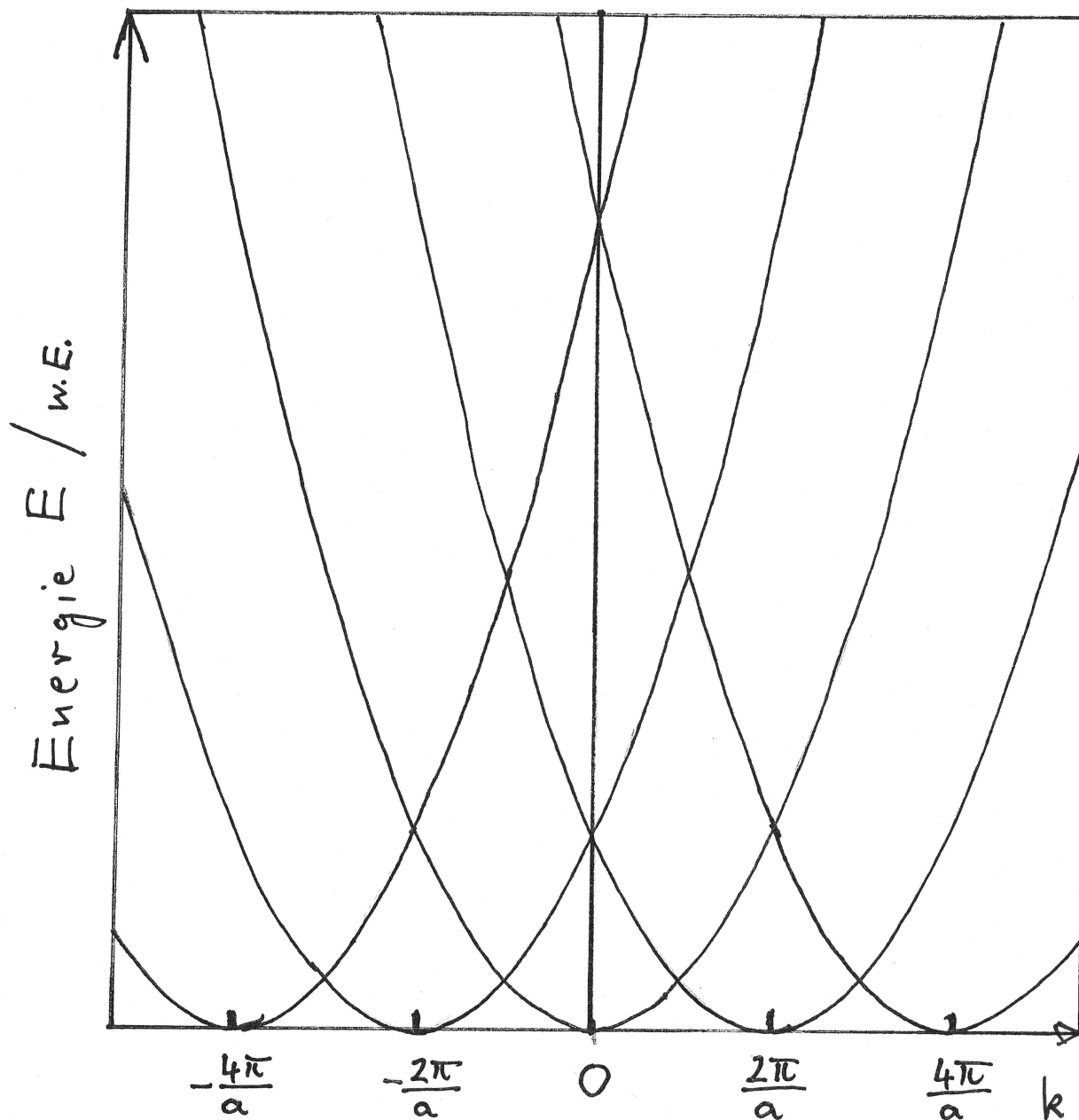


Elektronen im Festkörper

Bändermodelle

Metalle-Halbleiter-Isolatoren-Halbmetalle

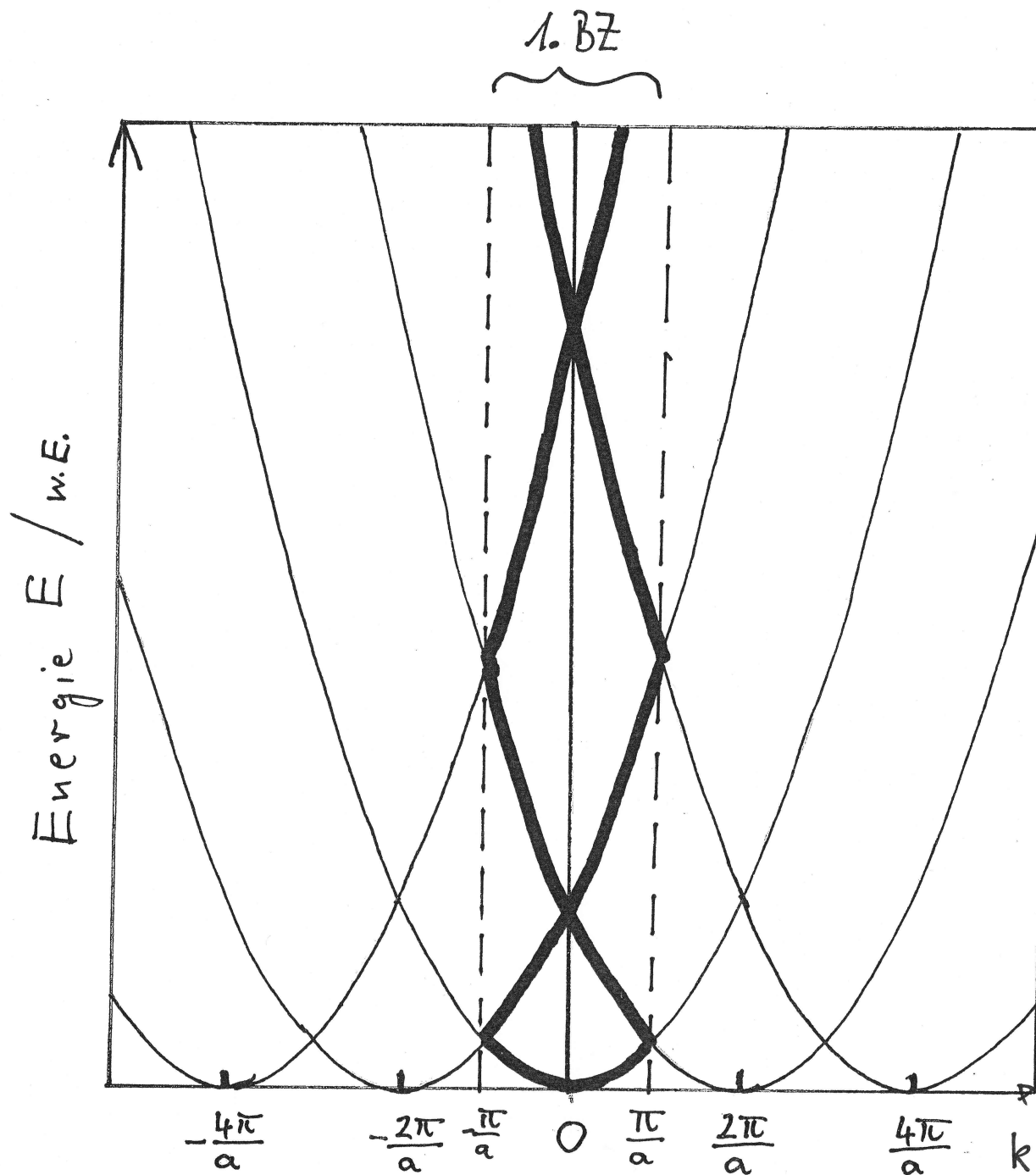


Näherung des
