

# Grundlagen der Biologischen Physik

- Inhalt: Biologische Phänomene / "Leben"  
↔ physikal. Konzepte
- Literatur: Philip Nelson, Biological Physics, Freeman 2004
- Termin: Di... 16<sup>00</sup> - 17<sup>50</sup>  
Do... 14<sup>10</sup> - 16<sup>00</sup>
- Übungen: R. Vogel  
Termin: Di. 10<sup>15</sup> - 11<sup>45</sup> EW 731, Beginn: 21.10

## 1. Einleitung

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

### 1.1 Grundlagen der Thermodynamik (TD)

- 1. Hauptsatz (HS) der TD ≙ Energieerhaltung

$$\underbrace{dE}_{\text{Energie-} \underbrace{\text{änderung im System}}} = \underbrace{dQ}_{\substack{\text{Wärmezun-} \\ \text{fuhr} \\ \text{Bsp: Reibung}}} + \underbrace{dW_{\text{mech}}}_{\substack{\text{mechan.} \\ \text{Arbeit}}} + \underbrace{dW_{\text{chem}}}_{\substack{\text{chem.} \\ \text{Arbeit}}} \quad (1.1)$$

erzeugt wertlose/  
thermische Energie  
"ungeordnete,  
molekulare  
Bewegung"

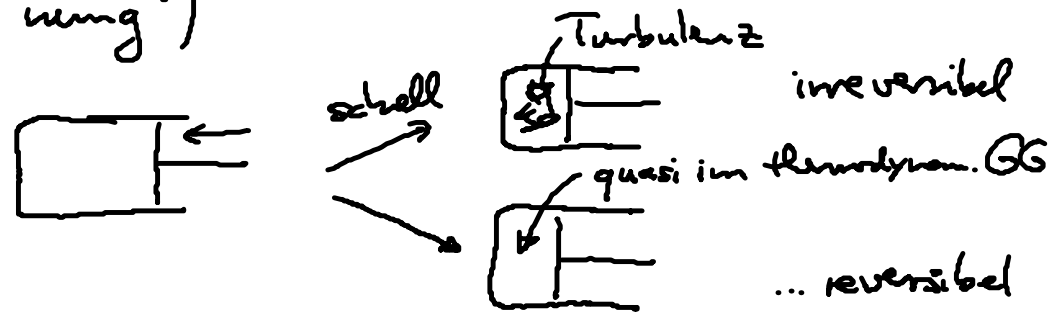
aus nützlicher Energie  
(wertvolle)

- 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“)

$$dS \begin{cases} \geq \frac{dQ}{T} & \text{irreversibel} \\ = \frac{dQ}{T} & \text{reversibel} \end{cases} \quad (1.2)$$



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

$\Rightarrow$  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  $\Delta E = T\Delta S + \Delta W_{\text{med/chem}}$  (in 1.4)  
reversibel

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

## 1.2. Biologische Ordnung

### 1.2.1. Osmotische Maschine

• Fig. 1.3:

• Näherung: Zuckerlösung als "ideales Gas"  $\hat{=}$  vernachlässigbare

Ww der Zuckermoleküle untereinander

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

Boltzmann'sche Konst.  $\swarrow$   
van't Hoff Relation  $\nwarrow$   
Konzentration  $\uparrow$

osm. Druck durch Z. molek. auf Gefäßwand

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

$$(\text{vgl. } pV = Nk_B T = nRT)$$

Mol. zell  $\swarrow$   $\nwarrow$  ideale Gas konst.