



Salzgitter Flachstahl GmbH

**Beurteilung der Reinigungsleistung der  
vorhandenen Werkskläranlage**

**A N L A G E   5.4**

**- Verfahrenstechnische Berechnungen -**

**Anlage 5.4**

**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	Schlammwässeung Primärschlamm.....	19
3.5	Schlammwässeung Überschussschlamm .....	26
3.6	Schlammabwurfcontainer.....	31

## 1. Mechanische Stufe

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 max. Temp	Quelle
Rechenanlage	Trockenwetterzufluss	$Q_{T,h,max}$	$m^3/h$		1.750		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Maximaler Abwasserzufluss	$Q_{max}$	$m^3/h$		4.500		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Interne Rückflüsse	$Q_{int}$	$m^3/h$		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
Zulaufpumpwerk (Pumpwerk B)	max. Fließgeschwind. zwischen den Rechenstäben	$v_{max,vorh.}$	m/s	$= ((Q_{max} + Q_{int}) / (3.600 * n)) / (b_R * ((h/sina) * (e/(e+s)) * (1 - f_B)))$	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%		
	Maximaler Zufluss	$Q_{max}$	$m^3/h$		4.500		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Interne Rückflüsse	$Q_{int}$	$m^3/h$		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	$H_{ford,max}$	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	$= (\rho * g * Q / 3600 * H) / \eta$	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	$= n_{Pumpe} * P_{Pumpe,vorh.}$	147		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Fördermenge je Pumpe	$Q_{Pumpe,vorh.}$	$m^3/h$		2 * 2.150, 1 * 1.800 und 1 * 900		
	Fördermenge gesamt, vorhanden	$Q_{gesamt,vorh.}$	$m^3/h$		4.850		
	Ausnutzungsgrad Zulaufpumpwerk	$\eta_{Zulaufpumpwerk}$	%	$= Q_{max} / Q_{gesamt,vorh.}$	93%		

## Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 max. Temp	Quelle
Vorklärung	Trockenwetterzufluss	$Q_{T,h,max}$	$m^3/h$		1.750		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	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)
	Bauform	-	-		Rechteckbecken (einstraßig)		
	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	$A_{VKB}$	$m^2$	$= l * b$	330		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Beckentiefe	$h_{VKB}$	$m$		2,5		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Volumen, je Becken	$V$	$m^3$	$= A_{VKB} * h_{VKB}$	827,5		
	Vorklärbeckenvolumen, gesamt	$V_{VKB,ges}$	$m^3$	$= V * n_{VKB}$	1.655		
	Länge Überfallkante	$l_k$	$m$		40		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Überfallkantenbeschickung, berechnet	$q_{k,vorh.}$	$m^3/(m^*h)$	$= (Q_M + Q_{int}) / l_k$	75		
	empf. Überfallkantenbeschickung	$q_{k,empf.}$	$m^3/(m^*h)$	$< 30 m^3/(m^*h)$	$< 30$		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%		

**Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen**

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 max. Temp	Quelle
Ausgleichsbecken	Maximale Zulaufmenge aus Vorklärung	$Q_{VKB,ab,max}$	$m^3/h$		3.000		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Mittlere Zulaufmenge VKB	$Q_{mittel}$	$m^3/h$		1.410		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Oberkannte Sohle	$OK_{Sohle}$	$m \text{ ü. NN}$		83,0		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Maximaler Wasserstand ü NN	$WSP_{max}$	$m \text{ ü. NN}$		84,5		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Minimaler Wasserstand ü NN	$WSP_{min}$	$m \text{ ü. NN}$		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	$A$	$m^2$	$= l * b$	3.066		
	max. Volumen, berechnet	$V_{max}$	$m^3$	$= A * h_{max}$	4.599		
	min. Volumen, berechnet	$V_{min}$	$m^3$	$= A * h_{min}$	2.453		
	mittleres Volumen, berechnet	$V_{mittel}$	$m^3$	$= (V_{max} + V_{min}) / 2$	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	$W_{R1}$	$W/m^3$	$V > 2.000 m^3$		1,50		Senkung des Stromverbrauchs auf Kläranlagen, Kap. 3.3.3, DWA, 2008
	$W_{R2}$	$W/m^3$	$V = 1.001 - 2.000 m^3$		1,75		
	$W_{R3}$	$W/m^3$	$V = 500 - 1.000 m^3$		2,25		
	$W_{R4}$	$W/m^3$	$V = 200 - 500 m^3$		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%		

**Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen**

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 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	$m \text{ ü. NN}$		82,60		Plan: 336.82.003.74
	WSP in Belebungsbecken 1	WSP2	$m \text{ ü. NN}$		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	$H_{VA}$	$m$	$= \xi * v^2 / (2*g)$	0,29		Schneider Bautabelle für Ingenieure
	absolute Rauheit	$k$	-		0,0160		Schneider Bautabelle für Ingenieure
	Widerstandsbeiwert	$\lambda$	-	$= (2 * \text{LOG}(3,71 * d / k))^2$	0,009		Schneider Bautabelle für Ingenieure
	kontinuierliche Rohrleitungsverluste	$H_{vr}$	$mWs$	$= \lambda * (l/d) * v^2 / (2*g)$	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	$A$	$m^2$	$= (d / 2 / 1.000)^2 * \pi$	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	$P_{gesamt,erf}$	$kW$	$= (\rho * g * Q / 3.600 * H_{man}) / \eta$	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
		$P_{gesamt,vorh.}$	$kW$	$= n_{Pumpe} * P_{Pumpe,vorh.}$	163		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Fördermenge, vorhanden	$Q_{Pumpe,vorh.}$	$m^3/h$		2 * 2.000	und	1 * 1.300
		$Q_{gesamt,vorh.}$	$m^3/h$	$= n_{Pumpe} * Q_{Pumpe,vorh.}$	3.300		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
Ausnutzungsgrad Beschickungspumpwerk	$\eta_{Beschickungspumpwerk}$	%		$= Q_{\max} / Q_{gesamt,vorh.}$	91%		Bestand klärtechnischer Einrichtungen

