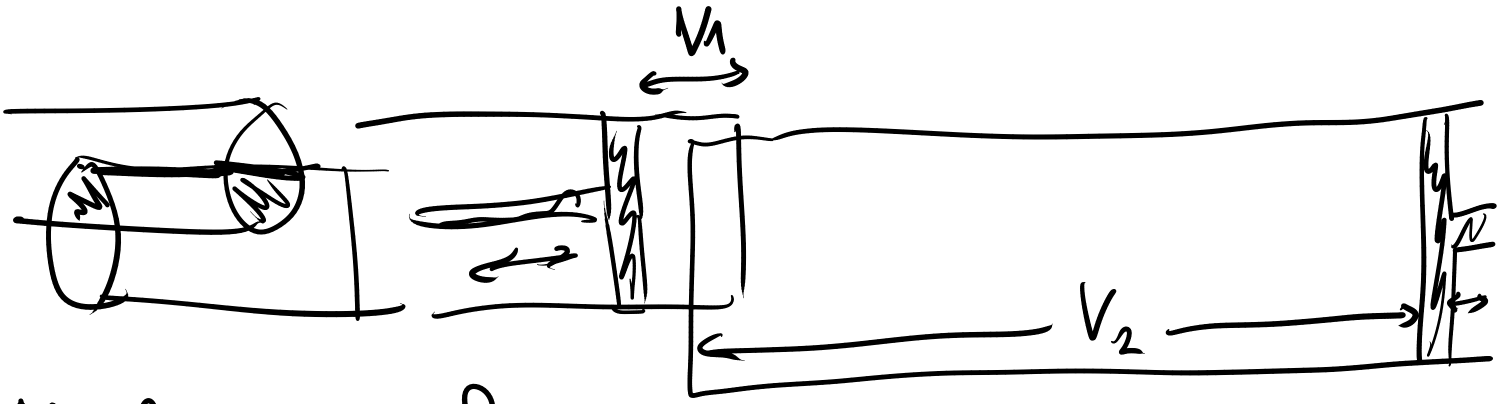
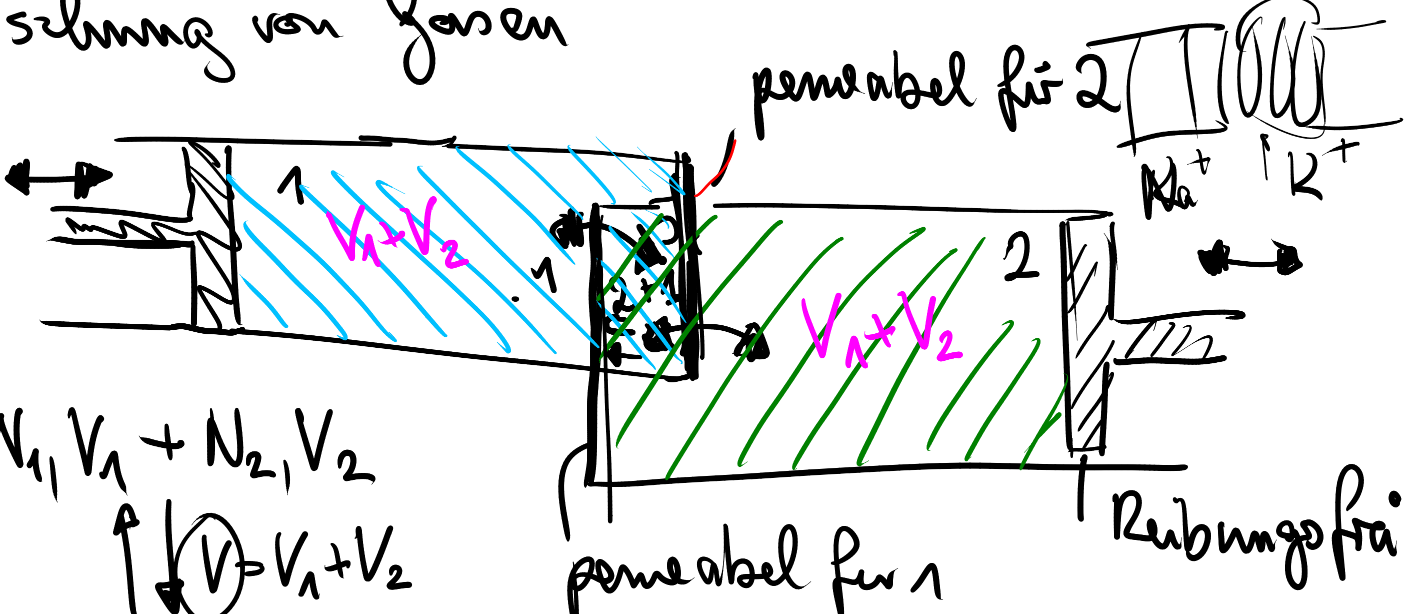


