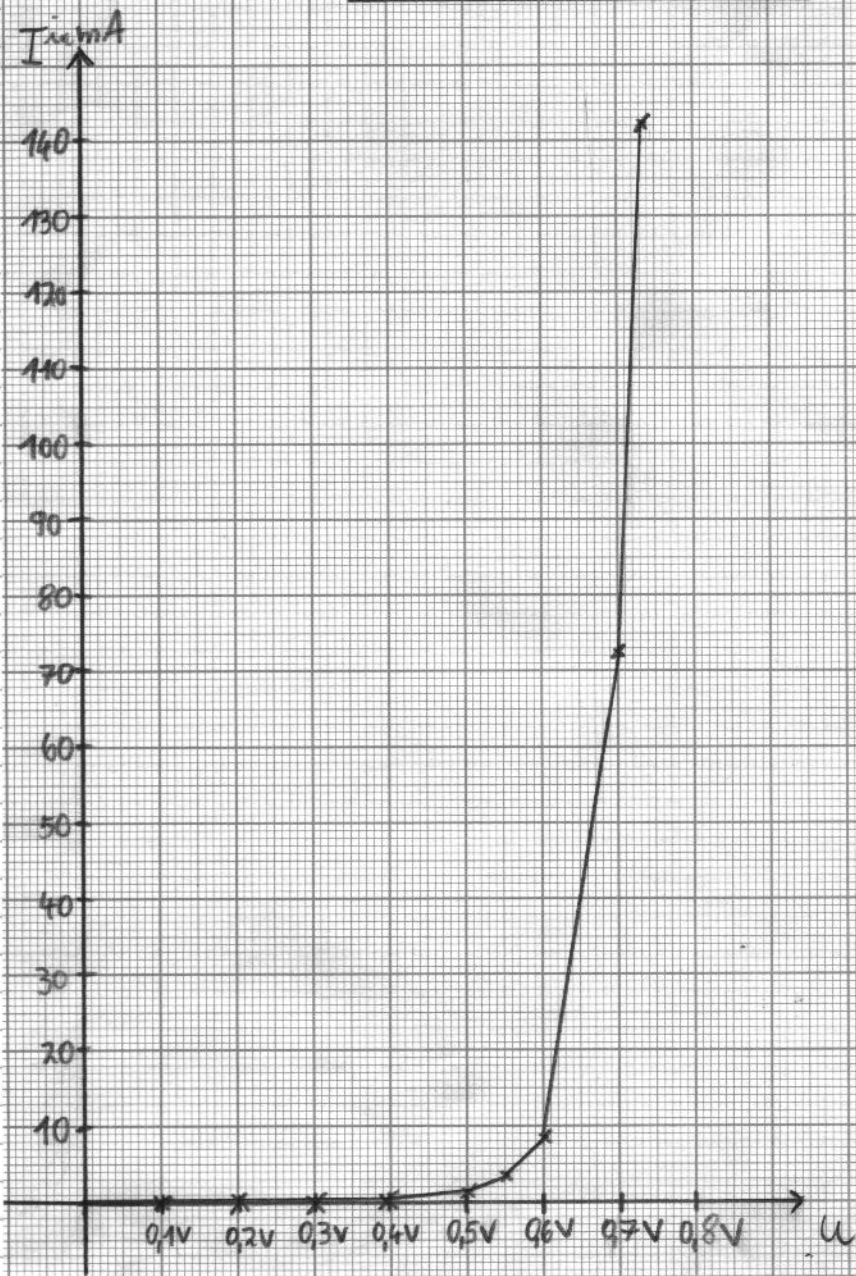
u

Erfassung von U und I über der Dreieck  
Kurzschlussstrom:  $145 \text{ mA}$

Diesen Wert erhält man indem man die beiden Strombuchsen der regelbaren Spannungs- und Stromquelle wirklich kurzschließt aber ein Strommesser dazwischenschlemt und dann vorsichtig den Strom bis in die Gegend um 150mA hochregelt.

|       |     |     |     |     |     |      |     |      |      |      |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|
| $v_A$ | 0   | 0   | 0   | 0,1 | 1   | 3,5  | 8,8 | 25   | 72,5 | 142  |
| $u_V$ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7  | 0,73 |

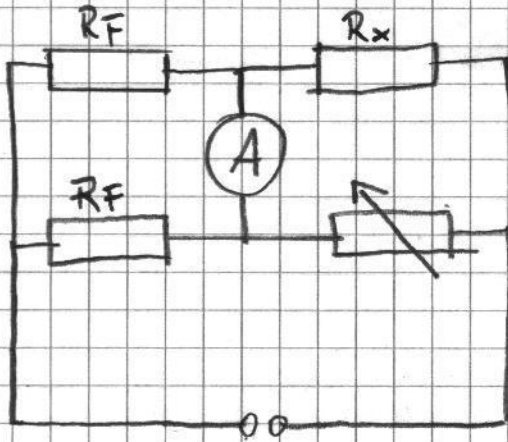
# Kennlinie der Diode





# ⑥ Temperaturbestimmung durch Widerstandsmessung

Wheatstone-Brückenschaltung:



$$R_F = 2 \text{ k}\Omega$$

ohne Heizelement: nach Kompensation  $PT100 = 110 \Omega$

$$\Rightarrow \vartheta_1 = 26^\circ\text{C}$$

mit Heizelement: nach Kompensation  $PT100 = 130,3 \Omega$

$$\Rightarrow \vartheta_2 = 78^\circ\text{C}$$

$$R_x(\vartheta_2) = R(\vartheta_0) \cdot (1 + \alpha \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_0))$$

$$= 110 \Omega \cdot (1 + \alpha \cdot (78^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}))$$

$$130,3 \Omega = 110 \Omega \cdot (1 + \alpha \cdot 52 \text{ K})$$

Eigentlich ist hier ja lt. Aufgabenstellung die Endüber Temperatur gesucht. Da aber der Temperaturunterschied der Tabelle entnehmbar ist, da zu jedem Widerstandswert eine Temperatur zugeordnet ist, bleibt nur noch  $\alpha$  unbekannt. Dieses steht entgegen der Aufgabenstellung nicht in einer Tabelle. deshalb haben wir hier einfach mal das  $\alpha$  ausgerechnet.

Irgendwie hatten wir dann alles fertig und haben dann

6,5 (1)

Punkte aufs Protokoll bekommen.

Viel Spass damit;-)

12

$$\frac{130,3 \Omega}{110 \Omega} = 1 + \alpha \cdot 52 \text{ K}$$

$$\underline{\underline{\alpha = \left( \frac{130,3}{110} - 1 \right) \cdot \frac{1}{52} = 0,00355 \frac{1}{\text{K}}}}$$