

Anlage WR-D03

Projekt-Nr. S6139\_002

**WBG Grafenwöhr**

Antrag auf Erteilung einer gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis  
nach § 15 WHG

Teil D: Überrechnung der Kläranlage Grafenwöhr

# Verfahrenstechnische Berechnungen

für die Überrechnung der Kläranlage Grafenwöhr  
vom 28.04.2023

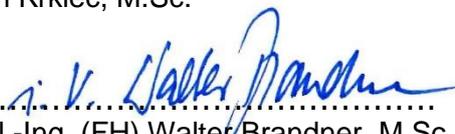
**Vorhabensträger:**

Wasserwirtschafts- und Betriebsgesellschaft  
Grafenwöhr GmbH  
Pechhofer Straße 18  
92655 Grafenwöhr  
Telefon: 09641 / 924050

**Entwurfsverfasser:**

SRP Schneider & Partner  
Ingenieur-Consult GmbH  
Bahnhofstraße 11b  
90402 Nürnberg  
Telefon: 0911 99098-400  
Telefax: 0911 99098-410

Sachbearbeiter:  
Ivan Krklec, M.Sc.

.....  
  
Dipl.-Ing. (FH) Walter Brandner, M.Sc.  
Fachbereichsleiter

## **Inhaltsverzeichnis Anlage WR-D03 – Verfahrenstechnische Berechnungen**

1. Berechnung der Kläranlage - Bestand  
nach dem DWA-Arbeitsblatt A 131 (2016)
2. Berechnung der Kläranlage - Prognose  
nach dem DWA-Arbeitsblatt A 131 (2016)

# 1. Berechnung der Kläranlage - Bestand

nach dem DWA-Arbeitsblatt A 131 (2016)

# DWA-Regelwerk

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

## Projekt: KA Grafenwöhr - Bestand

bearbeitet von: I. Krklec

berechnet am: 01.12.2022

### Anlagenkonfiguration:

- Vorklärung
- Belebungsbecken
- Nachklärung
- Nachstabilisierung

### Reinigungsziele:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

### Lastannahmen:

Größenklasse: 1835 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,Konz.</sub>	3097	3097	3097 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	203	203	203 m <sup>3</sup> /h

<b>Zulaufkonzentrationen:</b>				
CSB	CCSB,ZB	499	499	499 mg/l
Gelöster CSB	S <sub>CCSB,ZB</sub>	263	263	263 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X <sub>TS,ZB</sub>	184	184	184 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C <sub>KN,ZB</sub>	61,9	61,9	61,9 mg/l
Ammoniumstickstoff	S <sub>NH4,ZB</sub>	49,7	49,7	49,7 mg/l
Nitratstickstoff	S <sub>NO3,ZB</sub>	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C <sub>P,ZB</sub>	8,7	8,7	8,7 mg/l
Säurekapazität	S <sub>KS,ZB</sub>	8,30	8,30	8,30 mmol/l

<b>Zulaufmengen:</b>				
CSB	B <sub>d,CSB</sub>	1544	1544	1544 kg/d
Gelöster CSB	B <sub>d,SCSB</sub>	815	815	815 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B <sub>d,XTS</sub>	570	570	570 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B <sub>d,KN</sub>	191,7	191,7	191,7 kg/d
Ammoniumstickstoff	B <sub>d,NH4</sub>	153,9	153,9	153,9 kg/d
Nitratstickstoff	B <sub>d,NO3</sub>	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	B <sub>d,P</sub>	27,0	27,0	27,0 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>	61,9 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>	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	51,6 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	12,6 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	39,0 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	38,3 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	38,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	13,3 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	5,68 h
<b>Phosphorelimination:</b>		
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	8,7 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,5 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>	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,5 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	46,4 kg Me/d
<b>Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:</b>		
Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,84 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>
<b>Schlammalter und Belastungskennwerte:</b>		
Erforderliches Schlammalter	erf.t <sub>TS</sub>	17,4 d
Erforderliches Volumen	V <sub>BB</sub>	3895 m <sup>3</sup>
Gewähltes Volumen	V <sub>BB</sub>	4474 m <sup>3</sup>
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	20,4 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	10,2 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	2,24 -
<b>Schlammproduktion:</b>		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	539 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	116 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	655 kg/d
<b>Sauerstoffverbrauch:</b>		
aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	905 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	687 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-344 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1249 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,13 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,80 -

Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	149,9 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		
Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	3,16 mmol/l
<b>Belebungsbecken, Lastfall tiefste Temperatur:</b>		
Temperatur im Belebungsbecken	T	10,0 Grad C
<b>Stickstoffbilanz:</b>		
Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	61,9 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	5,6 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>	51,1 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	37,4 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	37,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	13,7 mg/l
<b>Phosphorelimination:</b>		
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	8,7 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,5 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>	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,5 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	46,4 kg Me/d
<b>Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:</b>		
Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,84 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>
<b>Schlammalter und Belastungskennwerte:</b>		
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	19,9 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	10,0 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	1,79 -
<b>Schlammproduktion:</b>		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	556 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	116 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	672 kg/d
<b>Sauerstoffverbrauch:</b>		
aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	883 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	680 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-336 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1227 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,13 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,80 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	147,6 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		
Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	3,13 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>	61,9 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	3,0 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>	53,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	12,6 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	40,8 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	41,3 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	41,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	12,1 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	5,01 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	8,7 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,5 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>	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,5 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	46,4 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,84 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	22,3 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	11,1 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	5,34 -

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	486 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	116 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	601 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	975 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	712 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-371 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1316 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,13 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,80 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	157,1 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	3,24 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

## Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Maßgebende Wassermenge  $Q_m$  979 m<sup>3</sup>/h

### Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	133 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlammrockensubstanz an der Beckensohle	TS <sub>BS</sub>	9,5 kg/m <sup>3</sup>
Gewähltes Verhältnis TS <sub>RS</sub> /TS <sub>BS</sub>		0,70 -
Schlammrockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS <sub>RS</sub>	6,6 kg/m <sup>3</sup>
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>ZN</sub>	2,84 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>ZN</sub>	3,00 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>	781 m <sup>2</sup>
Anzahl der Becken	a	1
Erforderlicher Durchmesser	D <sub>NB</sub>	31,69 m
Gewählter Durchmesser	D <sub>NB</sub>	36,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D <sub>MB</sub>	3,06 m
Vorhandene Beckenoberfläche	A <sub>NB</sub>	1011 m <sup>2</sup>
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	q <sub>SV</sub>	387 l/(m <sup>2</sup> *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	q <sub>A</sub>	0,97 m/h

### Beckentiefe:

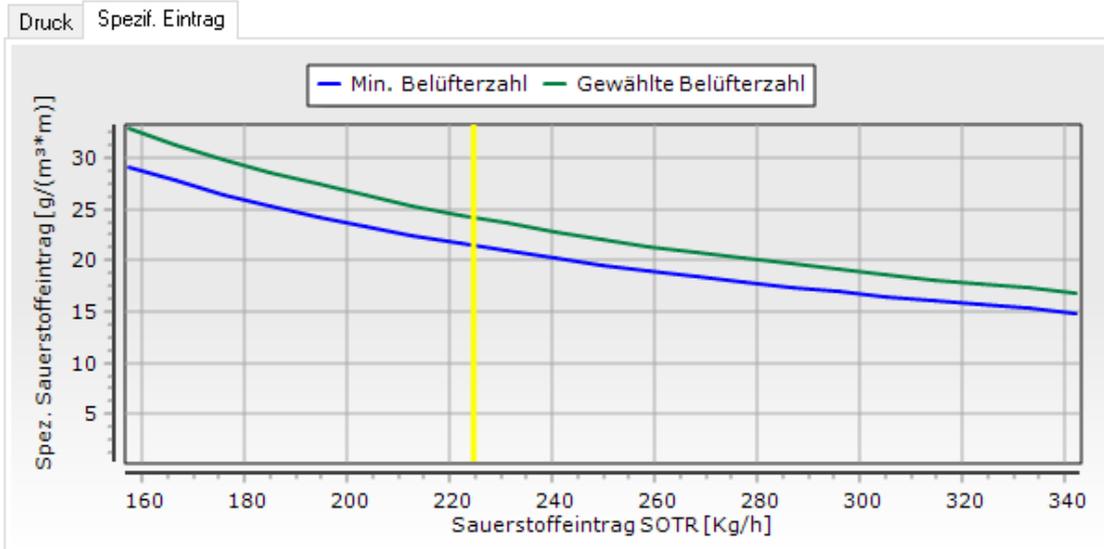
Klarwasserzone	h <sub>1</sub>	1,66 m
Übergangs- und Pufferzone	h <sub>23</sub>	2,03 m
Eindick- und Räumzone	h <sub>4</sub>	1,07 m
Maßgebende Beckentiefe	h <sub>ges</sub>	4,76 m

### Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h <sub>e</sub>	2,05 m
Volumen der Einlaufkammer	V <sub>E</sub>	15,2 m <sup>3</sup>
Höhe des Einlaufschlitzes	h <sub>SE</sub>	1,30 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A <sub>ZD</sub>	0,39 m <sup>2</sup>
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v <sub>ZD</sub>	1,24 m/s
Aufenthaltszeit in der Zulaufkammer	t <sub>EB</sub>	32 s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P <sub>E</sub>	364 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	138,5 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr <sub>D</sub>	0,887 -

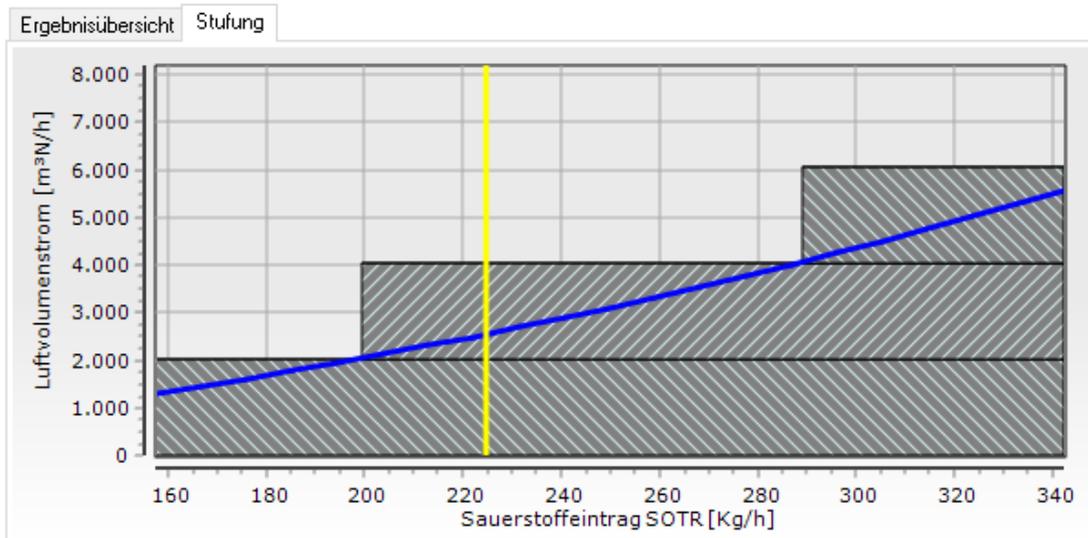
## Belüftungssystem

Spezifikation		
Belüfertyp	Anzahl Belüfter	Rohrleitungsverlust bei max. Beaufschlagung
<b>Feinblasiger Streifenbelüfter AERl</b>	Minimum: 186	Richtwert: 20 mbar
	Gewählt: <input type="text" value="214"/> Stück	Gewählt: <input type="text" value="20"/> hPa



## Luftmenge und Gebläse

Betriebsdaten		Hersteller	Typ	Q [m3/h]	
Ansaugtemperatur	<input type="text" value="30,00"/> °C	A	160	2026,1	+
Rel. Luftfeuchte	<input type="text" value="60,00"/> %	A	160	2021,8	...
		A	160	2017,7	...
		A	160	2013,2	-



## **2. Berechnung der Kläranlage - Prognose**

nach dem DWA-Arbeitsblatt A 131 (2016)