Mischung von Gasen



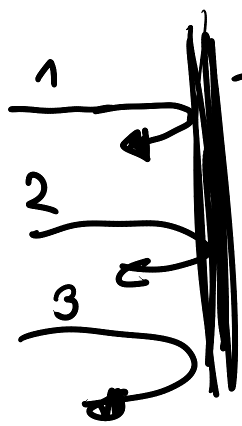
$N_1, V_1 + N_2, V_2$

$V = V_1 + V_2$

Mischen

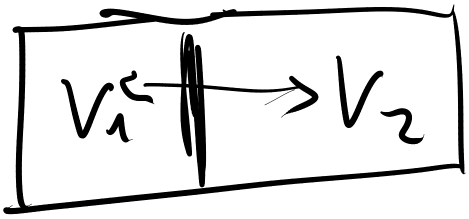
$$\boxed{p_i V = N_i k T}$$

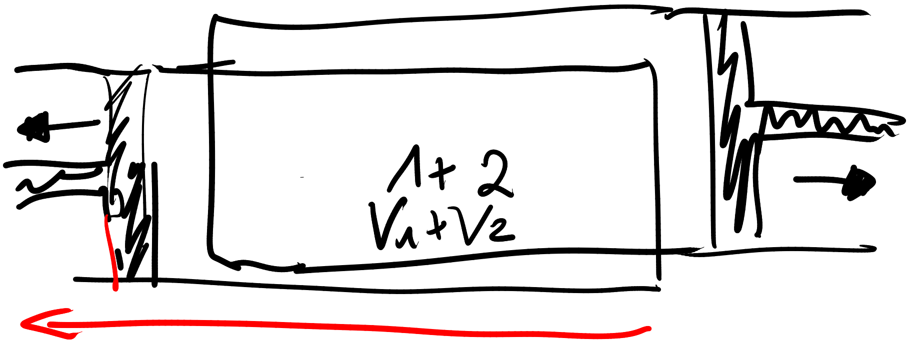
Partialdruck



$F = p \cdot A$

$F_i = \sum_i p_i A$





1. Prozess: ①: $V_1 \longrightarrow V_1+V_2 = V$

②: $V_2 \longrightarrow V_1+V_2 = V$

$p_i = \frac{n_i RT}{V}$

$+p\,dV$

Isotherm $\quad \underbrace{\delta Q_{rev} \overset{1.H.S.}{=} -\delta W_{rev}}_{\Delta T = 0} = RT\left(n_1 \ln\frac{V}{V_1} + n_2 \ln\frac{V}{V_2}\right)$

