

Prof. Dr.-Ing. Rainer Ose
Elektrotechnik für Ingenieure
– Grundlagen –
4. Auflage, 2008



Fachhochschule
Braunschweig/Wolfenbüttel
-University of Applied Sciences-

Probe zur Lösung der Berechnungsbeispiele BB_5.x:

Allgemeine Hinweise:

Eine zusätzliche Simulation ausgewählter Schaltungen der LB / BB 5.x mit **PSpICE** soll eine weitere Kontrolle der Lösungen ermöglichen und den Bearbeiter der Berechnungsbeispiele (**nach** dem Durchrechnen) zum Nachvollziehen dieser Simulationsergebnisse anregen.

Zur Bestimmung ausgewählter Spannungen und Ströme wird die Arbeitspunkt-Analyse eingesetzt. Informationen über die resultierende Quellenleistung findet man im Output-File unter:

TOTAL POWER DISSIPATION

Die Variation unterschiedlicher Lastfälle ist mit einem DC-Sweep möglich. Das Simulationsergebnis wird dann im PROBE-Fenster grafisch dargestellt.

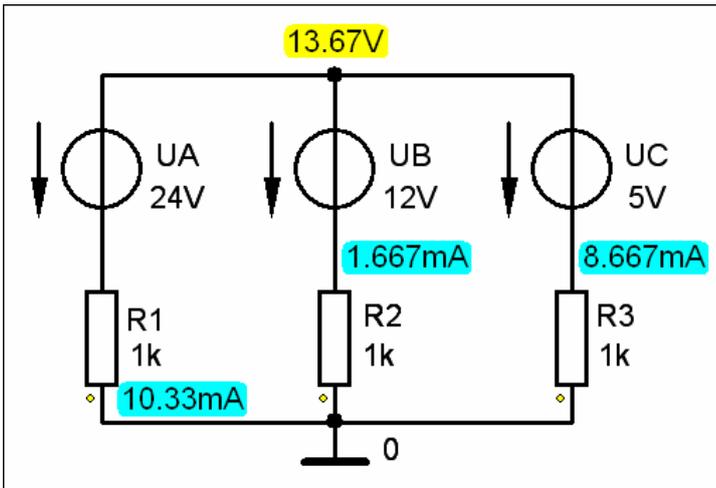


Hinweis:

Weitere Informationen zur Durchführung von PSpICE-Simulationen finden Sie unter:

Ose, R.: Elektrotechnik für Ingenieure. Bauelemente und Grundschaltungen mit PSpICE.
– München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2007

LB 5.1: Standard-Netzwerk 1 (KIRCHHOFF)



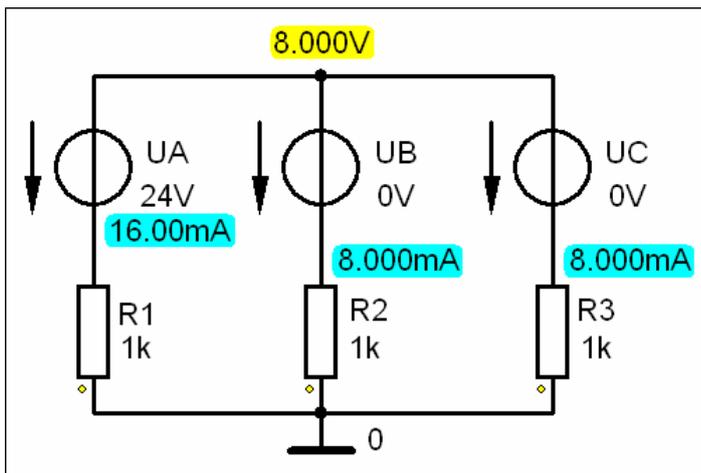
$$I_1(\uparrow) + I_2(\uparrow) - I_3(\downarrow) = 0$$

