

### Studentenmitteilung

1. Semester - WS 2000/2001

Abt. Technische Informatik

Gerätebeauftragter

Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske

Tel.: [49]-0341-97 32213

Zimmer: HG 05-22

e-mail: [lieske@informatik.uni-leipzig.de](mailto:lieske@informatik.uni-leipzig.de)

www: <http://tipc023.informatik.uni-leipzig.de/~lieske/>

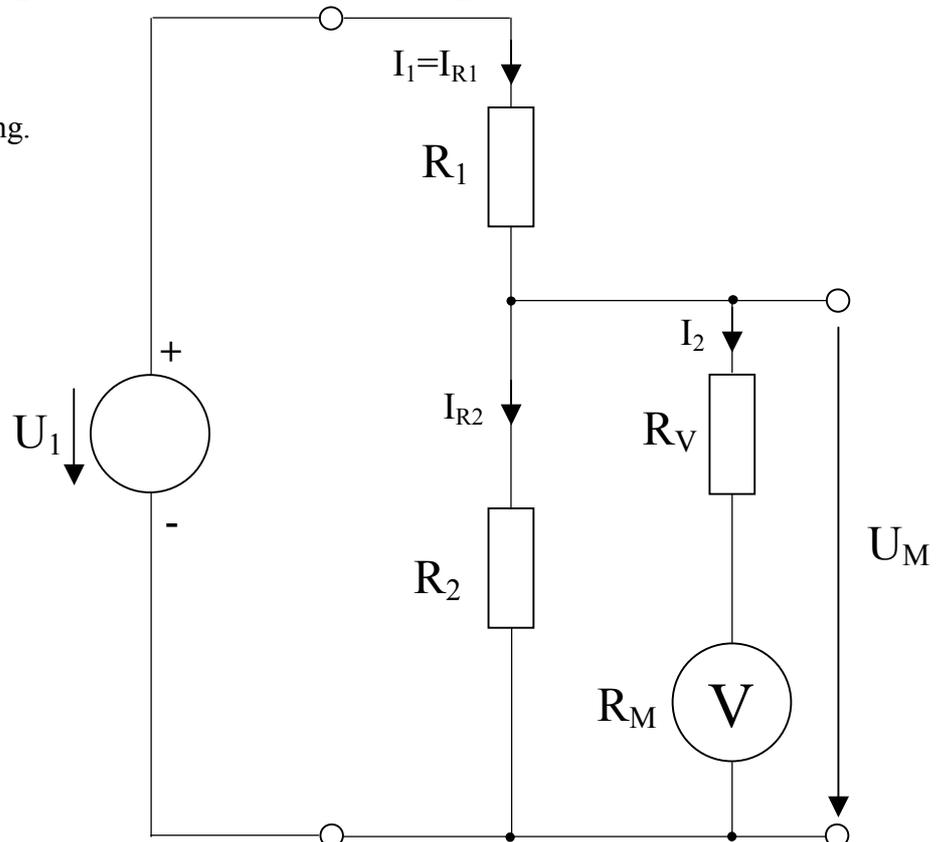
## Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 1

### 5. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

#### Spannungsmessungen am belasteten Spannungsteiler

gegeben ist folgende Schaltung.

Werte:  $U_1 = 50V$   
 $R_1 = 400k\Omega$   
 $R_2 = 100k\Omega$   
 $R_M = 2,5k\Omega$



Ein Zeigermessinstrument soll für Spannungsmessungen eingesetzt werden. Im Grundzustand hat es den Messbereich  $100\mu A$  bei  $250mV$  bei Vollausschlag. Es hat somit einen Innenwiderstand von  $R_M = 2,5k\Omega$ .