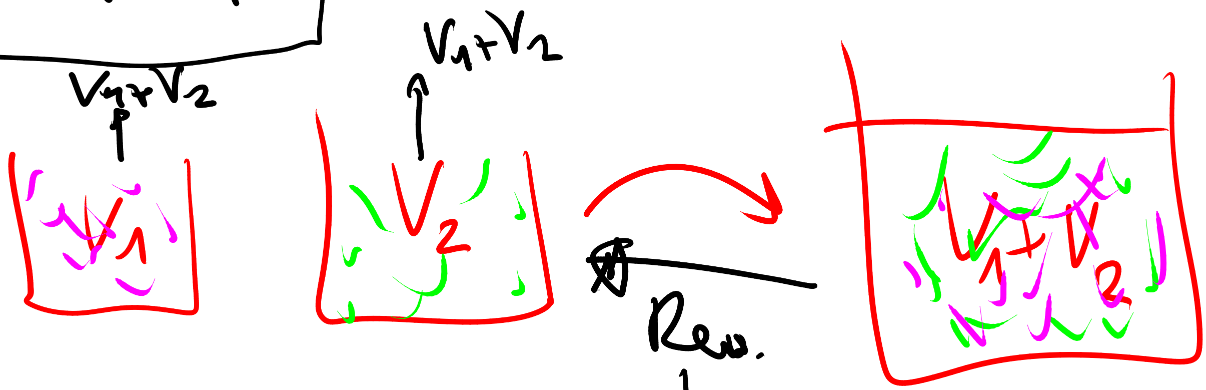
ideales Gas $(U \sim T)$

$p_i V = n_i R T$

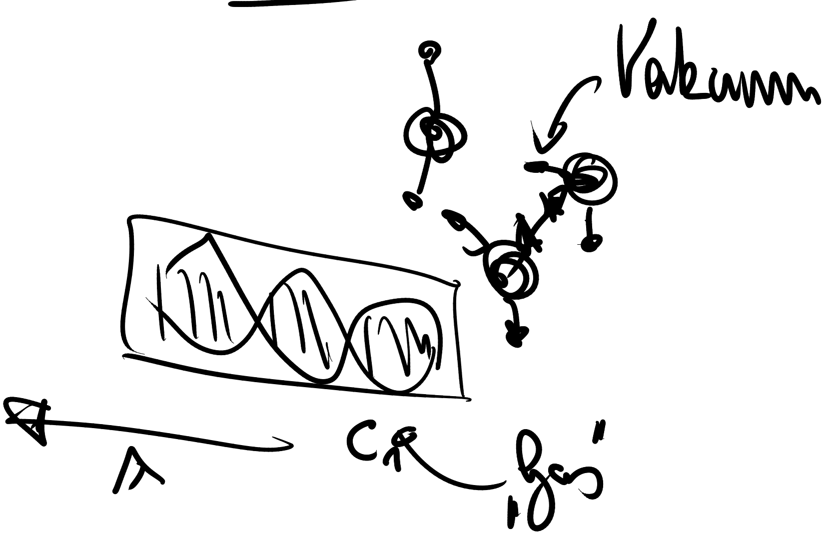
$V \sim n$

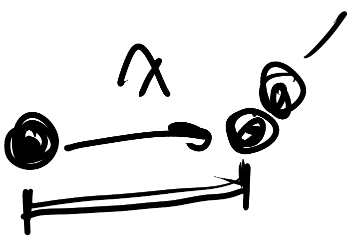
$$Q_{rev} = RT\underbrace{\left[n_1 \ln\frac{n}{n_1} + n_2 \ln\frac{n}{n_2}\right]}$$

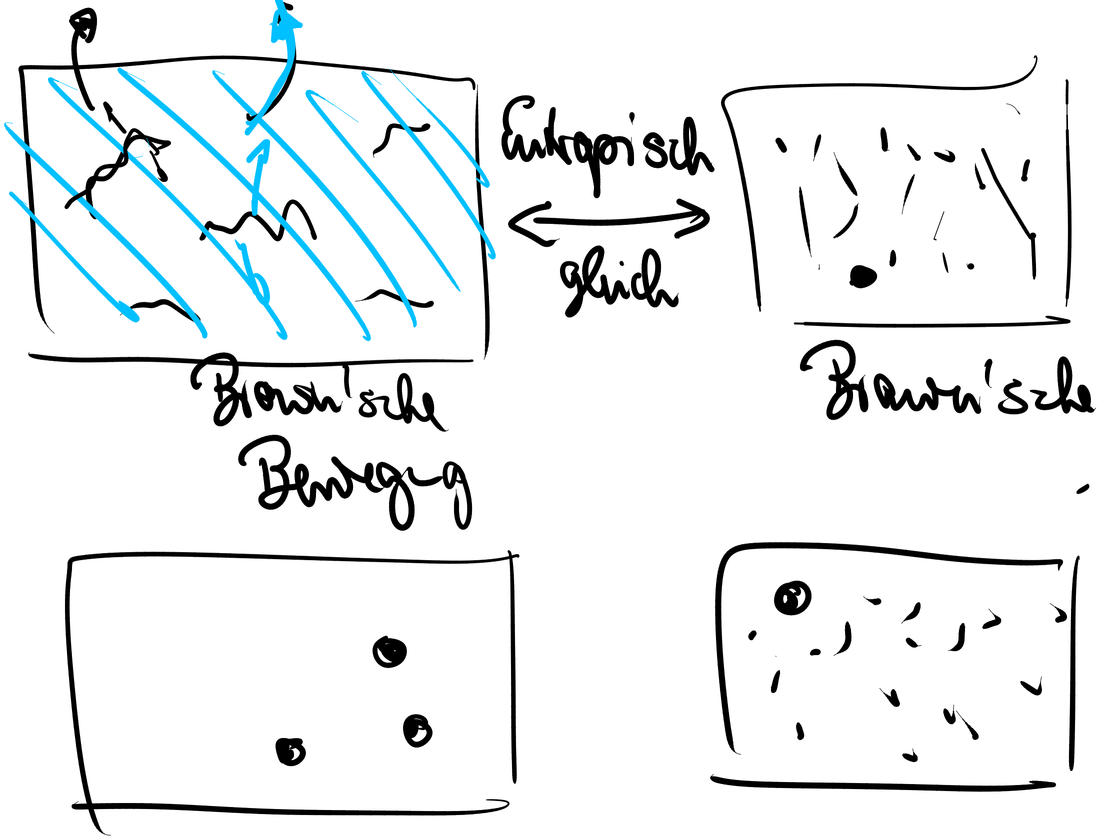
$$\underbrace{\Delta S_{Misch} = \frac{Q_{rev}}{T}}$$