$$I_3 = 10,3 \text{ mA} - 1,6 \text{ mA}$$

$$I_3 = 8,6 \text{ mA}$$

Bild LB 5.1: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum LB 5.1

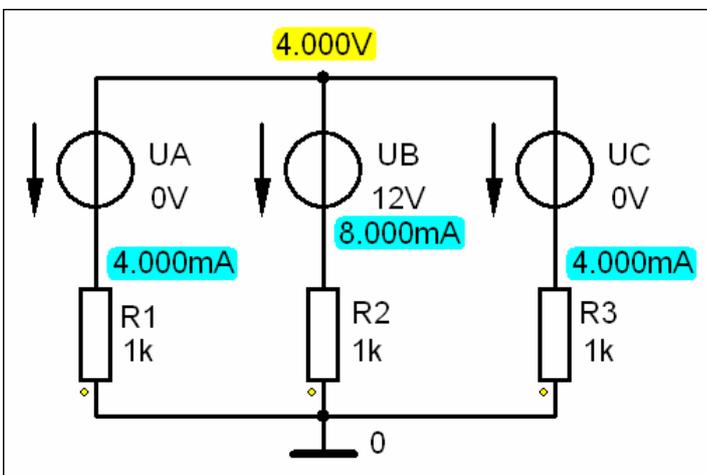
LB 5.2: Standard-Netzwerk 2 (HELMHOLTZ)



$$I_{3A} = \frac{I_A}{2} = \frac{16 \text{ mA}}{2} = 8 \text{ mA}$$

Quelle A wirkt

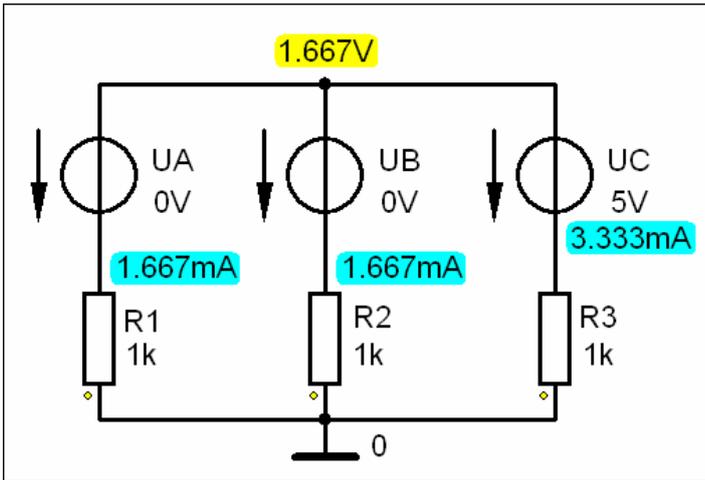
Bild LB 5.2_1: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum LB 5.2



$$I_{3B} = \frac{I_B}{2} = \frac{8 \text{ mA}}{2} = 4 \text{ mA}$$

Quelle B wirkt

Bild LB 5.2_2: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum LB 5.2



Quelle C wirkt

$$I_{3C} = I_C = 3,3 \text{ mA}$$

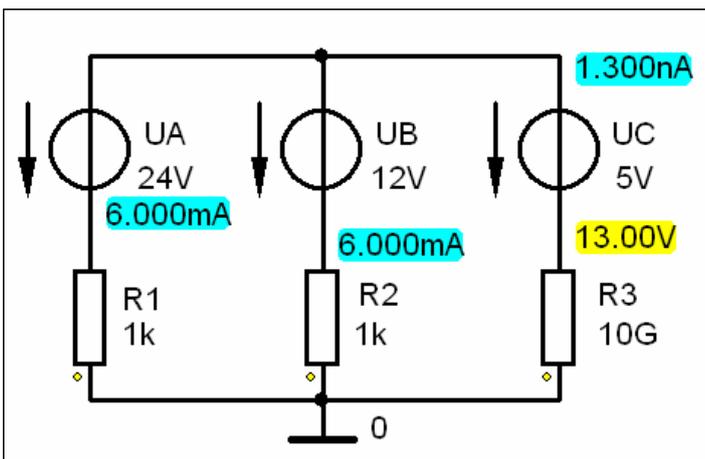
$$I_3(\downarrow) = I_{3A}(\downarrow) + I_{3B}(\downarrow) - I_{3C}(\uparrow)$$

