

5.2.6 Merkpunkte Kapitel 5.2

Dotieren: gezieltes Einbringen von Defekten, die in der Bandlücken Zustände für Elektronen nahe den Bandkanten erzeugen.

- **Donatoren:** leichte Elektronenabgabe ins Leitungsband (**P** und **As** für **Si**)
- **Akzeptoren:** leichte Elektronenaufnahme (= Löcherabgabe ans) aus dem Valenzband (**B** in **Si**)

Ladungsträgerdichten aus "Master"formel; aber jetzt mit Zuständen im Bandgap (Zustandsdichte = Dotierstoffdichte bei **E**-Niveau des Dotierstoffs) und verschobener Fermienergie

Fermienergie aus **Ladungsneutralität**.

- Resultierende transzendente Gleichung nicht analytisch lösbar.

Näherungen sind einfach und ergeben:

- E_F ungefähr beim Dotierstoffniveau für kleine und mittlere Temperaturen.
- E_F wandert mit zunehmender Temperatur in Richtung Bandmitte.

Mit Dotierung werden **Majoritäten** und **Minoritäten** erzeugt, die Halbleiter werden **n**- oder **p**-leitend.

- Es gilt immer das **Massenwirkungsgesetz**; Kenntnis einer Konzentration ermöglicht Berechnung der jeweils anderen.
- Bei mittleren Temperaturen ($\approx RT$ bei **Si**) ist die Majoritätskonzentration in etwa gleich der Dotierstoffkonzentration; damit ergeben sich besonders einfache Verhältnisse.

$$n_L = \int_{E_L}^{\infty} D(E) \cdot f(E, E_F, T) \cdot dE \approx N_{\text{eff}}^L \cdot \exp - \frac{E_L - E_F}{kT}$$

$$n_V = \int_{-\infty}^{E_V} D(E) \cdot [1 - f(E_D, E_F, T)] \cdot dE \approx N_{\text{eff}}^V \cdot \exp - \frac{E_F - E_V}{kT}$$

Art	Formel	Graphik
Elektronen in L	$n_L = N_{\text{eff}}^L \cdot f(E_L, E_F, T)$	
negativ ionisierte Akzeptoren	$N_A^+ = N_A \cdot f(E_A, E_F, T)$	
Löcher in V	$n_V = N_{\text{eff}}^V \cdot \{1 - f(E_V, E_F, T)\}$	
positiv ionisierte Donatoren	$N_D^+ = N_D \cdot \{1 - f(E_D, E_F, T)\}$	

$$n_L \cdot n_V = n_i^2$$

$$n_{\text{min}} = \frac{n_i^2}{N_{\text{Dot}}}$$