

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

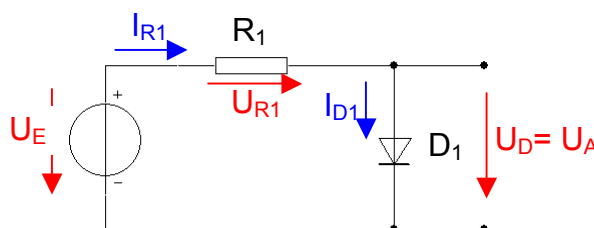
Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 1

4. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Bestimmung des Arbeitspunktes einer Halbleiterdiode

Gegeben ist folgende Schaltung:

$U_E = 6V$
 $R_1 = 100\Omega$
 Kennlinie der Diode 1



Aufgaben:

(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)

1. Bestimmen Sie die mathematische Funktion der Kennlinie $I_{D1}=f(U_{D1})$ für beide Intervalle. (2 Punkte)
2. Bestimmen Sie den Kurzschlussstrom $I_K = U_E/R_1$ für den Widerstand R_1 . (2 Punkte)
3. Bestimmen Sie den Strom $I(5V)$ [entspricht dem Spannungswert der letzten vertikalen Linie] für den Widerstand R_1 . (2 Punkte)
4. Konstruieren Sie die Widerstandsgerade und bestimmen Sie den Schnittpunkt. (2 Punkte)
5. Bestimmen Sie die Spannung U_A des Arbeitspunktes. (1 Punkt)
6. Bestimmen Sie den Strom I_A des Arbeitspunktes. (1 Punkt)

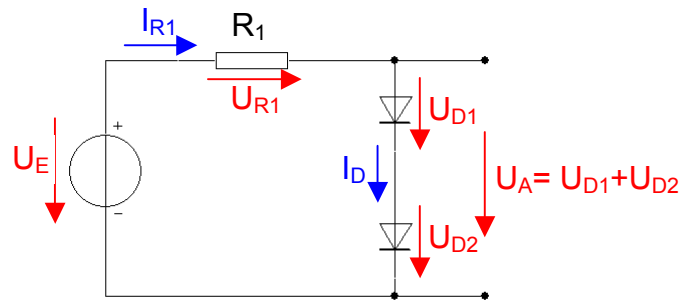
Bemerkung: Alle Werte sind auf 3 Stellen zu bestimmen. Beim Ablesen aus den Kennlinienfeldern auf den nächsten Strich runden.

4. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

Bestimmung des Vorwiderstandes einer Dioden-Reihenschaltung

Gegeben ist folgende Schaltung:

$U_E = 3,3\text{V}$
$I_A = 20\text{mA}$
Kennlinie der Diode 1
Kennlinie der Diode 2



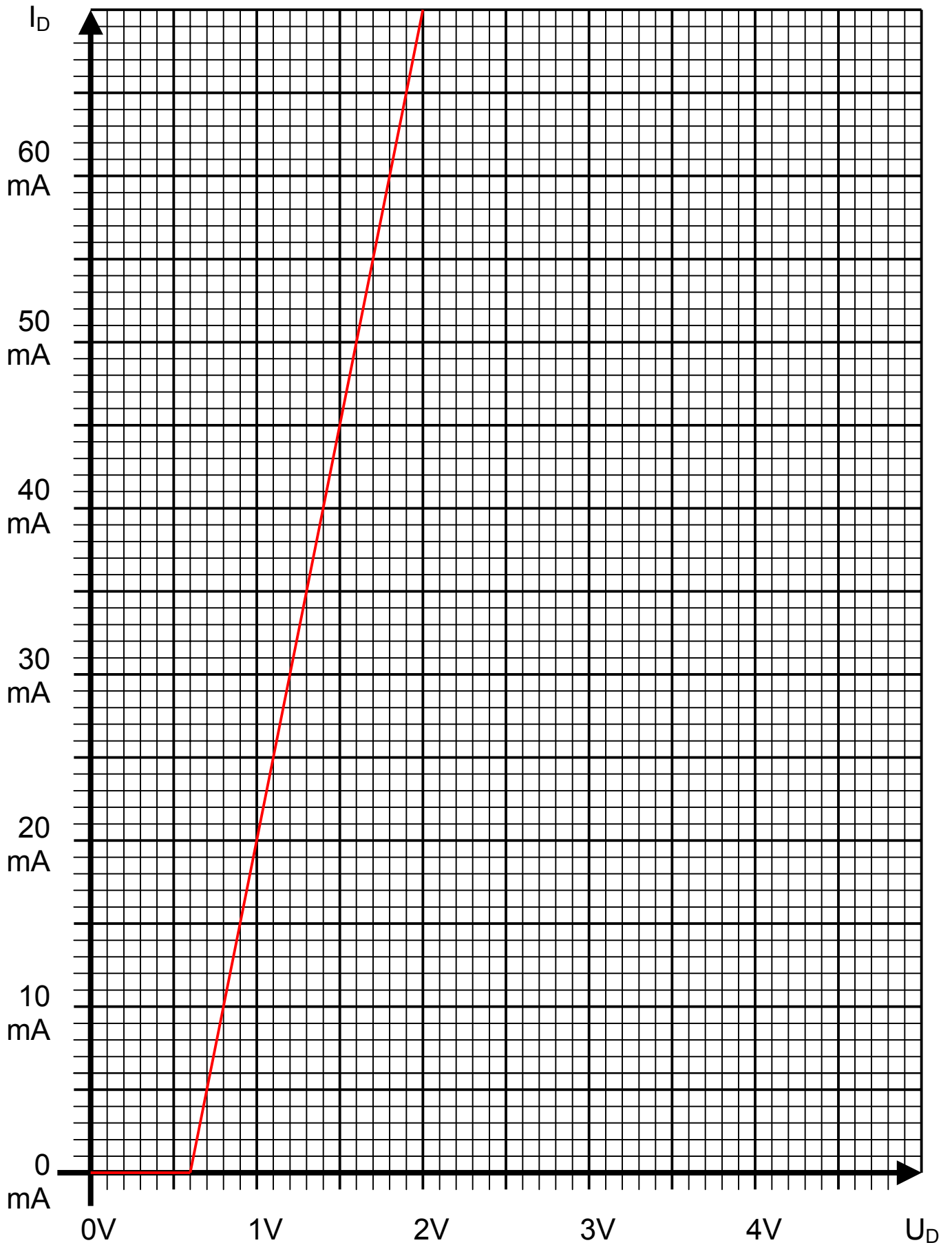
Aufgaben:

