

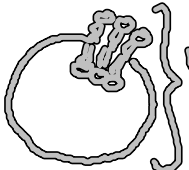
2.3. Molekulare Maschinen

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

2.3.1 Plasmamembran

- eine Hülle für Zelle
Organellen }
Umhüllend } Doppelschichtmembran aus
Phospholipiden

- Dicke: 4nm
- Fläche: $\rightarrow 10^7 \text{ nm}^2$
- reißfest!
- flüssig \rightarrow Zellkriechen, Endocytose, Teilung, ...
- Bildung durch Selbstorganisation

(P in H_2O) \rightarrow  } Vesikel

analog zu: Mikrotubuli,
F-Actin

- Membranproteine:

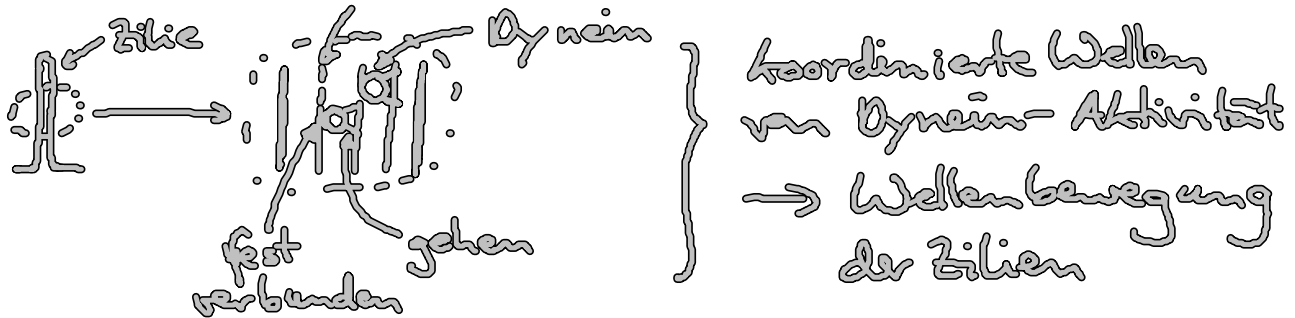
Klassifikation: - Transmembranproteine (TM) } integrale Membranproteine
- über Lipide verankert }

- an TM-Protein gebunden: periphere Membranproteine

- Aufgaben:
- Kanäle für Moleküle, Ionen
 - Ionenpumpen
 - Rezeptoren: chem. Signalweitergabe von außen nach innen
 - ↳ Bindung an periphere Membranproteine
 - Verankerung: Zellmembran ↔ Aktin Cortex
 - rotes Blutkörperchen: elastische Proteinbrücke (Spektin)

2.3.2 Molekulare Motoren

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



- Rotationsmotoren:
 - a) bakterielle Flagellum
 - b) Synthese von ATP in Mitochondrien

} Brennstoff: chem. Ungleichgewicht (z.B. H⁺-Gradient)

2.3.3 Enzyme & Regulator Proteine

- Enzyme (...ase) (Art von Protein):
 katalysieren chem. Veränderungen \rightarrow zerlegt große Moleküle
 \rightarrow Molekulanbau
 komplizierte, charakteristische Gestalt

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

- \rightarrow Repressoren: verhindern Gen-Kopie
- \rightarrow Aktivatoren: unterstützen " " " " } bei Bakterien
 (bei Eukaryoten kompliziert)

- Kanäle, Pumpen

2.3.4 Informationsfluß in der Zelle

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

3. Thermische Bewegung

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

3.1. Wahrscheinlichkeits-Theorie

- stochastische Variable $x \triangleq$ 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: $x \in [x_1, x_2]$; $P(x) dx \dots$ Wahrscheinlichkeit für $[x, x+dx]$
 ↑
 Wahrscheinl. dichte

$$\int_{x_1}^{x_2} P(x) dx = 1 \quad (3.2)$$

i.f. $\int \dots dx \longleftrightarrow \sum_i$

- Mittel-/Erwartungswert einer Observablen $f(x)$:

$$\langle f \rangle = \int f(x) P(x) dx \quad (3.3)$$

- n-tes Moment von $P(x)$: $\langle x^n \rangle = \int x^n P(x) dx \quad (3.4)$

Mittelwert: $\langle x \rangle$

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

("mittlere quadrat Abweichung")

→ Standardabweichung: $\sqrt{\text{Var}(x)}$

... Breite von $P(x)$

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

Beweis: charakt. Funktion:

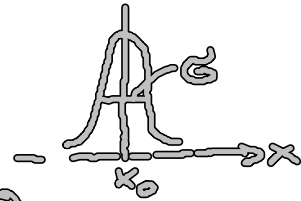
$$G(k) := \langle e^{ikx} \rangle = \int e^{ikx} P(x) dx \quad (3.5)$$

$$\rightarrow \langle x^n \rangle = \int x^n P(x) dx = \frac{1}{i^n} \frac{d^n G(k)}{dk^n} \Big|_{k=0}$$

$$\stackrel{\text{Taylor}}{\iff} G(k) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(ik)^n}{n!} \langle x^n \rangle \quad \text{qed} \quad (3.56)$$

• Bsp1: Gaußsche Verteilung:

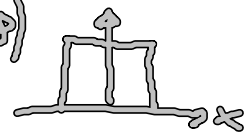
$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}} \quad (3.6)$$



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

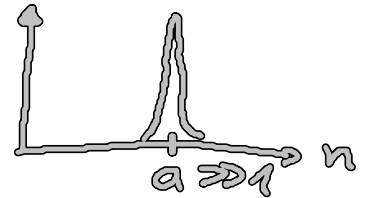
Bsp2: Rechteckverteilung:

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



Bsp3: Poisson-Verteilung (diskret):

$$P(n) = \frac{a^n}{n!} e^{-a} \quad (3.9)$$



• mehrdim. Verteilungen:

$x, y \dots$ unabhängige stochast. Variablen

$$\iff P(x, y) dx dy = P(x) P(y) dx dy \dots \text{Multiplikationsregel} \quad (3.10)$$