

Übung zur theoretischen Physik neuronaler Informationsverarbeitung (Prof. J. L. van Hemmen)

Aufgabe 1: Aktiver Ionentransport

Das Ruhepotential einer für alle Ionensorten permeablen Membran kann nur auf einem Wert $V_R \neq 0$ gehalten werden, wenn ein aktiver Ionentransport stattfindet, der die Konzentrationsunterschiede aufrecht erhält. Im Ruhezustand kompensieren aktive Ströme $I_{\text{Na}}^{\text{act}}$ und $I_{\text{K}}^{\text{act}}$ die passiven Ströme, die wegen Konzentrations- und Potentialunterschieden auftreten.

1. Aus dem Riesenaxon des Tintenfisches treten bei einem einzelnen Aktionspotential ca. $3 \cdot 10^{-12}$ mol K-Ionen pro cm^2 Membran aus. Wieviele Aktionspotentiale können bei blockierter Na/K-Pumpe ausgelöst werden, bevor die K-Konzentration im Axon um 1% abgenommen hat? (Axondurchmesser 0.5 mm, $c_i(K) = 0.4$ mol/l)
2. Um wieviel hat sich das Ruhepotential dann geändert? (Es gilt $P_K/P_N = 15$, Anfangskonzentrationen $c_a(K) = 0.01$ mol/l, $c_a(Na) = 0.46$ mol/l, $c_i(K) = 0.4$ mol/l, $c_i(Na) = 0.08$ mol/l)

Aufgabe 2: Fouriertransformation

Berechnen Sie mit Hilfe der Fouriertransformation die Spannung $V(x, t)$ für ein Axon, dem am Ort $x = 0$ zur Zeit $t = 0$ ein deltaförmiger Stromimpuls eingegeben wird. Die Ausdehnung des Axons zu beiden Seiten sei groß (d.h. man suche die Lösung auf dem Intervall $]-\infty, \infty[$ mit den Randbedingungen $\lim_{|x| \rightarrow \infty} V(x, t) = 0$ für $t > 0$ und $V(x, t) = 0$ für $t < 0$).

Hinweise: Transformieren Sie die Kabelgleichung mit $I(x, t) = \delta(x)\delta(t)$ bezüglich Raum und Zeit ($V(x, t) \rightarrow \tilde{V}(k, \omega)$). Bestimmen Sie die Pole von $\tilde{V}(k, \omega)$ und führen Sie die Rücktransformation mit Hilfe des Residuensatzes aus.

Besprechung der Übungen am Freitag, den 22.6.2007 um 9.30 Uhr im Raum PH 2271 (Garching).

Übungsleitung:

Moritz Franosch, mail@Franosch.org, <http://www.physik.tu-muenchen.de/lehrstuehle/T35/>.