<sup>1)</sup> Entwurf - Bau einer biologischen Abwasserreinigungsanlage Werk Salzgitter, 5. Ausfertigung, Ingenieurbüro Dilp.-Ing. Uwe Buss (1992)

<sup>2)</sup> Biologische Stickstoffelimination hemmstoffbelasteter Abwässer am Beispiel eines Eisenhüttenwerks, Zacharias (1996)

<sup>3)</sup> Taschenbuch der Stadtentwässerung, Kap., 5.4.4, Imhoff u.a., 2009

## 2. Biologische Stufe und Dosierstationen

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

**Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen**

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 max. Temp	Quelle	
Nachklärung	Anzahl Nachklärbecken	n <sub>NB</sub>	-		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 <sub>E</sub>	h	gewählt	2,0		DWA-A 131, Abschn. 6.2, S.40	
	erreichbarer TS im Bodenschlamm	TS <sub>BS</sub>	g/l	= (1000 / ISV) * (t <sub>E</sub> ) <sup>1/3</sup>	22,9		DWA-A 131; 6.3, S. 40	
	Verhältnis TS <sub>RS</sub> /TS <sub>BS</sub>	TS <sub>RS</sub> /TS <sub>BS</sub>	-	Schildräumer 0,7 bis 0,8, gewählt	0,70		gemäß DWA-A 131, Kap. 6.3	
	TS des Rücklaufschlammes	TS <sub>RS</sub>	g/l	= (TS <sub>RS</sub> /TS <sub>BS</sub> ) * TS <sub>BS</sub>	16,0		DWA-A 131	
	Rückführverhältnis	RV	-		0,75		0,75 gemäß A 131, Tabelle 5	
	max. Trockensubstanz im Belebungsbecken	TS <sub>BB,max</sub> TS <sub>AB,max</sub>	kg/m <sup>3</sup>	= RV * TS <sub>RS</sub> / (1 + RV)	6,9		= TSAB (gemäß A 131, Kap 6.4, S. 39/41)	
	Vergleichsschlammvolumen	VSV	ml/l	= TS <sub>BB,max</sub> * ISV	378		DWA-A 131	
	zulässige Schlammvolumenbeschickung	q <sub>SV,zul</sub>	l/(m <sup>2</sup> * h)	für horizontaldurchströmt und RV ≤ 0,75	500		(gemäß A 131, Kap. 6.5, S. 42-43)	
	zulässige Flächenbeschickung	q <sub>A,zul</sub>	m/h	= q <sub>SV,zul</sub> / TS <sub>AB</sub> / ISV	1,32		DWA-A 131; 6.5 (S. 42)	
	erforderliche Oberfläche der Nachklärung	A <sub>NB,erf</sub>	m <sup>2</sup>	= Q <sub>max</sub> / q <sub>A,zul</sub>	2.313		DWA-A 131; 6.6 (S. 43)	
	vorh. Durchmesser Mittelbauwerk (innen)	D <sub>Mittelbauwerk</sub>	m		2,2		Bestand klärtechnischer Einrichtungen	
	vorh. Durchmesser Mittelbauwerk	D <sub>MB</sub>	m		3,0		Bestand klärtechnischer Einrichtungen	
	erf. Durchmesser Nachklärbecken	D <sub>NB,erf</sub>	m	= √((A <sub>NB,erf</sub> /n <sub>NB</sub> + D <sub>MB</sub> <sup>2</sup> * π/4) * 4/π)	38,5			
	vorh. Durchmesser Nachklärbecken (innen)	D <sub>NB,vorh</sub>	m		40,0		Bestand klärtechnischer Einrichtungen	
	Oberfläche der Nachklärung	A <sub>NB</sub>	m <sup>2</sup>	= n <sub>NB</sub> * (D <sub>NB,vorh</sub> <sup>2</sup> - D <sub>MB</sub> <sup>2</sup> ) * π/4	2.506			
	resultierende Flächenbeschickung	q <sub>A,res</sub>	m/h	= Q <sub>max</sub> / A <sub>NB</sub>	1,2		DWA-A 131; 6.6 (S. 43)	
	res. Schlammvolumenbeschickung	q <sub>SV,res</sub>	l/(m <sup>2</sup> * h)	= ISV * TS <sub>AB,max</sub> * q <sub>A,res</sub>	462		DWA-A 131; 6.5 (S. 42)	
	Klarwasserzone	h <sub>1</sub>	m	gewählt	0,5		DWA-A 131; 6.7 (S. 44)	
	Übergangs und Pufferzone	h <sub>23</sub>	m	= q <sub>A,res</sub> * (1 + RV) * (500 / (1.000 - VSV) + VSV / 1.100)	2,5		DWA-A 131; 6.7 (S. 45)	
	Räumzone	h <sub>4</sub>	m	= TS <sub>AB,max</sub> * q <sub>A,res</sub> * (1 + RV) * t <sub>E</sub> / TS <sub>BS</sub>	1,3		DWA-A 131; 6.7 (S. 46)	
	erf. Gesamtfe auf 2/3 des Fließweges	h <sub>ges,erf</sub>	m	= h <sub>1</sub> + h <sub>23</sub> + h <sub>4</sub>	4,2		DWA-A 131; 6.7 (S. 46)	
	vorh. Gesamtfe auf 2/3 des Fließweges	h <sub>ges,vorh</sub>	m		4,6		Bestand klärtechnischer Einrichtungen	
	vorh. Trockensubstanz im Belebungsbecken	TS <sub>BB,vorh</sub>	kg/m <sup>3</sup>		5,00	5,00	5,00	Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Ausnutzungsgrad Nachklärung	η <sub>NB</sub>	%	= TS <sub>BB,vorh</sub> / TS <sub>BB,max</sub>	73%	73%	73%	
	Volumen Nachklärung	V <sub>NB</sub>	m <sup>3</sup>	= h <sub>ges</sub> * A <sub>NB</sub>	11.526			

**Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen**

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 max. Temp	Quelle
Nitrifikation	vorh. Belebungsbeckenvolumen	V <sub>BB,vorh</sub>	m <sup>3</sup>		12.000		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	vorh. Nitrifikationsvolumen (inkl. Nachbelüftung)	V <sub>N,vorh.</sub>	m <sup>3</sup>		9.000		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	vorh. Denitrifikationsvolumen	V <sub>D,vorh.</sub>	m <sup>3</sup>		3.000		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	vorh. Anteil Denitrifikation	V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0,25		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Gesamtschlammalter angesetzt	t <sub>TS,ang.</sub>	d	angesetzt für iterative Berechnung	31,1	47,5	40,3
	Temperaturfaktor für die endogene Veratmung	F <sub>T</sub>	-	= 1,072 <sup>(T - 15)</sup>	1,0	1,6	2,1
	spez. Überschusschlammfall	ÜS <sub>BSB5</sub>	g TS/g BSB <sub>5</sub>	= 0,6 * (X <sub>TS,ZB</sub> / (C <sub>BSB5,ZB</sub> + C <sub>BSB5,dos</sub> ) + 1) - 0,072 * 0,6 * F <sub>T</sub> / (1/t <sub>TS</sub> + 0,08 * F <sub>T</sub> )	0,4	0,3	0,3
	Überschusschlammfall	ÜS <sub>d</sub>	kg/d	= ÜS <sub>BSB5</sub> * (C <sub>BSB5,ZB</sub> + C <sub>BSB5,dos</sub> ) * Q <sub>d,Konz</sub> / 1.000	1.931	1.264	1.489
	vorh. Gesamtschlammalter berechnet	t <sub>TS</sub>	d	= V <sub>BB</sub> * TS <sub>BB,vorh</sub> / ÜS <sub>d</sub>	31,1	47,5	40,3
	vorh. aerobes Schlammalter, berechnet	t <sub>TS,aer</sub>	d	= t <sub>TS</sub> * (1 - V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub> )	23,3	35,6	30,2
	max. Wachstumsrate Cyanid abbauender Bakterien	μ <sub>A,max</sub>	1/d	bei 15 °C		0,20	Dissertation Zacharias, S. 188-189
	erf. Sicherheitsfaktor	SF <sub>erf</sub>	-			2,30	Dissertation Zacharias, S. 188-189
	erforderliches aerobes Schlammalter, berechnet	t <sub>TS,aer,erf.</sub>	d	= SF/μ <sub>A,max</sub> * 1,103 <sup>(15 - T)</sup>	11,5	6,1	3,9
	vorh. Sicherheitsfaktor	SF <sub>vorh.</sub>	-	= t <sub>TS,aer,vorh</sub> * μ <sub>A,max</sub> / 1,103 <sup>(15 - T)</sup>	4,7	13,5	17,8
	Ausnutzungsgrad Nitrifikation	η <sub>N</sub>	%	= SF <sub>erf</sub> / SF <sub>vorh.</sub>	49%	17%	13%
Denitrifikation	Denitrifikationsverfahren		-		nachgeschaltete Denitrifikation		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	org. Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	mg/l	gewählt		1,0	DWA-A 131; 5.2.3 (S.35)
	Ammoniumstickstoff im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	mg/l	gewählt		0,0	DWA-A 131; 5.2.3 (S.35)
	Nitratstickstoff im Ablauf	S <sub>NO3,AN</sub>	mg/l	= 0,6 * ÜW <sub>Nanorg</sub>	9,0	4,9	9,0
	Annahme extern dosierter CSB	C <sub>CSB,dos,Ann.</sub>	mg/l	angesetzt für iterative Berechnung	96,3	98,3	107,1
	in die Biomasse eingebauter Stickstoff	X <sub>orgN,BM</sub>	mg/l	= 0,02 * (C <sub>CSB,ZB</sub> + C <sub>CSB,dos</sub> )	4,4	4,2	4,8
	zu denitrifizierender Stickstoff	S <sub>NO3,D</sub>	mg/l	= C <sub>N,ZB</sub> - S <sub>orgN,AN</sub> - S <sub>NH4,AN</sub> - S <sub>NO3,AN</sub> - X <sub>orgN,BM</sub>	24,1	24,6	26,8
	zu denitrifizierender Stickstofffracht	B <sub>d,NO3,D</sub>	kg/d	= S <sub>NO3,D</sub> * Q <sub>d,Konz</sub> / 1.000	835,2	766,4	859,2
	extern dosierter CSB	C <sub>CSB,dos</sub>	mg/l	= 4 * S <sub>NO3,D</sub>	96,3	98,3	107,1
	extern dosierte CSB-Fracht	B <sub>d,CSB,dos</sub>	kg/d	= C <sub>CSB,dos</sub> * Q <sub>d,Konz</sub> / 1.000	3.341	3.066	3.437
	Glühverlust Belebtschlamm	GV <sub>ÜS</sub>	%			67	Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	org. Trockensubstanz im Belebungsbecken	oTS <sub>BB,vorh</sub>	kg/m <sup>3</sup>	= GV <sub>ÜS</sub> * TS <sub>BB,vorh</sub>	3,35	3,35	3,35
	vorhandenes Denitrifikationsvolumen	V <sub>D,vorh.</sub>	m <sup>3</sup>		3.000,00	3.000,00	3.000,00
	vorh. Denitrifikationsrate	r <sub>D,vorh.</sub>	(g N)/(g oTS * d)	= B <sub>d,NO3,D</sub> / (oTS <sub>BB,vorh</sub> * V <sub>BB</sub> )	0,08	0,08	0,09
	maximale Denitrifikationsrate	r <sub>D,max</sub>	(g N)/(g oTS * d)			0,37	Zacharias S. 192 (Diagramm) und S. 195
	Ausnutzungsgrad Denitrifikation	η <sub>DN</sub>	%	= r <sub>D,vorh</sub> / r <sub>D,erf</sub>	22%	21%	23%

**Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen**

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 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> /(m <sup>3</sup> *m)		6,5	6,5	6,5	Entwurfsbericht, Herstellerangaben
	Maximale stündliche Luftbeaufschlagung, erf.	Q <sub>L,max,erf.</sub>	m <sup>3</sup> /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>	m <sup>3</sup> /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>	m <sup>3</sup> /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>	m <sup>3</sup> /h		80,0		Entwurfsbericht	
	Gesamt-Max. stündliche Luftbeaufschlagung, vorh.	Q <sub>L,max,Belüfter,ges.</sub>	m <sup>3</sup> /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>	m <sup>3</sup> /h		12.500		Bestand klärtechnischer Einrichtungen	
	Maximale Fördermenge, gesamt, vorh.	Q <sub>L,max,Verdichter,ges.</sub>	m <sup>3</sup> /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>	m <sup>3</sup> /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	

**Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen**

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 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)	kg P/kg H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	M(P) / M(H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	0,32		
	Dichte Phosphorsäure	δ <sub>H3PO4,L</sub>	kg/m <sup>3</sup>	bei 20°C	1.580		aus Produktdatenblatt bei 20°C
	Wirksubstanz Phosphorsäure	W <sub>H3PO4,L</sub>	kg P/l	= 0,75 * M(P) * δ <sub>H3PO4,L</sub>	0,375		
	Phosphorkonzentration Zulauf Biologie	C <sub>Pges,ZB</sub>	mg/l		0,60	0,52	0,64
	Phosphorkonzentration im Ablauf	C <sub>Pges,AN</sub>	mg/l		0,40		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	in Biomasse eingebauter Phosphor	X <sub>P,BM</sub>	mg/l	= 0,005 * (C <sub>CSB,ZB</sub> + C <sub>CSB,dos</sub> )	1,10	1,05	1,21
	biologische Phosphorelimination	X <sub>P,BioP</sub>	mg/l	= 0,002 * (C <sub>CSB,ZB</sub> + C <sub>CSB,dos</sub> )	0,44	0,42	0,48
	zu fällendes Phosphat	X <sub>P,Fäll</sub>	mg/l	= 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
	externer Phosphorbedarf	S <sub>PO4,dos</sub>	mg/l	= - X <sub>P,Fäll</sub>	1,34	1,36	1,44
	externer Phosphorbedarf	B <sub>d,P,dos</sub>	kg P/d	= S <sub>PO4,dos</sub> * Q <sub>d</sub> / 1.000	47	42	46
	Phosphorsäurebedarf pro Tag	Q <sub>d,H3PO4</sub>	l/d	= 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>	l/h	= Q <sub>d,H3PO4,max</sub> / 24 * f <sub>SP</sub>	7,8		
	Dosierte Menge-P-Säure (MW), Ist	Q <sub>d,H3PO4</sub>	l/d		22,1		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	max. dosierte Menge-P-Säure pro Stunde, Ist	Q <sub>h,H3PO4,max</sub>	l/h		2,6		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Phosphorsäurebedarf, pro Jahr	Q <sub>a,H3PO4</sub>	m <sup>3</sup> /a	= (Q <sub>d,H3PO4,mit.Bel.</sub> * 365) / 1000	413		
	Lagervolumen, vorhanden	V <sub>L,FM,vorh.</sub>	m <sup>3</sup>		18,0		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Lagerzeit, berechnet	t <sub>L,H3PO4,vorh.</sub>	d	= 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>	l/h	= 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>	l/h		19		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	max. Förderleistung Phosphorsäuredosierung	Q <sub>gesamt,vorh.</sub>	m <sup>3</sup> /h	= 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%		

**Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen**

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 max. Temp	Quelle
Alkaliendosierung	Fällmitteldosierung	$S_{Fe3}=S_{Fe2}=S_{Al3}$	mg/l	kein Einsatz von Fällmitteln	0	0	Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Rückführverhältnis	RF	-		0,75	0,75	0,75
	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 <sub>4</sub> -N <sub>nitrif.</sub>	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 Denitrifikation	$S_{KS,Plus,Deni}$	mmol/mg NO <sub>3</sub> -N <sub>abgeb.</sub>	Literaturwert	0,07	0,07	0,07
	Säurekapazitätsgewinn Denitrifikation	$S_{KS,Plus,Deni}$	mmol/l	= $S_{KS,Plus,Deni} * (S_{NH4,ZB} - S_{NH4,AN} - S_{NO3,AN} + S_{NO3,ZB})$	1,0	1,2	1,2
	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	= $S_{KS,ZB} - (0,07 * (S_{NH4,ZB} - S_{NH4,AN} + S_{NO3,AN} - S_{NO3,ZB}) + 0,06 * S_{Fe3} + 0,04 * S_{Fe2} + 0,11 * S_{Al3} - 0,03 * X_{P,Fäll})$	4,5	4,9	4,4
	maßgebender Trockenwetterzufluss	$Q_{d,konz}$	m <sup>3</sup> /d		34.700	31.200	32.100
	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/m <sup>3</sup>			600	aus Produktdatenblatt
	Dichte Sodalösung	$\delta_{SL}$	kg/m <sup>3</sup>	5%-ige Lösung angesetzt		1.000	
	Erforderliche Aufstockung	$\Delta K_S$	mol/m <sup>3</sup>	= $S_{KS,erf} - S_{KS,AB} + KSA$	-2,0	-2,4	-1,9
	Erforderliche Alkalienmenge (Grundsubstanz)	$\Delta Alk_x$	kg/d	= Max(0; $\Delta K_S * Q_{d,Konz} / W_{S,G}$ bzw. L)	0,0	0,0	0,0
	Erforderliche Alkalienmenge (Lösung)	$\Delta Alk_L$	m <sup>3</sup> /d	= Max(0; $\Delta K_S * Q_{d,Konz} / (W_{S,L} * \delta_{SL})$ )	0,0	0,0	0,0
	Sodabedarf pro Tag (MW), Istwert	$Q_{Alk,mittel,IST}$	m <sup>3</sup> /d			9,6	Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	max. Sodabedarf pro Stunde, Istwert	$Q_{Alk,max,IST}$	m <sup>3</sup> /h			2,9	Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Vorhandenes Lagervolumen (Grundsubstanz)	$V_{Silo,vorh.}$	m <sup>3</sup>			110,0	Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Vorhandenes Lagervolumen (Lösung)	V	m <sup>3</sup>			1,50	Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Lagerzeit	$t_{L,Soda}$	d	= $V_{Silo,vorh.} / Q_{ALK,mittel,IST}$		11	
	Vorhandene Anzahl Dosierpumpen	n <sub>Pumpe</sub>	-			1+1	Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Vorhandene Förderleistung Dosierpumpe,je	$Q_{Pumpe,vorh.}$	m <sup>3</sup> /h			20	
	max. Förderleistung Alkaliendosierung	$Q_{gesamt,vorh.}$	m <sup>3</sup> /h	= $n_{Pumpe} * Q_{Pumpe,vorh.}$		20	
	Ausnutzungsgrad Alkaliendosierung	$\eta_{Alkaliendosierung}$	%	= $Q_{ALK,max,IST} / Q_{gesamt,vorh.}$		15%	

**Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen**

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 max. Temp	Quelle
Kohlenstoffdosierung	Produkt	-			Methanol (> 95 %)		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	C <sub>CSB,CH3OH</sub> = w1	kg CSB/m <sup>3</sup> Produkt			1.185		aus DWA A 131, S. 27, Tab. 1 / Produktdatenblatt
	C <sub>CSB,CH3OH</sub> = w2	kg CSB/kg Produkt			1,5		aus DWA A 131, S. 27, Tab. 1 / Produktdatenblatt
	δ <sub>CH3OH</sub>	kg/m <sup>3</sup>			790		aus DWA A 131, S. 27, Tab. 1 / Produktdatenblatt
	extern dosierter CSB	mg/l	= 4 * S <sub>NO3,D</sub>	96,3	98,3	107,1	aus Zacharias S. 162-165
	extern dosierte CSB-Fracht pro Tag	kg/d	= C <sub>CSB,dos</sub> * Q <sub>d,Konz</sub> / 1.000	3.341	3.066	3.437	
	Methanolbedarf pro Tag	l/d	= (B <sub>d,CSB,dos</sub> / w1) * 1000	2.819	2.587	2.900	DWA-A 131; S.27
	Spitzenlastfaktor	f <sub>SP</sub>	-	gewählt	1,5		
	max. Methanolbedarf pro Stunde	l/h	= Q <sub>d,CH3OH,LF3</sub> / 24 * f <sub>SP</sub>		181		
	Methanolbedarf pro Jahr	m <sup>3</sup> /a	= Q <sub>d,CH3OH,LF2</sub> * 365		944		
	Lagervolumen, vorhanden	m <sup>3</sup>	= (2 x 40 m <sup>3</sup> )		80,0		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Lagerzeit, berechnet	d	= V <sub>L,H2PO4,vorh.</sub> / Q <sub>d,CH3OH</sub>	28,4	30,9	27,6	
	Förderleistung erf.	m <sup>3</sup> /h	= Q <sub>gesamt,erf.</sub> / 1.000		0,18		
	Vorhandene Anzahl Dosierpumpen	n <sub>Pumpen</sub>	-		1+1		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	max. Förderleistung pro Dosierpumpe	m <sup>3</sup> /h			0,60		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	max. Förderleistung Kohlenstoffdosierung	m <sup>3</sup> /h	= n <sub>Pumpen</sub> * Q <sub>Pumpe,max</sub>		0,60		
	Ausnutzungsgrad Kohlenstoffdosierung	%	= Q <sub>gesamt,erf.</sub> / Q <sub>gesamt,vorh.</sub>		30%		
Nachbemessung Mittelbauwerk Nachklärbecken (A 131)	Anzahl Nachklärbecken	n <sub>NK</sub>	-		2		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Zufluss je Nachklärbecken (ohne Q <sub>RS</sub> )	Q <sub>max</sub>	m <sup>3</sup> /s	= Q <sub>max,BB</sub> / n <sub>NK</sub>	0,43		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Rückführverhältnis	RV	-		0,75		DWA-A 131; 6.1 (S. 39)
	Rücklaufschlammstrom	Q <sub>RS</sub>	m <sup>3</sup> /s	= Q <sub>max,BB</sub> * RV	0,32		
	Querschnittsfläche Zulaufdüker	A <sub>ZD</sub>	m <sup>2</sup>	Zulaufleitung DN 900 Stahl	0,64		Bestandsplan Nachklärbecken 1-Schnitt
	max. Wasserstand im Mittelbauwerk	h <sub>MB</sub>	m		9,08		Bestandsplan Nachklärbecken 1-Schnitt
	vorh. Durchmesser Mittelbauwerk	D <sub>MB</sub>	m		3,00		Bestandsplan Nachklärbecken 1-Schnitt
	Füllvolumen Mittelbauwerk (Wasservolumen)	V <sub>E</sub>	m <sup>3</sup>	= π * (D <sub>MB</sub> /2) <sup>2</sup>	7,1		
	Öffnungshöhe Einlauf	h <sub>E</sub>	m		1,5		Bestandsplan Nachklärbecken 1-Schnitt
	Einlaufquerschnitt	A <sub>E</sub>	m <sup>2</sup>	18 Schlitzöffnungen à 20/150 cm	5,4		
	Abwassertemperatur	T	°C		15,0		
	Dichte Belebtschlamm	ρ <sub>0</sub>	kg/m <sup>3</sup>		1.001		DWA-A 131; 6.8 (S. 46/47)
	Dichte Umgebungsfluid	ρ	kg/m <sup>3</sup>		1.000		DWA-A 131; 6.8 (S. 46/47)
	dynamische Viskosität	μ	kg/(s*m)	Vorgabe: DWA-A 131	0,0013		DWA-A 131; 6.8 (S. 46/47)
	Eintrittsgeschwindigkeit ins Einlaufbauwerk	v <sub>E</sub>	m/s	= Q <sub>max</sub> * (1+RV) / A <sub>ZD</sub> (Richtwert = 0,3 bis 1,5 m/s)	1,17		
	Eingetragene Leistung in das Einlaufbauwerk	P <sub>E</sub>	Nm/s	= 0,5 * ρ <sub>0</sub> * v <sub>E</sub> <sup>2</sup> * Q <sub>max</sub> * (1 + RV)	509		DWA-A 131; 6.8 (S. 46/47)
	Geschwindigkeitsgradient	G	1/s	= √P <sub>E</sub> / (μ*v <sub>E</sub> ) (optimal 40-80 1/s)	235,3		
	horiz. Strömungsgeschwindigkeit am Einlauf-QS	u	m/s	= (Q <sub>max</sub> + Q <sub>RS</sub> )/A <sub>E</sub> (Richwert: 0,5-0,7 m/s)	0,1		
	Densimetrische Froude-Zahl	F <sub>D</sub>	-	= u / ∛((ρ <sub>0</sub> -ρ) / ρ*g*h <sub>E</sub> ) (Richtwert: 0,7-1,0)	0,3		

**Anlage 5.4 - Verfahrenstechnische Berechnungen**

Parameter		Einheit	Berechnung	Lastfall 1 Bemessung	Lastfall 2 mittl. Belast.	Lastfall 3 max. Temp	Quelle
Umwälzung	Anzahl Belebungsbecken	n <sub>BB</sub>	-		4		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Anzahl Denitrifikationsbecken	n <sub>Deni</sub>	-		2		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Volumen je Denitrifikationsbecken	V <sub>Deni</sub>	m <sup>3</sup>		1.500		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	W <sub>R1</sub>	W/m <sup>3</sup>	V > 2.000 m <sup>3</sup>		1,50		Senkung des Stromverbrauchs auf Kläranlagen, Kap. 3.3.3, DWA, 2008
	W <sub>R2</sub>	W/m <sup>3</sup>	V = 1.001 - 2.000 m <sup>3</sup>		1,75		
	W <sub>R3</sub>	W/m <sup>3</sup>	V = 500 - 1.000 m <sup>3</sup>		2,25		
	W <sub>R4</sub>	W/m <sup>3</sup>	V = 200 - 500 m <sup>3</sup>		3,25		
	erforderliche Rührwerksleistung	P <sub>W, Deni, erf.</sub>	kW	= (V <sub>Deni</sub> * W <sub>R2</sub> ) / 1.000 * n <sub>Deni</sub>	5,25		
	(Einzel-)Leistung je Rührwerk Denitrifikation, vorh.	P <sub>W, Rührwerk</sub>	kW		2,0		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Anzahl Rührwerke je Denibecken gesamt	n <sub>R</sub>	-		2		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	vorhandene Rührwerksleistung	P <sub>W, Deni, vorh.</sub>	kW	= n <sub>Deni</sub> * n <sub>R</sub> * P <sub>W, Rührwerk</sub>	8,0		
	Ausnutzungsgrad Umwälzung	η <sub>Umwälzung</sub>	%	= P <sub>W, Deni, erf.</sub> / P <sub>W, Deni, vorh.</sub>	66%		
Rücklaufschlamm	Q <sub>RS,IST,mittel</sub>	m <sup>3</sup> /h			1.483		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	n <sub>RS-Pumpen</sub>	-			2+1		
	Q <sub>RS,min,Pumpe</sub>	m <sup>3</sup> /h			800		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Q <sub>RS,max,Pumpe</sub>	m <sup>3</sup> /h			1.500		Bestand klärtechnischer Einrichtungen
	Q <sub>RS,max,vorh.</sub>	m <sup>3</sup> /h	= n <sub>RS-Pumpen</sub> * Q <sub>RS,max,Pumpe</sub>		3.000		
	RV <sub>Qmax</sub>	-	max. 0,75 bei Q <sub>max</sub>		0,75		DWA-A 131 S.39
	RV <sub>QT</sub>	-	1,0 bei Q <sub>T</sub> aus A 131		1,0		DWA-A 131 S.39
	QM	m <sup>3</sup> /h			3.060		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Q <sub>T,h,min</sub>	m <sup>3</sup> /h			940		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Q <sub>T,h,max</sub>	m <sup>3</sup> /h			1.750		Betriebsdaten (01/15 - 12/17)
	Erforderliche Rücklaufschlammförderung	Q <sub>RS,max,erf</sub>	m <sup>3</sup> /h	= Q <sub>max</sub> * RV <sub>Qmax</sub>	2.295		max. RV nicht überschritten
			m <sup>3</sup> /h	= Q <sub>T,h,max</sub> * RV <sub>QT</sub>	1.750		DWA-A 131, S.39
	Minimale erforderliche Rücklaufschlammförderung	Q <sub>RS,min,erf</sub>	m <sup>3</sup> /h	= Q <sub>T,h,min</sub> * RV <sub>QT</sub>	940		
	Ausnutzungsgrad RS-Pumpen	η <sub>RS-Pumpen</sub>	%	= Q <sub>RS,max,erf</sub> / Q <sub>RS,max,vorh.</sub>	77%		

