

Ausgabe: 27.06.2012

Abgabe: bis 04.07.2012, 10:15 Uhr, Kasten 256

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Ultraschall Transducer-Array**3 Punkte**

Ein Ultraschall-Transducer soll aus $N = 5$ einzeln ansprechbaren piezoelektrischen Kristallen bestehen, die senkrecht zur Abstrahlrichtung in einem Abstand von $\Delta d = 0,25$ cm voneinander angebracht sind. Diese Transducer sollen Schall mit einer Frequenz $f = 310$ kHz erzeugen, der im Gewebe eines Patienten in einer Entfernung $d = 5$ cm senkrecht zur Kristallanordnung fokussiert ist. Wie muss die Phase ϕ_n der einzelnen Wellen sein, die von den Kristallen ausgehen, bzw. wie groß muss die zeitliche Verzögerung τ_n der Treibersignale gewählt werden? Man nehme an, dass der mittlere Kristall dem Fokus am nächsten liegt. Das Gewebe habe die Eigenschaften von Wasser (d. h. $c = 1500$ m/s).

Aufgabe 2: Fledermaus**3 Punkte**

Eine Fledermaus bewegt sich mit $v_F = 5,75$ m/s. Der Fledermaus kommt eine Mücke mit $v_M = 3,5$ m/s entgegen. Die Fledermaus emittiert eine Schallwelle mit $f_F = 51$ kHz. Welche Frequenz misst die Fledermaus wenn die Schallwelle von der Mücke reflektiert wird?

Aufgabe 3: Nervenleitung bei Riesenaxonen von Tintenfischen**3 Punkte**

Der Mechanismus der Nervenregung und -weiterleitung ist an Riesenaxonen von Tintenfischen untersucht worden. Der Durchmesser dieser zylindrischen Riesenaxone ist $d = 0,5$ mm. Das Innere eines Axons, das Axoplasma, kann als passiver elektrischer Leiter und als Ionenreservoir aufgefasst werden. Die Konzentrationen an Natrium- und Kaliumionen betragen im Axoplasma $c_{Na}^i = 50$ mol/dm³ Na⁺ und $c_K^i = 400$ mol/dm³ K⁺ und im extrazellulären Medium $c_{Na}^a = 460$ mol/dm³ Na⁺ und $c_K^a = 10$ mol/dm³ K⁺. Der Erregungsvorgang spielt sich hauptsächlich an der Nervenmembran ab.

Zur Lösung soll die Goldman-Gleichung genutzt werden

$$\Delta U = \frac{kT}{e} \ln \left(\frac{p_K c_K^a + p_{Na} c_{Na}^a}{p_K c_K^i + p_{Na} c_{Na}^i} \right).$$

- Isotopendurchflußmessungen ergaben für das Permeabilitätsverhältnis (relative Beweglichkeiten) $\frac{p_K}{p_{Na}} = 15$. Wie groß ist das Ruhepotenzial? ($T = 300$ K)
- Für ein passives Kabel gilt, dass eine an dem einen Ende angelegte Spannung U_0 exponentiell mit der Länge abnimmt, $U = U_0 e^{-x/l}$, wobei die Abklingdistanz $l = \sqrt{\frac{dR_m}{4R_i}}$ ist. Wieviel Prozent einer anliegenden Spannung U_0 sind am Ende eines $l = 1$ cm langen Riesenaxons noch messbar, wenn es sich wie ein passives Kabel verhalten würde? Der spezifische Widerstand des Axoplasma beträgt $R_i = 30$ Ω m, und der spezifische Hüllenwiderstand $R_m = 700$ Ω cm².