

## Übung 6 Elektronik I WS 07/08

### Berechnung der Besetzungswahrscheinlichkeit für Dotierungs-Niveaus

1. Bestimmen Sie für Eigenleitung die Abweichung des Fermi-niveaus von der Mitte zwischen Leitungsband und Valenzband. Wann würde das Fermi-niveau genau in der Mitte liegen? Was ist demnach die Ursache für die Verschiebung?  
Anmerkung: Gehen Sie von Gl. (2.37) des Skriptums aus.
2. Berechnen Sie die Eigenleitungsdichte  $n_i(T)$  für **Si**, **Ge** und **GaAs** bei  $T = 200, 300, 400, 500$  K.
3. Leiten Sie die Gleichungen (2.42) und (2.43) des Skriptums her und erläutern Sie deren Bedeutung.
4. Berechnen Sie allgemein die Ladungsträgerdichten  $n_0, p_0$  für einen kompensierten Halbleiter ( $p$ - und  $n$ -dotiert) unter der Annahme, dass alle Dotierungs-Atome ionisiert sind. Berechnen Sie für diesen Fall die Fermi-Energie unter Verwendung von  $n_i$  und  $W_i$  anstelle von  $N_C, N_V$  und  $W_C, W_V$ .
5. (a) Ermitteln Sie grafisch mit Hilfe eines Rechenprogrammes (z.B. Octave, Matlab o.ä.) den Verlauf der Ladungsträgerdichte  $n_0(T)$  für  $n$ -dotiertes Si mit  $N_D = 10^{14}$  und  $W_C - W_D^* = 40$  meV. Bestimmen Sie auch  $T_\alpha$  und  $T_\beta$  (vgl. Vorlesung) anhand der Darstellung. Verwenden Sie zur Beantwortung der nachfolgenden Fragen die entsprechende Näherungsgleichungen im Skript und überprüfen Sie die Aussagen mit Hilfe Ihres Programms.  
(b) Wie muss die Dotierungskonzentration geändert werden, damit der Halbleiter bei höheren Temperaturen  $T_\beta$  eingesetzt werden kann, d.h. damit bei höherem  $T_\beta$  noch  $n_0 \approx N_D$  gilt?  
(c) Wie ändert sich für die Maßnahme unter b) die kleinste Temperatur  $T_\alpha$  bei der der Halbleiter im Bereich der Störstellenerschöpfung eingesetzt werden kann?