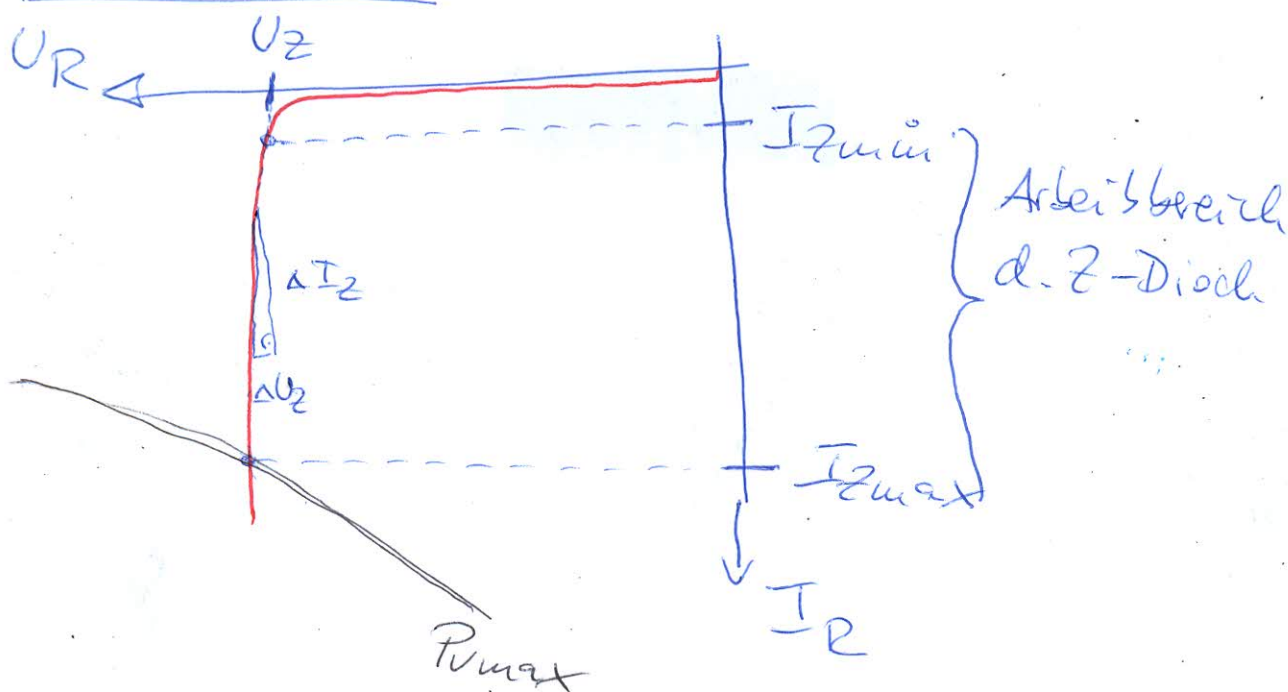


# 1.1.5.2. Z-Diode

①

- Arbeitsbereich ist der Durchbruch <sup>gleich</sup> der Si-Diode  $U_Z > U_{RM}$
- Z-Diode wird immer in Sperrrichtung betrieben
- durch hohe Dohierung wird die Durchbruchspannung  $U_{RM}$  schon bei kleinen Werten erreicht  
 $U_{RM} = (2,4V \dots 48V)$

Kennlinie



Kennwerte

$$r_Z = \frac{dU_R}{dI_Z} \Big|_{\text{Arbeitsbereich}} \quad r_Z \rightarrow \text{sehr klein!}$$

$$\left. \begin{array}{l} I_{Zmin} \\ I_{Zmax} \end{array} \right\} \begin{array}{l} I_{Zmax} \approx \frac{P_{max}}{U_Z} \\ I_{Zmin} \approx 0,1 \cdot I_{Zmax} \end{array}$$

$U_Z$  (bei  $I_Z = 5mA$ )

