

Lösungen zu den Übungsaufgaben

"Elektronische Schaltungen"

Sommersemester 2016

Aufgabe1:

Spannungsteilerschaltung

1.1 $U_1 + U_2 - U_0 = 0$

$U_1 = R_1 \cdot I$

$U_2 = R_2 \cdot I$

$I = \frac{U_0}{R_1 + R_2}$

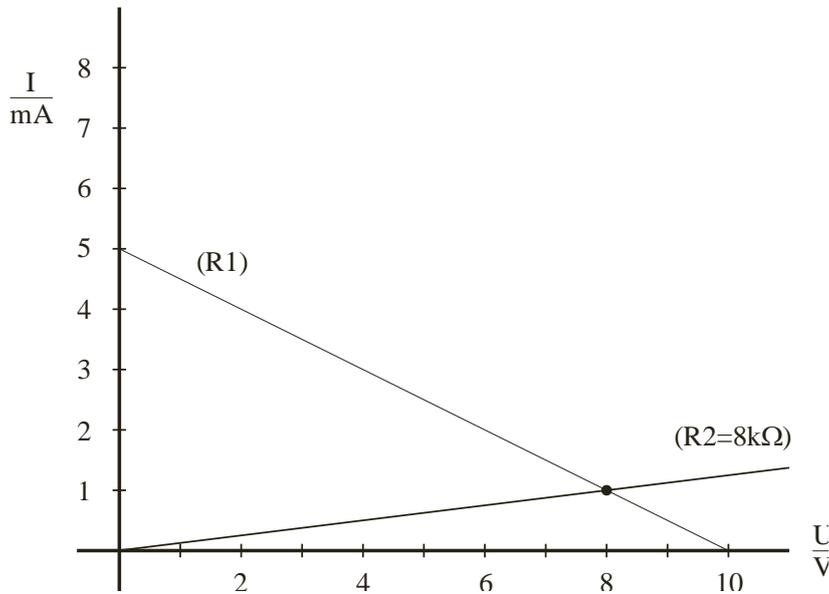
....

Oder Spannungsteilerformel:

$U_2 = U_0 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) = 10V \cdot \frac{8k\Omega}{2k\Omega + 8k\Omega} = 10V \cdot \frac{8}{10} = 8,0 V$

$U_1 = U_0 \cdot \left(\frac{R_1}{R_2 + R_1} \right) = 10V \cdot \frac{2}{10} = 2,0V$

1.2 I/U-Diagramm



Konstruktion Widerstandsgerade für R2:

$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{1}{R_2} \cdot U = \frac{1}{8} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{A}{V} \cdot U = \frac{1}{8} \cdot \frac{mA}{V} \cdot U$

mit $\begin{cases} U = 0 & I = 0 \\ U = 8V & \Rightarrow I = 1,0 \text{ mA} \end{cases}$

für R₁ gilt:

$I = -\frac{1}{R_1} \cdot (U - U_0)$

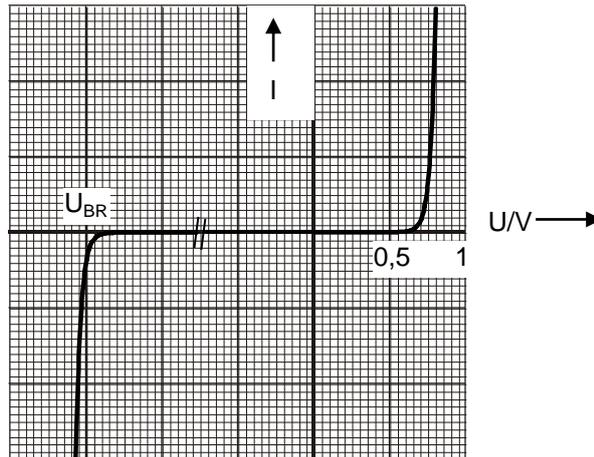
Konstruktion: $\begin{cases} I = 0 & U = U_0 = 10 V \\ U = 0V & \Rightarrow I_{\max} = \frac{U_0}{R_1} = \frac{10 V}{2 k\Omega} = 5mA \end{cases}$