(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)

1. Konstruieren Sie die Ersatzkennlinie der Reihenschaltung der Dioden durch Addition der Spannungen U_{D1} und U_{D2} für alle Ströme. **(2 Punkte)**
2. Bestimmen Sie die mathematische Funktion der Ersatzkennlinie $I_D=f(U_A)$ für beide Intervalle. **(2 Punkte)**
3. Bestimmen Sie die Spannung U_A des Arbeitspunktes. **(2 Punkte)**
4. Konstruieren Sie die Widerstandsgerade. **(1 Punkt)**
5. Bestimmen Sie den Kurzschlussstrom $I_K= U_E/R_1$. **(2 Punkte)**
6. Bestimmen Sie den Widerstand R_1 . **(1 Punkt)**

Bemerkung: Alle Werte sind auf 3 Stellen zu bestimmen. Beim Ablesen aus den Kennlinienfeldern auf den nächsten Strich runden.

D_1/D_2



4. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

Berechnung einer Transistorschaltung

Berechnen Sie folgende Schaltung.

Werte: $U_B = 5V$
 $U_{CEA} = 2V$
 $I_{CA} = 37mA$
 $U_{BEA} = 0,7V$

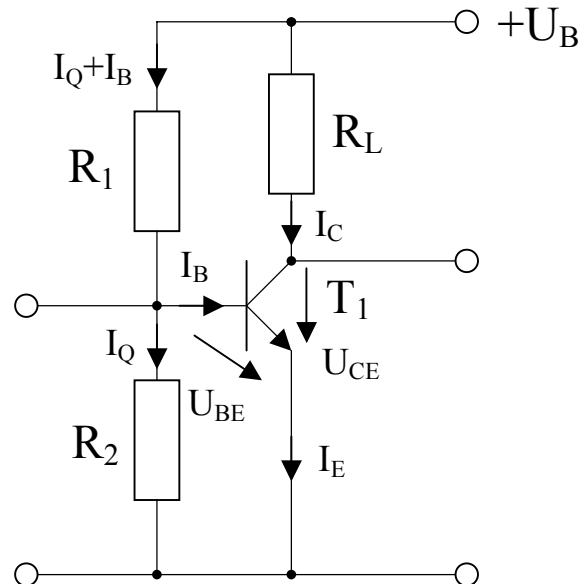
Formeln:

$$U = I \cdot R$$

$$B = \frac{I_c}{I_B}$$

$$I_Q = 5 \cdot I_B$$

$$U_B = U_{R1} + U_{R2} = U_{RL} + U_{CE}$$



Aufgabe:

Berechnen Sie die Widerstände der Schaltung.

