

Berechnung für Belebtschlammanlagen mit der BIOCOS® - Technik (4-phasig)

Programm von ZWT Wasser- und Abwassertechnik GmbH
 Version 3.8a - Stand 08.04.2019

Bearbeitung am:	15.01.2024
Bearbeiter:	Weinhold
Berechnungsgrundlage :	DWA-A131 / DWA-M 210 / DWA-M 229-1

BIOCOS- Parameter:			
Schlammrückführzeit:	10 min	Zykluszeit:	75 min
Umwälzzeit:	5 min		150 min
Vorabsetzzeit:	60 min		2,5 h

Festlegung der Einwohnerwerte

Einwohnerwert: EW = **4.200**

Abwasserzufluss (Herleitung)

spezifischer Abwasserzufluss:

Spezifischer Schmutzwasseranfall :	$w_{S,d}$ =	95,92 l/E/d
Häuslicher Schmutzwasserabfluss :	$Q_{H,aM}$ =	4,66 l/s
Betriebliche Einzugsgebietsfläche :	$A_{E,G}$ =	0 ha
Betriebliche Schmutzwasserabflussspende :	q_G =	0,5 l/s/ha
Betrieblicher Schmutzwasserabfluss :	$Q_{G,aM}$ =	0,00 l/s
Jahresschmutzwasserabfluss :	$Q_{S,aM}$ =	4,66 l/s
Fremdwasseranteil :		48,4%
Fremdwasserabfluss :	$Q_{F,aM}$ =	4,36 l/s
Trockenwetterabfluss :	$Q_{T,aM}$ =	9,03 l/s
Divisor Tagesspitze Schmutzwasserabfluss :	x_{Qmax} =	10 h/d

Auswahl mit 1

0 Trennkanalisation

1 Mischkanalisation

Faktor Mischwasserabfluss $f_{S,QM}$: **9,787**

Abwassermengen:

	l/s	m³/h	m³/d
Spitzenschmutzwasserabfluss $Q_{S,max}$:	11,19	40,29	402,9
Fremdwasserabfluss $Q_{F,aM}$:	4,36	15,71	377,1
Tagesspitzenabfluss $Q_{T,max}$:	15,56	56,00	780,0
Mischwasserabfluss Q_M :	50,00	180,00	(3756)

oder:

explizite Vorgabe täglicher Trockenwetterabfluss $Q_{T,d,aM}$: **0** m³/d

explizite Vorgabe max. Zufluss Q_M : **244,8** m³/h

Abwasserzufluss (Bemessungswerte)

Maximaler Zufluss Q_M :	244,80 m³/h
	68,00 l/s
Tagestrockenwetterzufluss :	780,0 m³/d
Mittlerer Zufluss :	56,0 m³/h

Abwasserfrachten

Rohwasserbelastung:

CSB_Z = **120,0** g/E/d
 TS_Z = **70,0** g/E/d
 N_Z = **11,0** g/E/d
 P_Z = **1,8** g/E/d

Abminderung durch Vorklärung:

Durchflusszeit in Stunden		
0,75-1	1,5-2	>2,5
30%	35%	40%
50%	60%	65%
10%	10%	10%
10%	10%	10%
0	0	0
1 für Ja / 0 für Nein		

Abminderung durch vorgeschaltete Absetzanlage (Vorklärung) :

Zulaufbelastung der Belebung

CSB_{ZB} = **120,0** g/E/d
 TS_{ZB} = **70,0** g/E/d
 N_{ZB} = **11,0** g/E/d
 P_{ZB} = **1,8** g/E/d

oder explizite Vorgabe Zulaufkonzentrationen Belebung:

C_{CSB,ZB} = **0,0** mg/l
 X_{TS,ZB} = **0,0** mg/l
 C_{N,ZB} = **61,7** mg/l
 C_{P,ZB} = **10,3** mg/l

Bemessungsfrachten Zulauf Belebung:

CSB_{ZB} = **504,0** kg/d
 TS_{ZB} = **294,0** kg/d
 N_{ZB} = **48,1** kg/d
 P_{ZB} = **8,0** kg/d

Bemessungskonzentrationen Zulauf Belebung:

C_{CSB,ZB} = **646,2** mg/l
 X_{TS,ZB} = **376,9** mg/l
 C_{N,ZB} = **61,7** mg/l
 C_{P,ZB} = **10,3** mg/l

Explizite Rückbelastungsfaktor f_R aus Biomasse durch Schlammbehandlung, falls noch nicht in o.g. Konzentrationen enthalten:

0 1 für Ja / 0 für Nein

Reinigungsanforderung

C_{BSB5,ÜW} = **10,0** mg/l
 C_{CSB,ÜW} = **50,0** mg/l
 X_{TS,ÜW} = **20,0** mg/l

C_{NH4,ÜW} = **N** mg/l
 C_{N,ÜW} = **DN** mg/l
 C_{P,ÜW} = **2,0** mg/l

Bemessungswerte

C_{NH4,AN} = **0,0** mg/l
 C_{N,AN} = **7,0** mg/l
 C_{P,AN} = **1,4** mg/l

Reinigungsziel der Kläranlage und Schlammalter:

Auslegungstemperatur :

T_{Bem} = **12** °C

Erforderliches Schlammalter:

Nitrifikation 9,6 d
 mit sim. Schlammstabilisierung: 20,0 d
 Nitrifikation und Denitrifikation 13,0 d
 mit sim. Schlammstabilisierung: 25,0 d

Aktivierung : 1 für Ja / 0 für Nein

0
0
0
1

Berechnung wird für Klärsystem mit Nitrifikation und Denitrifikation mit Schlammstabilisierung erstellt.

Schlammalter : **25,0** d

Stoßfaktor der Stickstofffracht :

f_N = **1,5**

Fraktionierung des CSB

Anteil gelöster CSB :	$f_S =$	0,05	
gelöster inerte CSB :	$S_{CSB,inert,ZB} = S_{CSB,inert,AN} =$	32,3 mg/l	
Eingabe gelöste CSB- Konzentration :	$S_{CSB,ZB} =$	0,0 mg/l	(nicht bekannt=0)
Anteil anorganisch abfiltrierbare Stoffe :	$f_B =$	0,3	(Glührückstand)
anorganisch abfiltrierbare Stoffe :	$X_{anorgTS,ZB} =$	113,1 mg/l	
partikulärer CSB :	$X_{CSB,ZB} =$	422,2 mg/l	
inerte Anteil am partikulären CSB :	$f_A =$	0,3	
gelöste CSB- Konzentration :	$S_{CSB,ZB} =$	224,0 mg/l	
inerte partikulärer CSB :	$X_{CSB,inert,ZB} =$	126,6 mg/l	
abbaubarer CSB :	$C_{CSB,abb,ZB} =$	487,2 mg/l	
Anteil leicht abbaubarer CSB :	$f_{CSB} =$	0,2	
leicht abbaubarer CSB :	$C_{CSB,la,ZB} =$	97,4 mg/l	
CSB aus externer Kohlenstoffdosierung :	$C_{CSB,dos} =$	0,0 mg/l	

Schlammproduktion aus dem CSB- Abbau

CSB der Biomasse :	$X_{CSB,BM} =$	73,4 mg/l
inerte CSB der Biomasse :	$X_{CSB,inert,BM} =$	50,6 mg/l
Schlammproduktion aus Kohlenstoffabbau :	$\dot{U}_{S,d,C} =$	236,5 kg/d

Berechnung der zu denitrifizierenden Nitratstickstoffkonzentration

Endogene Denitrifikationsverhältnis in den SU- Becken :	$DN_{end} =$	0,008 kgNO ₃ -N/kgTS/d
Gesamtstickstoff Zulauf Belebung :	$C_{N,ZB} =$	61,7 mg/l
organischer Stickstoff Ablauf Nachklärung :	$- S_{orgN,AN} =$	2,0 mg/l
Ammoniumstickstoff Ablauf Nachklärung :	$- S_{NH4,AN} =$	0,0 mg/l
Nitratstickstoff Ablauf Nachklärung :	$- S_{NO3,AN} =$	7,0 mg/l
in Biomasse eingebauter Stickstoff :	$- X_{orgN,BM} =$	5,1 mg/l
explizite Rückbelastung aus Schlammbehandlung :	$+ X_{orgN,Rück} =$	0,0 mg/l
Endogen Denitrifizierter Nitratstickstoff :	$- S_{NO3,D,end} =$	17,8 mg/l
Stickstoff der inerten partikulären Fraktion :	$- X_{orgN,inert} =$	5,3 mg/l
in der Belebung zu denitrifizierender Stickstoff :	$S_{NO3,D} =$	24,4 mg/l

