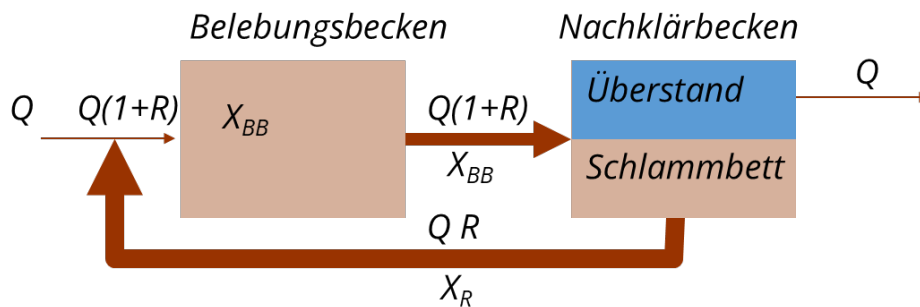


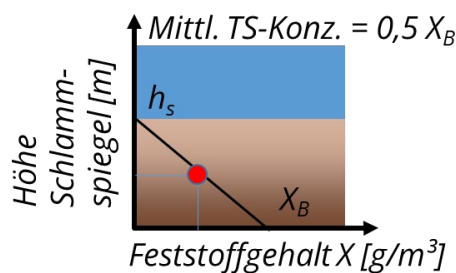
Aufbau eines Modells für die dynamische Schlamm Bilanz zwischen Belebungs- und Nachklärbecken (nach Krebs et al., 2000)

Folgendes System wird betrachtet:



Es wird vorerst angenommen, dass Schlammproduktion im BB, Schlammzu- und Abfluss sowie Überschussschlamm im Gleichgewicht stehen und somit aus der Betrachtung ausgeklammert werden können (in einer späteren Version soll das alles integriert werden).

Für das Absetzen und Eindicken des Schlammes im Schlammbett wird ein idealisierter Modellansatz wie folgt angenommen:



Die Konzentration des Schlammes hat einen linear zunehmenden Verlauf mit zunehmender Tiefe des Schlammspiegels. Am Boden des NKB ergibt sich die Feststoffkonzentration X_B . Somit liegt bei $0,5 h_s$ die mittlere Feststoffkonzentration im Schlammbett vor.

Kernstück des Modells ist die empirische Berechnung der erreichbaren Bodenkonzentration X_B nach DWA A 131:

$$X_B = \frac{1000}{DSVI} t_E^{1/3} \quad \begin{array}{l} \text{DSVI Schlammindex [L/kg]} \\ t_E \text{ Eindickzeit [h]} \end{array}$$

$$t_E = \frac{\text{Schlammmasse im NKB}}{\text{Schlammmasse aus NKB raus}}$$

$$t_E = \frac{M_{S,NKB}}{Q R X_R} = \frac{A_{NKB} h_s 0,5 X_B}{0,7 X_B Q R} \quad \begin{array}{l} Q \text{ Zufluss [m³/d]} \\ R \text{ Rückführ rate aus NKB in BB (R=Q/Q_R)} \end{array}$$

mit $X_R = 0,7 X_B$ Abminderung Konz. im Rücklaufschlamm durch Ansaugen von Wasser

Nun können für den Schlamm im BB und im NKB jeweils DGL aufgestellt werden, um die Massenbilanz zu beschreiben:

$$V_{BB} \frac{dX_{BB}}{dt} = 0,7 Q R X_B - Q (1 + R) X_{BB}$$

$$0,5 A_{NKB} \frac{dh_s X_B}{dt} = Q (1 + R) X_{BB} - 0,7 Q R X_B$$

Für eine Nutzung mit deSolve wurden die Gleichungen so umgeformt, dass auf der linken Seite jeweils nur die Differentialterme stehen bleiben:

$$\frac{dX_{BB}}{dt} = 0,7 \frac{Q}{V_{BB}} R X_B - \frac{Q}{V_{BB}} (1 + R) X_{BB}$$

$$\frac{dh_s}{dt} = \frac{Q (1 + R) X_{BB}}{A_{NKB} 0,5 X_B} - \frac{0,7 Q R}{0,5 A_{NKB}}$$

Ein möglicher Knackpunkt ist dabei, was denn nun differentiell betrachtet wird und was nicht. Dies betrifft die 2. DGL. Da wird h_s als zeitvariabel betrachtet und X_B als Konstante rüber dividiert.

Das Modell liegt als R-Skript vor und rechnet statisch erstmal korrekt. Sobald aber Dynamik reingebracht wird, indem der Durchfluss sprunghaft steigt oder fällt, ergibt sich plötzlich eine größere Schlammmasse im System, obwohl im Modell lediglich die Schlammströme zwischen BB und NKB hin- und hergeschoben werden. Es kann kein Schlamm entstehen oder verschwinden.