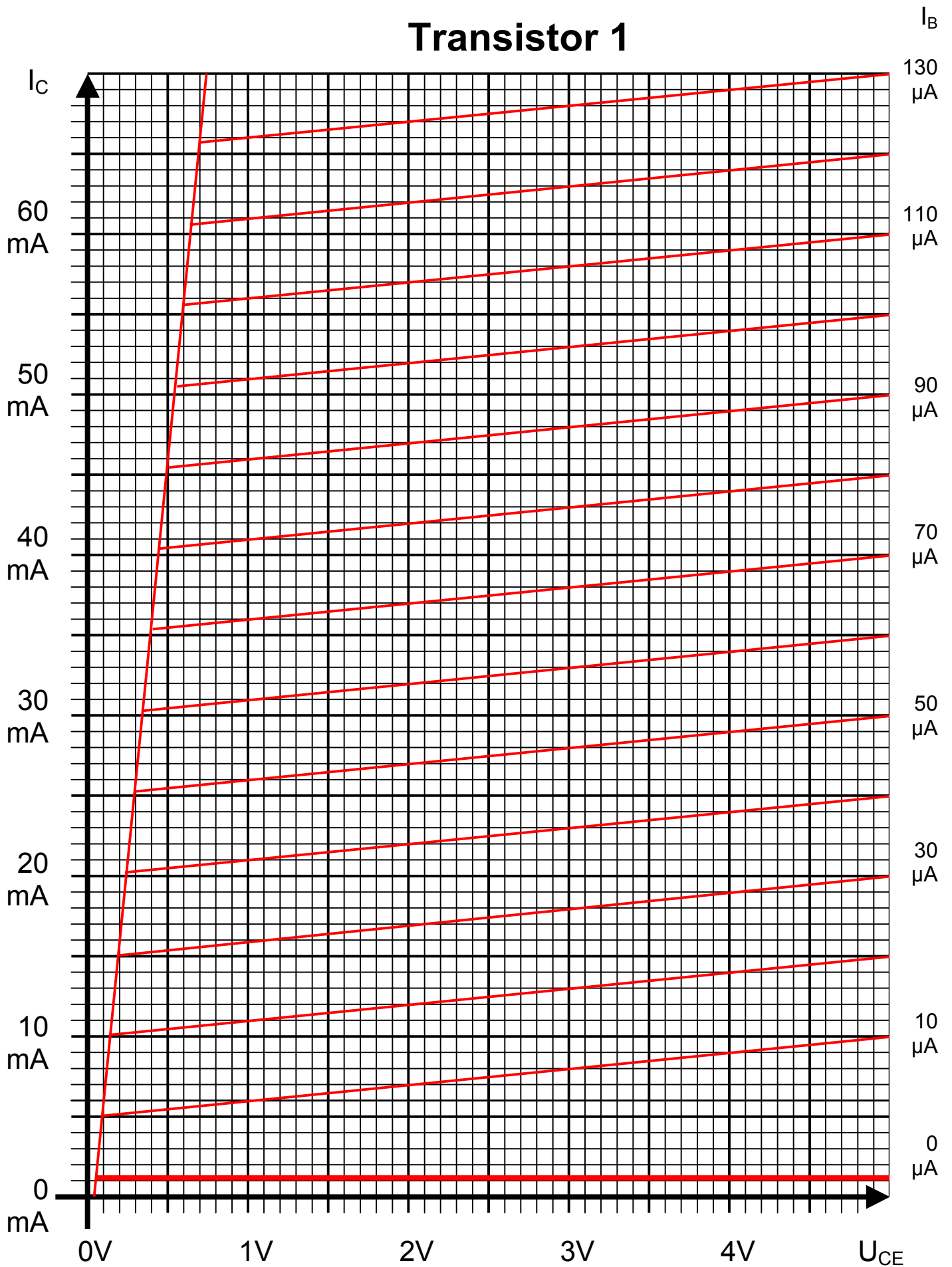
(Gesamtpunktzahl=15 Punkte)

1. Zeichnen Sie mithilfe des Arbeitspunktes (U_{CEA} und I_{CA}) und der Betriebsspannung U_B die Widerstandsgerade für R_L im Kennlinienfeld. **(2 Punkte)**
2. Bestimmen Sie mithilfe der Widerstandsgeraden den Kurzschlußstrom I_K im Kennlinienfeld. **(2 Punkte)**
3. Berechnen Sie Wert des Widerstandes R_L aus der Betriebsspannung U_B und den Kurzschlußstrom I_K . **(2 Punkte)**
4. Bestimmen Sie mithilfe des Kennlinienfeldes den Basisstrom I_{BA} für den Arbeitspunkt. **(2 Punkte)**
5. Berechnen Sie Querstrom I_Q . **(1 Punkt)**
6. Berechnen Sie die Spannung über den Widerstand R_1 . **(1 Punkt)**
7. Berechnen Sie den Widerstand R_1 . **(1 Punkt)**
8. Berechnen Sie die Spannung über den Widerstand R_2 . **(1 Punkt)**
9. Berechnen Sie den Widerstand R_2 . **(1 Punkt)**
10. Bestimmen Sie die Spannung U_{CE0} und den Strom I_{C0} für den nichtangesteuerten Transistor ($I_B=0$) mithilfe des Kennlinienfeldes. **(1 Punkt)**
11. Bestimmen Sie die Spannung U_{CEmax} den Strom I_{Cmax} und den Basisstrom I_{Bmax} für den vollangesteuerten Transistor ($I_C=max$) mithilfe des Kennlinienfeldes. **(1 Punkt)**

Die Spannung unter Punkt 10 entspricht dem realen „high“-Ausgangspegel und die unter Punkt 11 dem realen „low“-Ausgangspegel.

Bemerkung: Alle Werte sind auf 3 Stellen zu bestimmen. Beim Ablesen aus den Kennlinienfeldern auf den nächsten Strich runden.

