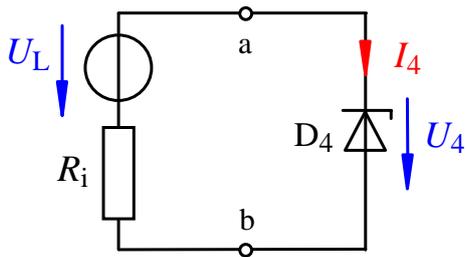


Lösung der Übungsaufgabe ÜA_1_6.4.A:

- **Umrechnung in eine Ersatzschaltung:** (Zweipoltheorie: Trennstelle a – b links von der Z-Diode)



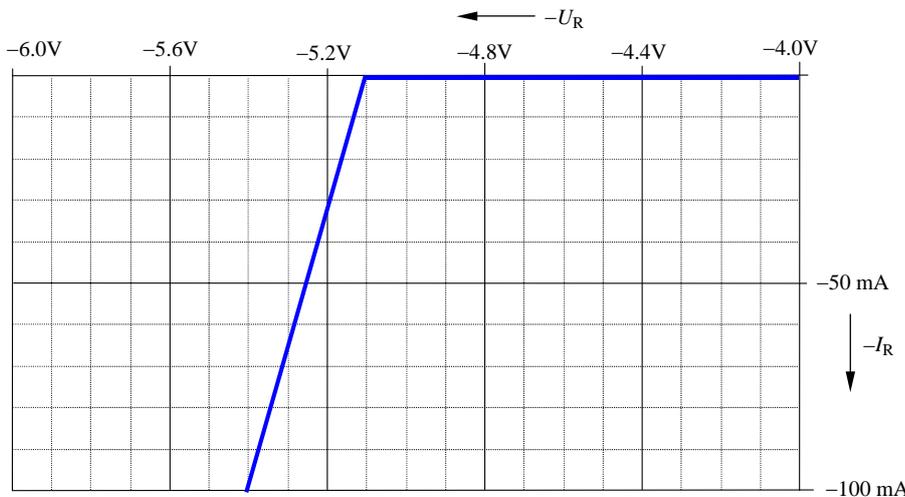
Ersatzquelle:

$$U_L = U_q \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{U_q}{2} = 9 \text{ V}$$

$$R_i = R_3 + R_1 // R_2 = 100 \ \Omega$$

Bild ÜA_1_6.4.A_1: Spannungsquellen-Ersatzschaltung mit Z-Diode als Last

- **Konstruktion der idealisierten Kennlinie:** (Ausschnitt: $-6 \text{ V} \leq -U_R \leq -4 \text{ V}$)



Die Diode sperrt bis U_z ideal. Ab U_z fällt die Kennlinie linear ab. Das Gefälle wird durch r_z bestimmt:

$$\Delta U_R = \Delta I_R \cdot r_z$$

$$\Delta I_R \text{ (gewählt)} = 100 \text{ mA}$$

$$\Delta U_R = 0,1 \text{ A} \cdot 3 \ \Omega = 0,3 \text{ V}$$

Bild ÜA_1_6.4.A_2: Idealisierte Sperrkennlinie einer Z-Diode (Ausschnitt)

- **Vergleich mit einer realen Kennlinie:** (Ausschnitt: $-6 \text{ V} \leq -U_R \leq -4 \text{ V}$)

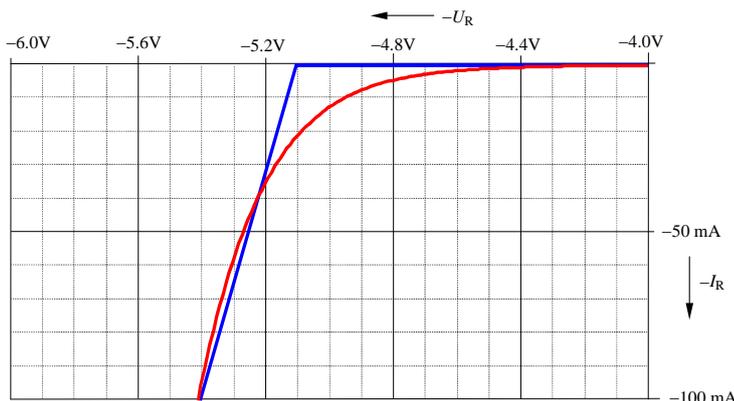
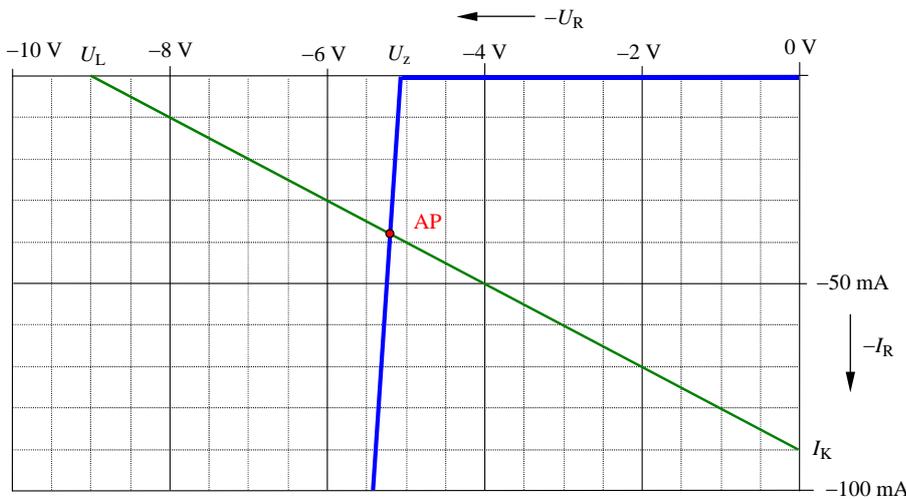