Sauerstoffbedarf für den Kohlenstoffabbau

Sauerstoffverbrauch für Kohlenstoffabbau :	$OV_C =$	363,2 mg/l
Sauerstoffbedarf aus leicht abbaubarem CSB :	$OV_{C,la,int} =$	0,0 mg/l
Sauerstoffverbrauch in der Denitrifikationszone :	$OV_{C,D} =$	69,9 mg/l

Vergleich Sauerstoff- Verbrauch und Sauerstoff- Dargebot sowie Denitrifikationsanteil

$$x = \frac{69,9}{2,86 \times 24,4} = 1,0 \quad \checkmark$$

$$\text{Denitrifikationsanteil : } V_D/V_{BB} = 0,257$$

Phosphorbilanz

Wirkfaktor biologische Phosphorelimination :	$X_{P,BioP} / C_{CSB,ZB} =$	0,007
Gesamtphosphor Zulauf Belebung :	$C_{P,ZB} =$	10,30 mg/l
Phosphor Ablauf Nachklärung :	$- C_{P,AN} =$	1,40 mg/l
in Biomasse eingebauter Phosphor :	$- X_{P,BM} =$	3,23 mg/l
biologische Phosphorelimination :	$- X_{P,BioP} =$	4,52 mg/l
explizite Rückbelastung aus Schlammbehandlung :	$+ X_{P,Rück} =$	0,00 mg/l
zu fällender Phosphor :	$X_{P,Fall} =$	1,15 mg/l

Fällung mit Eisen (Fe) :	1,15 mg/l	(Wirkstoff): 2,4 kgFe/d
Fällung mit Aluminium (Al) :	0,00 mg/l	0,0 kgAl/d

Überschussschlammproduktion

Überschussschlamm aus Kohlenstoffelimination :	$\dot{U}_{S,d,C} =$	236,49 kg/d
Überschussschlamm aus Phosphorelimination :	$\dot{U}_{S,d,P} =$	16,66 kg/d
Überschussschlammproduktion :	$\dot{U}_{S,d} =$	253,15 kg/d
Erforderliche Schlammmasse :	$M_{TS} =$	6328,8 kg

4- Phasen- BIOCOS® - Bemessung

EINGANGSWERTE

Q_{max}	m³/h	244,80
Q_{24}	m³/h	56,00
t_{TS}	d	25,00
$H_{W,0}$	m	6,00
ISV	ml/g	80
VSV_{max}	ml/l	261,00
H_{KW}	m	0,90
S-Phase	h	0,17
U-Phase	h	0,08
V-Phase	h	1,00
A-Phase	h	1,25
t_s	h	2,25

PRÜFUNGEN

$$0,25 < H_V/H_{W,0} < 0,5$$

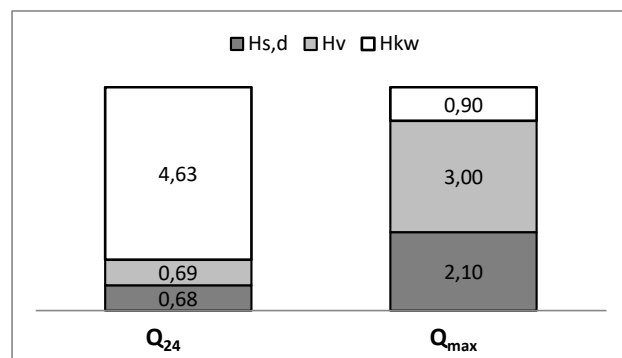
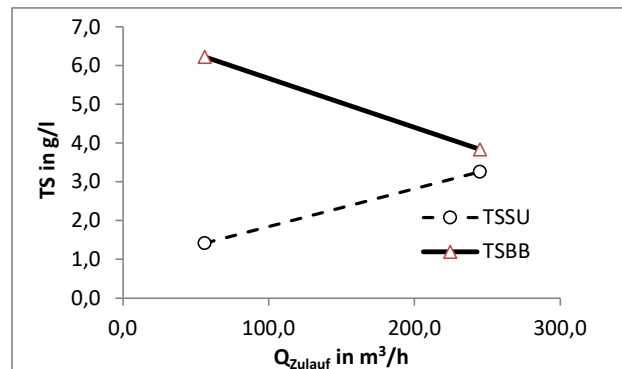
$$250 \leq VSV \leq 400$$

