

BAUENTWURF 2023

Ertüchtigung Kläranlage

Antrag auf Erteilung einer gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis

nach § 10 Absatz 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
in Verbindung mit § 15 WHG
für die Einleitung von abgeschlagenem Abwasser
aus der Kläranlage Eslarn in den Loisbach

Anlage 3

Bemessungsgrundlagen
und verfahrenstechnische Berechnung

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Grundlagenermittlung nach ATV-DVWK A 198 - Ist- und Prognose-Zustand	3
2. Fraktionierung des chemischen Sauerstoffbedarfs - Prognose-Zustand	6
3. Bemessung nach DWA-Arbeitsblatt A 131 - Prognose-Zustand, EW = 4.800	7
4. Auslegung Druckbelüftung	8
5. Belebungsexpert - Prognose-Zustand	9
6. Neubau Gebläsestation	14
7. Fällmittelbedarf	16
8. Schlammfad-Mengenbilanz für Prognose-Zustand (mittlere Belastung)	19
9. Rührwerkdatenblatt	20
10. Einbauvorschlag (Rührwerk)	21

1. Grundlagenermittlung nach ATV-DVWK A 198 - Ist und Prognose-Zustand

Auswertung der Betriebsdaten aus den Monatsberichten der Jahre 2015 - 2020 - Übersicht

	Zulauf Q _{d,TW}	Frachten				
		B _{d,BSB5}	B _{d,CSB}	B _{d,NH4-N *}	B _{d,TKN}	B _{d,Pges}
Mittelwert	819 m ³ /d	176 kg/d	286 kg/d	25,0 kg/d	34,0 kg/d	4,8 kg/d
Medianwert	772 m ³ /d	138 kg/d	243 kg/d	21,0 kg/d	29,0 kg/d	4,0 kg/d
85 %-Wert	1.049 m ³ /d	257 kg/d	420 kg/d	35,3 kg/d	48,6 kg/d	6,8 kg/d

*) Umrechnungsfaktor 1,38 wird benötigt für die Umrechnung von NH₄-N-Wert auf TKN-Wert

Umrechnung der Frachten in Einwohnerwerte

	BSB ₅	CSB	NH ₄ -N	TKN	P _{ges}
	60 g/EWxd	120 g/EWxd	8 g/EWxd	11 g/EWxd	1,8 g/EWxd
Medianwert	2.296 g/EWxd	2.021 g/EWxd	2.638 g/EWxd	2.638 g/EWxd	2.232 g/EWxd
85 %-Wert	4.284 g/EWxd	3.498 g/EWxd	4.417 g/EWxd	4.417 g/EWxd	3.751 g/EWxd

Ausbaugröße (Ist-Zustand)	5.800 EW
Belastung (Ist-Zustand)	4.284 EW (85 %-Werte) 2.296 EW (50 %-Werte)
Tatsächliche Einwohner (2020)	2.568 E
Ausbaugröße (Prognose)	4.800 EW
Angeschlossene Einwohner (Prognose)	2.718 E
Bemessungswerte Ausbaugröße	4.800 EW (Schmutzfrachten)

Es wird davon ausgegangen, dass im Prognose-Zustand das gleiche Nährstoffverhältnis wie im Ist-Zustand besteht.

Zulauf Q _{d,Konz}	Frachten					
	B _{d,BSB5}	B _{d,CSB}	B _{d,NH4-N *}	B _{d,TKN}	B _{d,Pges}	B _{d,AFS}
917 m ³ /d	288 kg/d	470 kg/d	39,6 kg/d	54,4 kg/d	7,6 kg/d	336 kg/d
	60 g/EWxd	120 g/EWxd	8 g/EWxd	11 g/EWxd	1,8 g/EWxd	70 g/EWxd
Einwohnerwerte	4.800	3.919	4.949	4.949	4.203	4.800

*) Umrechnungsfaktor 1,38 wird benötigt für die Umrechnung von NH₄-N-Wert auf TKN-Wert

Bemessungswerte Ausbaugröße 4.800 EW (Bemessungskonzentrationen)

Zulauf $Q_{d,Konz}$	Konzentrationen					
	$C_{CSB,ZB}$	$S_{CSB,ZB}$	$S_{NH_4,ZB}$	$C_{KN,ZB}$	$C_{P,ZB}$	$X_{TS,ZB}$
917 m ³ /d	513 mg/l	103 mg/l	43,2 mg/l	59,4 mg/l	8,3 mg/l	366 mg/l