<sup>1)</sup> Entwurf - Bau einer biologischen Abwasserreinigungsanlage Werk Salzgitter, 5. Ausfertigung, Ingenieurbüro Dilp.-Ing. Uwe Buss (1992)

<sup>2)</sup> Biologische Stickstoffelimination hemmstoffbelasteter Abwässer am Beispiel eines Eisenhüttenwerks, Zacharias (1996)

<sup>3)</sup> Taschenbuch der Stadtentwässerung, Kap., 5.4.4, Imhoff u.a., 2009

### 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: Schlammbilanz, Auslegungsparameter (basierend auf maximale 14-Tage Mittelwerte)

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

## Anlage 5.4

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

- 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 (Primär- und Mischschlamm)	$q_{A,MS}$	40 – 80 (max. 100)	$kg\ TS/(m^2*d)$
Höhe der Schlammschicht (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

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

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

#### Durchmesser (Rundbecken)

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

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

#### Eindickervolumen

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

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

## 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 Primärschlammmeindickung 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 Überschussschlammmeindickung als **Durchlufeindicker** nachbemessen.

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

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

- Formeln

Fläche

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

$A_{E,ÜS}$  [ $m^2$ ];  $B_{d,ÜS}$  [ $kg TS/d$ ];  $q_{A,ÜS}$  [ $kg TS/(m^2*d)$ ]

Durchmesser (Rundbecken)

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

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

Eindickervolumen

$$V_{E,ÜS} = A_{E,ÜS} * (h_{S,ÜS} + h_{KZ})$$

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

## Anlage 5.4

- Berechnung

### Eindickerfläche

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

### Durchmesser

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

### Eindickervolumen

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

- 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 Überschussschlammmeindickung ist ausreichend bemessen. Dieser wird auch mit einem geringeren Schlammspiegel gefahren.

**Anlage 5.4**
**3.4 Schlammentwässerung Primärschlamm**

- Grundlagen

Parameter	Zeichen	Wert	Einheit
<b>Schlamm</b>			
Primärschlamm	$Q_{PS}$	145	$m^3/d$
TS-Gehalt (Dickschlamm)	$TS_{PS}$	3,02 30,2	% $kg_{TS}/m^3$
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>	$g/kg_{TS}$
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<sub>PS</sub>[m<sup>3</sup>/h]; t<sub>w</sub>[d/Woche]; t<sub>d</sub>[h/d]

### Entwässerte Klärschlammmenge pro Betriebsstunde

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

Q<sub>FS</sub>[m<sup>3</sup>/h]; TS<sub>x</sub>[%] t<sub>w</sub>[d/Woche]; t<sub>d</sub>[h/d]

### Mittlere Klärschlammmenge pro Wochentag

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

Q<sub>KS,PSEW</sub>[m<sup>3</sup>/d]; Q<sub>KS,PSEW,h</sub>[m<sup>3</sup>/h]; t<sub>d</sub>[h/d]

### Feststoffmenge pro Betriebsstunde

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

B<sub>d,TS,PS</sub>[kg TS/h]; Q<sub>PS</sub>[m<sup>3</sup>/h]; TS<sub>PS</sub>[kg/m<sup>3</sup>]

### Mindestfördermenge Faulschlammpumpen

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

Q[m<sup>3</sup>/h]; d<sub>DRL</sub>[m]; v<sub>DRL</sub>[m/s]

### pFM-Verbrauch (WS) pro Betriebsstunde

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

M<sub>h,pFM</sub> [kg pFM/h], B<sub>h,TS,FS</sub> [Mg TS/h], pFM [kg WS/Mg TS]

### pFM-Verbrauch (WS) pro Betriebstag

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

M<sub>d,pFM</sub> [kg pFM/d], M<sub>h,pFM</sub> [kg pFM/h], t<sub>d</sub> [h/d]