Bild ÜA_1_6.4.A_3 zeigt, dass eine reale Kennlinie einer Z-Diode mit vergleichbaren Daten ab einem bestimmten Sperrstrom mit einer idealisierten Kennlinie näherungsweise nachgebildet werden kann.

Bild ÜA_1_6.4.A_3: Idealisierte und reale Sperrkennlinie einer Z-Diode (Ausschnitt)

• **Bestimmung des Arbeitspunktes aus der idealisierten Kennlinie:** ($-10 \text{ V} \leq -U_R \leq 0 \text{ V}$)

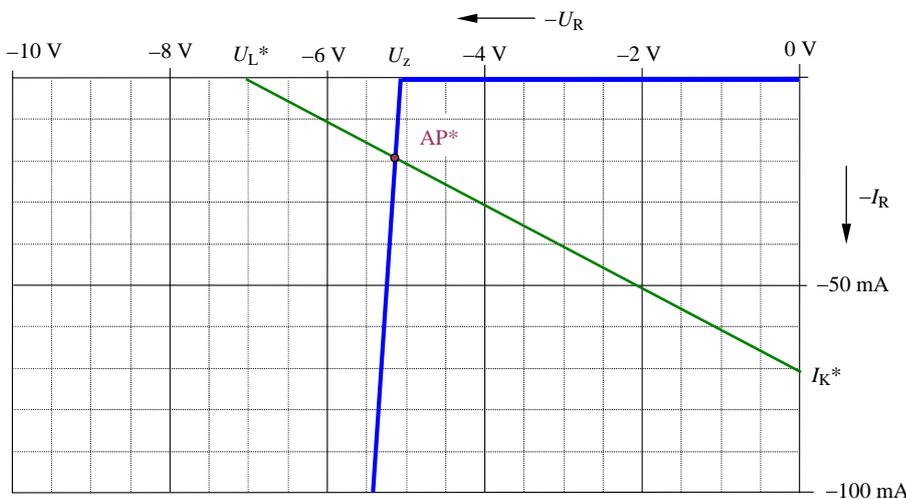


Maßnahmen:
 Leerlaufspannung $U_L = 9 \text{ V}$ mit dem Kurzschlussstrom $I_K = U_L / R_i = 90 \text{ mA}$ verbinden. Der Schnittpunkt dieser Quellenkennlinie mit der Kennlinie der Z-Diode bestimmt den Arbeitspunkt.

Bild ÜA_1_6.4.A_4: Arbeitspunkt der Z-Diode

$AP \approx (5,2 \text{ V}; 38 \text{ mA}) \Rightarrow P_Z = U_{AP} \cdot I_{AP} \approx 200 \text{ mW}$

• **Bestimmung des neuen Arbeitspunktes AP*:** ($P_Z^* \approx 100 \text{ mW}$)



Maßnahmen:
 Parallelverschiebung der Quellenkennlinie auf etwa den halben Wert von I_{AP} :
 $I_{AP}^* \approx 0,5 I_{AP}$
 Die Spannung über der Z-Diode ändert sich dabei nur geringfügig:
 $U_{AP}^* \approx U_{AP}$

Bild ÜA_1_6.4.A_5: Neuer Arbeitspunkt der Z-Diode

$AP^* \approx (5,15 \text{ V}; 19,5 \text{ mA}) \Rightarrow P_Z^* \approx 100 \text{ mW}$

$U_L^* \approx 7 \text{ V} \Rightarrow U_q^* \approx 14 \text{ V}$

Ende der offiziellen Lösung

- **Zusatzaufgabe: Probe der Zahlenwerte über eine PSPICE-Simulation** (vgl. [14] – Abschn. 2.4.6):

