



Salzgitter Flachstahl GmbH

**Beurteilung der Reinigungsleistung der  
vorhandenen Werkskläranlage**

**A N L A G E 5.4**

**- Verfahrenstechnische Berechnungen -**

## Inhaltsverzeichnis

## Seite

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Mechanische Stufe.....</b>                             | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Biologische Stufe und Dosierstationen.....</b>         | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Schlammbehandlung.....</b>                             | <b>13</b> |
| 3.1      | Schlammengen zur Nachbemessung der Schlammbehandlung..... | 13        |
| 3.2      | Statischer Eindicker Primärschlamm („Absetzgut“) .....    | 15        |
| 3.3      | Statischer Eindicker Überschussschlamm .....              | 17        |
| 3.4      | Schlamm entwässerung Primärschlamm.....                   | 19        |
| 3.5      | Schlamm entwässerung Überschussschlamm .....              | 26        |
| 3.6      | Schlammabwurfcontainer.....                               | 31        |

1. Mechanische Stufe

| Parameter                   |  |                         | Einheit | Berechnung   | Lastfall 1<br>Bemessung          | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle  |
|-----------------------------|--|-------------------------|---------|--|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|---|
| Rechenanlage                | Trockenwetterzufluss                           | $Q_{T,h,max}$           | m³/h    |  | 1.750                            |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                   |
|                             | Maximaler Abwasserzufluss                      | $Q_{max}$               | m³/h    |  | 4.500                            |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                   |
|                             | Interne Rückflüsse                             | $Q_{int}$               | m³/h    |  | 0                                |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen           |
|                             | Rechenart                                      | -                       | -       |  | Stabrechen, Feinrechen           |                              |                         | Fa. Noggerath                                   |
|                             | Anzahl der Rechen                              | n                       | -       |  | 1                                |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen           |
|                             | Rechenrostneigung                              | $\alpha$                | °       | abgeschätzt  | 75                               |                              |                         |   |
|                             | Spaltweite                                     | e                       | mm      |  | 10                               |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen           |
|                             | Stabdicke                                      | s                       | mm      | gewählt  | 5                                |                              |                         |   |
|                             | Belegungsfaktor                                | $f_B$                   | [-]     | gewählt (Vorgabe: 0,2 - 0,6)   | 0,4                              |                              |                         | gem. DIN 19.569, T. 2                           |
|                             | Wassertiefe hinter dem Rechen bei $Q_{max}$    | h                       | m       | abgeschätzt  | 1,3                              |                              |                         |   |
|                             | Rechenbreite                                   | $b_R$                   | mm      |  | 2.000                            |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen           |
|                             | max. Fließgeschwind. zwischen den Rechenstäben | $v_{max,vorh.}$         | m/s     | $= ((Q_{max} + Q_{int}) / (3.600 \cdot n)) / (b_R \cdot ((h/\sin\alpha) \cdot (e/(e+s)) \cdot (1 - f_B)))$ | 1,16                             |                              |                         |   |
|                             | zul. Fließgeschwind. zwischen den Rechenstäben | $v_{max,zul.}$          | m/s     |  | 1,20                             |                              |                         | DWA (2006), v = 0,8 - 1,2 m/s                   |
|                             | Ausnutzungsgrad Rechenanlage                   | $\eta_{Rechen}$         | %       | $= v_{max,vorh.} / v_{max,zul.}$   | 97%                              |                              |                         |   |
| Zulaufpumpwerk (Pumpwerk B) | Maximaler Zufluss                              | $Q_{max}$               | m³/h    |  | 4.500                            |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                   |
|                             | Interne Rückflüsse                             | $Q_{int}$               | m³/h    |  | 0                                |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                   |
|                             | WSP im Pumpwerk                                | WSP1                    | m ü. NN |  | 82,90                            |                              |                         | hydraulischer Längsschnitt Anlage 21            |
|                             | max. WSP im Gerinne                            | WSP2                    | m ü. NN |  | 84,90                            |                              |                         | Gerinne QS (Dateneingang)                       |
|                             | (Geodätische) Förderhöhe                       | $H_{geo}$               | mWS     | $= WSP2 - WSP1$  | 2,00                             |                              |                         |   |
|                             | Förderhöhe der Pumpe, vorhanden                | $H_{förd,max}$          | m       |  | 6,50                             |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen (6,5-7,0) |
|                             | Wirkungsgrad Pumpe                             | $\eta$                  | -       | gewählt  | 0,50                             |                              |                         |   |
|                             | Dichte (Wasser) 20°C                           | $\rho$                  | kg/l    | Literaturwert  | 0,998                            |                              |                         | Schneider Bautabellen für Ingenieure            |
|                             | Pumpenleistung, erforderlich                   | $P_{Pumpe,erf.}$        | kW      | $= (\rho \cdot g \cdot Q / 3600 \cdot H) / \eta$   | 49,0                             |                              |                         |   |
|                             | Pumpenart                                      | -                       |         |  | trockenaufgestellte Kreiselpumpe |                              |                         |   |
|                             | Pumpenanzahl                                   | $n_{Pumpe}$             | -       |  | 3+1                              |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen           |
|                             | Leistung je Pumpe                              | $P_{Pumpe,vorh.}$       | kW      |  | 3 * 55                           | und                          | 1 * 37                  |   |
|                             | Pumpenleistung, vorhanden (maximal)            | $P_{gesamt,vorh.}$      | kW      | $= n_{Pumpe} \cdot P_{Pumpe,vorh.}$  | 147                              |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen           |
|                             | Fördermenge je Pumpe                           | $Q_{Pumpe,vorh.}$       | m³/h    |  | 2 * 2.150,                       | 1 * 1.800                    | und 1 * 900             |   |
|                             | Fördermenge gesamt, vorhanden                  | $Q_{gesamt,vorh.}$      | m³/h    |  | 4.850                            |                              |                         |   |
|                             | Ausnutzungsgrad Zulaufpumpwerk                 | $\eta_{Zulaufpumpwerk}$ | %       | $= Q_{max} / Q_{gesamt,vorh.}$   | 93%                              |                              |                         |   |

## Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen

| Parameter  |                                      |                        | Einheit  | Berechnung                                 | Lastfall 1<br>Bemessung | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle                                |
|------------|--------------------------------------|------------------------|----------|--|-------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Vorklärung | Trockenwetterzufluss                 | $Q_{T,h,max}$          | m³/h     |  |                         | 1.750                        |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)         |
|            | Maximaler Zufluss                    | $Q_{max}$              | m³/h     |  |                         | 3.000                        |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)         |
|            | Interne Rückflüsse                   | $Q_{int}$              | m³/h     |  |                         | 0                            |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)         |
|            | Bauform                              | -                      | -        |  |                         | Rechteckbecken (einstreßig)  |                         |                                       |
|            | Anzahl Becken                        | $n_{VKB}$              | -        |  |                         | 2                            |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|            | Länge, je Becken                     | $l$                    | m        |  |                         | 40                           |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|            | Breite, je Becken                    | $b$                    | m        |  |                         | 8,25                         |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|            | Oberfläche, je Becken                | $A_{VKB}$              | m²       | $= l * b$                                  |                         | 330                          |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|            | Beckentiefe                          | $h_{VKB}$              | m        |  |                         | 2,5                          |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|            | Volumen, je Becken                   | $V$                    | m³       | $= A_{VKB} * h_{VKB}$                      |                         | 827,5                        |                         |                                       |
|            | Vorklärbeckenvolumen, gesamt         | $V_{VKB,ges}$          | m³       | $= V * n_{VKB}$                            |                         | 1.655                        |                         |                                       |
|            | Länge Überfallkante                  | $l_k$                  | m        |  |                         | 40                           |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|            | Überfallkantenbeschickung, berechnet | $q_{k,vorh.}$          | m³/(m*h) | $= (Q_M + Q_{int}) / l_k$                  |                         | 75                           |                         |                                       |
|            | empf. Überfallkantenbeschickung      | $q_{k,empf.}$          | m³/(m*h) | $< 30 \text{ m}^3/(m*h)$                   |                         | < 30                         |                         | Taschenbuch der Stadtentwässerung     |
|            | Aufenthaltszeit, berechnet           | $t_{A,vorh.}$          | h        | $= V_{VKB,ges.} / (Q_{T,h,max} + Q_{int})$ |                         | 0,9                          |                         |                                       |
|            | empf. Aufenthaltszeit                | $t_{A,empf.}$          | h        |  | > 0,5                   | und                          | < 2,0                   | Taschenbuch der Stadtentwässerung     |
|            | Oberflächenbeschickung, berechnet    | $q_{A,vorh.}$          | m/h      | $= (Q_{T,h,max} + Q_{int}) / A_{VKB}$      |                         | 2,65                         |                         |                                       |
|            | empf. Oberflächenbeschickung         | $q_{A,empf.}$          | m/h      |  | > 2,5                   | und                          | < 4,0                   | Taschenbuch der Stadtentwässerung     |
|            | Ausnutzungsgrad Vorklärung           | $\eta_{Vorklärung,tA}$ | %        | $= t_{A,vorh.} / t_{A,empf.,max}$          |                         | 47%                          |                         |                                       |
|            |                                      | $\eta_{Vorklärung,qk}$ | %        | $= q_{k,vorh.} / q_{k,empf.,max}$          |                         | 250%                         |                         |                                       |
|            |                                      | $\eta_{Vorklärung,qA}$ | %        | $= q_{A,vorh.} / q_{A,empf.,max}$          |                         | 66%                          |                         |                                       |

| Parameter        |                                     |                           | Einheit | Berechnung                            | Lastfall 1<br>Bemessung | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle   |
|------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|--|
| Ausgleichsbecken | Maximale Zulaufmenge aus Vorklärung | $Q_{VKB,ab,max}$          | m³/h    |                                       | 3.000                   |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                                      |
|                  | Mittlere Zulaufmenge VKB            | $Q_{mittel}$              | m³/h    |                                       | 1.410                   |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                                      |
|                  | Oberkannte Sohle                    | $OK_{Sohle}$              | m ü. NN |                                       | 83,0                    |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Maximaler Wasserstand ü NN          | $WSP_{max}$               | m ü. NN |                                       | 84,5                    |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Minimaler Wasserstand ü NN          | $WSP_{min}$               | m ü. NN |                                       | 83,8                    |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Maximaler Füllstand                 | $h_{max}$                 | m       | = $WSP_{max}$ - $OK_{Sohle}$          | 1,5                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Minimaler Füllstand                 | $h_{min}$                 | m       | = $WSP_{min}$ - $OK_{Sohle}$          | 0,8                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Bauform                             | -                         | -       |                                       | Rechteckbecken          |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Länge                               | l                         | m       |                                       | 73                      |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Breite                              | b                         | m       |                                       | 42                      |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Oberfläche                          | A                         | m²      | = l * b                               | 3.066                   |                              |                         |  |
|                  | max. Volumen, berechnet             | $V_{max}$                 | m³      | = A * $h_{max}$                       | 4.599                   |                              |                         |  |
|                  | min. Volumen, berechnet             | $V_{min}$                 | m³      | = A * $h_{min}$                       | 2.453                   |                              |                         |  |
|                  | mittleres Volumen, berechnet        | $V_{mittel}$              | m³      | = ( $V_{max}$ + $V_{min}$ ) / 2       | 3.526                   |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | mittlere Aufenthaltszeit            | $t_{A,mittel}$            | h       | = $V_{mittel}$ / $Q_{mittel}$         | 2,50                    |                              |                         |  |
|                  | minimale Aufenthaltszeit            | $t_{A,min}$               | h       | = $V_{min}$ / $Q_{VKB,ab,max}$        | 0,82                    |                              |                         |  |
|                  | empfohlene Aufenthaltszeit          | $t_{A,empf.}$             | h       |                                       | > 0,5                   | und                          | < 2,0                   |  |
|                  | erf. spez. Leistungsdichte          | $W_{R1}$                  | W/m³    | V > 2.000 m³                          | 1,50                    |                              |                         | Senkung des Stromverbrauchs auf Kläranlagen, Kap. 3.3.3, DWA, 2008 |
|                  |                                     | $W_{R2}$                  | W/m³    | V = 1.001 - 2.000 m³                  | 1,75                    |                              |                         |  |
|                  |                                     | $W_{R3}$                  | W/m³    | V = 500 - 1.000 m³                    | 2,25                    |                              |                         |  |
|                  |                                     | $W_{R4}$                  | W/m³    | V = 200 - 500 m³                      | 3,25                    |                              |                         |  |
|                  | Leistung Rührwerke, erforderlich    | $P_{W, erf.}$             | kW      | = ( $V_{total}$ * $W_{R,1}$ ) / 1.000 | 6,9                     |                              |                         |  |
|                  | Anzahl Rührwerke Ausgleichsbecken   | $n_R$                     | -       |                                       | 4                       |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Leistung je Rührwerke               | $P_{W,R,vorh.}$           | kW      |                                       | 2,5                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                  | Leistung Rührwerke, vorhanden       | $P_{W,ges.,vorh.}$        | kW      | = $n_R$ * $P_{W,R,vorh.}$             | 10,0                    |                              |                         |  |
|                  | Ausnutzungsgrad Ausgleichsbecken    | $\eta_{Ausgleichsbecken}$ | %       | = $t_{A,empf.,min}$ / $t_{A,min}$     | 61%                     |                              |                         |  |

