

**Stadt
Grafenau**



4.21077KL.0

Abwasseranlage

Neubau Kläranlage Grafenau

Entwurfs- und Genehmigungsplanung

Stand: 15.11.2024

Im wasserrechtl. Verfahren geprüft.
Amtl. Sachverständiger
Wasserwirtschaftsamt

Deggendorf, 26.11.2025

Brunnhuber

- Verfahrenstechnische Berechnung -

 Bauherr 1. Bürgermeister	 Genehmigungsbehörde
---	------------------------------

BBI INGENIEURE GMBH

Heinkelstraße 3

D-93049 Regensburg

Telefon 0941 40208-0

Telefax 0941 40208-30

regensburg@bbi-ingenieure.de

www.bbi-ingenieure.de



BBI INGENIEURE GMBH

© Dieses Dokument ist für BBI INGENIEURE GMBH urheberrechtlich geschützt.

421077-4-DB-02-005-00-A

Inhaltsverzeichnis

1	Bemessungsgrundlagen	1
1.1	Abwasserzuflüsse	1
1.2	Frachten und angeschlossene Einwohnerwerte	2
1.3	Schlammigenschaften	5
1.4	Säurekapazität	6
1.5	Temperaturen	6
1.6	Ausbaugröße	7
1.7	Bemessungswerte	8
2	Rechen	10
3	Sandfang	10
4	Vorklärung	11
5	Biologische Abwasserreinigung	13
6	Schlammbehandlung	18
6.1	Schlammanfall	18
6.2	Schlammstabilisierung	20
6.3	Schlamm entwässerung	25
7	Faulgasverwertung	26
8	Anhänge	28

1 Bemessungsgrundlagen

Als Grundlage für die Bemessung werden die Aufzeichnungen der Eigenüberwachung aus den Betriebstagebüchern der Kläranlagen Grafenau, Furth und Schönanger verwendet.

Für die Kläranlagen Grafenau und Furth werden nach der Vorplanung und nach Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt die Betriebstagebücher des Jahres 2023 ausgewertet. Für die Kläranlage Schönanger werden die Betriebstagebücher aus den Jahren 2021 bis 2023 herangezogen.

1.1 Abwasserzuflüsse

Die mittleren täglichen Trockenwetterzuflüsse zu den drei Kläranlagen werden mit der Auswertung der Betriebstagebücher in den Anhängen 1, 7 und 13 ermittelt und daraus der Spitzenstundenfaktor im Jahresmittel errechnet. In der Tabelle 1 sind nachfolgend für alle Kläranlagen getrennt die mittleren täglichen Trockenwetterzuflüsse aufgeführt.

		Einheit	Grafenau	Furth	Schönanger	Gesamt
Trockenwetterzufluss	$Q_{T,d,aM}$	[m³/d]	1.445	814	827	3.086
Fremdwasserzufluss	$Q_{F,d,aM}$	[m³/d]	447	376	414	1.237
Fremdwasseranteil		[%]	30,9	46,2	50,0	40,0
Schmutzwasserzufluss	$Q_{S,d,aM}$	[m³/d]	998	438	413	1.849
Spitzenstundenfaktor	x		7,1	11,0	16,5	-
Spitzenzufluss i.M.	x		7,96		16,5	-
Spitzenzufluss	$Q_{T,x}$	[m³/h]	159,2	55,5	42,3	257,0

Tabelle 1: Abwasserzuflüsse an Trockenwettertagen

Der neue Mischwasserabfluss zur Kläranlage wird mit dem optimalen Wert nach dem ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 198 „Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen“ verglichen. Die Einzugsgebietsgröße der neuen Kläranlage Grafenau beträgt etwa 12.000 Einwohner, ist jedoch sehr ländlich mit langen Fließzeiten geprägt. Demnach ist nach dem ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 198, Bild 1 als Spitzenfaktor zur Ermittlung des optimalen Mischwasserabflusses zur Kläranlage auf der Basis des mittleren jährlichen Schmutzwasserabflusses ein Wert im Bereich von

$$f_{S,QM,min} = 6,0 \quad \text{bis} \quad f_{S,QM,max} = 9,0$$

zu wählen.

Mit den aus den Betriebstagebüchern ermittelten Abflüssen liegt der optimale Mischwasserabfluss zur Kläranlage für den Ist-Zustand im Bereich von:

$$Q_{M,\min} = 6,0 \cdot 1.849 / 24 + 1.273 / 24 = 515,3 \text{ m}^3/\text{h} = 143,1 \text{ l/s}$$

bis

$$Q_{M,\max} = 9,0 \cdot 1.849 / 24 + 1.273 / 24 = 746,4 \text{ m}^3/\text{h} = 207,3 \text{ l/s}$$

Der neue Mischwasserabfluss wird mit $200 \text{ l/s} = 720 \text{ m}^3/\text{h}$ angesetzt und liegt somit im oberen optimalen Bereich. Für spätere Erweiterungsmöglichkeiten wird für den Bemessungszufluss zur Kläranlage eine Zukunftsreserve von 10 Prozent angesetzt und beträgt demnach:

$$Q_M = 792 \text{ m}^3/\text{h} = 220 \text{ l/s}$$

1.2 Frachten und angeschlossene Einwohnerwerte

Die Frachten im Zulauf zu den Kläranlagen ergeben sich aus den Aufzeichnungen der Betriebstagebücher, deren statistische Auswertung den Anhängen 2 bis 5, 8 bis 11 und 14 bis 17 entnommen werden kann. In Tabelle 2, 3 und 4 werden die Ergebnisse der Auswertung getrennt für jede Kläranlage dargestellt und die angeschlossenen Einwohnerwerte mit den spezifischen Kennwerten nach DWA ermittelt.

Die Frachten für den Gesamtstickstoff resultieren dabei aus den gemessenen Werten für Ammonium und dem gemessenen Verhältnis von N_{ges} zu $\text{NH}_4\text{-N}$. Die Ermittlung der mittleren Verhältniswerte ist in den Anhängen 6, 12 und 18 einsehbar.