freien Gitters

Lösungen der
Schrödinger-
gleichung

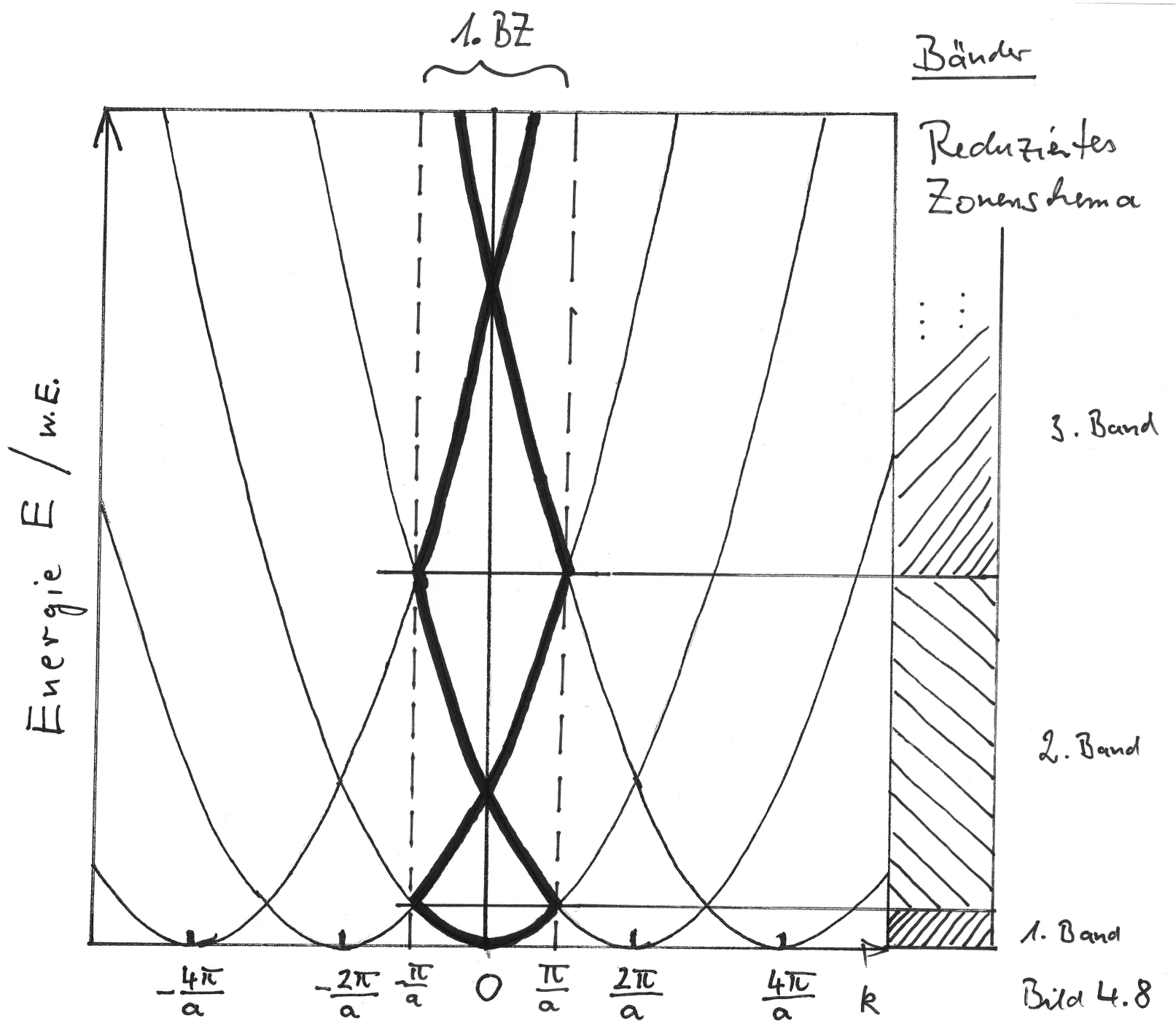
$E(k)$ Dispersions-
relation

Bild 4.6



Reduziertes
Zonenschema

Bild 4.7



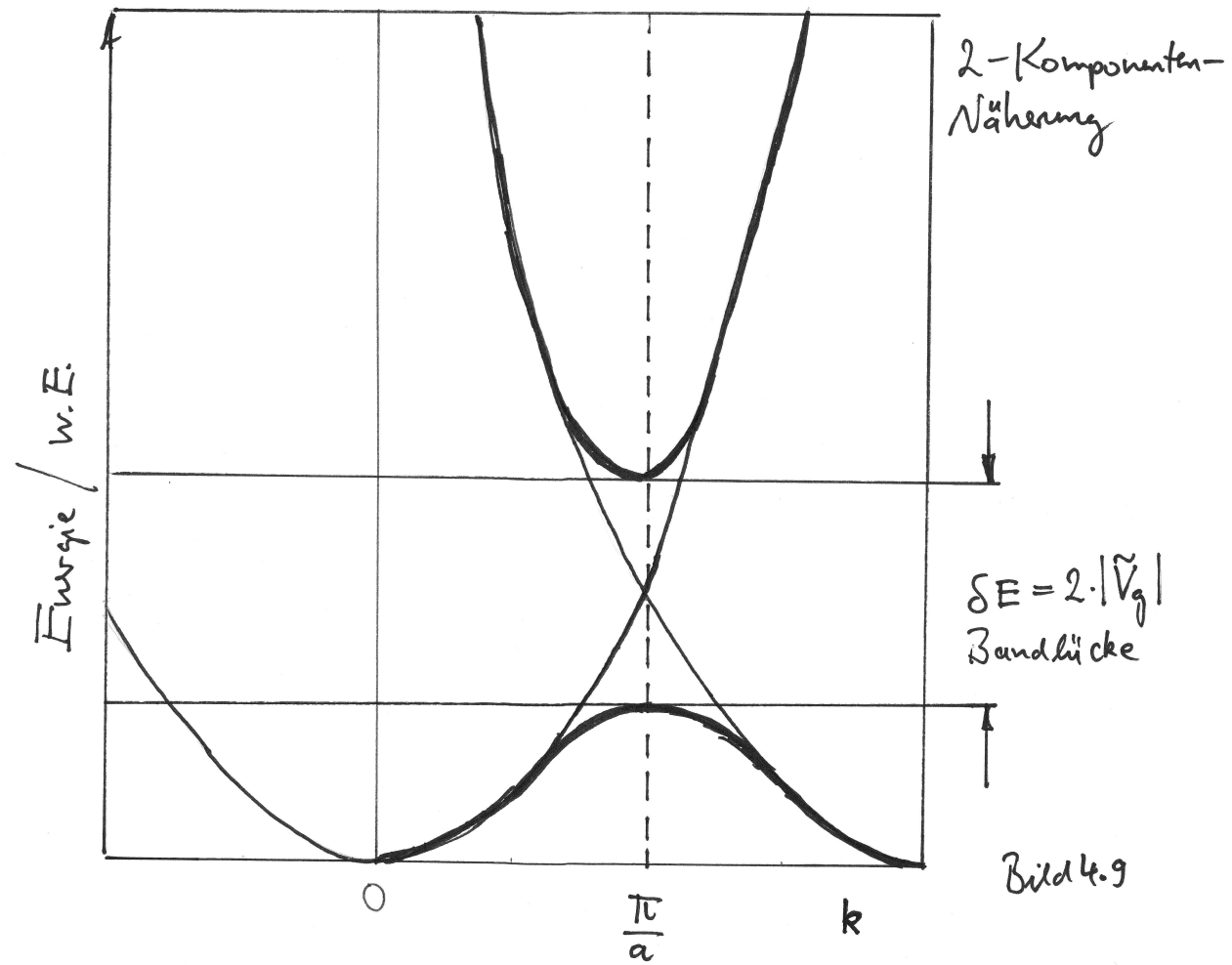