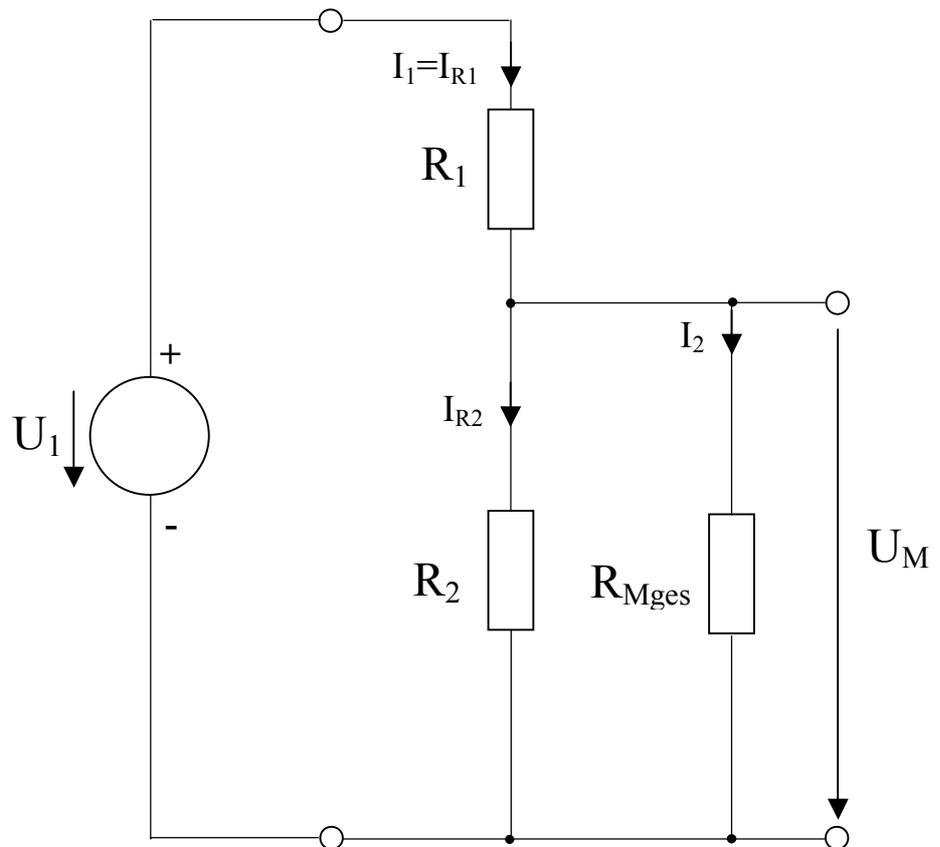
Aufgabe:

**(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)**

1. Berechnen Sie den Vorwiderstand  $R_{V1}$  für die Messbereichserweiterung auf 10V. **(1 Punkt)**
2. Berechnen Sie den Vorwiderstand  $R_{V2}$  für die Messbereichserweiterung auf 50V. **(1 Punkt)**
3. Berechnen Sie den Vorwiderstand  $R_{V3}$  für die Messbereichserweiterung auf 100V. **(1 Punkt)**

Das Messinstrument soll nun zur Spannungsmessung an dem Spannungsteiler  $R_1/R_2$  genutzt werden. Je nach dem Messbereich hat das Messinstrument einen unterschiedlichen Innenwiderstand  $R_{Mges} = R_V + R_M$  der die Messung beeinflussen kann.

4. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand  $R_{Mges1}$  für die Messbereichserweiterung auf 10V. **(1 P.)**
5. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand  $R_{Mges2}$  für die Messbereichserweiterung auf 50V. **(1 P.)**
6. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand  $R_{Mges3}$  für die Messbereichserweiterung auf 100V. **(1 P.)**



Je nach Messbereich hat das Messinstrument einen unterschiedlichen Innenwiderstand  $R_{Mges}$ . Somit wird der Spannungsteiler unterschiedlich belastet und das Messinstrument misst unterschiedliche Werte. Zur Vereinfachung wird hier angenommen, dass das Messgerät in allen Messbereichen mit gleicher Genauigkeit messen kann d.h. zusätzlich zum Zeiger eine 4-stellige Digitalanzeige.

