

c) Ideale Gasmischungen

Dalton'sches Partialdruckgesetz

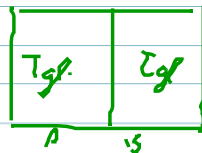
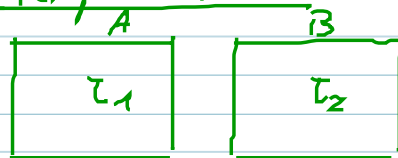
$$p_{\text{ges}} = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

$$p_i = n \cdot \frac{R T}{V} = x_i n \frac{R T}{V} = x_i p$$

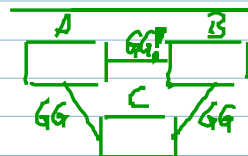
↑  
Stoffmengenanteil  
 $x_i = \frac{n_i}{n}$

Reale Gase : Abweichungen

d) Temperatur



Kontakt  $\rightarrow$  Temp ausgleich  
 $T_1 = T_2 = T_{gl}$   
„thermisches Gleichgewicht“



0 Hauptsatz der Thermodynamik

$$\left. \begin{array}{l} T_A = T_c \\ T_B = T_c \end{array} \right\} T_A = T_B$$

Anwendung: Thermometer

### c) Ideale Gasmischungen

#### Dalton'sches Partialdruckgesetz

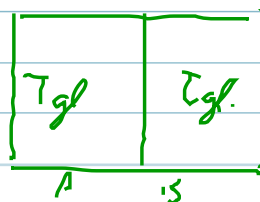
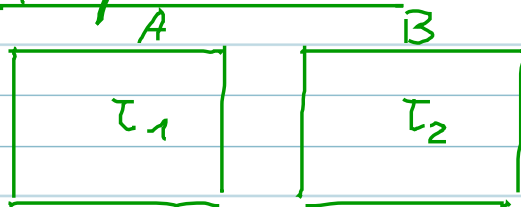
$$p_{\text{ges}} = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

$$p_i = n_i \frac{R \overline{c}}{V} = x_i n \frac{R \overline{c}}{V} = x_i p$$

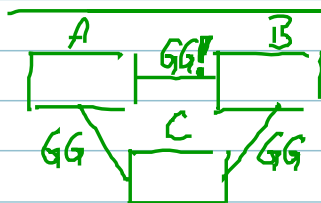
↑  
Stoffmengenanteil  
 $x_i = \frac{n_i}{n}$

Reale Gase · Abweichungen

### d) Temperatur



Kontakt  $\rightarrow$  Temp. ausgleich  
 $T_1 = T_2 = T_{\text{gl}}$   
„thermisches Gleichgewicht“



0 Hauptsatz der Thermodynamik

$$\left. \begin{array}{l} T_A = T_C \\ T_B = T_C \end{array} \right\} T_A = T_B$$

Anwendung: Thermometer



## Def. Temperaturskala

### Def. Grad Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ )

Fixpunkte      Siedepunkt  $\text{H}_2\text{O}$  bei 1 atm =  $100^{\circ}\text{C}$   
Schmelzpunkt    "    "    "    "    =  $0^{\circ}\text{C}$

### Def Grad Kelvin (K) $\rightarrow$ thermodynamische, absolute Temperaturskala

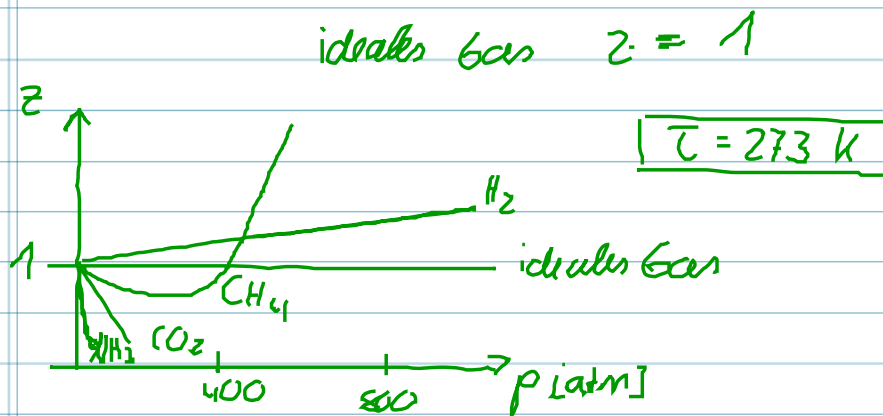
Fixpunkt: Tripelpunkt  $\text{H}_2\text{O}$  :  $273,16\text{ K}$ ,  $6,11\text{ mbar}$   
(GG fest, flüssig, gasförmig)    "invariant"

