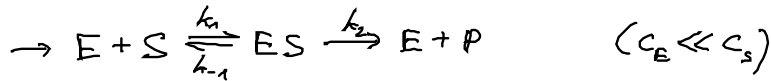
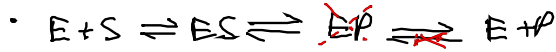


### 10.3.1 Michaelis-Menten-Regel



→  $P_{ES} = \frac{k_1 c_S}{k_{-1} + k_2 + k_1 c_S} \quad (10.10)$

• Reaktionsgeschw.:  $v = c_E P_{ES} k_2 \quad (10.11)$

mit Michaelis-Konstante:  $K_M = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1} \quad (10.12)$

$v_{\max} = k_2 c_E \quad (10.13)$

⇒  $v = v_{\max} \frac{c_S}{K_M + c_S} \quad \dots \text{MM-Regel} \quad (10.14)$

Saturationskinetik: (i)  $v \sim c_S$ ,  $c_S \ll K_M$

(ii)  $v = v_{\max}$ ,  $c_S \gg K_M \hat{=} P_{ES} = 1 !!$

• Lineweaver-Burk plot:

(10.14) →  $\frac{1}{v} = \frac{1}{v_{\max}} \left( 1 + \frac{K_M}{c_S} \right) \quad (10.15)$

(s. Folie)

• MM-Regel gilt für viele, auch komplexe Reaktionen

Voraussetzung: (i) lin. Kette von Reaktionen

(ii) letzter Schritt irreversibel

### 10.3.2 Kontrolle der Enzymaktivität

### 10.3.3. Kinesin-Motor

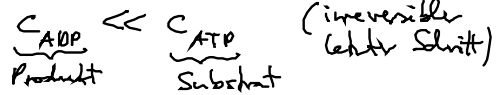
- 2-köpfiger Kinesin-Motor  $\equiv$  perfekte Ratsche, enge Kopplung

↳ Homodimer

- verläufiges Modell: nach Schüster, Vissler, Block

#### • Kinetik:

- (i) Analogie zu einfachen Enzymen:



→ M.M.-Regel:  $v_{\max}(f)$ ,  $K_M(f)$ ?

- (ii) Arbeitsrate:  $\approx 100\%$

- (iii) Svoboda et al. (1993): - Schrittlänge  $\approx 8 \text{ nm}$   
- perfekte Ratsche

- (iv) enge Kopplung: 1x ATP pro Schritt

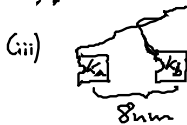
- (v) M.M.-Kinetik

Erklärung?

#### • Struktur:

- (i) Mikrotubuli: polare Dimer-Untereinheit

- (ii) „Neck-Linker“: 2 Konfigurationen  $\leftrightarrow$  ATP

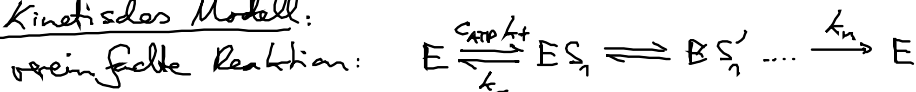


- Modell-Annahmen

#### • Bio-Chemie

→ Modell-Mechanismen

#### • Kinetisches Modell:



(i)  $1 = P_E + P_{ES_1} + P_{BS_1'}$

(ii)  $P_{ES_1} = P_{BS_1'} e^{(\Delta G + fL)/k_B T}$

(iii)  $0 = \frac{d}{dt} P_E = -c_{ATP} k_+ P_E + k_- P_{ES_1} + k_n P_{BS_1'}$

(10.16)  $\rightarrow P_{BS_1'}$

⇒ Geschw. Kopf:

$$v = k_n P_{ES_1} \cdot (\delta_{nm}) = v_{max} \frac{c_{ATP}}{K_m + c_{ATP}} \quad \dots \text{M.M.-Modell}$$

$$K_m = \frac{1}{k_+} \frac{k_- e^{(\Delta G + 5l)/k_B T} + k_n}{e^{\dots} + 1}, \quad v_{max} = k_n \delta_{nm} \left[ e^{(\Delta G + 5l)/k_B T} + 1 \right]^{-1}$$