Grundlagenermittlung nach ATV-DVWK A 198

	Kurzbezeichnung	Ist	Prognose
Ausbaugröße		4.284 EW	4.800 EW
Angeschlossene Einwohner		2.568 E	2.718 E
Einwohnerspezifischer täglicher Schmutzwasseranfall	$W_{S,d}$	120 l/E x d	120 l/E x d
Schmutzwasserabfluss (einschließlich Abwasser aus Brauereien $Q_{S,aM,Brauereien} = 13,3 \text{ m}^3/\text{d}$)	$Q_{S,aM}$	321,5 m ³ /d	339,5 m ³ /d
Fremdwasseranteil	FA	50 %	50 %
Fremdwasserabfluss im Jahresmittel	$Q_{F,aM}$	321,5 m ³ /d	339,5 m ³ /d
Stundensatz h-Spitzenabfluss nach ATV-DVWK A 198	$X_{Q,max,h}$	10,2	10,5
Stündlicher Tagesspitzenabfluss bei Trockenwetter	$Q_{T,h,max}$	44,8 m ³ /h	46,5 m ³ /h
Stundensatz 2 h-Spitzenabfluss nach ATV-DVWK A 198	$X_{Q,max,2h}$	12,7	13,1
Zweistündlicher Tagesspitzenabfluss bei Trockenwetter	$Q_{T,2h,max}$	38,6 m ³ /h	40,1 m ³ /h
Trockenwetterabfluss im Jahresmittel	$Q_{T,aM}$	642,9 m ³ /d	678,9 m ³ /d
Faktor zur Ermittlung des optimalen Mischwasserabflusses	$f_{s,QM}$	5,15 - 8,15	5,04 - 8,04
Mischwasserabfluss	Q_M	1.976-2.940 m ³ /d 82,3 - 122,5 m ³ /h 22,9 - 34,0 l/s	2.050-3.069 m ³ /d 85,4 - 127,9 m ³ /h 23,7 - 35,5 l/s
Zufluss aus Trennsystem nach Mischwasserbehandlung bei Regenwetter ($Q_{drossel,RÜB} = 38 \text{ l/s}$)	$Q_{M,TR,max}$	12 l/s	12 l/s

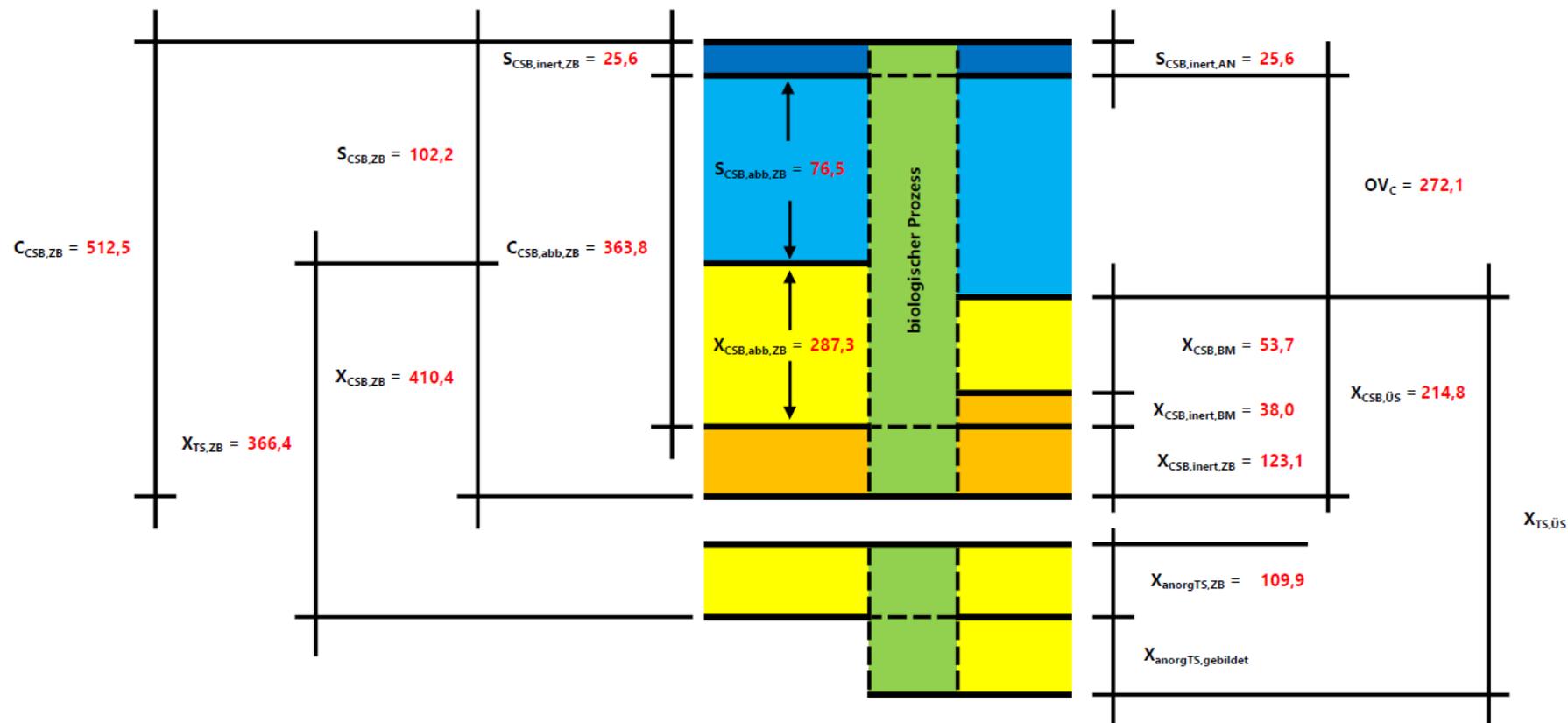
Bemessungswerte Ausbaugröße 4.800 EW (Abflüsse)

Abfluss	Bezug		Durchfluss
$Q_{T,d,aM}$	A 198 (Prognose)		679 m ³ /d
$Q_{T,d,max}$	Tagebuchauswertung	1.049 m ³ /d x 1,120 *)	1.174 m ³ /d
$Q_{dr.Konz}$	Tagebuchauswertung	819 m ³ /d x 1,120 *)	917 m ³ /d
$Q_{T,h,max}$	A 198 (Prognose)		46,5 m ³ /h
$Q_{T,2h,max}$	A 198 (Prognose)		40,1 m ³ /h
$Q_{T,h,min}$	Tagebuchauswertung	11 m ³ /h x 1,120 *)	12,3 m ³ /h
Q_M	Tagebuchauswertung	136,8 m ³ /h + 43,2 m ³ /h	180 m ³ /h

