

IME Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling Institut und Lehrstuhl der RWTH Aachen

Klausur

Hydrometallurgie

Datum: 27.08.2010
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. B. Friedrich
max. Punktzahl: 45
Dauer: 90 min.

1 Laugungsmodelle

(11 Punkte)

- a) Zeichnen Sie schematisch den Ablauf einer Haufenlaugung von oxidischem Kupfererz mit anschließender Solventextraktion und Gewinnungselektrolyse! Zeichnen und beschriften Sie die Stoffströme! (3,5 Punkte)
- b) Benennen und beschreiben Sie kurz in Stichpunkten die drei Reaktionsmodelle, nach denen Partikel gelöst werden können. (3 Punkte)

- c) Nennen Sie für die oben angegebenen drei Reaktionsmodelle jeweils den oder die geschwindigkeitsbestimmende/n Schritt/e. (1,5 Punkte)
- d) Worauf kann man aus der Aktivierungsenergie einer Reaktion schließen? (1 Punkt)
- e) Nennen Sie zwei mögliche Probleme und deren Folgen, die auftreten können, wenn der Bauxitaufschluss bei laminarer Strömung betrieben wird. (2 Punkte)

2 Mischverhalten

(7 Punkte)

- a) Nennen Sie die drei Grenzfälle, in die das Mischungsverhalten von Reaktoren unterteilt werden kann und geben Sie kurz an, welche Annahme hinter jedem Grenzfall steht. (3 Punkte)
- b) Wodurch kann man experimentell die reale Mischverhältnisse in einem Reaktor bestimmen und wodurch unterscheiden sich die Methoden? (2 Punkte)
- c) Skizziere, wie sich die Antwortfunktion bei einmaliger Zugabe durch Totvolumen gegenüber dem idealen Reaktor verändert bei: a) ansonsten reinem Rührkessel und b) ansonsten reinem Pfropfenstromverhalten. (2 Punkt)

3 Rührwerkstechnik

(5 Punkte)

- a) Nennen Sie zwei Rührprinzipien aus dem Bereich der Hydrometallurgie mit jeweils einem Beispielaggregat. (1 Punkt)
- b) Im Rührbehälter sind teilweise so genannte „Baffles“ angebracht. Erläutern Sie die Funktion der Baffles. (1 Punkt)
- c) Zeichnen Sie einen möglichen Aufbau eines Pachuca-Reaktors. (0,5 Punkt)

- d) Nennen und beschreiben Sie den Effekt, durch den in einem Pachuca-Reaktor die gewünschte Rührwirkung erzielt wird. Worin liegt der wesentliche Vorteil dieser Technik? (2,5 Punkte)

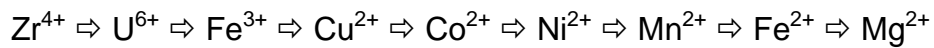
4 Solvent-Extraktion

(10 Punkte)

- a) Solvent-Extraktionsanlagen arbeiten normalerweise in mehreren Stufen, bei denen die wässrige und die organische Phase im Gegenstrom gefahren werden. Erklären Sie, warum dies sinnvoll ist. (1 Punkte)
- b) Nennen Sie die vier Hauptbestandteile der organischen Phase und geben Sie jeweils die Hauptaufgabe für jede Komponente an! (2 Punkt)

- c) Nenne 3 Effekte bei einer Steigerung der Rührerdrehzahl im Mixer Settler.
(1,5 Punkte)
- d) Nenne 3 Gründe für eine Senkung der Rührerdrehzahl im Mixer Settler.
(1,5 Punkte)
- e) Was ist das Ziel von den Prozessschritten „scrubbing“ und „washing“. Wann werden diese Prozessschritte durchgeführt?
(2 Punkte)
- f) Angegeben ist die Selektivitätsreihe eines Extraktionsmittels und die Metallkonzentrationen einer Laugungslösung. Was ist vor Durchführen der Solventextraktion von Cu zu beachten und welche Maßnahmen können ergriffen werden?
(2 Punkte)

Die Selektivitätsreihe eines Extraktionsmittels ist:



Die Konzentrationen aus der Laugung sind wie folgt:

Ni: 2,3 g/l; U und Zr nicht nachweisbar; Fe_{ges} : 5,2 g/l ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$: 2/1); Cu: 12,9 g/l;
Co: 0,003 g/l; Mn: 0,8 g/l; Mg: 0,6 g/l.

