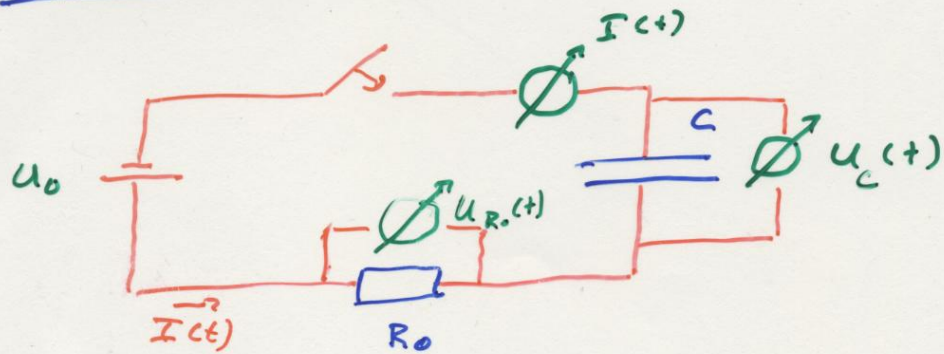


zu 3.2.4

iv) Auf- und Entladung eines Kondensators

1. Aufladung



$$U_0 = U_{R_0}(t) + U_C(t)$$

$$= I(t) \cdot R_0 + U_C(t)$$

$$I(t) = \frac{U_0 - U_C(t)}{R_0}$$

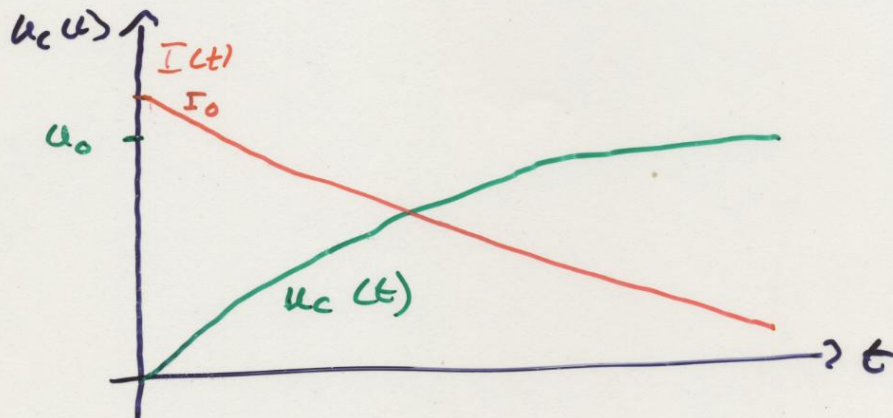
$$= \frac{U_0}{R_0} - \frac{Q(t)}{C \cdot R_0}$$

$$\frac{dI}{dt} = - \frac{I(t)}{C R_0}$$

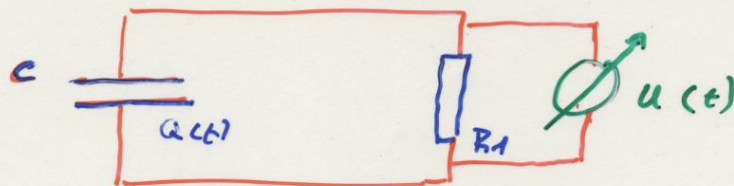
Dgl.

$$\Rightarrow I(t) = I_0 e^{-t/R_0 C}$$

$$\begin{aligned}
 U_c(t) &= U_0 - I(t) R_0 \\
 &= U_0 - I_0 R_0 e^{-t/R_0 C} \\
 &= U_0 (1 - e^{-t/(R_0 C)})
 \end{aligned}$$



