

6.1.4 Zusammenfassung Kapitel 6.1

Kontakte

Es gibt viele verschiedene Arten von Kontakten; das elektrische Verhalten (Strom-Spannungskennlinie) ist aber nicht unmittelbar klar.

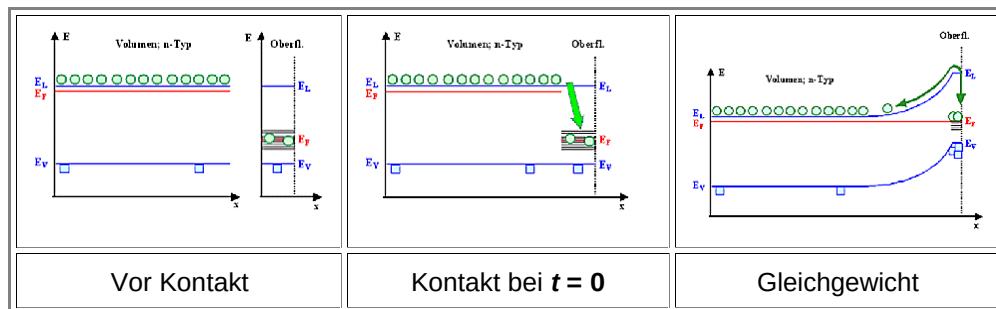
- Ein realer Kontakt ist i.d.R. viel komplizierter als ein idealer Kontakt. Ohne besondere Vorsichtsmaßnahmen wird man deshalb nicht die Eigenschaften eines Metall - Halbleiterkontaktes messen, sondern die Eigenschaften des Kontakts Metall - Zwischenschicht (Dreck und Reaktionsprodukte) - Halbleiter.
- Das gilt insbesondere für den Kontakt p-Typ Halbleiter - n-Typ Halbleiter. Die technische Realisierung des resultierenden pn-Übergangs ist recht komplex.

Die Oberfläche eines Kristalls kann aus guten Gründen als ein spezielles Material betrachtet werden; der immer vorhandene "Kontakt" Halbleitervolumen - Halbleiteroberfläche ist ein recht einfaches Modellsystem für einen allgemeinen Kontakt.

- Die Oberfläche wird andere Zustände für Elektronen haben als das Volumen; insbesondere sind viele Zustände in der Bandlücke zu erwarten, da nicht optimal abgesättigte Bindungen vorliegen.
- Dadurch wird die Fermienenergie in diesen Zuständen liegen, ziemlich unabhängig von ihrer Lage im Volumen. Die Fermienenergie wird durch viele Zustände in der Bandlücke "**gepinnt**".

Beim gedanklichen Kontakt Volumen - Oberfläche werden Elektronen zu den energetisch niedriger liegenden Zuständen der Oberfläche wandern; die Oberfläche wird dadurch so lange geladen, bis das sich aufbauende elektrische Feld weiteren Energiegewinn kompensiert. Für Löcher gilt dasselbe, nur "anders herum".

- Im Banddiagramm sieht das dann so aus:



Als generellen Effekt bei allen Kontakten **im Gleichgewicht** haben wir:

1. Konstante Fermienenergie überall.
2. Ladungsverschiebungen im Bereich der Grenzflächen.
3. Bandverbiegungen = Raumladungszonen = elektrische Felder im Bereich der Grenzflächen

Als generelles Rezept zur Erstellung von Banddiagrammen (im Ortsraum) haben wir

1.	Zeichne die Fermienenergie als horizontale Linie; markiere den Kontakt.
2.	Zeichne "weit" links vom Kontakt das Banddiagramm von Material 1; weit rechts das von Material 2; immer relativ zu der bereits festgelegten Fermienenergie.
3.	Verbinde Leitungs- und Valenzband durch eine "gefühlsmäßig" gezeichnete Bandverbiegung.

Die Raumladungen in der Raumladungszone sind die ortsfesten geladenen Dotieratome; auf der Oberflächenseite sind es die dort sitzenden Überschusselektronen

- Die **RLZ** hat damit eine überschlagsmäßig über die Kondensatorformel leicht zu errechnende Kapazität (pro Flächeneinheit); dadurch ist auch die Weite der Raumladungszone sehr leicht bestimmbar.
- Die quantitative Berechnung mit Hilfe der Poisson-Gleichung führt auf exakt dieselben Formeln; bei Berücksichtigung einer zusätzlich angelegten externen Spannung ergibt sich

$$d_{\text{RLZ}} = \left(\frac{2 \cdot \epsilon_{\text{Si}} \cdot \epsilon_0 \cdot (\Delta E_{\text{F}} - e \cdot U_{\text{ex}})}{e^2 \cdot N_{\text{D}}} \right)^{1/2}$$

$$C_{\text{RLZ}} / F = \left(\frac{2 \cdot \epsilon_{\text{Si}} \cdot \epsilon_0 \cdot e^2 \cdot N_{\text{D}}}{\Delta E_{\text{F}} - e \cdot U_{\text{ex}}} \right)^{1/2}$$

■ Damit sind die wesentlichen Eigenschaften der **RLZ** zurückgeführt auf

- 1. Die Grundeigenschaften der beiden Materialien (E_{F} und ϵ_{r}).
- 2. Technologieparameter (N_{Dot} und U_{ex}).