

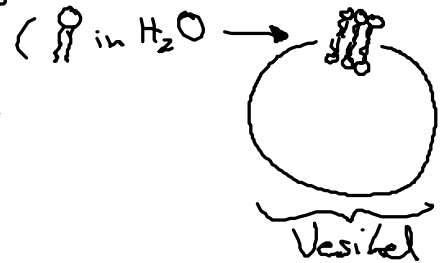
## 2.3 Molekulare Maschinen

- Bildung von Zellstrukturen? Zellaktivität?  $\leftrightarrow$  mol. Maschinen
- starke Übereinstimmung aller Zellen auf mol. Ebene

### 2.3.1 Plasmamembran

- eine Hülle für Zellen, Organellen, Vesikel } Doppelschichtmembran
  - Dicke: 4nm
  - Fläche:  $\rightarrow 10^3 \text{ nm}^2$
  - reißfest
  - flüssig  $\rightarrow$  Zellkriechen, Endocytose, Teilung, ...
  - Bildung durch Selbstorganisation

analog zu: Mikrotubuli  
F-Aktin



- Membranproteine:

### • Membranproteine

- Klassifikation:
- Transmembranproteine } integrale Membranproteine
  - über Lipide verankert }
  - an TM-Proteine gebunden: periphere "

Aufgaben: - Kanäle für Moleküle, Ionen

- Ionenpumpen

- Rezeptoren: chem. Signalweitergabe von außen nach innen

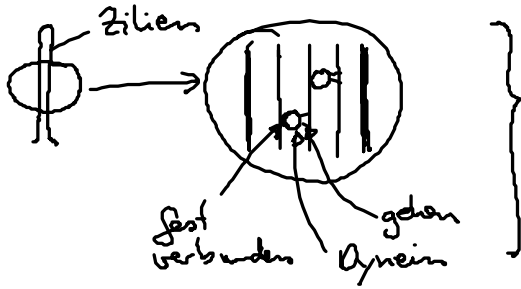
$\hookrightarrow$  Bindung an periphere MP

- Verankerung: Zellmembran  $\leftrightarrow$  Aktinlattice

- rotes Blutkörperchen: elastische Proteinstränge (Spektin)

## 2.3.2 Molekulare Motoren

- Muskel Kontraktion = F-Aktin + "gehende" Motoren (Myosin)
- Mikrotubulus + Kinesin → Transport:
  - a) Proteine, Neurotransmitter → Axonende
  - b) von Chromosomen in 2 Zellhälften



koordinierte Wellen von Dynein-Aktivität → Wellenbewegung Zilien

- Rotationsmotoren:
    - a) bakterielles Flagellum
    - b) Synthese von ATP in Mitochondrien
- Brennstoff: chem. Ungleichgewicht (z.B.  $H^+$ -Gradient)

## 2.3.3 Enzyme & Regulator Proteine

- Enzyme (...ase) (Art von Proteine):
  - katalysieren chem. Veränderungen
  - ["beschleunigen", Enzym wird nicht abgebaut]
  - komplizierte, charakteristische Gestalt
  - zerlegt große Moleküle
  - Molekülaufbau

- "Schalten" von Genen:
  - ↔ aktive, inaktive Gene
  - ↔ spezifische Funktionen von Zellen
  - Bsp: Insulinproduktion in der Bauchspeicheldrüse

Regulatorproteine erkennen und binden sich an spezifische Gene

- Repressoren: verhindern Gen-Kopie
- Aktivatoren: unterstützen "

Bakterien (bei Eukaryoten komplizierter)

- Kanäle, Pumpen

## 2.3.4 Informationsfluß in der Zelle

- Zellen-Genom = enthält Algorithmen zur Schaffung und Erhaltung eines Organismus
- Zentraler Mechanismus des Informationsflusses:

### 3. Thermische Bewegung

- Biolog. Frage: Unterschied: Nanowelt (Zelle etc.)  $\leftrightarrow$  Makrowelt  
Physikal. Idee: Ungeordnete therm. Bewegung
- Lit. E. Schrödinger, "Was ist Leben?", Piper-Verlag

