

Grundlagen der Biologischen Physik

- Inhalt: Biologische Phänomene / "Leben"
↔ physikal. Konzepte
- Literatur: Philip Nelson, Biological Physics, Freeman 2004
- Termin: Di... 16⁰⁰ - 17⁵⁰
Do.. 14¹⁰ - 16⁰⁰
- Übungen: R. Vogel
Termin: Di. 10¹⁵ - 11⁴⁵ EW 731, Beginn: 21.10

1. Einleitung

- Woher kommt die ausgeprägte Ordnung lebender Organismen? ↔ Ständiger Fluß von Energie erzeugt Ordnung
(Wegweiser: Ilya Prigogine, Systeme fern vom thermodynam. GG)
- Energiequelle: Sonne
- Sonnenenergie → Ordnung (Leben) + Wärme

1.1 Grundlagen der Thermodynamik (TD)

- 1. Hauptsatz (1^{HS}) der TD ≙ Energieerhaltung

$$dE = dQ + dW_{\text{mech}} + dW_{\text{chem}} \quad (1.1)$$

Energie-
 änderung im
 System

Wärme zu-
 fuhr
 Bsp: Reibung

mechan.
 Arbeit

chem.
 Arbeit

erzeugt weitere/
 thermische Energie
 "ungeordnete,
 molekulare,
 Bewegung"

aus nutzlicher Energie
 (wertvoll)

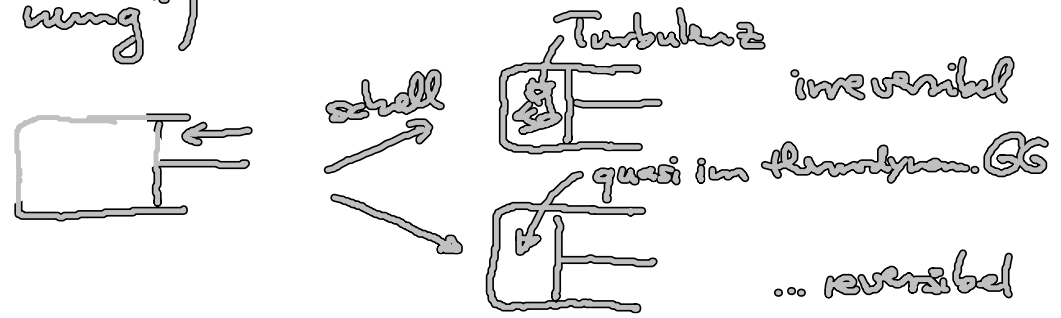
- a) potentielle Energie } Wasser-
- b) kinet. Energie } kraft-
- c) chem. " : $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ } werk
- d) Ordnung + Wärme! (S.u.)

NB: zugeführte Energien, etc
 sind > 0

• 2. HS der TD: Entropie S ,
 („Maß für Unord-
 nung“)

$$dS \geq \frac{dQ}{T} \quad (1.2)$$

↑ irreversibel
 ↓ reversibel



in geschlossenen Systemen: $dS \geq 0$.. Unordnung
 nimmt zu

⇒ Erzeugung von Ordnung benötigt offene Systeme!

• Systeme bei konst. T:

freie Energie: $F = E - TS \quad (1.3)$

mögliche spontane Prozesse: $F \rightarrow \text{Minimum}$

$$\Delta F = \Delta E - T \Delta S < 0 \quad (1.4)$$

- (a) $\Delta E < 0$, $S = \text{konst.}$ oder T klein (Mechanik)
- (b) $\Delta S > 0$, T groß (TD)

(c) Kombination: $\Delta E < T\Delta S$, so dass $\Delta F < 0$
insbesondere

$F \equiv$ "Arbeitspotential": mit $\Delta E = T\Delta S + \Delta W_{\text{mech/chem}}$ (in 1.4)
reversibel

$\rightarrow -\Delta F = -\Delta W_{\text{mech/chem}}$... maximale Arbeitsleistung bei reversiblen Prozessen
 $-\Delta F > -\Delta W_{\text{mech/chem}}$... irreversible Prozesse

1.2. Biologische Ordnung

1.2.1. Osmotische Maschine

• Fig. 1.3:

• Näherung: Zuckerslösung als "ideales Gas" & vernachlässige

Ww der Zuckermoleküle untereinander

$$p_{\text{osm}} = c k_B T \quad (1.6)$$

mit Boltzmann'sche Konst. k_B und Hoff Relation

osm. Druck durch Z. verleh. auf Gefäßwand

Konzentration:

$$c = \frac{N}{V}$$

(vgl: $pV = Nk_B T = nRT$)

Mol. Zahl n ideale Gas konst. R