*) Umrechnungsfaktor: $4.800/4.284 = 1,120$ (12 % Reserve)

2. Fraktionierung des chemischen Sauerstoffbedarfs - Prognose-Zustand

Veränderung des CSB und der abfiltrierbaren Stoffe bei der biologischen Behandlung [mg/l]



4. Auslegung Druckbelüftung

h_{geo}	Aufstellhöhe	m ü. NN	506,00		
p_{atm}	Atmosphärischer Luftdruck am Anlagenstandort in m ü NN	hPa	953,90		
Ergebnisse der Bemessung nach Arbeitsblatt ATV-DVWK A 131			LF1	LF2	LF3
f_C	Stoßfaktor für den Sauerstoffverbrauch (Tabelle 7, DWA-A 131)	-	1,10	1,10	1,10
f_N	Stoßfaktor für den Sauerstoffverbrauch (Tabelle 7, DWA-A 131)	-	1,50	1,50	1,50
$OV_{h,aM}$	Durchschnittlicher Sauerstoffverbrauch	kg O ₂ /h	14,3	14,9	13,8
$OV_{h,max}$	Maximaler stündlicher Sauerstoffbedarf	kg O ₂ /h	18,40	19,1	17,90
α_{OC_h}	Erforderlicher Sauerstoffeintrag im Belebtschlamm	kg O ₂ /h	23,58	24,48	22,94
T_W	Maßgebende Wassertemperatur im Belebungsbecken	°C	12	20	8
$\theta^{(T_W-20)}$	Differenz maßgebende Wassertemperatur im Belebungsbecken zum Standardlastfall		0,83	1,00	0,75
Ermittlung der erforderlichen Sauerstoffzufuhr					
h_D	Einblastiefe	m	5,30	5,30	5,30
f_d	Tiefenfaktor	-	1,26	1,26	1,26
α	Grenzflächenfaktor	-	0,60	0,60	0,60
β	Salzgehalt	-	1,00	1,00	1,00
$C_{S,20}$	Standardsauerstoffsättigungskonzentration bei 20° C nach DIN EN ISO 5814	mg O ₂ /l	9,10	9,10	9,10
$C_{S,T}$	Sauerstoffsättigungskonzentration bei der maßgebenden Temperatur	mg O ₂ /l	10,78	9,10	11,84
C_X	Soll-Sauerstoffkonzentration im Belebungsbecken	mg O ₂ /l	2,00	2,00	2,00
$V_{D/BB}$		-	0,57	0,55	0,59
f_{int}	Erhöhungsfaktor für intermittierende Belüftung	-	2,33	2,22	2,44
SOTR	Erforderliche Sauerstoffzufuhr in Reinwasser	kg O ₂ /h	39,42	41,55	37,75
	Berücksichtigung Erhöhungsfaktor für intermittierende Belüftung	kg O ₂ /h	91,66	92,33	92,07
Ermittlung des erforderlichen Luftbedarfes					
SSOTR	Spezifische Sauerstoffzufuhr in Reinwasser unter Standardbedingungen	g/m ³ _N x m	20,40	20,40	20,40
SSOTE	Spezifische Sauerstoffausnutzung in Reinwasser unter Standardbedingungen	%/m	6,80	6,80	6,80
B22q _{L,Bel,erf}	Spezifische Beaufschlagung je Belüfterelement pro Meter effektive Belüfterlänge	m ³ _N /h/m	4,03	4,03	4,03
a_{Bel}	Abgasungsfläche je Belüfterelement	m ² /Stück	0,32	0,32	0,32
$Q_{L,N}$	Erforderlicher Luftbedarf mit Berücksichtigung eines intermittierenden Betriebs	m ³ _N /h	848	854	852
	Erforderliche aktive Membranlänge	m	210,37	211,89	211,29
	Gewählte aktive Membranlänge	m		224,00	
	Wahl der Belüfter (Membranlänge)	m		2,00	
$n_{Bel,erf}$	Erforderliche Anzahl der Belüfterelemente	-		112,00	
$n_{Bel,tat}$	Gewählte Anzahl der Belüfterelemente	-		112,00	
a_{ges}	Gesamte Abgasungsfläche	m ²		35,84	
A_{BB}	Beckenoberfläche	m ²		455,00	
BD	Belegungsichte	%		7,9%	
Auslegung der Gebläse					
n_1	Anzahl Gebläse gewählt (Betrieb; Frequenzumrichter)	-		2,00	
n_2	Anzahl Gebläse gewählt (Reserve; Frequenzumrichter)	-		1,00	
$Q_{L,Gebläse,max}$	Förderleistung je Gebläse	m ³ _N /h		500,00	
$Q_{L,ges,max}$	Förderleistung gesamt	m ³ _N /h		1000,00	
R	Redundanzfaktor			117%	
$Q_{L,min}$	Minimale Förderleistung (30 %)	m ³ _N /h		150,00	
Druckverlust					
	Druckverlust des Belüfters	mbar		40,00	
	Sicherheit/Belüfter	mbar		8,00	
	Rohrleitungsverlust (geschätzt)	mbar		20,00	
	Druck der Wassersäule	mbar		519,90	
	Im Betriebspunkt mindestens erforderlicher Druck	mbar		590,00	
	Sicherheit	mbar		20,00	
	Druck für Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	mbar		610,00	