| Parameter   |                                      | Einheit                       | Berechnung                          | Lastfall 1<br>Bemessung                                 | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle  |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------|-------------------------|---|
| Beschickungspumpwerk  | Maximaler Zufluss                    | $Q_{max}$                     | $m^3/h$                             |   | 3.000                        |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                     |
|   | Interne Rückflüsse                   | $Q_{int}$                     | $m^3/h$                             |   | 0                            |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                     |
|   | WSP im Beschickungspumpwerk          | WSP1                          | m ü. NN                             |   | 82,60                        |                         | Plan: 336.82.003.74                               |
|   | WSP in Belebungsbecken 1             | WSP2                          | m ü. NN                             |   | 93,80                        |                         | 336.003.0071B_Belebungsbecken                     |
|   | Geodätische Förderhöhe               | $H_{geo}$                     | mWs                                 |   | 11,20                        |                         | Plan: 336.82.003.74                               |
|   | Länge (Rohrleitung)                  | $l$                           | m                                   |   | 443                          |                         | Lagepläne der Kläranlage                          |
|   | Verlustbeiwert                       | $\xi$                         | -                                   | abgeschätzt   | 2,10                         |                         |   |
|   | lokale Rohrleitungsverluste          | $H_{vA}$                      | m                                   | $= \xi \cdot v^2 / (2 \cdot g)$                         | 0,29                         |                         | Schneider Bautabelle für Ingenieure               |
|   | absolute Rauheit                     | $k$                           | -                                   |   | 0,0160                       |                         | Schneider Bautabelle für Ingenieure               |
|   | Widerstandsbeiwert                   | $\lambda$                     | -                                   | $= (2 \cdot \text{LOG}(3,71 \cdot d / k))^2$            | 0,009                        |                         | Schneider Bautabelle für Ingenieure               |
|   | kontinuierliche Rohrleitungsverluste | $H_{vr}$                      | mWs                                 | $= \lambda \cdot (l/d) \cdot v^2 / (2 \cdot g)$         | 0,70                         |                         | Schneider Bautabelle für Ingenieure               |
|   | Dynamische Förderhöhe                | $H_{dyn} = \sum H_{vi}$       | mWs                                 | $= H_{vr} + H_{vA}$                                     | 0,99                         |                         | Schneider Bautabelle für Ingenieure               |
|   | Manometrische Förderhöhe             | $H_{man}$                     | mWs                                 | $= H_{geo} + H_{dyn}$                                   | 12,2                         |                         |   |
|   | Nennweite (Rohr), Ablauf             | $d$                           | mm                                  | DN 800  | 800                          |                         | Lagepläne der Kläranlage                          |
|   | Querschnitt                          | $A$                           | $m^2$                               | $= (d / 2 / 1.000)^2 \cdot \pi$                         | 0,50                         |                         |   |
|   | Erdbeschleunigung                    | $g$                           | $m/s^2$                             | Konstante   | 9,81                         |                         |   |
|   | Geschwindigkeit                      | $v_{max}$                     | $m/s^2$                             | $= Q_{max} / A$ (Empfehlung: min. 0,7m/s; max. 2 m/s)   | 1,66                         |                         |   |
|   | Förderhöhe Pumpen, vorhanden         | $h$                           | m                                   |   | 11,50                        |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen (11,5/12,2) |
|   | Dichte (Wasser) 20°C                 | $\rho$                        | kg/l                                | Literaturwert   | 0,998                        |                         | Schneider Bautabelle für Ingenieure               |
|   | Wirkungsgrad                         | $\eta$                        | -                                   | gewählt   | 0,65                         |                         |   |
|   | Pumpenleistung, erforderlich         | $P_{gesamt,erf}$              | kW                                  | $= (\rho \cdot g \cdot Q / 3.600 \cdot H_{man}) / \eta$ | 153                          |                         |   |
|   | Pumpenart                            | -                             | -                                   |   | Flygt, Kreiselpumpe          |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen             |
|   | Pumpenanzahl                         | $n_{Pumpe}$                   | -                                   |   | 2+1                          |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen             |
| Pumpenleistung, vorhanden   | $P_{Pumpe,vorh.}$                    | kW                            |                                     | 2 * 100   | und                          | 1 * 63                  | Bestand klärtechnischer Einrichtungen             |
|   | $P_{gesamt,vorh.}$                   | kW                            | $= n_{Pumpe} \cdot P_{Pumpe,vorh.}$ |   | 163                          |                         |   |
| Fördermenge, vorhanden  | $Q_{Pumpe,vorh.}$                    | $m^3/h$                       |                                     | 2 * 2.000   | und                          | 1 * 1.300               | Bestand klärtechnischer Einrichtungen             |
|   | $Q_{gesamt,vorh.}$                   | $m^3/h$                       | $= n_{Pumpe} \cdot Q_{Pumpe,vorh.}$ |   | 3.300                        |                         |   |
| Ausnutzungsgrad Beschickungspumpwerk  |                                      | $\eta_{Beschickungspumpwerk}$ | %                                   | $= Q_{max} / Q_{gesamt,vorh.}$                          | 91%                          |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen             |
| <div><div>1) Entwurf - Bau einer biologischen Abwasserreinigungsanlage Werk Salzgitter, 5. Ausfertigung, Ingenieurbüro Dilp.-Ing. Uwe Buss (1992)</div><div>2) Biologische Stickstoffelimination hemmstoffbelasteter Abwässer am Beispiel eines Eisenhüttenwerks, Zacharias (1996)</div><div>3) Taschenbuch der Stadtentwässerung, Kap., 5.4.4, Imhoff u.a., 2009</div></div> |                                      |                               |                                     |   |                              |                         |   |

2. Biologische Stufe und Dosierstationen

| Parameter                            |   |                                | Einheit | Berechnung | Lastfall 1<br>Bemessung | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle  |
|--------------------------------------|---|--------------------------------|---------|------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|---|
| Eingangsdaten                        | Mittlerer Zufluss zur Vorklärung              | $Q_{\text{mittel,VKB, zu}}$    | m³/h    |            | 1.410                   |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maximaler Abwasserzufluss                     | $Q_{\text{max,BB}}$            | m³/h    |            | 3.060                   |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maximaler Trockenwetterzufluss                | $Q_{\text{T,h,max}}$           | m³/h    |            | 1.750                   |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | minimaler Trockenwetterzufluss                | $Q_{\text{T,h,min}}$           | m³/h    |            | 940                     |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maßgebender Trockenwetterzufluss zur Belebung | $Q_{\text{d,konz}}$            | m³/d    |            | 34.700                  | 31.200                       | 32.100                  | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | Teilstrom Kokerei                             | $Q_{\text{Kok}}$               | m³/d    |            | 1.400                   | 1.300                        | 1.300                   | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | Teilstrom Trübwasser                          | $Q_{\text{Trüb}}$              | m³/d    |            | 310                     | 330                          | 370                     | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | Gesamzufluss im Jahr                          | $Q_{\text{a,ZB}}$              | m³/a    |            | 13.000.000              |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | Bemessungstemperatur                          | $T_{\text{BB}}$                | °C      |            | 15,0                    | 21,5                         | 26,0                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maßgebende CSB-Fracht                         | $B_{\text{d,CSB,ZB}}$          | kg/d    |            | 4.300                   | 3.510                        | 4.300                   | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maßgebende BSB <sub>5</sub> -Fracht           | $B_{\text{d,BSB5,ZB}}$         | kg/d    |            | 1.891                   | 1.555                        | 1.891                   | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maßgebende AFS-Fracht                         | $B_{\text{d,TS,ZB}}$           | kg/d    |            | 1.345                   | 1.048                        | 1.345                   | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maßgebende TKN-Fracht                         | $B_{\text{d,TKN,ZB}}$          | kg/d    |            | 1.251                   | 1.017                        | 1.251                   | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maßgebende NH <sub>4</sub> -N-Fracht          | $B_{\text{d,NH4,ZB}}$          | kg/d    |            | 748                     | 604                          | 748                     | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maßgebende NO <sub>3</sub> -N-Fracht          | $B_{\text{d,NO3,ZB}}$          | kg/d    |            | 84                      | 65                           | 84                      | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | maßgebende P-Fracht                           | $B_{\text{d,Pges,ZB}}$         | kg/d    |            | 20,7                    | 16,2                         | 20,7                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | CSB-Konzentration                             | $C_{\text{CSB,ZB}}$            | mg/l    |            | 123,9                   | 112,5                        | 134,0                   | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | BSB <sub>5</sub> -Konzentration               | $C_{\text{BSB5,ZB}}$           | mg/l    |            | 54,5                    | 49,8                         | 58,9                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | AFS-Konzentration                             | $X_{\text{TS,ZB}}$             | mg/l    |            | 38,8                    | 33,6                         | 41,9                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | TKN-Konzentration                             | $C_{\text{TKN,ZB}}$            | mg/l    |            | 36,1                    | 32,6                         | 39,0                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | NH <sub>4</sub> -N-Konzentration              | $S_{\text{NH4,ZB}}$            | mg/l    |            | 21,6                    | 19,4                         | 23,3                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | NO <sub>3</sub> -N-Konzentration              | $S_{\text{NO3,ZB}}$            | mg/l    |            | 2,4                     | 2,1                          | 2,6                     | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | P-Konzentration                               | $C_{\text{Pges,ZB}}$           | mg/l    |            | 0,60                    | 0,52                         | 0,64                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
|                                      | Säurekapazität im Zulauf                      | $S_{\text{KS,ZB}}$             | mmol/l  |            | 6,5                     | 6,5                          | 6,5                     | gemäß Entwurf <sup>1)</sup> über HCO <sub>3</sub> berechnet |
|                                      | Schlammvolumenindex                           | ISV                            | ml/g    |            | 55                      |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                               |
| Ablaufanforderung<br>(zu beantragen) | Chemischer Sauerstoffbedarf                   | $\ddot{U}W_{\text{CSB,AN}}$    | mg/l    |            | 75                      |                              |                         | gemäß Mischungsrechnung, Anlage 3                           |
|                                      | Biologischer Sauerstoffbedarf                 | $\ddot{U}W_{\text{BSB5,AN}}$   | mg/l    |            | 19                      |                              |                         | gemäß Mischungsrechnung, Anlage 3                           |
|                                      | Abfiltrierbare Stoffe                         | $\ddot{U}W_{\text{AFS,AN}}$    | mg/l    |            | 20                      |                              |                         | gemäß Mischungsrechnung, Anlage 3                           |
|                                      | Ammonium-Stickstoff                           | $\ddot{U}W_{\text{NH4,AN}}$    | mg/l    |            | 3,0                     |                              |                         | gemäß Mischungsrechnung, Anlage 3                           |
|                                      | Gesamt-Stickstoff                             | $\ddot{U}W_{\text{Nanorg,AN}}$ | mg/l    |            | 15                      |                              |                         | gemäß Mischungsrechnung, Anlage 3                           |
|                                      | Gesampt-Phosphor                              | $\ddot{U}W_{\text{Pges,AN}}$   | mg/l    |            | 1,0                     |                              |                         | gemäß Mischungsrechnung, Anlage 3                           |

