



BAUELEMENTE UND SCHALTUNGEN

# Bipolartransistor-Kennlinien

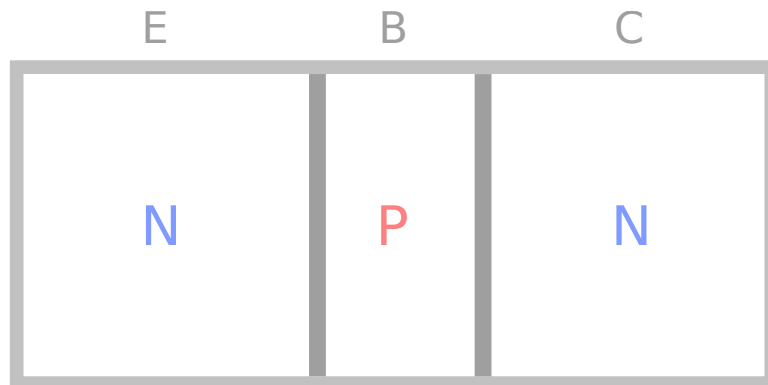
Studien- und Vorbereitungsaufgaben

*Autor:* Richard GRÜNERT

17.11.2019

# 1 Vorbereitungsaufgaben

## 1.1 Aufbau und Wirkungsweise des BPT

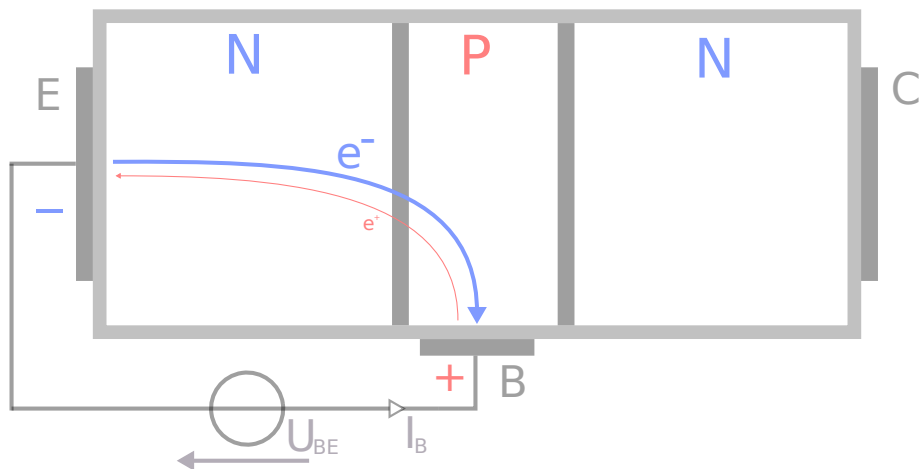


Bipolartransistoren können durch Verkettung von insgesamt 3 dotierten Halbleiterkristallen (vgl. Diode), jeweils entweder p- oder n-leitend, realisiert werden, woraus sich die beiden Kombinationsarten *npn* und *pnp* ergeben.

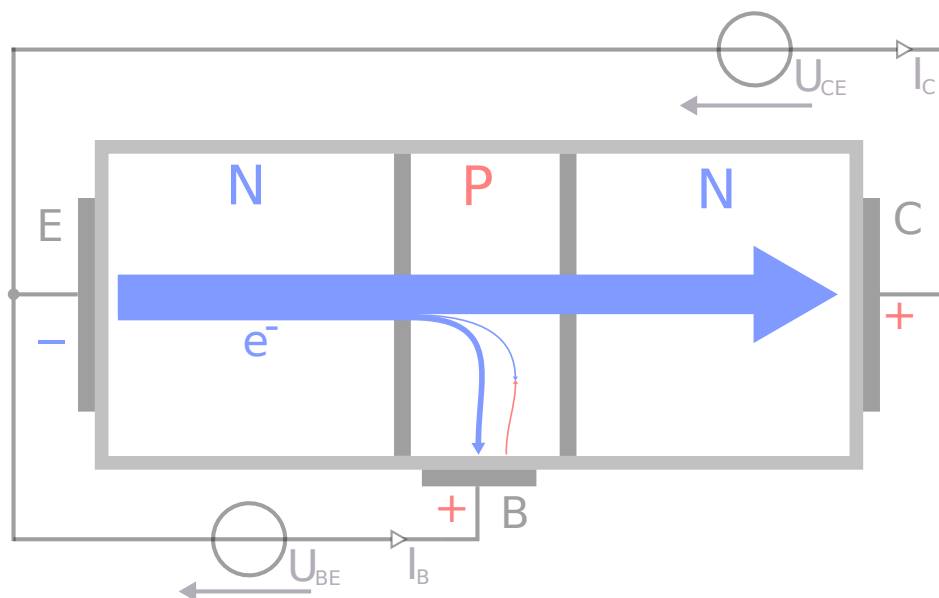
Die 3 Regionen bezeichnet man als

- Emitter (E)
- Basis (B)
- Kollektor (C)

welche in der Regel unterschiedliche Dotierungskonzentrationen aufweisen. So ist der Emitter höher als die Basis und die Basis höher als der Kollektor dotiert.