Kläranlage Grafenau

	15 %-Wert		Mittelwert		85 %-Wert	
	[kg/d]	[EW]	[kg/d]	[EW]	[kg/d]	[EW]
CSB	390,6	3.255	821,8	6.848	1.104,5	9.204
BSB ₅	141,2	2.354	289,2	4.821	407,7	6.795
N _{ges}	47,2	4.288	94,7	8.607	139,2	12.656
P _{ges}	6,81	3.785	12,58	6.988	18,12	10.066

Tabelle 2: Frachten und Einwohnerwerte im Zulauf zur Kläranlage Grafenau, $N_{\text{ges}}:\text{NH}_4\text{-N} = 1:1,6$

Für die Kläranlage Grafenau findet eine Plausibilitätsprüfung der ermittelten Zulaufbelastung mit der gemessenen Rohschlammmenge statt. Diese beträgt nach Auswertung der Betriebstagebücher $20,3 \text{ m}^3/\text{d}$. Bei einem angenommen Feststoffgehalt von rund 2,0 % resultiert daraus eine mittlere tägliche Feststoffmenge von 406 kg TS. Mit dem spezifischen Rohschlamman-

fall nach DWA von 60 g TS pro Einwohnerwert und Tag errechnet sich eine mittlere Belastung von

$$406 \cdot 1000 / 60 = 6.767 \text{ EW}$$

Damit deckt sich die mittlere Belastung aus dem gemessenen Rohschlammanfall mit der im Mittel gemessenen CSB-Zulaufkraft, weshalb die Werte als plausibel angenommen werden.

Für das Einzugsgebiet der Kläranlage Grafenau wird deshalb für den Ist-Zustand ein maßgebender 85 %-Wert in Höhe von **9.200 Einwohnerwerte** und ein maßgebender Mittelwert von **6.900 Einwohnerwerte** angesetzt.

Da sich bei rein kommunalen Einzugsgebieten die gemeldete Einwohnerzahl häufig mit der rechnerischen 85%-Belastung deckt, liegt bei tatsächlich angeschlossenen 4.800 Einwohnern die gewerbliche Belastung, vor allem durch die Brauerei Bucher und die Belastung aus Fremdenverkehr bei gesamt 4.400 Einwohnerwerten.

Für den in der Bemessung relevantem Stickstoffwert wurde bei der Auswertung der Betriebstagebücher ein im Verhältnis zur CSB-Zulaufkraft erhöhter Wert festgestellt. Zur Ermittlung der spezifischen Stickstoffkennwerte wird deshalb im Anhang 19 das Verhältnis der gemessenen Zulaufkonzentrationen von CSB und $\text{NH}_4\text{-N}$ ermittelt und daraus der spezifische Einwohnerkennwert für $\text{NH}_4\text{-N}$ und N_{ges} abgeleitet.

Damit werden neben den spezifischen Einwohnerkennwerten nach DWA für das Einzugsgebiet der Kläranlage Grafenau folgende Werte angesetzt:

- $\text{NH}_4\text{-N}$: 8,0 g/(EW·d)
- N_{ges} : 12,8 g/(EW·d)

Kläranlage Furth

	15 %-Wert		Mittelwert		85 %-Wert	
	[kg/d]	[EW]	[kg/d]	[EW]	[kg/d]	[EW]
CSB	256,7	2.139	402,3	2.924 3.353	580,0	4.834
BSB ₅	74,4	1.240	158,3	1.874 2.638	250,8	4.179
N_{ges}	35,7	3.249	59,7	4.517	82,8	7.530
P_{ges}	4,18	2.323	6,94	3.255 3.852	9,91	5.504

Tabelle 3: Frachten und Einwohnerwerte im Zulauf zur Kläranlage Furth, $N_{\text{ges}}:\text{NH}_4\text{-N} = 1:1,7$

Auf der Kläranlage Furth kann mangels Auswertdaten für das Jahr 2023 keine Plausibilitätsprüfung anhand der Rohschlammmenge oder der entsorgten Klärschlammmenge geführt

werden, weshalb die Plausibilität anhand der rund 3.600 angeschlossenen Einwohnern abgeschätzt werden soll.

Bei 3.600 gemeldeten Einwohnern resultiert bei Abgleich mit der rechnerischen 85%-Belastung eine Belastung aus Fremdenverkehr von 1.200 Einwohnerwerten. Dies entspricht etwa $\frac{1}{4}$ der CSB-Zulaufbelastung, was sich in etwa mit dem Verhältnis bei der Kläranlage Grafenau ohne die Einleitung der Brauerei Bucher und der Klinik deckt und deshalb als plausibel angenommen wird.

Für das Einzugsgebiet der Kläranlage Furth wird deshalb für den Ist-Zustand ein maßgebender 85 %-Wert in Höhe von **4.800 Einwohnerwerte** und ein maßgebender Mittelwert von **2.900 Einwohnerwerte** angesetzt.

3.353

Wie auch im Einzugsbiet der Kläranlage Grafenau wurde bei der Auswertung der Betriebstaugbücher für die Stickstofffracht ein erhöhtes Verhältnis zur CSB-Zulauffracht festgestellt. Zur Ermittlung der spezifischen Stickstoffkennwerte wird deshalb im Anhang 20 das Verhältnis der gemessenen Zulaufkonzentrationen von CSB und $\text{NH}_4\text{-N}$ ermittelt und daraus der spezifische Einwohnerkennwert für $\text{NH}_4\text{-N}$ und N_{ges} abgeleitet.

Damit werden neben den spezifischen Einwohnerkennwerten nach DWA für das Einzugsgebiet der Kläranlage Furth folgende Werte angesetzt:

- $\text{NH}_4\text{-N}$: 9,4 g/(EW·d)
- N_{ges} : 16,0 g/(EW·d)

Kläranlage Schönanger

	15 %-Wert		Mittelwert		85 %-Wert	
	[kg/d]	[EW]	[kg/d]	[EW]	[kg/d]	[EW]
CSB	273,4	2.279	342,2	2.852	403,2	3.360
BSB ₅	170,0	2.833	215,9	3.598	270,6	4.510
N_{ges}	35,2	3.199	44,3	4.027	52,2	4.743
P_{ges}	2,67	1.481	4,33	2.407	5,94	3.297

Tabelle 4: Frachten und Einwohnerwerte im Zulauf zur Kläranlage Schönanger, $\text{N}_{\text{ges}}:\text{NH}_4\text{-N} = 1:1,57$

Für das Einzugsgebiet der Kläranlage Schönanger werden für die Bemessung zur Sicherheit die höheren BSB₅-Zulauffrachten zugrunde gelegt.

