

# **Korrekturen zum Buch**

## **Abwassertechnik in Frage und Antwort**

### **11. Auflage**

**Bedauerlicherweise sind trotz intensiver redaktioneller Bearbeitung im Vorfeld der Produktion noch ein paar Fehlerkorrekturen und Klarstellungen nötig. Wir bedanken uns sehr bei den aufmerksamen Lesern des Buches für Ihre konstruktiven Hinweise.**

**Auf den folgenden Seiten sind die Korrekturen grau unterlegt. In der Kopfzeile der folgenden Seiten ist angegeben, ob die Korrektur das Aufgabenbuch oder das Lösungsheft betrifft.**

**Für Ihr Verständnis danken**

**Die Autoren  
und  
Der Verlag**

**F. Hirthammer Verlag GmbH  
Raiffeisenallee 10  
82041 Oberhaching  
T. 089 / 3233360  
F. 089 / 3241728  
[www.hirthammerverlag.de](http://www.hirthammerverlag.de)  
[info@hirthammerverlag.de](mailto:info@hirthammerverlag.de)**

2.5.1.9.2 In einem verschmutzten Regenrückhaltebecken (RRB) mit den Abmessungen ( $L = 10 \text{ m}$ ,  $B = 5 \text{ m}$ ,  $H = 4,2 \text{ m}$ ) bildet sich aus den organischen Ablagerungen pro Stunde  $0,006 \text{ kg H}_2\text{S}$ . Nach welcher Zeit nach Ausfall der Beckenbelüftung erreicht die  $\text{H}_2\text{S}$ -Konzentration im Regenrückhaltebecken den Arbeitsplatzgrenzwert (AGW), wenn die Anfangskonzentration  $\text{H}_2\text{S}$   $0 \text{ ppm}$  betrug?  
 $\rho(\text{H}_2\text{S}, 15^\circ\text{C}) = 1,434 \text{ kg/m}^3$

## 3.7 Stickstoffelimination

### Aufgabe 3.7.21

Auf einer Belebungsanlage wurde für den einwohnerbezogenen Sauerstoffverbrauch zum Abbau der zufließenden Kohlenstoffverbindungen  $58,4 \text{ g O}_2 / (\text{E} \times \text{d})$  gemessen. Für die Nitrifikationsvorgänge werden auf dieser Anlage zusätzlich  $48,8 \%$  des für den Abbau der Kohlenstoffverbindungen gemessenen Sauerstoffverbrauchs benötigt.

3.7.21.1 Wie viel Prozent der Stickstofffracht in Höhe von  $11 \text{ g N} / (\text{E} \times \text{d})$  werden nitrifiziert, wenn der spezifische Sauerstoffverbrauch für die Nitrifikation  $4,6 \text{ g O}_2 / \text{g N}$  beträgt?

3.7.21.2 Der theoretische Sauerstoff-Rückgewinn durch im Anschluss an die Nitrifikation durchgeführte Denitrifikation beträgt  $2,9 \text{ g O}_2 / \text{g NO}_3\text{-N}$ . Auf dieser Belebungsanlage werden nach Messung  $12 \text{ g O}_2 / (\text{E} \times \text{d})$  durch die Denitrifikation zurückgewonnen. Berechnen Sie auf der Grundlage dieser Werte die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentration im Kläranlagenablauf, wenn Sie als hydraulischen Einwohnergleichwert  $200 \text{ l} / (\text{E} \times \text{d})$  zugrunde legen.

## 3.8 Phosphorelimination

### Aufgabe 3.8.13

Der biologischen Stufe einer Kläranlage (Ausbaugröße  $50.000 \text{ E}$ ) fließen stündlich  $312,5 \text{ m}^3$  Abwasser mit einem  $\text{PO}_4$ -Gehalt von  $15 \text{ mg/l}$  zu. Zur Einhaltung der  $\text{P}_{\text{ges}}$ -Ablaufwerte der Kläranlage gem. Abwasserverordnung wird eine Phosphat-Fällung mit  $\text{Fe(III)}$ -Salz ( $138 \text{ g Fe/kg}$  Fällmittel) betrieben, die einen Phosphat-Ablaufwert von  $0,2 \text{ mg/l}$  erreichen soll. Ein  $\beta$ -Wert von  $1,2$  hat sich als optimal erwiesen. Ermitteln Sie

3.8.13.1 den Fällmittelverbrauch ( $\text{kg Fällmittel/d}$ ).

3.8.13.2 den spezifischen Fällmittelverbrauch ( $\text{g Fällmittel/m}^3$  Abwasser).

