

# DWA-Regelwerk

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

**Projekt:** Mayr-Melnhof Gernsbach GmbH - Optimierung ARA (BImSchG Antrag)

bearbeitet von: J. Lafere

berechnet am: 30.04.2020

## Anlagenkonfiguration:

## Reinigungsziele:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation

Denitrifikationsverfahren: vorgeschaltete Denitrifikation

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung Übergangsbereich horizontal/vertikal, Räumertyp Schildräumer

## Lastannahmen:

Größenklasse: 5800 kg CSB/d

## Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 2: Nachweis der Nitrifikation bei tiefster Temperatur
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur

	Lastfall	1	2	3
<b>Zulaufmenge:</b>				
Abwassermenge	Q <sub>d</sub>	5400	5400	5400 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	250	250	250 m <sup>3</sup> /h
<b>Zulaufkonzentrationen:</b>				
CSB	C <sub>CSB,ZB</sub>	1075	1075	1075 mg/l
Gelöster CSB	S <sub>SCSB,ZB</sub>	1075	1075	1075 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X <sub>TS,ZB</sub>	150	150	150 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C <sub>KN,ZB</sub>	21,0	21,0	21,0 mg/l
Ammoniumstickstoff	S <sub>NH4,ZB</sub>	20,0	20,0	20,0 mg/l
Nitratstickstoff	S <sub>NO3,ZB</sub>	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C <sub>P,ZB</sub>	5,8	5,8	5,8 mg/l
Säurekapazität	S <sub>KS,ZB</sub>	5,40	5,40	5,40 mmol/l
<b>Zulaufmengen:</b>				
CSB	B <sub>d,CSB</sub>	5805	5805	5805 kg/d
Gelöster CSB	B <sub>d,SCSB</sub>	5805	5805	5805 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B <sub>d,XTS</sub>	810	810	810 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B <sub>d,KN</sub>	113,4	113,4	113,4 kg/d
Ammoniumstickstoff	B <sub>d,NH4</sub>	108,0	108,0	108,0 kg/d
Nitratstickstoff	B <sub>d,NO3</sub>	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	B <sub>d,P</sub>	31,3	31,3	31,3 kg/d

**Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:**

Temperatur im Belebungsbecken T 35,0 Grad C

**Stickstoffbilanz:**

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	21,0 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	6,6 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	1,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	8,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	3,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	5,8 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub>	0,08 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	53,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	8,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	0,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	1,94 -

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	5,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	5,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,4 mg/l

**Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	6,61 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	6,60 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Erforderliches Schlammalter	erf.t <sub>TS</sub>	0,8 d
Erforderliches Volumen	V <sub>BB</sub>	271 m <sup>3</sup>
Gewähltes Volumen	V <sub>BB</sub>	1563 m <sup>3</sup>
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	9,2 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	8,4 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	17,58 -

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	1112 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	0 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	1112 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	4366 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	205 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-138 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	4433 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,20 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,00 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	220,0 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	4,07 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

**Belebungsbecken, Lastfall tiefste Temperatur:**

Temperatur im Belebungsbecken	T	30,0 Grad C
-------------------------------	---	-------------

**Stickstoffbilanz:**

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	21,0 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	9,8 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	1,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	6,0 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,08 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	52,0 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	6,0 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	0,0 mg/l

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	5,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	5,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,4 mg/l

**Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	6,61 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	6,60 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	8,1 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	7,4 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	9,51 -

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	1265 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	0 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	1265 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	4173 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	138 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-93 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	4218 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,20 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,00 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	209,7 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	4,07 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

**Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:**

Temperatur im Belebungsbecken T 35,0 Grad C

**Stickstoffbilanz:**

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	21,0 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	6,6 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	1,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	8,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	2,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	6,8 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,08 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	53,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	8,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	0,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	3,42 -

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	5,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	5,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,4 mg/l

**Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	6,61 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	6,60 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>S</sub>	9,2 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>S,aer.</sub>	8,4 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	17,58 -

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	1112 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	0 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	1112 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	4366 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	205 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-138 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	4433 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,20 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,00 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	220,0 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	4,07 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

## Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: Übergangsbereich horiz./vertikal

Räumertyp: Schildräumer

Maßgebende Wassermenge  $Q_m$  250 m<sup>3</sup>/h

### Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	80 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlammrockensubstanz an der Beckensohle	TSBS	15,7 kg/m <sup>3</sup>
Gewähltes Verhältnis $TS_{RS}/TS_{BS}$		0,70 -
Schlammrockensubstanz im Rücklaufschlamm	TSRS	11,0 kg/m <sup>3</sup>
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	1,50 -
Zulässige Schlammrockensubstanz im Zulauf	TSAB	6,61 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Zulauf	TSAB	6,60 kg/m <sup>3</sup>

### Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	qSV	525 l/(m <sup>2</sup> *h)
Zulässige Flächenbeschickung	qA	1,67 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	ANB	251 m <sup>2</sup>
Anzahl der Becken	a	1
Erforderlicher Durchmesser	DNB	18,01 m
Gewählter Durchmesser	DNB	22,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	DMB	2,10 m
Vorhandene Beckenoberfläche	ANB	377 m <sup>2</sup>
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	qSV	350 l/(m <sup>2</sup> *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	qA	0,66 m/h

### Beckentiefe:

Klarwasserzone	h <sub>1</sub>	0,86 m
Übergangs- und Pufferzone	h <sub>23</sub>	2,55 m
Eindick- und Räumzone	h <sub>4</sub>	1,39 m
Maßgebende Beckentiefe	h <sub>ges</sub>	4,80 m

### Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h <sub>e</sub>	3,75 m
Volumen der Einlaufkammer	V <sub>E</sub>	10,4 m <sup>3</sup>
Höhe des Einlaufschlitzes	h <sub>SE</sub>	0,60 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A <sub>ZD</sub>	0,57 m <sup>2</sup>
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v <sub>ZD</sub>	0,30 m/s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P <sub>E</sub>	8 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	32,4 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr <sub>D</sub>	0,549 -