Als Kontrollgröße für die Belastung der Kläranlage dient die anfallende Schlammmenge. Nach Auskunft des Kläranlagenbetriebs und der Bemessung des IB Wolfs fällt jährlich eine

Feststoffmenge von rund 60 t/a. Damit resultiert bei einer mittleren BSB₅-Zulaufkraft mit 3.600 Einwohnerwerte ein spezifischer Schlammanfall von

$$(60 \cdot 1.000 \cdot 1.000) / (365 \cdot 3.600) = 45,7 \text{ g/(E} \cdot \text{d)}$$

Gemäß dem DWA Merkblatt M 368, Biologische Stabilisierung von Klärschlamm ist bei Tropfkörperbetrieb mit einem verringertem Überschussschlammanfall im Jahresmittel als beim Belebungsverfahren zu rechnen. Zudem findet durch die Kaltfaulung im Clarigester eine weitere Reduzierung des Schlammvolumens statt, weshalb der geringere Schlammanfall im Verhältnis zum spezifischen Rohschlammanfall nach DWA mit 60 g TS pro Einwohnerwert und Tag als plausibel anzunehmen ist.

Damit werden für die Bemessung der aktuellen Zulaufbelastung zur Kläranlage Schönanger beim Ist-Zustand ein maßgebender 85 %-Wert in Höhe von **4.500 Einwohnerwerte** und ein maßgebender BSB₅-Mittelwert von **3.600 Einwohnerwerte**.

Zur Ermittlung der Frachten aller Parameter werden grundsätzlich die Kennwerte nach DWA angesetzt. Für den in der Bemessung relevanten Stickstoffwert wurde bei der Auswertung der Betriebstagebücher kein maßgeblich erhöhter Wert im Verhältnis zur BSB₅-Zulaufkraft festgestellt. Deshalb wird der spezifische Einwohnerkennwert für den Gesamtstickstoff nach DWA ermittelt und der zugehörige Ammoniumwert mit dem Verhältnis für NH₄-N und N_{ges} abgeleitet.

Damit werden neben den spezifischen Einwohnerkennwerten nach DWA für das Einzugsgebiet der Kläranlage Schönanger folgende Werte angesetzt:

- NH₄-N: 7,0 g/(EW·d)
- N_{ges}: 11,0 g/(EW·d)

1.3 Schlammeigenschaften

Der Ansatz des Schlammindezes kann aufgrund der Tropfkörper auf den Kläranlagen Grafenau und Schönanger nur mit dem Wert der Kläranlage Furth bestimmt werden. Dieser lag in den vergangenen Jahren zwischen 90 ml/g und 120 ml/g. Aufgrund des zusätzlichen gewerblichen Einflusses durch die Brauerei im Stadtgebiet Grafenau wird für die Bemessung nach DWA-A 131 in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt ein Schlammindez von

$$\text{ISV} = 130 \text{ ml/g}$$

gewählt.

1.4 Säurekapazität

Im Rahmen von Intensivmessungen wurden auf allen drei Kläranlagen folgende mittlere Säurekapazitäten $S_{Ks,Z}$ in den Zuläufen gemessen:

KA Grafenau: $S_{Ks,Z} = 2,2 \text{ mmol/l}$

KA Furth: $S_{Ks,Z} = 2,9 \text{ mmol/l}$

KA Schönanger: $S_{Ks,Z} = 4,0 \text{ mmol/l}$

Damit errechnet sich im Mittel die Säurekapazität in Abhängigkeit der Zulaufwassermenge zu

$$S_{Ks,Z} = 2,2 \cdot 1.445 / 3.086 + 2,9 \cdot 814 / 3.086 + 4,0 \cdot 827 / 3.086 = 2,9 \text{ mmol/l}$$

1.5 Temperaturen

Für die Bemessung der Abwasserreinigung wurden die Abwassertemperaturen ausgewertet. Die maßgebende niedrigste, mittlere und höchste Abwassertemperatur aus der Ganglinie des 2-Wochen-Mittels wurde gemäß ATV-DVWK-A 198 für die drei Kläranlagen ermittelt.

Danach beträgt das maßgebende 2-Wochen-Mittel für die

mittlere Abwassertemperatur $T = 6,5 \text{ °C}$

mittlere Abwassertemperatur $T = 12,0 \text{ °C}$

höchste Abwassertemperatur $T = 16,8 \text{ °C}$

Für die Berechnung der Kläranlage werden die in Tabelle 5 aufgelisteten Temperaturen unter Vernachlässigung einzelner Extremwerte für die einzelnen Lastfälle gewählt.

Lastfall 1	Bemessung und mittlere Temperatur	12 °C
Lastfall 2	niedrigste Temperatur	6 °C
Lastfall 3	Sauerstoffbedarf bei höchster Temperatur	20 °C

Tabelle 5: Temperatur im Belebungsbecken

Zur Berechnung des Wärmebedarfs des Faulbehälters werden unter Vernachlässigung einzelner Extremwerte langjährige minimale und maximale Standardwerte angesetzt. Für die mittleren Verhältnisse wird der gerundete, gemessene Wert auf den Kläranlagen verwendet. Für die Berechnungen der Wärme werden demnach die in Tabelle 6 angegebenen Temperaturen verwendet.

minimale Lufttemperatur	– 20,0 °C
mittlere Lufttemperatur	12,0 °C
maximale Lufttemperatur	30,0 °C

Tabelle 6: Lufttemperatur

1.6 Ausbaugröße

Zur Festlegung der gesamten Ausbaugröße sind neben der derzeitigen Belastung noch die zukünftige Entwicklung der Einwohnerzahlen und des Gewerbes zu berücksichtigen. Hierfür wurde von der Stadt Grafenau und vom Abwasserzweckverband die gewünschte Ausbaugröße mitgeteilt. Die daraus resultierenden Gesamtausbaugrößen für den Ist- und den Soll-Zustand werden in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

	Ist-Ausbaugröße	Soll-Ausbaugröße
KA Grafenau	9.200	16.000
KA Furth	4.800	
KA Schönanger	4.500	6.500
Gesamt	18.500	22.500

Tabelle 7: Zusammenstellung der Ausbaugrößen

Hinzu kommt die Rückbelastung aus der zukünftigen stationären Schlammmentwässerung. Für diese wird von einer dosierten Zugabe von Schlammwasser mit 40 m³/d ausgegangen. Die Konzentrationen im Schlammwasser werden nach Erfahrungswerten im Bereich der im Merkblatt ATV-DVWK-M 366 „Maschinelle Schlammmentwässerung“ aufgeführten Werte angesetzt.