Transistor 1



Bemerkung:

Für alle Aufgaben gilt:

- 1. In allen Formeln sind die Maßeinheiten mitzuschleifen.**
- 2. Bei den Endergebnissen sind die $10^{\pm 3}$ Präfixe konsequent zu verwenden.**
- 3. Alle Aufgaben auf insgesamt 4 Stellen genau berechnen, wenn in Aufgabe nicht anders angegeben.**
- 4. Die Aufgaben sind zu nummerieren, auch die Teilaufgaben.**
- 5. Der Rechenweg muß ersichtlich sein. Gegebenenfalls das Schmierblatt anheften.**

Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

Präfixe zu Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal)		
Zeichen	Faktor	Bezeichnung
Y	10^{24}	Yotta
Z	10^{21}	Zetta
E	10^{18}	Exa
P	10^{15}	Peta
T	10^{12}	Tera
G	10^9	Giga
M	10^6	Mega
k	10^3	Kilo
m	10^{-3}	Milli
μ	10^{-6}	Mikro
n	10^{-9}	Nano
p	10^{-12}	Piko
f	10^{-15}	Femto
a	10^{-18}	Atto
z	10^{-21}	Zepto
y	10^{-24}	Yocto
	Nur zur Information	
d	10^{-1}	Dezi
c	10^{-2}	Zenti

Lösung

4. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Bestimmung des Arbeitspunktes einer Halbleiterdiode

1. Bestimmen Sie die mathematische Funktion der Kennlinie $I_{D1}=f(U_{D1})$ für beide Intervalle.

$$I = f(U) = a \cdot U + b$$

$$\text{mit } a = \frac{I_2 - I_1}{U_2 - U_1} \quad \text{und} \quad b = I_1 - a \cdot U_1 = I_2 - a \cdot U_2$$

1.1. 1. Abschnitt

$$U_{1,1} = 0V; \quad U_{1,2} = 0,6V \quad I_{1,1} = 0mA; \quad I_{1,2} = 0mA$$

$$a = \frac{0mA - 0mA}{0,6V - 0V} = 0mS$$

$$b = 0mA - 0mS \cdot 0V = 0mA - 0mS \cdot 0,6V = 0mA$$

1.2. 2. Abschnitt

$$U_{2,1} = 0,6V; \quad U_{2,2} = 2V \quad I_{2,1} = 0mA; \quad I_{2,2} = 70mA$$

$$a = \frac{70mA - 0mA}{2V - 0,6V} = \frac{70mA}{1,4V} = 50mS$$

$$b = 0mA - 50mS \cdot 0,6V = 70mA - 50mS \cdot 2V = -30mA$$

1.3. 1. und 2. Abschnitt

$$I = f(U) = \begin{cases} 0mS \cdot U + 0mA & \text{für } U \in [0; 0,6]V \\ 50mS \cdot U - 30mA & \text{für } U \in [0,6; 2]V \end{cases}$$