## Kläranlage S

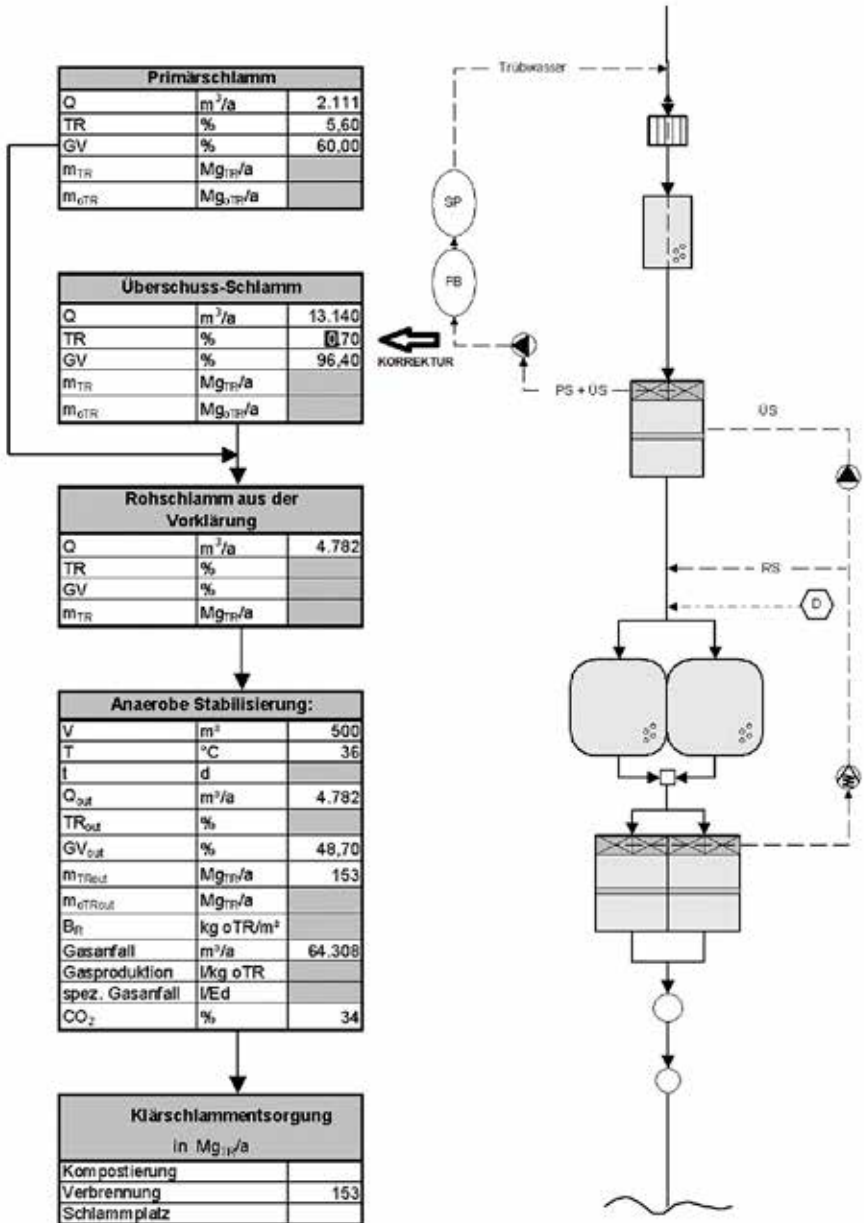


Abb. 4.1: Schlammfließschema der Kläranlage S

## Lösung 1.10.1, 1.10.2, 1.10.3

Einzugsgebiet/ Punkt	A [ha]	$\Psi$	$Q_R$ [l/s]	EZ [E]	$Q_S$ [l/s]	$q_i$ [m <sup>3</sup> /h]	$Q_i$ [l/s]	$\sum Q_i + Q_S$ [l/s]	$Q_M$ [l/s]
Teil I Betrieb A	3	0,5	33,3	960	1,6	50	13,9	15,5	48,8
Teil III Punkt 1	2	0,8	35,6 68,9	300	0,5 2,1	----- -----	----- 13,9	0,5 16,0	36,1 84,9
Teil II Punkt 2	6,5	0,6	86,7 155,6	7800	12,6 14,7	----- -----	----- 13,9	12,6 28,6	99,3 184,2
Teil IV Betrieb B	2,8	0,3	18,7	1036	1,7	30	8,3	10	28,7
Punkt 3	-----	-----	174,3	-----	16,4	-----	22,2	38,6	212,9

Tab. 1.1 L: Lösungstabelle zur Berechnung der Mischwassermengen

24

### 2. Aufbau und Betrieb von Entwässerungsanlagen

#### Lösung 2.5.1.9

2.5.1.9.1  $V(\text{Schacht}) = 1,131 \text{ m}^2 \times 5,80 \text{ m} = 6,56 \text{ m}^3$

$V(\text{H}_2\text{S, Atemstillstand}) = 500 \times 10^{-6} \times 6.560 \text{ l} = 3,28 \text{ l}$

2.5.9.2  $V(\text{RRB}) = 210.000 \text{ l}$ .