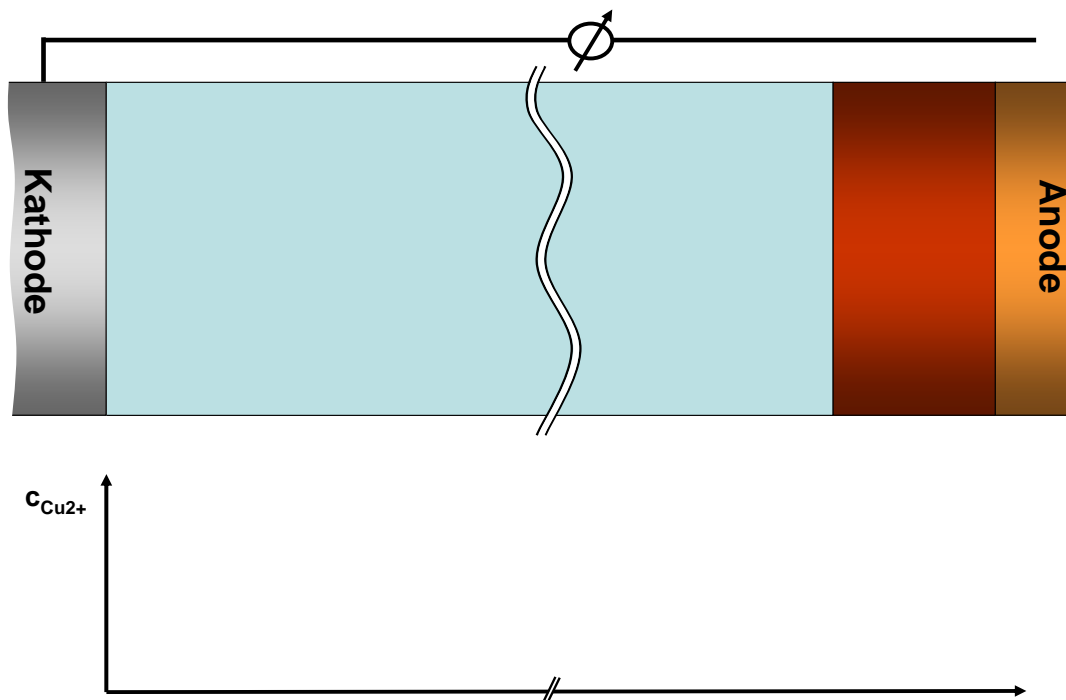
5 Elektrolyse

(12 Punkte)

a) Ergänzen Sie die unten stehende Abbildung:

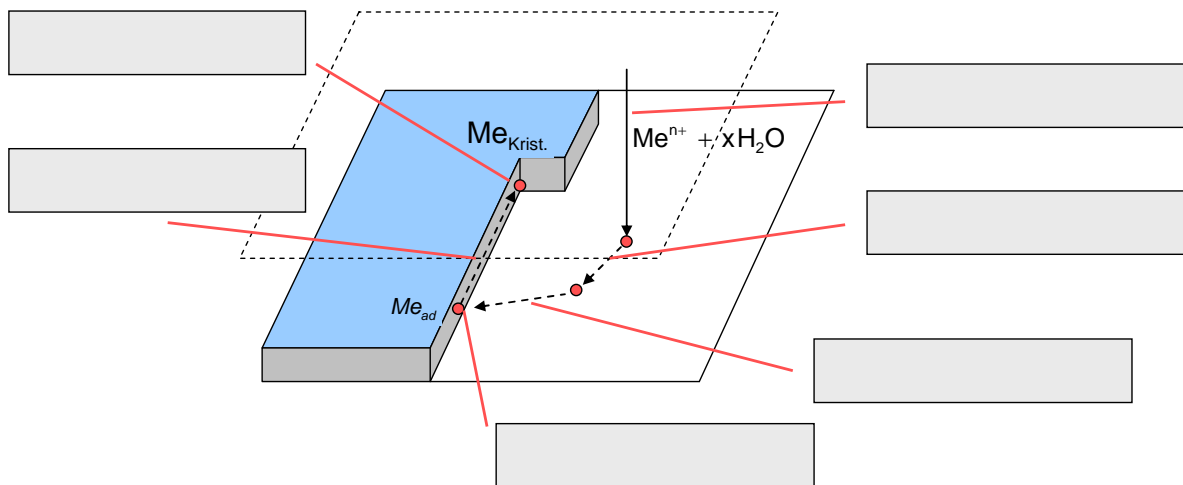
- Helmholz-Schicht
- Nernst-Schicht
- Bereich der Konvektion (mit Strömungsrichtung)
- Bereich der Diffusion

Skizzieren Sie dabei die Cu^{2+} -Ionen Konzentration in den Graph unterhalb der Abbildung (4 Punkt)



- b) Bei der Kupferraffinationselektrolyse gibt man so genannte Inhibitoren bzw. organische Zusätze bei. Welche beiden sind üblich und nennen Sie die Hauptfunktion! (1,5 Punkte)

- c) Vervollständige die Skizze: (3 Punkte)



- d) Erklären Sie, wieso beim Anodengießen für die Kupferraffinationselektrolyse die Mitte einer Anode ein kritischer Gussbereich ist? Welche Konsequenzen kann dies an dieser Stelle für die Elektrolyse haben? (2,0 Punkte)

- e) Unterscheiden Sie zwischen echten und potentiellen Elektrolyten (1,5 Punkt)