Bild 4.9

Modell stark gebundener Elektronen

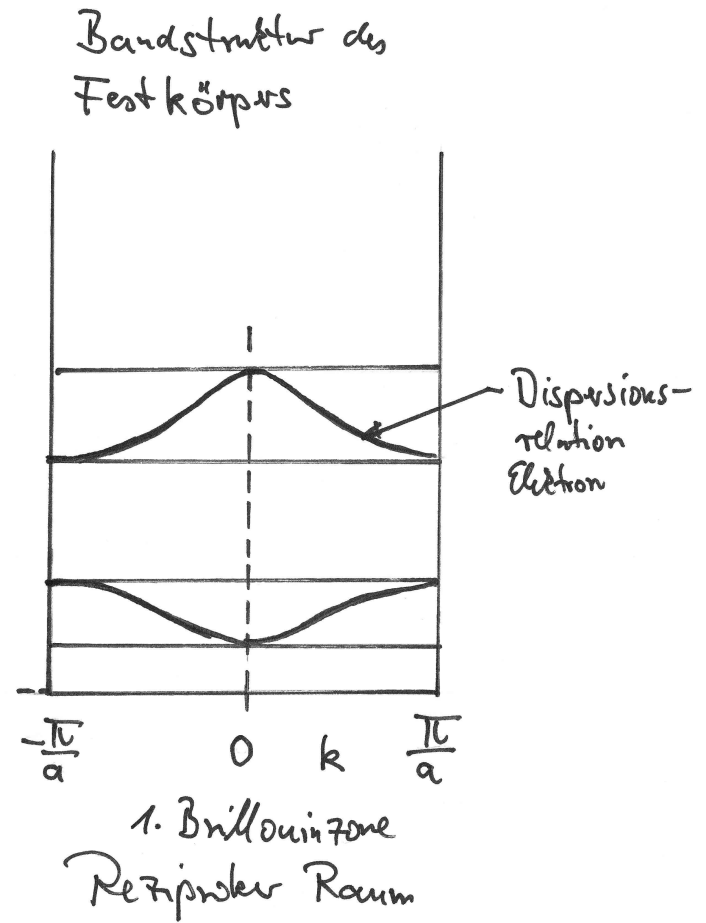
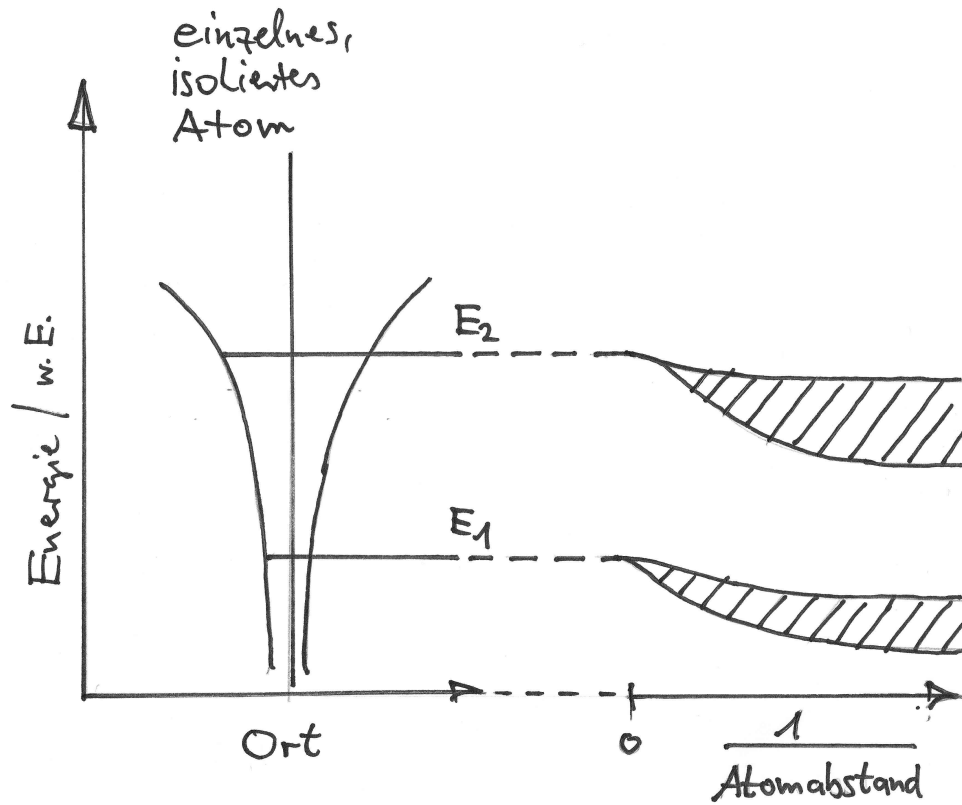
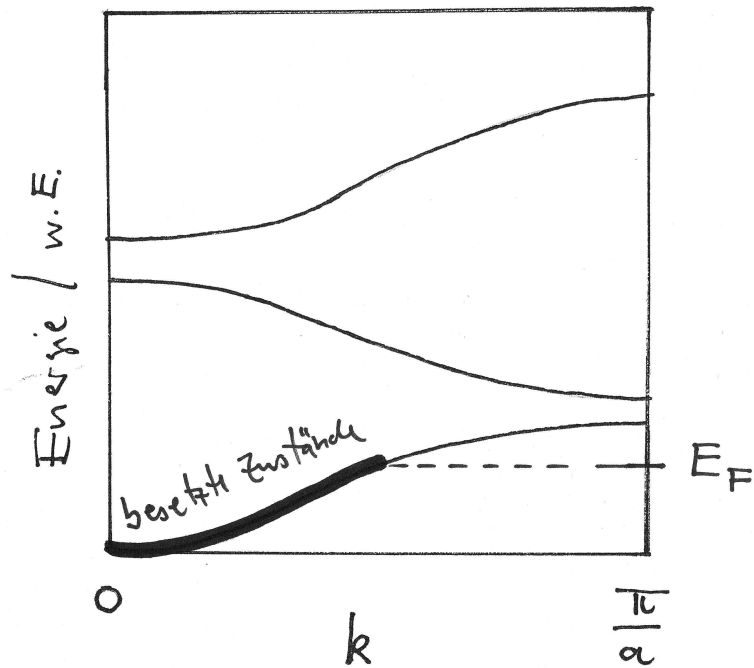


