

# 6. Übung zur Medizinphysik

SS 2013

Ausgabe: 10.05.2013

Abgabe: bis 21.05.2013, 10:00 Uhr, Kasten 246-249

Prof. Dr. D. Suter

## Aufgabe 1: Membranpotential

3 Punkte

Zwei wässrige ionische Lösungen unterschiedlicher Konzentration werden durch eine für die Ionen undurchlässige Membran getrennt.

- Leiten Sie einen Ausdruck für die Potentialdifferenz an der Membran her. Verwenden Sie dafür die Boltzmann-Statistik.
- Wie ändert sich der hergeleitete Zusammenhang, wenn sich in den Lösungen mehrere Ionensorten mit unterschiedlichen Konzentrationen und Beweglichkeiten befinden?
- Bei den meisten Nervenzellen beträgt das Membranpotential rund -70 mV. Hauptsächlich wird diese Potenzialdifferenz durch Natrium- und Kalium-Ionen hervorgerufen. In welchem Verhältnis müssen die Beweglichkeiten dieser beiden Ionen zueinander stehen, damit sich das genannte Membranpotential ausbilden kann? Hinweis: Die Ionenkonzentrationen betragen  $c_{Na^+}^{intra} = 9 \text{ mmol/l}$ ,  $c_{K^+}^{intra} = 150 \text{ mmol/l}$ ,  $c_{Na^+}^{extra} = 144 \text{ mmol/l}$  und  $c_{K^+}^{extra} = 5 \text{ mmol/l}$ .

## Aufgabe 2: Proteine

3 Punkte

Ein Bakterium, das etwa  $1 \mu\text{m}^3$  groß ist, kann sich bis zu zwei mal pro Stunde teilen. Wieviele Aminosäuren müssen dafür pro Sekunde an jedem Ribosom miteinander verbunden werden? Hinweise: Ein Bakterium enthält etwa 20000 Ribosomen. Proteine machen etwa 1/5 der Gesamtmasse eines Bakteriums aus und das durchschnittliche Molekulargewicht einer Aminosäure beträgt 100 u.

## Aufgabe 3: Biomembranen

3 Punkte

Der Energieaufwand zur Erzeugung einer geschlossenen Membran aus einer ebenen Membran mit dem Biegemodul  $\chi$  ist durch das Oberflächenintegral über die Krümmung  $H$  bestimmt:

$$G_{ela} = \frac{1}{2} \chi \oint H^2 dO .$$

Dabei gilt für den Zusammenhang zwischen dem Biegemodul  $\chi$ , dem Young-Modul  $E$  und der Membrandicke  $d$ :

$$\chi = Ed^3/12$$

- Zeigen Sie, dass die Energie zur Bildung eines sphärischen Vesikels unabhängig von der Größe des Vesikels ist.
- Wie groß ist diese Energie für eine 4 nm dicke Lipid-Doppelschicht mit dem Young-Modul  $E = 1 \cdot 10^8 \text{ Pa}$  ?
- Wie dick müsste eine Goldfolie mit  $E = 3 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$  sein, um die gleiche Biegesteifigkeit wie eine Lipid-Membran zu besitzen?