

## 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  $\text{Na}^+$ -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

Zweinivau-  
system:

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

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

$\uparrow$  bewegte Ladung im 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.  $\frac{q l}{k_B T d} = 0.15 \frac{1}{\text{mV}}$   $\xrightarrow{l \leq d}$   $q \geq 3.8e$

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)  $\sum_i$  Eingangssignale  $>$  Schwelle  $\rightarrow$  Axon feuert

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

(iii) Neuronen verändern Verbindungen

→ Learn