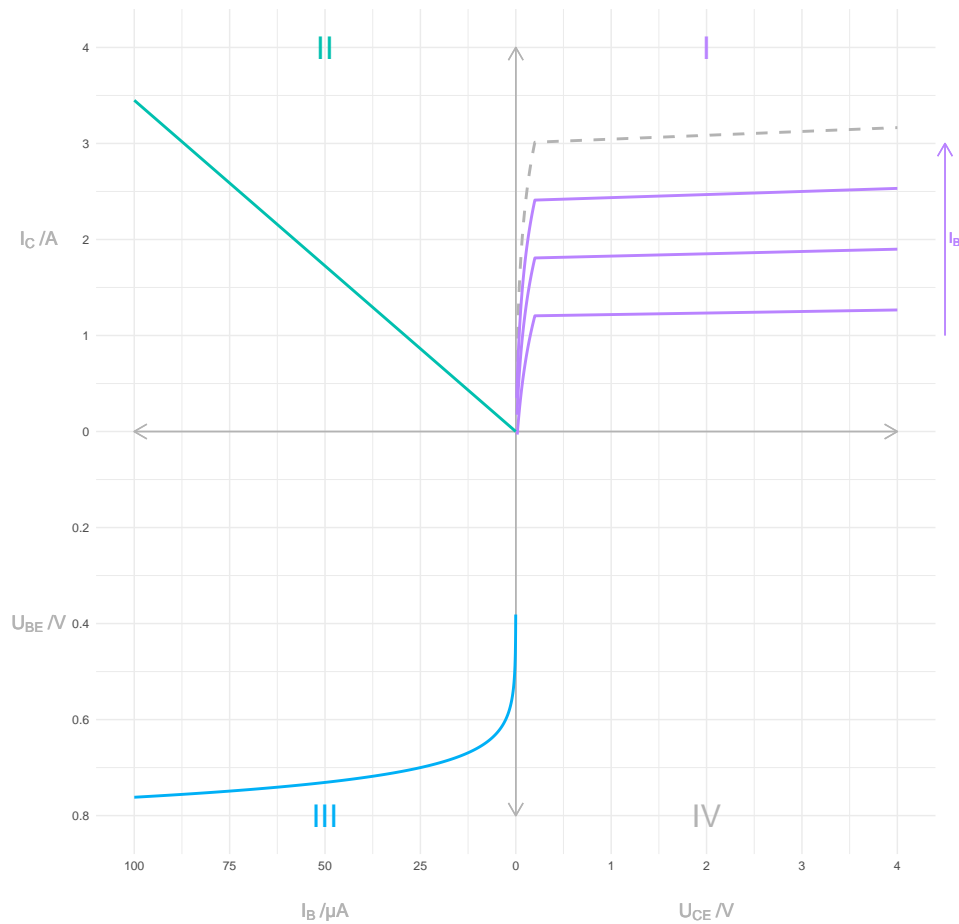
Legt man von außen eine Spannung  $U_{BE}$  an den Basis-Emitter-Übergang des Transistors, sodass er in Durchlassrichtung geschaltet ist<sup>1</sup>, so wird dieser leitend und lässt einen (kleinen) Basisstrom  $I_B$  fließen. Da der Emittor deutlich höher dotiert ist als die Basis, überwiegt beim Basisstrom der Majoritätsträgerstrom der Elektronen vom Emittor in die Basis (gegenüber dem Strom der Defektelektroden von der Basis in den Emittor).



<sup>1</sup> $U_{BE} > U_D$ ,  $U_D$  : Diffusionsspannung (0.7 V)

Legt man nun eine zusätzliche Spannung  $U_{CE}$  an die Kollektor-Emitter-Strecke, gelingt ein deutlich höherer Diffusionsstrom  $I_C$  (im Vergleich zum Basisstrom) durch den hohen Dotierungskonzentrationsunterschied zwischen Emitter und Kollektor; Die Elektronen des Emitters diffundieren durch die Basis in den Kollektor. Um Rekombinationen der Emitterelektronen mit den Fehlstellen in der Basis zu vermeiden, sollte die Basis eine geringe Weite besitzen.

## 1.2 4-Quadranten-Kennlinienfeld



Quadrant I stellt die Abhängigkeit des Kollektorstroms  $I_C$  von der

Kollektor-Emitter-Spannung  $U_{CE}$  dar. Da diese zusätzlich stark vom Basisstrom  $I_B$  abhängig ist, kann keine einzelne Kennlinie angegeben werden und es ergibt sich ein Kennlinienfeld, von dem ausgewählte Kennlinien dargestellt werden.

Die *Stromsteuerkennlinie* in Quadrant II zeigt den Zusammenhang zwischen Eingangsstrom (Basis) und Ausgangsstrom (Kollektor). Das Verhalten ist hier annäherungsweise linear; der statische Verstärkungsfaktor, auch Gleichstromverstärkungsfaktor, kann daher als

$$B = \frac{I_C}{I_B}$$

ausgedrückt werden, welcher demnach nur für *einen* statisch eingestellten Arbeitspunkt gilt.

Im Quadranten III, auch *Eingangskennlinienfeld*, kann durch Verfolgen der Eingangsgrößen Basis-Spannung und -Strom das Diodenverhalten des Basis-Emitter-pn-Übergangs erkannt werden.

Quadrant IV stellt die Rückwirkung der Kollektor-Emitter-Spannung auf die Basis-Emitter-Spannung dar, wird jedoch oft nicht verwendet, weshalb man sich meist auf die Quadranten I, II und III beschränkt.



BAUELEMENTE UND SCHALTUNGEN

# Bipolartransistor-Kennlinien

Versuchsaufgaben

*Autoren:* Richard GRÜNERT  
Pascal HAMAIIDIA  
Stefan KLOBE

24.11.2019

# 1 Versuchsaufgaben