

# 8. Übung

Rares Sahleanu

Email

[rsahleanu@ethz.ch](mailto:rsahleanu@ethz.ch)

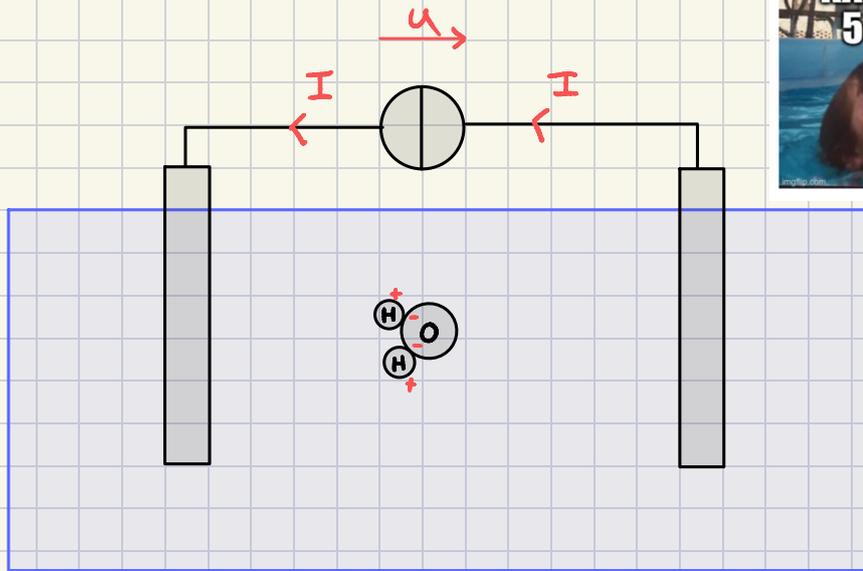


Discord

[raresbares](#)



# 4.3 Stromleitung in Flüssigkeiten



Bei Zugabe von ein **Jonenverbindung** spaltet sich diese in **Anionen -** und **Kationen +** (elektrolytische **Dissoziation**) zusammen mit dem **Lösungsmittel** nennt man die Flüssigkeit **Elektrolyt**

Wertigkeit  $z = \frac{\text{Ladung des Ions}}{\text{Elementarladung}}$

$\text{Na}^+$	1
$\text{Cl}^-$	-1
$\text{Ca}^{2+}$	2
$\text{SO}_4^{2-}$	-2

transportierte Masse  $m = N \cdot A_r \cdot u$   
 Anzahl der Teilchen

transportierte Ladung  $I \cdot t = Q = N \cdot z \cdot e$   
 Teilchenladung  
 Anzahl der Teilchen

$$m = \frac{A_r \cdot u}{z \cdot e} I \cdot t \approx \frac{1}{96.47} \frac{\text{mg}}{\text{As}}$$

!  $m \propto Q$

Da transportierte Ladung & Masse zusammenhängen macht es Sinn die "umzurechnen"  $\hat{=}$  electrochemisches Äquivalent

## 2. Faraday'sche Gesetz

$$\frac{m_1 z_1}{A_{r1}} = \frac{m_2 z_2}{A_{r2}} = \dots$$

Für die gleiche transportierte Ladung und gilt immer

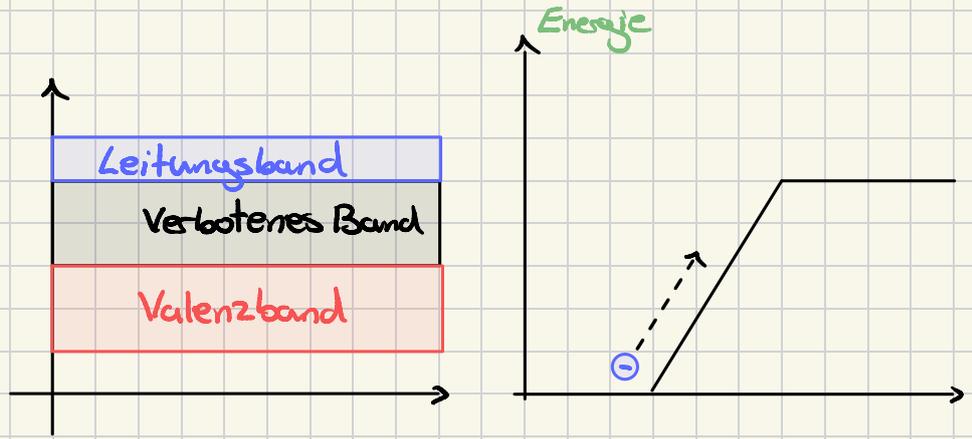
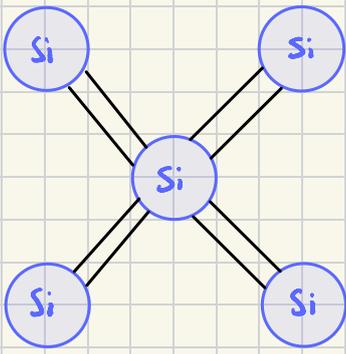
$$I_{\pm} = J_{\pm} A = \eta z e v_{\pm} A$$

