

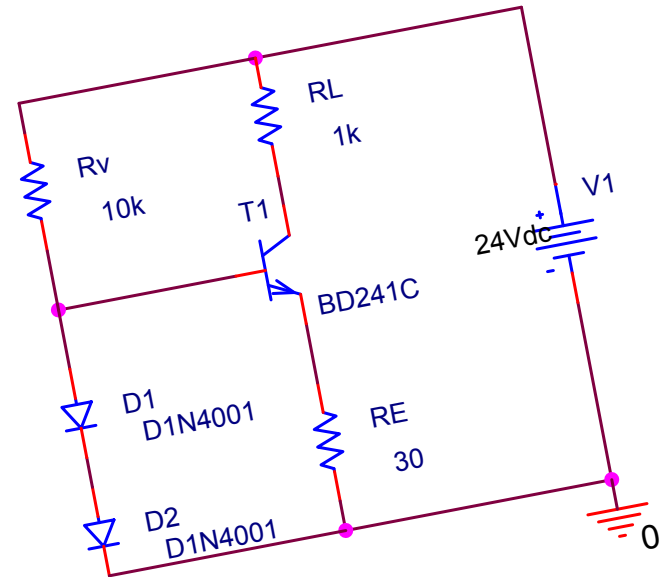
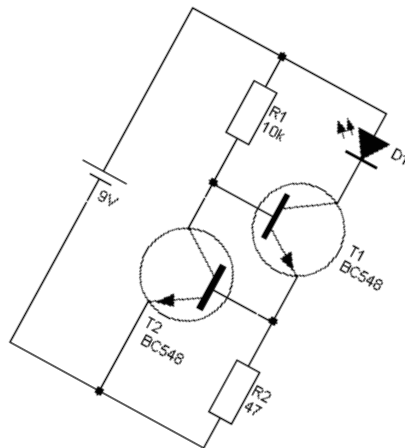
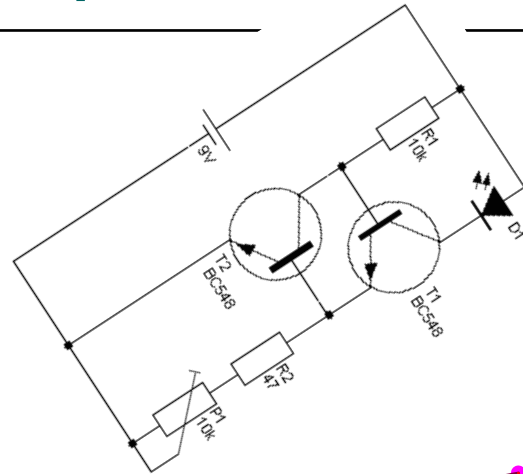
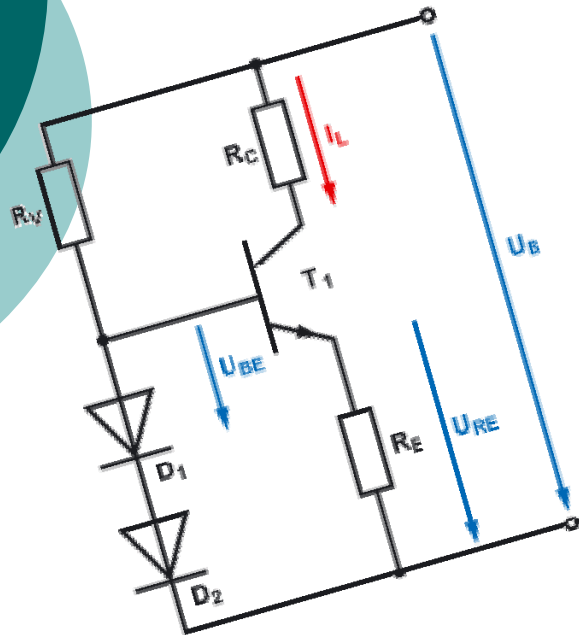


# Transistorschaltungen

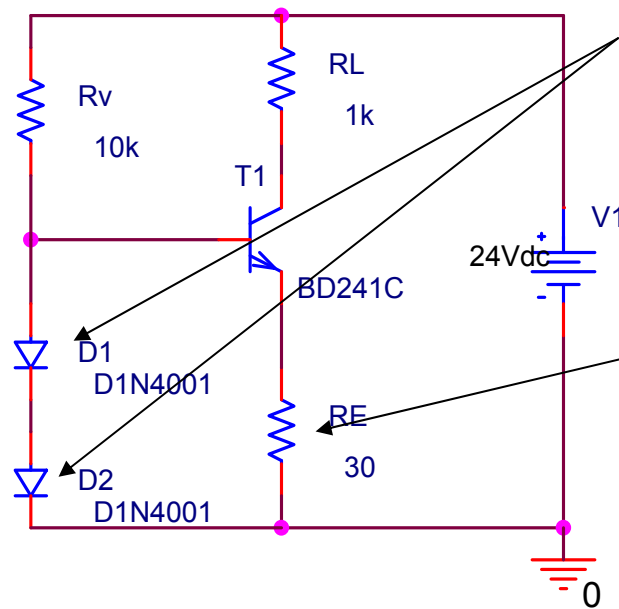
---

Bernhard Wintersperger

# Konstantstromquelle



# Konstantstromquelle



## Funktionsweise:

Die Dioden  $D_1$  und  $D_2$  sorgen dafür das an  $R_E$  eine konstante Spannung anliegt.

Über den Widerstand  $R_E$  lässt sich der Konstantstrom der Schaltung einstellen.

$R_E$  wurde hier aufgrund positiver Erfahrungen in einem Praxistest mit  $30\Omega$  dimensioniert.

