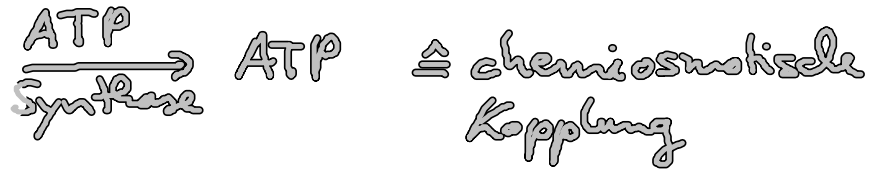


11.3 Mitochondrien als ATP-Fabriken

• Energieverbrauch: $2 \cdot 10^{26}$ ATP-Moleküle / Tag
 $\approx 160 \text{ kg} \rightarrow$ hohe Recycling-rate $\gg \frac{1}{s}$

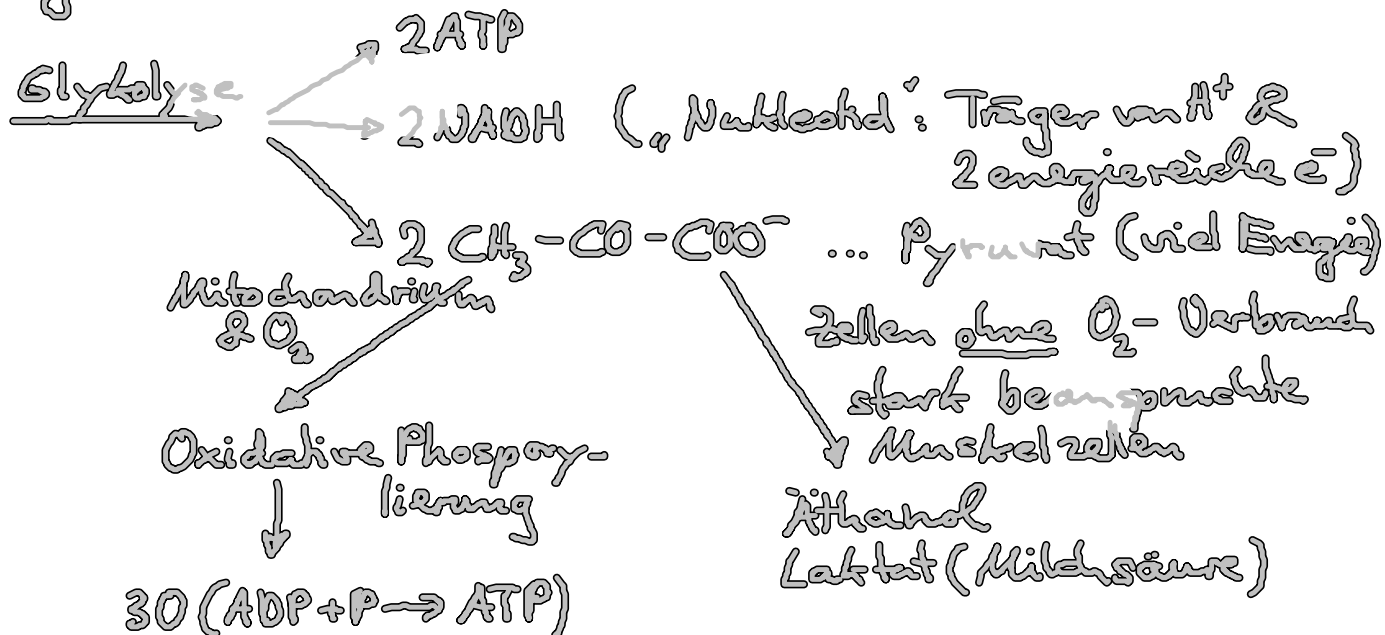
• "moderner" industrieller Prozeß

• hier: Nahrung $\xrightarrow[\text{Erzeugung}]{\text{Energie-}}$ Protonengradient



11.3.1 Chemische Porene & chemiosmotischer Mechanismus

• Nahrung: Fett & Zucker \longrightarrow Glukose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)

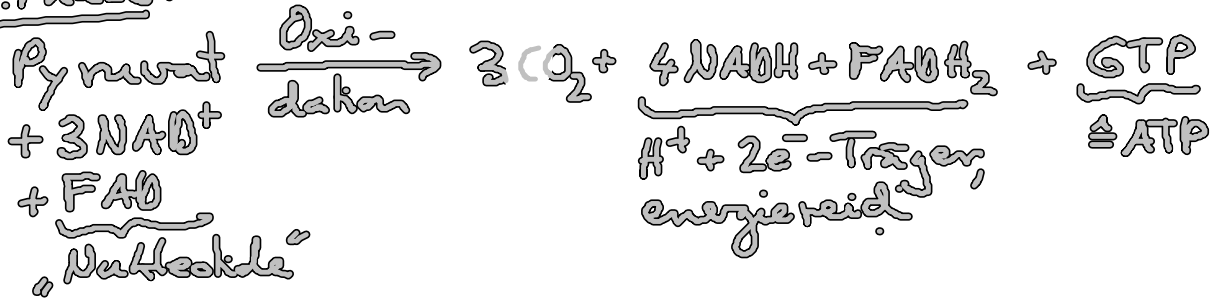


[Oxidation = e⁻-Entzug]

• Mitochondrium

• Oxidative Phosphorylierung:

1. Phase:



2. Phase:

chemiosmotischer Mechanismus: Mitchell (1961)

chem. Energie \rightarrow Protonengradient
 \rightarrow ATP

(i) Energieerzeugung



Enzymkomplex

Pumpe 10 H⁺ aus Matrix durch innere Membran:
 $\Delta \text{pH} = 1,4$, $\Delta V = -0,16 \text{V}$

Bilanz: $\Delta G_{\text{tot}} = \Delta G_{\text{NAD}} - 10 \Delta \mu_{\text{H}^+} ?$

$$\mu = k_B T_r \ln\left(\frac{c}{c_0}\right) + \mu^{\circ} + eV$$

$$\rightarrow \Delta \mu_{\text{H}^+} = k_B T_r \ln\left(\frac{c_{\text{in}}}{c_{\text{out}}}\right) + e \Delta V \stackrel{c_{\text{H}^+} = 10^{-\text{pH}} \text{M}}{=}$$

$$= -k_B T_r \left[\Delta \text{pH} (\ln 10) - \frac{e \Delta V}{k_B T_r} \right]$$

$$= -8,8 k_B T_r$$

$$\rightarrow \Delta G_{\text{NAD}}^{\circ} - 10 \mu_{\text{H}^+} = 0$$

mit $\Delta G_{\text{NAD}} < G_{\text{NAD}}^{\circ} \rightarrow \Delta G_{\text{tot}} < 0$

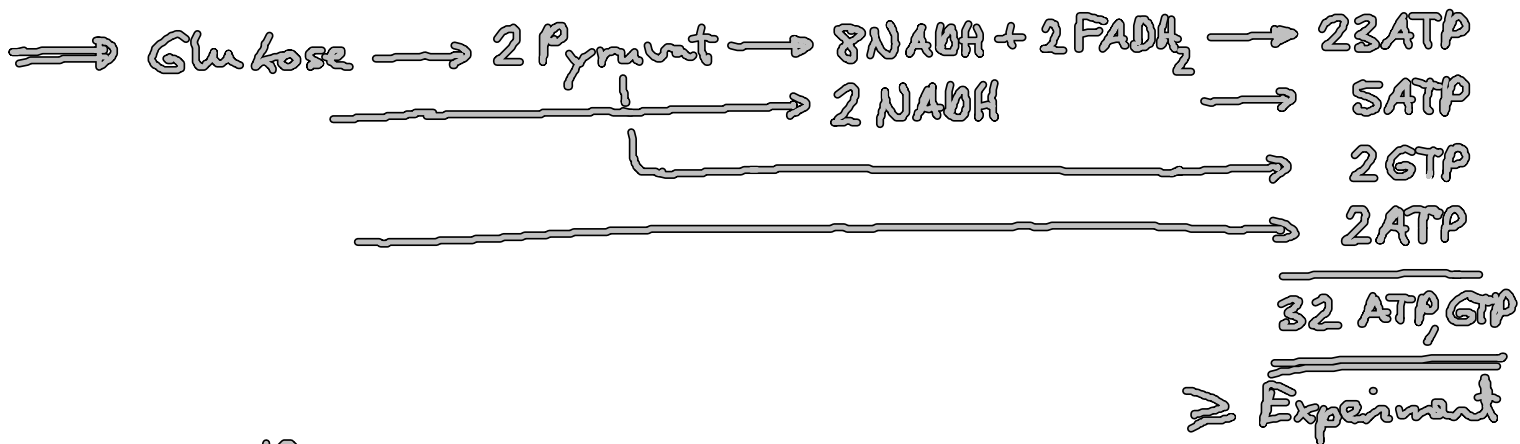
(ii) Übertragung: $\Delta\mu_{\text{H}^+} < 0$ entlang innerer Membran (elektr. Isolat)

→ (iii) Arbeit: ATP-Synthese \rightarrow ATP: $\Delta G_{\text{ATP}} \approx 20 k_B T$
 $\approx 2.3 |\Delta\mu_{\text{H}^+}|$
 eher: $3 |\Delta\mu_{\text{H}^+}|$
 & $1 |\Delta\mu_{\text{H}^+}|$ für Transport:
 ADP, P, ATP

$$\frac{10\text{H}^+}{3+1} \approx 2,5 \text{ ATP/NADH}$$

$$1,5 \text{ ATP/FADH}_2$$

(iv) Bilanz



- ATP-Synthese
- Chemiosmotische Kopplung

12. Nerven-Impulse

• Neuronen: Weiterleitung von Information \rightarrow Spannungsimpulse

Problem: ohmsche Verluste

Lösung: Nichtlinearitäten (vgl. Solitonen auf Wasseroberfläche)

12.1. Phänomenologie: Elektrophysiologie des Axons

- Aufgaben eines Neurons
- Spannungs-Impulse entlang Axon:
 - (i) schwache Anregung: \rightarrow Dämpfung innerhalb einiger mm
 - (ii) starke Anregung: jenseits Schwelle
 - \rightarrow starkes Aktions-Potential (unabhängig von Stimuli)
 - $\hat{=}$ Nerven-Impuls
 - \rightarrow keine Dämpfung

12.2 Zell-Membran als elektr. Netzwerk: Telegraphen-G.

- passive / ohmsche Membran
- Membranstück: Fläche A

(i) eine Ionen species:

$$\left. \begin{array}{l} \rightarrow \text{Widerstand: } R_i = \frac{1}{g_i A} \\ \text{Strom: } I_i = j_i A \\ \text{Nennst-Sp.: } V_i \end{array} \right\} \text{Ersatzschaltbild}$$

(ii) mehrere Ionen species: Ersatzschaltbild