Rührwerk gleichzeitig mit Belüftung im Betrieb

5. Belebungsexpert - Prognose-Zustand

DWA-Regelwerk

Belebungs-Expert
Berechnung von einstufigen Belebungsanlagen
nach dem DWA-Arbeitsblatt A131(2016)

Projekt: Z054-091 Berechnung nach DWA-A 131-Prognose-Zustand

bearbeitet von: ZA

berechnet am: 31.03.2023

Anlagenkonfiguration:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

Reinigungsziele:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Simultane aerobe Schlammstabilisierung
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: Aluminium

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung vertikal, Räumertyp Schildräumer

Lastannahmen:

Größenklasse: 470 kg CSB/d

Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur
- Lastfall 4: Sonderlastfall

	Lastfall	1	2	3
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	Q _{d,Konz.}	917	917	917 m ³ /d
	Q _t	40	40	40 m ³ /h
Zulaufkonzentrationen:				
CSB	C _{CSB,ZB}	513	513	513 mg/l
Gelöster CSB	S _{SCSB,ZB}	103	103	103 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X _{TS,ZB}	366	366	366 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C _{KN,ZB}	59,3	59,3	59,3 mg/l
Ammoniumstickstoff	S _{NH4,ZB}	43,2	43,2	43,2 mg/l
Nitratstickstoff	S _{NO3,ZB}	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C _{P,ZB}	8,3	8,3	8,3 mg/l
Säurekapazität	S _{KS,ZB}	5,80	5,80	5,80 mmol/l
Zulauffrachten:				
CSB	B _{d,CSB}	470	470	470 kg/d
Gelöster CSB	B _{d,SCSB}	95	95	95 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B _{d,XTS}	336	336	336 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B _{d,KN}	54,4	54,4	54,4 kg/d
Ammoniumstickstoff	B _{d,NH4}	39,6	39,6	39,6 kg/d
Nitratstickstoff	B _{d,NO3}	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	B _{d,P}	7,6	7,6	7,6 kg/d

Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	12,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	59,3 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	3,6 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	50,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	9,6 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	41,1 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _{D/VBB}	0,57 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	40,9 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	40,9 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	9,7 mg/l
Maximale Taktzeit	t _T	11,99 h
Phosphorelimination:		
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	8,3 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,6 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,9 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,9 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	4,8 mg/l
Fällmittel: Aluminium		
Fällmittelbedarf	FM	5,8 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,94 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,94 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Erforderliches Schlammalter	erf.t _{TS}	25,0 d
Erforderliches Volumen	V _{BB}	2327 m ³
Gewähltes Volumen	V _{BB}	2500 m ³
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	27,0 d
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	247 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	23 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	270 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	251 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	200 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-109 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	342 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	42,8 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	1,55 mmol/l

Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: $C_{KN} + S_{NO3}$	C_N	59,3 mg/l
im Schlamm gebunden	$X_{orgN,BM}$	2,2 mg/l
Ammonium im Ablauf	$S_{NH4,AN}$	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	$S_{orgN,AN}$	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	$S_{NO3,N}$	51,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	$S_{NO3,AN}$	9,6 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	$S_{NO3,D}$	41,7 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V_D/V_{BB}	0,55 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	$S_{NO3,D}$	41,8 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	$S_{NO3,D}$	41,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	$S_{NO3,AN}$	9,4 mg/l
Maximale Taktzeit	t_T	11,46 h
Phosphorelimination:		
Phosphor im Zulauf	$C_{P,ZB}$	8,3 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	$X_{P,BM}$	2,6 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	$X_{P,BioP}$	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	$S_{PO4,AN}$	0,9 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	$S_{PO4,AN}$	0,9 mg/l
gefällter Phosphor	$X_{P,Fäll}$	4,8 mg/l
Fällmittel: Aluminium		
Fällmittelbedarf	FM	5,8 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS_{AB}	2,94 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS_{AB}	2,94 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Vorhandenes Schlammalter	t_{TS}	28,2 d
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	$\dot{U}_{S,d,C}$	236 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	$\dot{U}_{S,d,BioP}$	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	$\dot{U}_{S,d,F}$	23 kg/d
Schlammproduktion gesamt	$\dot{U}_{S,d}$	259 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	$OV_{d,C}$	266 kg/d
aus Nitrifikation	$OV_{d,N}$	202 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	$OV_{d,D}$	-111 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV_d	357 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f_C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f_N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	42,4 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS_{AN}	1,57 mmol/l

Belebungsbecken, Sonderlastfall Prozess:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	8,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + SNO ₃	C _N	59,3 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	4,6 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	50,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	9,6 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	40,7 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,59 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	40,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	40,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	9,6 mg/l
Maximale Taktzeit	t _T	11,88 h
Phosphorelimination:		
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	8,3 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,6 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,9 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,9 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	4,8 mg/l
Fällmittel: Aluminium		
Fällmittelbedarf	FM	5,8 kg Me/d
Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,94 kg/m ³
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,94 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	26,3 d
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	255 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	23 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	278 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	241 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	198 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-108 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	331 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	43,7 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	1,56 mmol/l

Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: vertikal

Maßgebende Wassermenge Q_m 180 m³/h

Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	150 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlammrockensubstanz an der Beckensohle	TS _{BS}	8,4 kg/m ³
Gewähltes Verhältnis TS _{RS} /TS _{BS}		0,70 -
Schlammrockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS _{RS}	5,9 kg/m ³
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	1,00 -
Zulässige Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS _{ZN}	2,94 kg/m ³
Gewählte Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS _{ZN}	2,94 kg/m ³

Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	qSV	650 l/(m ² *h)
Zulässige Flächenbeschickung	qA	2,00 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	ANB	122 m ²
Anzahl der Becken	a	1
Erforderlicher Durchmesser	DNB	12,57 m
Gewählter Durchmesser	DNB	13,50 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	DMB	1,60 m
Vorhandene Beckenoberfläche	ANB	141 m ²
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	qSV	562 l/(m ² *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	qA	1,28 m/h

Beckentiefe:

Klarwasserzone	h ₁	0,52 m
Übergangs- und Pufferzone	h ₂₃	3,30 m
Eindick- und Räumzone	h ₄	1,79 m
Maßgebende Beckentiefe	h _{ges}	5,61 m

Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h _e	4,36 m
Volumen der Einlaufkammer	V _E	8,8 m ³
Höhe des Einlaufschlitzes	h _{SE}	0,35 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A _{ZD}	0,10 m ²
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v _{ZD}	1,04 m/s
Aufenthaltszeit in der Zulaufkammer	t _{EB}	88 s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P _E	54 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	70,2 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr _D	0,980 -

6. Neubau Gebläsestation

Abwärme der Gebläsekompressoren / Auslegung der Maschinenraumbelüftung

Bemessungsspezifische Parameter

Anzahl der Gebläse	3 Stück
Anzahl der Gebläse in Betrieb	2 Stück
Kapazität je Gebläse	11,9 m ³ /min 714 m ³ /h
Gesamte Leistungsaufnahme	15,6 kW/Gebläse 31,2 kW
Wärmeabgabe (Motor, Riemen, Gebläseblock, Druckschalldämpfer)	17 %
Verdichtungstemperatur	90° C
Raumtemperatur	30° C
Rohrleitungsdurchmesser (Gebläseraum)	150 mm
Rohrlänge (Gebläseraum)	4 m
Dichte Kühlluft bei 20° C und 1 bar	1,19 kg/m ³
Wärmekapazität Luft	1,00 kJ/kg K
Temperaturerhöhung im Raum	7 K

Wärmeabgabe

Wärmeabgabe Drehkolbengebläse	5,3 kW
Wärmeabgabe Rohrleitung (nicht isoliert)	0,5 kW

Kühlluftbedarf

Zuluftmenge im Maschinenraum	2.491 m ³ /h
Gesamtkapazität (Betrieb 2 Gebläse)	1.428 m ³ /h

Zuluft innerhalb des Raumes erforderlich

Abluftmenge aus Raum (Fördermenge Abluftventilator)	1.063 m ³ /h
---	-------------------------

Effektiver Querschnitt der Zuluftöffnung	0,23 m²
---	---------------------------

Datenblatt Gebläse

Betriebsweise: Variable Drehzahl - konstante Druckdifferenz						
1						
2						
3	Leistungsrelevante Komponenten für Inbetriebnahme					
	<input checked="" type="checkbox"/> Antriebsmotor Gebläseblock	<input checked="" type="checkbox"/> Rückschlagklappe	<input checked="" type="checkbox"/> Steuerung Maschine			
	<input checked="" type="checkbox"/> Kraftübertragung (Riemen, Getriebe, Kupplung)	<input checked="" type="checkbox"/> Drossel-/Überströmventile	<input checked="" type="checkbox"/> Sensorik			
	<input checked="" type="checkbox"/> Ansaugfilter	<input checked="" type="checkbox"/> Schalldämmhaube	<input checked="" type="checkbox"/> Frequenzumrichter			
	<input checked="" type="checkbox"/> Ansaugschalldämpfer	<input checked="" type="checkbox"/> Kühlluftventilatoren	<input checked="" type="checkbox"/> Netzfilter			
	<input checked="" type="checkbox"/> Druckschalldämpfer	<input type="checkbox"/> Ölumlaufschmierung	<input type="checkbox"/> weitere elektr. Aggregate			
4	Nenndaten Maschine bei Netzbetrieb					
	Netzspannung [V]	400	Netzfrequenz [Hz]	50		
	Nenn Drehzahl Gebläse [min^{-1}]	G4	Nenn Drehzahl Motor [min^{-1}]	3000		
	Nennleistung Motor [kW]	15	Wirkungsgrad Motor [%]	IES 2		
5	Eintrittsbedingungen der Prozessluft in die Maschine (Komponentenumfang Inbetriebnahme)					
	Ansaugdruck p_1 [mbar]	953	relative Luftfeuchte φ [%]	50		
	Ansaugtemperatur ϑ_1 [°C]	30	Volumenstrom \dot{V}_1 [m^3/min]	▼		
6	Leistungsdaten nach ISO 1217 Annex E (Komponentenumfang Inbetriebnahme)					
	Betriebspunkt	1 ($\dot{V}_{1 \text{ min}}$)	2	3	4	5 ($\dot{V}_{1 \text{ max}}$)
	Δp^a	650				
	$n_{\text{Gebläseblock}}$	3000	5091	7182	9273	11364
	\dot{V}_1^b	2,42	4,77	7,18	9,50	11,90
	P^c Gebläsewelle	3,18	5,49	7,89	10,39	13,00
	P^d gesamt Maschine	4,30	6,70	9,30	12,10	15,60
	P^e spezifisch	1,777	1,405	1,295	1,274	1,311
	η_{isentrop}	50,1	63,4	68,7	69,9	67,9
7						
8	<p>a: Druckdifferenz Maschine, gemessen am Ein- und Austritt (Übergabestelle an den Prozess, z.B. Kompensator).</p> <p>b: Luftmassenstrom am Druckstutzen der Maschine, umgerechnet als nutzbarer Volumenstrom bei Bedingungen am Eintritt [m^3/min] und [m^3/h] bzw. im physikal. Normzustand [m^3/h i.N.] (DIN 1343: 1013mbar, 273 Kelvin, trockene Luft 0% r.L.F.). Toleranz auf die Abweichung der Angebots- zu den Messdaten übereinstimmend mit ISO 1217 Annex E für Volumenströme bezogen auf Eintrittsbedingungen: $\pm 5\%$ (1.5-15 m^3/min), $\pm 4\%$ ($> 15 \text{ m}^3/\text{min}$).</p> <p>c: Unter Berücksichtigung der Druckverluste aller durchströmten Komponenten der Maschine.</p> <p>d: Gesamte Leistungsaufnahme aller für den Betrieb der Maschine am Stromnetz notwendigen elektrischen Verbraucher unter Berücksichtigung der Druckverluste aller durchströmten Komponenten der Maschine.</p> <p>e: Toleranz auf die Abweichung der Angebots- zu den Messdaten in Übereinstimmung mit ISO 1217 Annex E für die spezifische Leistung: $\pm 6\%$ (1.5-15 m^3/min), $\pm 5\%$ ($> 15 \text{ m}^3/\text{min}$).</p>					

