

12.4.2 Ionenkanäle

- molekul. Mechanismen für g_i ? Hodgkin & Huxley, Ionenkanäle?

$$g_{tot} \approx 5 \frac{1}{\Omega m^2} \gg g(\text{Permeation})$$

- Fragen:
- (i) Realisierung
 - (ii) ionenspezifisch
 - (iii) Reaktion auf V
 - (iv) Zeitverhalten

- Neher & Sakmann (1975): Messung einzelner Ionenkanäle!

offener Na^+ -Kanal: $I = GV$, $G \approx 25 \cdot 10^{-12} \frac{1}{\Omega}$

mit $V - V_{\text{Na}^+}^N \approx 100 \text{ mV} \rightarrow I = 0.4 \text{ pA} \hat{=} 16000 \frac{\text{Na}^+}{\text{ms}}$

- passiver Ionenkanal: Pore aus Proteinuntereinheiten \rightarrow „Diffusion“

- ionenspezifisch:

- $G = G(V)$? \rightarrow Kanäle mit 2 Zuständen (on/off)

(i) Realisierung

(ii) 2 Zustände

$$\rightarrow g_i \sim G(\text{offen}) \times \underbrace{G_{\text{Kanal}}}_{\text{Dichte der Kanäle}} \times P_{\text{off}}^{\text{off}}$$

Wahrscheinlichkeit, daß Kanal offen

Zweinivausystem: $P_{\text{offen}} = \frac{1}{1 + e^{\Delta F/kT}}$, $\Delta F = F_{\text{off}} - F_{\text{on}}$ (12.8)

Hypothese: $\Delta F(V) = \Delta F(0) - q \frac{V}{d} l = \Delta F(0) - q \frac{V}{d} l$ (12.9)

\uparrow bewegte Ladung in Kanal \uparrow elektr. Feld \uparrow Verschiebung der Ladung \uparrow Membran Dicke

\rightarrow $P_{\text{offen}} = \frac{1}{1 + A e^{-qVl/dkT}}$ (12.10)

Exp. $\frac{q l}{k_B T d} = 0.15 \frac{1}{mV} \xrightarrow{l \leq d} \boxed{q \geq 3.8e}$

Kinetik: Ionenkanäle \approx 2-Zustands-System

\rightarrow Erwartung/ Beobachtung: exp. Rel. verhalten für Strom?!

- (i) Spangesteuert: Bsp. K^+ -Kanal
- (ii) chemisch gesteuert: Bsp: Neurotransmitter Acetylcholin } exponentiell Zerfall des Offenzustandes
- (iii) aber Na^+ -Kanal: kein expo. Verhalten s. Fig. 12.17!

2 Prozesse: 1. Schnelles Öffnen
2. Langsame Inaktivierung: Inaktivierungs-Segment s. Fig. 12.16

12.5. Nerven, Muskeln, Synapsen

• Cajal (1888): Neuronen = Zellen (Silberpräpariertechnik)

- \hookrightarrow (i) Empfänger: Dendriten
- (ii) Sender: Axon

• Verbindung von Neuronen: Synapsen

Bsp: Motor-Axon / Muskelfaser \rightarrow Muskelkontraktion

• Netzwerk von Neuronen:

(i) $\sum_i \text{Eingangssignale} > \text{Schwelle} \rightarrow \text{Axon feuert}$
in Intervall Δt

(ii) Analoge Eingangssignale \rightarrow „Feuerungs-Rate“

(iii) Neuronen verändern Verbindungen

→ Learn