Ladung (red) Teilchengeschwindigkeit (blue)  
Ladungsträgerdichte (green)

$$I_{\text{ges}} = |I_{+}| + |I_{-}| = \eta z e A (\underbrace{|v_{+}| + |v_{-}|}_{= \mu_{\pm} E})$$

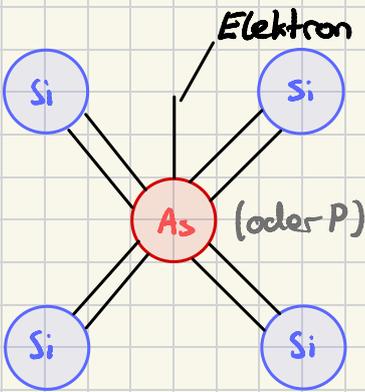
$$R = \frac{U}{I} = \frac{EL}{I} = \frac{L}{\eta z e (\mu_{+} + \mu_{-})} \} = K$$

# 4.4 Ladungstransporte in Halbleitern



Elektronen können sich ab einer bestimmten **Energie** "lösen" und frei **bewegen**

⇒ Silizium leitet von **Natur** aus (aber schlecht)

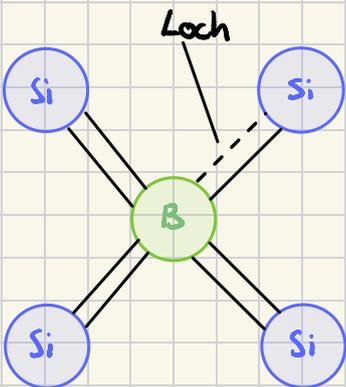


n-dotiert

Durch künstliche **Verunreinigung** des Siliziums kann man **feste Extrad Elektronen** haben.

Die können sich zwar nicht **bewegen**, springen aber für **getunnelte Elektronen** ein

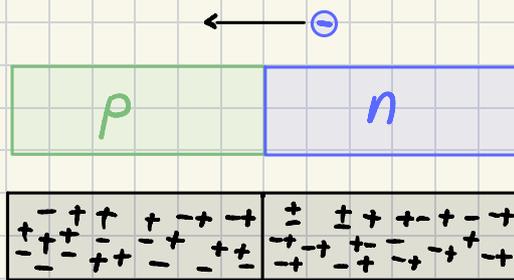
⇒ Es gibt einen **Netto-Ladungstransport**



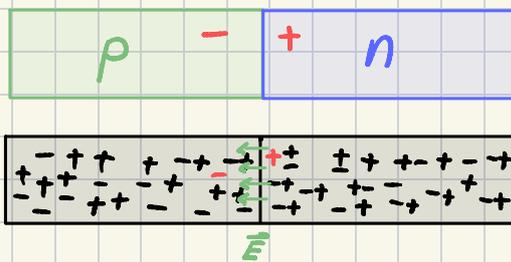
p-dotiert

	Was gibt es mehr	Was gibt es weniger
	Majoritätsträger	Minoritätsträger
n-Dot	Elektronen	Löcher
p-Dot	Löcher	Elektronen

# Der pn-Übergang / Die Diode



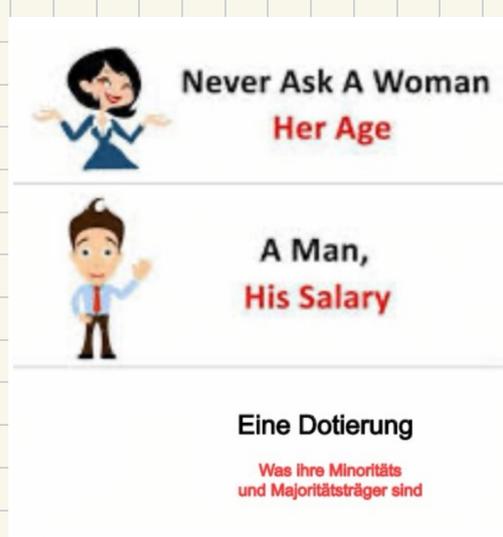
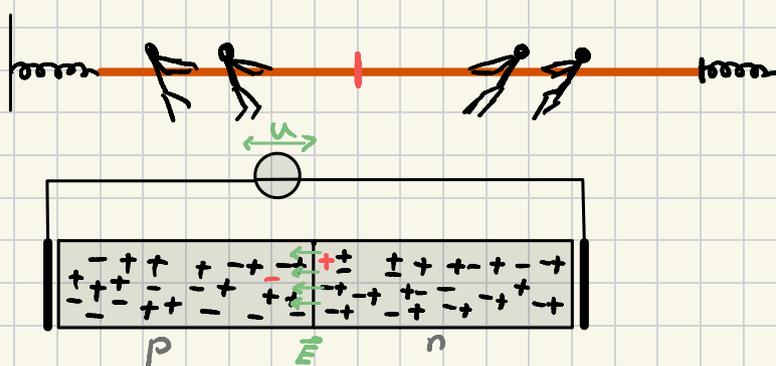
Beide **Halften** sind im **Ladungsgleichgewicht**