| Parameter   |  | Einheit                         | Berechnung   | Lastfall 1<br>Bemessung | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle                                  |
|-------------|--|---------------------------------|--|-------------------------|------------------------------|-------------------------|---|
| Nachklärung | Anzahl Nachklärbecken                    | $n_{NB}$                        | -  | 2                       |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|             | Bauform der Nachklärung                  | -                               | -  | rund                    |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|             | Hauptfließrichtung in der Nachklärung    | -                               | -  | horizontal              |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|             | Art der Schlammräumung                   | -                               | -  | Schildräumer            |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|             | Eindickzeit                              | $t_E$                           | gewählt  | 2,0                     |                              |                         | DWA-A 131, Abschn. 6.2, S.40            |
|             | erreichbarer TS im Bodenschlamm          | $TS_{BS}$                       | $= (1000 / ISV) * (t_E)^{1/3}$                                 | 22,9                    |                              |                         | DWA-A 131; 6.3, S. 40                   |
|             | Verhältnis $TS_{RS}/TS_{BS}$             | $TS_{RS}/TS_{BS}$               | Schildräumer 0,7 bis 0,8, gewählt                              | 0,70                    |                              |                         | gemäß DWA-A 131, Kap. 6.3               |
|             | TS des Rücklaufschlammes                 | $TS_{RS}$                       | $= (TS_{RS}/TS_{BS}) * TS_{BS}$                                | 16,0                    |                              |                         | DWA-A 131                               |
|             | Rückführverhältnis                       | $RV$                            | -  | 0,75                    |                              |                         | 0,75 gemäß A 131, Tabelle 5             |
|             | max. Trockensubstanz im Belebungsbecken  | $TS_{BB,max} \quad TS_{AB,max}$ | $= RV * TS_{RS} / (1 + RV)$                                    | 6,9                     |                              |                         | = TSAB (gemäß A 131, Kap 6.4, S. 39/41) |
|             | Vergleichsschlammvolumen                 | $VSV$                           | $= TS_{BB,max} * ISV$  | 378                     |                              |                         | DWA-A 131                               |
|             | zulässige Schlammvolumenbeschickung      | $q_{SV,zul}$                    | für horizontaldurchströmt und $RV \leq 0,75$                   | 500                     |                              |                         | (gemäß A 131, Kap. 6.5, S. 42-43)       |
|             | zulässige Flächenbeschickung             | $q_{A,zul}$                     | $= q_{SV,zul} / TS_{AB} / ISV$                                 | 1,32                    |                              |                         | DWA-A 131; 6.5 (S. 42)                  |
|             | erforderliche Oberfläche der Nachklärung | $A_{NB,erf}$                    | $= Q_{max} / q_{A,zul}$  | 2.313                   |                              |                         | DWA-A 131; 6.6 (S. 43)                  |
|             | vorh. Durchmesser Mittelbauwerk (innen)  | $D_{Mittelbauwerk}$             |  | 2,2                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|             | vorh. Durchmesser Mittelbauwerk          | $D_{MB}$                        |  | 3,0                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|             | erf. Durchmesser Nachklärbecken          | $D_{NB,erf}$                    | $= \sqrt{((A_{NB,erf}/n_{NB} + D_{MB}^2 * \pi/4) * 4/\pi)}$    | 38,5                    |                              |                         |   |
|             | vorh. Durchmesser Nachklärbecken (innen) | $D_{NB,vorh}$                   |  | 40,0                    |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|             | Oberfläche der Nachklärung               | $A_{NB}$                        | $= n_{NB} * (D_{NB,vorh}^2 - D_{MB}^2) * \pi/4$                | 2.506                   |                              |                         |   |
|             | resultierende Flächenbeschickung         | $q_{A,res}$                     | $= Q_{max} / A_{NB}$   | 1,2                     |                              |                         | DWA-A 131; 6.6 (S. 43)                  |
|             | res. Schlammvolumenbeschickung           | $q_{SV,res}$                    | $= ISV * TS_{AB,max} * q_{A,res}$                              | 462                     |                              |                         | DWA-A 131; 6.5 (S. 42)                  |
|             | Klarwasserzone                           | $h_1$                           | gewählt  | 0,5                     |                              |                         | DWA-A 131; 6.7 (S. 44)                  |
|             | Übergangs und Pufferzone                 | $h_{23}$                        | $= q_{A,res} * (1 + RV) * (500 / (1.000 - VSV) + VSV / 1.100)$ | 2,5                     |                              |                         | DWA-A 131; 6.7 (S. 45)                  |
|             | Räumzone                                 | $h_4$                           | $= TS_{AB,max} * q_{A,res} * (1 + RV) * t_E / TS_{BS}$         | 1,3                     |                              |                         | DWA-A 131; 6.7 (S. 46)                  |
|             | erf. Gesamttiefe auf 2/3 des Fließweges  | $h_{ges,erf}$                   | $= h_1 + h_{23} + h_4$   | 4,2                     |                              |                         | DWA-A 131; 6.7 (S. 46)                  |
|             | vorh. Gesamttiefe auf 2/3 des Fließweges | $h_{ges,vorh}$                  |  | 4,6                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|             | vorh Trockensubstanz im Belebungsbecken  | $TS_{BB,vorh}$                  |  | 5,00                    | 5,00                         | 5,00                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)           |
|             | Ausnutzungsgrad Nachklärung              | $\eta_{NB}$                     | $= TS_{BB,vorh} / TS_{BB,max}$                                 | 73%                     | 73%                          | 73%                     |   |
|             | Volumen Nachklärung                      | $V_{NB}$                        | $= h_{ges} * A_{NB}$   | 11.526                  |                              |                         |   |



| Parameter       |   | Einheit            | Berechnung              | Lastfall 1<br>Bemessung  | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle                                 |
|-----------------|---|--------------------|-------------------------|--|------------------------------|-------------------------|--|
| Nitrifikation   | vorh. Belebungsbeckenvolumen                      | $V_{BB,vorh}$      | $m^3$                   | 12.000   |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen  |
|                 | vorh. Nitrifikationsvolumen (inkl. Nachbelüftung) | $V_{N,vorh.}$      | $m^3$                   | 9.000  |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen  |
|                 | vorh. Denitrifikationsvolumen                     | $V_{D,vorh.}$      | $m^3$                   | 3.000  |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen  |
|                 | vorh. Anteil Denitrifikation                      | $V_D/V_{BB}$       | $m^3/m^3$               | 0,25   |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen  |
|                 | Gesamtschlammalter angesetzt                      | $t_{TS,ang.}$      | d                       | angesetzt für iterative Berechnung   |                              |                         |  |
|                 | Temperaturfaktor für die endogene Veratmung       | $F_T$              | -                       | $= 1,072^{(T - 15)}$   |                              |                         | DWA-A 131; 5.2.2 (S. 34)               |
|                 | spez. Überschussschlammanfall                     | $\ddot{U}_{BSB5}$  | g TS/g BSB <sub>5</sub> | $= 0,6 * (X_{TS,ZB} / (C_{BSB5,ZB} + C_{BSB5,dos}) + 1) - 0,072 * 0,6 * F_T / (1/t_{TS} + 0,08 * F_T)$ |                              |                         | nach Dissertation Zacharias, S 190     |
|                 | Überschussschlammanfall                           | $\ddot{U}_d$       | kg/d                    | $= \ddot{U}_{BSB5} * (C_{BSB5,ZB} + C_{BSB5,dos}) * Q_{d,Konz} / 1.000$                                |                              |                         |  |
|                 | vorh. Gesamtschlammalter berechnet                | $t_{TS}$           | d                       | $= V_{BB} * TS_{BB,vorh} / \ddot{U}_d$   |                              |                         | DWA-A 131; 5.1.5 (S. 31/32)            |
|                 | vorh. aerobes Schlammalter, berechnet             | $t_{TS,aer}$       | d                       | $= t_{TS} * (1 - V_D/V_{BB})$  |                              |                         | DWA-A 131; 5.1.5 (S. 31/32)            |
|                 | max.Wachstumsrate Cyanid abbauender Bakterien     | $\mu_{A,max}$      | 1/d                     | bei 15 °C  |                              |                         | Dissertation Zacharias, S. 188-189     |
|                 | erf. Sicherheitsfaktor                            | $SF_{erf}$         | -                       | 2,30   |                              |                         | Dissertation Zacharias, S. 188-189     |
|                 | erforderliches aerobes Schlammalter, berechnet    | $t_{TS,aer,erf.}$  | d                       | $= SF/\mu_{max} * 1,103^{(15 - T)}$  |                              |                         | DWA-A 131 (2000)                       |
|                 | vorh. Sicherheitsfaktor                           | $SF_{vorh.}$       | -                       | $= t_{TS,aer,vorh} * \mu_{max} / 1,103^{(15 - T)}$   |                              |                         | DWA-A 131 (2000)                       |
|                 | Ausnutzungsgrad Nitrifikation                     | $\eta_N$           | %                       | $= SF_{erf} / SF_{vorh}$   |                              |                         |  |
| Denitrifikation | Denitrifikationsverfahren                         | -                  |                         | nachgeschaltete Denitrifikation  |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen  |
|                 | org. Stickstoff im Ablauf                         | $S_{orgN,AN}$      | mg/l                    | gewählt  |                              |                         | DWA-A 131; 5.2.3 (S.35)                |
|                 | Ammoniumstickstoff im Ablauf                      | $S_{NH4,AN}$       | mg/l                    | gewählt  |                              |                         | DWA-A 131; 5.2.3 (S.35)                |
|                 | Nitratstickstoff im Ablauf                        | $S_{NO3,AN}$       | mg/l                    | $= 0,6 * \ddot{U}W_{Nanorg}$   |                              |                         |  |
|                 | Annahme extern dosierter CSB                      | $C_{CSB,dos,Ann.}$ | mg/l                    | angesetzt für iterative Berechnung   |                              |                         |  |
|                 | in die Biomasse eingebauter Stickstoff            | $X_{orgN,BM}$      | mg/l                    | $= 0,02 * (C_{CSB,ZB} + C_{CSB,dos})$  |                              |                         | DWA-A 131 (2000)                       |
|                 | zu denitrifizierender Stickstoff                  | $S_{NO3,D}$        | mg/l                    | $= C_{N,ZB} - S_{orgN,AN} - S_{NH4,AN} - S_{NO3,AN} - X_{orgN,BM}$                                     |                              |                         | DWA-A 131 (2000)                       |
|                 | zu denitrifizierender Stickstofffracht            | $B_{d,NO3,D}$      | kg/d                    | $= S_{NO3,D} * Q_{d,Konz} / 1.000$   |                              |                         |  |
|                 | extern dosierter CSB                              | $C_{CSB,dos}$      | mg/l                    | $= 4 * S_{NO3,D}$  |                              |                         | aus Zacharias S. 162-165               |
|                 | extern dosierte CSB-Fracht                        | $B_{d,CSB,dos}$    | kg/d                    | $= C_{CSB,dos} * Q_{d,Konz} / 1.000$   |                              |                         |  |
|                 | Glühverlust Belebtschlamm                         | $GV_{\ddot{U}S}$   | %                       | 67   |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)          |
|                 | org. Trockensubstanz im Belebungsbecken           | $oTS_{BB,vorh}$    | kg/m <sup>3</sup>       | $= GV_{\ddot{U}S} * TS_{BB,vorh}$  |                              |                         | DWA-A 131                              |
|                 | vorhandenes Denitrifikationsvolumen               | $V_{D,vorh.}$      | $m^3$                   | 3.000,00   |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen  |
|                 | vorh. Denitrifikationsrate                        | $r_{D,vorh.}$      | (g N)/(g oTS * d)       | $= B_{d,NO3,D} / (oTS_{BB,vorh} * V_{BB})$   |                              |                         |  |
|                 | maximale Denitrifikationsrate                     | $r_{D,max}$        | (g N)/(g oTS * d)       | 0,37   |                              |                         | Zacharias S. 192 (Diagramm) und S. 195 |
|                 | Ausnutzungsgrad Denitrifikation                   | $\eta_{DN}$        | %                       | $= r_{D,vorh} / r_{D,erf}$   |                              |                         |  |