+ absoluter Nullpunkt

## 2.2. Reale Gase und Flüssigkeiten

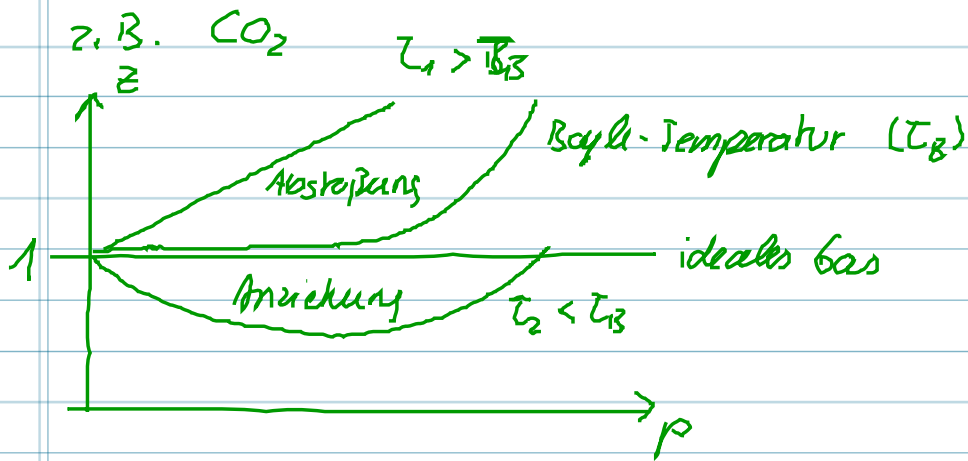
Abweichungen vom idealen Verhalten

$\hookrightarrow$  Kompressionsfaktor  $z = \frac{p \cdot \tilde{V}}{R \cdot T}$



$\Rightarrow$  Unterschiedliches Verhalten von Gasen

## Einfluß der Temperatur $z$

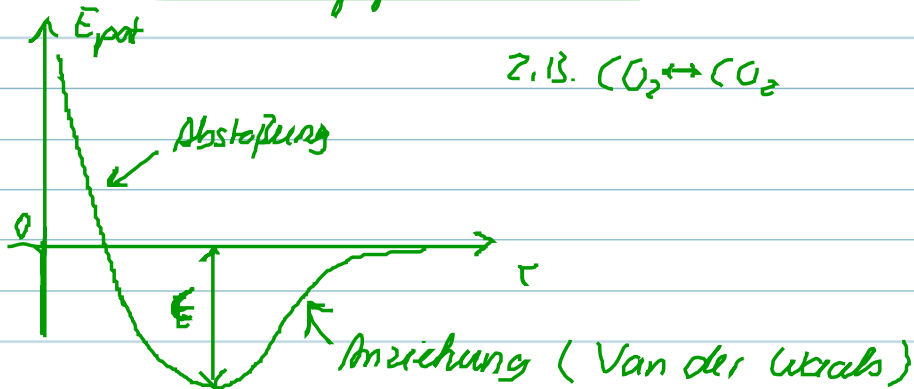


## Wechselwirkungskräfte

Abstoßung  $(z > 1)$  Abstoßungskräfte kurze Reichweite  
 $\rightarrow$  dominieren bei hohen Drücken und Temperaturen