$\Delta Q \longrightarrow \Delta S.$







Mischungsentropie (aus Wärmen bei rev. Mischung)

$$\Delta S = k\left[N_1 \ln \frac{N_1+N_0}{N_1} + \cancel{N_0 \ln \frac{N_1+N_0}{N_0}}\right] \quad \ln 1 = 0 \quad 1$$

$$\boxed{\approx k N_1 \ln \frac{N_0}{N_1}} \qquad \boxed{N_0 \gg N_1}$$

$$\Delta G = -T\Delta S$$

$$\mu_0^{\text{Misch}} = \left.\frac{\partial G}{\partial N_0}\right|_{T,p,N_1} = \mu_0 - \underbrace{\frac{kT N_1}{N_0}}$$

$$\ln(N_1+N_0) - \cancel{\ln N_1}$$

$$-\frac{\partial}{\partial N_1}\left[-\cancel{\ln} N_0 + \ln N_1\right]$$

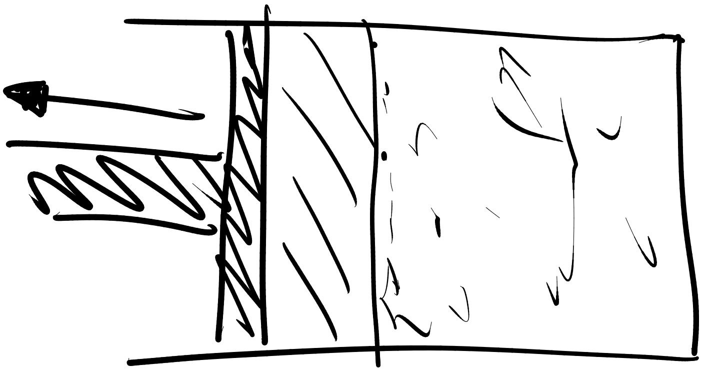
$$\mu_1^{Misch} = \frac{\partial G}{\partial N_1}\Big|_{T,p,N_0} = -\frac{kT\cancel{N_1}}{\cancel{N_1}} + kT \ln \frac{N_1}{N_0}$$

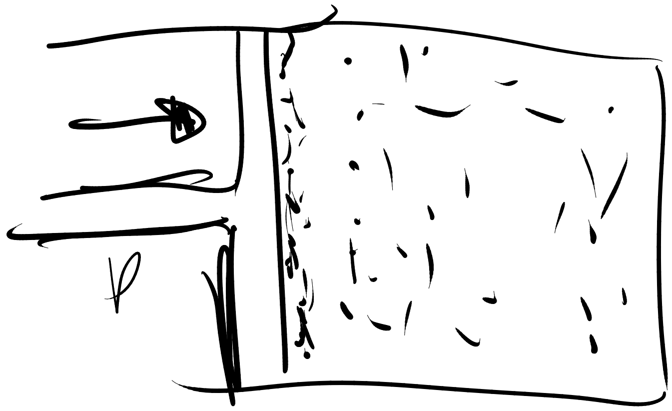
μ_0

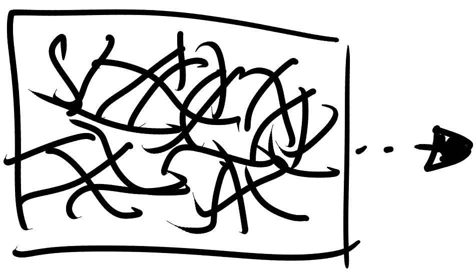
$$G = \underline{\mu_1 N_1} + \underline{\mu_0 N_0} + G_{Misch}$$