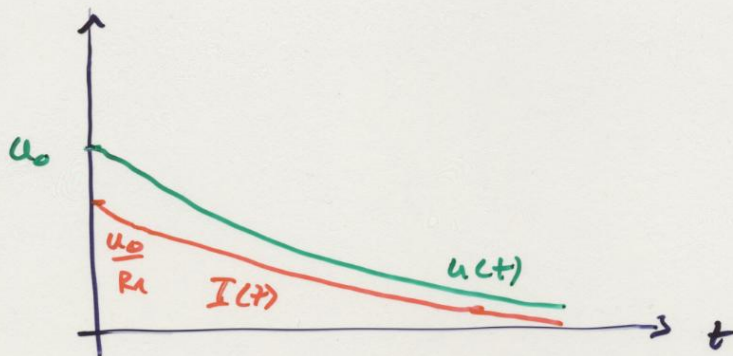
2. Entladung



$$\begin{aligned}
 U(t) &= I(t) \cdot R_1 \\
 &= - \frac{dQ}{dt} R_1
 \end{aligned}$$

$$U(t) = - \frac{dU}{dt} \cdot R_1 C$$

$$\begin{aligned}
 \rightarrow U(t) &= U_0 e^{-t/R_1 C} \\
 I(t) &= \frac{U_0}{R_1} e^{-t/R_1 C}
 \end{aligned}$$



Zeitkonstante

$$\tau = R \cdot C$$

Für $C \sim 1 \text{ nF}$
 $R \sim 1 \text{ M}\Omega$ } $\tau = 1 \text{ nF} \cdot 1 \text{ M}\Omega$
 $= 1 \text{ ms}$

$C \sim 10 \text{ pF}$
 $R \sim 10 \text{ k}\Omega$ } $\tau = 100 \text{ ns}$
 AF

Beispiel: Entladung eines Kond.

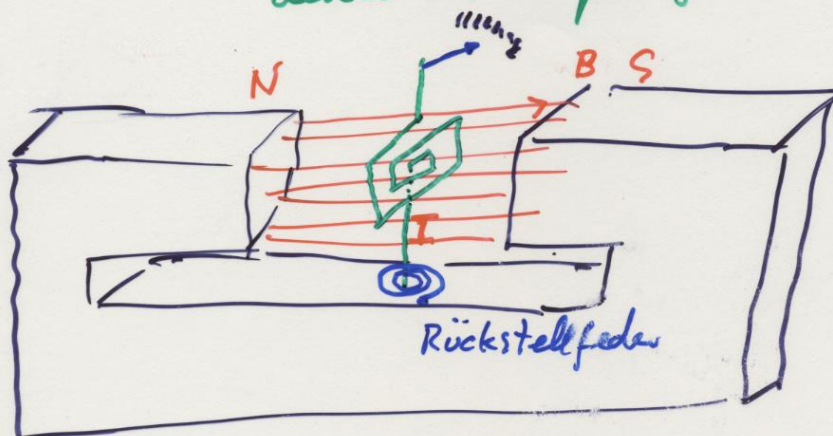
$C = 880 \mu\text{F}$
 $R = 100 \text{ k}\Omega$ } $\rightarrow \tau = 88 \text{ s}$

3.2.5 Meßinstrumente

A] Strommessung: Amperemeter

- Galvanometer:

Prinzip: Kraft auf stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld



Drehmoment auf Spule: $D \sim B \cdot I$

Empfindlichkeit: $\Delta I \sim \text{mA}$

- Heißdraht - Amperemeter

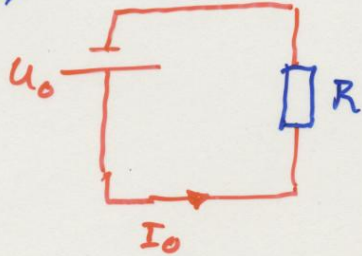
Prinzip: Thermische Ausdehnung von stromdurchflossenen Draht

Empfindl. $\Delta I \sim 1 \text{ A}$

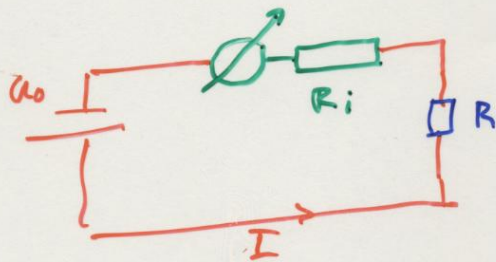
- Elektrolyt. Abscheidung

Strommessung :

a)