$$= 8 \text{ mA} + 4 \text{ mA} - 3,3 \text{ mA}$$

$$= 8,6 \text{ mA}$$

Bild LB 5.2_3: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum LB 5.2

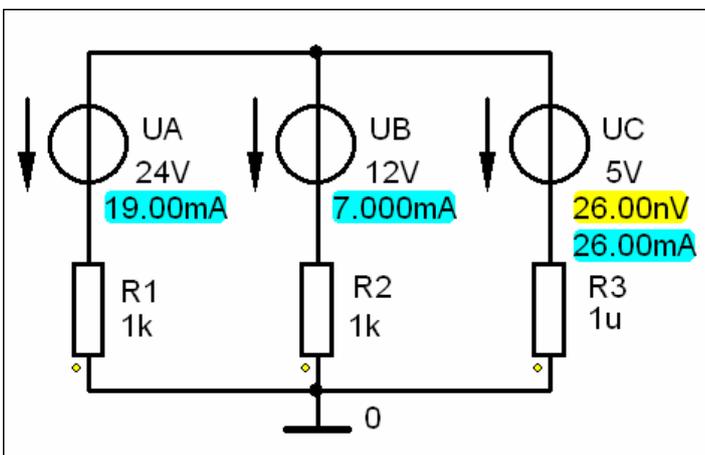
LB 5.3: Zweipoltheorie (Spannungsquellen-ESB)



Leerlauffall:
 $U_L = 13 \text{ V}$

Bild LB 5.3: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum LB 5.3

LB 5.4: Zweipoltheorie (Stromquellen-ESB)

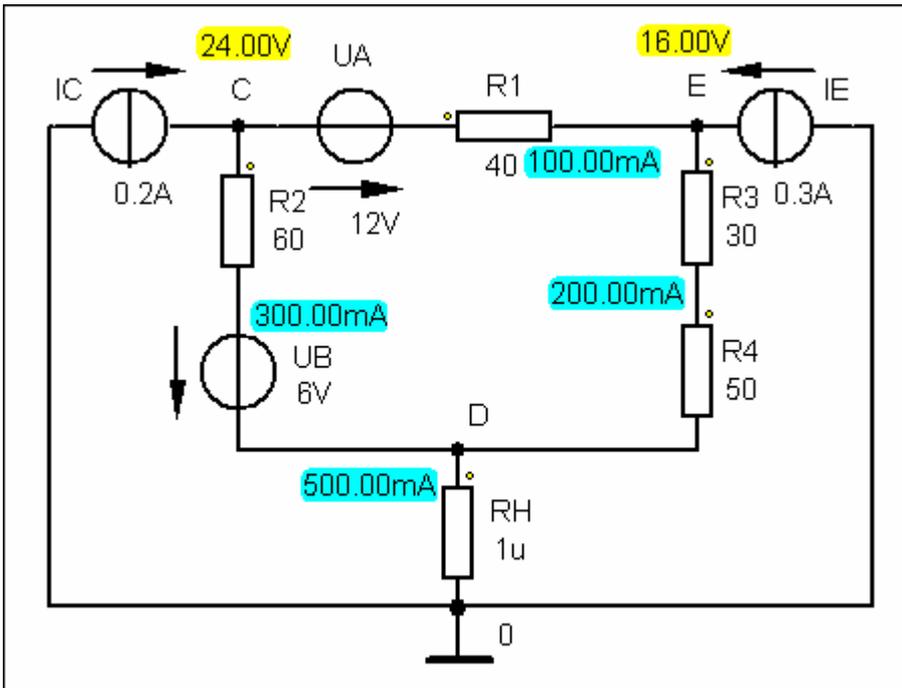


Kurzschlussfall:
 $I_K = 26 \text{ mA}$

$$R_i = \frac{U_L}{I_K} = \frac{13 \text{ V}}{26 \text{ mA}} = 500 \text{ } \Omega$$