ERGEBNISSE

A_{SU}	m²	102,08
V_{SU}	m³	612,46
A_{BB}	m²	157,81
V_{BB}	m³	946,89
V_{gesamt}	m³	2.171,81
Q_{max}		
$TS_{SU,max}$	g/l	3,26
$TS_{BB,min}$	g/l	3,84
$H_{S,e}$	m	2,10
Q_{24}		
$TS_{SU,24}$	g/l	1,42
$TS_{BB,24}$	g/l	6,23
$H_{S,24}$	m	0,68

BERECHNUNG ERFOLGREICH

Berechnung		
Spitzenzufluss		
a	1/h	1,02
$H_{S,e}$	m	2,10
$H_{V,max}$	m	3,00
A_{SU}	m²	102,08
V_{SU}	m³	612,46
$TS_{SU,max}$	g/l	3,26
$TS_{BB,min}$	g/l	3,84
Mittlerer Zufluss		
$TS_{SU,24}$	g/l	1,42
VSV_{24}	ml/l	113,37
a	1/h	10,20
$H_{S,d,24}$	m	0,68
$H_{V,24}$	m	0,69
$TS_{BB,24}$	g/l	6,22
f_{BB}	kg	5894,88
$TS_{BB,24}$	g/l	6,23
V_{BB}	m³	946,89



Anzahl der Straßen der Biologie (BB + SU) :

1 Straße(n)

Dimensionierung SU - Becken

je Strasse:

erf. Fläche SU-Becken :	$F_{SU,erf} =$	102,1 m²
Wassertiefe SU - Becken :	$h_{SU} =$	6,00 m
Breite SU - Becken :	$b_{SU} =$	9,00 m
erf. Gesamtlänge SU-Becken :	$l_{SU,erf} =$	11,34 m
Länge der SU-Becken :	$l_{SU} =$	11,50 m
Trennwandstärke der SU-Becken :	$b_{Tr,SU} =$	0,40 m
	$F_{SU} =$	103,5 m²
Volumen SU-Becken:	$V_{SU} =$	621,0 m³

Dimensionierung BIOCOS- Belebungsbecken

je Strasse:

Erf. Volumen im BIOCOS- B- Becken :	$V_{B,erf} =$	946,9 m³
Wassertiefe B- Becken :	$h_B =$	6,00 m
Erf. Fläche B- Becken :	$F_{B,erf} =$	157,8 m²
(2 x Breite der SU-Becken und Trennwandstärke) :	$b_B =$	18,40 m
Gew. Beckenbreite B- Becken :	$b_B =$	15,00 m
erf. Beckenlänge B- Becken :	$l_{B,erf} =$	10,52 m
Gew. Beckenlänge B- Becken :	$l_B =$	12,50 m
Vorh. Volumen B- Becken :	$V_B =$	1.125,0 m³
Vorh. Fläche B- Becken :	$F_B =$	187,5 m²

gesamte Belebung:
 (1- straßig)

Vorh. Volumen B- Becken :	$V_{B,ges} =$	1.125,0 m³
Vorh. Fläche B- Becken :	$F_{B,ges} =$	187,5 m²
Vorhandenes Gesamt- Schlammalter im BB :	$t_{TS,BB,vorh} =$	28,0 d
Vorhandenes Gesamt- Schlammalter :	$t_{TS,vorh} =$	30,0 d
Sauerstoffverbrauch für Kohlenstoffabbau :	$OV_C =$	371,1 mg/l
Sauerstoffverbrauch in der Denitrifikationszone :	$OV_{C,D} =$	71,4 mg/l
Denitrifizierbarer Stickstoff :	$S_{NO3,D} =$	25,0 mg/l
Errechn. Nitratstickstoff Ablauf Nachklärung :	$S_{NO3,AN} =$	6,5 mg/l

