

## Destillation/Rektifikation

Molenbruch in Flüssigkeitsphase:  $x_i$

Molenbruch in Gasphase:  $y_i$

Gleichgewichtsdiagramme:  $y = f(x)$

Druckdiagramme:  $p_{\text{ges}} = f(x, y)$

Siedediagramme:  $F = f(x)$  als Siedekurve

$T = f(y)$  als Taukurve

Raoult:  $p_i = x_i \cdot p_i^\circ$

Dalton:  $p_i = y_i \cdot p_{\text{ges}}$

Gleichgewichtsdiagramme

Berechnung binäre Gemische (A, B)

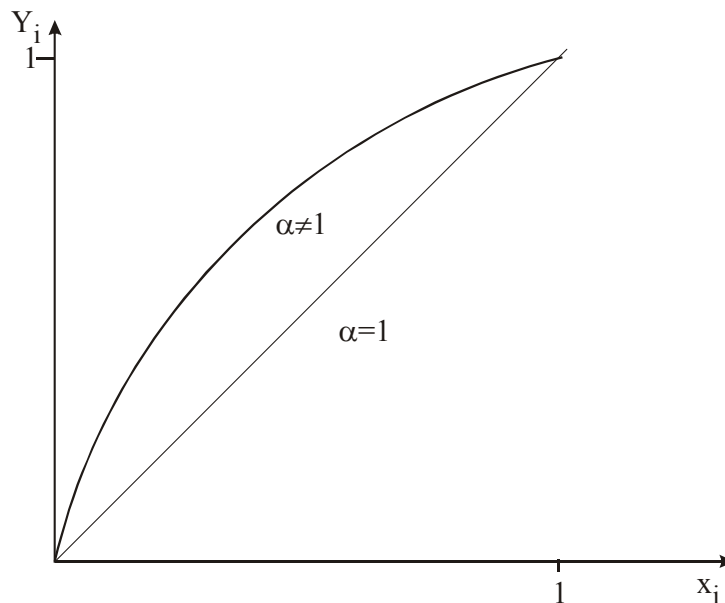
Raoult:  $p_A = x_A \cdot p_A^\circ$   
 $p_B = x_B \cdot p_B^\circ$

Dalton:  $p_A = y_A \cdot p_{\text{ges}}$   
 $p_B = y_B \cdot p_{\text{ges}}$

$$\frac{y_A}{y_B} = \frac{x_A \cdot p_A^\circ}{x_B \cdot p_B^\circ} = \alpha \cdot \frac{x_A}{x_B}$$

$$\alpha = \frac{(1 - x_A) \cdot y_A}{x_A (1 - y_A)}$$

allgemein:



In der Realität gilt aber nicht immer:

$$p_A = x_A \cdot p_A^\circ$$

sondern:  $p_A = a_A = \gamma_A \cdot x_A$ , mit a: Aktivität,  $\gamma$ : Aktivitätskoeffizient

ideale Mischungen:  $\gamma = 1$  linearer Verlauf

reale Mischungen:  $\gamma > 1$  positive Abweichung (repulsive Wechselwirkungen)

$\gamma < 1$  negative Abweichungen (attraktive Wechselwirkungen)

Wie erhält man die Siedekurve?

binäres Gemisch: Eine Gleichgewichtsbeziehung (Konode) zwischen  $x_A$  und  $y_A$  besteht.

A:  $p_A = x_A \cdot p_A^\circ$

B:  $p_B = x_B \cdot p_B^\circ = (1 - x_A) \cdot p_B^\circ$

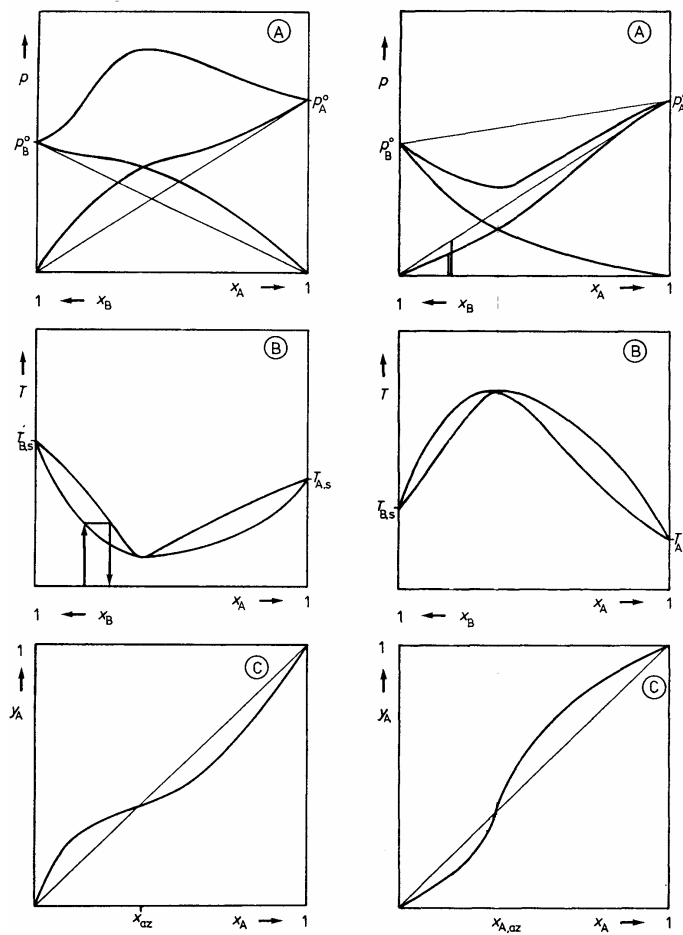
Daraus folgt: 
$$x_A(T) = \frac{p_{\text{ges}} - p_B^{\circ}}{p_A^{\circ} - p_B^{\circ}}$$