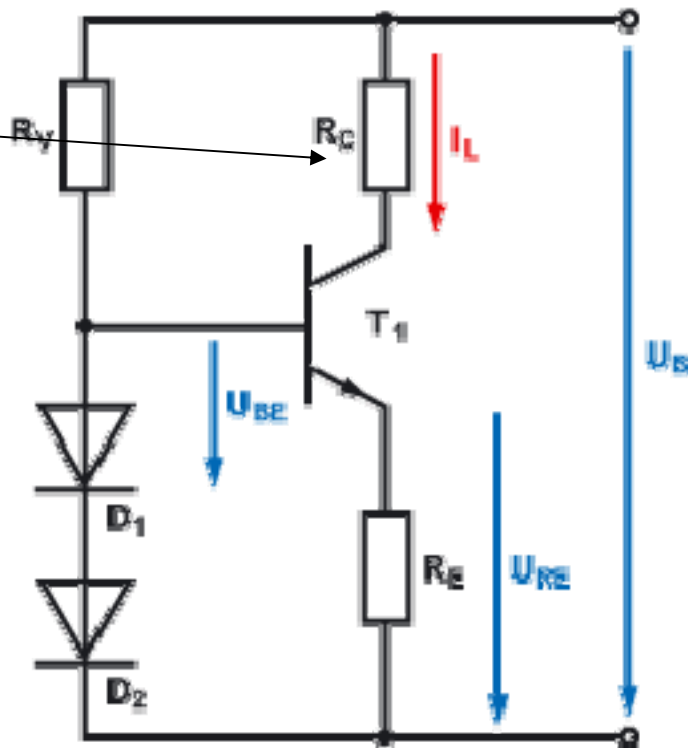
# Konstantstromquelle

## Eigenschaften:

Die Schaltung funktioniert nur bis zu einem gewissen Lastwiderstand.

Wenn der Spannungsabfall am Lastwiderstand zu groß wird ist der Transistor nicht mehr in Sättigung und der Strom kann nicht konstant gehalten werden.

Dies kann man durch erhöhen der Versorgungsspannung ausgleichen.



# Konstantstromquelle

## Berechnung:

Berechnung des Emitterwiderstandes:

$$U_{RE} = U_{D1} + U_{D2} - U_{BE}$$

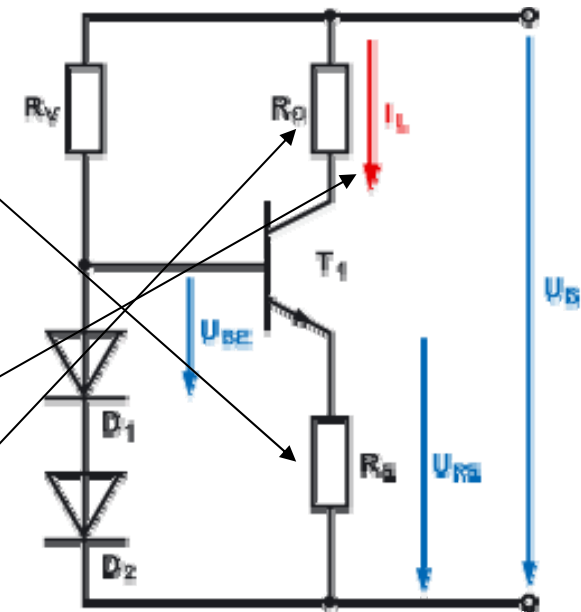
$$R_E = \frac{U_{RE}}{I_C}$$

Berechnung des Konstantstroms  $I_C$ :

$$I_C = \frac{U_{RE}}{R_E}$$

Berechnung des max. Lastwiderstandes:

$$R_{L\max} = \frac{U_B - U_{RE}}{I_C}$$

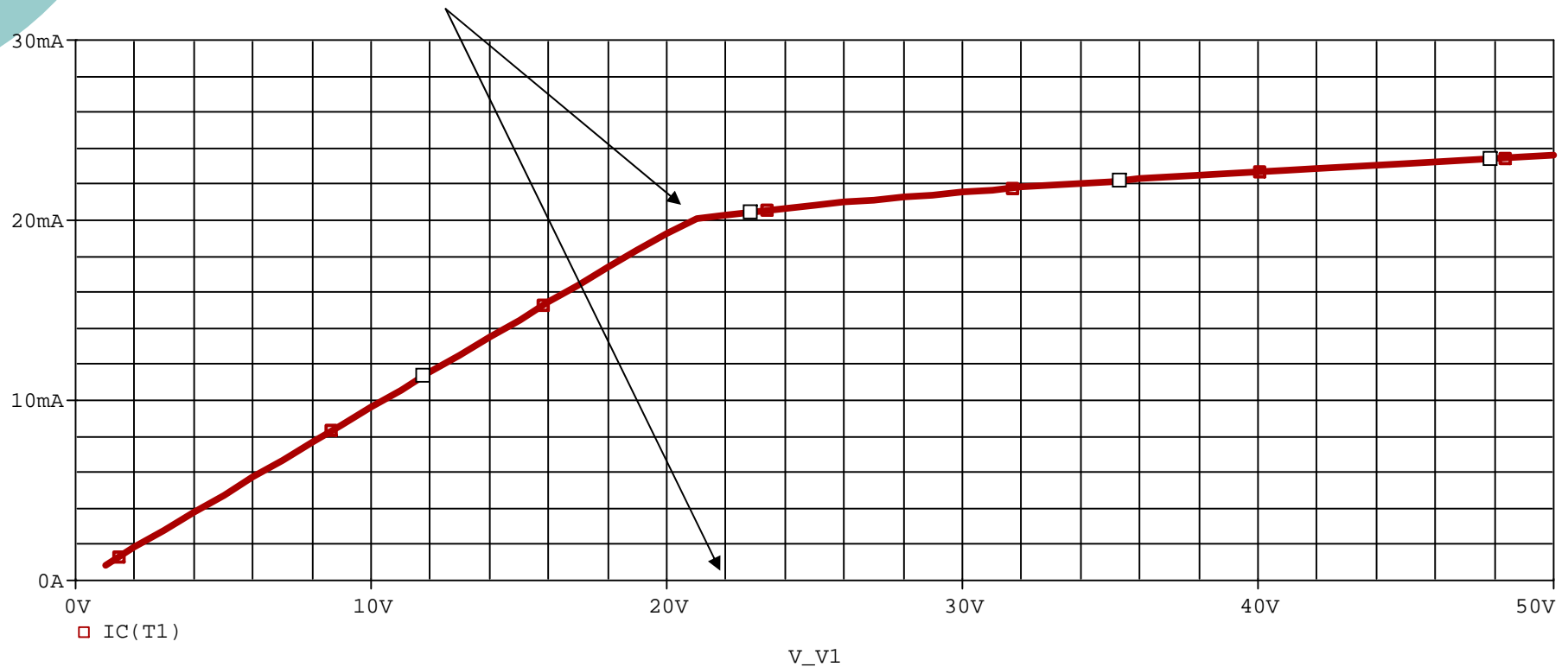


# Konstantstromquelle

## Simulation:

DC-Sweep der Spannungsquelle

Man sieht, dass ab ca. 21V der Strom relativ unabhängig von der Versorgungsspannung ist.

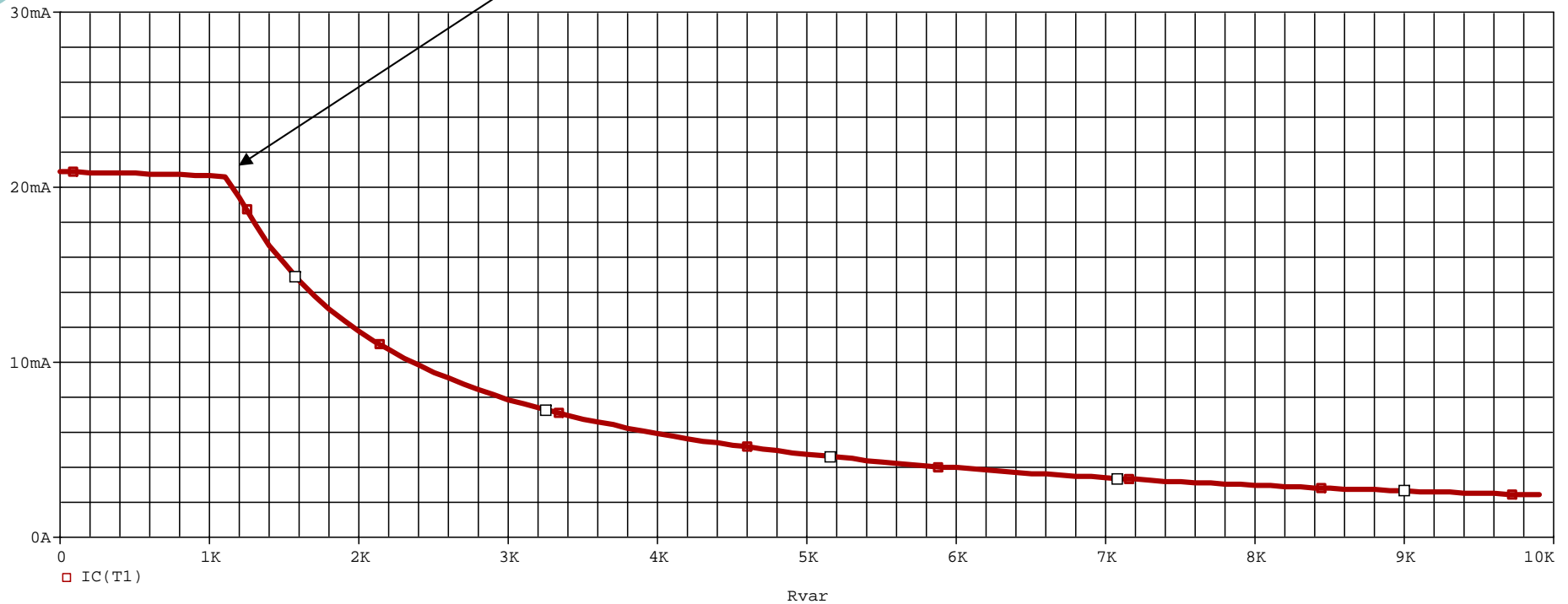


# Konstantstromquelle

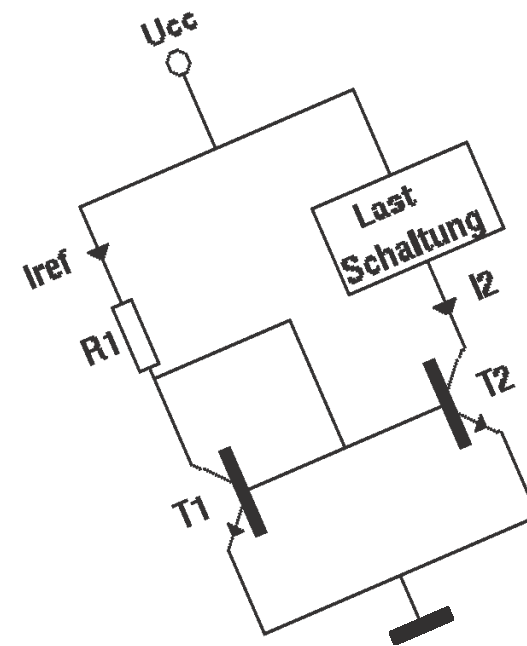
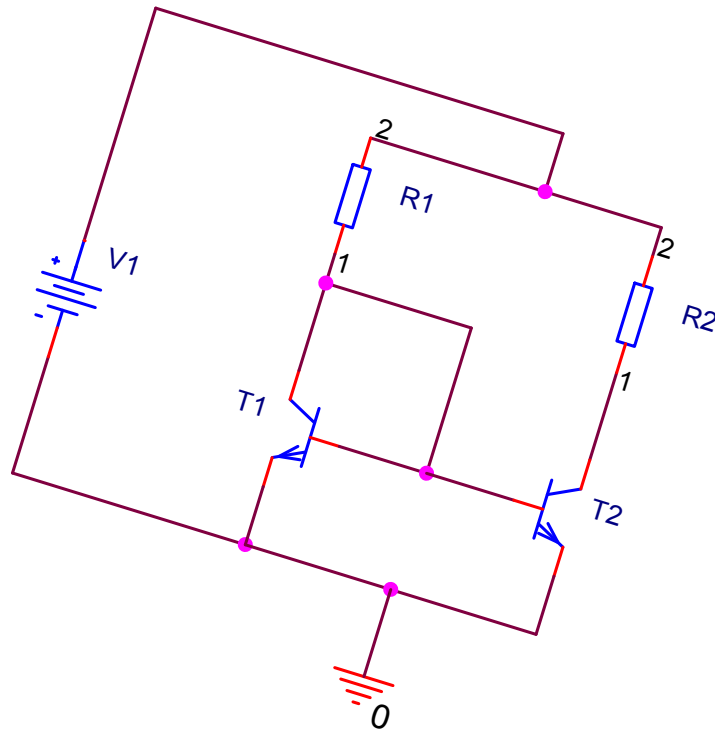
## Simulation:

