

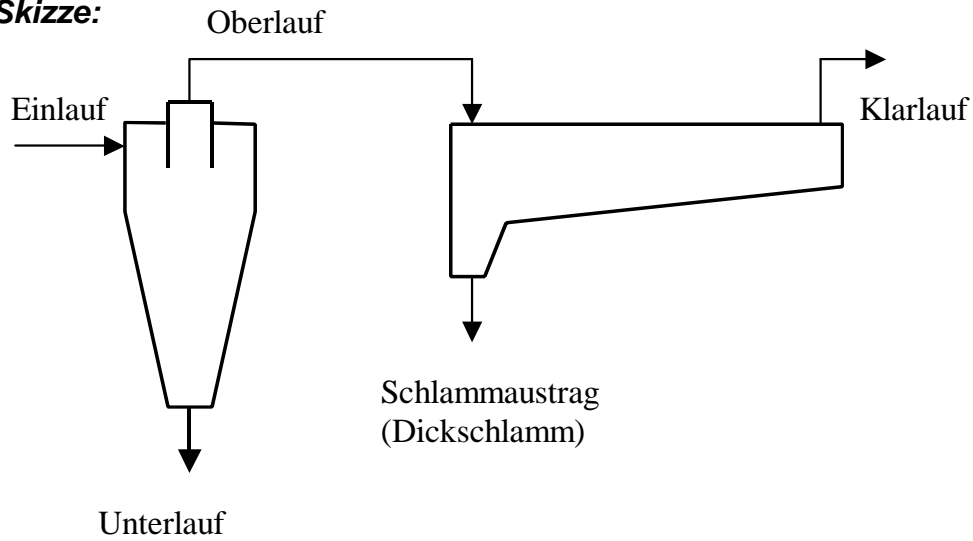
## Aufgabe Grundlagen-4 (Mengenangaben, Bilanzen)

Ein feststoffhaltiges industrielles Abwasser ( $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $c_m = 180 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_L = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_S = 2600 \text{ kg/m}^3$ ) soll mit einem Hydrozyklon vorgeklärt werden, während in einem nachgeschalteten Sedimentationsbecken der Feinanteil abgeschieden wird. Vom Hydrozyklon sind der Gesamtabsciedeград  $\eta$  und das Volumenstromverhältnis  $\tau$  von Oberlauf zu Unterlauf bekannt ( $\eta = 0.6$ ,  $\tau = 5$ ).

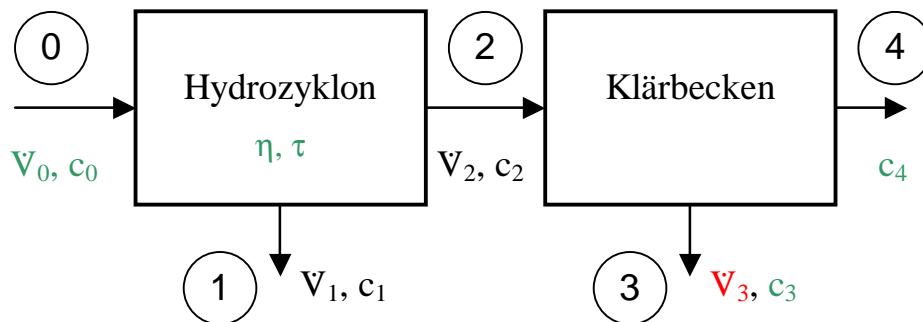
- a) Berechnen Sie die Volumenkonzentration, die Massenbeladung und den Massenanteil des Feststoffes im Abwasser!
- b) Berechnen Sie für das Sedimentationsbecken das stündlich anfallende Dickschlammvolumen ( $\phi = 40 \text{ Vol.}\%$ )! Der Klarlauf des Beckens sei feststofffrei.

## Aufgabe Grundlagen-4 (Mengenangaben, Bilanzen)

**Skizze:**



**schematische Darstellung:**



**Vorgegebene Werte:**

Abwasser:  $VS_0 := 50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$   $c_{m,0} := 180 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

flüssige Phase:  $\rho_L := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

disperse Phase:  $\rho_S := 2600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Hydrozyklon:  $\eta := 0.60$   $\tau := 5$

Sedimentationsbecken:  $\varphi_3 := 0.40$   $\varphi_4 := 0$

## Lösung:

### 1. Feststoffgehalt des Abwassers

Massenkonzentration:  $c_m = \frac{m_S}{V_{ges}}$

Volumenkonzentration:  $c_V = \varphi = \frac{V_S}{V_{ges}} = \frac{m_S}{\rho_S \cdot V_{ges}} = \frac{c_m}{\rho_S}$  ! Volumenkonzentration  $c_V$  und Volumenanteil  $\varphi$  sind identisch