Bild 4.10

Energiebänder

Metalle - Isolatoren - Halbleiter

Bsp. Einwertiges Metall



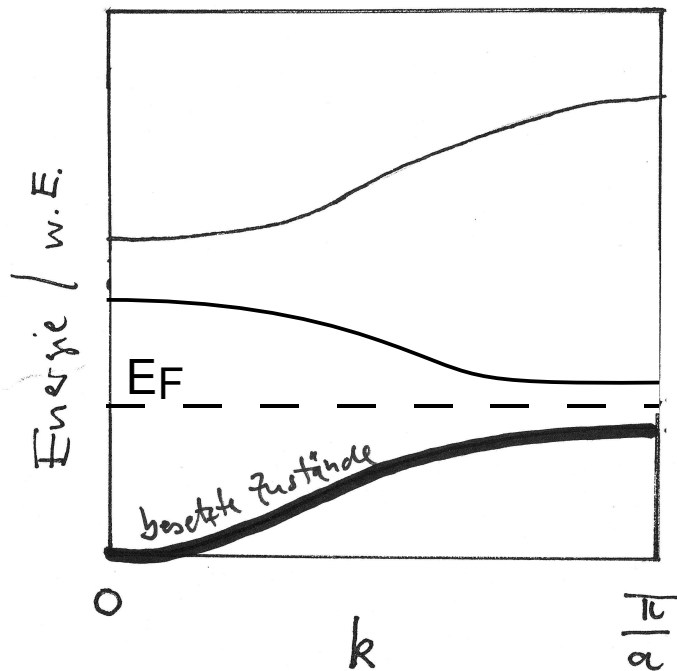
"Band ist halb gefüllt"

Bild 4.11

Energiebänder

Metalle - Isolatoren - Halbleiter

Bsp. Isolator (Halbleiter)



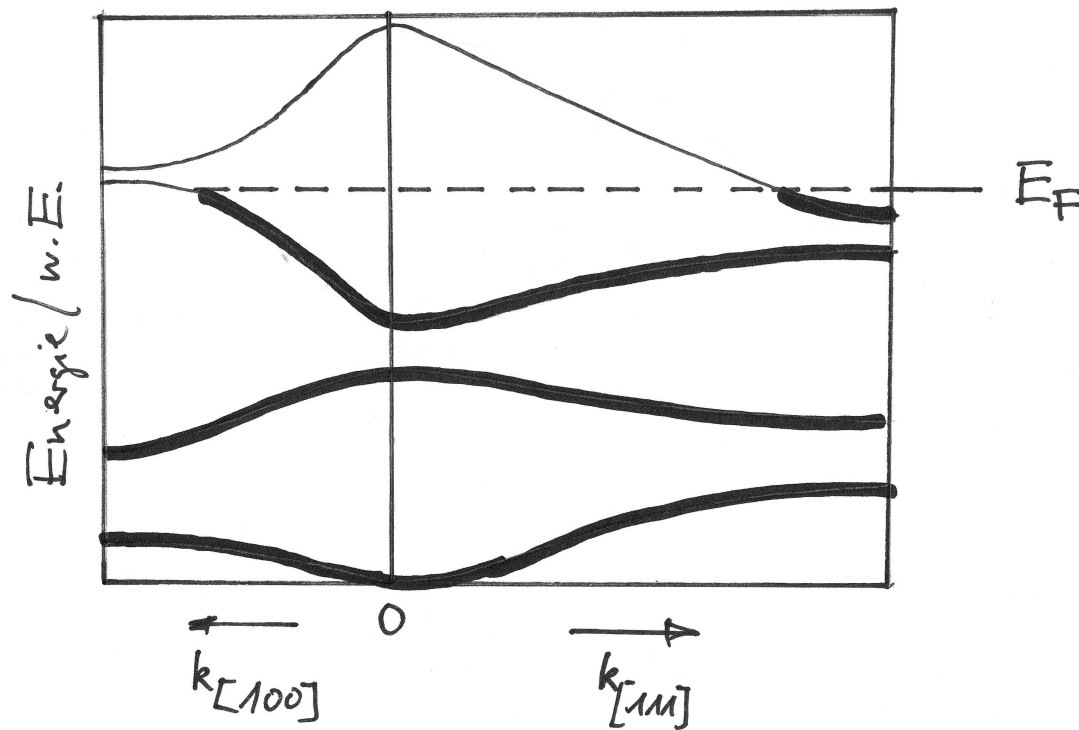
Bandlücke

(Isolator: $> 3\text{eV}$ typ.)
(Halbleiter: $< 3\text{eV}$ typ.)

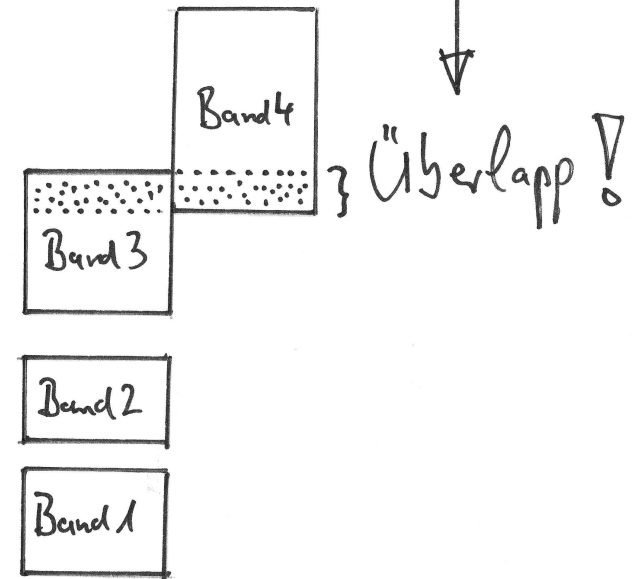
Bild 4.12

Energiebänder

Halbmetalle (wenig Überlapp) ←
Metalle (große Überlapp) ←



verschiedene
Richtungen!