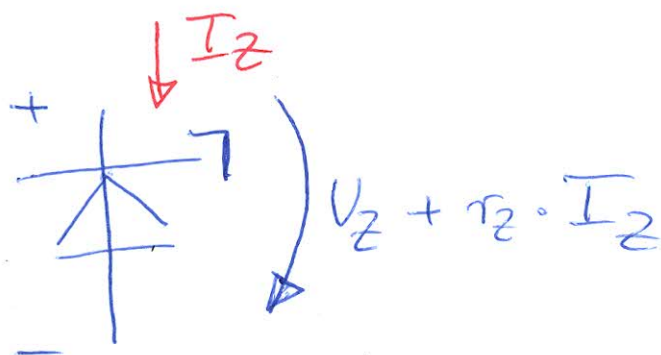
$P_{max} : r_{jmax}$

$\alpha_Z \dots$  Temperaturkoeffizient der Z-Spannung

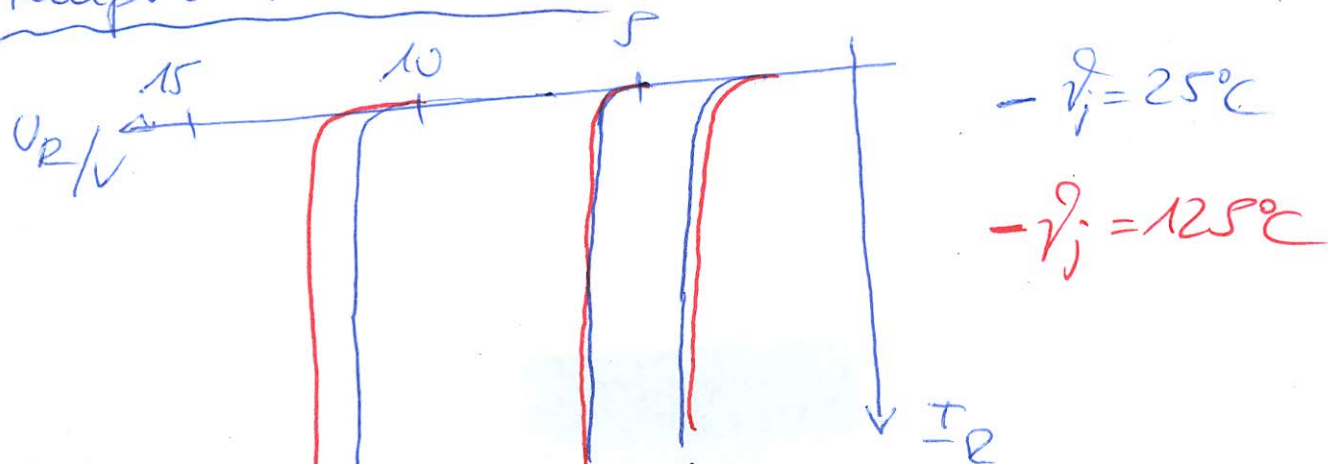
Symbol:



alt



Temperaturverhalten:



$-T_j = 25^\circ\text{C}$

$-T_j = 125^\circ\text{C}$

$\alpha_Z$  negativ ( $< 0$ )  
(Zener-Durchbruch)

$\alpha_Z \approx 0$  Kompensation durch  
Überlagerung beider Durch-  
brucheffekte

$\alpha_Z$  positiv ( $> 0$ )  
(Lawinen-Durchbruch)

- Z-Dioden mit  $V_Z > 6\text{V} \rightarrow \alpha_Z$  positiv ( $> 0$ )
- Z-Dioden mit  $V_Z < 6\text{V} \rightarrow \alpha_Z$  negativ ( $< 0$ )

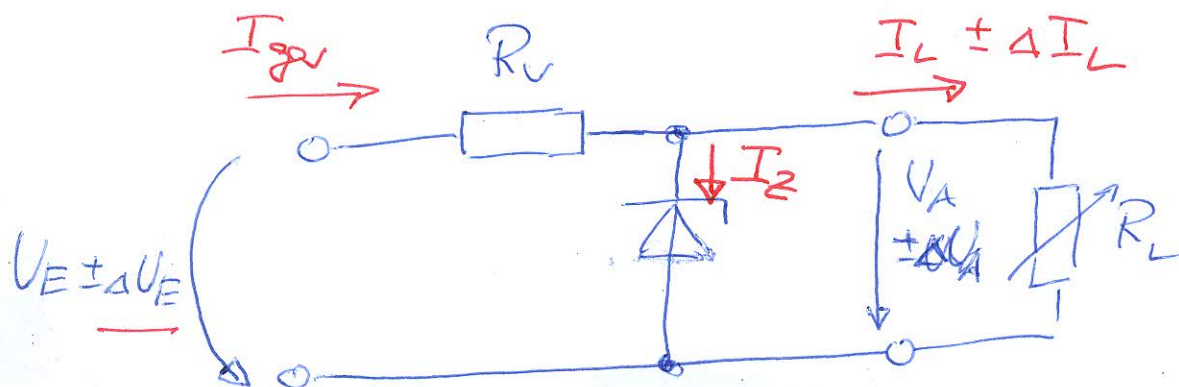
# Spannung stabilisierung

(3)