Parameter	Minimum M 366	Maximum M 366	Ansatz
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
CSB	400	8.000	3.000
BSB ₅	200	6.000	1.500
TKN	150	1.600	300
NH ₄ -N	100	1.200	200
P _{ges}	20	200	40

Tabelle 8: Konzentrationen im Schlammwasser

Mit den gewählten Ansätzen der Konzentrationen ergeben sich aus der Schlammmentwässerung mit bis zu 40 m³ Schlammwasser pro Tag die in Tabelle 9 aufgeführten Frachten.

Parameter	Konzentration	Fracht
	[mg/l]	[kg/d]
CSB	3.000	120
BSB ₅	1.500	60
TKN	300	12,0
NH ₄ -N	200	8,0
P _{ges}	40	1,6

Tabelle 9: Frachten im Schlammwasser

Die ermittelten Frachten der einzelnen Parameter sind zusätzlich zur Zulaufbelastung der Kläranlage bei der Bemessung zu berücksichtigen sind.

1.7 Bemessungswerte

Die Bemessungswerte werden zunächst für die zukünftige Ausbaugröße ermittelt. Für energetische Betrachtungen werden zusätzlich noch weitere in Tabelle 10 aufgeführte Lastfälle betrachtet und die dazugehörigen Bemessungswerte berechnet. Die Ist-Belastung resultiert aus der Auswertung der Betriebstagebücher. Die Soll50-Belastung errechnet sich aus Hochrechnung über den Verhältnisswerte der Ist- und Soll-Ausbaugröße.

Kurzbezeichnung		EW	
Ist15	Minimale Ist-Belastung	8.200	15 %-Wert der Ist-Belastung
Ist50	Mittlere Ist-Belastung	13.400	Mittelwert der Ist-Belastung
Ist85	Maximale Ist-Belastung	18.500	85 %-Wert der Ist-Belastung
Soll50	Mittlere Soll-Belastung	16.400	Mittelwert der Soll-Belastung
Soll85	Bemessungsbelastung	22.500	85 %-Wert der Soll-Belastung

Tabelle 10: Bemessungslastfälle

Bei der Ermittlung des zukünftigen Trockenwetterzufluss wird davon ausgegangen, dass der Fremdwasserzufluss auch bei steigenden Zulauffrachten nicht weiter ansteigt. Somit wird nur ein Anstieg beim Schmutzwasserzufluss in Abhängigkeit der Zukunftsreserve berücksichtigt. Zudem wird der Spitzenstundenfaktor für den Soll-Zustand gemäß Tabelle 1 unverändert zum Ist-Zustand angesetzt. Damit ergeben sich für die 85%-Lastfälle folgende Zuflüsse zur Kläranlage:

$$\text{Ist85} \quad Q_{T,d,aM} = 1.445 + 814 + 827 = 3.086 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{T,x} = 159,2 + 55,5 + 42,3 = 257,0 \text{ m}^3/\text{h} = 71,4 \text{ l/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Soll85} \quad Q_{T,d,aM} &= (998 + 438) \cdot 16.000 / 14.000 + 413 \cdot 6.500 / 4.500 + Q_{F,d,aM} = \\ &= 1.641 + 597 + 1.237 = 3.475 \text{ m}^3/\text{d} = 144,8 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$Q_{T,x} = 1.641 / 7,96 + 597 / 16,5 + 1.237 / 24 = 293,9 \text{ m}^3/\text{h} = 81,6 \text{ l/s}$$

Die weiteren Trockenwetterzuflüsse werden analog über das Verhältnisse der Einwohnerwerte ermittelt.

Für die hydraulische Bemessung der Kläranlage wird unter Berücksichtigung einer hydraulischen Zukunftsreserve ein **maximaler Mischwasserzufluss** von

$$Q_m = 220 \text{ l/s} = 792 \text{ m}^3/\text{h}$$

angesetzt.

Das Rücklaufverhältnis im neuen Pumpwerk wird zu $RV = 0,75$ gewählt.

Zur Ermittlung der Frachten aller Parameter werden grundsätzlich folgende Kennwerte nach DWA angesetzt:

- CSB: 120 g/(EW·d)
- BSB₅: 60 g/(EW·d)
- Phosphor: 1,8 g/(EW·d)

Für die Parameter der Stickstofffrachten werden die unter 1.2 ermittelten Werte gewählt. Dabei werden für die Zukunftsreserve der Stadt Grafenau die spezifische Einwohnerkennwerte für die Stickstofffrachten über beide Kläranlagen anteilig ihrer aktuellen Zulaufbelastung ermittelt. Demnach resultieren folgende spezifischen Kennwerte für die Stadt Grafenau:

- $\text{NH}_4\text{-N}$: $8,5 \text{ g}/(\text{EW} \cdot \text{d}) = 8,0 \cdot 9.200 / 14.000 + 9,4 \cdot 4.800 / 14.000$
- N_{ges} : $13,9 \text{ g}/(\text{EW} \cdot \text{d}) = 12,8 \cdot 9.200 / 14.000 + 16,0 \cdot 4.800 / 14.000$

Für den Zweckverband liegen die spezifischen Einwohnerkennwerte für Stickstoff bei:

- $\text{NH}_4\text{-N}$: 7,0 g/(EW·d)
- N_{ges} : 11,0 g/(EW·d)

Der Ansatz der einwohnerspezifischen Fracht für die abfiltrierbaren Stoffe im Zulauf der neuen Kläranlage wird gemäß Betriebserfahrungen und der Intensivmessung auf den Kläranlagen Grafenau und Furth wie folgt gewählt:

- TS: 60 g/(EW·d)

Mit den beschriebenen Ansätzen im Zulauf der Kläranlage und der internen Rückbelastung aus der Schlamm entwässerung resultieren für die Lastfälle der neuen Kläranlage Grafenau die in der Tabelle 11 zusammengestellten Bemessungswerte.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Abwassermenge	Q_d	[m³/d]	3.086	3.475	2.573	2.863	2.048
	Q_t	[m³/h]	257,0	293,9	197,8	224,8	136,7
	Q_m	[m³/h]	792	792	792	792	792
CSB	$B_{d,CSB,Z}$	[EW ₁₂₀]	18.500	22.500	13.400	16.400	8.200
CSB	$B_{d,CSB,Z}$	[kg/d]	2.340	2.820	1.728	2.088	1.104
BSB ₅	$B_{d,BSB,Z}$	[kg/d]	1.170	1.410	864	1.044	552
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS,Z}$	[kg/d]	1.110	1.350	804	984	492
TKN	$B_{d,TKN,Z}$	[kg/d]	256,1	305,9	187,8	224,9	117,9
NH ₄ -N	$B_{d,NH_4,Z}$	[kg/d]	158,5	189,5	116,5	139,6	73,5
P _{ges}	$B_{d,P,Z}$	[kg/d]	34,9	42,1	25,7	31,1	16,4
Säurekapazität	$S_{KS,Z}$	[mmol/l]	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Schlammindex	ISV	[ml/g]	130	130	130	130	130
Rücklaufverhältnis	RV	[-]	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

Tabelle 11: Bemessungswerte im Zulauf

Die Bemessungswerte im Zulauf zur Kläranlage werden zur Auslegung der einzelnen Reinigungsstufen der Kläranlage, bestehend aus Rechen, Sandfang, Vorklärung, biologische Abwasserreinigung, Schlammbehandlung und Faulgasverwertung verwendet.