# DWA-Regelwerk

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

## Projekt: KA Grafenwöhr - Prognose

bearbeitet von: I. Krklec

berechnet am: 01.12.2022

### Anlagenkonfiguration:

- Vorklärung
- Belebungsbecken
- Nachklärung
- Nachstabilisierung

### Reinigungsziele:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

### Lastannahmen:

Größenklasse: 2019 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,Konz.</sub>	3407	3407	3407 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	223	223	223 m <sup>3</sup> /h

<b>Zulaufkonzentrationen:</b>				
CSB	CCSB,ZB	499	499	499 mg/l
Gelöster CSB	S <sub>SCSB,ZB</sub>	263	263	263 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X <sub>TS,ZB</sub>	184	184	184 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C <sub>KN,ZB</sub>	61,9	61,9	61,9 mg/l
Ammoniumstickstoff	S <sub>NH4,ZB</sub>	49,7	49,7	49,7 mg/l
Nitratstickstoff	S <sub>NO3,ZB</sub>	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C <sub>P,ZB</sub>	8,8	8,8	8,8 mg/l
Säurekapazität	S <sub>KS,ZB</sub>	8,30	8,30	8,30 mmol/l

<b>Zulauffrachten:</b>				
CSB	B <sub>d,CSB</sub>	1699	1699	1699 kg/d
Gelöster CSB	B <sub>d,SCSB</sub>	896	896	896 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B <sub>d,XTS</sub>	627	627	627 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B <sub>d,KN</sub>	211,0	211,0	211,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	B <sub>d,NH4</sub>	169,3	169,3	169,3 kg/d
Nitratstickstoff	B <sub>d,NO3</sub>	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	B <sub>d,P</sub>	30,0	30,0	30,0 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>	61,9 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	5,4 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>	51,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	12,6 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	38,6 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	37,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	37,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	13,6 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	5,32 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	8,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,5 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>	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,6 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	51,8 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,84 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Erforderliches Schlammalter	erf.t <sub>TS</sub>	17,4 d
Erforderliches Volumen	V <sub>BB</sub>	4298 m <sup>3</sup>
Gewähltes Volumen	V <sub>BB</sub>	4474 m <sup>3</sup>
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	18,2 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	9,1 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	1,99 -

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>d,C</sub>	605 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>d,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>d,F</sub>	129 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>d</sub>	733 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	978 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	751 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-372 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1357 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,13 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,80 -

Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	163,1 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		
Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	3,13 mmol/l
<b>Belebungsbecken, Lastfall tiefste Temperatur:</b>		
Temperatur im Belebungsbecken	T	10,0 Grad C
<b>Stickstoffbilanz:</b>		
Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	61,9 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	6,1 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>	50,7 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	36,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	36,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	14,0 mg/l
<b>Phosphorelimination:</b>		
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	8,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,5 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>	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,6 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	51,8 kg Me/d
<b>Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:</b>		
Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,84 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>
<b>Schlammalter und Belastungskennwerte:</b>		
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	17,7 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	8,9 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	1,59 -
<b>Schlammproduktion:</b>		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	626 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	129 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	755 kg/d
<b>Sauerstoffverbrauch:</b>		
aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	953 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	742 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-363 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1333 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,13 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,80 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	160,6 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		
Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	3,10 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>	61,9 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	3,3 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>	53,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	12,6 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	40,6 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	40,9 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	40,9 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	12,3 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	4,65 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	8,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,5 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>	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,6 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	51,8 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	2,84 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	19,9 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	10,0 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	4,77 -

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	544 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	129 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	673 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	1062 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	779 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-404 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1437 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,13 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,80 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	171,8 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	3,21 mmol/l
--------------------------	-------------------	-------------

## Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Maßgebende Wassermenge  $Q_m$  979 m<sup>3</sup>/h

### Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	133 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlammrockensubstanz an der Beckensohle	TS <sub>BS</sub>	9,5 kg/m <sup>3</sup>
Gewähltes Verhältnis TS <sub>RS</sub> /TS <sub>BS</sub>		0,70 -
Schlammrockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS <sub>RS</sub>	6,6 kg/m <sup>3</sup>
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>ZN</sub>	2,84 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>ZN</sub>	3,00 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>	781 m <sup>2</sup>
Anzahl der Becken	a	1
Erforderlicher Durchmesser	D <sub>NB</sub>	31,69 m
Gewählter Durchmesser	D <sub>NB</sub>	36,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D <sub>MB</sub>	3,06 m
Vorhandene Beckenoberfläche	A <sub>NB</sub>	1011 m <sup>2</sup>
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	q <sub>SV</sub>	387 l/(m <sup>2</sup> *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	q <sub>A</sub>	0,97 m/h

### Beckentiefe:

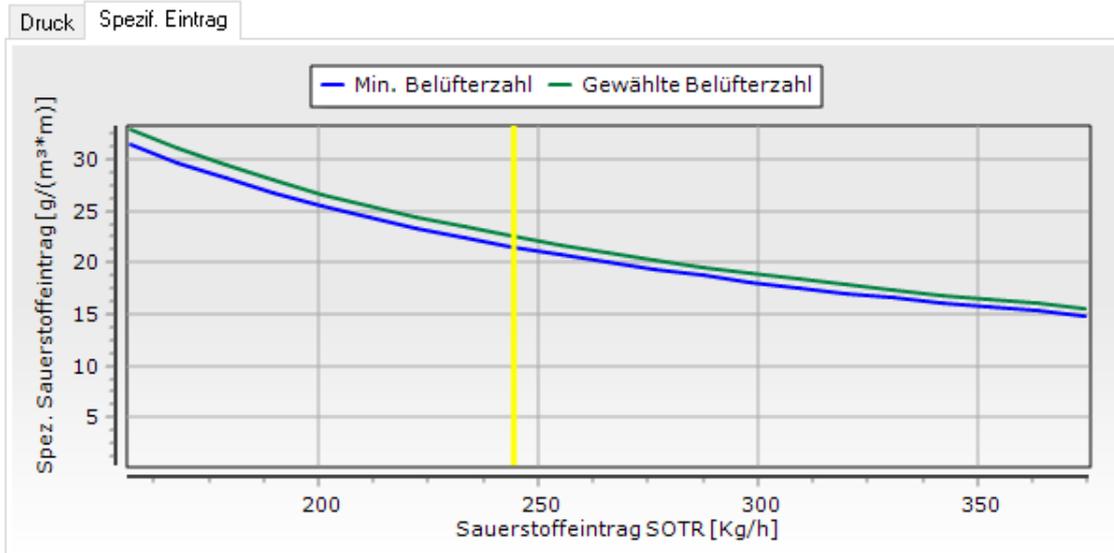
Klarwasserzone	h <sub>1</sub>	1,66 m
Übergangs- und Pufferzone	h <sub>23</sub>	2,03 m
Eindick- und Räumzone	h <sub>4</sub>	1,07 m
Maßgebende Beckentiefe	h <sub>ges</sub>	4,76 m

### Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h <sub>e</sub>	2,05 m
Volumen der Einlaufkammer	V <sub>E</sub>	15,2 m <sup>3</sup>
Höhe des Einlaufschlitzes	h <sub>SE</sub>	1,30 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A <sub>ZD</sub>	0,39 m <sup>2</sup>
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v <sub>ZD</sub>	1,24 m/s
Aufenthaltszeit in der Zulaufkammer	t <sub>EB</sub>	32 s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P <sub>E</sub>	364 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	138,5 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr <sub>D</sub>	0,887 -

## Belüftungssystem

Spezifikation		
Belüftertyp	Anzahl Belüfter	Rohrleitungsverlust bei max. Beaufschlagung
Feinblasiger Streifenbelüfter AER( ▾)	Minimum: 203	Richtwert: 20 mbar
	Gewählt: <input type="text" value="214"/> Stück	Gewählt: <input type="text" value="20"/> hPa



## Luftmenge und Gebläse

Betriebsdaten		Hersteller	Typ	Q [m³/h]	
Ansaugtemperatur	<input type="text" value="30,00"/> °C	A	160	2026,1	+
Rel. Luftfeuchte	<input type="text" value="60,00"/> %	A	160	2021,8	...
		A	160	2017,7	...
		A	160	2024,6	-