7. Welche Spannung  $U_{M0}$  ist am Spannungsteiler ohne das Messgerät (Leerlauf). **(1 Punkt)**
8. Welche Spannung  $U_{M1}$  misst das Messgerät im 10V Messbereich. **(1 Punkt)**
9. Welche Spannung  $U_{M2}$  misst das Messgerät im 50V Messbereich. **(1 Punkt)**
10. Welche Spannung  $U_{M3}$  misst das Messgerät im 100V Messbereich. **(1 Punkt)**

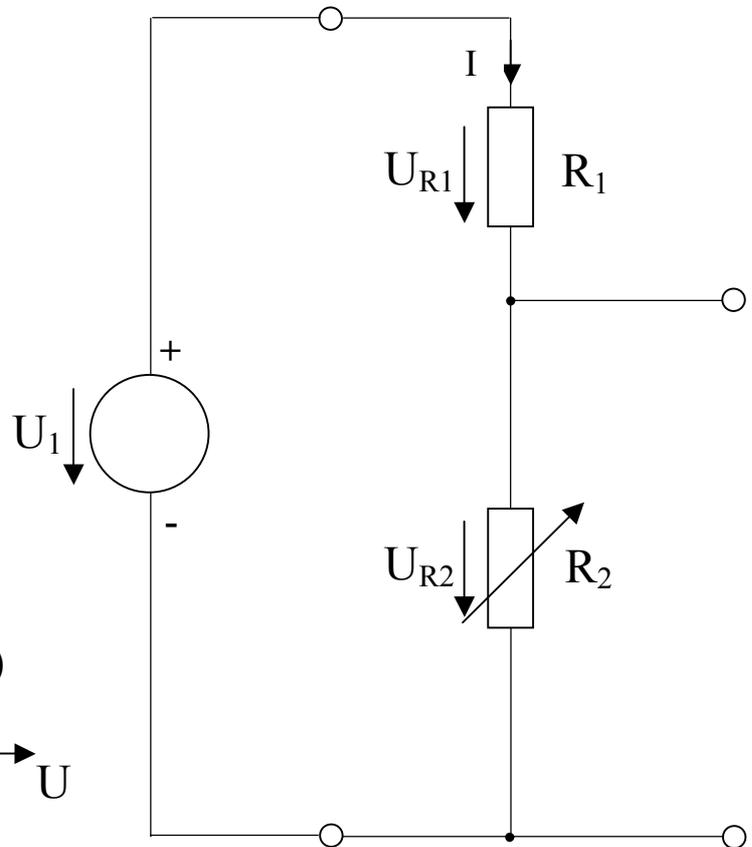
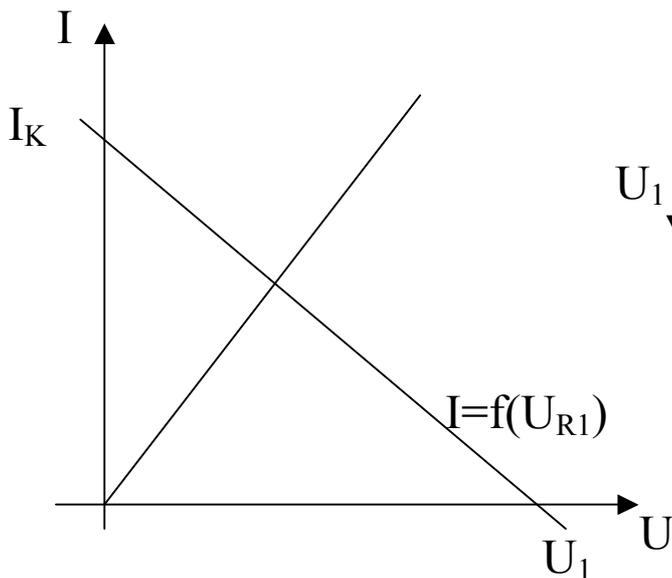
Bemerkung: Alle Werte sind auf 4 Stellen zu bestimmen. Die Spannungen über die Bauelemente sind nach den Bauelementen zu benennen.