$V(\text{H}_2\text{S, AGW}) = 5 \times 10^{-6} \times 210.000 \text{ l} = 1,05 \text{ l}$

$V(\text{H}_2\text{S, 600 g}) = 0,006 \text{ kg/h} / 1,434 \text{ kg/m}^3 = 0,00418 \text{ m}^3/\text{h}$

$t(\text{AGW}) = 1,05 \text{ l} / 4,18 \text{ l/h} = 0,25 \text{ h}$

### 3.3 Sand- und Fettfänge

3.3.21.1  $V = A_O \times L = ((0,10 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}) + (0,80 \text{ m} + 0,30 \text{ m})/2 \times 0,5 \text{ m}) \times 15 \text{ m}$   
 $= 0,355 \text{ m}^2 \times 15 \text{ m} = 5,325 \text{ m}^3$

3.3.21.2  $t_R = 5.325 \text{ l} / 155 \text{ l/s} = 34 \text{ s} = 0,57 \text{ min}$

3.3.21.3  $q_A = Q/A_O = 558 \text{ m}^3/\text{h} / 12 \text{ m}^2 = 46,5 \text{ m/h}$

3.3.21.4  $v_{\text{Längs}} = l / t_R = 15 \text{ m} / 34 \text{ s} = 0,44 \text{ m/s}$

3.3.21.5 Längsgeschwindigkeit auf ca. 0,3 m/s reduzieren durch:

- Einbau eines Staublechs am Ablauf
- Querschnitt des Sandfangs vergrößern
- Inbetriebnahme einer 2. Sandfangkammer, falls vorhanden
- Nachschaltung eines Venturigerinnes

## Lösung 3.5.10

- 3.5.10.1 - Zellwand, Zellmembran, Cytoplasma, Kernäquivalent, Membraneinstülpungen, Ribosomen, Geißel, Schleimschicht, Reservestoffe
- 3.5.10.2 Nach 20 Zellteilungen sind  $2^{20}$  Bakterien entstanden.  
Die Zeit beträgt 20 Zellteilungen x 20 min/Zellteilung = **400 min.**
- 3.5.10.3  $70 \text{ kg} \times 10.000/\text{d} = 700.000 \text{ kg}/\text{d} = \mathbf{700 \text{ Mg}/\text{d}}$

## 3.6 Belebungsbecken

47

## Lösung 3.6.1.9

$$3.6.1.9.2 \quad Q_{\text{ÜS}} = \frac{\text{ÜS}_d}{\text{TS}_{\text{ÜS}}}$$

$$\text{ÜS}_d = \text{ÜS}_B \times B_{d, \text{BSB}}$$

$$= 0,8 \frac{\text{kg BSB}_5}{\text{m}^3} \times 0,075 \text{ m}^3 \times 86.400 \frac{\text{s}}{\text{d}} \times 0,2 \frac{\text{kg BSB}_5}{\text{m}^3} = 1.036,8 \frac{\text{kg TS}}{\text{d}}$$

$$\text{TS}_{\text{ÜS}} = \text{TS}_{\text{RS}}$$

$$RV = \frac{\text{TS}_{\text{BB}}}{\text{TS}_{\text{RS}} - \text{TS}_{\text{BB}}}$$

$$TS_{\text{RS}} = \frac{TS_{\text{BB}}}{RV} + TS_{\text{BB}} = \frac{3,3 \frac{\text{g}}{\text{l}}}{1,1} + 3,3 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 6,3 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

$$Q_{\text{ÜS}} = \frac{1.036,8 \frac{\text{kg TS}}{\text{d}}}{6,3 \text{ kg TS}} = 164,8 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

## Lösung 3.7.21

3.7.21.1 Tatsächlicher Sauerstoffverbrauch für Nitrifikation auf dieser Anlage:

$$58,4 \text{ g O}_2 / (\text{E} \times \text{d}) \times 0,488 = 28,5 \text{ g O}_2 / (\text{E} \times \text{d})$$