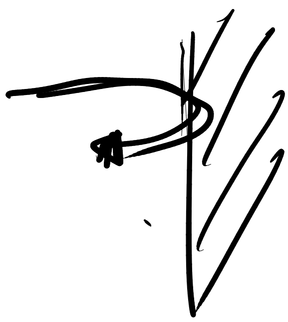
$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

Im Gleichgewicht $\sum_i \mu_i N_i = \sum G_i = const$







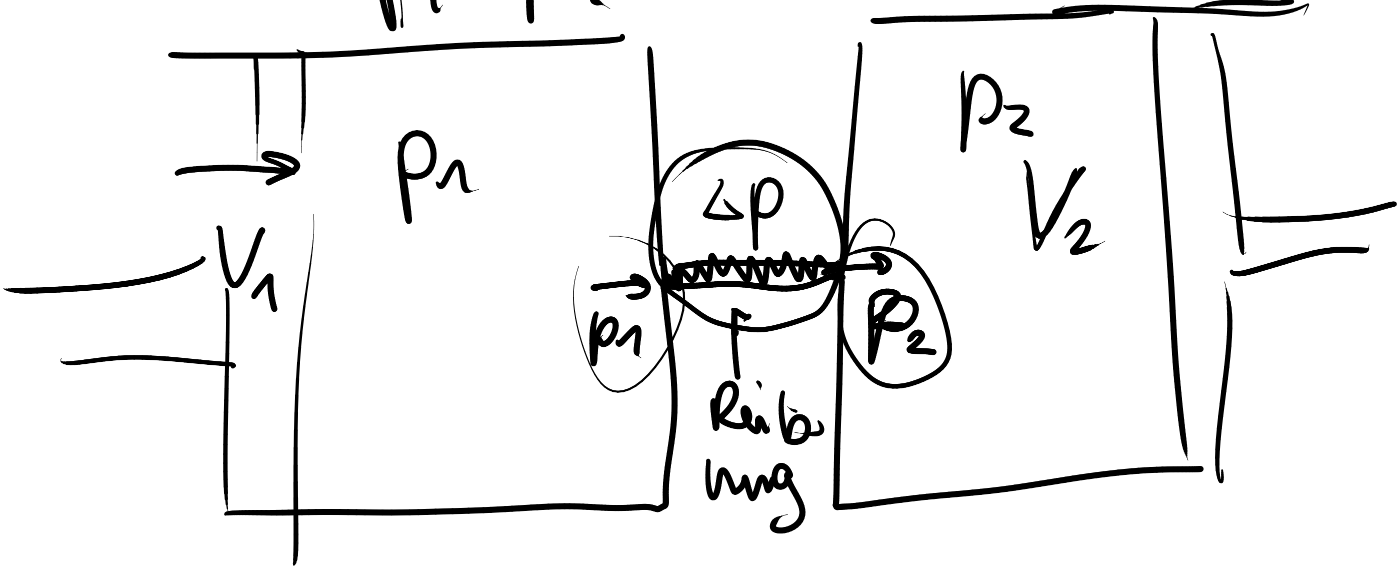


$$0 = \Delta Q = \Delta U - \Delta W$$

$$= (U_2 - U_1) + \int_0^{V_2} p_2\, dV - \int_0^{V_1} p_1\, dV$$

$$0 = \underbrace{U_2 + p_2V_2} - \underbrace{U_1 - p_1V_1}$$

$p_1 > p_2$



Wie auch $-SdT + Vdp = Nd\mu$?

$$dU = TdS - pdV + \mu dN$$

$$G = \mu \cdot N$$

$$dG = \mu dN + N d\mu$$

$$p_i V_i^{\gamma} = \text{const}$$

$$\boxed{pV = nRT}$$

$$p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma}$$

$$U = TS + pV$$

$$dU = -TdS + p(V)dV$$

$S(T)dT$

$p \sim 1/V$

Wechselseitige Verknüpfung der Transportvorgänge

a) Temperaturdifferenzen erzeugen Druckdifferenzen.

