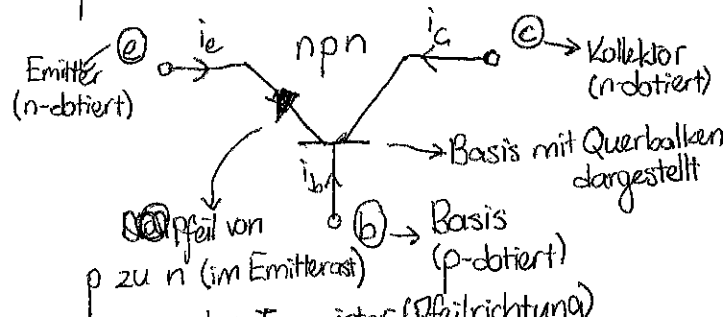


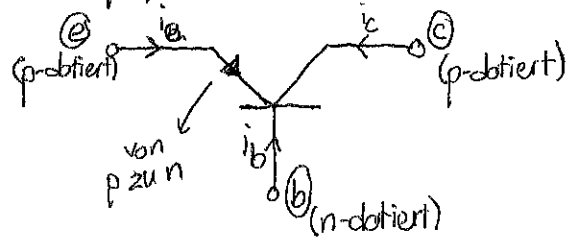
# Kapitel 5 - Bipolartransistoren

- Transistoren
- 3-Pol
- Bipolar, Feldeffekt
- Bipolare Transistoren
- n-Dotierung: Elektronenüberschuss beim Halbleitermaterial
- p-Dotierung: Löcherüberschuss beim Halbleitermaterial
- 2 Arten:

## 1) npn-Transistor:

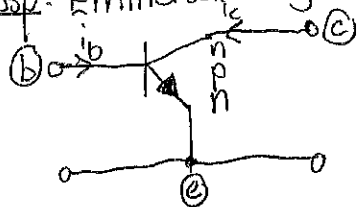


## 2) pnp-Transistor:



→ Ströme in den Transistor (Pfeilrichtung)  
 → Die obigen sind Basischaltungen, hängt von dem Namen der gemeinsamen Klemme.

Bsp: Emitterschaltung

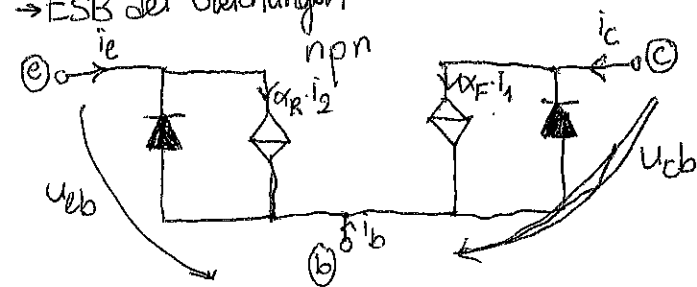


## • npn-Transistor

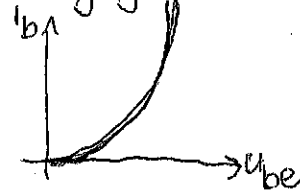
$$\left. \begin{aligned} i_e &= -I_{ES} \left( e^{\frac{-u_{eb}}{U_T}} - 1 \right) + \alpha_R I_{CS} \left( e^{\frac{-u_{cb}}{U_T}} - 1 \right) \\ i_c &= \alpha_F I_{ES} \left( e^{\frac{-u_{eb}}{U_T}} - 1 \right) - I_{CS} \left( e^{\frac{-u_{cb}}{U_T}} - 1 \right) \end{aligned} \right\} \text{Ebers-Moll-Gleichungen}$$

$U_T = 26 \text{ mV}$ ;  $I_{CS}, I_{ES}$ : Sperrströme;  $u_{cb}, u_{eb}$ : Spannungen zwischen kspw. C und B

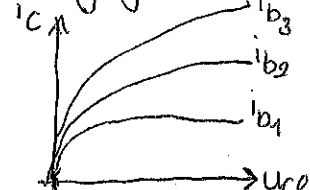
→ ESB der Gleichungen



→ Eingangskennlinie:



→ Ausgangskennlinie:



$i_{b3} > i_{b2} > i_{b1}$

→ Vorwärtsbetrieb eines npn-Transistors (WICHTIG!)

