

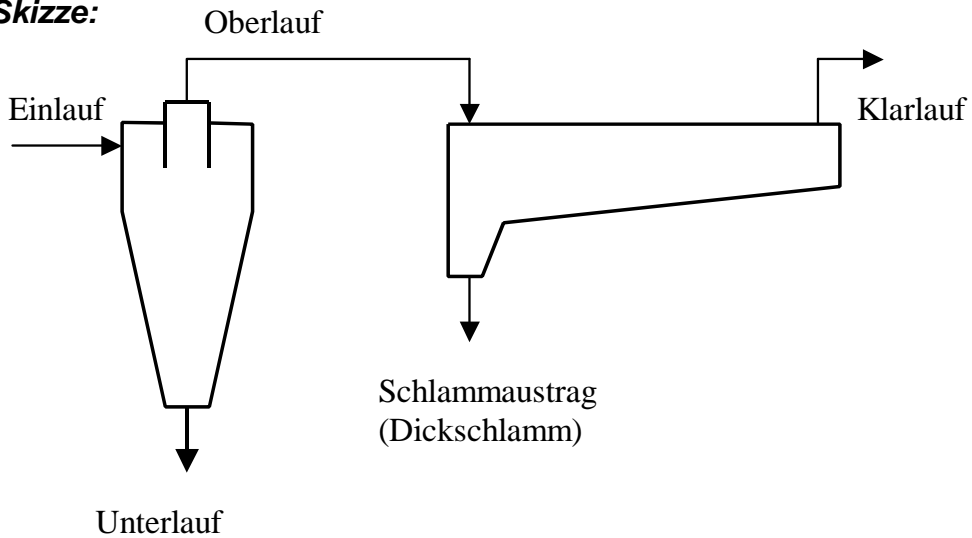
Aufgabe 1-3 (Mengenangaben, Bilanzen)

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 Gesamtabscheidegrad η_{HZ} und das Volumenstromverhältnis τ von Oberlauf zu Unterlauf bekannt ($\eta_{\text{HZ}} = 0.6$, $\tau = 5$).

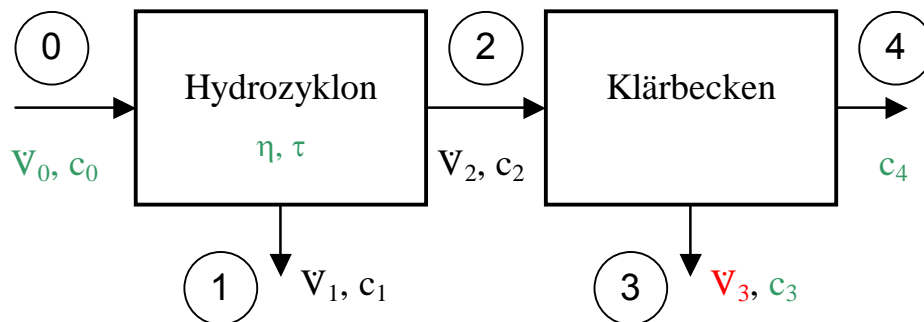
- Berechnen Sie die Volumenkonzentration, die Massenbeladung und den Massenanteil des Feststoffes im Abwasser!
- Berechnen Sie für das Sedimentationsbecken das stündlich anfallende Dickschlammvolumen ($\varphi_V = 40 \text{ Vol.}\%$)! Der Klarlauf des Beckens sei feststofffrei.

Aufgabe 1-3 (Mengenangaben, Bilanzen)

Skizze:



schematische Darstellung:



Vorgegebene Werte:

Abwasser:	$VS_0 := 50 \frac{m^3}{h}$	$c_{m,0} := 180 \frac{kg}{m^3}$
flüssige Phase:	$\rho_L := 1000 \frac{kg}{m^3}$	
disperse Phase:	$\rho_S := 2600 \frac{kg}{m^3}$	
Hydrozyklon:	$\eta_{HZ} := 0.60$	$\tau := 5$
Sedimentationsbecken:	$\varphi_{V,3} := 0.40$	$c_{V,4} = \varphi_{V,4} = \varphi_{m,4} = c_{m,4} = 0$

Lösung:

1. Feststoffgehalt des Abwassers

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

Volumenkonzentration: $c_V = \varphi_V = \frac{V_S}{V_{ges}} = \frac{m_S}{\rho_S \cdot V_{ges}} = \frac{c_m}{\rho_S}$! Volumenkonzentration c_V und Volumenanteil φ_V 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: $\varphi_m = \frac{m_S}{m_{ges}} = \frac{m_S}{m_S + m_L} = \frac{X_S}{X_S + 1}$ (oder $\varphi_m = \frac{1}{1 + \frac{\rho_L}{\rho_S} \cdot \frac{1 - c_V}{c_V}}$, s.u.)

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

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

2. Bilanzierung der Anlage

allgemeine Bilanzgleichung für Apparate / Reaktoren:

Änderung im Bilanzraum = Σ Edukte - Σ Produkte + Σ Quellen + Σ Senken

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

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:

$\eta_{HZ} \cdot c_{V,0} \cdot VS_0 = c_{V,1} \cdot VS_1$ abgesetzter Feststoff

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

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

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

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

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

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

$c_{V,2} = 3.32 \%$

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:

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

Klarlauf ist feststofffrei

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

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

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

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