

Strom- und Spannungquellen

Generatoren: magnetodynamische Stromzeugung

> 90% der Stromzeugung

Induktionsprinzip
$$U = \int_A \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

→ Kapitel 4: zeitabhängige el. und
magn. Felder

Netzwerke: Wandlung von Spannungen und
Strömen

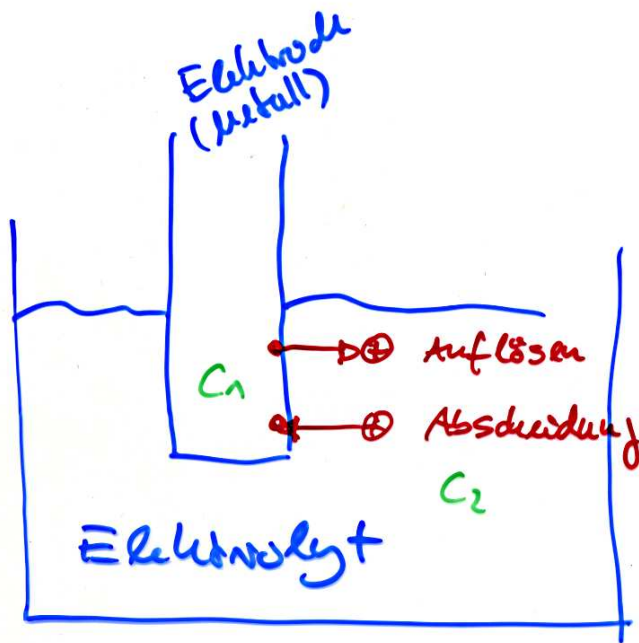
Induktion

Elektrochemische Zelle

Batterien

Galvanische Zelle

Akkumulatoren

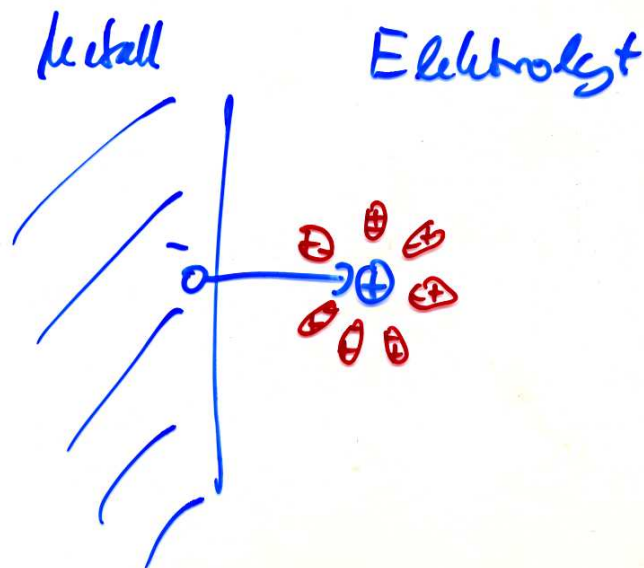


C_1, C_2 : Metallatom -
Ionen Konzentration

Auflösen und Abscheiden finden gleichzeitig statt.

Bindungsenergie an Elektrode: $|e \cdot \phi_1|$

Bindungsenergie des Ions in der Lösung: $|e \cdot \phi_2|$
(Hydratation)



Löst man ein Atom als Ion im Elektrolyt
so entsteht eine negative Ladung im Metall und eine
Positive im Elektrolyt.

Aus der Raumladung resultiert eine elektrische Spannung U .

Im Gleichgewicht finden Auflösung und Abscheidung in gleicher Zahl statt und es fließt kein Strom.

$$U = \phi_1 - \phi_2$$

Boltzmann (Thermodynamik)

$$\frac{C_1}{C_2} = e^{\frac{-eU}{kT}}$$

Legt man zusätzlich von außen eine weitere Spannung an die Elektrode an, so kann sich die Elektrode auflösen oder es kann auf ihr Ionen abgeschieden werden.

Für positive Spannung an der Elektrode löst sie sich auf.

