

Übungsblatt zur Vorlesung Einführung und Grenzflächenaspekte der Photovoltaik

PD Dr. Thomas Dittrich, PD Dr. Thomas Hannappel,
Dipl.-Ing. Julian Tornow



Übungsblatt 2

Aufgabe 1

Erläutere kurz die Begriffe intrinsisch, dotiert, Akzeptor, Donator, Eigenleitung und Störstellenleitung.

Aufgabe 2

- Gib die Fermi-Verteilung an und erkläre kurz ihre physikalische Bedeutung.
- Skizziere schematisch das elektrochemische Potential (also die Fermi-Energie) und die Leitfähigkeit eines n-dotierten Halbleiters in Abhängigkeit der Temperatur.
- Zeige, dass die Besetzungswahrscheinlichkeit der Zustände im Leitungsband eines nicht entarteten, intrinsischen Halbleiters mit $E_G \gg kT$ näherungsweise durch die Boltzmann-Verteilung beschrieben werden kann (vgl. Abb. 1).

Aufgabe 3

Die Zahl der Elektronen im Leitungsband n kann durch folgende Gleichung beschrieben werden:

$$n = N_{eff} \exp\left(-\frac{E_C - E_F}{kT}\right)$$

Die Zustandsdichten jeder Energie im Leitungsband werden in dieser Gleichung durch die effektive Zustandsdichte N_{eff} über alle Energien repräsentiert. Eine schöne Herleitung dieser Gleichung ist unter folgendem Link zu finden: http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/mw2_ge/kap_5/backbone/r5_1_1.html
Für die Zahl der Löcher im Valenzband p gilt die analoge Gleichung. Für die meisten Halbleiter ist $N_{eff} \approx P_{eff}$.

Die intrinsische Ladungsträgerdichte wird durch n_i beschrieben. Leite das in der Halbleitertechnik wichtige Massenwirkungsgesetz $np = n_i^2$ her. Gilt dieses Gesetz nur für intrinsische oder auch für dotierte Halbleiter?

Aufgabe 4

Die Beweglichkeit der Elektronen im Leitungsband von Silizium (Bandlücke: 1,1 eV) beträgt $1350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, die der Löcher im Valenzband beträgt $480 \text{ cm}^2/\text{Vs}$.

- Wie groß ist die Leitfähigkeit von intrinsischem Silizium?
- Das Silizium werde nun mit 10^{16} cm^{-3} Donatoren dotiert. Die Fermi-Energie liegt bei Raumtemperatur dicht unter der Leitungsbandkante, so dass angenommen werden kann, dass nahezu alle Donatoren ionisiert sind. Wie groß ist nun die Leitfähigkeit des dotierten Siliziums?

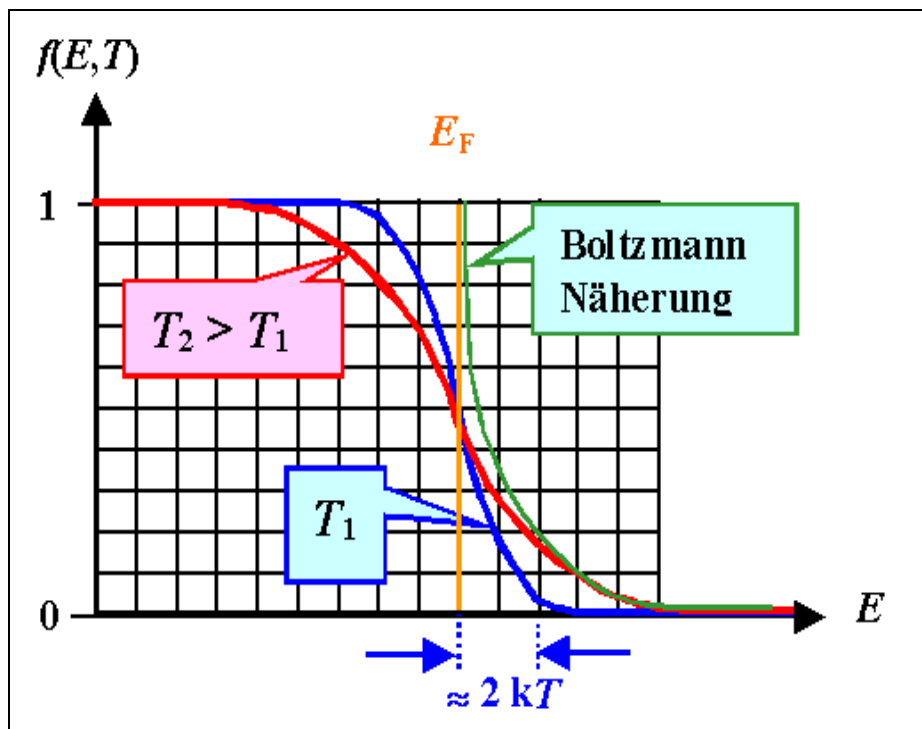


Abb. 1: Fermi-Verteilung bei verschiedenen Temperaturen und ihre Näherung durch die Boltzmann-Verteilung