Theoretischer Verbrauch an Sauerstoff für die Nitrifikation auf dieser Anlage:

$$11 \text{ g N} / (\text{E} \times \text{d}) \times 4,6 \text{ g O}_2 / \text{g N} = 50,6 \text{ g O}_2 / (\text{E} \times \text{d})$$

$$\frac{\text{tatsächlicher Sauerstoffverbrauch Nitrifikation}}{\text{theoretischer Sauerstoffverbrauch Nitrifikation}} = \frac{28,5 \frac{\text{g O}_2}{\text{E} \times \text{d}}}{50,6 \frac{\text{g O}_2}{\text{E} \times \text{d}}} = 0,563 = 56,3 \%$$

$$3.7.21.2 \quad \frac{\text{gemessener Sauerstoff} - \text{Rückgewinn Denitrifikation}}{\text{theoretischer Sauerstoff} - \text{Rückgewinn Denitrifikation}} = \frac{12 \frac{\text{g O}_2}{\text{E} \times \text{d}}}{2,9 \frac{\text{g O}_2}{\text{g NO}_3\text{-N}} \times \frac{\text{g NO}_3\text{-N}}{\text{E} \times \text{d}}} = 4,1 \frac{\text{g NO}_3\text{-N}}{\text{E} \times \text{d}}$$

(= denitrifizierter  $\text{NO}_3\text{-N}$ )

(nitrifizierter  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) - (denitrifizierter  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) = Restmenge  $\text{NO}_3\text{-N}$  im Ablauf

$$6,2 \frac{\text{g NO}_3\text{-N}}{\text{E} \times \text{d}} - 4,1 \frac{\text{g NO}_3\text{-N}}{\text{E} \times \text{d}} = 2,1 \frac{\text{g NO}_3\text{-N}}{\text{E} \times \text{d}}$$

$$\beta (\text{NO}_3\text{-N})\text{Ablauf} = \frac{2100 \frac{\text{mg NO}_3\text{-N}}{\text{E} \times \text{d}}}{200 \frac{\text{l}}{\text{E} \times \text{d}}} = 10,5 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

**Lösung 3.8.13**

3.8.13.1 Täglich zu fällende P-Fracht:

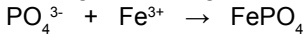
$$B_{d,P} = (\beta_{P_{zu}} - \beta_{P_{ab}}) \times Q$$

$$\beta_{P_{zu}} = \beta_{PO_4} \times \frac{\text{molare Masse P}}{\text{molare Masse PO}_4} = 15,0 \frac{\text{mg P}}{\text{l}} \times \frac{31}{95} \text{ g/mol} = 4,89 \frac{\text{mg P}}{\text{l}}$$

$$\beta_{P_{ab}} = 0,2 \text{ mg P / l}$$

$$B_{d,P} = (4,89 - 0,2) \text{ g P / m}^3 \times 312,5 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h/d} = 35,175 \text{ kg P/d}$$

Benötigte Fe-Menge:



$$30,97 \text{ g P/mol} \quad \triangleq \quad 55,85 \text{ g Fe/mol}$$

$$1 \text{ g P} \quad \triangleq \quad \frac{1 \text{ g P} \times 55,85 \text{ g Fe/mol}}{30,97 \text{ g P/mol}} = 1,8 \text{ g Fe/mol}$$

$$35,175 \text{ kg P/d} \times 1,8 \text{ kg Fe/kg P} \times 1,2 = 75,98 \text{ kg Fe/d}$$

Täglicher Fällmittelverbrauch:

$$\frac{75,98 \text{ kg Fe/d}}{0,138 \text{ kg Fe/kg Fällmittel}} = 550,58 \text{ kg Fällmittel/d}$$

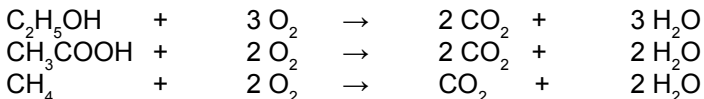
3.8.13.2 spezifische Fällmittelmenge

$$\frac{550,58 \text{ kg Fällmittel / d}}{312,5 \text{ m}^3 / \text{h} \times 24 \text{ h/d}} = 0,073 \text{ kg Fällmittel / m}^3$$

**5.2 Messungen und Untersuchungen**

**Lösung 5.2.9**

5.2.9.1



5.2.9.2 CSB (Ethanol) = 5 mg/l x (3 x 32 g/mol / 46 g/mol) = 10,4 mg/l

CSB (Essigsäure) = 5 mg/l x (2 x 32 g/mol / 60 g/mol) = 5,3 mg/l

CSB (Methan) = 5 mg/l x (2 x 32 g/mol / 16 g/mol) = 20 mg/l

5.2.9.3 TOC (Ethanol) = 5 mg/l x (2 x 12 g/mol / 46 g/mol) = 2,6 mg/l

TOC (Essigsäure) = 5 mg/l x (2 x 12 g/mol / 60 g/mol) = 2 mg/l

TOC (Methan) = 5 mg/l x (12 g/mol / 16 g/mol) = 3,75 mg/l