Wie erhält man die Taukurve?

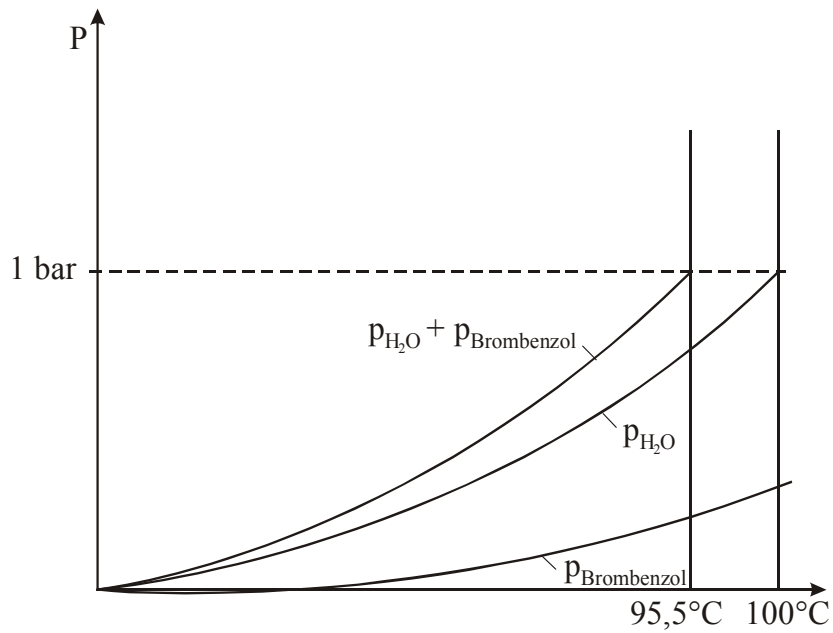
$$p_{\text{ges}} = p_A + p_B = x_A \cdot p_A^{\circ} + (1 - x_A) \cdot p_B^{\circ}$$

$$y_A(T) = \frac{\alpha \cdot x_A}{1 + x_A(\alpha - 1)}$$

Azeotrope:



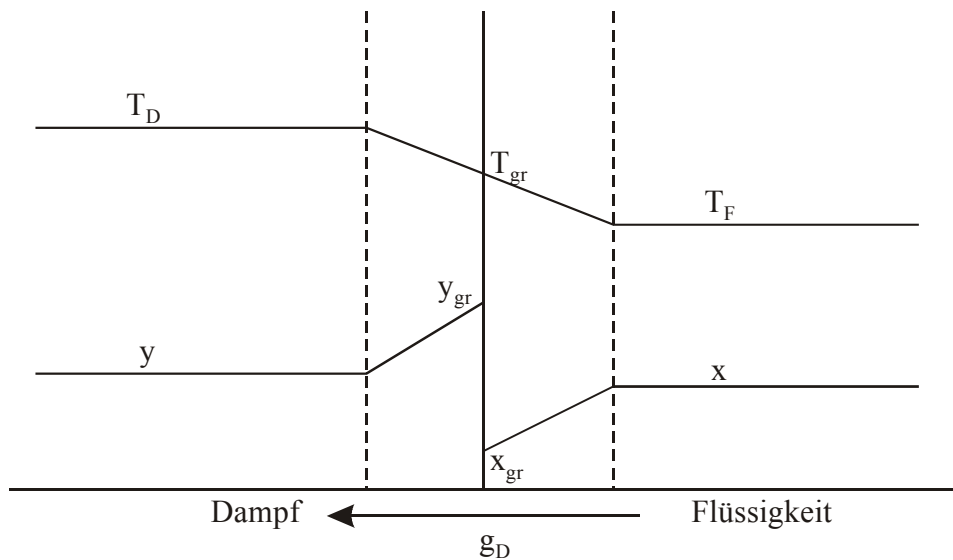
## Wasserdampfdestillation (gegen Normaldruck)



Beispiel für Trennung Brombenzol über Wasserdampfdestillation

Rektifikation:

An jeder Phasengrenze gilt:



$y_{gr}$  und  $x_{gr}$  stehen an Phasengrenze im Gleichgewicht.