2. Bestimmen Sie den Kurzschlussstrom $I_K = U_E/R_1$ für den Widerstand R_1 .

$$U_E = 6V; \quad R_1 = 100\Omega$$

$$I_K = \frac{U_E}{R_1}$$

$$I_K = \frac{6V}{100\Omega} = 60mA$$

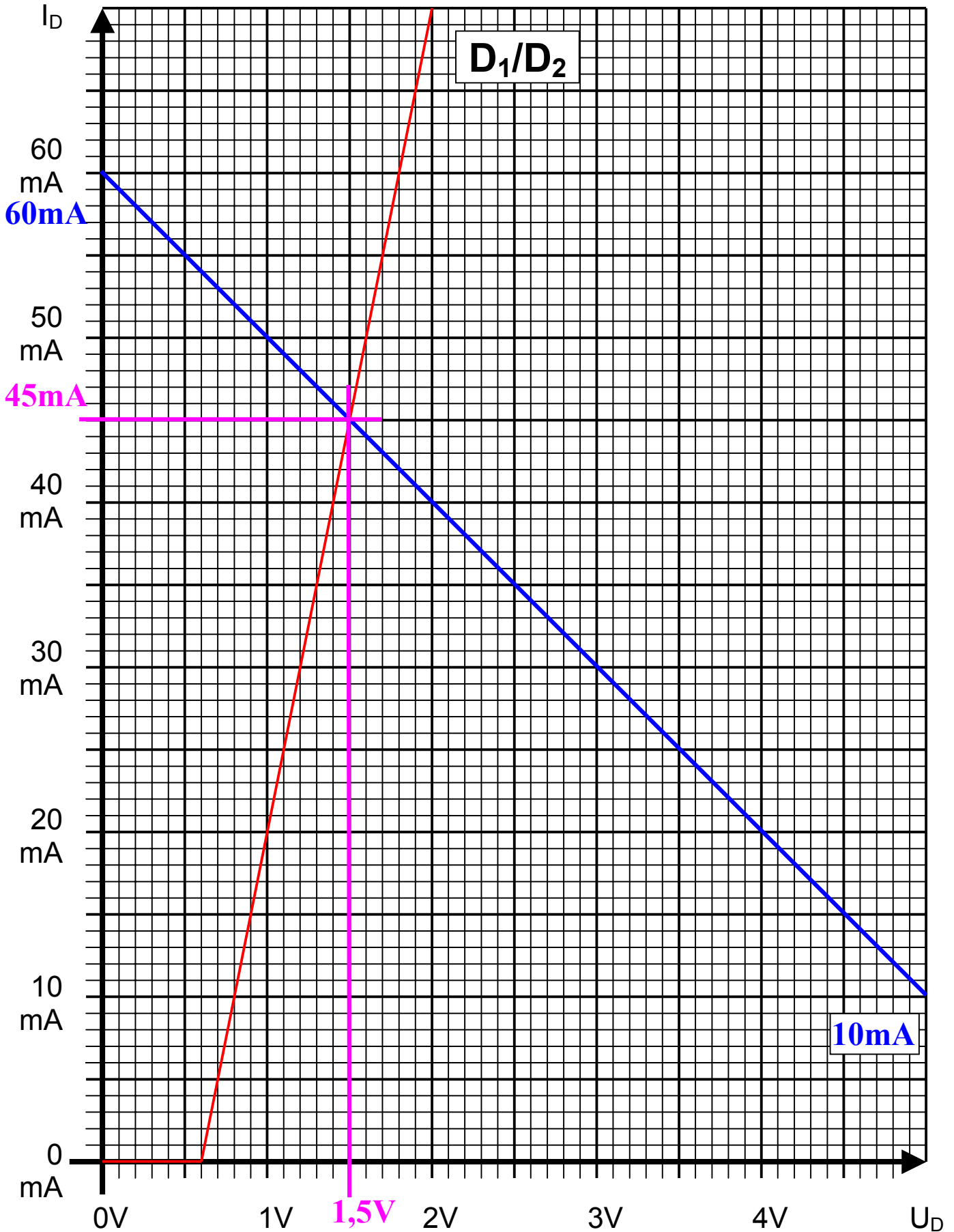
3. Bestimmen Sie den Strom $I(5V)$ [entspricht dem Spannungswert der letzten vertikalen Linie] für den Widerstand R_1 .

$$U_E = 6V; \quad R_1 = 100\Omega; \quad U_1 = 5V$$

$$R_1 = \frac{U_E}{I_k} = \frac{U_E - U_1}{I_1} \Rightarrow I_1 = \frac{U_E - U_1}{R_1} = \frac{(U_E - U_1) \cdot I_k}{U_E}$$

$$I_1 = \frac{6V - 5V}{100\Omega} = \frac{1V}{100\Omega} = 10mA = I(5V)$$

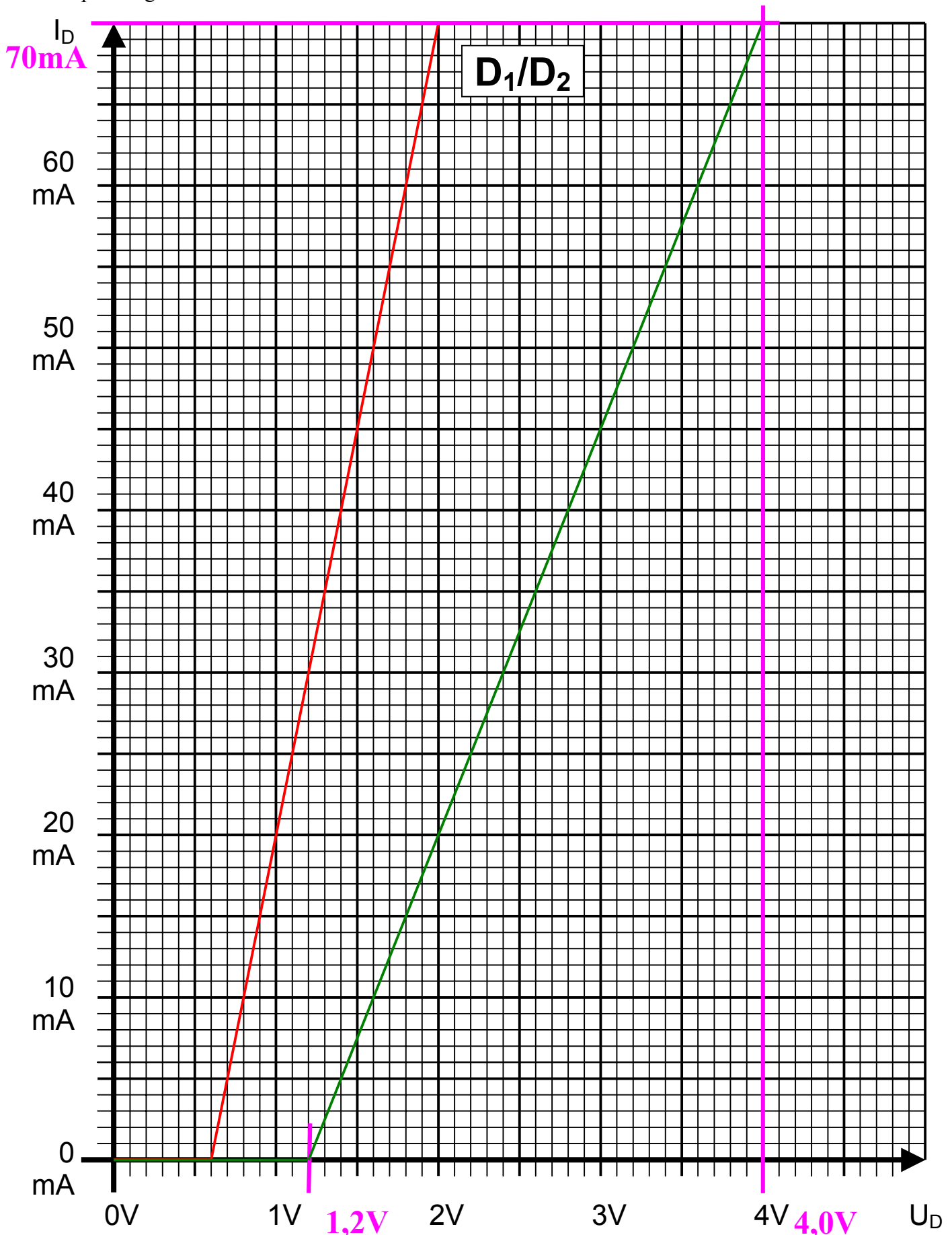
4. Konstruieren Sie die Widerstandsgerade und bestimmen Sie den Schnittpunkt.
5. Bestimmen Sie die Spannung U_A des Arbeitspunktes. $U_A = 1,5V$
6. Bestimmen Sie den Strom I_A des Arbeitspunktes. $I_A = 45mA$



4. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

Bestimmung des Vorwiderstandes einer Dioden-Reihenschaltung

1. Konstruieren Sie die Ersatzkennlinie der Reihenschaltung der Dioden durch Addition der Spannungen U_{D1} und U_{D2} für alle Ströme.



2. Bestimmen Sie die mathematische Funktion der Ersatzkennlinie $I_D=f(U_A)$ für beide Intervalle.

$$I = f(U) = a \cdot U + b$$

$$\text{mit } a = \frac{I_2 - I_1}{U_2 - U_1} \quad \text{und} \quad b = I_1 - a \cdot U_1 = I_2 - a \cdot U_2$$

- 2.1. 1. Abschnitt

$$U_{1,1} = 0V; \quad U_{1,2} = 1,2V \quad I_{1,1} = 0mA; \quad I_{1,2} = 0mA$$

$$a = \frac{0mA - 0mA}{1,2V - 0V} = 0mS$$

$$b = 0mA - 0mS \cdot 0V = 0mA - 0mS \cdot 1,2V = 0mA$$

- 2.2. 2. Abschnitt

$$U_{2,1} = 1,2V; \quad U_{2,2} = 4V \quad I_{2,1} = 0mA; \quad I_{2,2} = 70mA$$

$$a = \frac{70mA - 0mA}{4V - 1,2V} = \frac{70mA}{2,8V} = 25mS$$

$$b = 0mA - 25mS \cdot 1,2V = 70mA - 25mS \cdot 4V = -30mA$$

- 2.3. 1. und 2. Abschnitt

$$I = f(U) = \begin{cases} 0mS \cdot U + 0mA & \text{für } U \in [0; 0,6]V \\ 25mS \cdot U - 30mA & \text{für } U \in [0,6; 2]V \end{cases}$$