| Parameter  |   |                                    |                          | Einheit | Berechnung   | Lastfall 1<br>Bemessung | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle                                |
|--|---|------------------------------------|--------------------------|---------|--|-------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Sauerstoffbedarf/Bemessung des Belüftungssystems | Sauerstoffverbrauch aus Kohlenstoffelimination        | OV <sub>d,C</sub>                  | kg O <sub>2</sub> /d     |         | = B <sub>d,BSB5,ZB</sub> * (0,56 + 0,15 * t <sub>TS</sub> * F <sub>T</sub> / (1 + 0,17 * t <sub>TS</sub> * F <sub>T</sub> )) | 2.462                   | 2.142                        | 2.621                   | DWA-A 131 (2000)                      |
|  | Sauerstoffverbrauch aus Nitrifikation                 | OV <sub>d,N</sub>                  | kg O <sub>2</sub> /d     |         | = Q <sub>d,Konz</sub> * 4,3 * (S <sub>NO3,D</sub> - S <sub>NO3,ZB</sub> + S <sub>NO3,AN</sub> ) / 1.000                      | 4.573                   | 3.673                        | 4.576                   | DWA-A 131 (2000)                      |
|  | Sauerstoffrückgewinn durch Denitrifikation            | OV <sub>d,D</sub>                  | kg O <sub>2</sub> /d     |         |  | 0                       | 0                            | 0                       |                                       |
|  | Täglicher Sauerstoffverbrauch                         | OV <sub>d</sub>                    | kg O <sub>2</sub> /d     |         | = OV <sub>d,C</sub> + OV <sub>d,N</sub> - OV <sub>d,D</sub>  | 7.034                   | 5.815                        | 7.197                   | DWA-A 131                             |
|  | Stoßfaktor für C-Elimination                          | f <sub>C</sub>                     | -                        |         | angenommen   | 1,15                    | 1,15                         | 1,15                    | Entwurfsbericht                       |
|  | Stoßfaktor für Nitrifikation                          | f <sub>N</sub>                     | -                        |         | angenommen   | 1,50                    | 1,50                         | 1,50                    | Entwurfsbericht                       |
|  | max. stündlicher Sauerstoffverbrauch                  | OV <sub>h,max</sub>                | kg O <sub>2</sub> /h     |         | = (f <sub>C</sub> * (OV <sub>d,C</sub> - OV <sub>d,D</sub> ) + f <sub>N</sub> * OV <sub>d,N,max</sub> ) / 24                 | 403,8                   | 332,2                        | 411,6                   | DWA-M 229-1; 4.3.1 (S. 34)            |
|  | mittl. stündlicher Sauerstoffverbrauch                | OV <sub>h,mittel</sub>             | kg O <sub>2</sub> /h     |         | = OV <sub>d</sub> / 24   | 293,1                   | 242,3                        | 299,9                   |                                       |
|  | min. stündlicher Sauerstoffverbrauch                  | OV <sub>h,min</sub>                | kg O <sub>2</sub> /h     |         | = OV <sub>d,C,aM</sub> / ((3,92 / (t <sub>TS</sub> * F <sub>T</sub> ) + 1,66) * 24)  | 135,7                   | 141,5                        | 142,1                   | DWA-M 229-1; 4.3.1 (S. 34)            |
|  | Sauerstoffkonzentration im belüfteten Becken          | C <sub>x</sub>                     | mg/l                     |         |  | 2,0                     | 2,0                          | 2,0                     | Entwurfsbericht                       |
|  | Sauerstoffsättigungskonzentration                     | C <sub>S</sub>                     | mg/l                     |         | = 2.234,34 / (T + 45,93) <sup>1,31403</sup>  | 10,1                    | 8,8                          | 8,1                     | DWA-M 229-1 S.75                      |
|  | erforderliche max. Sauerstoffzufuhr                   | αOC <sub>max</sub>                 | kg O <sub>2</sub> /h     |         | = C <sub>S</sub> / (C <sub>S</sub> - C <sub>x</sub> ) * OV <sub>h,max</sub>  | 503,6                   | 429,5                        | 546,3                   | DWA-A 131 (2000)                      |
|  | erforderliche mittl. Sauerstoffzufuhr                 | αOC <sub>mittel</sub>              | kg O <sub>2</sub> /h     |         | = C <sub>S</sub> / (C <sub>S</sub> - C <sub>x</sub> ) * OV <sub>h,mittel</sub>   | 365,6                   | 313,2                        | 398,0                   | DWA-A 131 (2000)                      |
|  | erforderliche min. Sauerstoffzufuhr                   | αOC <sub>min</sub>                 | kg O <sub>2</sub> /h     |         | = C <sub>S</sub> / (C <sub>S</sub> - C <sub>x</sub> ) * OV <sub>h,min</sub>  | 169,2                   | 182,9                        | 188,6                   | DWA-A 131 (2000)                      |
|  | Grenzflächenfaktor (alpha-Wert)                       | α                                  | -                        |         |  | 0,5                     | 0,5                          | 0,5                     | Entwurfsbericht S.66                  |
|  | Einblastiefe  | t <sub>E</sub>                     | m                        |         |  | 6,3                     | 6,3                          | 6,3                     | Entwurfsbericht; Plan 336.003.0072B   |
|  | Spezifische Standardsauerstoffzufuhr                  | SSOTR                              | g O <sub>2</sub> /(m³*m) |         |  | 6,5                     | 6,5                          | 6,5                     | Entwurfsbericht, Herstellerangaben    |
|  | Maximale stündliche Luftbeaufschlagung, erf.          | Q <sub>L,max,erf.</sub>            | m³/h                     |         | =αOCmax / α / t <sub>E</sub> / SSOTR / 1000  | 24.792                  | 21.144                       | 26.893                  |                                       |
|  | Mittlere stündliche Luftbeaufschlagung, erf.          | Q <sub>L,mittel,erf.</sub>         | m³/h                     |         | =αOCmittel / α / t <sub>E</sub> / SSOTR / 1000   | 17.998                  | 15.421                       | 19.593                  |                                       |
|  | Minimale stündliche Luftbeaufschlagung, erf.          | Q <sub>L,min,erf.</sub>            | m³/h                     |         | =αOCmin / α / t <sub>E</sub> / SSOTR / 1000  | 8.330                   | 9.005                        | 9.284                   |                                       |
|  | Anzahl Rohrverlüfter, vorhanden                       | n <sub>Belüfter</sub>              | -                        |         |  | 628                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|  | spezifische max. stündliche Luftbeaufschlagung, vorh. | q <sub>L,max,vorh.</sub>           | m³/h                     |         |  | 80,0                    |                              |                         | Entwurfsbericht                       |
|  | Gesamt-Max. stündliche Luftbeaufschlagung, vorh.      | Q <sub>L,max,Belüfter,ges.</sub>   | m³/h                     |         | = n <sub>Belüfter</sub> * q <sub>L,max,vorh.</sub>   | 50.240                  |                              |                         |                                       |
|  | Anzahl Turboverdichter, vorhanden                     | n <sub>Verdichter</sub>            | -                        |         |  | 4+1                     |                              |                         |                                       |
|  | Max. Fördermenge pro Turboverdichter                  | Q <sub>L,max,Verdichter</sub>      | m³/h                     |         |  | 12.500                  |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|  | Maximale Fördermenge, gesamt, vorh.                   | Q <sub>L,max,Verdichter,ges.</sub> | m³/h                     |         | = n <sub>Verdichter</sub> * Q <sub>L,max,Verdichter</sub>  | 50.000                  |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|  | Minimale Fördermenge, vorhanden.                      | Q <sub>L,min, vorh.</sub>          | m³/h                     |         |  | 5.000                   |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|  | Ausnutzungsgrad Belüftungssystem                      | η <sub>Belüftungssystem</sub>      | %                        |         | =Q <sub>L,max,erf.</sub> / Min(Q <sub>L,max,Belüfter,ges.</sub> ; Q <sub>L,max,Verdichter,ges.</sub> )                       | 54%                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |

| Parameter              |   | Einheit                        | Berechnung  | Lastfall 1<br>Bemessung | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle                                  |
|------------------------|---|--------------------------------|---|-------------------------|------------------------------|-------------------------|---|
| Phosphorsäuredosierung | Phosphorsäure                               | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | 75 %ige Lösung  | 0,75                    |                              |                         | schriftl. Auskunft Kläranlagenbetreiber |
|                        | Massenanteil P                              | M(P)                           | M(P) / M(H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )   | 0,32                    |                              |                         |   |
|                        | Dichte Phosphorsäure                        | δ <sub>H3PO4,L</sub>           | bei 20°C  | 1.580                   |                              |                         | aus Produktdatenblatt bei 20°C          |
|                        | Wirksubstanz Phosphorsäure                  | w <sub>H3PO4,L</sub>           | = 0,75 * M(P) * δ <sub>H3PO4,L</sub>  | 0,375                   |                              |                         |   |
|                        | Phosphorkonzentration Zulauf Biologie       | C <sub>Pges,ZB</sub>           |   | 0,60                    | 0,52                         | 0,64                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)           |
|                        | Phosphorkonzentration im Ablauf             | C <sub>Pges,AN</sub>           |   | 0,40                    |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)           |
|                        | in Biomasse eingebauter Phosphor            | X <sub>P,BM</sub>              | = 0,005 * (C <sub>CSB,ZB</sub> + C <sub>CSB,dos</sub> )                           | 1,10                    | 1,05                         | 1,21                    | DWA-A 131, 5.3.1 (S.37)                 |
|                        | biologische Phosphorelimination             | X <sub>P,BioP</sub>            | = 0,002 * (C <sub>CSB,ZB</sub> + C <sub>CSB,dos</sub> )                           | 0,44                    | 0,42                         | 0,48                    | DWA-A 131, 5.3.1 (S.37)                 |
|                        | zu fällendes Phosphat                       | X <sub>P,Fäll</sub>            | = C <sub>P,ZB</sub> - C <sub>P,AN</sub> - X <sub>P,BM</sub> - X <sub>P,BioP</sub> | -1,34                   | -1,36                        | -1,44                   | DWA-A 131, 5.3.1 (S.37)                 |
|                        | externer Phosphorbedarf                     | S <sub>PO4,dos</sub>           | = - X <sub>P,Fäll</sub>   | 1,34                    | 1,36                         | 1,44                    |   |
|                        | externer Phosphorbedarf                     | B <sub>d,P,dos</sub>           | = S <sub>PO4,dos</sub> * Q <sub>d</sub> / 1.000                                   | 47                      | 42                           | 46                      |   |
|                        | Phosphorsäurebedarf pro Tag                 | Q <sub>d,H3PO4</sub>           | = B <sub>d,P,dos</sub> / w <sub>H3PO4,L</sub>                                     | 124                     | 113                          | 124                     |   |
|                        | Spitzenlastfaktor                           | f <sub>SP</sub>                | -   | 1,5                     |                              |                         | gewählt                                 |
|                        | max. Phosphäursäurebedarf, pro Stunde       | Q <sub>h,H3PO4,max</sub>       | = Q <sub>d,H3PO4,max</sub> / 24 * f <sub>SP</sub>                                 | 7,8                     |                              |                         |   |
|                        | Dosierte Menge-P-Säure (MW), Ist            | Q <sub>d,H3PO4</sub>           |   | 22,1                    |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)           |
|                        | max. dosierte Menge-P-Säure pro Stunde, Ist | Q <sub>h,H3PO4,max</sub>       |   | 2,6                     |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)           |
|                        | Phosphorsäurebedarf, pro Jahr               | Q <sub>a,H3PO4</sub>           | = (Q <sub>d,H3PO4,mit.Bel.</sub> * 365) / 1000                                    | 413                     |                              |                         |   |
|                        | Lagervolumen, vorhanden                     | V <sub>L,FM,vorh.</sub>        |   | 18,0                    |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|                        | Lagerzeit, berechnet                        | t <sub>L,H3PO4,vorh.</sub>     | = V <sub>L,H2PO4,vorh.</sub> / Q <sub>d,H3PO4</sub>                               | 144,6                   | 159,5                        | 145,7                   |   |
|                        | Förderleistung Dosierpumpe, erf.            | Q <sub>Pumpe,erf.</sub>        | = Q <sub>h,H2PO4,max</sub>  | 7,8                     |                              |                         |   |
|                        | Vorhandene Anzahl Dosierpumpen              | n <sub>Pumpe</sub>             | -   | 1+1                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|                        | Förderleistung Dosierpumpe, vorhanden       | Q <sub>Pumpe,vorh.</sub>       |   | 19                      |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen   |
|                        | max. Förderleistung Phosphorsäuredosierung  | Q <sub>gesamt,vorh.</sub>      | = n <sub>Pumpe</sub> * Q <sub>Pumpe,vorh.</sub>                                   | 19                      |                              |                         |   |
|                        | Ausnutzungsgrad Phosphorsäuredosierung      | η <sub>P-dosierung</sub>       | = Q <sub>d,H3PO4,max</sub> / Q <sub>gesamt,vorh.</sub>                            | 41%                     |                              |                         |   |

| Parameter         |   |                            |                            | Einheit   | Berechnung | Lastfall 1<br>Bemessung | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle                                |
|-------------------|---|----------------------------|----------------------------|---|------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Alkaliendosierung | Fällmitteldosierung                             | $S_{Fe3}=S_{Fe2}=S_{Al3}$  | mg/l                       | kein Einsatz von Fällmitteln  |            | 0                       | 0                            | 0                       | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|                   | Rückführverhältnis                              | RF                         | -                          |   |            | 0,75                    | 0,75                         | 0,75                    | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)         |
|                   | erforderliche Säurekapazität                    | $S_{KS,erf}$               | mmol/l                     | Literaturwert   |            | 1,5                     |                              |                         | DWA-A 131, Kap 7.4, Tabelle 8         |
|                   | spez. Säurekapazitätsverlust Nitrifikation      | $S_{KS,Minus,Nitri}$       | mmol/mg $NH_4-N_{nitrif.}$ | Literaturwert   |            | 0,14                    |                              |                         | DWA. Abwasserbehandlung S. 119        |
|                   | Säurekapazitätsverlust Nitrifikation            | $S_{KS,Minus,Nitri}$       | mmol/l                     | $= S_{KS,Minus,Nitri} * (S_{NH4,ZB} - S_{NH4,AN})$  |            | 3,0                     | 2,7                          | 3,3                     |                                       |
|                   | spez. Säurekapazitätsgewinn Denitrifikatin      | $S_{KS,Plus,Deni}$         | mmol/mg $NO_3-N_{abgeb.}$  | Literaturwert   |            | 0,07                    | 0,07                         | 0,07                    | DWA-A 131; 7.4 (S. 53)                |
|                   | Säurekapazitätsgewinn Denitrifikatin            | $S_{KS,Plus,Deni}$         | mmol/l                     | $= S_{KS,Plus,Deni} * (S_{NH4,ZB} - S_{NH4,AN} - S_{NO3,AN} + S_{NO3,ZB})$  |            | 1,0                     | 1,2                          | 1,2                     | ATV-Handbuch Biol. Abwasserreinigung  |
|                   | Säurekapazität im Ablauf der Nitrifikation      | $S_{KS,Nitri,ab}$          | mmol/l                     | $= S_{KS,ZB} - S_{KS,Minus,Nitri} + 1/(1 + RF) * S_{KS,Plus,Deni}$  |            | 4,1                     | 4,5                          | 3,9                     |                                       |
|                   | Säurekapazität im Ablauf                        | $S_{KS,AB}$                | mmol/l                     | $= S_{KS,ZB} - (0,07 * (S_{NH4,ZB} - S_{NH4,AN} + S_{NO3,AN} - S_{NO3,ZB}) + 0,06 * S_{Fe3} + 0,04 * S_{Fe2} + 0,11 S_{Al3} - 0,03 * X_{P,Fall})$ |            | 4,5                     | 4,9                          | 4,4                     |                                       |
|                   | maßgebender Trockenwetterzufluss                | $Q_{d,konz}$               | m³/d                       |   |            | 34.700                  | 31.200                       | 32.100                  | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)         |
|                   | Sicherheitsaufschlag                            | KSA                        | mmol/l                     | gewählt   |            | 1,00                    | 1,00                         | 1,00                    |                                       |
|                   | Wirksubstanz Soda (Grundsubstanz)               | $W_{S,G}$                  | mol/kg                     |   |            | 18,9                    |                              |                         |                                       |
|                   | Wirksubstanz Sodalösung                         | $W_{S,L}$                  | mol/kg                     |   |            | 18,9                    |                              |                         |                                       |
|                   | Schüttdichte Soda (Natriumcarbonat, wasserfrei) | $\delta_S$                 | kg/m³                      |   |            | 600                     |                              |                         | aus Produktdatenblatt                 |
|                   | Dichte Sodalösung                               | $\delta_{SL}$              | kg/m³                      | 5%-ige Lösung angesetzt   |            | 1.000                   |                              |                         |                                       |
|                   | Erforderliche Aufstockung                       | $\Delta K_S$               | mol/m³                     | $= S_{KS,erf} - S_{KS,AB} + KSA$  |            | -2,0                    | -2,4                         | -1,9                    |                                       |
|                   | Erforderliche Alkalienmenge (Grundsubstanz)     | $\Delta Alk_X$             | kg/d                       | $= \text{Max}(0; \Delta K_S * Q_{d,Konz} / w_{S,G} \text{ bzw. } L)$  |            | 0,0                     | 0,0                          | 0,0                     |                                       |
|                   | Erforderliche Alkalienmenge (Lösung)            | $\Delta Alk_L$             | m³/d                       | $= \text{Max}(0; \Delta K_S * Q_{d,Konz} / (w_{S,L} * \delta_{SL}))$  |            | 0,0                     | 0,0                          | 0,0                     |                                       |
|                   | Sodabedarf pro Tag (MW), Istwert                | $Q_{Alk,mittel,IST}$       | m³/d                       |   |            | 9,6                     |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)         |
|                   | max. Sodabedarf pro Stunde, Istwert             | $Q_{Alk,max,IST}$          | m³/h                       |   |            | 2,9                     |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)         |
|                   | Vorhandenes Lagervolumen (Grundsubstanz)        | $V_{Silo,vorh.}$           | m³                         |   |            | 110,0                   |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|                   | Vorhandenes Lagervolumen (Lösung)               | V                          | m³                         |   |            | 1,50                    |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|                   | Lagerzeit                                       | $t_{L,Soda}$               | d                          | $= V_{Silo,vorh.} / Q_{ALK,mittel,IST}$   |            | 11                      |                              |                         |                                       |
|                   | Vorhandene Anzahl Dosierpumpen                  | $n_{Pumpe}$                | -                          |   |            | 1+1                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen |
|                   | Vorhandene Förderleistung Dosierpumpe,je        | $Q_{Pumpe,vorh.}$          | m³/h                       |   |            | 20                      |                              |                         |                                       |
|                   | max. Förderleistung Alkaliendosierung           | $Q_{gesamt,vorh.}$         | m³/h                       | $= n_{Pumpe} * Q_{Pumpe,vorh.}$   |            | 20                      |                              |                         |                                       |
|                   | Ausnutzungsgrad Alkaliendosierung               | $\eta_{Alkaliendosierung}$ | %                          | $= Q_{ALK,max,IST} / Q_{gesamt,vorh.}$  |            | 15%                     |                              |                         |                                       |