Stofftransportgeschwindigkeit:  $g_D$

$$g_D = \beta_y (y_{gr} - y) = \beta_x (x - x_{gr})$$

## McCabe-Thiele für binäre Gemische

D: gesamter Dampfstrom [mol/Zeit]

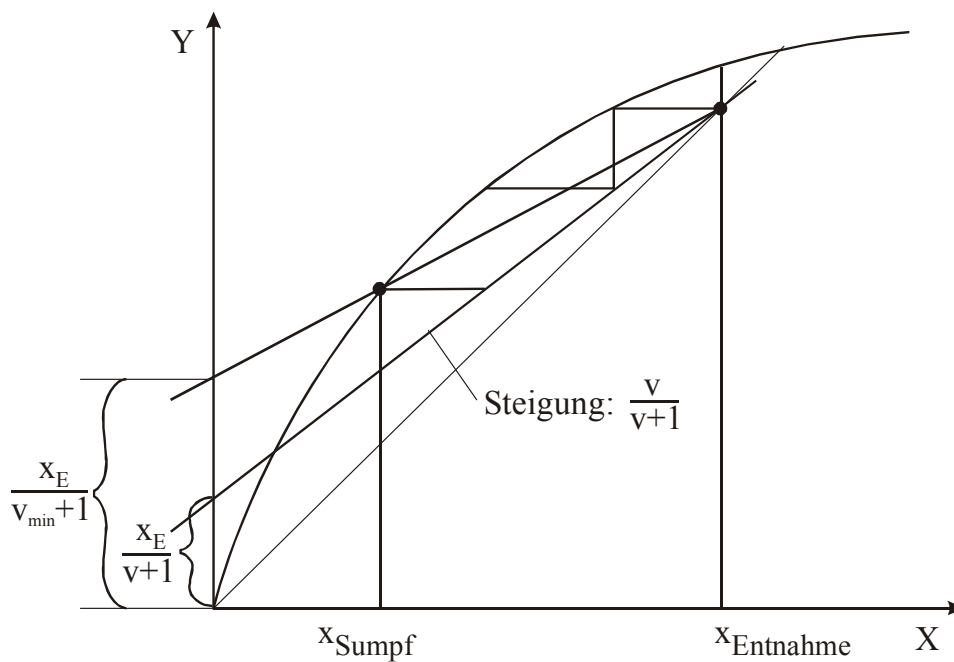
F: gesamter Flüssigkeitsstrom [mol/Zeit]

E: abgenommener Erzeugnisstrom [Destillation in mol/Zeit]

Bilanz:  $D = F + E$

Für leichter flüchtige Komponenten: gilt mit Rücklaufverhältnis  $V = \frac{F}{E}$

$$y \cdot D = x \cdot F + x_E \cdot E$$

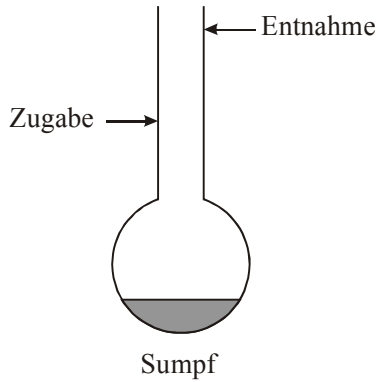


$V \rightarrow \infty$  Gleichgewichtsgerade

$V \rightarrow 0$  bis  $V_{\text{min}}$  möglich

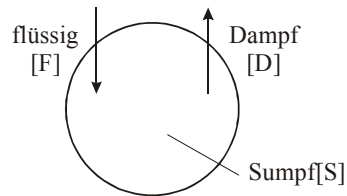
Bodenzahl wird empirisch bestimmt.

Bedenken: Sumpf verarmt, also kein konstantes System



Bei Kolonnen mit Auftriebs- und Abtriebsteil müssen der Auftriebsteil wie oben und der Abtriebsteil gesondert bilanziert werden.

Antriebsteil:



$$x \cdot F = x_s \cdot S + y \cdot D$$

$$y = \frac{F}{D} \cdot x - \frac{S}{D} \cdot x_s \quad V_A = \frac{F}{S}$$

da  $F = S + D$

$$y = \frac{V_A}{V_A - 1} \cdot x - \frac{1}{V_A - 1} \cdot x_s$$