$$I_0 = \frac{U_0}{R}$$

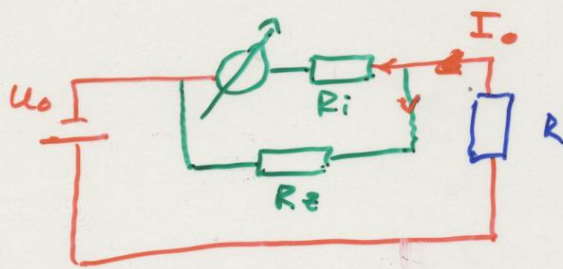


$$I = \frac{U_0}{R + R_i}$$

Innenwiderstand verfälscht Messung

$$\Rightarrow R_i \ll R$$

b) Bereichserweiterung :



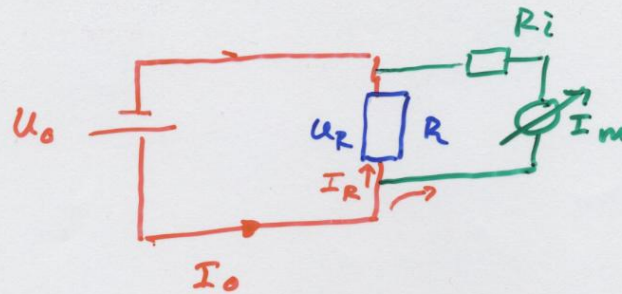
$$I_0 = I_m + I_z$$

mit $I_z \cdot R_z = I_m \cdot R_i$

(KZ)

$$\Rightarrow I_0 = I_m \left(1 + \frac{R_i}{R_z} \right)$$

Spannungsmessung:



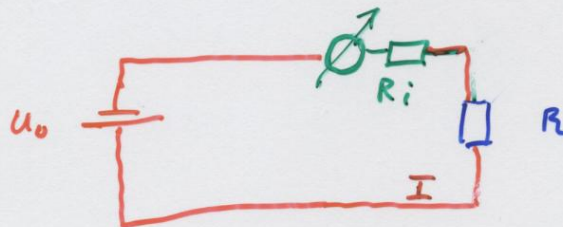
$$I_0 = I_m + I_R$$

$$U_R = I_R \cdot R$$
$$= I_m \cdot R_i$$

Verfälschung klein, wenn $R_i \gg R$

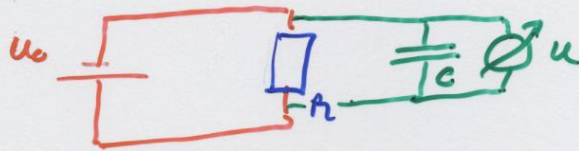
Widerstandsmessung

a)

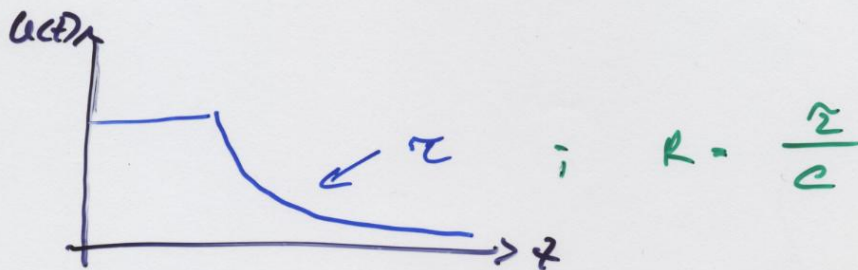


$$R + R_i = \frac{U_0}{I}$$

b) Kondensatorschaltung für sehr große R



Messung der Zeitkonstante $\tau = R \cdot C$



Kapazitätsmessung

analog

3.3. Stromquellen

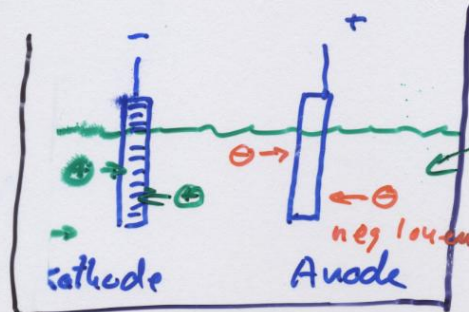
Trennung von pos. und neg. Ladungen
→ Strom