7. Fällmittelbedarf

Molare Massen und Fällmitteleffizienz (stoffbezogen, Fe^{3+} und Al^{3+})

Phosphor P	30,973762 g/mol
Aluminium Al^{3+}	26,981500 g/mol
Mittlerer Fällmittelbedarf	1,5 mol Me^{3+} /mol P
Fällung mit Aluminium	1,31 kg Al/kg $X_{\text{P,Fäll}}$
Fällung mit Eisen	2,70 kg Fe/kg $X_{\text{P,Fäll}}$

Phosphorauswertung aus Betriebstagebuch

Mittlerer Trockenwetterabfluss $Q_{\text{d,konz}}$	917 m ³ /d
Mittlere Phosphorfracht $B_{\text{d,P,aM}}$	5,4 kg/d
85 %-Phosphorfracht $B_{\text{d,P,85\%}}$	7,6 kg/d
Mittlere Phosphorkonzentration $C_{\text{P,aM}}$	5,9 mg/l
85 %-Phosphorkonzentration $C_{\text{P,85\%}}$	8,3 mg/l

Zu fällendes Phosphat

Mittlere Phosphorkonzentration $X_{\text{P,Fäll,aM}}$	3,23 mg/l
85-Perzentil Phosphorkonzentration $X_{\text{P,Fäll,85\%}}$	4,82 mg/l
Mittlere Phosphorfracht $B_{\text{d,P,Fäll,aM}}$	2,96 kg P/d
85-Perzentil Phosphorfracht $B_{\text{d,P,Fäll,85\%}}$	4,42 kg P/d

Gewähltes Fällmittel: Aluminat 7 (Firma H2Ortner, Produktdatenblatt in Anlage 2)

Dichte	1.400 kg/m ³
Aluminiumanteil	7,0 %
Aluminiummasse	98,0 g Al^{3+} /l
Mittlerer täglicher Bedarf	39,5 l/d 55,3 kg/d
85-Perzentil täglicher Bedarf	58,9 l/d 82,4 kg/d
Mittlerer Jahresbedarf	14.411 l/a 20.176 kg/a

85-Perzentil Jahresbedarf	21.490 l/a 30.806 kg/a
---------------------------	---------------------------

Fällmittelkosten (netto)

IBC (4 Stück) - 1.400 kg/IBC	0,95 €/kg
Tägliche Kosten	52,50 - 78,30 €/d
Jahreskosten	19.167,00 - 28.581,00 €/a

Tanklastzug

10 m ³ = 14 to	9,40 €/to
Tägliche Kosten	0,50 - 0,80 €/d
Jahreskosten	190,00 - 283,00 €/a
Professionelle Reinigung des Tanks (nach drei - vier Befüllungen) (nicht bei IBC Containern erforderlich)	ca. 1.800,00 €

Datenblatt Fällmittel

Aluminat 7

Alkalisch reagierendes Fällmittel.

Anwendungsbereich

Aluminat 7 ist ein Flockungs- und Fällungsmittel zur Reinigung und Aufbereitung von industriellen und kommunalen Abwässern. Aluminat 7 ist ein alkalisches Fällmittel zur Phosphatelimination.

Wirkungsweise

Aluminat 7 sollte hauptsächlich bei der Simultanfällung eingesetzt werden.

Aluminat 7 hebt durch seine alkalische Reaktion den pH-Wert eines Wassers leicht an, was besonders bei weichen Wässern von Vorteil sein kann.