Sauerstoffberechnung (gesamte Biologie)

Stoßfaktor Kohlenstoff :	$f_C =$	1,10
Stoßfaktor Stickstoff :	$f_N =$	1,50
Grenzflächenfaktor Abwasser zu Reinwasser :	$\alpha =$	0,60
Höhe der Belüftungsfläche über dem Beckenboden :	$h_{BL} =$	0,05 m
Einblastiefe :	$h_D =$	5,95 m
Aufstellungshöhe :	$h_{geo} =$	465 m ü. NHN
Atmosphärischer Luftdruck :	$P_{atm} =$	958,6 hPa
Sauerstoffgehalt im Wasser :	$C_x =$	2,00 mg/l
Sauerstoffsättigungskonzentration bei 20°C :	$C_{s,20} =$	9,10 mg/l

Lastfall 1: Bemessungstemperatur

Sauerstoffverbrauch für Kohlenstoffelimination :	$OV_{d,C} =$	289,4 kgO ₂ /d
Sauerstoffverbrauch für Nitrifikation :	$OV_{d,N} =$	165,2 kgO ₂ /d
Sauerstoffbedarf in der Denitrifikationszone :	$OV_{d,D} =$	55,7 kgO ₂ /d
Durchschnittlicher Sauerstoffverbrauch Volllast :	$OV_{h,dM,VL} =$	16,62 kgO ₂ /h
Sauerstoffverbrauch bei max. Kohlenstoff (inkl. V_D/V_{BB}) :	$OV_{h,maxC} =$	23,67 kgO ₂ /h
Sauerstoffverbrauch bei max. Stickstoff (inkl. V_D/V_{BB}) :	$OV_{h,maxN} =$	26,99 kgO ₂ /h
Sauerstoffsättigungskonzentration bei Bemessungstemp. :	$C_{s,T} =$	10,78 mg/l
Erforderliche Sauerstoffzufuhr in Reinwasser :	$SOTR_T =$	57,20 kgO ₂ /h

Lastfall 2: höchste Abwassertemperatur

höchste Abwassertemperatur :	$T_2 =$	20 °C
Vorh. Gesamt-Schlammalter bei T2 :	$t_{TS,T2} =$	31,5 d
Sauerstoffverbrauch für Kohlenstoffelimination :	$OV_{d,C,T2} =$	305,4 kgO ₂ /d
Durchschnittlicher Sauerstoffverbrauch Volllast :	$OV_{h,dM,VL,T2} =$	17,28 kgO ₂ /h
Sauerstoffverbrauch bei max. Kohlenstoff (inkl. V_D/V_{BB}) :	$OV_{h,maxC,T2} =$	24,65 kgO ₂ /h
Sauerstoffverbrauch bei max. Stickstoff (inkl. V_D/V_{BB}) :	$OV_{h,maxN,T2} =$	27,88 kgO ₂ /h
Sauerstoffsättigungskonzentration bei Bemessungstemp. :	$C_{s,T2} =$	9,10 mg/l
Erforderliche Sauerstoffzufuhr in Reinwasser :	$SOTR_{T2} =$	59,94 kgO ₂ /h

Lastfall 3: Niedrigste Abwassertemperatur (nur Nitrifikation)

niedrige Bemessungstemperatur :	$T_{3/N} =$	8 °C
Vorh. Gesamt-Schlammalter bei T2 :	$t_{TS,T3/N} =$	29,0 d
Sauerstoffverbrauch für Kohlenstoffelimination :	$OV_{d,C,T3/N} =$	278,5 kgO ₂ /d
Durchschnittlicher Sauerstoffverbrauch Volllast :	$OV_{h,dM,VL,T3/N} =$	18,49 kgO ₂ /h
Sauerstoffverbrauch bei max. Kohlenstoff (inkl. V_D/V_{BB}) :	$OV_{h,maxC,T3/N} =$	24,56 kgO ₂ /h
Sauerstoffverbrauch bei max. Stickstoff (inkl. V_D/V_{BB}) :	$OV_{h,maxN,T3/N} =$	27,41 kgO ₂ /h
Sauerstoffsättigungskonzentration bei Bemessungstemp. :	$C_{s,T3/N} =$	11,84 mg/l
Erforderliche Sauerstoffzufuhr in Reinwasser :	$SOTR_{T3/N} =$	57,23 kgO ₂ /h