Dispersionsrelation,
Gruppengeschwindigkeit,
Effective Mass
 eindim. schematisch

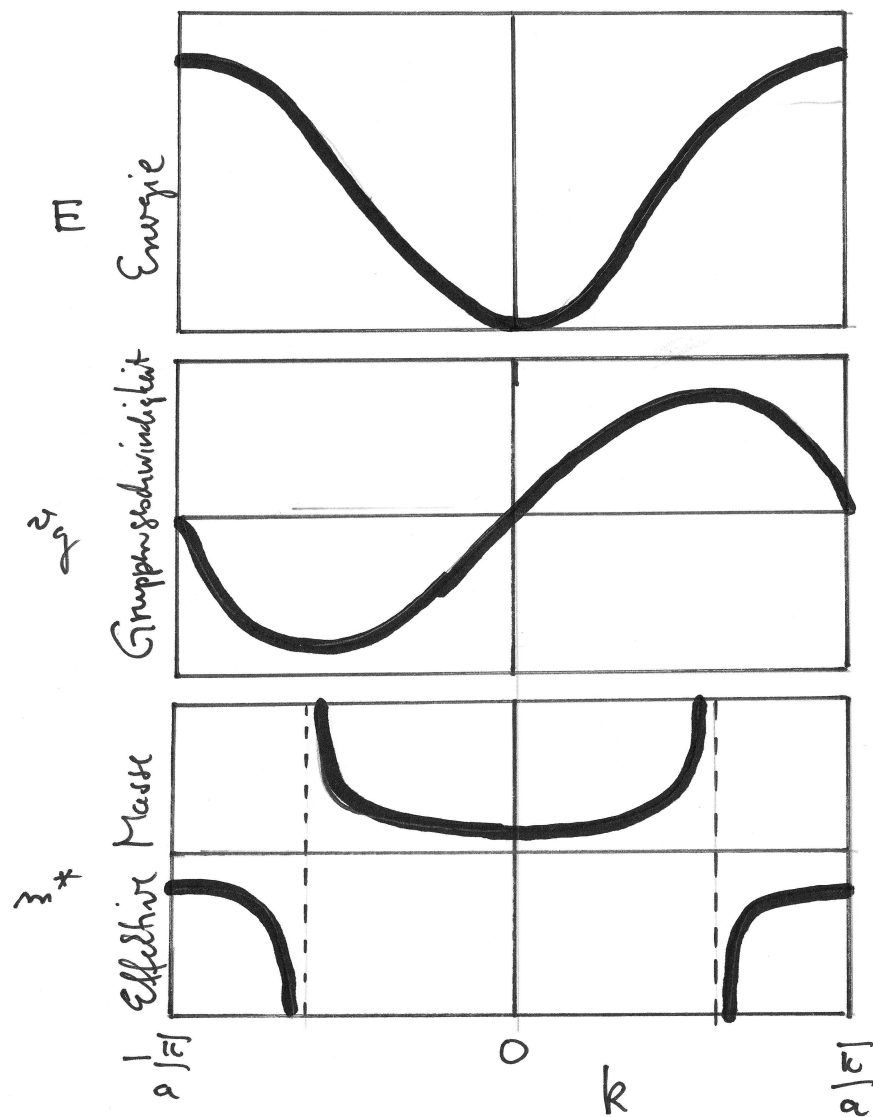


Bild 4.14

Dispersionsrelation,
Gruppengeschwindigkeit,
Effective Mass
 eindim. schematisch

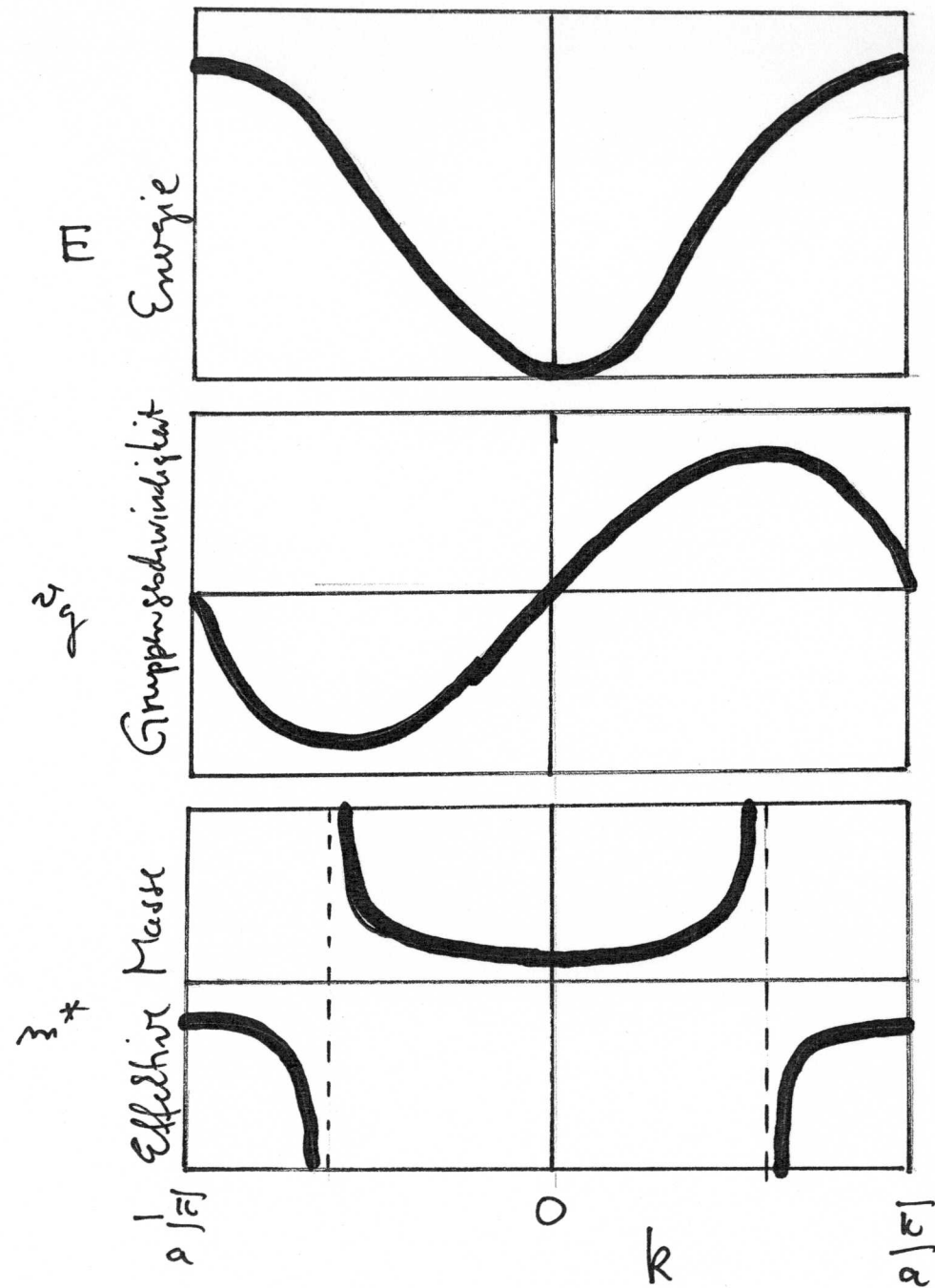
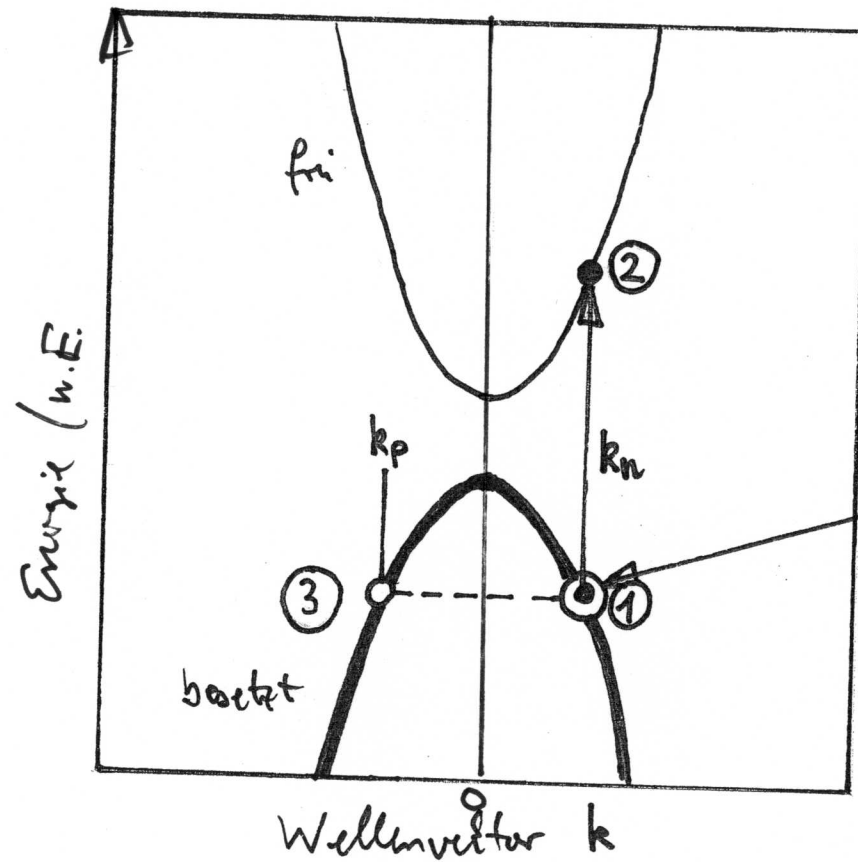


