

# DWA-Regelwerk

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

## Projekt: KA Neureichenau WRE 6.000 EW

bearbeitet von: Wolfgang Neumayer

berechnet am: 15.05.2023

### Anlagenkonfiguration:

- Aerober Selektor
- Belebungsbecken
- Nachklärung

### Reinigungsziele:

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

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

### Lastannahmen:

Größenklasse: 720 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,Konz.</sub>	1635	1635	1635 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	140	140	140 m <sup>3</sup> /h
<b>Zulaufkonzentrationen:</b>				
CSB	CCSB,ZB	440	440	440 mg/l
Gelöster CSB	S <sub>SCSB,ZB</sub>	182	183	183 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X <sub>TS,ZB</sub>	230	230	230 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C <sub>KN,ZB</sub>	41,2	41,2	41,2 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>	7,2	7,2	7,2 mg/l
Säurekapazität	S <sub>KS,ZB</sub>	50,00	50,00	50,00 mmol/l
<b>Zulauffrachten:</b>				
CSB	B <sub>d,CSB</sub>	720	720	720 kg/d
Gelöster CSB	B <sub>d,SCSB</sub>	298	300	300 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B <sub>d,XTS</sub>	376	376	376 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B <sub>d,KN</sub>	67,4	67,4	67,4 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>	11,8	11,8	11,8 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>	41,2 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	3,9 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	33,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	5,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	28,3 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,46 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	30,2 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	30,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	3,1 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	1,82 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	7,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,2 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>	2,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	2,0 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	3,0 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	13,4 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,91 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,91 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Erforderliches Schlammalter	erf.t <sub>Ts</sub>	25,0 d
Erforderliches Volumen	V <sub>BB</sub>	3006 m <sup>3</sup>
Gewähltes Volumen	V <sub>BB</sub>	2700 m <sup>3</sup>
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>Ts</sub>	22,1 d

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	322 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü <sub>Sd,ext</sub>	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	33 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	355 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	409 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	234 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-143 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	500 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,00 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	40,7 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf

SKS<sub>AN</sub>

49,38 mmol/l

**Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:**

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

**Stickstoffbilanz:**

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	41,2 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	2,4 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	34,6 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	5,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	29,6 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,45 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	31,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	31,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	2,9 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	1,64 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	7,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,2 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>	2,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	2,0 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	3,0 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	13,4 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,91 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,91 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	23,6 d
--------------------------	-----------------	--------

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	300 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü <sub>Sd,ext</sub>	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	34 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	334 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	439 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	243 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-150 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	532 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,00 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	42,5 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	49,39 mmol/l
--------------------------	-------------------	--------------

**Belebungsbecken, Sonderlastfall Prozess:**

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

**Stickstoffbilanz:**

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	41,2 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	5,0 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	32,0 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	5,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	27,0 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub>	0,46 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	28,8 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	28,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	3,2 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	1,92 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	7,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,2 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>	2,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	2,0 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	3,0 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	13,4 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,91 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,91 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	21,3 d
--------------------------	-----------------	--------

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	336 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü <sub>Sd,ext</sub>	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	33 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	370 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	391 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	225 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-137 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	479 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,00 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	38,9 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	49,38 mmol/l
--------------------------	-------------------	--------------

## Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Maßgebende Wassermenge  $Q_m$  200 m<sup>3</sup>/h

### Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	130 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlammrockensubstanz an der Beckensohle	TS <sub>BS</sub>	9,7 kg/m <sup>3</sup>
Gewähltes Verhältnis TS <sub>RS</sub> /TS <sub>BS</sub>		0,70 -
Schlammrockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS <sub>RS</sub>	6,8 kg/m <sup>3</sup>
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>ZN</sub>	2,91 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>ZN</sub>	2,91 kg/m <sup>3</sup>

### Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	q <sub>SV</sub>	500 l/(m <sup>2</sup> *h)
Zulässige Flächenbeschickung	q <sub>A</sub>	1,60 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	A <sub>NB</sub>	151 m <sup>2</sup>
Anzahl der Becken	a	1
Erforderlicher Durchmesser	D <sub>NB</sub>	13,96 m
Gewählter Durchmesser	D <sub>NB</sub>	18,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D <sub>MB</sub>	1,50 m
Vorhandene Beckenoberfläche	A <sub>NB</sub>	253 m <sup>2</sup>
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	q <sub>SV</sub>	299 l/(m <sup>2</sup> *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	q <sub>A</sub>	0,79 m/h

### Beckentiefe:

Klarwasserzone	h <sub>1</sub>	1,28 m
Übergangs- und Pufferzone	h <sub>23</sub>	1,59 m
Eindick- und Räumzone	h <sub>4</sub>	0,83 m
Maßgebende Beckentiefe	h <sub>ges</sub>	3,70 m

### Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h <sub>e</sub>	2,45 m
Volumen der Einlaufkammer	V <sub>E</sub>	9,5 m <sup>3</sup>
Höhe des Einlaufschlitzes	h <sub>SE</sub>	1,20 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A <sub>ZD</sub>	0,02 m <sup>2</sup>
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v <sub>ZD</sub>	5,40 m/s
Aufenthaltszeit in der Zulaufkammer	t <sub>EB</sub>	98 s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P <sub>E</sub>	1419 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	289,7 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr <sub>D</sub>	0,179 -