| Parameter  |   |  |                   | Einheit   | Berechnung | Lastfall 1<br>Bemessung | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle   |
|--|---|--|-------------------|---|------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|--|
| Kohlenstoffdosierung                               | Externe C-Quelle (Methanol)                       | Produkt                                    | -                 |   |            | Methanol (> 95 %)       |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen            |
|  |   | $C_{\text{CSB,CH}_3\text{OH}} = w1$        | kg CSB/m³Produkt  |   |            | 1.185                   |                              |                         | aus DWA A 131, S. 27, Tab. 1 / Produktdatenblatt |
|  |   | $C_{\text{CSB,CH}_3\text{OH}} = w2$        | kg CSB/kg Produkt |   |            | 1,5                     |                              |                         | aus DWA A 131, S. 27, Tab. 1 / Produktdatenblatt |
|  |   | $\delta_{\text{CH}_3\text{OH}}$            | kg/m³             |   |            | 790                     |                              |                         | aus DWA A 131, S. 27, Tab. 1 / Produktdatenblatt |
|  | extern dosierter CSB                              | $C_{\text{CSB,dos}}$                       | mg/l              | $= 4 \cdot S_{\text{NO}_3,\text{D}}$  |            | 96,3                    | 98,3                         | 107,1                   | aus Zacharias S. 162-165                         |
|  | extern dosierte CSB-Fracht pro Tag                | $B_{\text{d,CSB,dos}}$                     | kg/d              | $= C_{\text{CSB,dos}} \cdot Q_{\text{d,Konz}} / 1.000$                                |            | 3.341                   | 3.066                        | 3.437                   |  |
|  | Methanolbedarf pro Tag                            | $Q_{\text{d,CH}_3\text{OH}}$               | l/d               | $= (B_{\text{d,CSB,dos}} / w1) \cdot 1000$  |            | 2.819                   | 2.587                        | 2.900                   | DWA-A 131; S.27                                  |
|  | Spitzenlastfaktor                                 | $f_{\text{SP}}$                            | -                 | gewählt   |            | 1,5                     |                              |                         |  |
|  | max. Methanolbedarf pro Stunde                    | $Q_{\text{h,CH}_3\text{OH,dos,max.}}$      | l/h               | $= Q_{\text{d,CH}_3\text{OH,LF3}} / 24 \cdot f_{\text{SP}}$                           |            | 181                     |                              |                         |  |
|  | Methanolbedarf pro Jahr                           | $Q_{\text{a,CH}_3\text{OH,dos}}$           | m³/a              | $= Q_{\text{d,CH}_3\text{OH,LF2}} \cdot 365$  |            | 944                     |                              |                         |  |
|  | Lagervolumen, vorhanden                           | $V_{\text{L,FM,vorh.}}$                    | m³                | $= (2 \times 40 \text{ m}^3)$   |            | 80,0                    |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen            |
|  | Lagerzeit, berechnet                              | $t_{\text{L,H}_3\text{PO}_4,\text{vorh.}}$ | d                 | $= V_{\text{L,H}_3\text{PO}_4,\text{vorh.}} / Q_{\text{d,CH}_3\text{OH}}$             |            | 28,4                    | 30,9                         | 27,6                    |  |
|  | Förderleistung erf.                               | $Q_{\text{gesamt,erf.}}$                   | m³/h              | $= Q_{\text{h,CH}_3\text{OH,max}} / 1.000$  |            | 0,18                    |                              |                         |  |
|  | Vorhandene Anzahl Dosierpumpen                    | $n_{\text{Pumpen}}$                        | -                 |   |            | 1+1                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen            |
|  | max. Förderleistung pro Dosierpumpe               | $Q_{\text{Pumpe,max}}$                     | m³/h              |   |            | 0,60                    |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen            |
|  | max. Förderleistung Kohlenstoffdosierung          | $Q_{\text{gesamt,vorh.}}$                  | m³/h              | $= n_{\text{Pumpen}} \cdot Q_{\text{Pumpe,max}}$                                      |            | 0,60                    |                              |                         |  |
|  | Ausnutzungsgrad Kohlenstoffdosierung              | $\eta_{\text{Kohlenstoffdosierung}}$       | %                 | $= Q_{\text{gesamt,erf.}} / Q_{\text{gesamt,vorh.}}$                                  |            | 30%                     |                              |                         |  |
| Nachbemessung Mittelbauwerk Nachklärbecken (A 131) | Anzahl Nachklärbecken                             | $n_{\text{NK}}$                            | -                 |   |            | 2                       |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen            |
|  | Zufluss je Nachklärbecken (ohne $Q_{\text{RS}}$ ) | $Q_{\text{max}}$                           | m³/s              | $= Q_{\text{max,BB}} / n_{\text{NK}}$   |            | 0,43                    |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                    |
|  | Rückführverhältnis                                | RV   | -                 |   |            | 0,75                    |                              |                         | DWA-A 131; 6.1 (S. 39)                           |
|  | Rücklaufschlammstrom                              | $Q_{\text{RS}}$                            | m³/s              | $= Q_{\text{max,BB}} \cdot \text{RV}$   |            | 0,32                    |                              |                         |  |
|  | Querschnittsfläche Zulaufdüker                    | $A_{\text{ZD}}$                            | m²                | Zulaufleitung DN 900 Stahl  |            | 0,64                    |                              |                         | Bestandsplan Nachklärbecken 1-Schnitt            |
|  | max. Wasserstand im Mittelbauwerk                 | $h_{\text{MB}}$                            | m                 |   |            | 9,08                    |                              |                         | Bestandsplan Nachklärbecken 1-Schnitt            |
|  | vorh. Durchmesser Mittelbauwerk                   | $D_{\text{MB}}$                            | m                 |   |            | 3,00                    |                              |                         | Bestandsplan Nachklärbecken 1-Schnitt            |
|  | Füllvolumen Mittelbauwerk (Wasservolumen)         | $V_{\text{E}}$                             | m³                | $= \pi \cdot (D_{\text{MB}}/2)^2$   |            | 7,1                     |                              |                         |  |
|  | Öffnungshöhe Einlauf                              | $h_{\text{E}}$                             | m                 |   |            | 1,5                     |                              |                         | Bestandsplan Nachklärbecken 1-Schnitt            |
|  | Einlaufquerschnitt                                | $A_{\text{E}}$                             | m²                | 18 Schlitzöffnungen à 20/150 cm   |            | 5,4                     |                              |                         |  |
|  | Abwassertemperatur                                | T  | °C                |   |            | 15,0                    |                              |                         |  |
|  | Dichte Belebtschlamm                              | $\rho_0$                                   | kg/m³             |   |            | 1.001                   |                              |                         | DWA-A 131; 6.8 (S. 46/47)                        |
|  | Dichte Umgebungsfluid                             | $\rho$                                     | kg/m³             |   |            | 1.000                   |                              |                         | DWA-A 131; 6.8 (S. 46/47)                        |
|  | dynamische Viskosität                             | $\mu$                                      | kg/(s*m)          | Vorgabe: DWA-A 131  |            | 0,0013                  |                              |                         | DWA-A 131; 6.8 (S. 46/47)                        |
|  | Eintrittsgeschwindigkeit ins Einlaufbauwerk       | $v_{\text{E}}$                             | m/s               | $= Q_{\text{max}} \cdot (1+\text{RV}) / A_{\text{ZD}}$ (Richtwert = 0,3 bis 1,5 m/s)  |            | 1,17                    |                              |                         |  |
|  | Eingetragene Leistung in das Einlaufbauwerk       | $P_{\text{E}}$                             | Nm/s              | $= 0,5 \cdot \rho_0 \cdot v_{\text{E}}^2 \cdot Q_{\text{max}} \cdot (1 + \text{RV})$  |            | 509                     |                              |                         | DWA-A 131; 6.8 (S. 46/47)                        |
|  | Geschwindigkeitsgradient                          | G  | 1/s               | $= \sqrt{P_{\text{E}}} / (\mu \cdot V_{\text{E}})$ (optimal 40-80 1/s)                |            | 235,3                   |                              |                         |  |
|  | horiz. Strömungsgeschwindigkeit am Einlauf-QS     | u  | m/s               | $= (Q_{\text{max}} + Q_{\text{RS}}) / A_{\text{E}}$ (Richwert: 0,5-0,7 m/s)           |            | 0,1                     |                              |                         |  |
|  | Densimetrische Froude-Zahl                        | $F_{\text{D}}$                             | -                 | $= u / \sqrt{((\rho_0-\rho) / \rho \cdot g \cdot h_{\text{E}})}$ (Richtwert: 0,7-1,0) |            | 0,3                     |                              |                         |  |