Bild 4.14

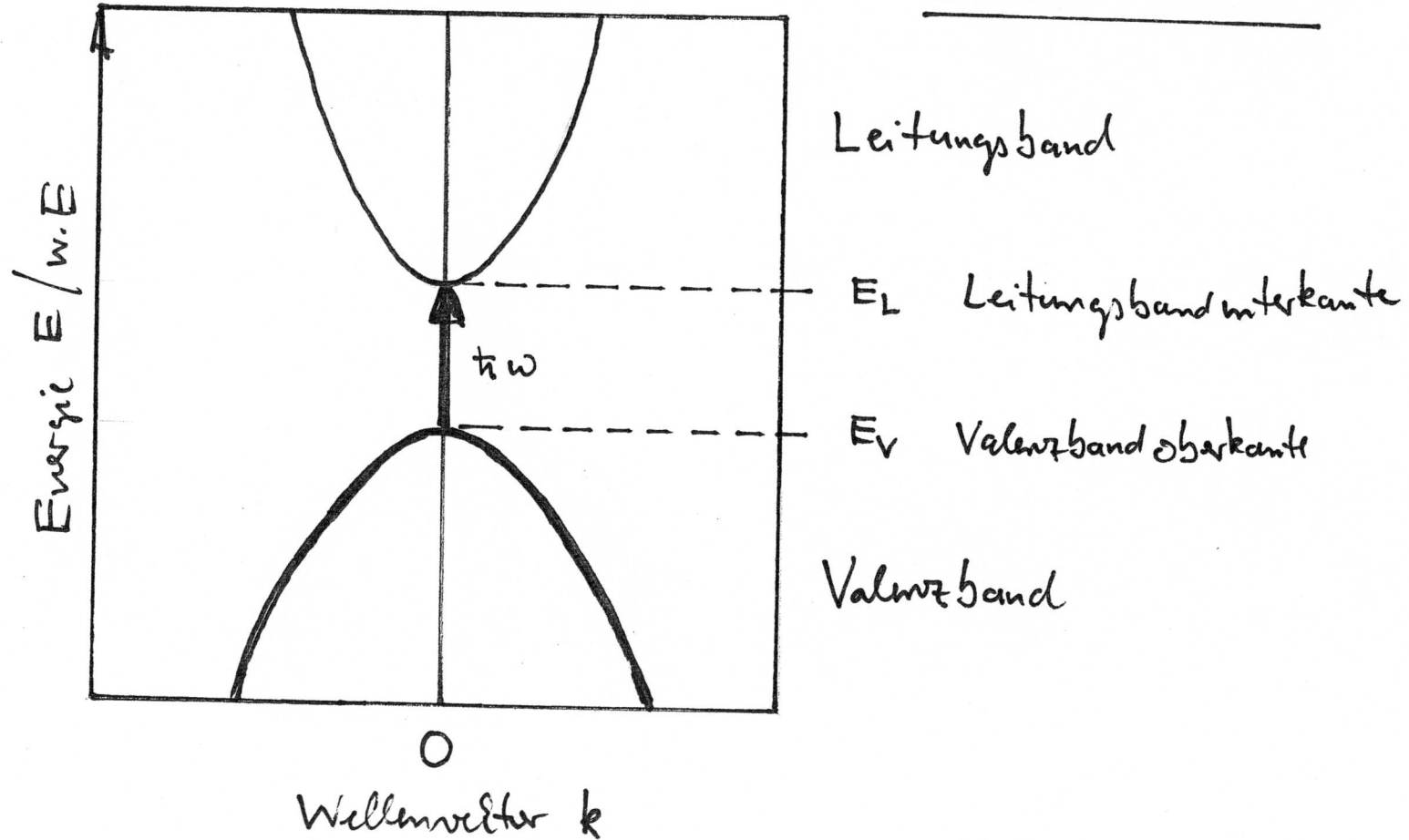


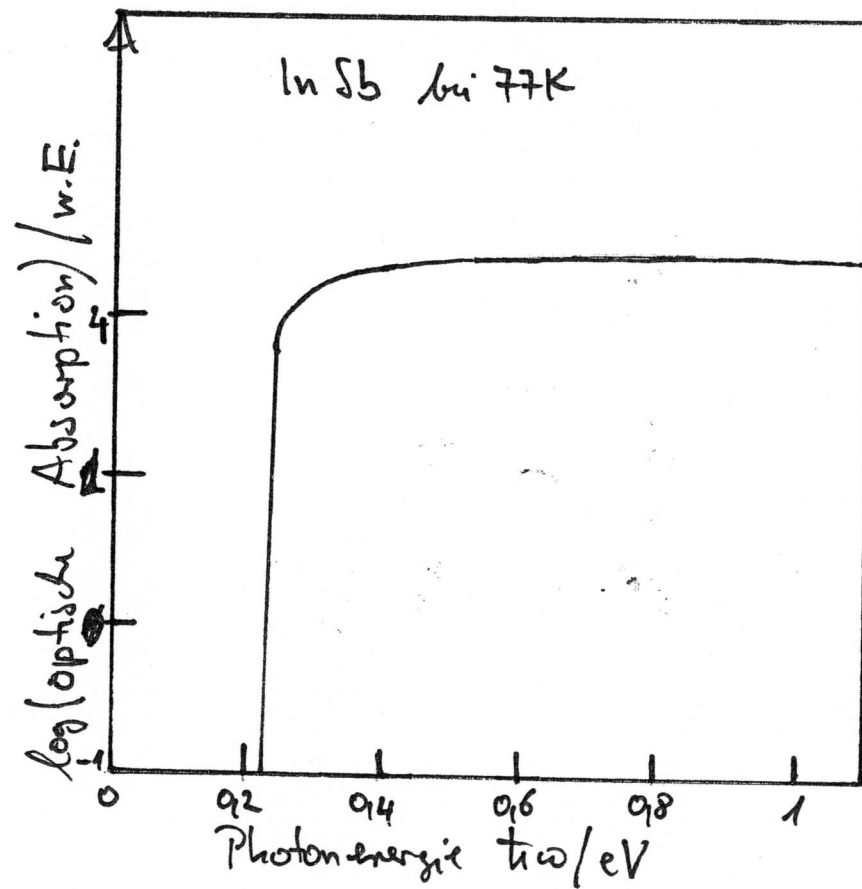
Löcher und Elektronen

① → ② hebe Elektron vom vollen Valenzband ins leere Leitungsband

verbleibendes Loch hat den Wellenvektor $k_p = -k_n$, also den des Elektrons auf ③