2.1

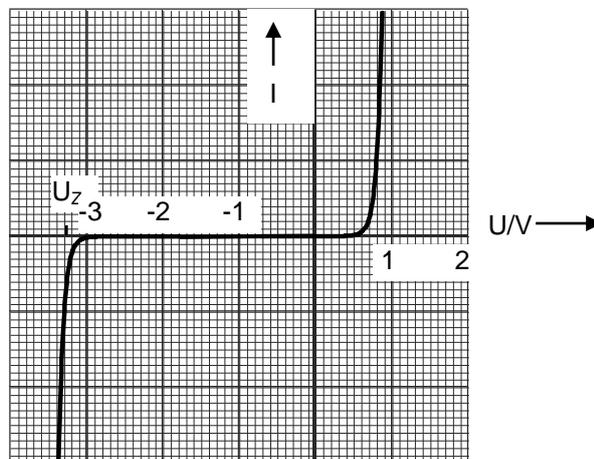
Im Durchlassbereich (und Sperrbereich) gilt für eine normale Si-Diode.

$$I = I_S \left(e^{\frac{U}{nU_T}} - 1 \right)$$

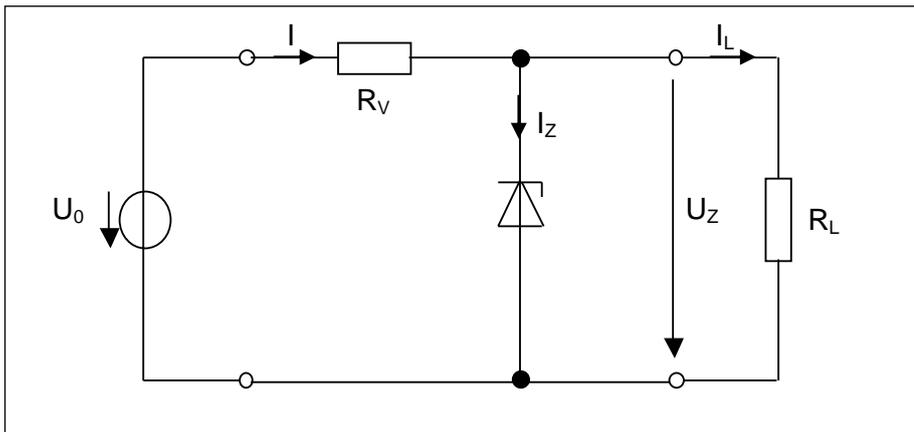
2.2 U/I Kennlinie der Si-Diode



2.3 U/I-Kennlinie einer Zenerdiode mit $U_Z = 3,3$ V im Durchlass- und im Sperrbereich



2.4



Berechnung von R_V :

$$I_L = \frac{U_Z}{R_L} = \frac{5,1 \text{ V}}{510 \Omega} = 10 \text{ mA} , \quad 3 \text{ mA} < I_Z < 4 \text{ mA} \Rightarrow 13 \text{ mA} < I < 14 \text{ mA}$$

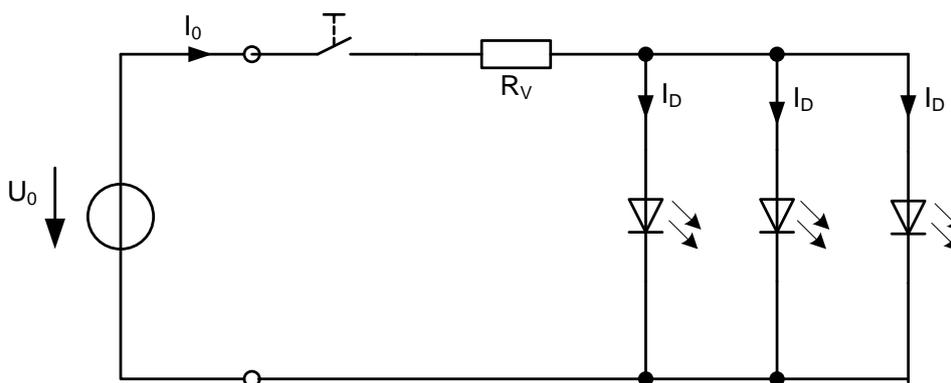
$$R_V = \frac{U_0 - U_Z}{I} = \frac{12 \text{ V} - 5,1 \text{ V}}{I} = \frac{6,9 \text{ V}}{I} \Rightarrow \frac{6,9 \text{ V}}{14 \text{ mA}} < R_V < \frac{6,9 \text{ V}}{13 \text{ mA}} \Rightarrow 492 \Omega < R_V < 530 \Omega$$

In der E24-Reihe finden wir nur einen Wert, der in diesem Bereich liegt: 5,1
Damit muss $R_V = 510 \Omega$ sein!

