

# DWA-Regelwerk

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

**Projekt: Projekt 20161222 - SEA - 150**

bearbeitet von: E. Leonhard

berechnet am: 05.07.2018

## Anlagenkonfiguration:

- ☐ Anaerobes Mischbecken
- ☐ Belebungsbecken
- ☐ Nachklärung

## Reinigungsziele:

- ☐ Abbau des org. Kohlenstoffs
- ☐ Nitrifikation
- ☐ Denitrifikation
- ☐ Simultane aerobe Schlammstabilisierung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

## Lastannahmen:

Größenklasse: 2280 kg CSB/d

## Berechnete Lastfälle:

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

	Lastfall	1	2	3
<b>Zulaufmenge:</b>				
Abwassermenge	Q <sub>d</sub>	3500	3500	3500 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	92	92	92 m <sup>3</sup> /h

## Zulaufkonzentrationen:

CSB	C <sub>CSB,ZB</sub>	651	651	651 mg/l
Gelöster CSB	S <sub>SCSB,ZB</sub>	165	165	165 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X <sub>TS,ZB</sub>	434	434	434 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C <sub>KN,ZB</sub>	59,7	59,7	59,7 mg/l
Ammoniumstickstoff	S <sub>NH4,ZB</sub>	0,0	0,0	0,0 mg/l
Nitratstickstoff	S <sub>NO3,ZB</sub>	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C <sub>P,ZB</sub>	9,8	9,8	9,8 mg/l
Säurekapazität	S <sub>KS,ZB</sub>	10,00	10,00	10,00 mmol/l

## Zulauffrachten:

CSB	B <sub>d,CSB</sub>	2280	2280	2280 kg/d
Gelöster CSB	B <sub>d,SCSB</sub>	578	578	578 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B <sub>d,XTS</sub>	1520	1520	1520 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B <sub>d,KN</sub>	209,0	209,0	209,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	B <sub>d,NH4</sub>	0,0	0,0	0,0 kg/d
Nitratstickstoff	B <sub>d,NO3</sub>	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	B <sub>d,P</sub>	34,2	34,2	34,2 kg/d

### Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:

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

### Stickstoffbilanz:

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	59,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	5,7 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,5 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	0,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	47,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	3,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	44,8 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	45,2 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	45,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	2,5 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	3,58 h

### Phosphorelimination:

Volumen des anaeroben Mischbeckens	V <sub>BioP</sub>	423 m <sup>3</sup>
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q <sub>t</sub> , RV=1)	t <sub>BioP</sub>	2,3 h
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	9,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	3,3 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	4,6 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>PO4,AN</sub>	2,0 mg/l

### Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,18 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	4,20 kg/m <sup>3</sup>

### Schlammalter und Belastungskennwerte:

Erforderliches Schlammalter	erf.t <sub>TS</sub>	25,0 d
Erforderliches Volumen	V <sub>BB</sub>	7204 m <sup>3</sup>
Gewähltes Volumen	V <sub>BB</sub>	6200 m <sup>3</sup>
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	21,2 d

### Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	1185 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	48 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	0 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	1233 kg/d

### Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	1207 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	719 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-459 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1467 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,20 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,80 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	170,2 kg/h

### Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	9,86 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

### Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:

Temperatur im Belebungsbecken	T	21,5 Grad C
-------------------------------	---	-------------

### Stickstoffbilanz:

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	59,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	3,1 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,5 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	0,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	50,1 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	3,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	47,1 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	49,0 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	49,0 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	1,1 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	1,44 h

### Phosphorelimination:

Volumen des anaeroben Mischbeckens	V <sub>BioP</sub>	423 m <sup>3</sup>
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q <sub>t</sub> , RV=1)	t <sub>BioP</sub>	2,3 h
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	9,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	3,3 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	4,6 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>PO4,AN</sub>	2,0 mg/l

### Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	T <sub>SAB</sub>	3,18 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	T <sub>SAB</sub>	4,20 kg/m <sup>3</sup>

### Schlammalter und Belastungskennwerte:

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	22,6 d
--------------------------	-----------------	--------

### Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	1113 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	48 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	0 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	1161 kg/d

### Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	1308 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	754 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-497 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1564 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,20 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,80 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	180,6 kg/h

### Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	9,96 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

### Belebungsbecken, Sonderlastfall Prozess:

Temperatur im Belebungsbecken	T	9,5 Grad C
-------------------------------	---	------------

### Stickstoffbilanz:

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	59,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	6,5 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,5 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	0,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	47,0 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	4,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	43,0 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	43,9 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	43,9 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	3,0 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	4,36 h

### Phosphorelimination:

Volumen des anaeroben Mischbeckens	V <sub>BioP</sub>	423 m <sup>3</sup>
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q <sub>t</sub> , RV=1)	t <sub>BioP</sub>	2,3 h
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	9,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	3,3 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	4,6 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>PO4,AN</sub>	2,0 mg/l

### Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,18 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	4,20 kg/m <sup>3</sup>

### Schlammalter und Belastungskennwerte:

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	20,7 d
--------------------------	-----------------	--------

### Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	1212 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	48 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	0 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	1260 kg/d

### Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	1173 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	707 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-446 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1434 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,20 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,80 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	166,7 kg/h

### Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	9,82 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

## Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Räumertyp: Schildräumer

Maßgebende Wassermenge	$Q_m$	479 m <sup>3</sup> /h
------------------------	-------	-----------------------

### Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	102 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlamm Trockensubstanz an der Beckensohle	TSBS	12,4 kg/m <sup>3</sup>
Gewähltes Verhältnis TS <sub>RS</sub> /TS <sub>BS</sub>		0,60 -
Schlamm Trockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS <sub>RS</sub>	7,4 kg/m <sup>3</sup>
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Zulauf	TS <sub>AB</sub>	3,18 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Zulauf	TS <sub>AB</sub>	4,20 kg/m <sup>3</sup>

### Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	qSV	500 l/(m <sup>2</sup> *h)
Zulässige Flächenbeschickung	qA	1,60 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	ANB	410 m <sup>2</sup>
Anzahl der Becken	a	1
Erforderlicher Durchmesser	DNB	23,28 m
Gewählter Durchmesser	DNB	30,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	DMB	4,40 m
Vorhandene Beckenoberfläche	ANB	692 m <sup>2</sup>
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	qSV	297 l/(m <sup>2</sup> *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	qA	0,69 m/h

### Beckentiefe:

Klarwasserzone	h <sub>1</sub>	1,64 m
Übergangs- und Pufferzone	h <sub>23</sub>	1,53 m
Eindick- und Räumzone	h <sub>4</sub>	0,82 m
Maßgebende Beckentiefe	h <sub>ges</sub>	4,00 m

### Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h <sub>e</sub>	2,00 m
Volumen der Einlaufkammer	V <sub>E</sub>	14,0 m <sup>3</sup>
Höhe des Einlaufschlitzes	h <sub>SE</sub>	2,00 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A <sub>ZD</sub>	0,31 m <sup>2</sup>
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v <sub>ZD</sub>	0,75 m/s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P <sub>E</sub>	65 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	61,2 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr <sub>D</sub>	0,051 -