| Parameter                 |  |                              | Einheit  | Berechnung                                   | Lastfall 1<br>Bemessung | Lastfall 2<br>mittl. Belast. | Lastfall 3<br>max. Temp | Quelle   |
|---------------------------|--|------------------------------|--|--|-------------------------|------------------------------|-------------------------|--|
| Umwälzung                 | Anzahl Belebungsbecken   | $n_{BB}$                     | -  |  | 4                       |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                           | Anzahl Denitrifikationsbecken  | $n_{Deni}$                   | -  |  | 2                       |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                           | Volumen je Denitrifikationsbecken  | $V_{Deni}$                   | m³   |  | 1.500                   |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                           | erf. spez. Leistungsdichte   | $W_{R1}$                     | W/m³   | $V > 2.000 \text{ m}^3$                      | 1,50                    |                              |                         | Senkung des Stromverbrauchs auf Kläranlagen, Kap. 3.3.3, DWA, 2008 |
|                           |  | $W_{R2}$                     | W/m³   | $V = 1.001 - 2.000 \text{ m}^3$              | 1,75                    |                              |                         |  |
|                           |  | $W_{R3}$                     | W/m³   | $V = 500 - 1.000 \text{ m}^3$                | 2,25                    |                              |                         |  |
|                           |  | $W_{R4}$                     | W/m³   | $V = 200 - 500 \text{ m}^3$                  | 3,25                    |                              |                         |  |
|                           | erforderliche Rührwerksleistung  | $P_{W, \text{ Deni, erf.}}$  | kW   | $= (V_{Deni} * W_{R2}) / 1.000 * n_{Deni}$   | 5,25                    |                              |                         |  |
|                           | (Einzel-)Leistung je Rührwerk Denitrifikation, vorh.   | $P_{W, \text{ Rührwerk}}$    | kW   |  | 2,0                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                           | Anzahl Rührwerke je Denibecken gesamt  | $n_R$                        | -  |  | 2                       |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                           | vorhandene Rührwerksleistung   | $P_{W, \text{ Deni, vorh.}}$ | kW   | $= n_{Deni} * n_R * P_{W, \text{ Rührwerk}}$ | 8,0                     |                              |                         |  |
| Ausnutzungsgrad Umwälzung | $\eta_{Umwälzung}$   | %                            | $= P_{W, \text{ Deni, erf.}} / P_{W, \text{ Deni, vorh.}}$ | 66%  |                         |                              |                         |  |
|                           |  |                              |  |  |                         |                              |                         |  |
| Rücklaufschlamm           | Menge Rücklaufschlamm  | $Q_{RS, IST, mittel}$        | m³/h   |  | 1.483                   |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                                      |
|                           |  | $n_{RS-Pumpen}$              | -  |  | 2+1                     |                              |                         |  |
|                           |  | $Q_{RS, min, Pumpe}$         | m³/h   |  | 800                     |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                           |  | $Q_{RS, max, Pumpe}$         | m³/h   |  | 1.500                   |                              |                         | Bestand klärtechnischer Einrichtungen                              |
|                           |  | $Q_{RS, max, vorh.}$         | m³/h   | $= n_{RS-Pumpen} * Q_{RS, max, Pumpe}$       | 3.000                   |                              |                         |  |
|                           | Rücklaufverhältnis, gewählt  | $RV_{Qmax}$                  | -  | max. 0,75 bei $Q_{max}$                      | 0,75                    |                              |                         | DWA-A 131 S.39   |
|                           |  | $RV_{QT}$                    | -  | 1,0 bei $Q_T$ aus A 131                      | 1,0                     |                              |                         | DWA-A 131 S.39   |
|                           | maßgeblicher Zufluss   | $QM$                         | m³/h   |  | 3.060                   |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                                      |
|                           |  | $Q_{T, h, min}$              | m³/h   |  | 940                     |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                                      |
|                           |  | $Q_{T, h, max}$              | m³/h   |  | 1.750                   |                              |                         | Betriebsdaten (01/15 - 12/17)                                      |
|                           | Erforderliche Rücklaufschlammförderung   | $Q_{RS, max, erf}$           | m³/h   | $= Q_{max} * RV_{Qmax}$                      | 2.295                   |                              |                         | max. RV nicht überschritten  |
|                           |  |                              | m³/h   | $= Q_{T, h, max} * RV_{QT}$                  | 1.750                   |                              |                         | DWA-A 131, S.39  |
|                           | Minimale erforderliche Rücklaufschlammförderung  | $Q_{RS, min, erf}$           | m³/h   | $= Q_{T, h, min} * RV_{QT}$                  | 940                     |                              |                         |  |
|                           | Ausnutzungsgrad RS-Pumpen  | $\eta_{RS-Pumpen}$           | %  | $= Q_{RS, max, erf} / Q_{RS, max, vorh.}$    | 77%                     |                              |                         |  |
|                           | <div><div><sup>1)</sup> Entwurf - Bau einer biologischen Abwasserreinigungsanlage Werk Salzgitter, 5. Ausfertigung, Ingenieurbüro Dilp.-Ing. Uwe Buss (1992)</div><div><sup>2)</sup> Biologische Stickstoffelimination hemmstoffbelasteter Abwässer am Beispiel eines Eisenhüttenwerks, Zacharias (1996)</div><div><sup>3)</sup> Taschenbuch der Stadtentwässerung, Kap., 5.4.4, Imhoff u.a., 2009</div></div> |                              |  |  |                         |                              |                         |  |

## **3 Schlammbehandlung**

### **3.1 Schlammengen zur Nachbemessung der Schlammbehandlung**

Die Schlammengen zur Dimensionierung von Anlagenteilen erfolgte über die Ermittlung des maximalen 14-Tage Mittelwerts der gemessenen Schlammdaten aus dem Betrachtungszeitraum 2015-2017. In der nachfolgenden Tabelle 3.1 sind die entsprechenden Auslegungsdaten für die einzelnen Anlagenteile der Schlammbehandlung aufgeführt.

Bei der WKA der Salzgitter Flachstahl GmbH werden der Primärschlamm in der Sinteranlage und der Überschussschlamm in der Kokerei entsorgt. Es wird daher eine weitere Betrachtung der organischen Trockensubstanz, die bspw. für Faulungsprozesse relevant sind, nicht weiterverfolgt.



**Anlage 5.4**

Tabelle 3.1: Schlamm Bilanz, Auslegungsparameter (basierend auf maximale 14-Tage Mittelwerte)

|                                      | Parameter                           | Abk.                | Wert  | Einheit           | Bemerkung   |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------|-------------------|---|
| <b>Primärschlamm (= „Absetzgut“)</b> | <b>Dünnschlamm (aus Vorklärung)</b> |                     |       |                   |   |
|                                      | Menge                               | $Q_{\text{ÜS}}$     | 487   | m <sup>3</sup> /d | berechnet   |
|                                      | TS-Fracht                           | $B_{\text{d,ÜS}}$   | 4.870 | kg/d              | berechnet (90 % TS-Trennung, Eind.)                   |
|                                      | TS-Konzentration                    | $c_{\text{TS}}$     | 10    | g/l               | Annahme   |
|                                      | <b>Dickschlamm (aus Eindicker)</b>  |                     |       |                   |   |
|                                      | Menge                               | $Q_{\text{ÜSE}}$    | 145   | m <sup>3</sup> /d | max. 14-Tage Mittelwert (2015-2017)                   |
|                                      | TS-Fracht                           | $B_{\text{d,ÜSE}}$  | 4.380 | kg/d              | berechnet (95 % TS-Trennung, Entw.)                   |
|                                      | TS-Konzentration                    | $c_{\text{TS}}$     | 30,2  | g/l               | berechnet   |
|                                      | <b>entwässerter Schlamm</b>         |                     |       |                   |   |
|                                      | Menge                               | $Q_{\text{ÜSEW}}$   | 8,0   | m <sup>3</sup> /d | max. 14-Tage Mittelwert (2015-2017)                   |
|                                      | TS-Fracht                           | $B_{\text{d,ÜSEW}}$ | 4.160 | kg/d              | berechnet   |
|                                      | TS-Konzentration                    | $c_{\text{TS}}$     | 52    | %                 | Annahme (Versuche aus Entwurf 1992)                   |
| <b>Überschussschlamm</b>             | <b>Dünnschlamm (aus Belebung)</b>   |                     |       |                   |   |
|                                      | Menge                               | $Q_{\text{ÜS}}$     | 271   | m <sup>3</sup> /d | max. 14-Tage Mittelwert (2015-2017)                   |
|                                      | TS-Fracht                           | $B_{\text{d,ÜS}}$   | 3.440 | kg/d              | berechnet   |
|                                      | TS-Konzentration                    | $c_{\text{TS}}$     | 12,7  | g/l               | Mittelwert 2015-2017                                  |
|                                      | <b>Dickschlamm (aus Eindicker)</b>  |                     |       |                   |   |
|                                      | Menge                               | $Q_{\text{ÜSE}}$    | 137   | m <sup>3</sup> /d | max. 14-Tage Mittelwert (2015-2017)                   |
|                                      | TS-Fracht                           | $B_{\text{d,ÜSE}}$  | 3.100 | kg/d              | berechnet (90 % TS-Trennung)                          |
|                                      | TS-Konzentration                    | $c_{\text{TS}}$     | 22,6  | g/l               | berechnet   |
|                                      | <b>entwässerter Schlamm</b>         |                     |       |                   |   |
|                                      | Menge                               | $Q_{\text{ÜSEW}}$   | 12,3  | m <sup>3</sup> /d | berechnet (2018: max. 14d MW = 7,6 m <sup>3</sup> /d) |
|                                      | TS-Fracht                           | $B_{\text{d,ÜSEW}}$ | 2.950 | kg/d              | berechnet (95 % TS-Trennung)                          |
|                                      | TS-Konzentration                    | $c_{\text{TS}}$     | 24    | %                 | Annahme   |
| <b>Trübwasser</b>                    | <b>Trübwasser, gesamt</b>           |                     |       |                   |   |
|                                      | Menge                               | $Q_{\text{Trüb}}$   | 541   | m <sup>3</sup> /d | max. 14-Tage Mittelwert (2015-2017)                   |
|                                      | TS-Fracht                           | $B_{\text{d,Trüb}}$ | 100   | kg/d              | berechnet   |
|                                      | TS-Konzentration                    | $c_{\text{TS}}$     | 185   | mg/l              | Mittelwert (wöchentliche Messung)                     |



## Anlage 5.4

### 3.2 Statischer Eindicker Primärschlamm („Absetzgut“)

- Grundlagen

Der Primärschlamm wird in den „Eindicker 4“ gefördert. Der Eindicker 4 wird als **Durchlaufeindicker** genutzt.

| Parameter   | Zeichen       | Wert               | Einheit                |
|---|---------------|--------------------|------------------------|
| Menge Primärschlamm                                   | $Q_{PS}$      | 487                | $m^3/d$                |
| Feststofffracht PS                                    | $B_{d,TS,PS}$ | 4.870              | kg TS/d                |
| Oberflächenbelastung<br>(Primär- und Mischschlamm)    | $q_{A,MS}$    | 40 – 80 (max. 100) | kgTS/( $m^2 \cdot d$ ) |
| Höhe der Schlammschicht<br>(Primär- und Mischschlamm) | $h_{S,MS}$    | 1,5 – 2            | m                      |
| Höhe der Klarwasserzone                               | $h_{KZ}$      | 1,0                | m                      |

Quelle: Abwasserbehandlung, Kap. 6.4.1.1, DWA, Weimar 2006

- Formeln

#### Fläche

$$A_{E,PS} = \frac{B_{d,TS,PS}}{q_{A,MS}}$$

$A_{E,PS}$ [ $m^2$ ];  $B_{d,PS}$ [kgTS/d];  $q_{A,MS}$ [kgTS/( $m^2 \cdot d$ )]

#### Durchmesser (Rundbecken)

$$d_{E,PS} = \sqrt{\frac{A_{E,PS} \cdot 4}{\pi}}$$

$d_{E,PS}$ [m];  $A_{E,PS}$ [ $m^2$ ];

#### Eindickervolumen

$$V_{E,PS} = A_{E,PS} \cdot (h_{S,MS} + h_{KZ})$$

$V_{E,PS}$ [ $m^3$ ];  $A_{E,PS}$ [ $m^2$ ];  $h_x$ [m]

## Anlage 5.4

- Berechnung

### Eindickerfläche

$$A_{E,PS} = \frac{4.870}{80} = 61 \text{ m}^2$$

### Durchmesser

$$d_{E,PS} = \sqrt{\frac{61 * 4}{\pi}} = 8,8 \text{ m}$$

### Eindickervolumen

$$V_{E,PS} = 61 * (2 + 1) = 365 \text{ m}^3$$

- Vorhanden:

1 Durchlaufeindicker (Rund)

Durchmesser:     d =    14 m       > 8,8 m       ✓

Tiefe:             h =    6,1 m       > 3 m       ✓

Volumen:         V =    900 m<sup>3</sup>    > 365 m<sup>3</sup>    ✓

Die statische Eindickung für die Primärschlammeindickung ist ausreichend bemessen.

## Anlage 5.4

### 3.3 Statischer Eindicker Überschussschlamm

- Grundlagen

Der Überschussschlamm wird in den „Eindicker 3“ gefördert. Es wird diskontinuierlich Dünnschlamm in den Eindicker 3 gefördert und auch diskontinuierlich Dickschlamm abgezogen. Jedoch gibt es keine Komplettentleerung des Behälters bzw. ein zweites Becken, wie in DWA-M 381 für eine Standeindickung gefordert. Daher wird ebenfalls die Überschussschlammeindickung als **Durchlaufeindicker** nachbemessen.

| Parameter                                  | Zeichen              | Wert     | Einheit                                   |
|--|----------------------|----------|---|
| Menge Überschussschlamm                    | $Q_{\text{ÜS}}$      | 271      | $\text{m}^3/\text{d}$                     |
| Feststofffracht ÜS                         | $B_{\text{d,TS,ÜS}}$ | 3.440    | $\text{kg TS/d}$                          |
| Oberflächenbelastung (Üerschussschlamm)    | $q_{\text{A,ÜS}}$    | 20 – 50  | $\text{kgTS}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ |
| Höhe der Schlammschicht (Üerschussschlamm) | $h_{\text{S,ÜS}}$    | $\leq 2$ | m   |
| Höhe der Klarwasserzone                    | $h_{\text{KZ}}$      | 1,0      | m   |

Quelle: Abwasserbehandlung, Kap. 6.4.1.1, DWA, Weimar 2006

- Formeln

#### Fläche

$$A_{\text{E,ÜS}} = \frac{B_{\text{d,TS,ÜS}}}{q_{\text{A,ÜS}}}$$

$A_{\text{E,ÜS}}$  [ $\text{m}^2$ ];  $B_{\text{d,ÜS}}$  [ $\text{kgTS/d}$ ];  $q_{\text{A,ÜS}}$  [ $\text{kgTS}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ]

#### Durchmesser (Rundbecken)

$$d_{\text{E,ÜS}} = \sqrt{\frac{A_{\text{E,ÜS}} \cdot 4}{\pi}}$$

$d_{\text{E,PS}}$  [m];  $A_{\text{E,ÜS}}$  [ $\text{m}^2$ ];

#### Eindickervolumen

$$V_{\text{E,ÜS}} = A_{\text{E,ÜS}} \cdot (h_{\text{S,ÜS}} + h_{\text{KZ}})$$

$V_{\text{E,ÜS}}$  [ $\text{m}^3$ ];  $A_{\text{E,ÜS}}$  [ $\text{m}^2$ ];  $h_{\text{x}}$  [m]

## Anlage 5.4

- Berechnung

### Eindickerfläche

$$A_{E,\ddot{U}S} = \frac{3.440}{30} = 114 \text{ m}^2$$

### Durchmesser

$$d_{E,\ddot{U}S} = \sqrt{\frac{114 * 4}{\pi}} = 12,1 \text{ m}$$

### Eindickervolumen

$$V_{E,\ddot{U}S} = 114 * (2 + 1) = 342 \text{ m}^3$$

- Vorhanden:

1 Durchlaufeindicker (Rund)

|              |     |                    |                      |   |
|--------------|-----|--------------------|----------------------|---|
| Durchmesser: | d = | 14 m               | > 12,1 m             | ✓ |
| Tiefe:       | h = | 6,1 m              | > 3 m                | ✓ |
| Volumen:     | V = | 900 m <sup>3</sup> | > 342 m <sup>3</sup> | ✓ |

Die statische Eindickung für die Überschussschlammeindickung ist ausreichend bemessen. Dieser wird auch mit einem geringeren Schlamm Spiegel gefahren.