Für eine optimale P-Elimination genügen sehr geringe Dosiermengen, da an der Dosierstelle durch kurzfristige pH-Erhöhung das Kalk-Kohlensäuregleichgewicht des Wassers gestört werden kann, so dass u. U. auch Calcium-Phosphat ausfällt.

Keine Versäuerung des Abwassers.

Aluminat 7 entspricht der XXXVI. Empfehlung des BfR.

Dosierhinweise

Aluminat 7 soll in der Lieferform angewandt und an einer turbulenten Stelle zudosiert werden.

Zur Dosierung eignen sich alkalibeständige Membranpumpen oder Verdrängerpumpen. Eine gesteuerte Dosierung optimiert die Dosiermenge und damit die Verfahrenswirkung.

PRODUKTDATEN

Chemisch-Physikalische Eigenschaften

Gelbliche, klare Lösung

Stoffgruppe: Natriumaluminat

Chem. Zusammensetzung: NaAlO₂-Lösung

Aluminium Gehalt ca. 7 %

Al₂O₃ Gehalt ca. 13,2 %

Natrium (Na₂O) Gehalt ca. 18-20 %

Wirkstoff (Al³⁺) 2,6 mol/kg

Stockpunkt < -15 °C

Dichte (20 °C) ca. 1,4 ± 0,05 g/cm³

pH-Wert (20 °C) ca. 14

Sicherheitshinweis

Aluminat 7 reagiert stark alkalisch. Dies muss bei der Handhabung berücksichtigt werden. Siehe Sicherheitsdatenblatt.

CAS – Nr.: CAS: 12251-53-5 (des gefährlichen Stoffes)

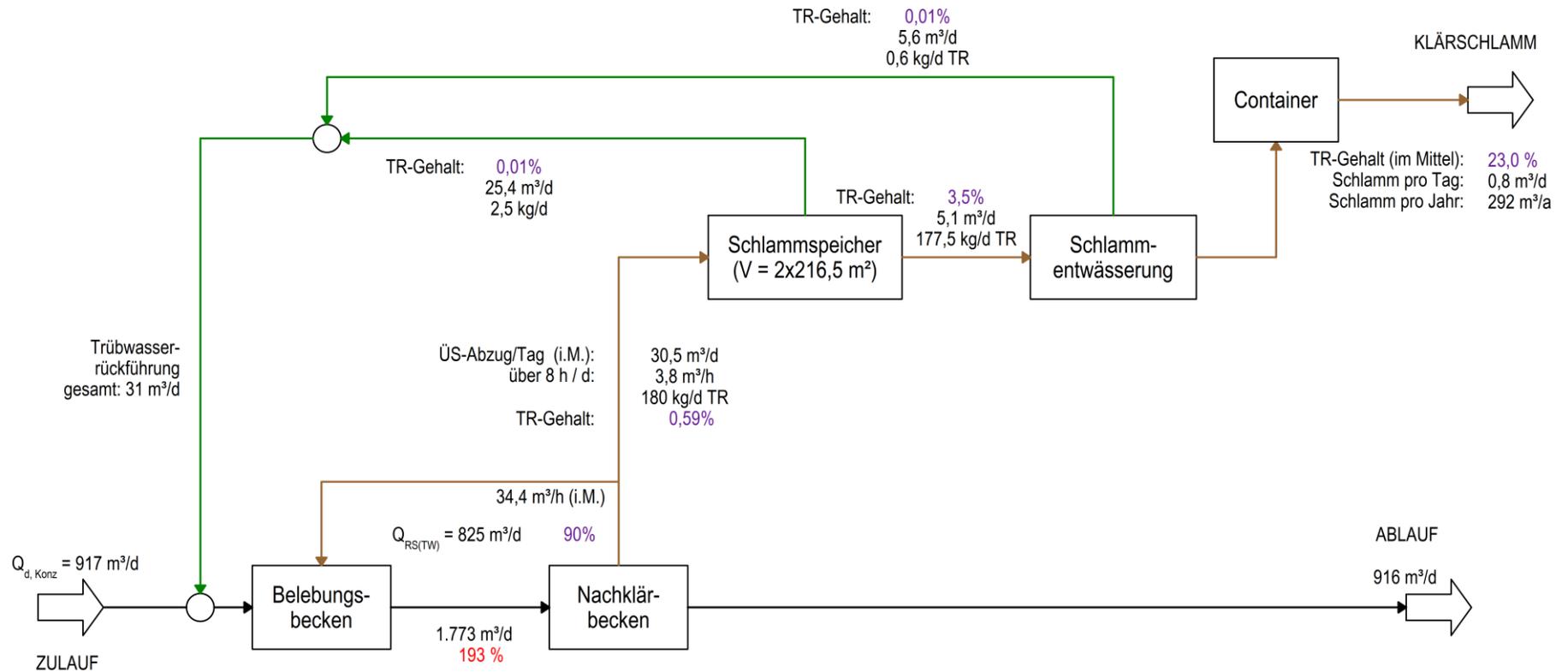
Lagerung

Im Originalgebinde mind. 6 Monate bei Lagerung unter 30 °C lagerfähig. Bei der Entnahme ist auf Sauberkeit zu achten, da Verunreinigungen zur Instabilität des Produktes führen. Da die Viskosität mit sinkender Temperatur stark ansteigt, sollte die Lagertemperatur vor der Dosierung nicht zu weit absinken. Lagertanks sind vor der Befüllung gründlich zu säubern, da Verunreinigungen zu Instabilität des Produktes und damit zur Abscheidungen und Verkrustungen führen könnten. Die Befüllung erfolgt am zweckmäßigsten über ein Tauchrohr. Zur Lagerung sind Behälter aus Edelstahl sowie Behälter mit alkalifestem Inliner oder Anstrich geeignet. Weitere geeignete Werkstoffe: PVC, PP, PE. Nicht geeignet sind Kupfer und Kupferlegierungen, Aluminium und seine Legierungen.