Bild LB 5.4: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum LB 5.4

BB 5.1: Ausschnitt eines Netzwerkes – Analyse über KIRCHHOFF



$$\begin{aligned}
 U_{CE}(\rightarrow) &= \varphi_C - \varphi_E \\
 &= 24 \text{ V} - 16 \text{ V} \\
 &= 8 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Großknoten:

$$\begin{aligned}
 I_D(\downarrow) &= I_C(\downarrow) + I_E(\downarrow) \\
 &= 200 \text{ mA} + 300 \text{ mA} \\
 &= 500 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Bild BB 5.1: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum BB 5.1

BB 5.2: Standard-Netzwerk 3 (KIRCHHOFF)

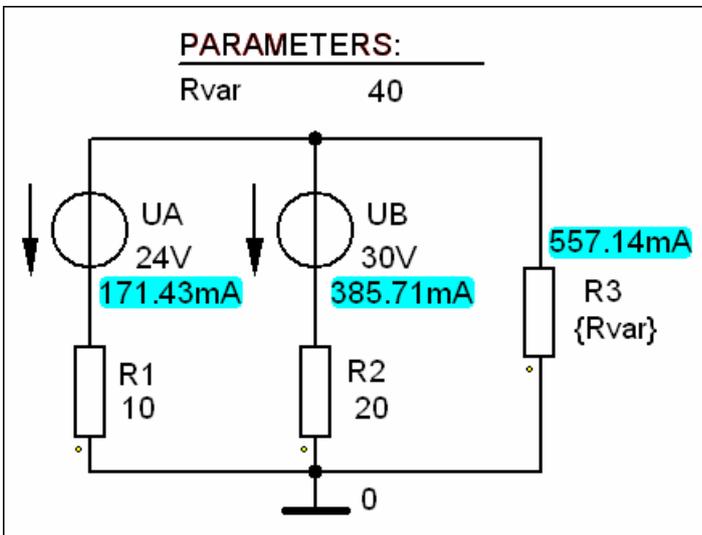


Bild BB 5.2_1: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum BB 5.2

Für $R_3 = 40 \Omega$ gilt:

$$\begin{aligned}
 I_3(\downarrow) &= I_1(\uparrow) + I_2(\uparrow) \\
 &\approx 171 \text{ mA} + 386 \text{ mA} \approx 557 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Anschließend wird R_3 variiert: $50 \Omega \leq R_3 \leq 100 \Omega$