2 Rechen

Die neue Rechenanlage der Kläranlage Grafenau, bestehend aus zwei Siebanlagen, ist Teil einer zweistraßigen Kompaktanlage. Für die beiden neuen Rechen mit integrierter Rechengutwaschung wird eine maximale Spaltweite von 3 mm gewählt. Zudem muss die neue Rechenanlage gewährleisten, dass Rechengut bei maximalem Zufluss von bis zu

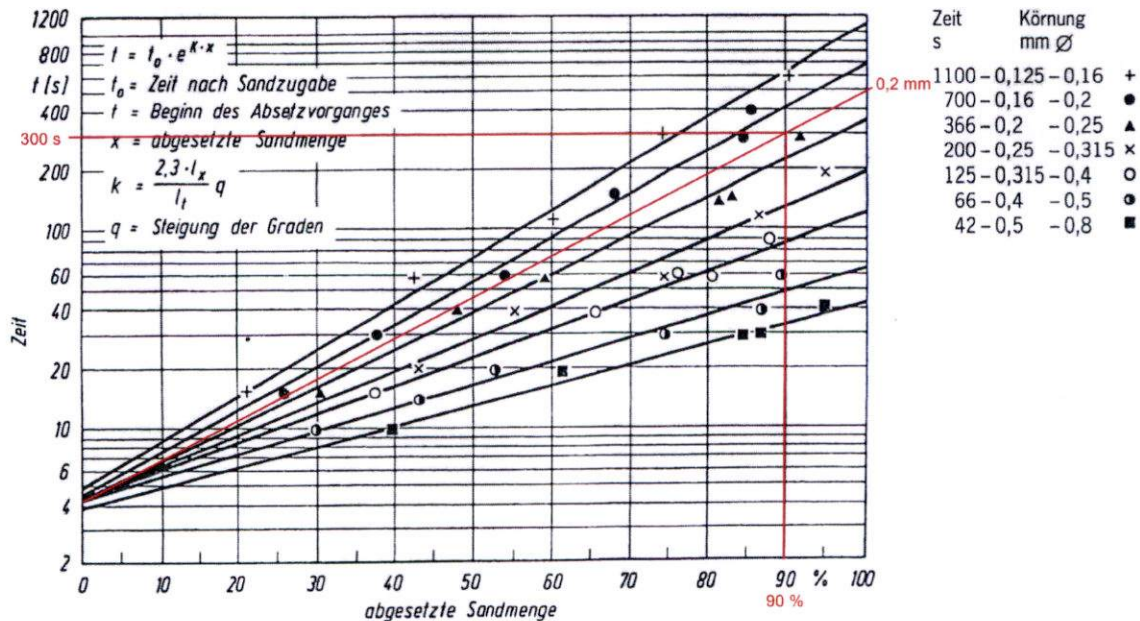
$$Q_{\max} = 220 \text{ l/s} = 792 \text{ m}^3/\text{h}$$

entnommen wird.

3 Sandfang

Zur Sandabscheidung auf der Kläranlage Grafenau sollen aufgrund der Zweistraßigkeit zukünftig zwei belüftete Langsandfänge als Teil der Kompaktanlagen betrieben werden. Der Abscheidegrad des Sandfanges wird mit 90 % der Korngröße 0,20 mm festgelegt.

Damit ergibt sich nach den im ATV-Handbuch „Mechanische Abwasserreinigung“ abgebildeten Werten von Kalbskopf eine benötigte Verweilzeit von 300 Sekunden.



Daraus resultiert ein Nutzvolumen von mindestens

$$V_{SF} = 0,110 \cdot 300 = 33 \text{ m}^3 \text{ je Langsandfang,}$$

welches in der weiteren Planung und Ausschreibung zugrunde gelegt wird.

4 Vorklärung

Das Volumen des Vorklärbeckens wird für eine Durchflusszeit von mindestens 20 Minuten bei maximalem Zufluss von 220 l/s bemessen. Danach errechnet sich ein erforderliches Volumen von

$$V_{VK, \text{erf}} = 792 \cdot 20 / 60 = 264 \text{ m}^3$$

Für mehr Flexibilität bei der Durchflusszeit in der Vorklärung wird ein zweiteiliges Vorklärbecken mit einer Länge von 18,0 m, einer Breite von jeweils 3,6 m pro Kammer und einer Wassertiefe beim Mischwasserzufluss von 2,05 m errichtet. Mit diesen Abmessungen ergibt sich ein Nutzvolumen von

$$V_{VK} = 2 \cdot 18,0 \cdot 3,6 \cdot 2,05 = 266 \text{ m}^3$$

Bei Trockenwetterzufluss Q_d ergeben sich damit für die einzelnen Lastfälle die in Tabelle 12 errechneten Durchflusszeiten in der Vorklärung.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Abwassermenge	Q_d	[m³/d]	3.086	3.475	2.573	2.863	2.048
Vorklärbecken	$t_{A,VK}$	[h]	2,1	1,8	2,5	2,2	3,1

Tabelle 12: Durchflusszeit in der Vorklärung

Die Eliminationsraten für die Parameter CSB, BSB₅, TS, TKN und P werden gemäß dem DWA Arbeitsblatt A 131 angesetzt. Die Abscheideleistungen betragen demnach gemäß der in der Tabelle aufgelisteten Werte.

