

DWA-Regelwerk

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

Projekt: Anlage 4.1 Bemessung auf 19.800 EW mit Literaturwerten

bearbeitet von: Carolin Schmidmeier

berechnet am: 09.08.2018

Anlagenkonfiguration:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

Reinigungsziele:

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

Denitrifikationsverfahren: Kaskadendenitrifikation

Fällmittel: Aluminium

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

Lastannahmen:

Größenklasse: 2376 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	5600	5600	5600 m ³ /d
	Q _t	432	432	432 m ³ /h
Zulaufkonzentrationen:				
CSB	CCSB,ZB	424	424	424 mg/l
Gelöster CSB	S _{CCSB} ,ZB	212	212	212 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X _{TS} ,ZB	248	248	248 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C _{KN} ,ZB	38,9	38,9	38,9 mg/l
Ammoniumstickstoff	S _{NH4} ,ZB	31,8	31,8	31,8 mg/l
Nitratstickstoff	S _{NO3} ,ZB	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C _P ,ZB	6,4	6,4	6,4 mg/l
Säurekapazität	S _{KS} ,ZB	8,00	8,00	8,00 mmol/l
Zulauffrachten:				
CSB	B _{d,CSB}	2376	2376	2376 kg/d
Gelöster CSB	B _{d,SCSB}	1188	1188	1188 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B _{d,XTS}	1386	1386	1386 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B _{d,KN}	217,8	217,8	217,8 kg/d
Ammoniumstickstoff	B _{d,NH4}	178,2	178,2	178,2 kg/d
Nitratstickstoff	B _{d,NO3}	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	B _{d,P}	35,6	35,6	35,6 kg/d

Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:

Temperatur im Belebungsbecken	T	12,0 Grad C
-------------------------------	---	-------------

Stickstoffbilanz:

Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	38,9 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	2,8 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	32,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	3,5 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	28,8 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _{D/VBB}	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	45,1 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	32,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	3,2 mg/l
Maximaler Q-Anteil in letzte Stufe	x	20 %

Phosphorelimination:

Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	6,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,1 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	0,8 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	1,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	1,0 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	2,4 mg/l
Fällmittel: Aluminium		
Fällmittelbedarf	FM	17,5 kg Me/d

Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	3,78 kg/m ³
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	3,78 kg/m ³
Mittlere Schlammrockensubstanz	TS _{BB}	4,65 kg/m ³

Schlammalter und Belastungskennwerte:

Erforderliches Schlammalter	erf.t _{TS}	25,0 d
Erforderliches Volumen	V _{BB}	6121 m ³
Gewähltes Volumen	V _{BB}	8100 m ³
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	34,2 d

Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	1012 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	14 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	70 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	1096 kg/d

Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	1468 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	779 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-525 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1721 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	87,9 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf

SKSAN

5,27 mmol/l

Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:

Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
-------------------------------	---	-------------

Stickstoffbilanz:

Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	38,9 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	1,6 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	33,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	3,1 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	30,2 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	47,2 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	33,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	3,3 mg/l
Maximaler Q-Anteil in letzte Stufe	x	20 %

Phosphorelimination:

Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	6,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,1 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	0,8 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	1,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	1,0 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	2,4 mg/l
Fällmittel: Aluminium		
Fällmittelbedarf	FM	17,5 kg Me/d

Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	3,78 kg/m ³
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	3,78 kg/m ³
Mittlere Schlammrockensubstanz	TS _{BB}	4,65 kg/m ³

Schlammalter und Belastungskennwerte:

Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	36,1 d
--------------------------	-----------------	--------

Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	958 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	14 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	70 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	1042 kg/d

Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	1541 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	801 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-540 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1802 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	91,8 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	5,27 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

Belebungsbecken, Sonderlastfall Prozess:

Temperatur im Belebungsbecken	T	8,0 Grad C
-------------------------------	---	------------

Stickstoffbilanz:

Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	38,9 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}	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	31,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	3,5 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	28,2 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	43,6 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	31,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	3,2 mg/l
Maximaler Q-Anteil in letzte Stufe	x	20 %

Phosphorelimination:

Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	6,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,1 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	0,8 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	1,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	1,0 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	2,4 mg/l
Fällmittel: Aluminium		
Fällmittelbedarf	FM	17,5 kg Me/d

Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	3,78 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	3,78 kg/m ³
Mittlere Schlamm Trockensubstanz	TS _{BB}	4,65 kg/m ³

Schlammalter und Belastungskennwerte:

Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	33,1 d
--------------------------	-----------------	--------

Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	1050 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	14 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	70 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	1134 kg/d

Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	1417 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	763 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-515 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1665 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	85,3 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	5,28 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Räumertyp: Schildräumer

Maßgebende Wassermenge Q_m 576 m³/h

Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	100 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlammrockensubstanz an der Beckensohle	TS _{BS}	12,6 kg/m ³
Gewähltes Verhältnis TS _{RS} /TS _{BS}		0,70 -
Schlammrockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS _{RS}	8,8 kg/m ³
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS _{AB}	3,78 kg/m ³
Gewählte Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS _{AB}	3,78 kg/m ³

Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	q _{SV}	500 l/(m ² *h)
Zulässige Flächenbeschickung	q _A	1,60 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	A _{NB}	435 m ²
Anzahl der Becken	a	2
Erforderlicher Durchmesser	D _{NB}	17,01 m
Gewählter Durchmesser	D _{NB}	26,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D _{MB}	3,50 m
Vorhandene Beckenoberfläche	A _{NB}	1043 m ²
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	q _{SV}	209 l/(m ² *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	q _A	0,55 m/h

Beckentiefe:

Klarwasserzone	h ₁	1,55 m
Übergangs- und Pufferzone	h ₂₃	1,11 m
Eindick- und Räumzone	h ₄	0,58 m
Maßgebende Beckentiefe	h _{ges}	3,24 m

Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h _e	1,97 m
Volumen der Einlaufkammer	V _E	18,9 m ³
Höhe des Einlaufschlitzes	h _{SE}	0,50 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A _{ZD}	0,16 m ²
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v _{ZD}	0,88 m/s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P _E	54 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	46,3 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr _D	0,324 -