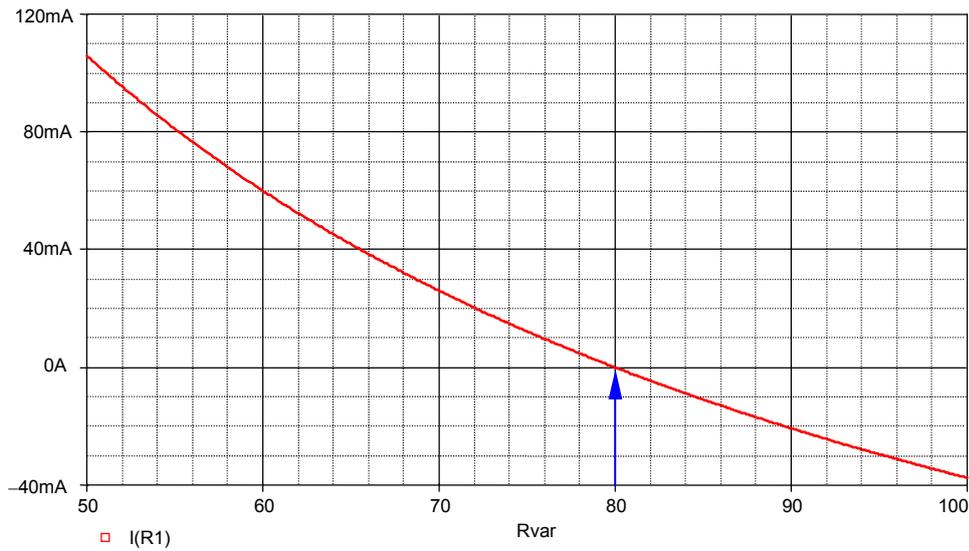


Bild BB 5.2_2: Änderung des Stromes I_1 bei Variation des Widerstandes R_3 im BB 5.2

BB 5.3: Netzwerkberechnung über KIRCHHOFF

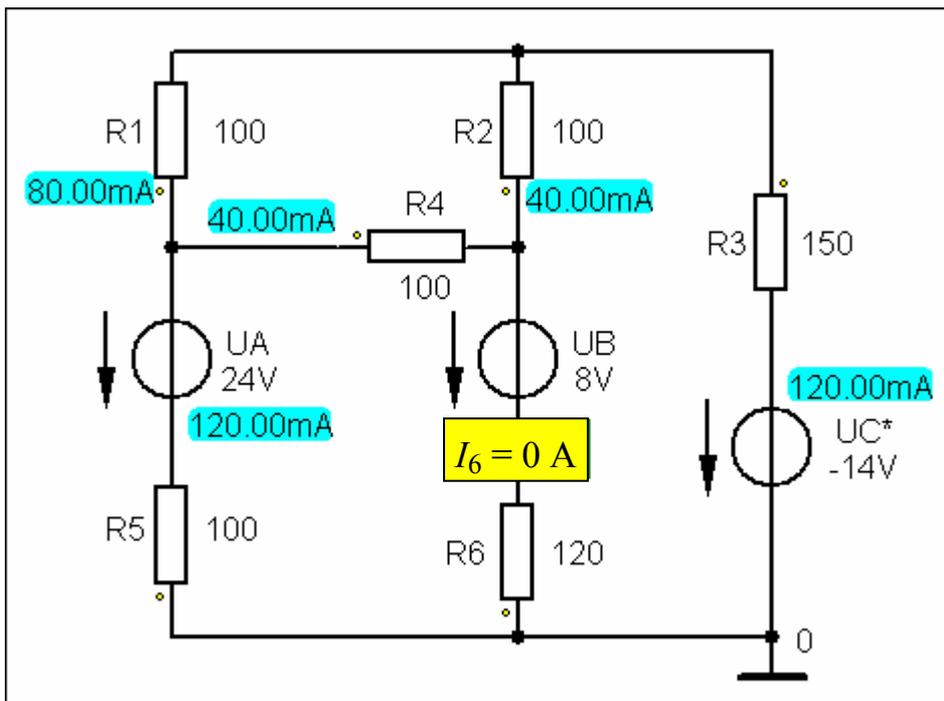


Bild BB 5.3_1: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum BB 5.3

Mit einem DC-Sweep der Quelle C kann der Verlauf des Stromes I_6 als Funktion der Quellenspannung U_C dargestellt werden. Der Spezialfall $I_6 = 0$ (Kennzeichnung mit *) tritt bei $U_C^* = -14$ V auf.

