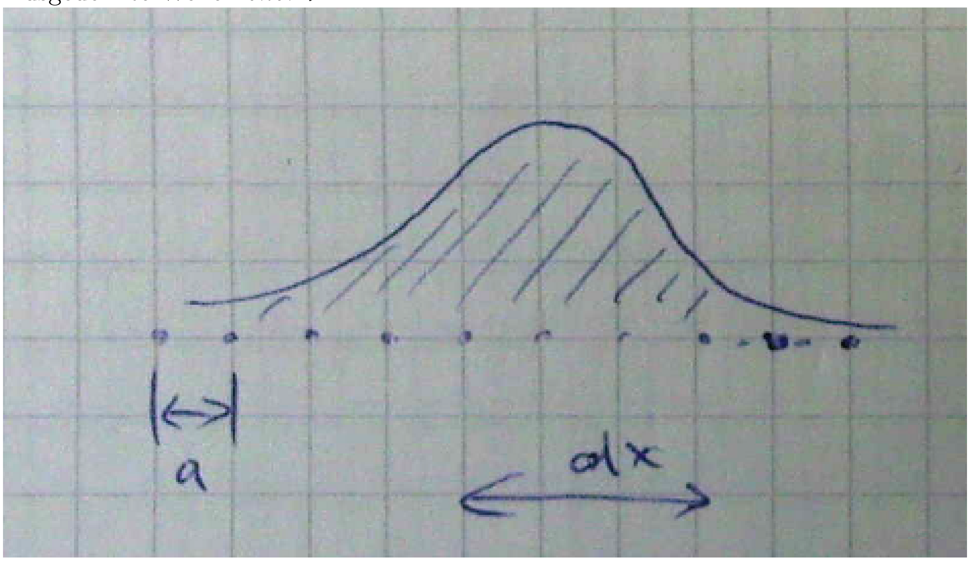
Chapter 10

Elektronische Transporteigenschaften

Bewegung der e^--nen, effektive Masse.

10.1 Elektronien als Wellenpakete

Ausgedehnte Wellen $\delta k \delta r > 1$



$$\psi(\vec{r},t) = \sum_{\vec{k}} g(\vec{k}) \cdot e^{i(\vec{k}\vec{r} - \frac{\hbar k^2}{2m} t}$$

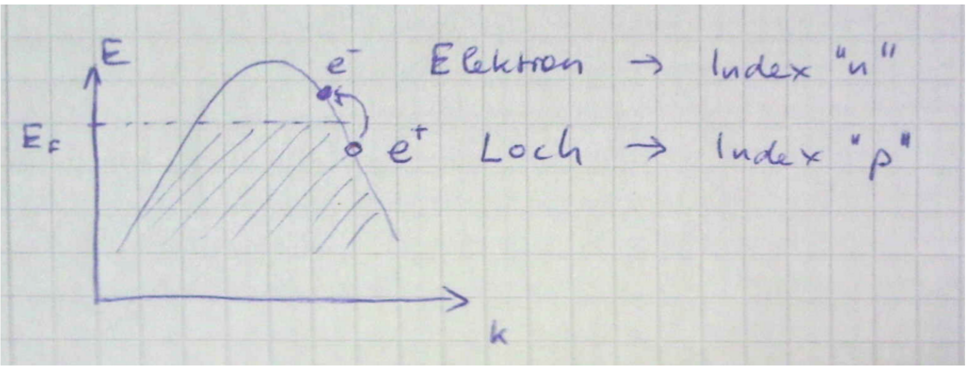
mit $r = \frac{pt}{2m}$
Koeffizienten $g(\vec{k})$ sind innerhalb δk 'gaußförmig' verteilt. Das entspricht einer semiklassischen Näherung.

$$\frac{\partial \vec{r}}{\partial t} \equiv \vec{v}(\vec{k}) = \frac{1}{\hbar} \nabla_{\vec{k}} E(\vec{k}) = \frac{1}{\hbar} \frac{\partial E(\vec{k})}{\partial \vec{k}}$$

mit $E(\vec{k})$ Energie vom Wellenpaket. z.B. für freie e^--nen $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$; $v_g = \frac{\hbar k}{m}$ Gruppengeschwindikeit.
Semiklassische Bewegungsgleichung:

$$\hbar \frac{\partial \vec{k}}{\partial t} = \vec{F} = -e\vec{\mathcal{E}}(\vec{r},t) - \vec{v}(\vec{k}) \times \vec{B}(\vec{r},t)$$

$\vec{\mathcal{E}}$ Elektrisches Feld; $\vec{B}$ magnetisches Feld; $E(\vec{k}) = E(-\vec{k})$