## 5. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

### Bestimmung der Funktion der Widerstandsgeraden (Lastgeraden) für $R_1$ .

gegeben ist folgende Schaltung:

Werte:  $U_1 = 4\text{V}$   
 $R_1 = 500\Omega$

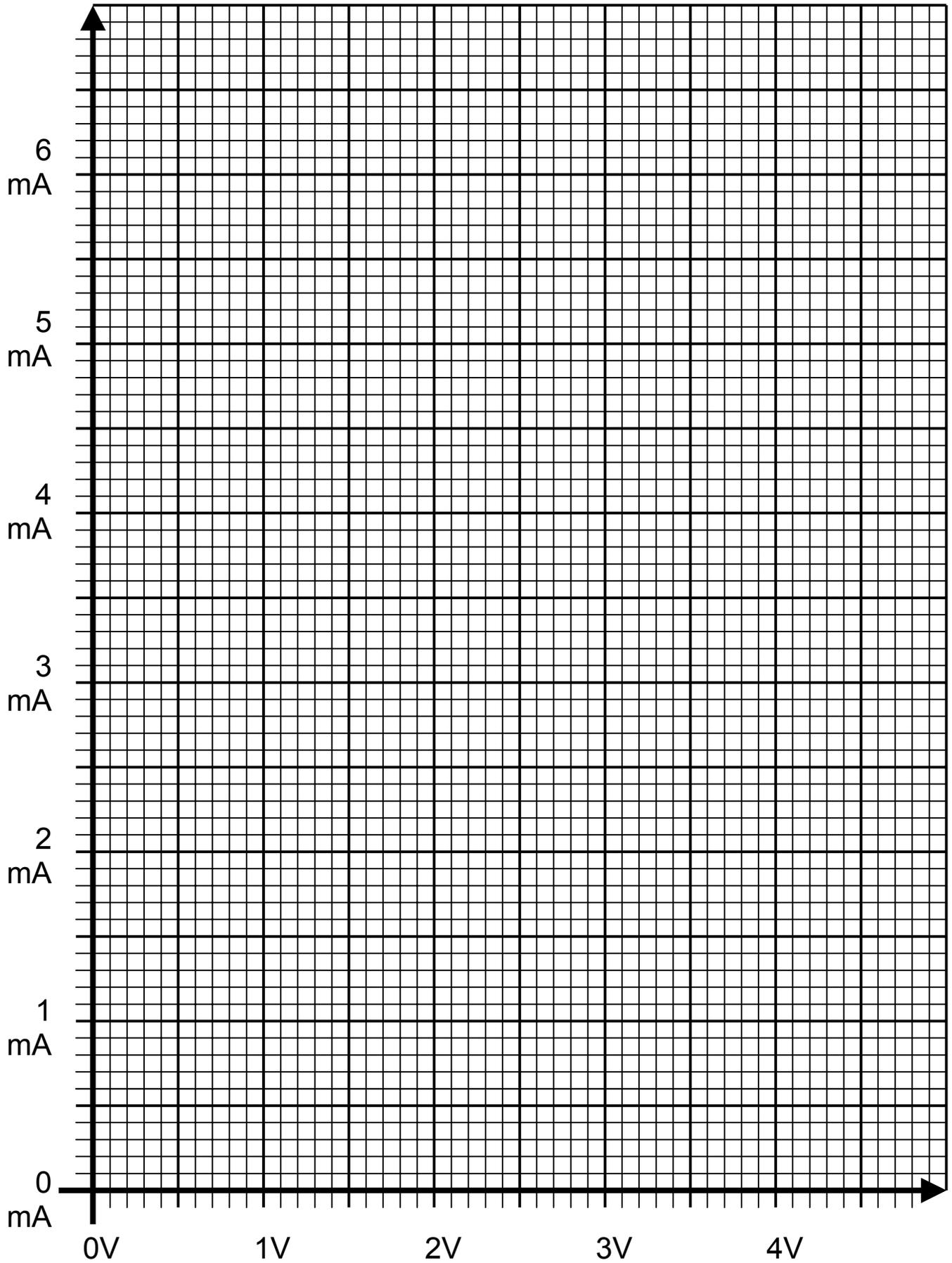


Bei dieser Schaltung ist der Widerstand  $R_2$  veränderlich. Deshalb kann man den Strom  $I$  als Funktion des Widerstandes  $R_1$  als auch als Funktion der Spannung  $U_{R1}$  angeben.

