

Aufgabe 2:

Ein Ammoniak-Wasser-Gemisch (Abb.3) wird in einer offenen Destillationsanlage getrennt.

- Zeichne ein Verfahrensbild mit Grundinformationen nach DIN EU ISO 10628 der Anlage.
- Welche Menge an quasi reinem Ammoniak kann gewonnen werden?
- Die Destillation wird kurz vor dem Zeitpunkt beendet, wo der Dampf nicht mehr aus reinem Ammoniak besteht. Wie hoch ist dann der Ammoniak-Massenanteil in der Blase?

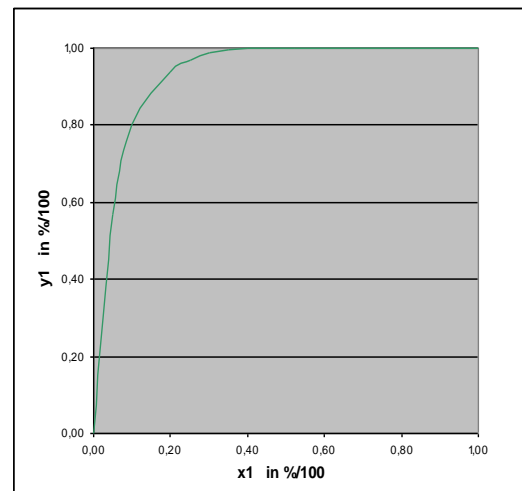
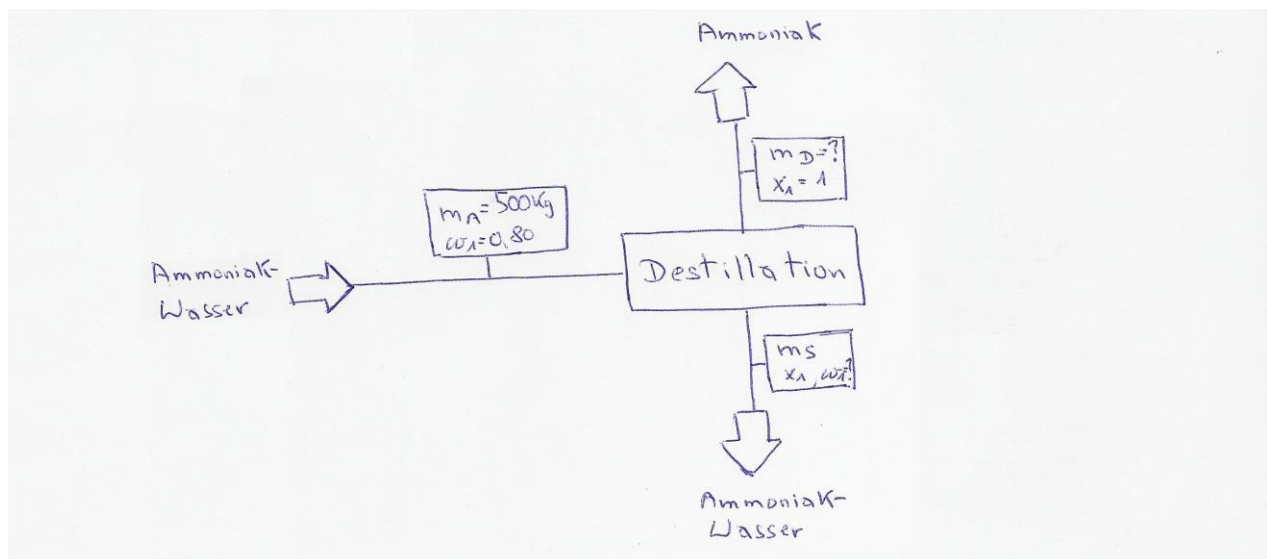


Abb.3: McCabe-Thiele-Diagramm von Wasser

Angaben: $m = 500 \text{ kg}$, $w_1 = 0,80$;
 $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g/mol}$.

Lösung 2:

a) Zu Destillationsbeginn (Anfang):

$$\begin{aligned} \text{Masse an Ammoniak: } m_A &= w_A \cdot m_A = 0,80 \cdot 500 = \underline{400 \text{ kg}} \\ \text{Masse an Wasser: } m_2 &= m_A - m_A = 500 - 400 = \underline{100 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Es kann destilliert werden solange $y_1 = 1$. Aus dem Gleichgewichtsdiagramm liest man $y_1 = 1$ bis ca. $x_1 = 0,50$.

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{\frac{m_{1S}}{M_1}}{\frac{m_{1S}}{M_1} + \frac{m_{2S}}{M_2}}$$

$m_{2S} = m_2(\text{Anfang})$: die Wassermenge im Sumpf = Wassermenge zu Beginn

$$x_1 = \frac{m_{1S}}{M_1} + x_1 \frac{m_{2S}}{M_2} = \frac{m_{1S}}{M_1}$$

$$m_{1S} \left(\frac{x_1}{M_1} - \frac{1}{M_1} \right) = -x_1 \frac{m_{2S}}{M_2}$$

$$m_{1S} = \frac{x_1 \frac{m_{2S}}{M_2}}{\frac{1}{M_1} - \frac{x_1}{M_1}}$$

$$m_{2S} = m_2 = 100 \text{ Kg}$$

$$M_1 = M_1(\text{NH}_3) = 14 + 3 \cdot 1 = 17 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$M_2 = M_2(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$m_{1S} = \frac{0,50 \frac{100 \text{ Kg}}{18 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}}{\frac{1}{17 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} - \frac{0,50}{17 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}}$$

$$\underline{\underline{m_{1S} = 94,44 \text{ Kg}}}$$

$$m_D = m_1 - m_{1S} \quad (\text{Masse an Ammoniakdampf} = \text{Masse an Ammoniak zu Beginn} - \text{Masse an Ammoniak im Sumpf})$$

$$= 400 \text{ Kg} - 94,44 \text{ Kg}$$

$$\underline{\underline{m_D = 305,56 \text{ Kg}}}$$

$$b) \omega_{1S} = \frac{m_{1S}}{m_S} = \frac{94,44 \text{ Kg}}{94,44 \text{ Kg} + 100 \text{ Kg}}$$

Ammoniak im Sumpf
Ammoniak im Sumpf + Wasser

$$\omega_{1S} = 0,49 \quad (49,57\%)$$