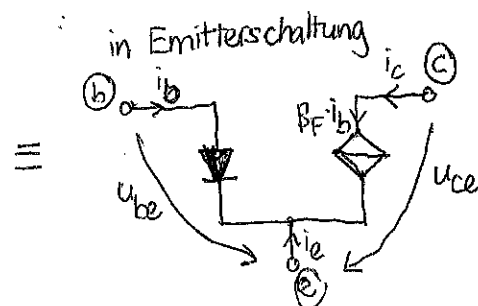
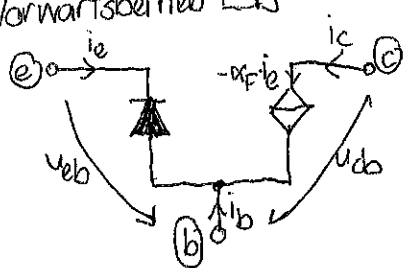
\* Bedingungen

1)  $u_{cb} \geq 0$  (Kollektor-Basis-Diode sperrt) (immer kontrollieren)

2)  $u_{eb} < 0$  (Emitter-Basis-Diode leitet)

$\Rightarrow u_{ce} > 0$  (KVL)

→ Vorwärtsbetrieb ESB:



\* Emitterschaltung wird häufiger verwendet.

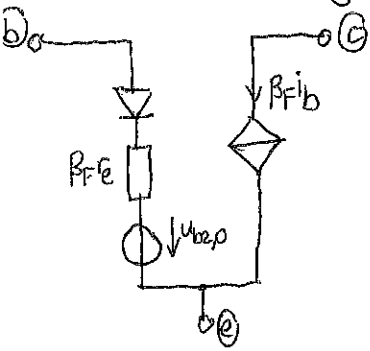
→ Vorwärtsbetriebsbedingungen:

$u_{be} > 0$

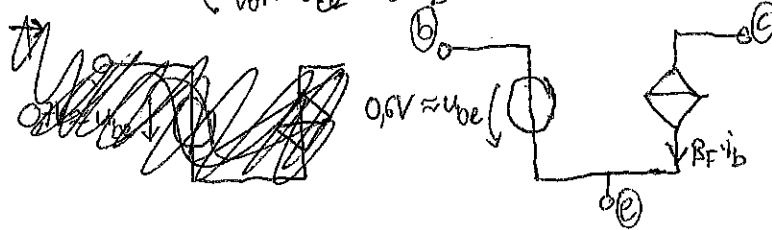
$u_{cb} \geq 0$

→ Weitere ESBs:

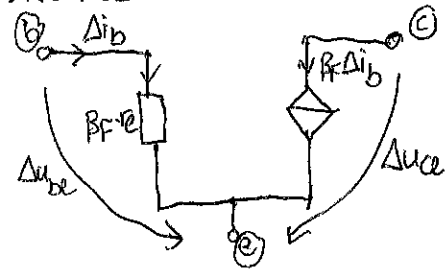
\* Durch die Linearisierung der Diode geht man zum ESB über:



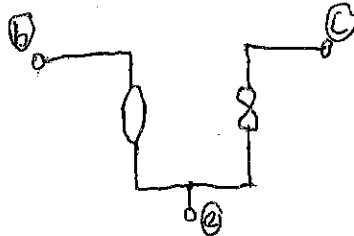
→ GS-ESB (wegen vernachlässigbare Abhängigkeit der Eingangskennlinie von \$u\_{ce}\$ und \$i\_b\$)



→ KS-ESB



für \$\beta \rightarrow \infty\$  
 ⇒  
 Idealisierung



→ Ersatzschaltbildtabelle für npn-Transistor (Vorwärtsbetrieb)

	Großsignal	Kleinsignal
detailliert		
<del>grob</del> grob		

$$r = \beta F r_e$$

$$\beta_F \rightarrow \infty : \Delta i_b = \frac{\Delta u_{be}}{\beta_F r_e} \rightarrow 0A, \Delta u_{be} \rightarrow 0V$$

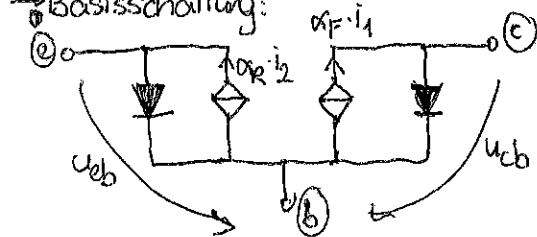
$$: \Delta i_c = \beta_F \Delta i_b \rightarrow \infty$$

→ Nullmodell liefert gute Ergebnisse, wenn \$R\_F\$ groß und \$r\_e\$ klein ist. (siehe Skript)

• pnp-Transistor

→ Bei Ebers-Moll-Gleichungen einfach Vorzeichen von \$u\_{eb}, u\_{cb}, i\_e, i\_c\$ umkehren.

→ Basisschaltung:



→ Vorwärtsbetrieb:

$$u_{eb} > 0, u_{cb} < 0$$

→ Kleinsignal-ESBs von pnp und npn sind identisch.