Aufgabe:

**(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)**

1. Berechnen Sie die Funktion  $I=f(R_2)$  allgemein. **(2 Punkte)**
2. Berechnen Sie die Funktion  $I=f(U_{R1})$  allgemein. **(2 Punkte)**
3. Berechnen Sie die Funktion  $I=f(R_2)$  mit den oben gegebenen Werten. **(1 Punkt)**
4. Berechnen Sie die Funktion  $I=f(U_{R1})$  mit den oben gegebenen Werten. **(1 Punkt)**
5. Berechnen Sie den Kurzschlussstrom  $I_K$ . **(2 Punkte)**
6. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden. **(2 Punkte)**



Lösung

## 5. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

### Spannungsmessungen am belasteten Spannungsteiler

Aufgabe:

1. Berechnen Sie den Vorwiderstand  $R_{V1}$  für die Messbereichserweiterung auf 10V.

$$U_M = U_{RV} + U_{RM} \quad I_{RV} = I_M = I_{RM} \quad R_V = \frac{U_{RV}}{I_{RV}}$$

$$U_{RV} = U_{RM} - U_M$$

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_{RV}} = \frac{U_M - U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$U_{RM} = 250mV; \quad I_{RM} = 100\mu A$$

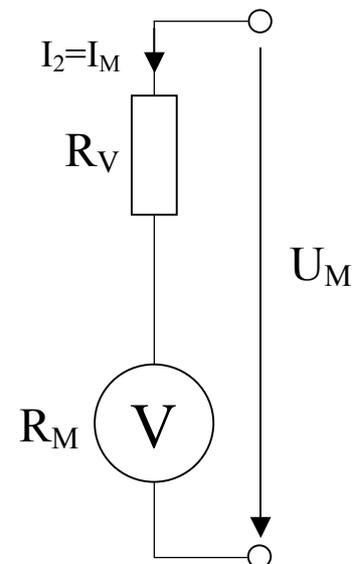
$$R_M = \frac{U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$R_M = \frac{250mV}{100\mu A} = \frac{250V}{100mA} = 2,5k\Omega$$

$$U_{M1} = 10V; \quad U_{RM} = 250mV; \quad I_{RM} = 100\mu A$$

$$R_{V1} = \frac{U_{RV1}}{I_{RV1}} = \frac{U_{M1} - U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$R_{V1} = \frac{10V - 250mV}{100\mu A} = \frac{9,75V}{100\mu A} = 97500\Omega = 97,5k\Omega$$



2. Berechnen Sie den Vorwiderstand  $R_{V2}$  für die Messbereichserweiterung auf 50V.

$$U_{M2} = 50V; \quad U_{RM} = 250mV; \quad I_{RM} = 100\mu A$$

$$R_{V2} = \frac{U_{RV2}}{I_{RV2}} = \frac{U_{M2} - U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$R_{V2} = \frac{50V - 250mV}{100\mu A} = \frac{49,75V}{100\mu A} = 0,4975 M\Omega = 497,5k\Omega$$

3. Berechnen Sie den Vorwiderstand  $R_{V3}$  für die Messbereichserweiterung auf 100V.

$$U_{M3} = 100V; \quad U_{RM} = 250mV; \quad I_{RM} = 100\mu A$$

$$R_{V3} = \frac{U_{RV3}}{I_{RV3}} = \frac{U_{M3} - U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$R_{V3} = \frac{100V - 250mV}{100\mu A} = \frac{99,75V}{100\mu A} = 0,9975 M\Omega = 997,5k\Omega$$

4. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand  $R_{Mges1}$  für die Messbereichserweiterung auf 10V.

$$R_{Mges} = R_M + R_V$$

$$R_M = 2,5k\Omega; \quad R_{V1} = 97,5k\Omega$$

$$R_{Mges1} = R_M + R_{V1}$$

$$R_{Mges1} = 2,5k\Omega + 97,5k\Omega = 100k\Omega$$

5. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand  $R_{Mges2}$  für die Messbereichserweiterung auf 50V.

$$R_M = 2,5k\Omega; \quad R_{V2} = 497,5k\Omega$$

$$R_{Mges2} = R_M + R_{V2}$$

$$R_{Mges2} = 2,5k\Omega + 497,5k\Omega = 500k\Omega$$

6. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand  $R_{Mges3}$  für die Messbereichserweiterung auf 100V.

$$R_M = 2,5k\Omega; \quad R_{V3} = 997,5k\Omega$$

$$R_{Mges3} = R_M + R_{V3}$$

$$R_{Mges3} = 2,5k\Omega + 997,5k\Omega = 1M\Omega$$

7. Welche Spannung  $U_{M0}$  ist am Spannungsteiler ohne das Messgerät (Leerlauf).

$$\frac{U_1}{U_M} = \frac{R_1 + R_{2ers}}{R_{2ers}} \Rightarrow U_M = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \cdot U_1$$

$$R_{2ers} = R_2 \parallel R_{Mges} = \frac{R_2 \cdot R_{Mges}}{R_2 + R_{Mges}}$$

$$U_1 = 50V; \quad R_1 = 400k\Omega; \quad R_2 = 100k\Omega; \quad R_{mges0} \Rightarrow \infty$$

$$U_M = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \cdot U_1 \quad \text{mit} \quad R_{2ers} = R_2$$

$$R_{2ers} = R_2 = 100k\Omega$$

$$U_M = \frac{100k\Omega}{400k\Omega + 100k\Omega} \cdot 50V = \frac{100k\Omega}{500k\Omega} \cdot 50V = 10V$$

8. Welche Spannung  $U_{M1}$  misst das Messgerät im 10V Messbereich.

$$U_1 = 50V; \quad R_1 = 400k\Omega; \quad R_2 = 100k\Omega; \quad R_{mges1} = 100k\Omega$$

$$U_M = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \cdot U_1 \quad \text{mit} \quad R_{2ers} = R_2 \parallel R_{Mges} = \frac{R_2 \cdot R_{Mges}}{R_2 + R_{Mges}}$$

$$R_{2ers} = \frac{100k\Omega \cdot 100k\Omega}{100k\Omega + 100k\Omega} = \frac{100k\Omega \cdot 100k\Omega}{200k\Omega} = \frac{100k\Omega}{2} = 50k\Omega$$

$$U_M = \frac{50k\Omega}{400k\Omega + 50k\Omega} \cdot 50V = \frac{50k\Omega}{450k\Omega} \cdot 50V = 5,5555V \approx 5,556V$$

9. Welche Spannung  $U_{M2}$  misst das Messgerät im 50V Messbereich.

$$U_1 = 50V; \quad R_1 = 400k\Omega; \quad R_2 = 100k\Omega; \quad R_{mges2} = 500k\Omega$$

$$U_M = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \cdot U_1 \quad \text{mit} \quad R_{2ers} = R_2 \parallel R_{Mges} = \frac{R_2 \cdot R_{Mges}}{R_2 + R_{Mges}}$$

$$R_{2ers} = \frac{100k\Omega \cdot 500k\Omega}{100k\Omega + 500k\Omega} = \frac{100k\Omega \cdot 500k\Omega}{600k\Omega} = \frac{500k\Omega}{6} = 83,33k\Omega$$

$$U_M = \frac{83,33k\Omega}{400k\Omega + 83,33k\Omega} \cdot 50V = \frac{83,33k\Omega}{483,33k\Omega} \cdot 50V = 8,62V$$

