

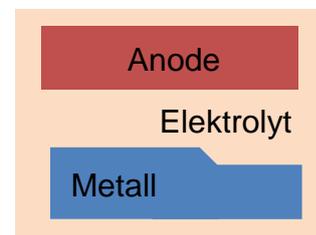
Tobias Schuler  
Tobias.schuler@psi.ch  
Tel.: +41 56 310 51 47

## Elektrolyse / Galvanotechnik

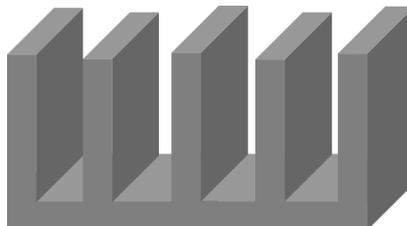
### Aufgabe 1 Galvanotechnik

- a) Der unten aufgeführte Metallkörper soll mittels eines galvanischen Prozesses beschichtet werden. Eine Kupferplatte dient als Anode. Beschreiben Sie (mittels Worten oder einer Skizze) den zeitlichen Verlauf und die Schichtdicke der entstehenden Beschichtung unter folgenden Annahmen:

- 1) Der Elektrolyt ist ein perfekter Leiter.
- 2) Der Elektrolyt ist ein schlechter Leiter.



- b) Eine Micro-Kanalplatte, die zur Wasserzuführung für Elektrolyseure dient, soll mit einer dünnen Schicht Kupfer galvanisch beschichtet werden. Ein gut leitender Elektrolyt wird verwendet. Sie sind der/die verantwortliche Ingenieur/in und müssen sicherstellen, dass eine homogene Schicht abgeschieden wird. Was ist die Herausforderung und wie würden Sie diese lösen?



- c) Berechnen Sie die Stromstärke  $I$  (A) die notwendig ist, um eine  $10\ \mu\text{m}$  dicke Schicht Kupfer auf der Kanalplatten Oberfläche von  $25\ \text{cm}^2$  in 3 min abzuschneiden. Nehmen Sie einen idealen Elektrolyten an.  $\rho_{\text{Cu}} = 8.92\ \text{g/cm}^3$

## Aufgabe 2 Chlor-Alkali-Elektrolyse

Amalgamverfahren:  $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^-$  und  $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}(\text{Hg})$

Amalgamersetzer:  $2 \text{Na}(\text{Hg}) + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Na}^+ + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2(\text{g})$

Diaphragmaverfahren:  $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^-$  und  $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-$

- a) Stellen Sie die Nernstschen Gleichungen der beiden Halbzellen der Chlor-Alkali-Elektrolyse auf. Berechnen Sie die Zellenspannung, die zu Chlorherstellung im Amalgamprozess bei 25°C notwendig ist. Nehmen Sie ein ideales System an.

( $E_{0 \text{Na}^+/\text{Na}(\text{Hg})} = -1.87 \text{ V}$ ,  $E_{0 \text{Cl}^-/\text{Cl}_2} = 1.37 \text{ V}$ ,  $\rho_{\text{Hg}} = 13.546 \text{ g/cm}^3$ ,  $c_{\text{NaCl}} = 5 \text{ mol/l}$ , 0.2 gew-% Na im Hg)

- b) Stellen Sie die Nernstschen Gleichungen für die Halbzellen potentialie für das Diaphragmaverfahren auf. Was ist die resultierende Zellspannung für einen Elektrolyten mit der Zusammensetzung 200 g/l NaCl + 3.2 mol/l NaOH

( $E_{0 \text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-} = -0.83 \text{ V}$ )

## Aufgabe 3 Hall-Heroult-Prozess

Der Hall-Heroult-Prozess wird zur Gewinnung von Aluminium aus Bauxit (70wt%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) verwendet.

Gesamtreaktion:  $2 \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 4 \text{Al} + 3 \text{CO}_2$

- a) Wie viel elektrische Energie (kWh) wird für die Gewinnung des Materials einer gewöhnliche Alufelge, die ein Gewicht von ca. 10 kg besitzt, benötigt unter der Annahme, dass der Prozess bei einer Zellspannung von 4.3 V durchgeführt wird ?
- b) Berechnen Sie die Masse Bauxit (kg) und das Volumen ( $\text{m}^3$ ) an  $\text{CO}_2$  Emissionen, die für ein Satz Autofelgen anfallen. Nehmen sie Standardbedingungen und ideale Gaseigenschaften an.
- c) Das Gleichgewichtspotential des Hall-Heroult Prozesses ist 1.18V. Erhöhte Zellspannungen von über 7V wurden Anfang des 20. Jahrhunderts im industriellen Prozessen verwendet. Was ist der Ursprung der Überspannung und warum müssen trotz Betriebstemperaturen von 1000°C keine Heizelemente verwendet werden?
- d) Nennen Sie wesentliche Nachteile des Hall-Heroult Prozesses.