



Abb. 10.14: Schematische Darstellung eines  $p$ - $n$  Übergangs im thermischen Gleichgewicht: (a) Bänderschema im  $p$ - und  $n$ -Halbleiter bei völliger Trennung, (b) Bandverlauf im  $p$ - $n$  Übergang im thermischen Gleichgewicht nach Herstellung des Kontakts, (c) Verlauf der Raumladungszone  $\rho(x)$  im Bereich des  $p$ - $n$  Übergangs und (d) qualitativer Verlauf der Konzentration der Donatoren  $n_D^+$  und Akzeptoren  $n_A^-$  sowie der Elektronen im Leitungsband und Löcher im Valenzband. Wir nehmen an, dass alle Donatoren und Akzeptoren ionisiert sind, so dass  $n_D = n_D^+$  und  $n_A = n_A^-$ . Auf der  $n$ -Seite ist  $V_D$  positiv, so dass die potenzielle Energie der Elektronen auf der  $n$ -Seite um  $-eV_D$  abgesenkt ist.

können, erhalten wir eine Konzentration  $n_p$  von Elektronen im  $p$ -Gebiet und  $p_n$  von Löchern im  $n$ -Gebiet. Wir bezeichnen diese Ladungsträger als **Minoritätsladungsträger**.<sup>20</sup>

Durch das Abwandern von Elektronen aus der Grenzschicht des  $n$ -Halbleiters entsteht dort eine positive Raumladungszone, da die ortsfesten ionisierten Donatoren dort zurückbleiben. Umgekehrt entsteht durch das Abwandern von Löchern aus der Grenzschicht des  $p$ -Halbleiters dort eine negative Raumladungszone, da die ortsfesten ionisierten Akzeptoren dort zurückbleiben. Die resultierende Raumladungszone  $\rho(x)$  ist in Abb. 10.14c gezeigt. Auf diese Weise wird in der Grenzschicht ein elektrisches Feld erzeugt, welches dem von dem Konzentrationsgradienten der Elektronen und Löcher verursachten Diffusionsstrom entgegenwirkt. Die gesamte zwischen dem  $p$ - und  $n$ -Bereich resultierende Potenzialdifferenz  $\phi(\infty) - \phi(-\infty)$  wird als **Diffusionsspannung**  $V_D$  bezeichnet. Sie führt zu einem **Driftstrom**, der im thermischen Gleichgewicht den Diffusionsstrom gerade kompensiert. Der Driftstrom setzt sich aus einem Strom von Elektronen und Löchern zusammen, die jeweils aus dem  $p$ - und  $n$ -Halbleiter kommen. Der Driftstrom wird also von den jeweiligen Minoritätsladungsträgern getragen. Da diese in den jeweiligen Halbleitertypen ständig neu erzeugt werden müs-

<sup>20</sup> Generell geben wir mit dem Index an, in welchem Halbleitertyp sich der jeweilige Ladungsträger befindet.