Parameter	Durchflusszeit in der Vorklärung		
	0,75 bis 1,0 h	1,5 bis 2,0 h	größer 2,5 h
C_{CSB}	30 %	35 %	40 %
X_{CSB}	45 %	55 %	60 %
C_{BSB}	30 %	35 %	40 %
X_{TS}	50 %	60 %	65 %
C_{KN}	10 %	10 %	10 %
C_P	10 %	10 %	10 %

Tabelle 13: Abscheideleistung der Vorklärung bei Trockenwetterzufluss

Ammonium liegt in gelöster Form vor und wird in der Vorklärung nicht eliminiert.

Mit den Eliminationsraten nach Tabelle 13 werden aus den Bemessungswerten im Zulauf (Z) zur Kläranlage nach Abs. 1.7 die Bemessungswerte im Zulauf zum Belebungsbecken (ZB) errechnet. Damit ergeben sich im Zulauf zum Belebungsbecken folgende Bemessungswerte.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Abwassermenge	Q_d	[m³/d]	3.086	3.475	2.573	2.863	2.048
	Q_t	[m³/h]	257,0	293,9	197,8	224,8	136,7
	Q_m	[m³/h]	792	792	792	792	792
CSB	$B_{d,CSB,Z}$	[EW ₁₂₀]	18.500	22.500	13.400	16.400	8.200
CSB	$B_{d,CSB,Z}$	[kg/d]	1.521	1.833	1.037	1.357	662
BSB ₅	$B_{d,BSB,Z}$	[kg/d]	761	917	518	679	331
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS,Z}$	[kg/d]	444	540	281	394	172
TKN	$B_{d,TKN,Z}$	[kg/d]	230,5	275,3	169,0	202,4	106,1
NH ₄ -N	$B_{d,NH_4,Z}$	[kg/d]	158,5	189,5	116,5	139,6	73,5
P_{ges}	$B_{d,P,Z}$	[kg/d]	31,4	37,9	23,1	28,0	14,7
Säurekapazität	$S_{KS,Z}$	[mmol/l]	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Schlammindex	ISV	[ml/g]	130	130	130	130	130
Rücklaufverhältnis	RV	[-]	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

Tabelle 14: Bemessungswerte im Zulauf zum Belebungsbecken

Für die Bemessung der Nutzvolumen der Abwasserreinigung und der Schlammbehandlung werden die Werte des Lastfalls Soll85 herangezogen. Für energetische Betrachtungen werden zusätzlich auch die anderen Lastfälle betrachtet.

In der Vorklärung fällt durch Sedimentation Primärschlamm an, der direkt zur anaeroben Schlammbehandlung gefördert wird. Nach dem Merkblatt ATV-DVWK-M 368 „Biologische Stabilisierung von Klärschlamm“ beträgt der Trockensubstanzgehalt des aus der Vorklärung abgezogenen Primärschlammes zwischen 2 % und 8 %. Mit einem Ansatz von einem Trockensubstanzgehalt von 3 % errechnen sich für die einzelnen Lastfälle die in Tabelle 15 aufgeführten Primärschlammengen.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Abfiltrierbare	$B_{d,XTS,Z}$	[kg/d]	1.110	1.350	804	984	492
Stoffe	$B_{d,XTS,ZB}$	[kg/d]	444	540	281	394	172
Primärschlamm	PS_d	[kg/d]	666	810	523	590	320
	TS_{PS}	[kg/m ³]	30	30	30	30	30
	$Q_{PS,d}$	[m ³ /d]	22,2	27,0	17,4	19,7	10,7

Tabelle 15: Primärschlammanfall

Diese Betriebsparameter der Vorklärung werden zur Bemessung der Schlammbehandlung angesetzt.

5 Biologische Abwasserreinigung

Bei der Bemessung der biologischen Abwasserreinigung werden aufgrund der verfahrenstechnischen Zusammenhänge die Belebung und die Nachklärung gemeinsam untersucht. Die einstufige Belebungsanlage einschließlich Nachklärung wird bemessen mit dem Berechnungsprogramm „Belebungs-Expert“ (Software zum Arbeitsblatt DWA-A 131).

Neben den Bemessungswerten werden folgende Annahmen zur Art der Abwasserreinigung getroffen:

Vorgeschaltete Denitrifikation

Phosphorelimination mittels Simultanfällung und im BioP-Becken

Eisen als Fällmittel

Nachklärung in zwei Rundbecken mit Schildräumer

Zur Berechnung der Nährstoffelimination werden folgende Ablaufwerte gewählt:

organischer Stickstoff im Ablauf: $S_{orgN,AN} = 1,2 \text{ mg/l}$

Nitrat im Ablauf: $S_{NO_3,AN} = 10,0 \text{ mg/l}$

Phosphor im Ablauf: $S_{PO_4,AN} = 0,7 \text{ mg/l}$

Zunächst wird die Fraktionierung des chemischen Sauerstoffbedarfes für den Ist85 Lastfall berechnet. Der gelöste und partikuläre CSB besteht jeweils aus einer abbaubaren und einer inerten Fraktion. Es ist

$$C_{\text{CSB,ZB}} = 1.000 \cdot B_{\text{d,CSB,ZB}} / Q_{\text{d}} = 1.000 \cdot 1.521 / 3.086 = 493 \text{ mg/l}$$

$$X_{\text{TS,ZB}} = 1.000 \cdot B_{\text{d,XTS,ZB}} / Q_{\text{d}} = 1.000 \cdot 444 / 3.086 = 144 \text{ mg/l}$$

$$C_{\text{CSB,ZB}} = S_{\text{CSB,abb,ZB}} + S_{\text{CSB,inert,ZB}} + X_{\text{CSB,abb,ZB}} + X_{\text{CSB,inert,ZB}}$$

Der Anteil f_{S} des inerten, gelösten CSB am gesamten CSB kann nach DWA-A 131 für kommunales mit $f_{\text{S}} = 0,05$ angesetzt werden. Demnach ist

$$S_{\text{CSB,inert,ZB}} = f_{\text{S}} \cdot C_{\text{CSB,ZB}} = 0,05 \cdot 493 = 24,7 \text{ mg/l}$$

Nach DWA-A 131 ist bei vorgeklärtem Abwasser mit einem Anteil f_{B} der anorganischen Stoffe an den abfiltrierbaren Stoffen in Höhe von $f_{\text{B}} = 0,2$ zu rechnen. Der partikuläre CSB aus der organischen Trockensubstanz kann mit 1,6 g CSB/ g oTS abgeschätzt werden, so dass sich hierfür ein Wert von

$$X_{\text{CSB,ZB}} = X_{\text{TS,ZB}} \cdot 1,6 \cdot (1 - f_{\text{B}}) = 144 \cdot 1,6 \cdot (1 - 0,2) = 184 \text{ mg/l}$$

errechnet. Damit ergibt sich für den gesamten gelösten CSB eine Konzentration von

$$S_{\text{CSB,ZB}} = C_{\text{CSB,ZB}} - X_{\text{CSB,ZB}} = 493 - 184 = 309 \text{ mg/l}$$

Die Fracht des gelösten CSB errechnet sich damit zu $309 \cdot 3.086 / 1.000 = 955 \text{ kg/d}$

Das Verhältnis $S_{\text{CSB,ZB}} / C_{\text{CSB,ZB}} = 309 / 493 = 0,627$ wird auch für die anderen Lastfälle angesetzt.