(10.67)

Exp. Fit:  $l = 3,7 \text{ nm}$   
 $\Delta G = -5,1 k_B T$

- Motor-Anforderungen
  1. zyklische Umsetzung eines Substrats (ATP) → Nicht-GG
  2. ATP-Bindung  $\xrightarrow{\text{Allosterie}}$  Bindungsaffinität für „Polymerschiene“
  3. unsymmetrische „Polymerschiene“

### 10.3.4. Zyklische Ratsche

## 11. Maschinen in Membranen

- Ionen-Pumpen, ...  
 ↳ Bsp: Axon einer Nervenzelle

### 11.1 Elektroosmotischer Effekt

- Ionen-Konzentrationsgefälle → Nernst-Potential

(i) Ladungsverteilung

(ii) Potentialverlauf  $V(r)$ :

$$\left. \begin{array}{l} \text{div } \mathbf{E} = \frac{\rho(r)}{\epsilon_0 \epsilon} \\ \mathbf{E} = -\text{grad } V \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \nabla^2 V = \frac{\partial^2 V}{\partial r^2} = -\frac{\rho}{\epsilon_0 \epsilon} \\ \rho = e [c_+(r) - c_-(r)] \end{array} \right\} V$$

(iii)  $\Delta V = V_2 - V_1$ ? Boltzmann:  $c(r) \sim e^{-z e V(r) / k_B T}$

→  $\Delta V = V_2 - V_1 = -\frac{k_B T}{z e} \ln \frac{c_2}{c_1} \quad \dots \text{Nernst-Relation (M.1)}$

(→  $V_1 + \frac{k_B T}{z e} \ln c_1 = V_2 + \frac{k_B T}{z e} \ln c_2$ )

→  $\mu_1 = k_B T \ln \frac{c_1}{c_0} + z e V_1 + \mu^0 = \mu_2 \quad \dots \text{elektrode (M.2) Potential}$

• Donnan-GG  $\rightarrow$  „mehrfach“ Donnan-Membran-Potential

Zelle: permeable Ionen: z.B.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  + neg. geladene Proteine/  
Nucleinsäure:

$$\Sigma_{\text{macro}} = -125 \text{ mM e}$$

außen:  $c_{1,\text{Na}^+} + c_{1,\text{K}^+} - c_{1,\text{Cl}^-} = 0$  (M.3.1) ... Ladungsneutralität

z.B.  $(140 + 10 - 150) \text{ mM}$

innen:  $c_{2,\text{Na}^+}$  etc,  $\Delta V$  } 4 Unbekannte

$$c_{2,\text{Na}^+} + c_{2,\text{K}^+} - c_{2,\text{Cl}^-} + \frac{\Sigma_{\text{macro}}}{e} = 0 \quad (\text{M.3.2})$$

Nernst:  $\Delta V = -\frac{k_B T}{e} \ln \frac{c_{2,\text{Na}^+}}{c_{1,\text{Na}^+}} = \dots \text{K}^+ \dots = - \dots \text{Cl}^-$  (M.3.3/4)

$$\Rightarrow \boxed{\frac{c_{1,\text{Na}^+}}{c_{2,\text{Na}^+}} = \frac{c_{1,\text{K}^+}}{c_{2,\text{K}^+}} = \frac{c_{2,\text{Cl}^-}}{c_{1,\text{Cl}^-}}} \dots \text{Gibbs-Donnan-Relation im Donnan-GG}$$

(M.2.1-4)  
 $\bar{u}$ ?

$$c_{2,\text{Na}^+} = 210 \text{ mM}, \quad c_{2,\text{K}^+} = 15 \text{ mM}, \quad c_{2,\text{Cl}^-} = 100 \text{ mM}$$

$$\Delta V = -10 \text{ mV}$$