

Medizinische Biophysik

24

Physikalische Grundlagen der Erregungsprozesse



1

Transportprozesse (Ergänzung)

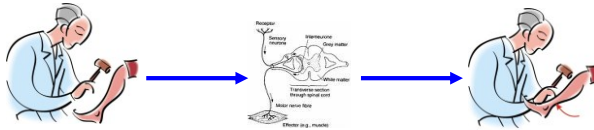
+ Informationstransport

Körper ↔ Umwelt



2

Im Körper



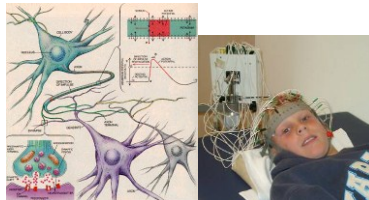
Schnelle Antwort!

Diffusion?

Wärmeleitung?

Strömung?

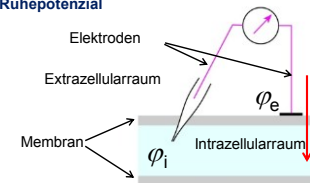
Elektrischer Strom?!!



3

Membranpotenzial

1. Ruhepotenzial



$$\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_e < 0$$



Zelle	$\Delta\varphi_m$ (mV)
Tintenfisch-Riesenaxon	-62
Froschmuskel	-92
Rattenmuskel	-92

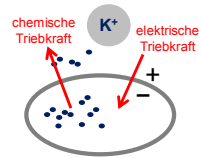
Bezeichnungen: $\Delta\varphi$, $\Delta\varphi_m$, φ , U , U_m , E , ...

4

Erklärung

Inhomogene Ionenverteilung:

	Intrazelluläre Konzentration (mmol/l)			Extrazelluläre Konzentration (mmol/l)		
Zelle	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻
Tintenfisch-Riesenaxon	72	345	61	455	10	540
Froschmuskel	20	139	3,8	120	2,5	120
Rattenmuskel	12	180	3,8	150	4,5	110



Gleichgewicht: ?

⇒ kein Gleichgewicht! Ständiger K⁺-Ausstrom!

Zelle	Nernst: $\Delta\varphi_{eq}$ (mV)			$\Delta\varphi_m$ (mV)
	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	
Tintenfisch-Riesenaxon	+46	-89	-55	-62
Froschmuskel	+45	-101	-87	-92
Rattenmuskel	+64	-93	-85	-92

⇒ kein Gleichgewicht! Ständiger K⁺-Ausstrom, Na⁺-Einstrom, und Cl⁻-Ausstrom!

⇒ **Transportmodell** Ständige Diffusion von Ionen mit unterschiedlichen Permeabilitäten

⇒ Diffusionspotenzial

⇒ Rücktransport (aktiv)

Goldman-Hodgkin-Katz-Gleichung:

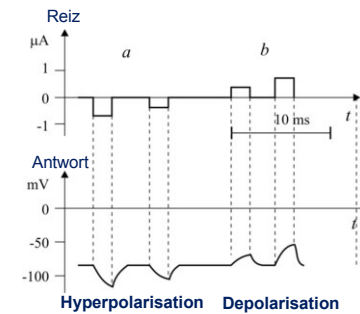
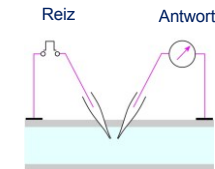
$$\Delta\varphi = -\frac{RT}{F} \ln \frac{p_{Na}c_{Na}^e + p_Kc_K^e + p_{Cl}c_{Cl}^i}{p_{Na}c_{Na}^i + p_Kc_K^i + p_{Cl}c_{Cl}^e}$$

Vereinfachte GHK-Gleichung:

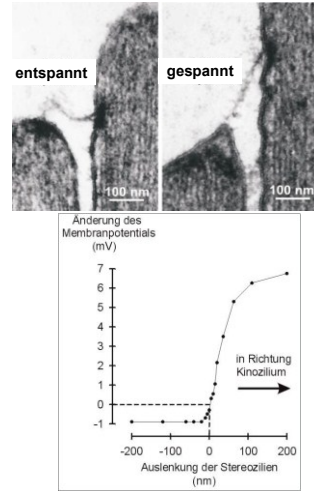
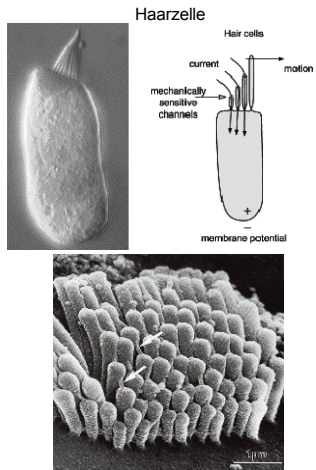
$$\Delta\varphi = -\frac{RT}{F} \ln \frac{pc_{Na}^e + c_K^e}{pc_{Na}^i + c_K^i}$$

	p	φ (gerechnet) (mV)	φ (gemessen) (mV)
Tintenfisch-Riesenaxon	0,04	-63	-62
Froschmuskel	0,01	-91	-92