$\Delta U_A \approx 0$ , also  
stabilisiert

Glättungsfaktor  $G = \frac{\Delta U_E}{\Delta U_A} : G \gg 1$



$$U_A = U_Z + r_Z \cdot I_Z$$

$$U_A = I_L \cdot R_L$$

$$\Delta U = \Delta U_Z$$

$$\Delta U_Z = r_Z \cdot I_Z$$

Ziel:  $R_V$  berechnen und  
richtig auswählen

## Berechnung von $R_V$

### Forderung 1:

Bei max-Eingangsspannung  $V_{E\max} = V_E + \Delta V_E$  darf  $I_{Z\max}$  auch dann nicht überschritten werden, wenn gleichzeitig  $I_{L\min}$  fließt.

$$I_{ges} \leq I_{Z\max} + I_{L\min}$$

$$R_V (I_{Z\max} + I_{L\min}) \geq V_{E\max} - V_Z$$

$$R_{V\min} = \frac{V_{E\max} - V_Z}{I_{Z\max} + I_{L\min}}$$

### Forderung 2:

Bei min-Eingangsspannung  $V_{E\min} = V_E - \Delta V_E$  darf  $I_{Z\min}$  auch dann nicht unterschritten werden, wenn gleichzeitig  $I_{L\max}$  fließt.

$$I_{ges} \geq I_{Z\min} + I_{L\max}$$

$$R_V (I_{Z\min} + I_{L\max}) \leq V_{E\min} - V_Z$$

$$R_{V\max} = \frac{V_{E\min} - V_Z}{I_{Z\min} + I_{L\max}}$$

(5)

Beispiel:

Eine Z-Diode ( $U_Z = 6,2V$ ) soll in folgende Stabilisierungsschaltung eingesetzt werden:

$$U_E = (15 \dots 20)V; I_L = (0 \dots 50) \mu A$$

$$P_{max} = 1W$$

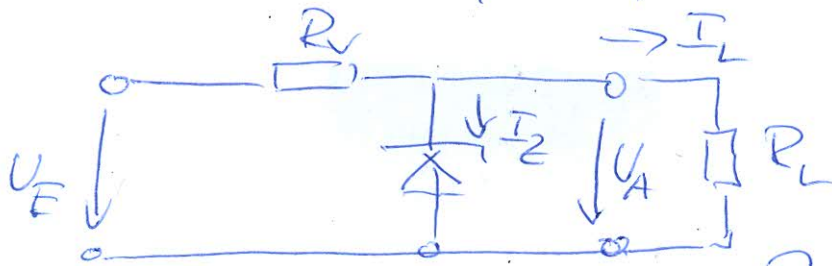
Berechnen Sie die Stabilisierungsschaltung ( $R_V \hat{=}$  Nennwert, TOL, Belastbarkeit).

gg: Z-Diode  $U_Z = 6,2V$   $P_{max} = 1W$

$$U_E = (15 \dots 20)V; I_L = (0 \dots 50) \mu A$$

gl:  $R_V$  (Nennwert, TOL, Belastbarkeit)

Lsg:



$$\text{Arbeitsbereich d. Z-Diode: } \underline{I_{Zmax}} \approx \frac{P_{max}}{U_Z} = \frac{1W}{6,2V} = \underline{16,1 \mu A}$$

$$\underline{I_{Zmin}} \approx 0,1 \cdot I_{Zmax} = \underline{1,61 \mu A}$$

$$\underline{R_{Vmin}} = \frac{U_{Emax} - U_Z}{I_{Zmax} + I_{Lmin}} = \frac{20V - 6,2V}{16,1 \mu A + 0 \mu A} = \underline{85,7 \Omega}$$

$$\underline{R_{Vmax}} = \frac{U_{Emin} - U_Z}{I_{Zmin} + I_{Lmax}} = \frac{15V - 6,2V}{1,61 \mu A + 50 \mu A} = \underline{133,1 \Omega}$$

$$? R_{Vmin} < R_{Vmax} ? \leadsto \text{JA!} \leadsto \text{O.k.}$$

$$\underline{R_{Vgew.} = 120 \Omega \text{ E12, TOL } \pm 10\%}$$

$$\text{a, } \sigma\text{-Wert} = 109 \Omega$$

I

⑥

Belastbarkeit von  $R_V$ 

$$P_{R_{Vmax}} = \frac{(U_{Emax} - U_Z)^2}{R_{Vgew-TOL}}$$

$$U_{R_V} = U_E - U_Z$$


$$\left( P = \frac{U^2}{R} \right)$$

$$P_{R_{Vmax}} = \frac{(20V - 6,2V)^2}{108 \Omega}$$

$$P_{R_{Vmax}} = 1,76 W$$

$$P_{R_V} = 2 W$$

<http://khw-beli-applied-atit.de>

$$\overline{R_V} = \frac{85,7 \Omega + 133,1 \Omega}{2} = 109,4 \Omega$$