Parametric-Sweep des Lastwiderstandes

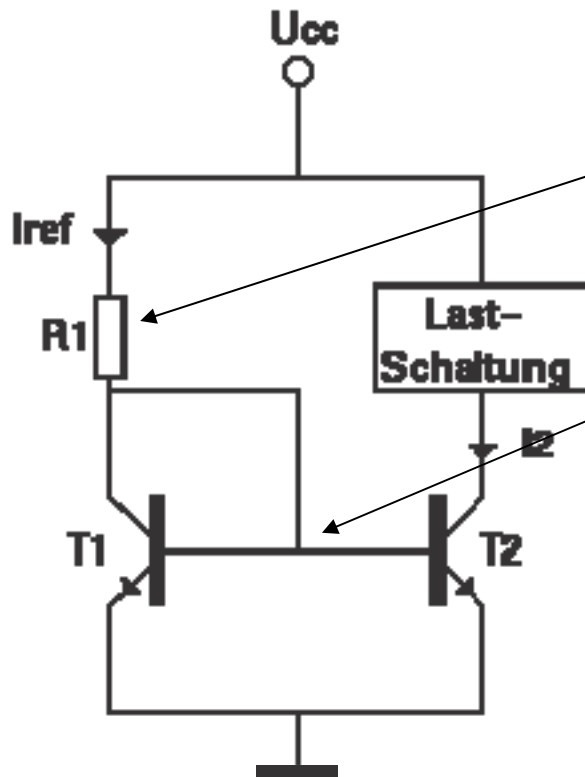
Man sieht, dass ab ca. 1,1k $\Omega$  der Konstantstrom einbricht.



# Stromspiegel



# Stromspiegel



## Funktionsweise:

Über den Widerstand R1 wird der Referenzstrom  $I_{\text{ref}}$  eingestellt.

$U_{\text{BE}}$  versucht konstant auf 0,7V zu bleiben.

Da  $U_{\text{BE}}$  bei beiden Transistoren gleich ist, wird der Referenzstrom  $I_{\text{ref}}$  „gespiegelt“.

# Stromspiegel

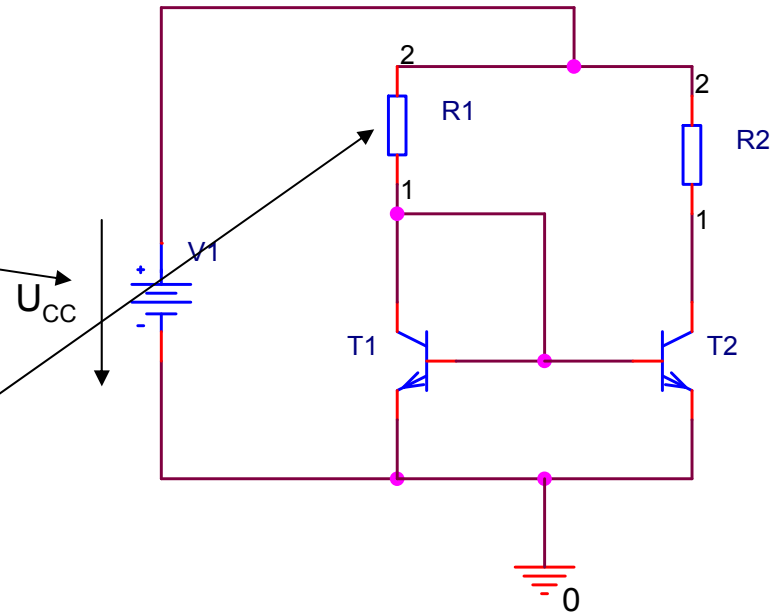
## Eigenschaften:

Der Stromspiegel wird benutzt um mehrere Konstantströme aus einem zu gewinnen.

Im Gegensatz zur Konstantstromquelle ist der Stromspiegel **nicht** Spannungsunabhängig.

Berechnung des Widerstandes:

$$R1 = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{I_{ref}}$$

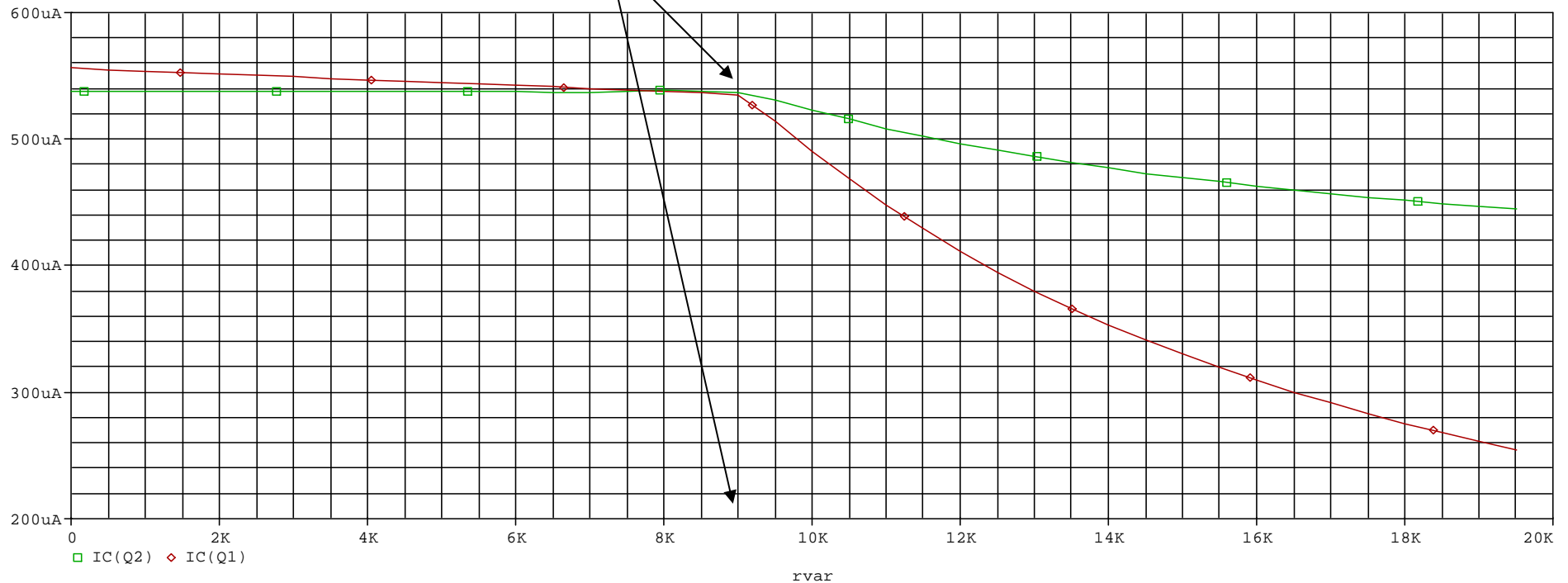


# Stromspiegel

## Simulation:

Parametric-Sweep des Lastwiderstandes bei 5V  
Versorgungsspannung.

Man sieht, dass ab ca.  $9\text{k}\Omega$  die Spiegelung des Stroms nicht mehr funktioniert.



# Stromspiegel

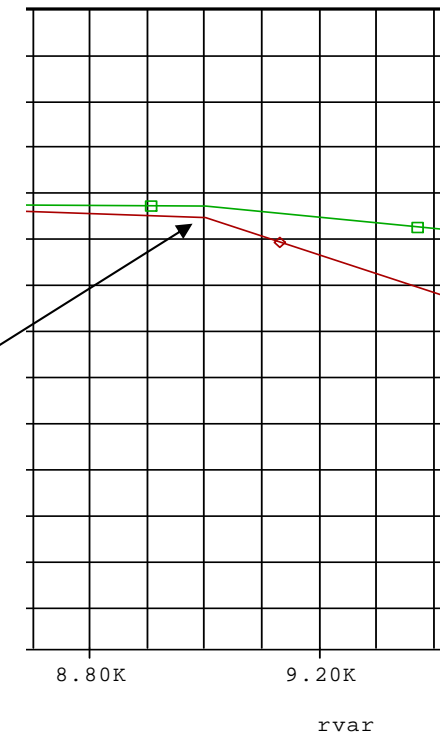
Berechnung des max. Lastwiderstandes:

$$R_{L\max} = \frac{U_{CC} - U_{CE,Sat}}{I_{ref}}$$

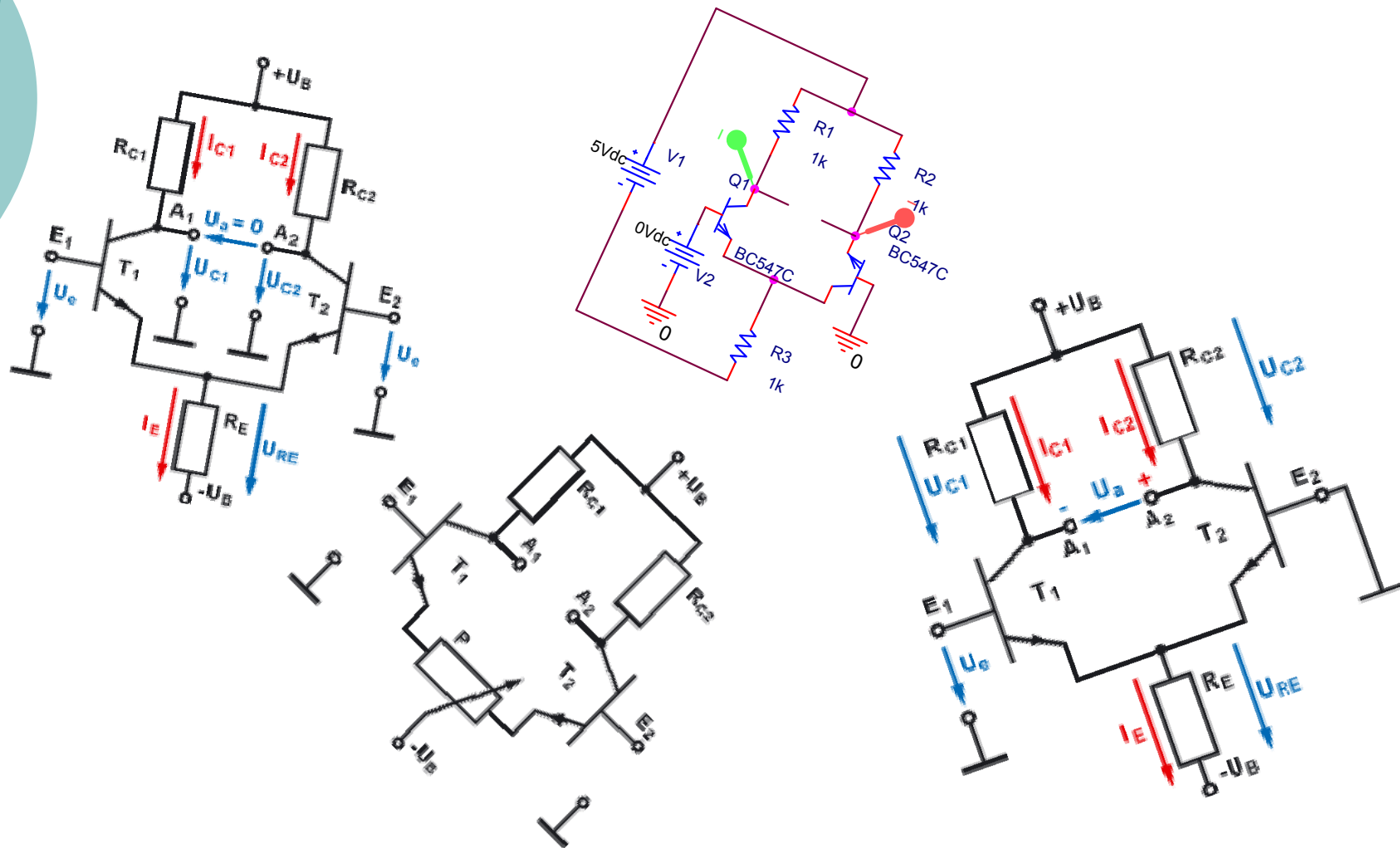
Beispielrechnung:

$$R_{L\max} = \frac{5 - 0,2}{537,662e^{-6}} = \underline{\underline{8927,54\Omega}}$$

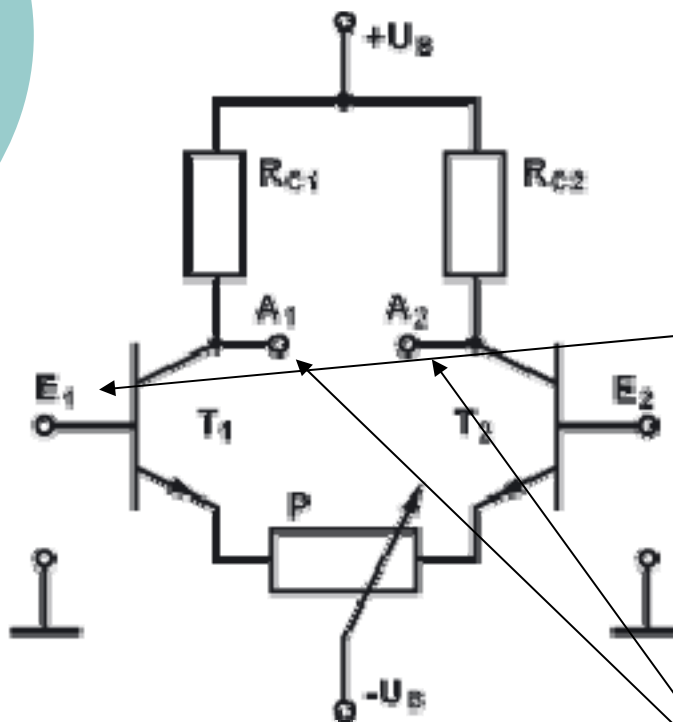
Wie man in der Simulation sieht  
Funktioniert die Schaltung ab  
ca. 9kΩ nicht mehr.



# Differenzverstärker



# Differenzverstärker



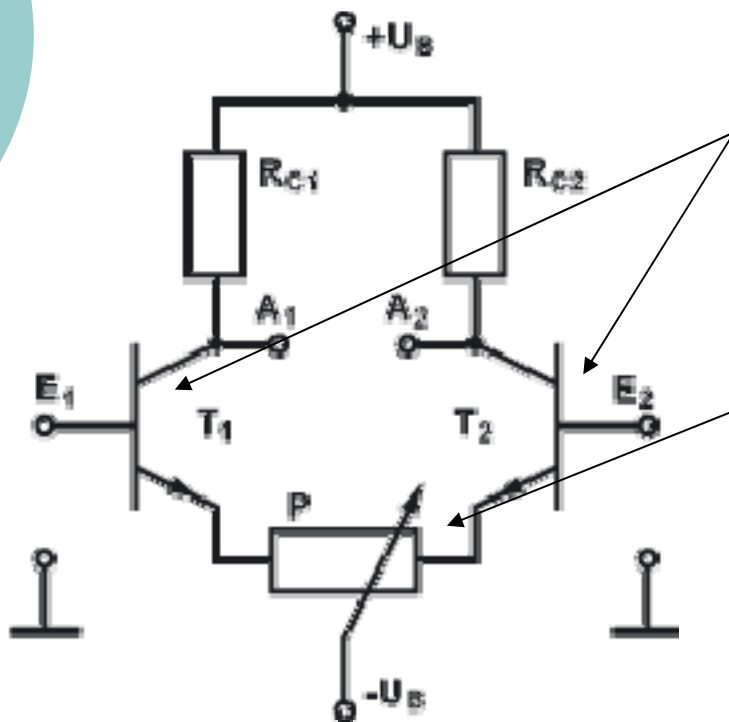
## Funktionsweise:

Beide Transistoren werden in Emitterschaltung betrieben.

Wenn an  $E_1$  eine Spannung angelegt wird leitet  $T_1$  an CE besser und es fällt weniger Spannung ab als an CE  $T_2$ . Da sich außerdem der Strom zugunsten von  $T_1$  aufteilt fällt an CE  $T_2$  noch mehr Spannung ab.

Es entsteht eine Differenzspannung. Die Eingangsspannung wird somit Verstärkt.