Direkter Halbleiter

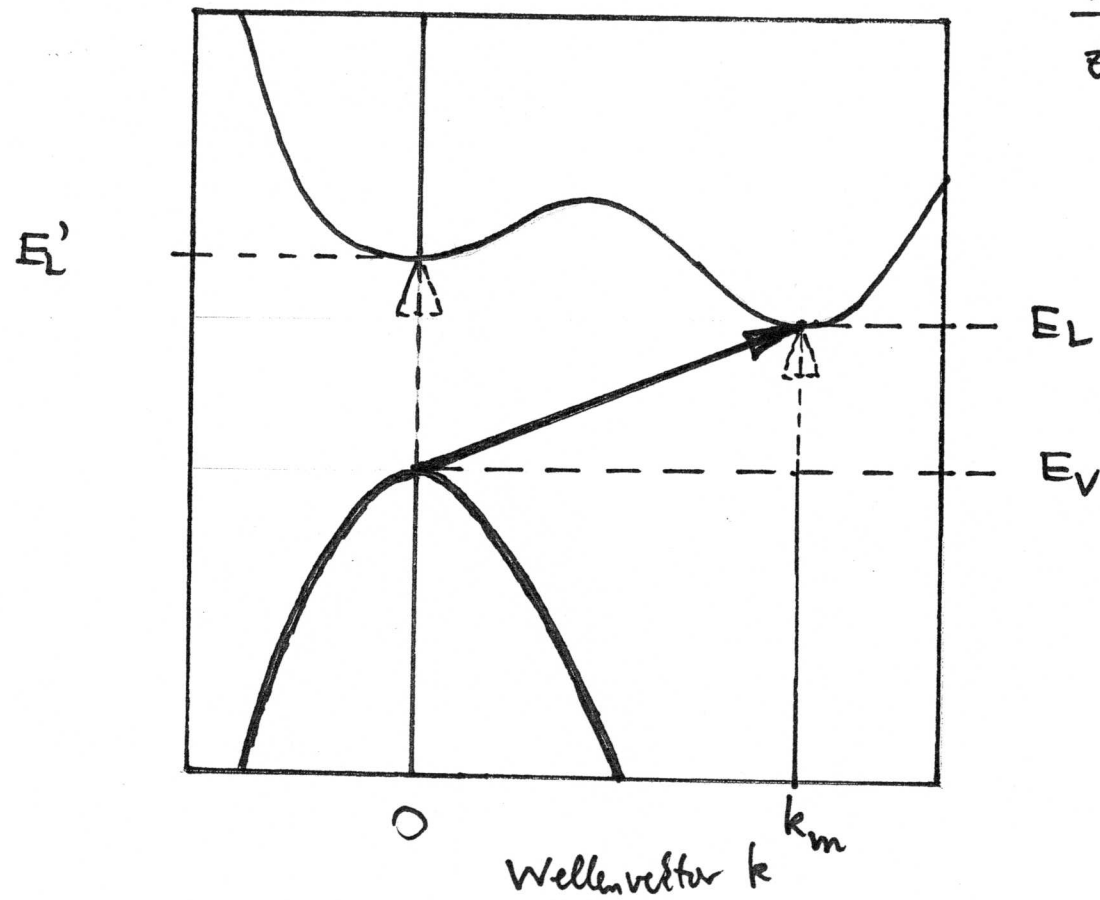




Optische Absorption
direkter Halbleiter

G.W. Gobeli et al. Phys. Rev. 119 (1960) 613

Bild 5.2

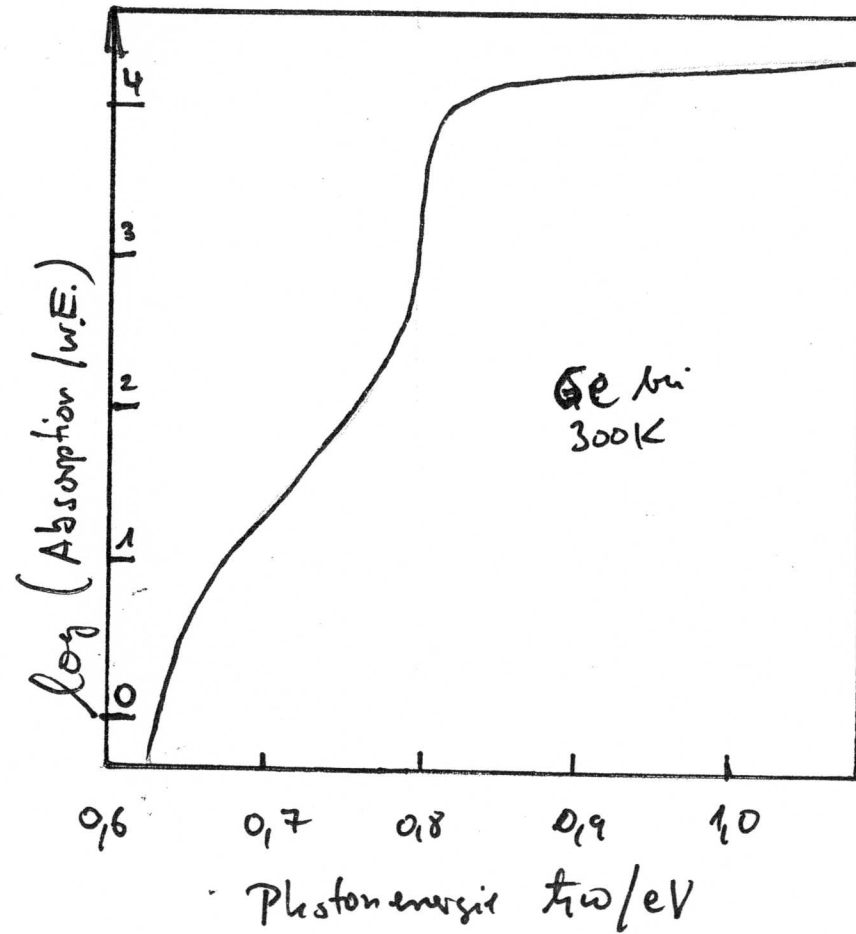


Indirekte Halbleiter

z. B. Silizium, Germanium

$$\hbar \omega_g \pm \hbar \omega_q = E_g$$

$$\hbar \vec{k}_g \pm \hbar \vec{q} = \hbar \vec{k}_m$$



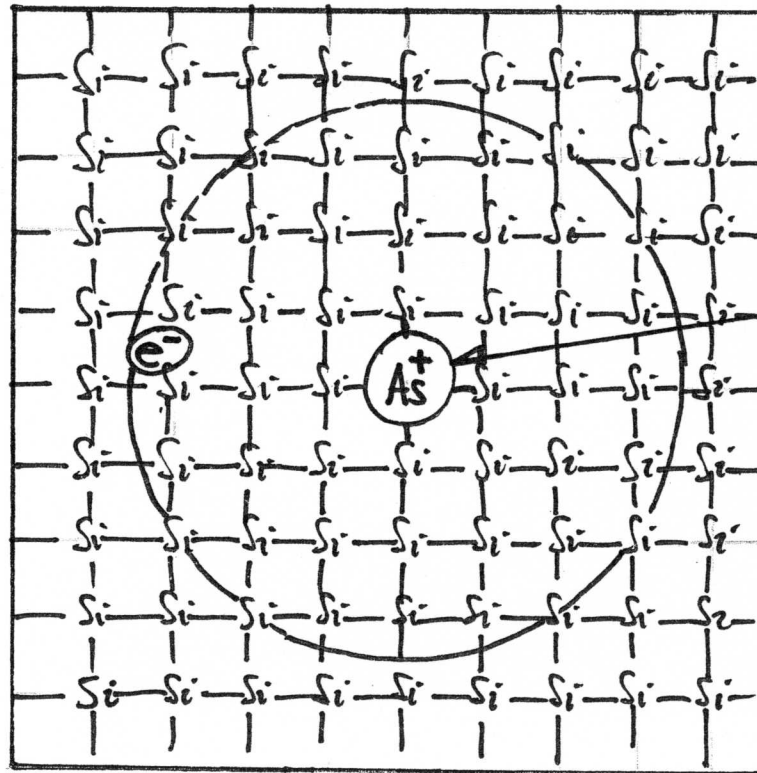
Optische Absorption Indirekter Halbleiter

$$\hbar\omega_{\gamma} \pm \hbar\omega_{\text{ph}} = E_g$$

$$\hbar\vec{k}_{\gamma} \pm \hbar\vec{q} = \hbar\vec{k}_m$$

W.C. Dash, R. Newman, Phys. Rev. 99 (1955) 1151

Bild 5.4



Dotiertes Silizium

p-Dotierung mit Arsen

Wasserstoffmodell Donatorzustand

4-fache Koordination
durch Umgebung
(Si-Gitter) erzwungen!