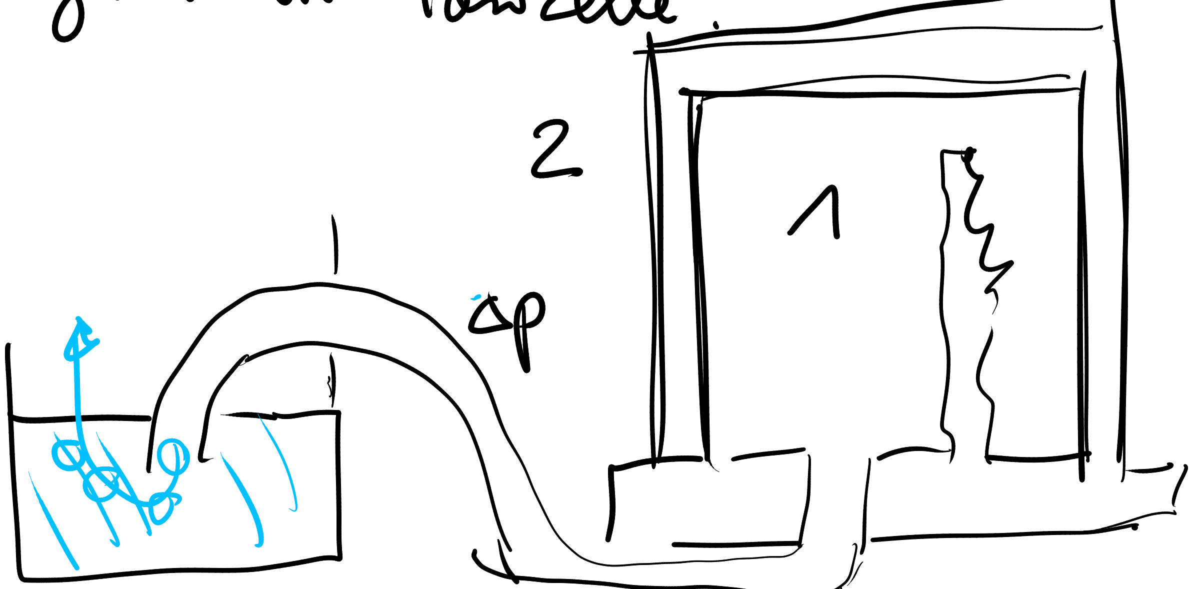
(b) Tempdiff → Konzentrationsgefälle)

In erster Näherung sind die Transportvorgänge unabhängig voneinander (∇n und ∇T unabhängig). In zweiter Näherung findet man Abhängigkeiten.

a) Tempdiff → Druckdifferenzen.

Knudsen-Effekt

Ein Teil der Zimmerluft befindet sich in einer geheizten Tonzelle



Man beobachtet einen kontinuierlichen anhaltenden Luftstrom.

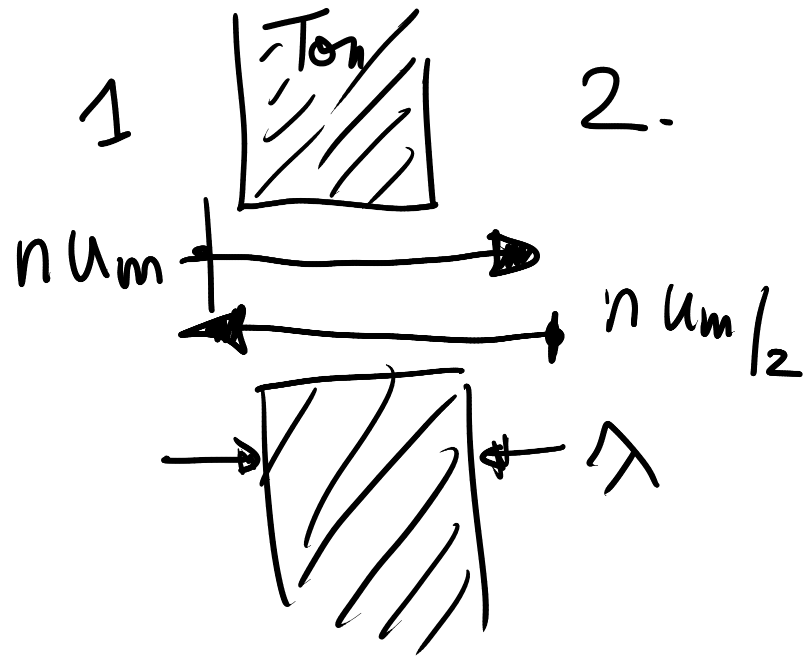
Stationarität: $\frac{\partial N}{\partial t} = 0 \leadsto (n u_m)_1 = (n u_m)_2$