10. Welche Spannung  $U_{M3}$  misst das Messgerät im 100V Messbereich.

$$U_1 = 50V; \quad R_1 = 400k\Omega; \quad R_2 = 100k\Omega; \quad R_{mges2} = 1M\Omega$$

$$U_M = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \cdot U_1 \quad \text{mit} \quad R_{2ers} = R_2 \parallel R_{Mges} = \frac{R_2 \cdot R_{Mges}}{R_2 + R_{Mges}}$$

$$R_{2ers} = \frac{100k\Omega \cdot 1M\Omega}{100k\Omega + 1M\Omega} = \frac{100k\Omega \cdot 1M\Omega}{1,1M\Omega} = \frac{100k\Omega}{1,1} = 90,91k\Omega$$

$$U_M = \frac{90,91k\Omega}{400k\Omega + 90,91k\Omega} \cdot 50V = \frac{90,91k\Omega}{490,91k\Omega} \cdot 50V = 9,259V$$

## 5. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

**Bestimmung der Funktion der Widerstandsgeraden (Lastgeraden) für  $R_1$ .**  
(auch in der Verwendung der Variablen abweichende Formeln akzeptabel)

1. Berechnen Sie die Funktion  $I=f(R_2)$  allgemein.

$$I(U_{R_2}) = -\frac{I_K}{U_1} U_{R_2} + I_K \quad \text{mit} \quad \frac{U_1}{U_{R_2}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

$$\text{folgt} \quad U_{R_2} = \frac{U_1}{1 + \frac{R_1}{R_2}}$$

$$I(R_2) = -\frac{I_K}{U_1} \cdot \frac{U_1}{\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)} + I_K = -\frac{I_K}{1 + \frac{R_1}{R_2}} + I_K = -I_K \left( \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}} + 1 \right)$$

2. Berechnen Sie die Funktion  $I=f(U_{R1})$  allgemein.

$$I(U_{R_2}) = -\frac{I_K}{U_1} U_{R_2} + I_K \quad \text{mit} \quad U_{R_2} = U_1 - U_{R_1}$$

$$\begin{aligned} I(U_{R_1}) &= -\frac{I_K}{U_1} (U_1 - U_{R_1}) + I_K = -I_K + \frac{I_K \cdot U_{R_1}}{U_1} + I_K \\ &= \frac{I_K}{U_1} \cdot U_{R_1} \end{aligned}$$

3. Berechnen Sie die Funktion  **$I=f(R_2)$**  mit den oben gegebenen Werten.

$$U_1 = 4V; \quad R_1 = 500\Omega; \quad I_K = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4V}{500\Omega} = 8mA$$

$$I(R_2) = -\frac{I_K}{1 + \frac{R_1}{R_2}} + I_K = -\frac{8mA}{1 + \frac{500\Omega}{R_2}} + 8mA$$

4. Berechnen Sie die Funktion  $I=f(U_{R1})$  mit den oben gegebenen Werten.

$$U_1 = 4V; \quad R_1 = 500\Omega; \quad I_K = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4V}{500\Omega} = 8mA$$

$$I(U_{R1}) = \frac{I_K}{U_1} \cdot U_{R1} = \frac{8mA}{4V} U_{R1} = 2mS \cdot U_{R1}$$

5. Berechnen Sie den Kurzschlussstrom  $I_K$ .

$$I_K = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4V}{500\Omega} = 8mA$$

**6. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden.**

$$U_1 = 4V; \quad R_1 = 500\Omega; \quad I_K = 8mA \quad I_H = 7mA$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_K} = \frac{U_H}{I_K - I_H} \Rightarrow U_H = R_1(I_K - I_H) = \frac{U_1(I_K - I_H)}{I_K} = U_1 \left( 1 - \frac{I_H}{I_K} \right)$$

$$U_H = 500\Omega(8mA - 7mA) = 500\Omega \cdot 1mA = 0,5V$$

