INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. W. Brenig
Dipl.-Ing. C. Jurecka
Dipl.-Phys. F. Heidrich-Meisner

THEORETISCHE FESTKÖRPERPHYSIK WS 2001/2002

9. Übungsblatt

---

12. **Boltzmann-Gleichung und Bilanzgleichungen**
Ausgehend von der Boltzmann-Gleichung

$$\frac{\partial f(\mathbf{r},\mathbf{k},t)}{\partial t} + \mathbf{v}\cdot\nabla_{\mathbf{r}} f(\mathbf{r},\mathbf{k},t) + \mathbf{F}\cdot\nabla_{\mathbf{k}} f(\mathbf{r},\mathbf{k},t) = \left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{\text{scatt}} \tag{1}$$

sollen die Kontinuitätsgleichung und die entsprechende Beziehung für die Energiedichte u hergeleitet werden.

Sei $d(\mathbf{k})$ eine Ein-Elektronen Eigenschaft mit der Dichte

$$D(\mathbf{r},t) = \int \frac{dk^3}{4\pi^3}\, d(\mathbf{k}) f(\mathbf{r},\mathbf{k},t).$$

Die Änderung der Dichte aufgrund von Streuprozessen ist durch

$$\left(\frac{\partial D(\mathbf{r},t)}{\partial t}\right)_{\text{scatt}} = \int \frac{dk^3}{4\pi^3}\, d(\mathbf{k}) \left(\frac{\partial f(\mathbf{r},\mathbf{k},t)}{\partial t}\right)_{\text{scatt}}$$

gegeben.

(a) Welche physikalische Bedeutung hat D für $d = -e$ bzw. $d = \epsilon(\mathbf{k})$ ($\epsilon(\mathbf{k})$ ist die Energie eines Elektrons)?

(b) Zeigen Sie, dass $(\partial D/\partial t)_{\text{scatt}}$ verschwindet, falls $d(\mathbf{r},\mathbf{k},t)$ durch Streuprozesse nicht verändert wird. Diese Voraussetzung besagt, dass nur Streuprozesse zwischen Zuständen k und k' erlaubt sind, für die $d(\mathbf{k}) = d(\mathbf{k}')$ gilt.
Hinweis: Verwenden Sie aus der Vorlesung bekannte Ausdrücke für den Stoßterm.

(c) Leiten Sie die Kontinuitätsgleichung für den elektrischen Strom aus der Boltzmann-Gleichung (1) ab.

(d) Leiten Sie unter der Voraussetzung $(\partial u/\partial t)_{\text{scatt}} = 0$ eine entsprechende Bilanzgleichung für die Energiedichte $u(\mathbf{r},t)$ aus der Boltzmann-Gleichung (1) ab.