## Anlage 5.4

### Volumen der Anwendungslösung nach Aufbereitung

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

V<sub>pFM</sub> [l/h], M<sub>h,pFM</sub> [kg pFM/h], c<sub>pFM,Lsg</sub> [%]

### Bedarf an pFM-Handelsware mit prozentualem Wirksubstanzanteil

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

pFM<sub>d</sub> [kg pFM/d], M<sub>d,pFM</sub> [kg pFM<sub>WS</sub>/d], η<sub>pFM</sub> [-]

### Kammervolumen des Ansetzbehälters

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

V<sub>K</sub> [m<sup>3</sup>], Q<sub>pFM,Lsg</sub> [m<sup>3</sup>/h], t<sub>A</sub> [min]

### Stündlicher, maximaler Betriebswasserbedarf

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

Q<sub>BW</sub> [m<sup>3</sup>/h], V<sub>K</sub> [m<sup>3</sup>], t<sub>A</sub> [min]

### Zentralwasseranfall 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<sub>x</sub>[m<sup>3</sup>/d]; t<sub>d</sub>[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<sub>fest</sub> [Wochen], t<sub>W</sub> [d/Woche], m<sub>BigBag</sub> [kg], pFM<sub>fest,d</sub> [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 Faulschlammpumpen

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

### 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

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

Bedarf an pFM-Handelsware mit prozentualem Wirksubstanzanteil

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

Kammervolumen des Ansetzbehälters

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

Stündlicher, maximaler Betriebswasserbedarf

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

Zentratwasseranfall pro Betriebsstunde und -tag

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

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

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

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

**Anlage 5.4**

- Zusammenfassung

Parameter	Bemessungswert	Dimension
<b>Schlamm mengen</b>		
Primärschlamm menge pro Betriebsstunde (maximaler Durchsatz der Bestandszentrifuge)	50	m <sup>3</sup> /h
Entw. Klärschlamm menge pro Betriebsstunde	2,9	m <sup>3</sup> /h
Volumenstrom Anwendungslösung pFM	0,1	m <sup>3</sup> /h
Gesamt volumenstrom pro Betriebsstunde	50,1	m <sup>3</sup> /h
Feststoffmenge pro Betriebsstunde	596,4	kg TR/h
mittlere entw. Faulschlamm menge pro Wochentag	8,4	m <sup>3</sup> /d
Mindest fördermenge PS-Pumpen	19,8	m <sup>3</sup> /h
Mindest geschwindigkeit 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.:       $Q =$        $50 \text{ m}^3/\text{h}$

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

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

1 +1 Exzinterschneckenpumpen (PS-Förderung)

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

1 pFM-Ansetzstation mit einem Ansetzvolumen von  $V = 2.000 \text{ l}$

1 +1 Exzinterschneckenpumpen für pFM-Dosierung

Fördermenge:       $Q =$        $0,18 - 2 \text{ m}^3/\text{h}$        $> 0,09 \text{ m}^3/\text{h}$

Die vorhandenen Primärschlammförderpumpen sowie die Zentrifugen sind ausreichend ausgelegt. Die Primärschlammwässe rung 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 Schlammentwässerung Überschussschlamm

- Grundlagen

Tabelle 3.2: Grundlagen für Schlammentwässerung Überschussschlamm

Parameter	Zeichen	Wert	Einheit
<b>Schlamm</b>			
Überschussschlamm	Q <sub>ÜS</sub>	137	m <sup>3</sup> /d
TS-Gehalt (Dickschlamm)	TS <sub>ÜS</sub>	2,26 22,6	% kg <sub>TS</sub> /m <sup>3</sup>
Feststoffgehalt Austrag (gewählt)	TR <sub>ÜSEW</sub>	24	%
Laufzeit am Tag	t <sub>d</sub>	3	h/d
Betriebstage pro Woche	t <sub>w</sub>	7	d/Woche
Nennweite Druckleitung (DRL)	DN	100	
Mindestgeschwindigkeit in DRL	v <sub>DRL</sub>	0,7	m/s
<b>Polymer (POLY SEPAR® K 14-60)</b>			
spez. pFM-Verbrauch	pFM	10	g/kg <sub>TS</sub>
Anwendungskonzentration	c <sub>pFM,Lsg.</sub>	0,5	%
Aggregatzustand Wirksubstanz		flüssig	
Dichte pFM flüssig	ρ <sub>pFM,fl</sub>	1,0	kg/l
Wirksubstanzanteil flüssig (0,25 - 0,5)	η <sub>pFM</sub>	0,50	-

- Formeln

Analog zur Berechnung der Primärschlammtenwässerung.

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

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

### Mittlere Klärschlammmenge pro Wochentag

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

### Feststoffmenge pro Betriebsstunde

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

### Mindestfördermenge Faulschlammpumpen

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

### 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 (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
Feststoffmenge pro Betriebsstunde	113	kg TR/h
mittlere entw. Faulschlamm menge pro Wochentag	12,9	m <sup>3</sup> /d
Mindest fördermenge ÜS-Pumpen	19,7	m <sup>3</sup> /h
Mindest geschwindigkeit in DRL eingehalten	$Q_{ÜS,eff} \geq Q_{ÜS,DRL}$	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
ständlicher maximaler Betriebwasserbedarf	904	l/h
<b>Zentratmengen 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 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 Exzenterorschneckenpumpen (ÜS-Förderung)

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

Die vorhandenen Überschussschlammförderpumpen sowie die Zentrifugen sind ausreichend ausgelegt. Die Überschussschlammwäscherung 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 Schlammbwurfcontainer**

- Grundlagen:

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

\* Berücksichtigung der Jahresmittelwerte.

- Formel:

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

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