Die Berechnung der Sauerstoffzufuhr erfolgt mit einer erforderlichen Sauerstoffkonzentration im Belebungsbecken von

$$c_{\text{x}} = 2,0 \text{ mg/l}$$

Für die Einlaufbauwerke der beiden Nachklärbecken werden folgende Werte angesetzt:

Durchmesser des Mittelbauwerkes	$D_{\text{MB}} = 3,5 \text{ m}$
Tiefe des Einlaufs unter Wasserspiegel	$h_{\text{e}} = 2,77 \text{ m}$
Querschnittsfläche des Zulaufdukters (DN 500)	$A_{\text{ZD}} = 0,1963 \text{ m}^2$

Das Volumen des Belebungsbeckens beträgt gemäß Vorplanung für den Soll85 Lastfall

$$V_{\text{BB}} = 4.815 \text{ m}^3$$

und wird im Rahmen der Bemessung für alle Lastfälle angesetzt.

Die Eingabewerte, bestehend aus den vorgenannten Annahmen und den Bemessungswerten nach Tabelle 14 und die Berechnungsergebnisse können für die einzelnen Lastfälle den Ergebnisdarstellungen des Berechnungsprogramms „Belebungs-Expert“ aus den Anhängen 21 bis 25 entnommen werden.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der einzelnen Lastfälle für die Stickstoffbilanz, für die Phosphorelimination, für die Belastungskennwerte, für die Nachklärung, für die Schlammproduktion und für den Sauerstoffverbrauch beschrieben. Die Stickstoffbilanz, die Belastungskennwerte und die Nachklärung weisen die erforderliche Abwasserreinigung nach. Die Werte der Schlammproduktion sind Grundlage für die Bemessung der Schlammbehandlung. Die Ergebnisse für den Sauerstoffverbrauch werden für die Überprüfung der Belüftungseinrichtung, bestehend aus Gebläse, Luftleitungen und Belüftungselemente, verwendet.

Die Ergebnisse der Stickstoffbilanz, der Phosphorelimination und der Belastungskennwerte werden für die einzelnen Lastfälle in Tabelle 16 zusammengefasst.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Belebungsbecken							
Temperatur BB	T	[°C]	12	12	12	12	12
Denitrifikationsanteil	V_D/V_{BB}	[-]	0,579	0,579	0,579	0,579	0,579
Nitrat im Ablauf	$S_{NO3,AN}$	[mg/l]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
minimal erf. Rückführung	RF	[-]	5,61	5,93	4,94	5,28	3,72
Vol. anaerobes Mischbecken	V_{BioP}	[m³]	338	338	338	338	338
Phosphor im Ablauf	$S_{PO4,AN}$	[mg/l]	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Fällmittelbedarf	FM	[kg Me/d]	29,8	36,5	24,0	26,3	14,4
TS im Ablauf BB	TS_{AB}	[kg/m³]	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91
Erf. Volumen BB	V_{BB}	[m³]	3.626	4.722	2.438	3.146	1.535
Vorh. Volumen BB	V_{BB}	[m³]	4.815	4.815	4.815	4.815	4.815
Nitrifikationsvolumen	V_N	[m³]	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027
Denitrifikationsvolumen	V_D	[m³]	2.788	2.788	2.788	2.788	2.788
Schlammalter	t_{ts}	[d]	24,4	19,4	37,7	28,0	63,6
Nachklärbecken							
Anzahl der Becken	a	[St]	2	2	2	2	2
Durchmesser NKB	D_{NB}	[m]	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
SV-Beschickung	q_{SV}	[l/(m²·h)]	404	404	404	404	404
Flächenbeschickung	q_A	[m/h]	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Klarwasserzone	h_1	[m]	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Maßgebende Beckentiefe	h_{ges}	[m]	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89

Tabelle 16: Bemessungsergebnisse Abwasserreinigung

Für die Schlammproduktion ergeben sich für die einzelnen Lastfälle die in Tabelle 17 aufgeführten Werte.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Schlammproduktion gesamt							
bei T = 12 °C	ÜS _d	[kg/d]	570	719	371	499	220
bei T = 6 °C	ÜS _d	[kg/d]	637	810	408	555	237
bei T = 20 °C	ÜS _d	[kg/d]	521	651	345	457	209

Tabelle 17: Bemessungsergebnisse Schlammproduktion

Die Schlamm Trockensubstanz im Überschussschlamm ist gleich der Schlamm Trockensubstanz im Rücklaufschlamm. Mit

$$TS_{US} = TS_{RS} = 6,8 \text{ kg/m}^3$$

errechnen sich die in Tabelle 18 zusammengefassten Schlamm mengen für die einzelnen Lastfälle.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Schlammproduktion gesamt							
bei T = 12 °C	Q _{ÜS,d}	[m³/d]	83,8	105,7	54,6	73,4	32,4
bei T = 6 °C	Q _{ÜS,d}	[m³/d]	93,7	119,1	60,0	81,6	34,9
bei T = 20 °C	Q _{ÜS,d}	[m³/d]	76,6	95,7	50,7	67,2	30,7

Tabelle 18: Überschussschlammanfall

Die Bemessung der Schlammbehandlung erfolgt mit dem maximalen Überschussschlammanfall. Für die energetischen Auswertung werden auch die anderen Lastfälle herangezogen.