mit $p = nkT$; $u_m^2 \propto kT$

$$\frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

Unterschiedliche Temperatur auf beiden Seiten der porösen Wand erzeugt gleichgerichteten Druckunterschied

Anschaulich



b) In Gasmischungen erzeugen Temperaturdifferenzen Konzentrationsgefälle.

Besteht ein Temp.-gefälle, so folgt aus der Transportgrundgleichung mit $n = \frac{3p}{m u_m^2}$:

$$\frac{\partial N}{\partial t} = - A \lambda \frac{p}{m} \frac{\partial (1/u_m)}{\partial x}$$

$$= - \frac{A \lambda}{3} \frac{\partial (n u_m)}{\partial x}$$

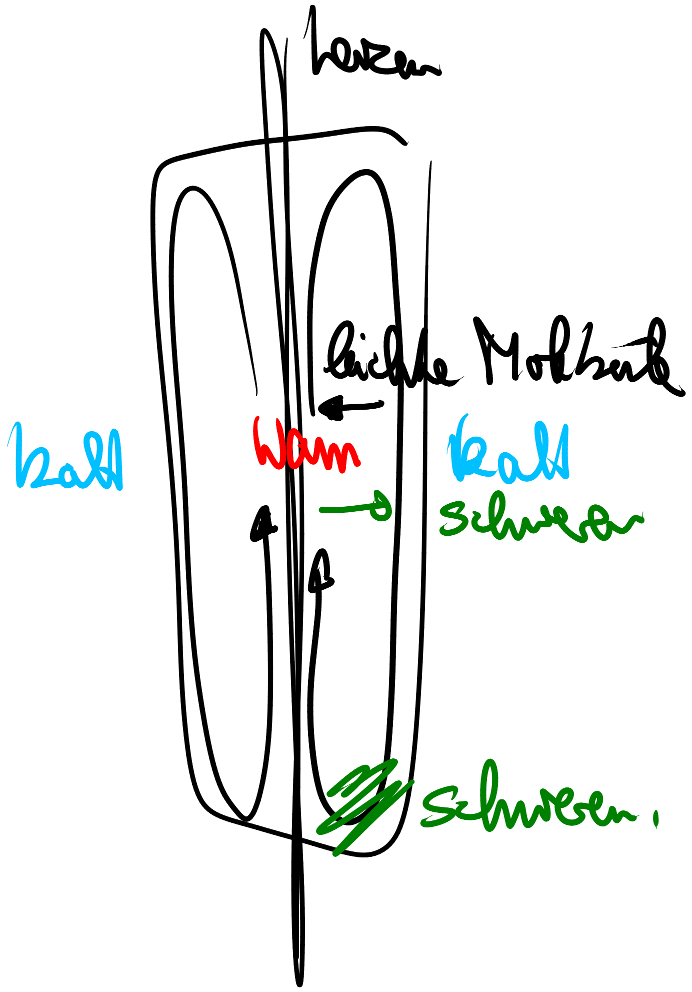
und weiter mit $u_m = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

$$\frac{\partial N}{\partial t} = A \lambda \frac{p}{2T \sqrt{3mkT}} \frac{\partial T}{\partial x}$$

Molekülstrom in Richtung zunehmender Temperatur. Bei Mischungen: stärker für schwerere Moleküle

$\rightarrow$ leichte Moleküle auf der heißen, schwere auf der kalten Seite.

In Kombination mit thermischer Konvektion steigt die leichte Komponente auf, die schwere sinkt ab.



Ideales Gas beim Drosselprozess:

$$H = U + pV$$

$$= \frac{f}{2} NkT + NkT = \frac{f+2}{2} NkT$$

$$0 = H_2 - H_1$$

$$H = \text{const} \rightarrow T = \text{const}$$