3. Bestimmen Sie die Spannung U_A des Arbeitspunktes.

$$U_A = 2V$$

4. Konstruieren Sie die Widerstandsgerade.
5. Bestimmen Sie den Kurzschlussstrom $I_K = U_E/R_1$.

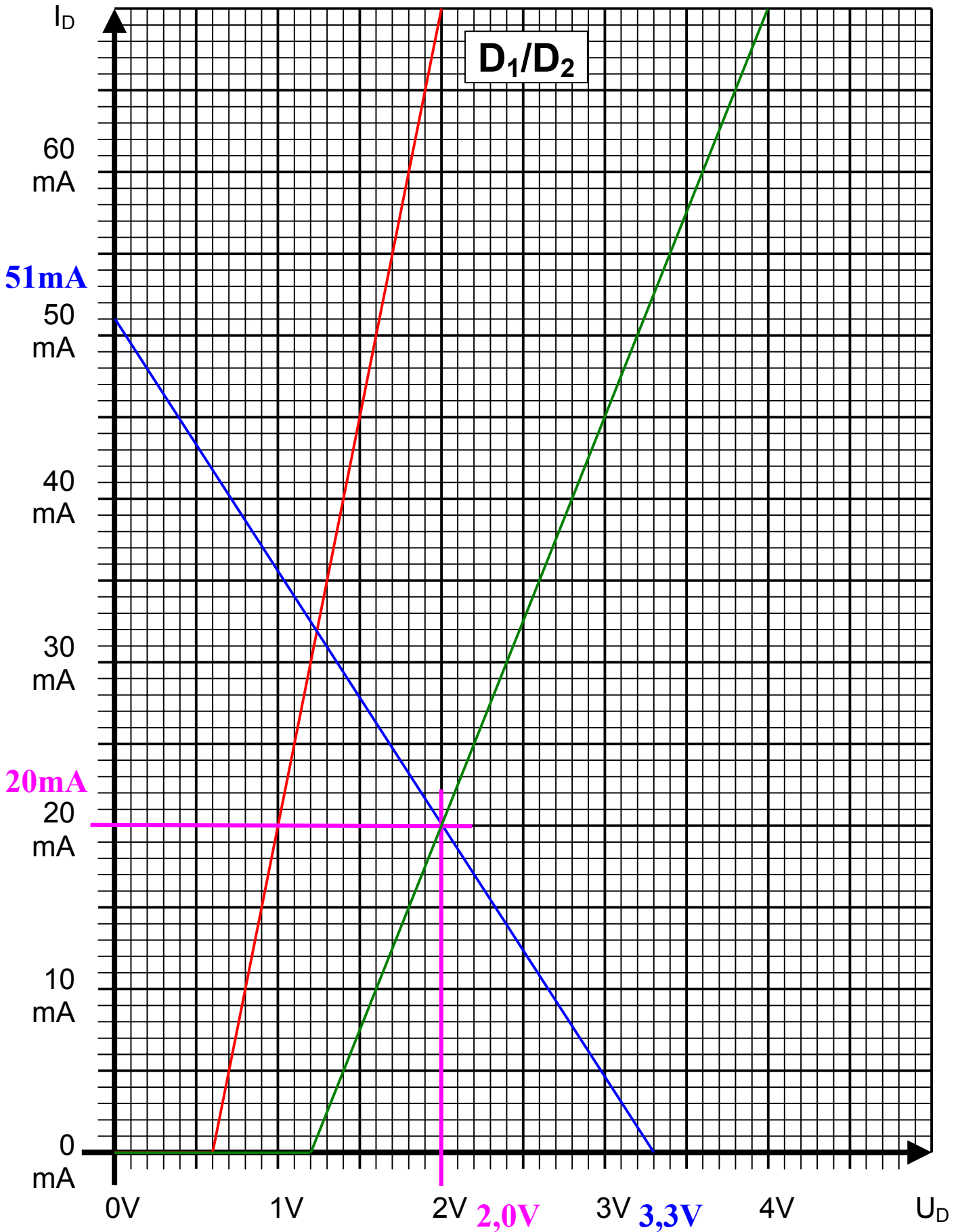
$$I_K = 51mA$$

6. Bestimmen Sie den Widerstand R_1 .

$$U_E = 3,3V; \quad I_K = 51mA$$

$$R_1 = \frac{U_E}{I_K}$$

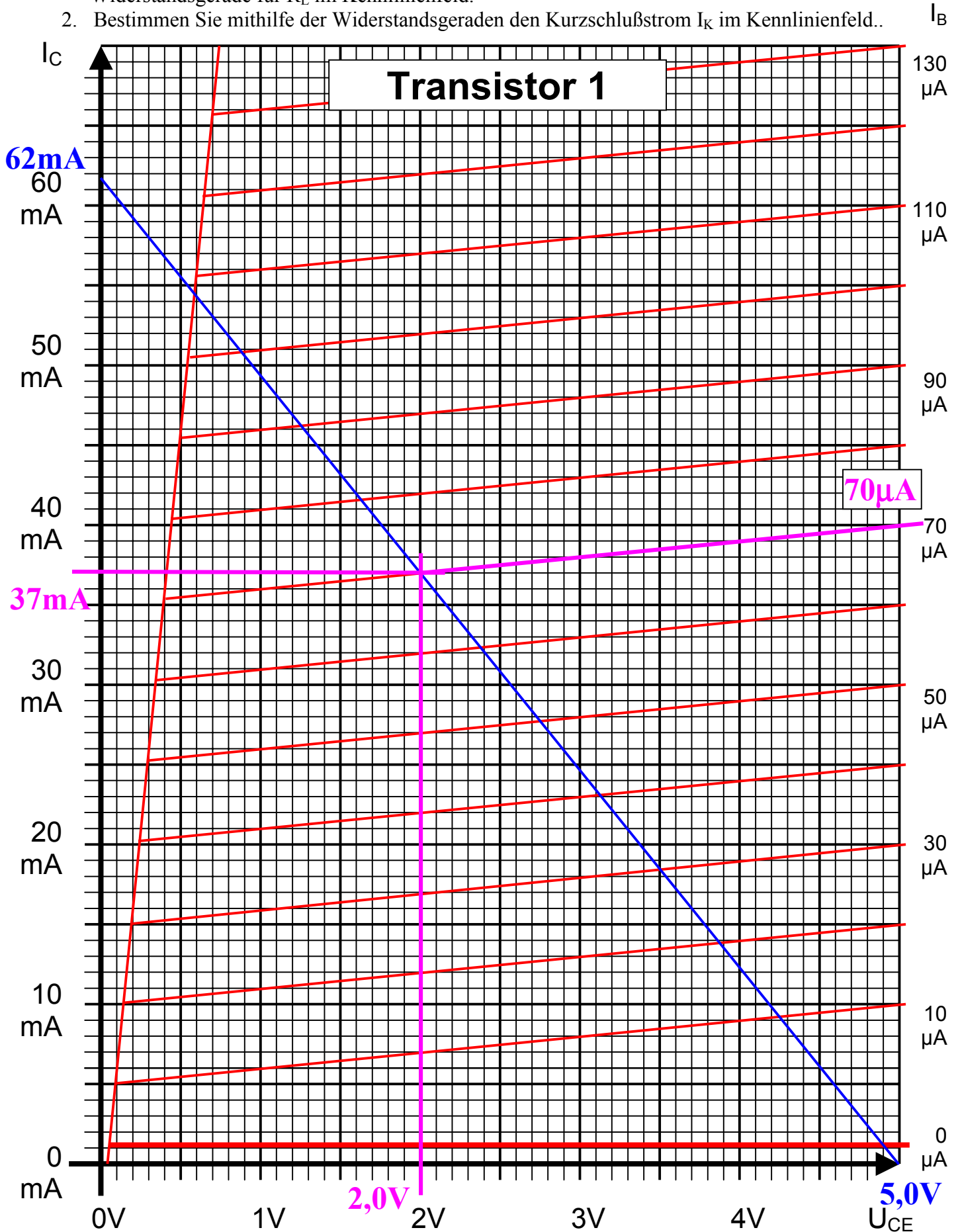
$$R_1 = \frac{3,3V}{51mA} = 64,7\Omega$$



4. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

Berechnung einer Transistorschaltung

1. Zeichnen Sie mithilfe des Arbeitspunktes (U_{CEA} und I_{CA}) und der Betriebsspannung U_B die Widerstandsgerade für R_L im Kennlinienfeld.
2. Bestimmen Sie mithilfe der Widerstandsgeraden den Kurzschlußstrom I_K im Kennlinienfeld..



3. Berechnen Sie Wert des Widerstandes R_L aus der Betriebsspannung U_B und den Kurzschlußstrom I_K .

$$U_B = 5V; \quad I_K = 62mA$$

$$R_L = \frac{U_E}{I_K}$$

$$R_L = \frac{5V}{62mA} = 80,6\Omega$$

4. Bestimmen Sie mithilfe des Kennlinienfeldes den Basisstrom I_{BA} für den Arbeitspunkt.

$$I_{BA} = 70\mu A$$

5. Berechnen Sie Querstrom I_Q .

$$I_{BA} = 70\mu A$$

$$I_Q = 5 \cdot I_{BA}$$

$$I_Q = 5 \cdot 70\mu A = 350\mu A$$

6. Berechnen Sie die Spannung über den Widerstand R_1 .

$$U_B = 5V; \quad U_{BEA} = U_{R2} = 0,7V;$$

$$U_{R1} = U_B - U_{BEA}$$

$$U_{R1} = 5V - 0,7V = 4,3V$$

7. Berechnen Sie den Widerstand R_1 .

$$U_{R1} = 4,3V; \quad I_B = 70\mu A; \quad I_Q = 350\mu A$$

$$R_1 = \frac{U_{R1}}{I_{R1}} = \frac{U_{R1}}{I_Q + I_B}$$

$$R_1 = \frac{4,3V}{70\mu A + 350\mu A} = \frac{4,3V}{420\mu A} = 10,238k\Omega \approx 10,2k\Omega$$

8. Berechnen Sie die Spannung über den Widerstand R_2 .

$$U_{BEA} = U_{R_2} = 0,7V$$

9. Berechnen Sie den Widerstand R_2 .

$$U_{R_2} = U_{BEA} = 0,7V; \quad I_Q = 350\mu A$$

$$R_2 = \frac{U_{R_2}}{I_{R_2}} = \frac{U_{R_2}}{I_Q}$$

$$R_2 = \frac{0,7V}{350\mu A} = 2k\Omega$$

10. Bestimmen Sie die Spannung U_{CE0} und den Strom I_{C0} für den nichtangesteuerten Transistor ($I_B=0$) mithilfe des Kennlinienfeldes

$$U_{CE0} = 4,9V$$

$$I_{C0} = 1mA$$

$$I_{B0} = 0mA$$

11. Bestimmen Sie die Spannung U_{CEmax} den Strom I_{Cmax} und den Basisstrom I_{Bmax} für den vollausgesteuerten Transistor ($I_C=max$) mithilfe des Kennlinienfeldes.

$$U_{CEmax} = 0,6V$$

$$I_{Cmax} = 54mA \quad (\text{auch } I_{Cmax} = 55mA \text{ noch gültig})$$

$$I_{Bmax} = 110\mu A$$