2. Lokale (elektrotonische) Änderungen des Membranpotenzials

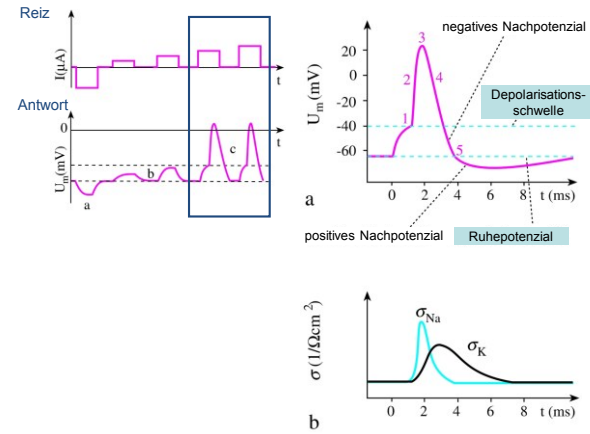


Beispiele:



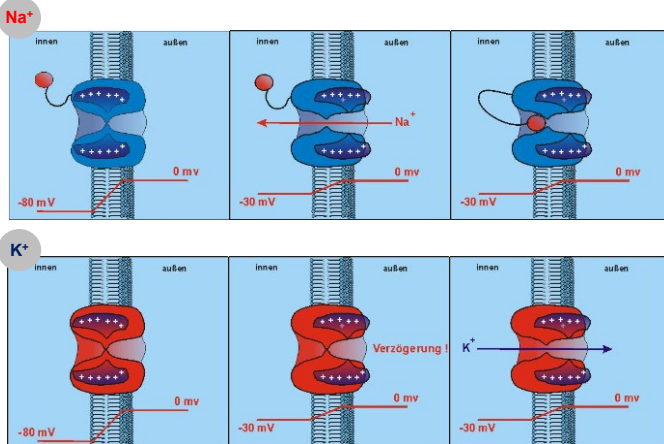
9

3. Aktionspotenzial



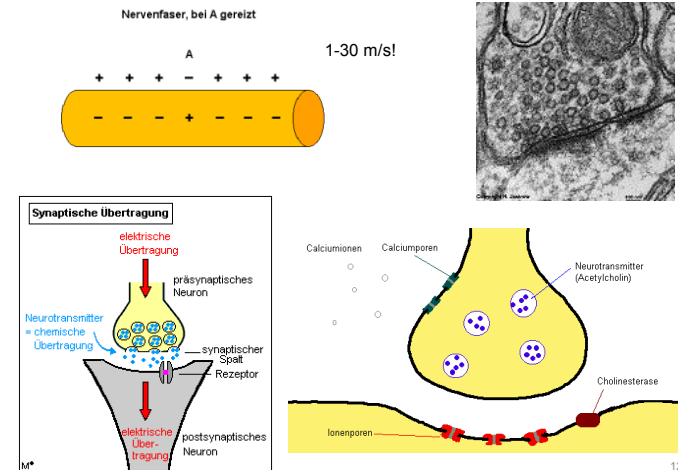
10

Spannungsgesteuerte Ionenkanäle



11

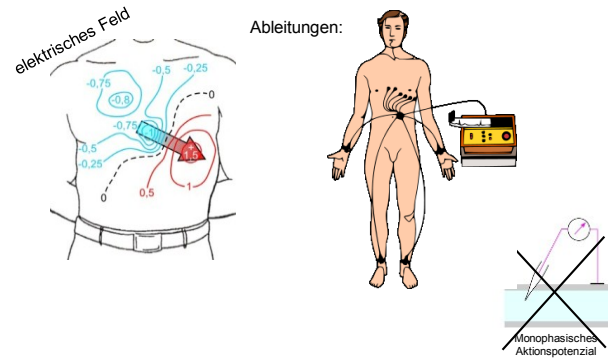
4. Ausbreitung des Aktionspotenzials



12

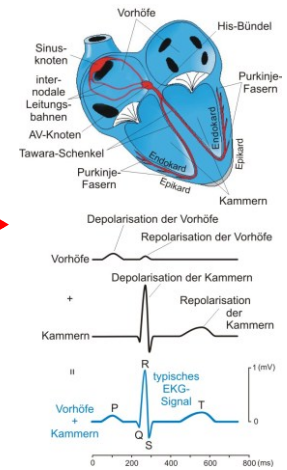
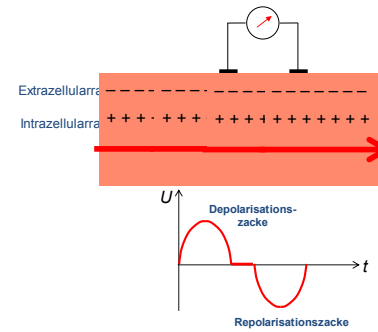
5. Anwendungen ○ Diagnostik: Messung der Biopotenziale (EKG, EEG, ...)

Elektrokardiographie



13

Diphasisches Aktionspotential



14

- Biophysik für Mediziner:
- III/4.2
 - III/4.3
 - III/4.4
 - VII/2.1

Rechenaufgaben (Praktikumsbuch): 73, 74

15