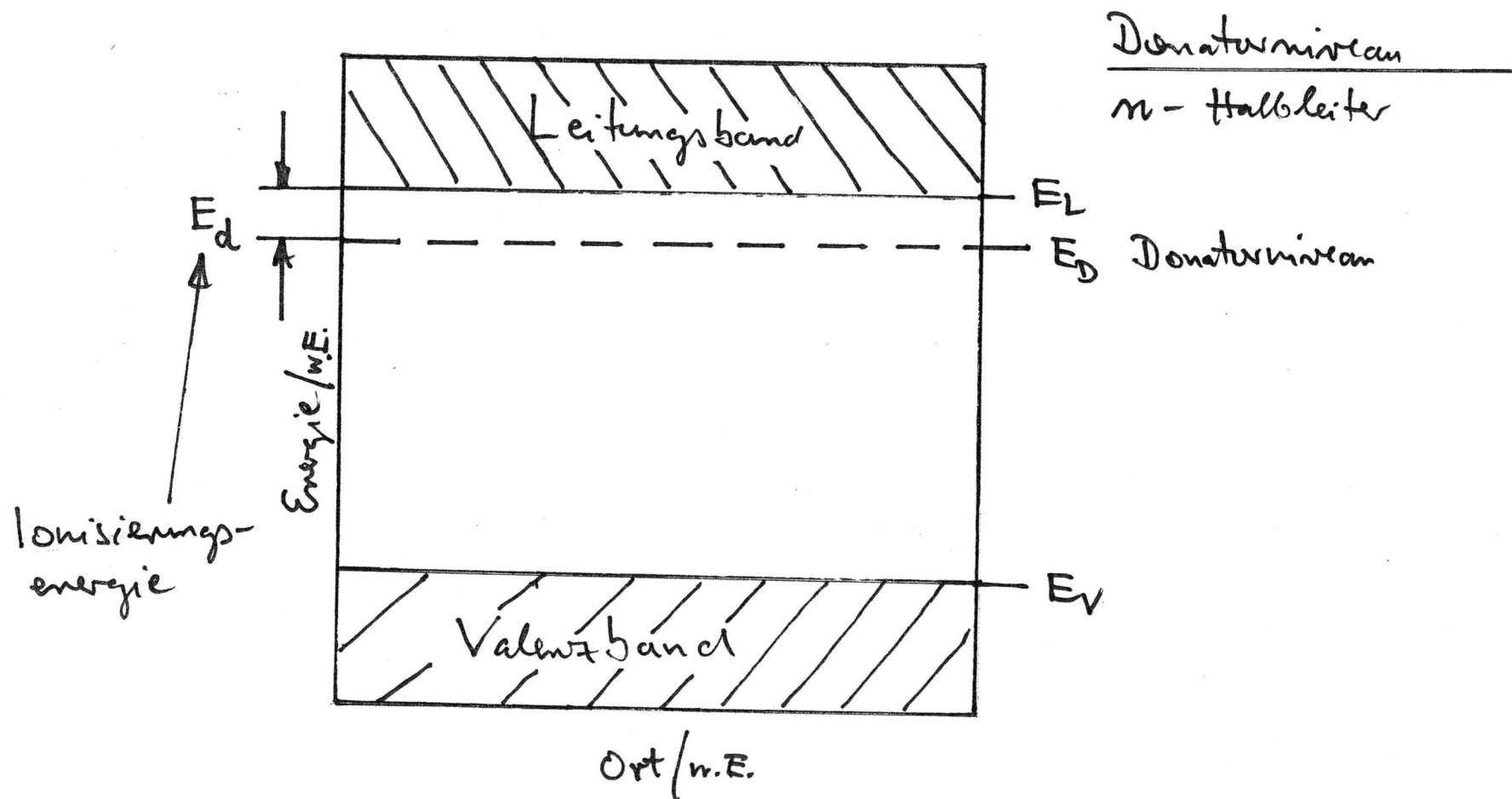


Bild 5.6

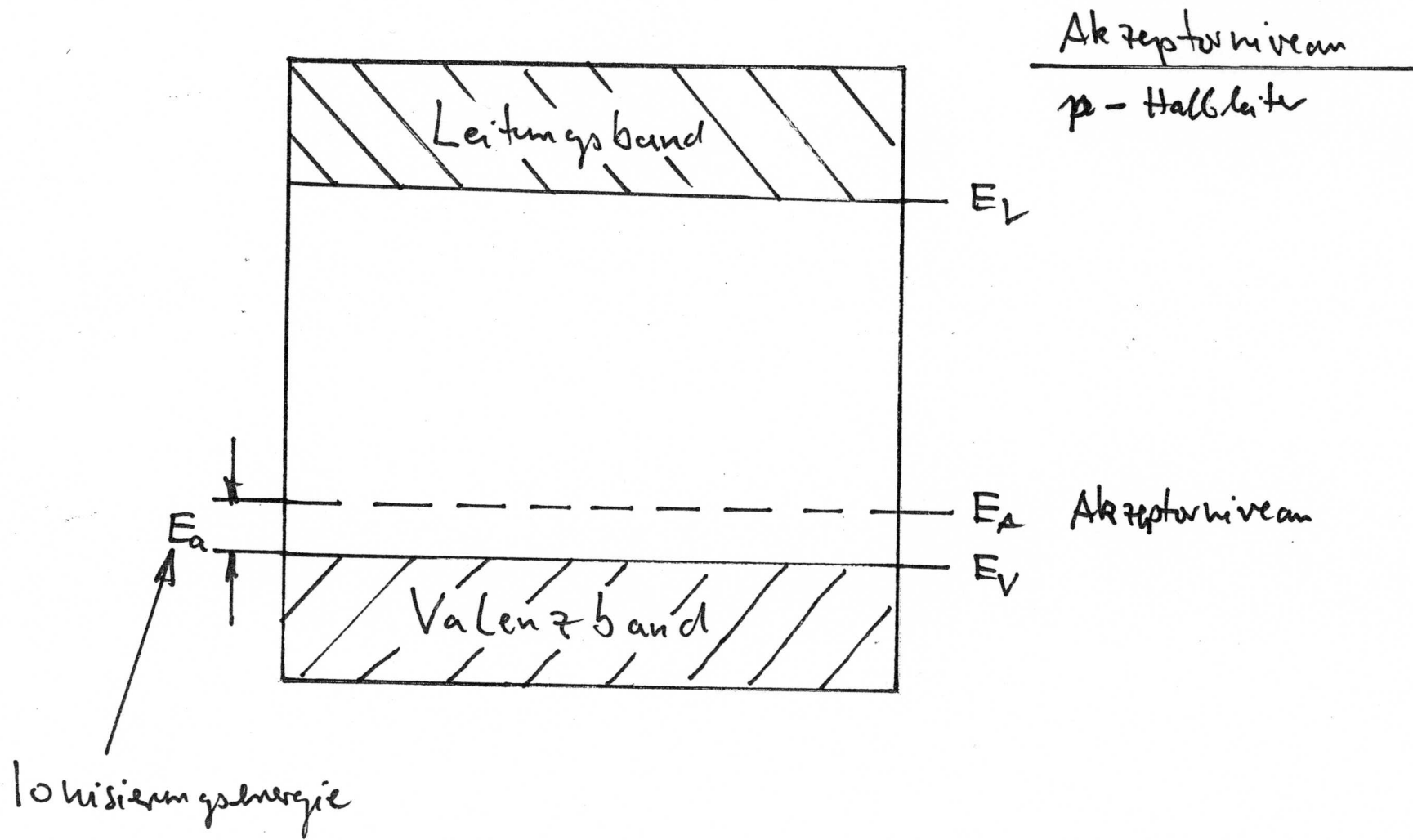


Bild 5.7