Aufgabe 3:

Aus dem Kennlinienfeld der Diode kann abgelesen werden:
Bei $I = 20 \text{ mA}$ beträgt die Spannung über der LED $U = 3,5 \text{ V}$
Es ergeben sich folgende Schaltungsmöglichkeiten:

1. Parallelschaltung der Dioden



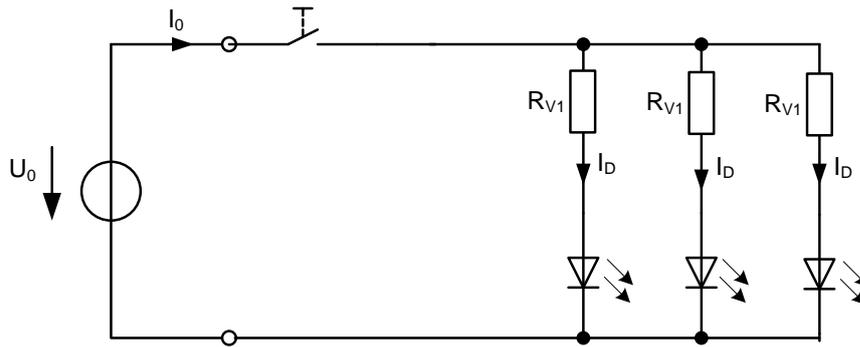
$$I_0 = 3 \cdot I_D = 3 \cdot 20 \text{ mA} = 60 \text{ mA}$$

mit

$$U_D = 3,5 \text{ V} \text{ wird } U_{R_V} = U_0 - U_D = 12 \text{ V} - 3,5 \text{ V} = 8,5 \text{ V} \Rightarrow$$

$$R_V = \frac{U_{R_V}}{I_0} = \frac{8,5 \text{ V}}{60 \text{ mA}} = 141,7 \Omega \text{ und } P_{ges} = 12 \text{ V} \cdot 60 \text{ mA} = 720 \text{ mW}$$

Besser: (geringere Belastung der Widerstände)



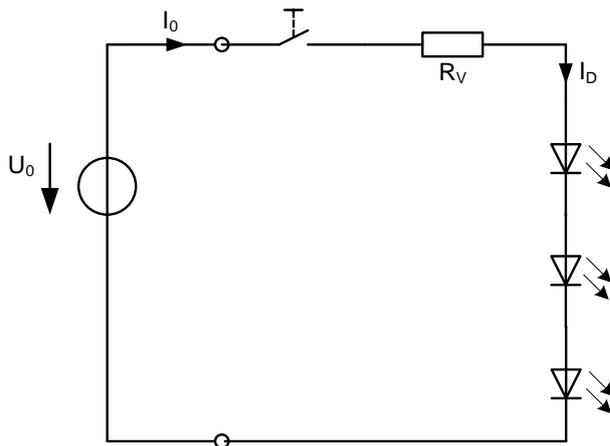
$$I_0 = 3 \cdot I_D = 3 \cdot 20 \text{ mA} = 60 \text{ mA}$$

mit

$$U_D = 3,5 \text{ V} \text{ wird } U_{Rv1} = U_{Rv2} = U_{Rv3} = U_0 - U_D = 12 \text{ V} - 3,5 \text{ V} = 8,5 \text{ V} \Rightarrow$$

$$R_{V1,2,3} = \frac{U_{Rv}}{I_D} = \frac{8,5 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 425 \Omega \text{ und } P_{ges} = 12 \text{ V} \cdot 60 \text{ mA} = 720 \text{ mW}$$

2. Reihenschaltung der LED (beste Lösung)



$$I_0 = I_D = 20 \text{ mA}$$

mit

$$U_D = 3,5 \text{ V} \text{ wird } U_{Rv} = U_0 - 3 \cdot U_D = 12 \text{ V} - 10,5 \text{ V} = 1,5 \text{ V} \Rightarrow$$

$$R_V = \frac{U_{Rv}}{I_0} = \frac{1,5 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 75 \Omega \text{ und } P_{ges} = 12 \text{ V} \cdot 20 \text{ mA} = 240 \text{ mW}$$

Daraus folgt: Reihenschaltung ist besser, da nur 1/3 der Leistungsaufnahme gegenüber Parallelschaltung.