# Differenzverstärker



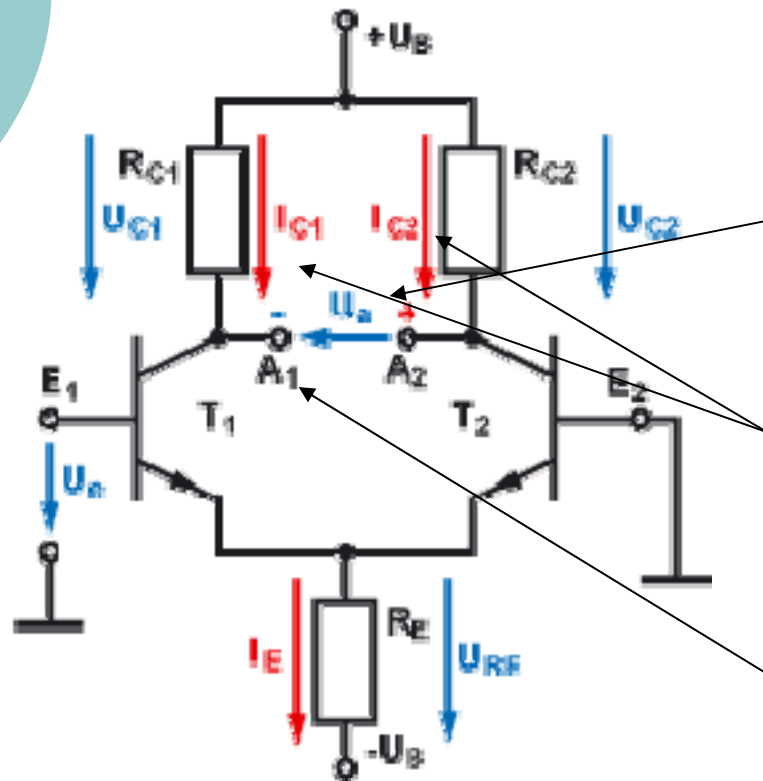
## Eigenschaften:

Damit die Schaltung optimal funktioniert müssten beiden Transistoren absolut gleich sein.

Da das aber aufgrund der Exemplarstreuung nicht möglich ist, kann man über ein Potentiometer die Stromverteilung über die beiden Transistoren einstellen.

# Differenzverstärker

## Differenzverstärker im Differenzbetrieb:



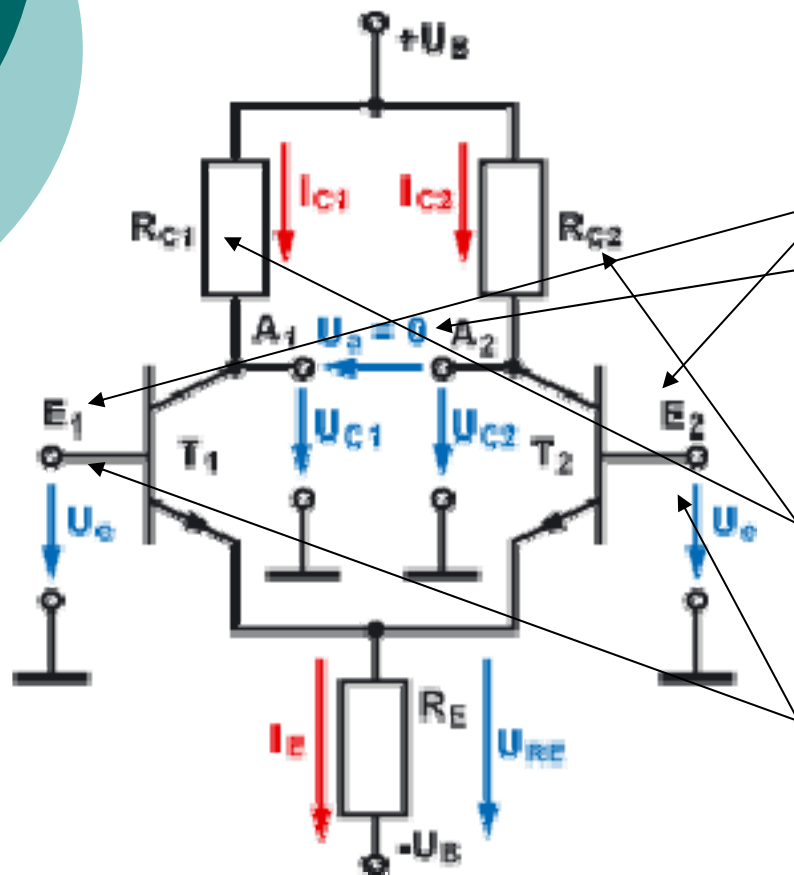
Wenn man an  $E_1$  eine Spannung  $U_e$  anlegt und  $E_2$  auf 0V entzweit eine Differenzspannung  $U_a$ .

Die Ströme  $I_{C1}$  und  $I_{C2}$  ändern sich gegensinnig.

An  $A_1$  gegen 0V entzweit eine Phasendrehung um  $180^\circ$ .

# Differenzverstärker

## Differenzverstärker im Gleichtaktbetrieb:



Wenn  $U_e$  an  $E_1$  und  $E_2$  gleich ist entsteht keine Differenzspannung. Die Verstärkung beträgt 0.

Die Spannungen an  $R_{C1}$  und  $R_{C2}$  ändern sich gleichsinnig.