Taucht man zwei verschiedene Elektroden mit den Potentialen ϕ_1 und ϕ_2 in die Lösung ein, so stellt sich die Spannung ΔU zwischen ihnen ein.

$$U_1 = \phi_1 - \phi_2$$

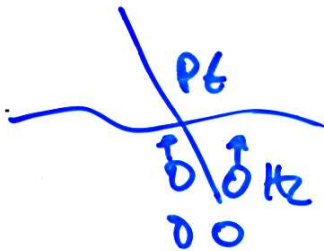
$$U_3 = \phi_3 - \phi_2$$

$$\Delta U = U_1 - U_3 = \phi_1 - \phi_3$$

→ galvanische Element

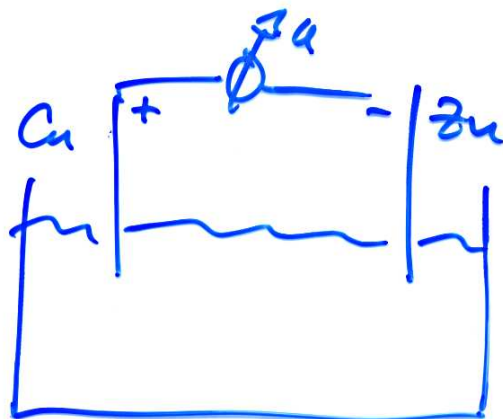
Luigi Galvani 1737 - 1798

Referenzelektrode / Normalelektrode



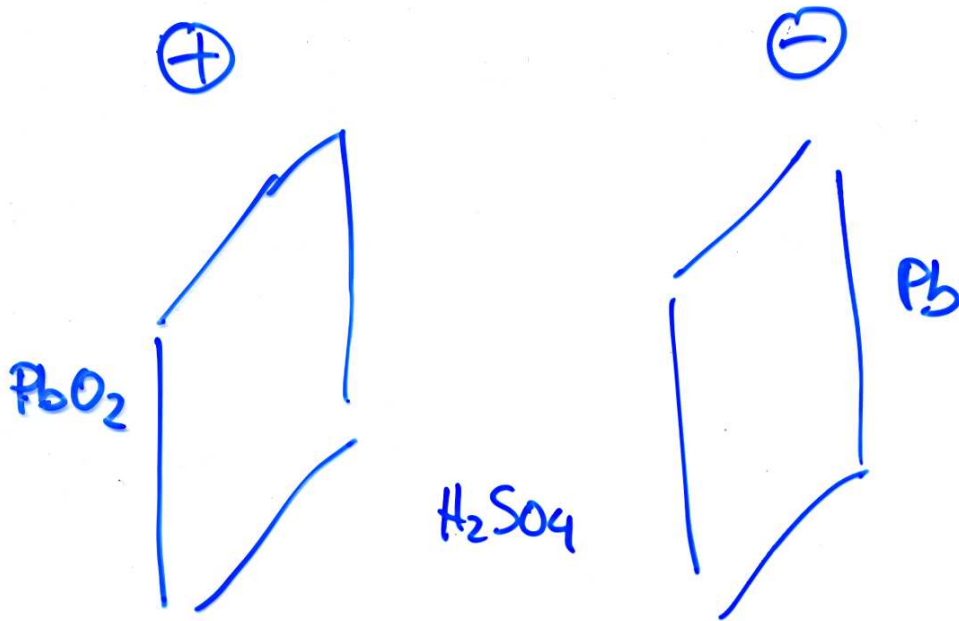
Metall / Ion	ϕ [V]
Li / Li^+	-3,02
K / K^+	-2,92
Na / Na^+	-2,71
Zn / Zn^{2+}	-0,76
Cd / Cd^{2+}	-0,4
Ni / Ni^{2+}	-0,25
Pb / Pb^{2+}	-0,126
Cu / Cu^+	+ 0,35
Ag / Ag^+	+ 0,8
Au / Au^{3+}	+ 1,5

Voltaische Zelle



$$U = 0,35 - (-0,76) \\ = 1,11 \text{ V}$$

Pb - Akkumulator

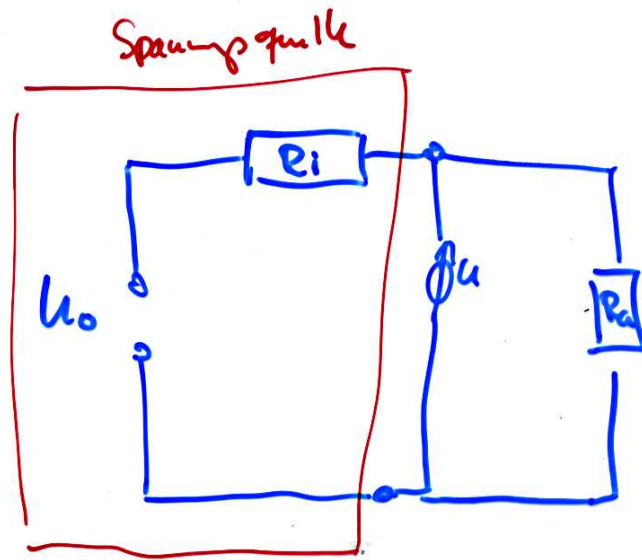


Entladung:



$$\Delta U = 2\text{V}$$

Innenwiderstand einer Stromquelle

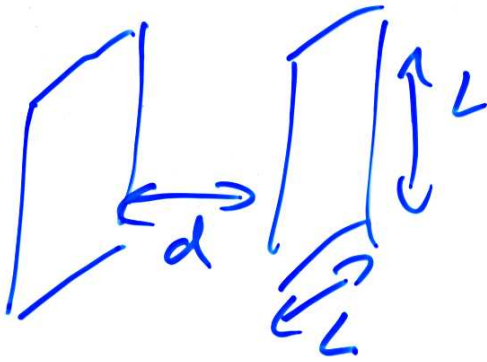


Stromquelle hat einen Innenwiderstand R_i

$$U = U_0 - I \cdot R_i \quad I = U_0 / (R_i + R_a)$$

$$\Rightarrow U = U_0 \left(1 - \frac{R_i}{R_i + R_a} \right) = U_0 \left(\frac{R_a}{R_i + R_a} \right)$$

$\Rightarrow$ Die Klemmenspannung sinkt bei Belastung ab für $R_i > 0$.



$$R_i \approx \frac{d}{\sigma_{el} L^2}$$

σ_{el} : Leitfähigkeit des Elektrolyten

Energiedichte:

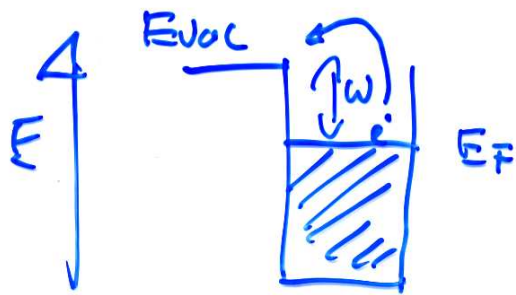
Pb Akken: 0.11 MJ/kg

Li Polymer
festkörperelektrolyt: 0.54 MJ/kg

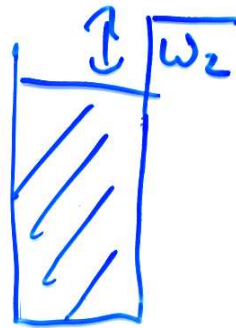
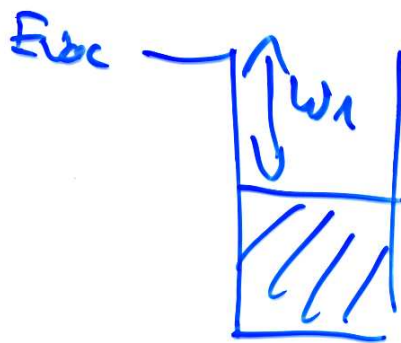
Benzin: 43 MJ/kg

Lösung? Klein Innenwiderstand
Große Flächen

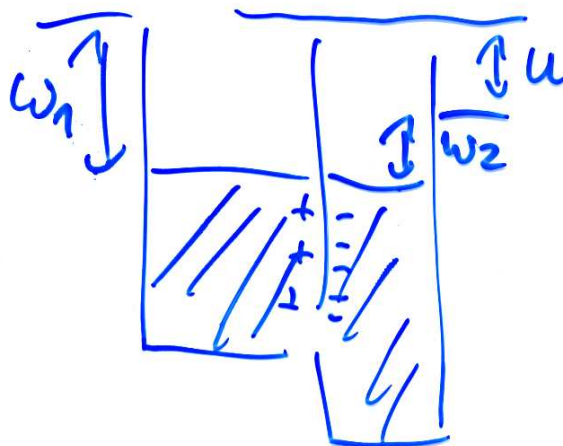
Thermische Stromquellen



W : Austrittsseite



Vor Kontakt

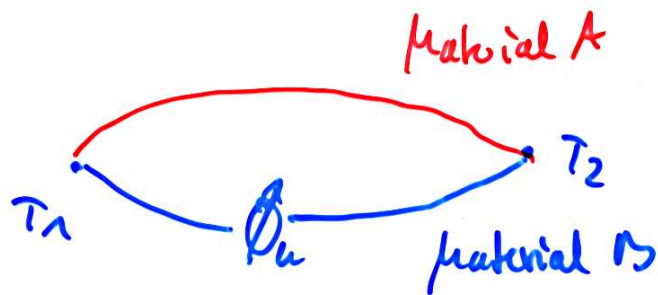


Nach Kontakt

$$U = W_1 - W_2$$

Thermospannung

Thermoclement



$$T_1 = T_2 \quad u = \sum u_i = (W_1 - W_2) - (W_2 - W_1) = 0$$

Thermospannung: $eU = (S_A - S_B)(T_1 - T_2)$

$$S = \frac{\partial W}{\partial F}$$

Seebeck-Koeffizient $\approx 10^{-4} \text{ V/K}$