#### 3.1 "Wahrscheinlichkeitslehre"

- stochastische Variable  $\hat{=}$  Wertebereich & Wahrscheinlichkeitsverteilung  $P(x)$   
(Zufalls-)

diskrete Verteilung:  $x = x_1, \dots, x_N$ ;  $P(x_i)$ ; Normierung:  
$$\sum_{i=1}^N P(x_i) = 1 \quad (3.1)$$

Kontinuierliche Verteilung:  $x \in [x_1, x_2]$ ;  $P(x) dx \dots$  Wahrscheinlichkeit für  $[x, x+dx]$  } (3.2)  
$$\int_{x_1}^{x_2} P(x) dx = 1$$

• i.f.:  $\int \dots dx \leftrightarrow \sum_i$

- Mittel-/Erwartungswert einer Observablen  $f(x)$ :  $\langle f \rangle = \int f(x) P(x) dx$  (3.3)
- n-tes Moment von  $P(x)$ :  $\langle x^n \rangle = \int x^n P(x) dx$  (3.4)

Mittelwert:  $\langle x \rangle$

Varianz:  $\langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2 = \text{Var}(x)$

("mittlere quadrat Abweichung")

$\rightarrow$  Standardabweichung:  $\sqrt{\text{Var}(x)}$  ... "Breite" von  $P(x)$

- volle Info:  $\langle x^n \rangle \leftrightarrow P(x)$

Beweis: charakt. Funktion:  $G(k) := \langle e^{ikx} \rangle = \int e^{ikx} P(x) dx$  (3.5)

$$\rightarrow \langle x^n \rangle \stackrel{(3.5)}{=} \frac{1}{i^n} \left. \frac{d^n G(k)}{dk^n} \right|_{k=0} \xrightarrow{\text{Taylor}} G(k) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(ik)^n}{n!} \langle x^n \rangle \quad (3.5b)$$

ged

- Bsp. 1: Gaußsche Verteilung:

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}} \quad (3.6)$$

$$\left. \begin{array}{l} n \text{ ungerade: } \langle (x-x_0)^n \rangle = 0, \quad \langle x \rangle = x_0 \\ n \text{ gerade: } \langle (x-x_0)^n \rangle = \underbrace{(n-1)!!}_{(n-1)(n-3)\dots 1} G^n, \text{ insbes. } \langle (x-x_0)^2 \rangle = G^2 \end{array} \right\} (3.7)$$

Bsp: 2: Rechteckverteilung: 
$$P(x) = \begin{cases} \frac{1}{2a}, & |x| \leq a \\ 0, & |x| > a \end{cases} \quad (3.8)$$

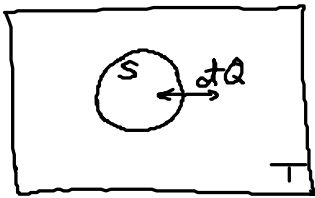
Bsp: 3: Poisson-Verteilung (diskret): 
$$P(n) = \frac{a^n}{n!} e^{-a} \quad (3.9)$$

• mehrdim. Verteilungen:  $x, y, \dots$  unabhängige stochest. Variablen

$$\iff P(x, y) dx dy = P(x) P(y) dx dy \dots \quad (3.10)$$

Multiplikationsregel

### 3.2 Boltzmann-Verteilung



kanonisches Ensemble

freie Energie:  $F(T, \dots)$

$S$ : viele mikroskopische Realisierungen mit

$$E_m = E_m(z_1, p_1, z_2, p_2, \dots, z_N, p_N)$$

$$\Rightarrow P(E_m) = \frac{1}{Z} e^{-E_m/k_B T} \quad (3.11)$$

... Boltzmannverteilung

$$Z = \sum_m e^{-E_m/k_B T} \quad (3.12)$$

... Zustandssumme