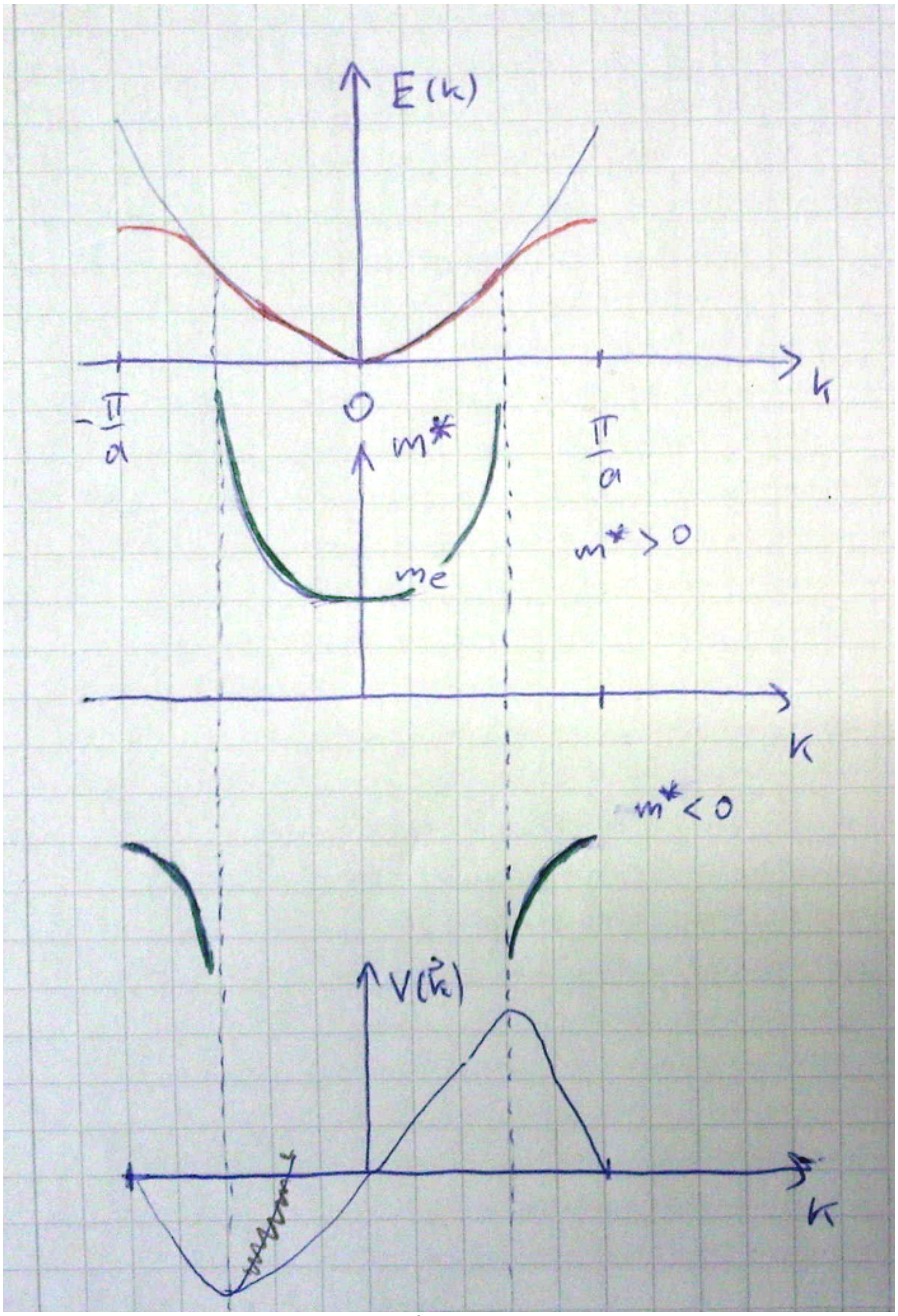


$E_p(\vec{k}) = -E_n(\vec{k})$
Gruppengeschwindigkeit: $\frac{\partial \vec{v}}{\vec{t}}(\frac{1}{\hbar}\frac{\partial E(\vec{k})}{\partial \vec{k}}) = \frac{\partial}{\partial \vec{k}}(\frac{1}{\hbar}\frac{\partial E(\vec{k})}{\partial \vec{k}})\frac{d\vec{k}}{dt} = \frac{1}{\hbar^2}\vec{F}\frac{\partial^2 E(\vec{k}}{\partial \vec{k}\partial \vec{k}}$

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} = \frac{1}{\hbar}\sum_j \frac{\partial^2 E(\vec{k})}{\partial k_i \partial_j} F_j$$

Tensor der effektive Masse $[m*] \equiv \overset{=}{m}^*$
mit

$$\left(\frac{1}{m^*}\right)_{ij} = \frac{1}{\hbar^2}\frac{\partial^2 E(\vec{k})}{\partial k_i \partial k_j}$$



1D: m^* ist klalare Größe $m^*(k) = \frac{\hbar^2}{[\frac{d^2E(k)}{dk^2}]}$
Bloch-oszillationen: $\hbar\frac{dk}{dt} = F = -e\mathcal{E}$
Periode dieser Bloch Oszillationen:

$$T \propto \frac{\delta k}{|dk/dt|} \propto \frac{2\pi/a}{e\mathcal{E}/\hbar}$$