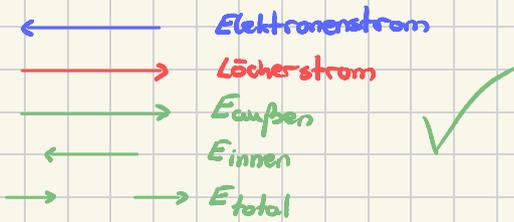


Es existiert ein natürlicher **LTT**  
aufgrund von **Diffusion**

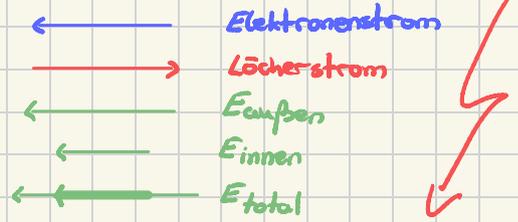
Bei einem **Ladungsträgertransport** entsteht ein **Ladungsungleichgewicht**  
welches **ersterem** entgegenwirkt

⇒ **↑** diffundierte Teilchen  $\cong$  **↑**  $\vec{E}$   $\cong$  **↓** diffundierte Teilchen

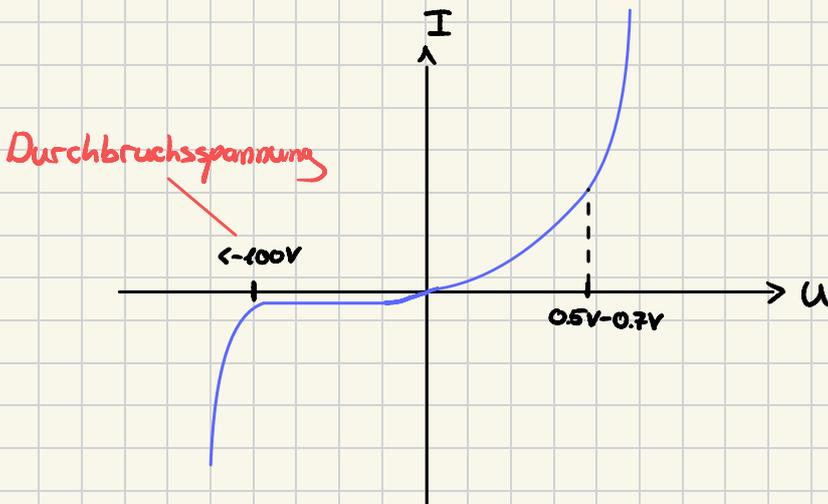




Spannungsabfall von  $p$  nach  $n$   
 "Durchlassrichtung"



Spannungsabfall von  $n$  nach  $p$   
 "Sperrrichtung"



$$I = I_0 \left( e^{\frac{U}{n \cdot U_T}} - 1 \right)$$

# Aufgabe 1

3. Durch Elektrolyse sollen pro Tag 100 kg Aluminium gewonnen werden. Welcher mittlere Gleichstrom wird hierfür benötigt?  
(Atomgewicht von Aluminium:  $A_r = 26,27$ , Wertigkeit:  $z = 3$ )

**Lösung** zur Aufgabe 3:

Mit dem 1. Faraday'schen Gesetz gilt unmittelbar

$$I = \frac{m}{\text{mg}} \frac{z \cdot 96,47 \text{ s}}{A_r} \frac{1}{t} \text{ A} = 10^8 \frac{3 \cdot 96,47}{26,27} \frac{1}{24 \cdot 60 \cdot 60} \text{ A} = 12,75 \text{ kA}.$$

Es stehen nur 10 kA zur Verfügung. Um wie viel Prozent sinkt die Aluminium Gewinnung und wieviel Aluminium wird nun pro Stunde produziert?