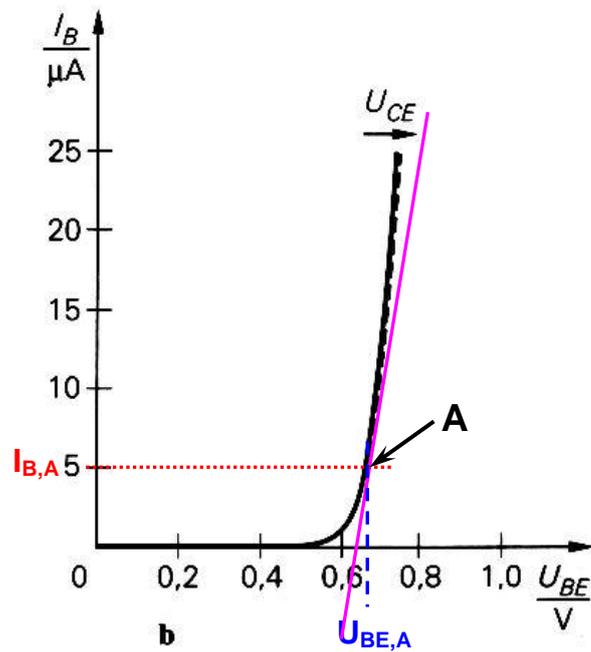
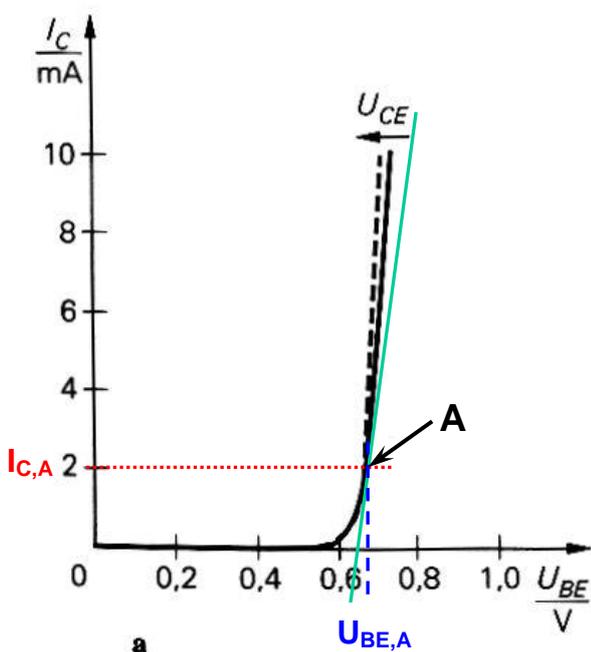
Kennlinien und Definitionen von Bipolartransistoren

Aus den Eingangskennlinien lassen sich folgende Größen bestimmen:

a) **Steilheit S:** $S = \frac{\partial I_C}{\partial U_{BE}} = \frac{I_{C,A}}{U_T}$ (Tangente an

b) **Kleinsignal-Eingangswiderstand r_{BE} :** $\frac{1}{r_{BE}} = \left. \frac{\partial I_B}{\partial U_{BE}} \right|_A$

c) **Stromverstärkung B:** $B = \frac{I_{C,A}}{I_{B,A}}$



Aus dem Ausgangskennlinienfeld lassen sich:

1. die Kollektor-Emitter-Spannung $U_{CE,A}$ und
2. der differentielle Kollektor-Emitter-Widerstand r_{CE} bestimmen.

$$r_{CE} = \left. \frac{\partial U_{CE}}{\partial I_C} \right|_A$$