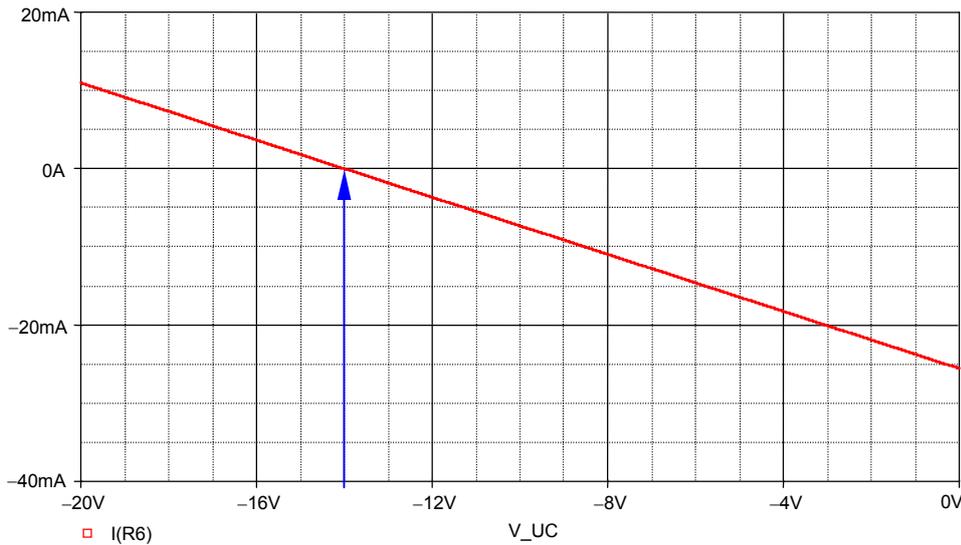


Bild BB 5.3_2: Verlauf des Stromes durch den Widerstand R_6 bei Variation der Quellenspannung U_C

BB 5.4: Arbeitspunkt eines npn-Transistors in Emitterschaltung

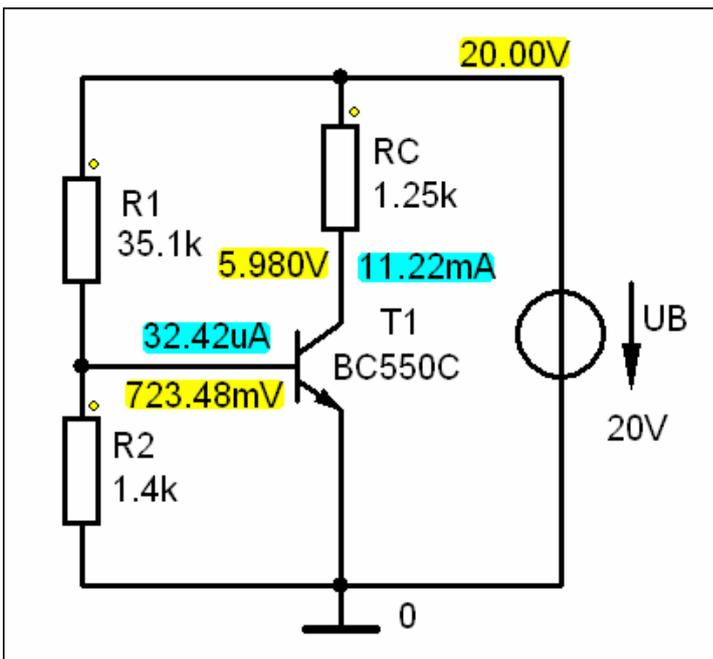


Bild BB 5.4: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum BB 5.4

Anmerkung:

Der im Berechnungsbeispiel 5.4 angenommene Transistor steht mit den angegebenen Daten nicht zur Verfügung. Zur Simulation wurde der in PSPICE verfügbare Transistor BC 550 C eingesetzt.

Durch Variation von Modellparametern gelingt die Nachbildung des im Berechnungsbeispiel 5.4 verwendeten Transistors in erster Näherung. Mit den berechneten Widerstandswerten erhält man folgende Daten des Arbeitspunktes (Index 0):

$U_{BE0} \approx 0,72 \text{ V}$ $I_{B0} \approx 32 \mu\text{A}$ $U_{CE0} \approx 6 \text{ V}$ $I_{C0} \approx 11,2 \text{ mA}$

Der gewünschte Arbeitspunkt kann hier mit einem **kleineren** Basisstrom eingestellt werden.