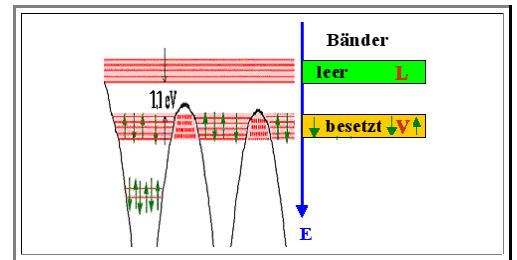


### 8.3.5 Merkmale zu Kapitel 8.3: Bändermodell und Materialeigenschaften

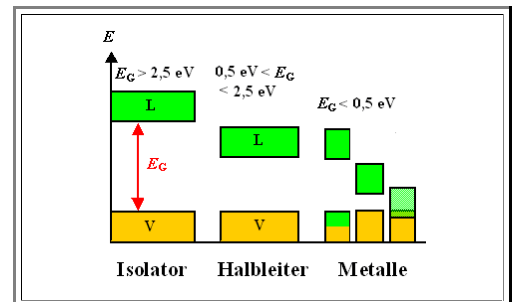
Die allgemeinste Bandstruktur hat als bei großen Energien ein volles oder teilgefülltes **Valenzband V**, getrennt durch eine **Energielücke  $E_G$**  vom (fast) leeren **Leitungsband L** (oder englisch **C**).

- Bänder oder Zustände unterhalb des Valenzbandes sind per definitionem immer voll besetzt und damit "tot" – nichts kann passieren.
- Bänder oder Zustände oberhalb des Leitungsbandes enthalten keine Elektronen und sind damit "tot" - nichts kann passieren
- Zwei Bänder genügen, mit der weiteren Abstraktion, dass  $E_G=0$  eV erlaubt ist.
- Wo immer die Elektronen sich befinden - nur in der Aufweichungszone um die Fermienergie können sie "was tun".



Die Bandstruktur bestimmt zunächst die Leitfähigkeit. ⇒

- **Isolatoren:** Große Bandlücke ( $E_G \geq 2,5$  eV. Valenzband komplett voll, Leitungsband komplett leer. Es gibt keine Ladungsträger, die "was tun" könnten.
- **Leiter:** (=Metalle). Bandlücke  $E_G \leq 0,5$  eV, insbesondere aber  $=0$  eV, oder Valenzband nicht voll gefüllt. Es gibt viele Elektronen an der "Fermikante", die beweglich sind (Bewegung=Zustand ändern=anderen Platz besetzen, der dazu frei sein muss).
- **Halbleiter:** Bandlücke  $0,5$  eV  $\leq E_G \leq 2,5$  eV. Bei endlicher Temperatur reicht die thermische Energie  $k_B T$  um hinreichend viele Elektronen ins Leitungsband zu werfen. Im Valenzband bleiben bewegliche pos. geladenen **Löcher** zurück.



Zugehörige typische Leitfähigkeiten ⇒

- $\rho_{Met}$  ist nicht "einstellbar". Defekte oder Legierungen machen  $\rho$  immer nur größer.  $\rho_{Ag}$  ist bei RT durch nichts zu unterbieten. Großes Problem für ET&IT!
- $\rho_{HL}$  ist in weiten Grenzen (mindestens 4 Größenordnungen) einstellbar durch **Dotieren**.

$\rho_{Ag} = 1,63 \cdot 10^{-6} \Omega \text{cm}$
$\rho_{HL} \approx 1 \Omega \text{cm}$
$\rho_{Iso} \geq 1 \text{ G}\Omega \text{cm}$

Hier ist noch was zu tun:

- Dichte der Elektronen bei  $E$ =Zahl der vorhandenen Plätze (=Zustandsdichte  $D(E)$ ) mal Wahrscheinlichkeit der Besetzung (=f(E)=Wert der Fermiverteilung bei  $E$ ): Gesamtzahl durch Aufsummieren=Integrieren.
- **Zustandsdichten** sind komplizierte Funktionen aber trotzdem "nur" **Materialkonstanten**.
- Vereinfachung durch **effektive Zustandsdichten  $N_{eff}$**  (Zahl statt Kurve) und **Boltzmann-Näherung** der Fermiverteilung.
- Dichte der Löcher über Wahrscheinlichkeit für Nichtbesetzung  $=1 - f(E)$ .