Zusammenfassung

Erforderliche Standard-Sauerstoffzufuhr (RW) :	$SOTR =$	59,94 kgO ₂ /h
oder manuelle Vorgabe Standard-Sauerstoffzufuhr (RW) :	$SOTR =$	65,60 kgO ₂ /h
➔ Bemessung für Standard-Sauerstoffzufuhr (RW) :	$SOTR =$	65,60 kgO ₂ /h
Standard-Sauerstoffzufuhr in belebtem Schlamm :	$\alpha SOTR =$	39,36 kgO ₂ /h
Durchschn. Standard-Sauerstoffzufuhr (Bemessungslastfall) bei Volllast (RW) :	$\varnothing SOTR =$	845,5 kgO ₂ /d
Spez. Standard-Sauerstoffzufuhr :	$SSOTR =$	23,9 gO ₂ /(m _N ³ *m)
Luftbedarf feinblasige Druckbelüftung :	$Q_{L,N} =$	462,0 m _N ³ /h

Belüftungsgitter

Auslegungsdaten :		Belüftungskerzen	
Norm-Luftmenge :	462 Nm³/h	Belüfterabstand :	m
Anzahl Gitter / Fallleitungen je Straße :	32	Belüfteranzahl je Gitter :	1 Stk.
effektive Länge Belüftergitter :	13,60 m	Gesamtanzahl Belüfter :	32 Stk.
Länge Belüfterschlauch je Kerze :	2000 mm	tatsächliche Luft-Beaufschlagung je lfdm :	7,2 Nm³/h
gew. Beaufschlagung der Kerzen :	20 Nm³/(h x lfdm)	Wasserspiegelerhöhung durch den Lufteintrag :	1,0 cm

Überschussschlammpumpe

Auslegungsdaten :		Schlammabzugpumpe	
TS _{ÜS} =	12,50 kg/m³	gewählt: Fabr. :	Hidrostat
ÜS-Menge Q _{ÜS,ges} :	20,25 m³/d	Typ :	D03U-MHT30C+DN004X2
Sollzeit Abzug je Zyklus :	5,0 min	Gesamtanzahl :	2 Stk.
Vorgabe Anzahl je Straße :	2 Stk.	Fördermenge Q =	20,0 m³/h
Abzugsmenge je Pumpe und Zyklus :	1,05 m³	=	5,6 l/s
erf. Förderstrom Q _{ÜS,erf} je Pumpe =	12,66 m³/h	Nennleistung P _N =	4,80 kW
	3,52 l/s	Freier Durchgang :	50 mm
geodätische Förderhöhe :	2,8 m	Druckstutzen :	80 mm
manometrische Förderhöhe :	29,0 m	Zeit pro Zyklus :	3,2 min

Klarwasserabzug

Auslegungsdaten :		E-Antrieb Klarwasserabzug	
Anzahl je SU :	1 Stk.	gewählt :	
erforderlicher DN :	400	Antrieb :	Auma-Norm
Sammelleitung :		Typ :	SA07.6-F10/LE25.1
Anzahl je SU :	2 Stk.	Nennleistung P _N =	0,2 kW
erforderlicher Kanaltyp :	45	Stellzeit (ca.) =	95 s
Abzüge :			
Erforderliche Anzahl je Sammelkanal :	4 Stk.		

Hydraulik der Kläranlage

Ablaufschacht - Überfallwehrlänge je SU :	1000 mm
Aufstau Überfall :	10,9 cm
Verluste Ablaufkonstruktion :	3 cm

Wasserstandshöhen

Ablaufschacht :	
Min. Wasserspiegel im Ablaufschacht :	0,0 cm
Max. Wasserspiegel im Ablaufschacht :	10,9 cm
Belebungsbecken :	
Wasserspiegelerhöhung durch Belüftung :	1,0 cm
Min. Wasserspiegel im Belebungsbecken :	0,0 cm
Max. Wasserspiegel im Belebungsbecken :	14,9 cm

BECKENGRÖSSEN

BIOCOS- Becken