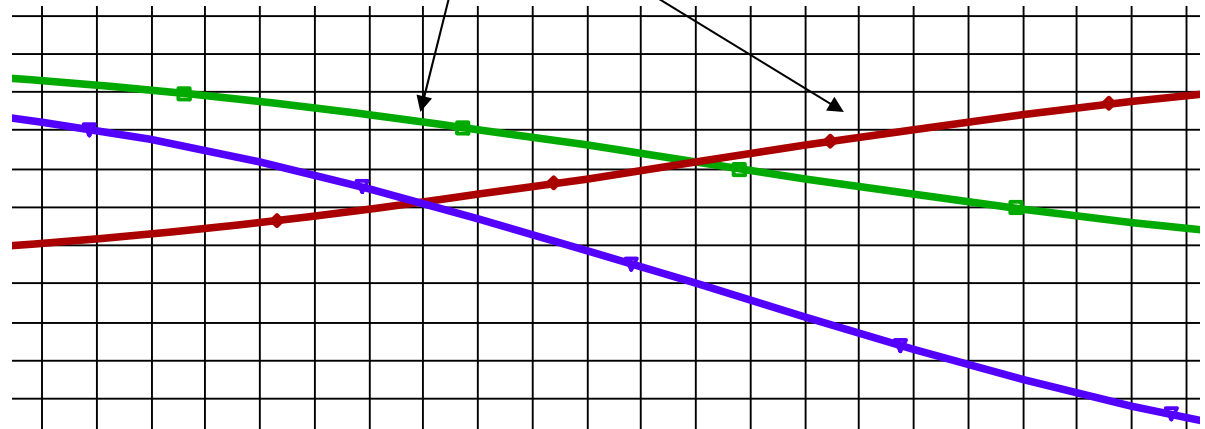
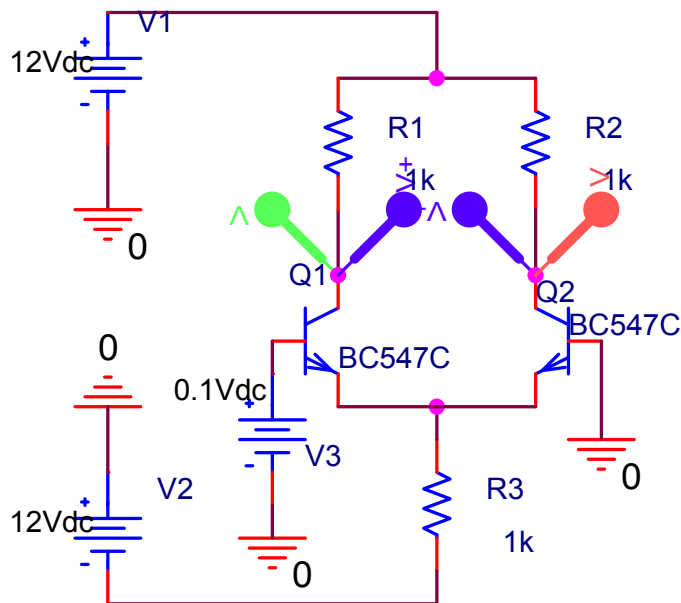
Es werden nur Signalunterschiede zwischen  $E_1$  und  $E_2$  verstärkt.

# Differenzverstärker

## Simulation eines Differenzverstärkers im Differenzbetrieb:

DC-Sweep an E1 von  $-0,1\text{V}$  –  $+0,1\text{V}$

Mann erkennt das an A1 (grün) eine Phasenverschiebung von  $180^\circ$  zu A2 (rot) vorhanden ist.



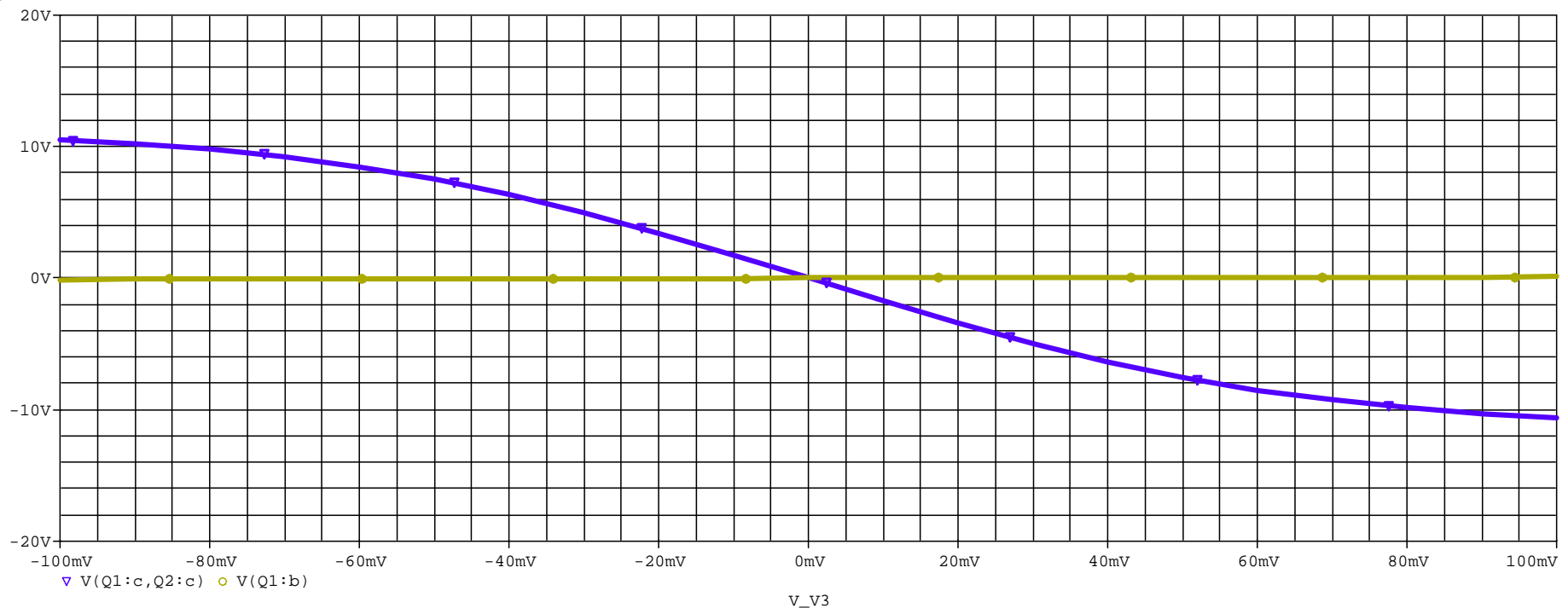
# Differenzverstärker

## Simulation eines Differenzverstärkers im Differenzbetrieb:

Die Verstärkung ist sehr gut zu erkennen.

Man bedenke das  $U_e$  (gelb) nur von  $-0,1V$  -  $+0,1V$  geht.

Die violette Linie ist das verstärkte Ausgangssignal.





Vielen Dank für ihre  
Aufmerksamkeit!

---