Anlieferung

Lose verladen im Tankfahrzeug oder 1.400 kg Einwegcontainer.

8. Schlammfad-Mengenbilanz für Prognose-Zustand (mittlere Belastung)



9. Rührwerksdatenblatt

Rührgut

Art	Belebtschlamm	
Dichte	1000	kg/m ³
pH-Wert	7	
Temperatur	20	°C
Feststoffanteil	0,5	%
Fließverhalten	Newtonisch	
Eindickungsart	Keine	
Zusatz von Eindickungsmitteln	Nein	

Feststoffe

Herkunft	Kommunal
Art	Schlamm
Korngröße	Unbestimmt

Rühraufgabe

Betriebsart	Kontinuierlich	
Rühraufgabe	Strömungserzeugung	
Mittlere rechnerische Fließgeschwindigkeit	0,2 - 0,25	m/s

Behälter

Werkstoff	Beton	
Ablauf	Unten, seitlich am Beckenrand	
Beckenform	Ringbecken	
Beckenvolumen	2567	m ³
Innendurchmesser	14,3	m
Außendurchmesser	28	m
Beckenhöhe	5,98	m
Maximaler Füllstand	5,64	m
Minimaler Füllstand	5,47	m
Relevanter Füllstand	5,64	m

Belüftung

Art	Bodenbelüftungen	
Zeitpunkt des Betriebs	Bei eingeschaltetem Rührwerk	
Typ	Rohr	
Anzahl der Belüfterfelder	2	
Zahl der Belüfterelemente	112	
Belegungsfläche	150,7	m ²
Normluftmenge	902	Nm ³ /h
Höhe der Belüfter	0,1	m
Höhe Lüfteroberkante	0,3	m

Auswahl Tauchmotorrührwerke

Vorschlag

Typ	TRE 226-3.32-6/16-E4	
Anzahl	2	
Frequenz	50	Hz
Nennleistung	1,7	kW
Propellerdrehzahl	32	1/min
Schub-/Leistungsziffer (ISO 21630)	1270	N/kW
Propellerdurchmesser	2,6	m
Maximale Leistungsaufnahme	2,1	kW
Leistungsaufnahme im Betriebspunkt	¹ 1,5	kW
Anlagenspezifische Leistungsaufnahme	² 1,35	kW
Leistungsdichte	³ 1,17	W/m ³
Anlagenspezifische Leistungsdichte	⁴ 1,05	W/m ³
Mindestüberdeckung des Propellers	0,8	m

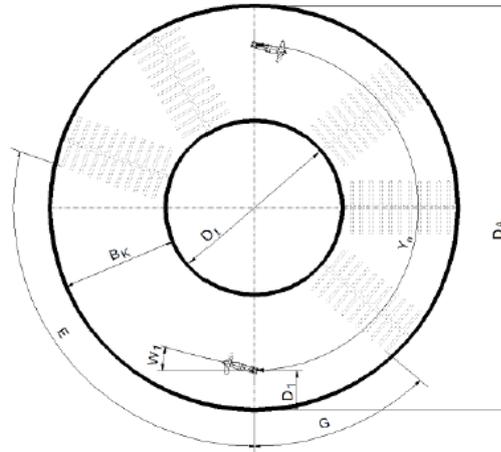
¹ Messung unter Standschub nach ISO 21630 (Zuströmgeschwindigkeit ~0, Open Sea Bedingungen).

² In Abhängigkeit der sich im Becken einstellenden Strömungsgeschwindigkeit verringert sich der Leistungsbedarf des Rührwerks.

³ Gemäß ISO 21630.

⁴ Gemäß Anlagenbedingungen.

10. Einbauvorschlag (Rührwerk)



Einbauempfehlung unter Berücksichtigung div. Mindestabstände

n *	2	
DA	28	m
E	8	m
D1	3,425	m
W1	15	°

D1	14,3	m
BK	6,85	m
G	7	m
Yn	180	°
NI *	2	

* n = Anzahl der Rührwerke pro Becken, NI = Anzahl der Installationsorte pro Becken

Mindestabstände (typenbezogen) ¹

Vor dem Belüftungsfeld**	8	m
Nach dem Belüftungsfeld**	7	m
Zwischen zwei nebeneinander stehenden Rührwerken**	5,2	m
Zwischen Absenkvorrichtung und Beckenwand**;****	2,1	m
Zum Beckenboden	0,35	m
Zur Wasseroberfläche	0,8	m
Mindestvolumen	300	m ³
Mindestquerschnittsfläche	15	m ²

** Abstände beziehen sich auf die Führungsrohrmitte

*** Oberkante Belüfter - Wirkbereich Propeller (evtl. sind entsprechende Klemmanschläge bzw. Stützen vorzusehen)

**** Je nach Führungsrohrquerschnitt, Anstellwinkel und Absenkvorrichtungstyp