Anziehung  $(z < 1)$  Anziehungskräfte größerer Reichweite  
 $\rightarrow$  dominieren bei niedrigen Drücken und Temperaturen

## Wechselwirkungspotential



für  $E \ll E_{\text{kin}}$   $T_B$  Anziehungskräfte vernachlässigbar  
 ideales Verhalten bis zu rel hohen Drücken

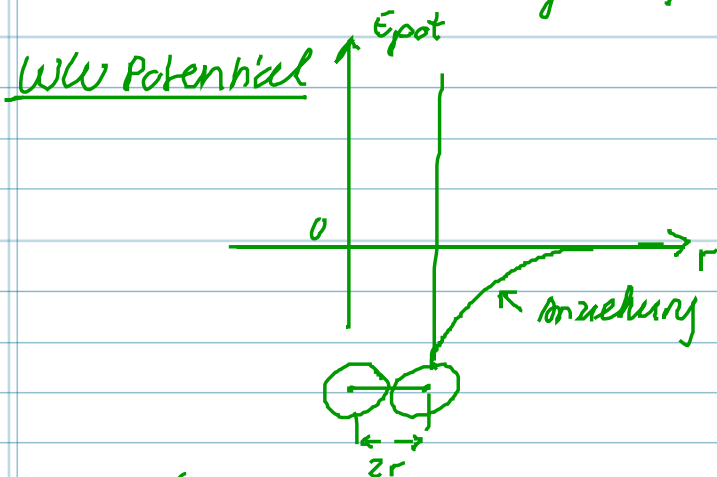
zu  $T_B \left( \frac{\partial Z}{\partial P} \right)_{T_B} = 0$  für  $p \rightarrow 0$

Bsp.  $T_B$   $H_2$  110 K  
 $CO_2$  715 K

↳ Verflüssigung von Gasen

a) Van der Waals'sche Zustandsgleichung

- Modell
- 1) Eigenvolumen der Moleküle wird berücksichtigt als "harte Kugeln"
  - 2) weitreichende Wechselwirkungen / Anziehungskräfte werden berücksichtigt



↳ qualitativ richtige Beschreibung

Abstoßungskräfte: kurze Reichweite  
 Anziehungskräfte: größere Reichweite

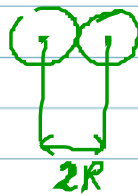
## Abweichungen: Korrektur des idealen Gasgesetzes

$$(p + \pi) (\tilde{V} - b) = RT$$

$\uparrow$                        $\uparrow$   
Binnendruck            Kovolumen

Van der Waalsche  
Zustandsgleichung

Volumenkorrektur     $b$  beschreibt Eigenvolumen



$$\frac{4}{3}\pi (2R)^3 = 8 \frac{4}{3}\pi R^3$$
$$= 8 \tilde{V}_{\text{Molekül}}$$

$$b = 4 \cdot \tilde{V}_{\text{Molekül}} \cdot N_A$$

$b$  = Parameter

Druckkorrektur     $\pi$  beschreibt Binnendruck

$$p_{\text{real}} = \frac{p\tilde{V}}{\tilde{V}} - \pi$$



Ansatz über Reihenentwicklung nach  $\tilde{V}^{-1}$

$$\pi = \frac{c}{\tilde{V}} + \frac{a}{\tilde{V}^2} + \frac{d}{\tilde{V}^3} + \dots$$

vernachlässigbar

$$\underline{\underline{(p + \frac{c}{\tilde{V}} + \frac{a}{\tilde{V}^2}) (\tilde{V} - b) = RT}}$$

bei hohen Drücken ideales Verhalten:  $c = 0$

$$\hookrightarrow \boxed{\pi = \frac{a}{\tilde{V}^2}} \quad a = \text{Parameter}$$

Anziehungskräfte.

$$\sim \frac{1}{\tilde{V}^2}, \quad \sim \frac{1}{r^6}$$

Van der Waals'sche Zustandsgleichung

$$\left(p + \frac{a}{\tilde{v}^2}\right) (\tilde{v} - b) = RT$$