



**Begleitend zum 5. Seminar am 30. 5. 2008**

**Aufgaben:**

- 1) Betrachten Sie eine Zelle in einer ionischen wässrigen Lösung (z.B. Algenzelle in Seewasser). Die Außenkonzentrationen der drei wichtigsten Ionensorten sind:  $c_{\text{Na}^+, \text{out}} = 140 \text{ mM}$ ,  $c_{\text{K}^+, \text{out}} = 10 \text{ mM}$  und  $c_{\text{Cl}^-, \text{out}} = 150 \text{ mM}$ . Das Membranpotential der Zelle sei  $\Delta V = V_{\text{in}} - V_{\text{out}}$ . Dann gilt in erster Näherung (Gibbs-Donnan-Beziehung)

$$c_{\text{Na}^+, \text{out}}/c_{\text{Na}^+, \text{in}} = c_{\text{K}^+, \text{out}}/c_{\text{K}^+, \text{in}} = c_{\text{Cl}^-, \text{in}}/c_{\text{Cl}^-, \text{out}} = \exp(-F \cdot \Delta V / R \cdot T)$$

Warum?

- 2) Es sei  $x$  die  $\text{Na}^+$ -Konzentration im Zellinnern ( $c_{\text{Na}^+, \text{in}}$ ). Nehmen Sie zusätzlich an, dass sich im Zellinnern geladene Makromoleküle befinden, die nicht durch die Zellmembran gehen können, und mit denen eine zusätzliche Ladungskonzentration von 125 mM Elektronenladungen verbunden ist. Drücken Sie die  $\text{K}^+$ - und  $\text{Cl}^-$ -Konzentrationen als allgemeine Funktion von  $x$  aus. Wie groß sind alle Konzentrationen und das Membranpotential? Wie groß ist der osmotische Druck?

- 3) Natrium-Anomalie: Betrachten Sie die Konzentrationen eines realen Axons (Giant Squid, alles in mM):  $c_{\text{Na}^+, \text{out}} = 440$ ,  $c_{\text{Na}^+, \text{in}} = 50$ ,  $c_{\text{K}^+, \text{out}} = 20$ ,  $c_{\text{K}^+, \text{in}} = 400$ ,  $c_{\text{Cl}^-, \text{in}} = 52$ ,  $c_{\text{Cl}^-, \text{out}} = 560$ . Erfüllen diese Werte die Gibbs-Donnan-Beziehung? Berechnen Sie das Membranpotential unter Benutzung der Goldman-Hodgkin-Katz-Gleichung (GHK):

$$(P_{\text{Na}^+} c_{\text{Na}^+, \text{out}} + P_{\text{K}^+} c_{\text{K}^+, \text{out}} + P_{\text{Cl}^-} c_{\text{Cl}^-, \text{in}}) / (P_{\text{Na}^+} c_{\text{Na}^+, \text{in}} + P_{\text{K}^+} c_{\text{K}^+, \text{in}} + P_{\text{Cl}^-} c_{\text{Cl}^-, \text{out}}) = \exp(F \cdot \Delta V / R \cdot T)$$

wobei  $P_{\text{Na}^+} \sim 1$ ,  $P_{\text{K}^+} \sim 25$ ,  $P_{\text{Cl}^-} \sim 12$  relative Membrandurchlässigkeiten für die verschiedenen Ionensorten seien. Diskutieren Sie die GHK-Gleichung.