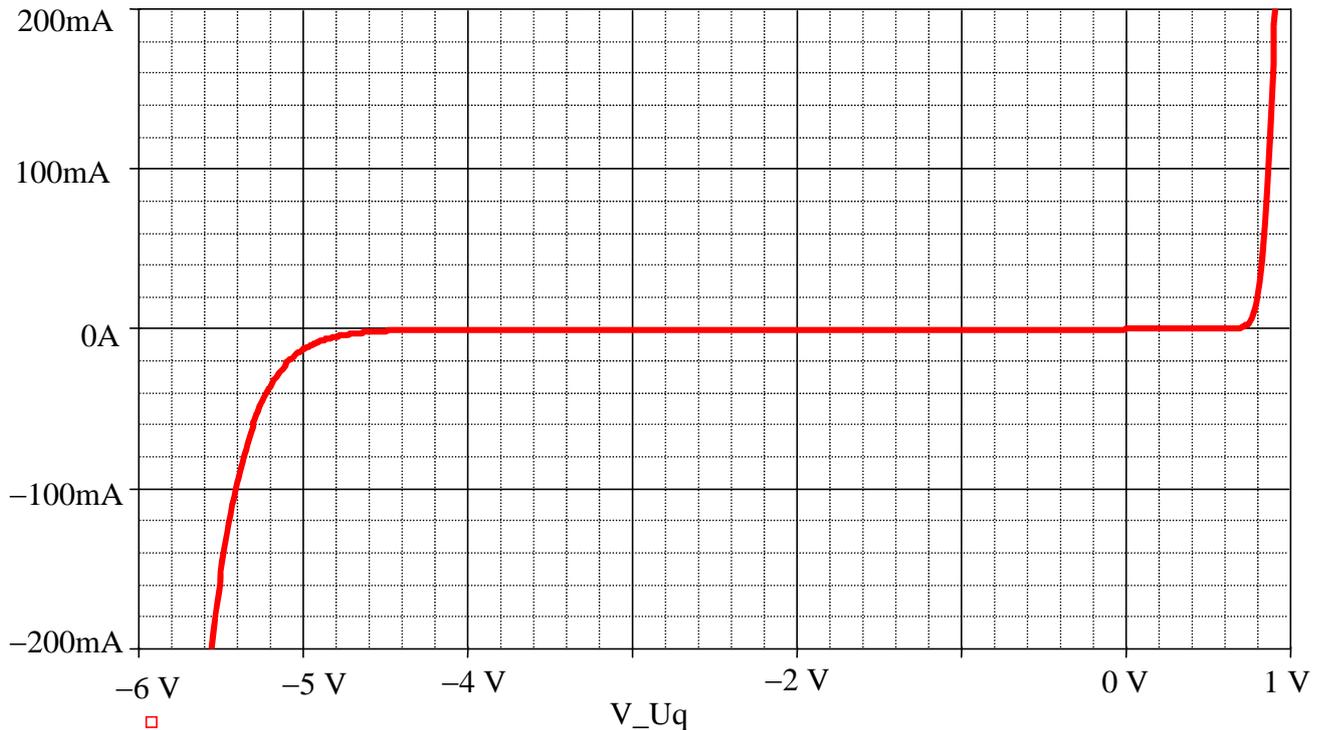


Bild ÜA_1_6.4.A_6: Reale Kennlinie der Z-Diode (Durchlass- und Sperrbereich zum Vergleich)

Für den geringen Anstieg der Sperrkennlinie ist der relativ große Widerstand r_z verantwortlich. Beim originalen Modell der hier verwendeten Z-Diode 1N750 liegt dieser Widerstand in der Größenordnung von $0,3 \Omega$ bis $0,6 \Omega$.

Die nachfolgend dargestellte Arbeitspunktanalyse bestätigt die Ergebnisse der grafischen Lösung.

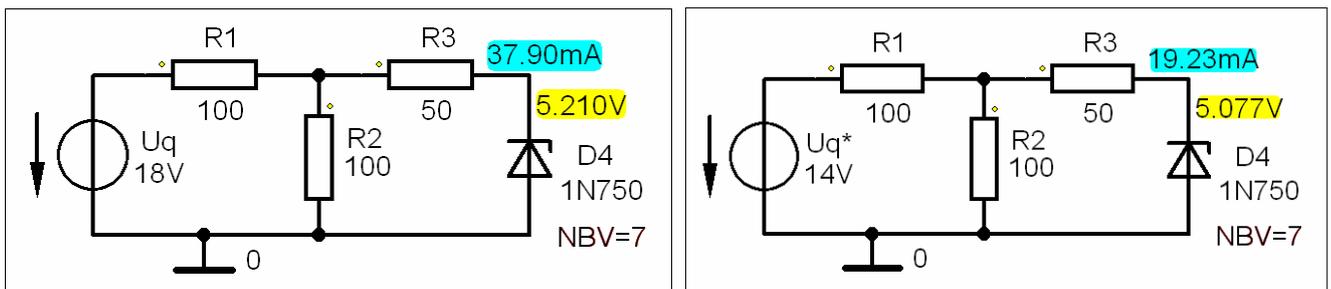


Bild ÜA_1_6.4.A_7: Arbeitspunkt AP und AP* der Z-Diode

Die leichten Abweichungen im Arbeitspunkt AP* kommen dadurch zustande, dass in diesem Bereich die idealisierte Kennlinie etwas von der realen Kennlinie abweicht (vgl. Bild ÜA_1_6.4.1_3).

Ende der Zusatzlösung