## Anlage 5.4

### 3.4 Schlammmentwässerung Primärschlamm

- Grundlagen

| Parameter                            | Zeichen         | Wert              | Einheit                               |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|
| <b>Schlamm</b>                       |                 |                   |                                       |
| Primärschlamm                        | $Q_{PS}$        | 145               | m <sup>3</sup> /d                     |
| TS-Gehalt (Dickschlamm)              | $TS_{PS}$       | 3,02<br>30,2      | %<br>kg <sub>TS</sub> /m <sup>3</sup> |
| Feststoffgehalt Austrag (gewählt)    | $TR_{PSEW}$     | 52 <sup>(1)</sup> | %                                     |
| Laufzeit am Tag                      | $t_d$           | 2 - 8             | h/d                                   |
| Betriebstage pro Woche               | $t_w$           | 7                 | d/Woche                               |
| Nennweite Druckleitung (DRL)         | DN              | 100               |                                       |
| Mindestgeschwindigkeit in DRL        | $v_{DRL}$       | 0,7               | m/s                                   |
| <b>Polymer (POLY SEPAR® PK 35 H)</b> |                 |                   |                                       |
| spez. pFM-Verbrauch                  | pFM             | 3 <sup>(1)</sup>  | g/kg <sub>TS</sub>                    |
| Anwendungskonzentration              | $c_{pFM, Lsg.}$ | 0,5               | %                                     |
| Aggregatzustand Wirksubstanz         |                 | fest              |                                       |
| Schüttdichte pFM fest                | $\rho_{pFM}$    | 0,85              | kg/l                                  |
| Wirksubstanzanteil fest (0,9 - 1,0)  | $\eta_{pFM}$    | 0,95              | -                                     |

<sup>(1)</sup> aus Entwässerungsversuchen, entnommen aus dem Entwurfsbericht (1992)

## Anlage 5.4

### ▪ Formeln

#### Primärschlammmenge pro Betriebsstunde

$$Q_{PS,eff} = \frac{Q_{PS} * 7 * 24}{24 * t_W * t_d}$$

$Q_{PS}$ [m³/h];  $t_W$ [d/Woche];  $t_d$ [h/d]

#### Entwässerte Klärschlammmenge pro Betriebsstunde

$$Q_{KS,PSEW} = \frac{Q_{PS} * 7 * 24 * TS_{PS}}{24 * TR_{PSEW} * t_W * t_d}$$

$Q_{FS}$ [m³/h];  $TS_x$ [%]  $t_W$ [d/Woche];  $t_d$ [h/d]

#### Mittlere Klärschlammmenge pro Wochentag

$$Q_{KS,PSEW} = \frac{Q_{KS,PSEW,h} * t_d * t_W}{7}$$

$Q_{KS,PSEW}$ [m³/d];  $Q_{KS,PSEW,h}$ [m³/h];  $t_d$ [h/d]

#### Feststoffmenge pro Betriebsstunde

$$B_{d,TS,PS} = Q_{PS,eff} * TS_{PS}$$

$B_{d,TS,PS}$ [kgTS/h];  $Q_{PS}$ [m³/h];  $TS_{PS}$ [kg/m³]

#### Mindestfördermenge Faulschlamm pumpen

$$Q_{PS,DRL} = \frac{v_{DRL} * \pi * d_{DRL}^2}{4} * 3600$$

$Q$ [m³/h];  $d_{DRL}$ [m];  $v_{DRL}$ [m/s]

#### pFM-Verbrauch (WS) pro Betriebsstunde

$$M_{h,pFM} = B_{h,TS,FS} * pFM$$

$M_{h,pFM}$  [kg pFM/h],  $B_{h,TS,FS}$  [Mg TS/h],  $pFM$  [kg WS/Mg TS]

#### pFM-Verbrauch (WS) pro Betriebstag

$$M_{d,pFM} = M_{h,pFM} * t_d$$

$M_{d,pFM}$  [kg pFM/d],  $M_{h,pFM}$  [kg pFM/h],  $t_d$  [h/d]

## Anlage 5.4

### Volumen der Anwendungslösung nach Aufbereitung

$$Q_{pFM,Lsg} = \frac{M_{h,pFM}}{c_{pFM,Lsg}} * 100$$

$V_{pFM}$  [l/h],  $M_{h,pFM}$  [kg pFM/h],  $c_{pFM,Lsg}$  [%]

### Bedarf an pFM-Handelsware mit prozentualem Wirksubstanzanteil

$$pFM_d = \frac{M_{d,pFM}}{\eta_{pFM}} * 100$$

$pFM_d$  [kg pFM/d],  $M_{d,pFM}$  [kg pFM<sub>WS</sub>/d],  $\eta_{pFM}$  [-]

### Kammervolumen des Ansetzbehälters

$$V_K = \frac{Q_{pFM,Lsg}}{60 \frac{min}{h}} * (t_R * t_A)$$

$V_K$  [m³],  $Q_{pFM,Lsg}$  [m³/h],  $t_x$  [min]

### Stündlicher, maximaler Betriebswasserbedarf

$$Q_{BW} = \frac{V_K * 60 \frac{min}{h}}{t_A * 1000 \frac{l}{m^3}}$$

$Q_{BW}$  [m³/h],  $V_K$  [m³],  $t_A$  [min]

### Zentratwasseranfall pro Betriebsstunde und -tag

$$Q_{ZW,h} = Q_{FS,eff} + Q_{pFM,Lsg} - Q_{KS,EW}$$

$$Q_{ZW,d} = Q_{ZW,h} * t_d$$

$Q_x$  [m³/d];  $t_d$  [h/d]

### Liefermenge Polymer fest (Formel gilt analog für die Berechnung der Liefermenge für flüssiges pFM)

$$n = \frac{I_{fest} * t_W * pFM_{fest,d}}{m_{BigBag}}$$

$n$  [-],  $I_{fest}$  [Wochen],  $t_W$  [d/Woche],  $m_{BigBag}$  [kg],  $pFM_{fest,d}$  [kg pFM/d]

## Anlage 5.4

- Berechnung

### Faulschlammmenge pro Betriebsstunde

*Ermittlung der täglichen Betriebsdauer über die vorhandene Zentrifuge*

$$t_d = \frac{145 \frac{m^3}{d}}{50 \frac{m^3}{h}} = 2,9 \frac{h}{d}$$

### Entwässerte Klärschlammmenge pro Betriebsstunde

$$Q_{KS,PSEW} = \frac{145 * 7 * 24 * 3,02}{24 * 52 * 7 * 2,9} = 2,9 \frac{m^3}{h}$$

### Mittlere Klärschlammmenge pro Wochentag

$$Q_{KS,PSEW} = \frac{2,9 * 7 * 2,9}{7} = 8,41 \frac{m^3}{d}$$

### Feststoffmenge pro Betriebsstunde

$$B_{d,TS,PS} = 50 * 3,02 = 151 \frac{kg}{h}$$

### Mindestfördermenge Faulschlamm pumpen

$$Q_{PS,DRL} = \frac{v_{DRL} * \pi * d_{DRL}^2}{4} * 3600 = 19,7 \frac{m^3}{h}$$

### pFM-Verbrauch (WS) pro Betriebsstunde

$$M_{h,pFM} = 0,151 * 3 = 0,45 \frac{kg_{ws}}{h}$$

### pFM-Verbrauch (WS) pro Betriebstag

$$M_{d,pFM} = 0,45 * 3 = 1,36 \frac{kg_{ws}}{d}$$

### Volumen der Anwendungslösung nach Aufbereitung



## Anlage 5.4

$$Q_{pFM, Lsg} = \frac{0,45}{0,5} * 100 = \mathbf{90 \frac{l}{h}}$$

Bedarf an pFM-Handelsware mit prozentualem Wirksubstanzanteil

$$pFM_d = \frac{1,36}{0,95} = \mathbf{1,43 \frac{kg}{d}}$$

Kammervolumen des Ansetzbehälters

$$V_K = \frac{0,09}{60 \frac{min}{h}} * (45min * 15min) = \mathbf{0,09 m^3}$$

Stündlicher, maximaler Betriebswasserbedarf

$$Q_{BW} = \frac{0,09m^3 * 60 \frac{min}{h}}{15min} = 0,12 \frac{m^3}{h} = \mathbf{360 \frac{l}{h}}$$

Zentratwasseranfall pro Betriebsstunde und -tag

$$Q_{ZW,h} = 50 + 0,09 - 2,9 = \mathbf{47,2 \frac{m^3}{h}}$$

$$Q_{ZW,d} = 47,2 * 3 = \mathbf{141,5 \frac{m^3}{d}}$$

Liefermenge Polymer fest (Formel gilt analog für die Berechnung der Liefermenge für flüssiges pFM)

$$I = \frac{500 kg}{7 * 1,43 \frac{kg}{d} * 1} = \mathbf{50 Wochen}$$

## Anlage 5.4

- Zusammenfassung

| Parameter   | Bemessungswert               | Dimension           |
|---|------------------------------|---------------------|
| <b>Schlammengen</b>   |                              |                     |
| Primärschlammmenge pro Betriebsstunde<br>(maximaler Durchsatz der Bestandszentrifuge) | 50                           | m <sup>3</sup> /h   |
| Entw. Klärschlammmenge pro Betriebsstunde   | 2,9                          | m <sup>3</sup> /h   |
| Volumenstrom Anwendungslösung pFM   | 0,1                          | m <sup>3</sup> /h   |
| Gesamtvolumenstrom pro Betriebsstunde   | 50,1                         | m <sup>3</sup> /h   |
| Feststoffmenge pro Betriebsstunde   | 596,4                        | kg TR/h             |
| mittlere entw. Faulschlammmenge pro Wochentag   | 8,4                          | m <sup>3</sup> /d   |
| Mindestfördermenge PS-Pumpen  | 19,8                         | m <sup>3</sup> /h   |
| Mindestgeschwindigkeit in DRL eingehalten   | $Q_{PS,eff} \geq Q_{PS,DRL}$ | Ja                  |
| <b>Bedarf an polymeren Flockungsmitteln (pFM)</b>                                     |                              |                     |
| Menge an Wirksubstanz pro Betriebsstunde  | 0,45                         | kg <sub>WS</sub> /h |
| Menge an Wirksubstanz pro Betriebstag   | 1,36                         | kg <sub>WS</sub> /d |
| Volumenstrom der Anwendungslösung nach Aufbereitung                                   | 90                           | l/h                 |
| <b>Bedarf an pFM-Handelsware</b>  |                              |                     |
| Bedarf an pFM-Handelsware (fest) je Betriebstag                                       | 1,43                         | kg/d                |
| Bedarf an pFM-Handelsware (fest) pro Jahr   | 0,52                         | t/a                 |
| <b>Reifezeit des pFM-Ansatzes</b>   |                              |                     |
| Reifezeit   | 45                           | min                 |
| Dauer Ansetzvorgang   | 15                           | min                 |
| Kammervolumen   | 90                           | l                   |
| stündlicher maximaler Betriebswasserbedarf  | 360                          | l/h                 |
| <b>Zentratmengen zum Trübwasserspeicher</b>   |                              |                     |
| Filtratanfall pro Betriebsstunde  | 47,2                         | m <sup>3</sup> /h   |
| Filtratanfall pro Betriebstag   | 141,5                        | m <sup>3</sup> /d   |
| <b>Lagerung pFM (fest)</b>  |                              |                     |
| Masse Big Bag   | 500                          | kg                  |
| Lieferintervall   | 50                           | Woche               |
| Liefermenge   | 1                            | St                  |

#### Anlage 5.4

| Parameter                | Bemessungswert | Dimension      |
|--------------------------|----------------|----------------|
| Lagerkapazität           | 500            | kg             |
| notwendiges Lagervolumen | 0,6            | m <sup>3</sup> |

- Vorhanden:

##### 1 Zentrifuge

|                    |                  |                      |         |   |
|--------------------|------------------|----------------------|---------|---|
| Fördermenge, max.: | Q =              | 50 m <sup>3</sup> /h |         |   |
| Betriebszeiten:    | t <sub>w</sub> = | 7 d/h                |         | √ |
|                    | t <sub>d</sub> = | 3 h/d                | < 8 h/d | √ |

##### 1 +1 Exzentrerschneckenpumpen (PS-Förderung)

|              |     |                           |                        |   |
|--------------|-----|---------------------------|------------------------|---|
| Fördermenge: | Q = | 15 – 45 m <sup>3</sup> /h | > 20 m <sup>3</sup> /h | √ |
|--------------|-----|---------------------------|------------------------|---|

##### 1 pFM-Ansetzstation mit einem Ansetzvolumen von V = 2.000 l

##### 1 +1 Exzentrerschneckenpumpen für pFM-Dosierung

|              |     |                            |                          |
|--------------|-----|----------------------------|--------------------------|
| Fördermenge: | Q = | 0,18 – 2 m <sup>3</sup> /h | > 0,09 m <sup>3</sup> /h |
|--------------|-----|----------------------------|--------------------------|

Die vorhandenen Primärschlammförderpumpen sowie die Zentrifugen sind ausreichend ausgelegt. Die Primärschlammwässerung verfügt über die Betriebszeiten entsprechende Reserven, die noch ausgenutzt werden können.