Pro Tag:

$$m_d = \frac{A_r u I t}{z e} = \frac{A_r I t}{z 96,47} * \frac{\text{mg}}{\text{As}} = \frac{26,27 * 10000 \text{ A} 24 \text{ h}}{3 * 96,47} \frac{\text{mg}}{\text{As}} = 78,43 \text{ kg}$$

Pro Stunde:

$$m_h = \frac{m_d}{24} = 3,27 \text{ kg}$$

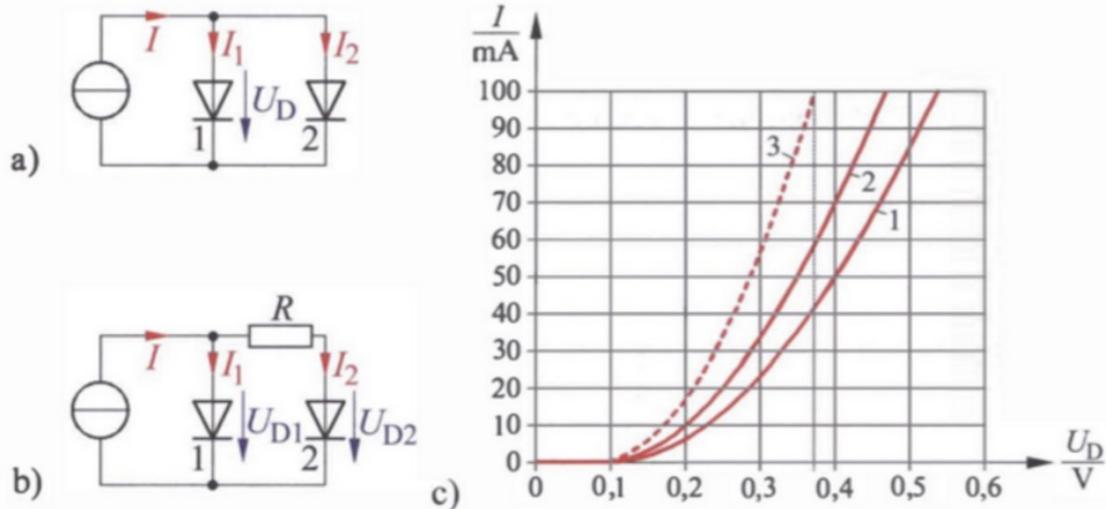
Reduktion:

$$k = \frac{m_d - m}{m} = \frac{78,43 \text{ kg} - 100 \text{ kg}}{100 \text{ kg}} = -0,2157$$

Die Aluminiumproduktion sinkt 21,57 %

## Aufgabe 2

Zwei parallel liegende Germaniumdioden mit den unten gezeigten Strom-Spannungs-Kennlinien 1 und 2 werden zusammen von dem Strom  $I = 100 \text{ mA}$  durchflossen. Die Kennlinie 3 stellt die Summe von Kennlinie 1 und 2 dar.



Betrachten Sie zunächst die obere Schaltung a).

Wie gross sind die in den einzelnen Dioden fließenden Teilströme  $I_1$  und  $I_2$ ?

Betrachten Sie nun die Schaltung b).

Der Widerstand  $R$  ist in Reihe mit Diode 2 geschaltet. Wie gross muss dieser sein, damit sich der Gesamtstrom  $I = 100 \text{ mA}$  sich gleichmässig auf beide Dioden verteilt? Geben Sie auch die beiden Diodenspannungen  $U_{D1}$  und  $U_{D2}$  an.

a)

Die Ströme durch die beiden Dioden in kann man direkt aus der gezeichneten Kennlinie ablesen.

Beim gegebenen Strom von  $I = 100 \text{ mA}$  (gestrichelte Linie) gilt  $U_D \approx 0.37 \text{ V}$  und die einzelnen Ströme sind:

$$I_1 \approx 42 \text{ mA}$$

$$I_2 \approx 58 \text{ mA} .$$

✓ Richtige Antwort, gut gemacht!

b)

Es soll hier gelten  $I_1 = I_2 = 50.0 \text{ mA}$ .

Aus der Kennlinie kann man nun  $U_{D1} \approx 0.4 \text{ V}$  und  $U_{D2} \approx 0.35 \text{ V}$  ablesen.

Nach Maschenregel gilt:

$$U_{D1} = U_{D2} + I_2 \cdot R.$$

Damit ist:

$$R = \frac{U_{D1} - U_{D2}}{I_2} \approx \frac{0.4 \text{ V} - 0.35 \text{ V}}{50.0 \text{ mA}} \approx 1.0 \Omega$$