

# DWA-Regelwerk

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

## Projekt: Kreuzwertheim - Prognose

bearbeitet von: Gottwald

berechnet am: 22.08.2024

### Anlagenkonfiguration:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

### Reinigungsziele:

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

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: zweiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

### Lastannahmen:

Größenklasse: 1200 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>	745	745	745 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	80	80	80 m <sup>3</sup> /h

<b>Zulaufkonzentrationen:</b>				
CSB	CCSB,ZB	1610	1610	1610 mg/l
Gelöster CSB	S <sub>SCSB</sub> ,ZB	599	599	599 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X <sub>TS</sub> ,ZB	886	886	886 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C <sub>KN</sub> ,ZB	160,0	160,0	160,0 mg/l
Ammoniumstickstoff	S <sub>NH4</sub> ,ZB	116,0	116,0	116,0 mg/l
Nitratstickstoff	S <sub>NO3</sub> ,ZB	6,4	6,4	6,4 mg/l
Phosphor	C <sub>P</sub> ,ZB	27,1	27,1	27,1 mg/l
Säurekapazität	S <sub>KS</sub> ,ZB	11,00	11,00	11,00 mmol/l

<b>Zulauffrachten:</b>				
CSB	B <sub>d,CSB</sub>	1199	1199	1199 kg/d
Gelöster CSB	B <sub>d,SCSB</sub>	446	446	446 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B <sub>d,XTS</sub>	660	660	660 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B <sub>d,KN</sub>	119,2	119,2	119,2 kg/d
Ammoniumstickstoff	B <sub>d,NH4</sub>	86,4	86,4	86,4 kg/d
Nitratstickstoff	B <sub>d,NO3</sub>	4,8	4,8	4,8 kg/d
Phosphor	B <sub>d,P</sub>	20,2	20,2	20,2 kg/d

<b>Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:</b>		
Temperatur im Belebungsbecken	T	12,0 Grad C
<b>Stickstoffbilanz:</b>		
Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	166,4 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	12,9 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	133,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	11,2 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	129,0 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	136,6 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	136,6 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	3,6 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	1,30 h
<b>Phosphorelimination:</b>		
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	27,1 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	8,1 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>	0,6 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,6 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	18,4 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	37,2 kg Me/d
<b>Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:</b>		
Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,20 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	4,22 kg/m <sup>3</sup>
<b>Schlammalter und Belastungskennwerte:</b>		
Erforderliches Schlammalter	erf.t <sub>TS</sub>	25,0 d
Erforderliches Volumen	V <sub>BB</sub>	3693 m <sup>3</sup>
Gewähltes Volumen	V <sub>BB</sub>	3850 m <sup>3</sup>
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	26,4 d
<b>Schlammproduktion:</b>		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	519 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	93 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	611 kg/d
<b>Sauerstoffverbrauch:</b>		
aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	714 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	429 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-295 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	847 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	88,5 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		

Säurekapazität im Ablauf

SKS<sub>AN</sub>

1,63 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>	166,4 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	7,8 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	138,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	11,2 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	133,6 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	144,4 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	144,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	0,4 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	0,15 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	27,1 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	8,1 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>	0,6 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,6 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	18,4 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	37,2 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,20 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	4,22 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	28,0 d
--------------------------	-----------------	--------

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	487 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	93 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	580 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	758 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	443 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-312 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	889 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	92,6 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	1,85 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

**Belebungsbecken, Sonderlastfall Prozess:**

Temperatur im Belebungsbecken T 10,0 Grad C

**Stickstoffbilanz:**

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	166,4 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	14,6 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	132,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	11,2 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	127,6 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	134,2 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	134,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	4,6 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	1,68 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	27,1 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	8,1 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>	0,6 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,6 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	18,4 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	37,2 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,20 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	4,22 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	26,0 d
--------------------------	-----------------	--------

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	530 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	93 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	623 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	700 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	424 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-290 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	834 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	87,2 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	1,56 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

## Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Räumertyp: Schildräumer

Maßgebende Wassermenge  $Q_m$  328 m<sup>3</sup>/h

### Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	118 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlammrockensubstanz an der Beckensohle	TS <sub>BS</sub>	10,7 kg/m <sup>3</sup>
Gewähltes Verhältnis TS <sub>RS</sub> /TS <sub>BS</sub>		0,70 -
Schlammrockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS <sub>RS</sub>	7,5 kg/m <sup>3</sup>
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>AB</sub>	3,20 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>AB</sub>	4,22 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>	326 m <sup>2</sup>
Anzahl der Becken	a	1
Erforderlicher Durchmesser	D <sub>NB</sub>	23,38 m
Gewählter Durchmesser	D <sub>NB</sub>	27,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D <sub>MB</sub>	3,00 m
Vorhandene Beckenoberfläche	A <sub>NB</sub>	452 m <sup>2</sup>
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	q <sub>SV</sub>	361 l/(m <sup>2</sup> *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	q <sub>A</sub>	0,72 m/h

### Beckentiefe:

Klarwasserzone	h <sub>1</sub>	0,50 m
Übergangs- und Pufferzone	h <sub>23</sub>	1,84 m
Eindick- und Räumzone	h <sub>4</sub>	1,00 m
Maßgebende Beckentiefe	h <sub>ges</sub>	3,34 m

### Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h <sub>e</sub>	1,70 m
Volumen der Einlaufkammer	V <sub>E</sub>	9,6 m <sup>3</sup>
Höhe des Einlaufschlitzes	h <sub>SE</sub>	1,00 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A <sub>ZD</sub>	0,20 m <sup>2</sup>
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v <sub>ZD</sub>	0,81 m/s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P <sub>E</sub>	53 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	66,5 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr <sub>D</sub>	0,144 -