- a. • Generatoren Magnetodynamische Stromerzeuger
- p. • Netzgeräte Strom / Spannung wandler
- a. • Batterien, Akkumulatoren Elektrochemische Stromerz.
- a. • Thermoelektrizität: Berührungsspannung
- Solargeneratoren Photoeffekt



$$E_\gamma = h \cdot \nu = E_e - W$$

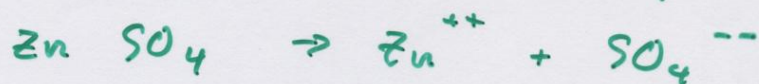
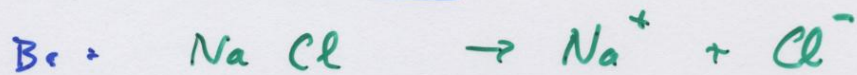
3.3.1 Elektrochemische Prozesse



Elektrolyt:
Stoff, der in
wässriger Lösung
in Ionen
dissoziiert wird

Ion = $z \cdot e$ "Wandernden" (Gr.)
Geladenes Atom oder Molekül

A) Dissoziation



B] Ionenwanderung

Elektrisches Feld im Elektrolyt:

$$v^+ = b^+ \cdot E$$

$$v^- = b^- \cdot E$$

b Beweglichkeit

$$[b] = \frac{m/s}{V/m} = \frac{m^2}{Vs}$$

Bs: • H^+ : $b^+ = 31,5 \cdot 10^{-8} \frac{m^2}{Vs}$

dh. $v_{H^+} = 31,5 \cdot 10^{-8} \frac{m}{s}$
im Feld $1 \frac{V}{m}$

• OH^- : $b^- = 17,4 \cdot 10^{-8} \frac{m^2}{Vs}$

• Na^+ : $b^+ = 4,3 \cdot 10^{-8} \frac{m^2}{Vs}$

• typisch : $b = O(5 \cdot 10^{-8} \frac{m^2}{Vs})$

Strom im Feld E :

$$j = z \cdot e \cdot v \cdot n \quad \text{Stromdichte}$$

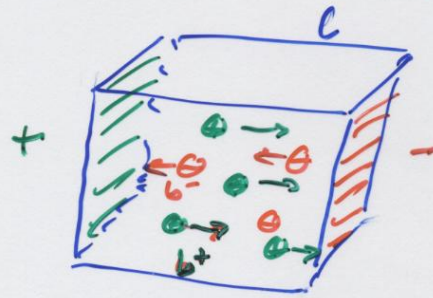
$z \cdot e$ Ladung eines Ions

n Zahl der Ionen (m^{-3})

Insgesamt: $j = j^+ + j^-$

Strom: $I = A \cdot e \left(z^+ b^+ n^+ + z^- b^- n^- \right) \cdot \frac{U}{l}$

$\sim U$



$I = U / R$

Vergleich Ionenleiter, Elektronenleit.

Spez. Widerstand:

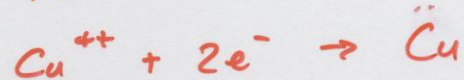
$\rho_{\text{Ionen}} \sim 10^2 \Omega \text{ m}$

$\rho_{e^-} \sim 10^{-4} \Omega \text{ m}$

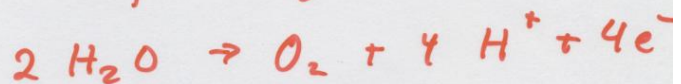
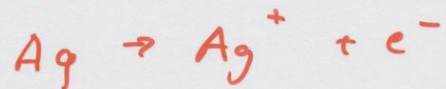
c) Elektrolyse

- Abscheidung von Ionen
 - Auslösung
- } an Elektrode

Kathode: Reduktion:



Anode: Oxydation:



Transportierte Ladung:

$$Q (\text{in Mol}) = n \cdot N_A \cdot z \cdot e$$
$$= n \cdot z \cdot F$$

$$1 \text{ Mol} \hat{=} 6 \cdot 10^{23} \text{ Atome oder Moleküle}$$

↑
 N_A