Die pFM-Ansetzstation ist ebenfalls mit einer ausreichenden Ansetzzeit und die pFM-Dosierpumpen mit einer ausreichenden Förderleistung ausgelegt. Die entsprechende Ansetzlösung kann weiterhin zur Verfügung gestellt werden.

Ein Big Bag ist bei der geringen pFM-Dosierung rd. 1 Jahr bzw. 50 Wochen in Nutzung. Es ist somit gegen Ende der vorhandenen pFM-Menge ein neuer Big Bag vorzusehen. D.h. es ist nur kurzfristig eine Lagerfläche für einen zusätzlichen Big Bag vorzusehen.

## Anlage 5.4

### 3.5 Schlammmentwässerung Überschussschlamm

- Grundlagen

Tabelle 3.2: Grundlagen für Schlammmentwässerung Überschussschlamm

| Parameter                               | Zeichen                | Wert         | Einheit                               |
|---|------------------------|--------------|---------------------------------------|
| <b>Schlamm</b>                          |                        |              |                                       |
| Überschussschlamm                       | $Q_{\text{ÜS}}$        | 137          | m <sup>3</sup> /d                     |
| TS-Gehalt (Dickschlamm)                 | $TS_{\text{ÜS}}$       | 2,26<br>22,6 | %<br>kg <sub>TS</sub> /m <sup>3</sup> |
| Feststoffgehalt Austrag (gewählt)       | $TR_{\text{ÜSEW}}$     | 24           | %                                     |
| Laufzeit am Tag                         | $t_d$                  | 3            | h/d                                   |
| Betriebstage pro Woche                  | $t_w$                  | 7            | d/Woche                               |
| Nennweite Druckleitung (DRL)            | DN                     | 100          |                                       |
| Mindestgeschwindigkeit in DRL           | $v_{\text{DRL}}$       | 0,7          | m/s                                   |
| <b>Polymer (POLY SEPAR® K 14-60)</b>    |                        |              |                                       |
| spez. pFM-Verbrauch                     | pFM                    | 10           | g/kg <sub>TS</sub>                    |
| Anwendungskonzentration                 | $c_{\text{pFM,Lsg.}}$  | 0,5          | %                                     |
| Aggregatzustand Wirksubstanz            |                        | flüssig      |                                       |
| Dichte pFM flüssig                      | $\rho_{\text{pFM,fl}}$ | 1,0          | kg/l                                  |
| Wirksubstanzanteil flüssig (0,25 - 0,5) | $\eta_{\text{pFM}}$    | 0,50         | -                                     |

- Formeln

Analog zur Berechnung der Primärschlammmentwässerung.

Siehe Kapitel 3.4.

## Anlage 5.4

- Berechnung

### Faulschlammmenge pro Betriebsstunde

*Ermittlung der täglichen Betriebsdauer über die vorhandene Zentrifuge*

$$t_d = \frac{137 \frac{m^3}{d}}{50 \frac{m^3}{h}} = 2,7 \frac{h}{d}$$

### Entwässerte Klärschlammmenge pro Betriebsstunde

$$Q_{KS, \ddot{U}SEW} = \frac{137 * 7 * 24 * 2,26}{24 * 24 * 7 * 2,7} = 4,8 \frac{m^3}{h}$$

### Mittlere Klärschlammmenge pro Wochentag

$$Q_{KS, \ddot{U}SEW} = \frac{4,8 * 2,7 * 7}{7} = 12,9 \frac{m^3}{d}$$

### Feststoffmenge pro Betriebsstunde

$$B_{d, TS, FS} = 50 * 2,26 = 113 \frac{kg}{h}$$

### Mindestfördermenge Faulschlamm pumpen

$$Q_{\ddot{U}S, DRL} = \frac{0,7 * \pi * 0,1^2}{4} * 3600 = 19,7 \frac{m^3}{h}$$

### pFM-Verbrauch (WS) pro Betriebsstunde

$$M_{h, pFM} = 0,113 * 10 = 1,13 \frac{kg_{ws}}{h}$$

### pFM-Verbrauch (WS) pro Betriebstag

$$M_{d, pFM} = 1,13 * 2,7 = 3,05 \frac{kg_{ws}}{d}$$

## **Anlage 5.4**

### Volumen der Anwendungslösung nach Aufbereitung

$$Q_{pFM, Lsg} = \frac{1,13}{0,5} * 100 = 226 \frac{l}{h}$$

### Bedarf an pFM-Handelsware mit prozentualem Wirksubstanzanteil

$$pFM_d = \frac{3,05}{0,5} * 1,0 \frac{l}{kg} = 6,1 \frac{l}{d}$$

### Kammervolumen des Ansetzbehälters

$$V_K = \frac{0,226}{60} * (45 * 15) = 0,226 m^3$$

### Stündlicher, maximaler Betriebswasserbedarf

$$Q_{BW} = \frac{0,226 * 60}{15} = 0,904 \frac{m^3}{h}$$

### Zentratwasseranfall pro Betriebsstunde und -tag

$$Q_{ZW, h} = 50 + 0,2 - 12,9 = 37,3 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{ZW, d} = 37,3 * 2,7 = 101 \frac{m^3}{d}$$

### Liefermenge Polymer fest (Formel gilt analog für die Berechnung der Liefermenge für flüssiges pFM)

$$I = \frac{1050 kg}{7 * 6,1 \frac{kg}{d} * 1} = 24,6 \text{ Wochen}$$

## Anlage 5.4

- Zusammenfassung

| Parameter  | Bemessungswert                             | Dimension           |
|--|--|---------------------|
| <b>Schlamm-mengen</b>  |  |                     |
| Überschussschlamm-menge pro Betriebsstunde<br>(maximaler Durchsatz der Bestandszentrifuge) | 50   | m <sup>3</sup> /h   |
| Entw. Klärschlamm-menge pro Betriebsstunde   | 4,8  | m <sup>3</sup> /h   |
| Volumenstrom Anwendungslösung pFM  | 0,22                                       | m <sup>3</sup> /h   |
| Gesamt-volumenstrom pro Betriebsstunde   | 50,2                                       | m <sup>3</sup> /h   |
| Feststoff-menge pro Betriebsstunde   | 113  | kg TR/h             |
| mittlere entw. Faulschlamm-menge pro Wochentag   | 12,9                                       | m <sup>3</sup> /d   |
| Mindestförder-menge ÜS-Pumpen  | 19,7                                       | m <sup>3</sup> /h   |
| Mindestgeschwindigkeit in DRL eingehalten  | $Q_{\text{ÜS,eff}} \geq Q_{\text{ÜS,DRL}}$ | Ja                  |
| <b>Bedarf an polymeren Flockungsmitteln (pFM)</b>  |  |                     |
| Menge an Wirksubstanz pro Betriebsstunde   | 1,13                                       | kg <sub>WS</sub> /h |
| Menge an Wirksubstanz pro Betriebstag  | 3,05                                       | kg <sub>WS</sub> /d |
| Volumenstrom der Anwendungslösung nach Aufbereitung  | 226  | l/h                 |
| <b>Bedarf an pFM-Handelsware</b>   |  |                     |
| Bedarf an pFM-Handelsware (flüssig) je Betriebstag   | 6,1  | kg/d                |
| Bedarf an pFM-Handelsware (flüssig) pro Jahr   | 2,22                                       | t/a                 |
| <b>Reifezeit des pFM-Ansatzes</b>  |  |                     |
| Reifezeit  | 15   | min                 |
| Dauer Ansetzvorgang  | 45   | min                 |
| Kammervolumen  | 226  | l                   |
| stündlicher maximaler Betriebswasserbedarf   | 904  | l/h                 |
| <b>Zentrat-mengen zum Trübwasserspeicher</b>   |  |                     |
| Filtratanfall pro Betriebsstunde   | 37,3                                       | m <sup>3</sup> /h   |
| Filtratanfall pro Betriebstag  | 101  | m <sup>3</sup> /d   |
| <b>Lagerung pFM (flüssig)</b>  |  |                     |
| Masse IBC  | 1050                                       | kg                  |
| Lieferintervall  | 24,6                                       | Woche               |
| Liefermenge  | 1  | St                  |

#### Anlage 5.4

| Parameter                | Bemessungswert | Dimension      |
|--------------------------|----------------|----------------|
| Lagerkapazität           | 1050           | kg             |
| notwendiges Lagervolumen | 1              | m <sup>3</sup> |

- Vorhanden:

##### 1 Zentrifuge

Fördermenge, max.:  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$

Betriebszeiten:  $t_w = 7 \text{ d/h}$   $\checkmark$

$t_d = 3 \text{ h/d}$   $< 8 \text{ h/d}$   $\checkmark$

##### 1 +1 Exzentrerschneckenpumpen (ÜS-Förderung)

Fördermenge:  $Q = 15 - 45 \text{ m}^3/\text{h}$   $> 20 \text{ m}^3/\text{h}$   $\checkmark$

Die vorhandenen Überschussschlammförderpumpen sowie die Zentrifugen sind ausreichend ausgelegt. Die Überschussschlammmentwässerung verfügt über die Betriebszeiten entsprechende Reserven, die noch ausgenutzt werden können.

Ein IBC ist bei für die ÜS-Konditionierung rd. ein halbes Jahr bzw. 24 Wochen in Nutzung. Es ist somit gegen Ende der vorhandenen pFM-Menge ein neuer IBC vorzusehen. D.h. es ist nur kurzfristig eine Lagerfläche für einen zusätzlichen IBC vorzusehen.



## Anlage 5.4

### 3.6 Schlammabwurfcontainer

- Grundlagen:

| Parameter   | Zeichen      | Wert        | Einheit           |
|---|--------------|-------------|-------------------|
| Mittlere Klärschlammmenge pro Wochentag (Primärschlamm)     | $Q_{PSEW,w}$ | 2,1 *       | m <sup>3</sup> /d |
| Mittlere Klärschlammmenge pro Wochentag (Überschussschlamm) | $Q_{ÜSEW,w}$ | 4,5 *       | m <sup>3</sup> /d |
| Lagerzeit Abwurfcontainer (Primärschlamm)                   | $t_{S,PS}$   | 9 (gewählt) | d                 |
| Lagerzeit Abwurfcontainer (Überschussschlamm)               | $t_{S,ÜS}$   | 4 (gewählt) | d                 |

\* Berücksichtigung der Jahresmittelwerte.

- Formel:

$$V_L = Q_{PS,EW} * t_{S,x}$$

$V_L$  [m<sup>3</sup>];  $Q_{PS,EW}$  [m<sup>3</sup>/d];  $t_{S,x}$  [d]

- Berechnung:

Abwurfcontainer Primärschlamm:

$$V_L = 2,1 * 9 = \mathbf{18,9 \, m^3}$$

Abwurfcontainer Überschussschlamm:

$$V_S = 4,5 * 4 = \mathbf{18 \, m^3}$$

- Vorhanden:

Abrollcontainer mit je rd. 20 m<sup>3</sup> Füllvolumen:

- Primärschlamm: im Jahresdurchschnitt ist ein Transportintervall von rd. 9-10 Tagen ausreichend.
- Überschussschlamm: im Jahresdurchschnitt ist ein Transportintervall von rd. 4-5 Tagen ausreichend.

Da auf der Werkskläranlage und dem Werksgelände der SZFG ein 7-tägiger Betrieb durchgeführt wird, sind die ermittelten Transportintervalle ausreichend.

Es können mit der Speicherkapazität von > 4 Tagen kleinere Zeiträume wie bspw. Feiertage überbrückt werden.

## Anlage 5.4

---

|               |                           |        |
|---------------|---------------------------|--------|
| Aufgestellt:  | Dr. Born - Dr. Ermel GmbH |        |
|               | Achim, den 14.05.2019     | AHO/MD |
| Geprüft:      | Dr. Born - Dr. Ermel GmbH |        |
|               | Achim, den 06.06.2019     | TO     |
| Überarbeitet: | Dr. Born - Dr. Ermel GmbH |        |
|               | Achim, den 07.01.2020     | AHO    |