$c_{V,0} := \frac{c_{m,0}}{\rho_S}$   $c_{V,0} = 6.92\%$

Massenbeladung:  $X_S = \frac{m_S}{m_L} = \frac{\rho_S \cdot V_S}{\rho_L \cdot V_L} = \frac{\rho_S \cdot c_V}{\rho_L \cdot (1 - c_V)} = \frac{c_m}{\rho_L \cdot (1 - c_V)}$

$X_{S,0} := \frac{\rho_S \cdot c_{V,0}}{\rho_L \cdot (1 - c_{V,0})}$   $X_{S,0} = 0.193$

Massenanteil:  $w = \frac{m_S}{m_{ges}} = \frac{m_S}{m_S + m_L} = \frac{X_S}{X_S + 1}$  (oder  $w = \frac{1}{1 + \frac{\rho_L}{\rho_S} \cdot \frac{1 - c_V}{c_V}}$ , s.u.)

**Hausaufgabe:** Stellen Sie den Massenanteil  $w$  als Funktion von  $c_V$  dar!

$w_0 := \frac{X_{S,0}}{X_{S,0} + 1}$   $w_0 = 16.20\%$

### 2. Bilanzierung der Anlage

allgemeine Bilanzgleichung für Apparate / Reaktoren:

Änderung im Bilanzraum =  $\Sigma$  Edukte -  $\Sigma$  Produkte +  $\Sigma$  Quellen +  $\Sigma$  Senken

$\frac{\partial M}{\partial t} = \Sigma MS_{ein} - \Sigma MS_{aus} + \Sigma MS_{Quelle} - \Sigma MS_{Senke}$  MS Mengenstrom

Sonderfall stationärer Prozess:  $\frac{\partial M}{\partial t} = 0$

Quellen / Senken: chemische Reaktionen, biologische Abbauprozesse; aber auch mechanische Prozesse wie Zerkleinern & Agglomerieren, wenn  $M$  die Menge an Partikeln mit bestimmter Größe darstellt

allgemeine Bilanzgleichung für Mischungs- und Teilungsknoten (vernachlässigbares Eigenvolumen):

$\Sigma MS_{ein} - \Sigma MS_{aus} = 0$

bilanzierbare Größen: Energie, Impuls, Masse & molare Menge  
**?Volumen?** - nur bei Abwesenheit von Quellen/Senken und wenn einzelne Komponenten inkompressibel und untereinander nicht mischbar

Bilanz um Hydrozyklon (stationärer Betrieb, kein Abbau / Synthese von Feststoff):

Gesamtvolumen:  $VS_0 = VS_1 + VS_2$

Feststoffvolumen:  $c_{V,0} \cdot VS_0 = c_{V,1} \cdot VS_1 + c_{V,2} \cdot VS_2$

zusätzliche Informationen:

$\eta \cdot c_{V,0} \cdot VS_0 = c_{V,1} \cdot VS_1$  abgeschiedener Feststoff

$VS_2 = \tau \cdot VS_1$  Relation der Teilausträge

Oberlauf:  $VS_0 = \frac{VS_2}{\tau} + VS_2$

$VS_2 := \frac{\tau}{1 + \tau} \cdot VS_0$

$VS_2 = 41.67 \frac{m^3}{h}$

$(1 - \eta) \cdot c_{V,0} \cdot VS_0 = c_{V,2} \cdot VS_2$

$c_{V,2} := c_{V,0} \cdot (1 - \eta) \cdot \frac{VS_0}{VS_2}$

$c_{V,2} = 3.32 \text{ ‰}$

Bilanz um Sedimentationsbecken (stationärer Betrieb, kein Abbau / Synthese von Feststoff):

Gesamtvolumen:  $VS_2 = VS_3 + VS_4$

Feststoffvolumen:  $c_{V,2} \cdot VS_2 = c_{V,3} \cdot VS_3 + c_{V,4} \cdot VS_4$

zusätzliche Informationen:

$c_{V,4} = \varphi_4 = 0$

Klarlauf ist feststofffrei

Trüblauf:  $c_{V,2} \cdot VS_2 = c_{V,3} \cdot VS_3$

mit  $c_{V,3} := \varphi_3$

$VS_3 := VS_2 \cdot \frac{c_{V,2}}{c_{V,3}}$

$VS_3 = 3.46 \frac{m^3}{h}$