Zur Auslegung der neuen Gebläse werden die Berechnungsergebnisse für den Sauerstoffverbrauch herangezogen. Diese werden in Tabelle 19 zusammengestellt.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
täglicher Sauerstoffverbrauch							
bei T = 12 °C	OV _d	[kg/d]	1.322	1.544	966	1.194	645
bei T = 6 °C	OV _d	[kg/d]	1.404	1.640	1.049	1.258	686
bei T = 20 °C	OV _d	[kg/d]	1.394	1.645	1.001	1.252	659
maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch							
bei T = 12 °C	OV _h	[kg/h]	77,0	94,5	54,0	65,9	35,5
bei T = 6 °C	OV _h	[kg/h]	79,8	97,6	57,2	68,1	37,1
bei T = 20 °C	OV _h	[kg/h]	80,6	99,7	55,6	68,6	36,2

Tabelle 19: Sauerstoffverbrauch

Die Überprüfung der Belüftung erfolgt mit dem in Tabelle 19 hervorgehobenen Maximalwert für den erforderlichen Sauerstoffverbrauch

$$OV_h = 99,7 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

Der α -Wert als Quotient der Sauerstoffzufuhr in belebtem Schlamm und in Reinwasser wird nach Erfahrungswerten mit 0,7 angesetzt. Die Belüftungselemente werden funktional ausgeschrieben, sodass verschiedene Systeme (Rohrbelüfter, Tellerbelüfter, Streifenbelüfter, Plattenbelüfter o.ä.) zur Ausführung kommen können. Die Auswahl wird nach Vorliegen der Angebote nach wirtschaftlichen Kriterien (Angebotssumme, Nutzungsdauer, Stromverbrauch) vorgenommen. Bei dieser Planung werden zunächst Plattenbelüfter bei der Bemessung vorgesehen. Plattenbelüfter weisen eine spezifische Sauerstoffausnutzung in Reinwasser von

$$22 \text{ g O}_2/(\text{Nm}^3 \cdot \text{m}_{\text{ET}})$$

Bei einer Wassertiefe von 4,40 m errechnet sich bei Plattenbelüftern eine Einblastiefe von

$$h_{\text{ET}} = h_{\text{WT}} - 0,05 = 4,40 - 0,05 = 4,35 \text{ m}$$

Damit errechnet sich der gesamte Luftbedarf bei Plattenbelüftern zu

$$Q_L = 1.000 \cdot 99,7 / (0,7 \cdot 22 \cdot 4,35) = 1.488,3 \text{ Nm}^3/\text{h} = 24,8 \text{ Nm}^3/\text{min}$$

und pro Becken zu

$$Q_L = 24,8 / 2 = 12,4 \text{ Nm}^3/\text{min}$$

Die Luftbeaufschlagung von Plattenbelüftern zur Erzielung der angesetzten spezifischen Sauerstoffausnutzung beträgt $20 \text{ Nm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. Daraus errechnet sich bei einer Plattengröße von 2 m^2 eine erforderliche Belüfteranzahl von

$$1.488,3 / (2 \cdot 20) \approx 38 \text{ Stück}$$

Dies entspricht bei einer Fläche von $230,85 \text{ m}^2$ je Becken einer Belegungsdichte von

$$100 \cdot 38 \cdot 2 / (230,85 \cdot 2) = 16,5 \%$$

Bei einer Belegungsdichte von rund 20 % kann auf ein Rührwerk im Belebungsbecken verzichtet werden, da die Umwälzung durch die Belüftung gewährleistet und der Belebtschlamm in Schwebe gehalten wird.

Für eine Belegungsdichte von rund 20 % sind

$$0,2 \cdot 230,85 / 2 = 23,1 \text{ Stück / je Becken erforderlich. Gewählt: 24 Stück je Becken.}$$

Für den Bemessungslastfall wird je Becken ein Gebläse mit einer Luftlieferleistung von maximal $10,9 \text{ Nm}^3/\text{min}$ bei einer Druckdifferenz von 550 mbar mit einer Nennleistung von 15 kW

vorgesehen. Durch die FU-Regelung ist ein Betrieb des Gebläses bis zu einer minimalen Luftliefermenge von 2,2 Nm³/min möglich, weshalb auch im Belastungsfall Ist15 ein wirtschaftlicher Betrieb mit dem gleichen Gebläse möglich ist.

Als Reserve wird ein drittes baugleiches Gebläse vorgesehen, dass beide Becken mit Luft versorgen kann, womit ein ständiger Wechselbetrieb der drei Gebläse möglich ist.

Dieses dritte Gebläse steht zudem bei sehr kalten Temperaturen für die Luftversorgung des erweiterten Nitrifikationsvolumens zur Verfügung. Gemäß Bemessung mittels Belebungssexpert ist bei der niedrigsten Temperatur im Winter das Denitrifikationsvolumen zu halbieren, weshalb in den beiden Deni-Becken eine Zwischenwand eingezogen und das zweite Becken mit Plattenbelüftern ausgestattet wird. In dieses, dann für die Nitrifikation zur Verfügung stehende Becken, kann über eine dritte Luftleitung eine Vorbelüftung stattfinden. Die Regelung des Gesamtsauerstoffeintrages erfolgt über die beiden nachfolgenden Nitrifikationsbecken.

Zur Begrenzung der Luftgeschwindigkeiten in den Rohrleitungen auf maximal etwa 10 m/s wird je Becken eine Luftsammelleitung mit einem Durchmesser von DN 200 mm verlegt. Mit dem maximalen Luftvolumenstrom resultiert bei dem gewählten Durchmesser eine maximale Luftgeschwindigkeit von 6,0 m/s.

Die erforderliche Ansaugluft soll direkt über eine Rohrleitung von außen zur Verfügung gestellt werden. Die Auslegung des Ansaugvolumenstroms und der Wärmeabfuhr erfolgt durch eine separate Fachplanung.

6 Schlammbehandlung

Die geplante Schlammbehandlung besteht aus einer maschinellen Schlammeindickung, der anaeroben Schlammstabilisierung im Faulbehälter und der Schlammentwässerung.

6.1 Schlammanfall

Aus der Bemessung der Vorklärung (Abs. 4) wird der Primärschlammanfall (Tabelle 15) und aus der Bemessung der biologischen Abwasserreinigung (Abs. 5) der Überschussschlammanfall (Tabelle 17 + 18) übernommen. Der Primärschlammanfall ist unabhängig von den Temperaturlastfällen und wird direkt auf den Faulbehälter gefördert.

Der Überschussschlamm wird vor Förderung auf den Faulbehälter mit einer maschinellen Anlage eingedickt. Bei einer gewählten Durchsatzleistung von 15 m³/h kann für den Schlamm ein Feststoffgehalt von 6,0 % angesetzt werden.

Der höchste Überschussschlammanfall ist bei dem Lastfall mit niedrigster Temperatur vorhanden, sodass die Auslegung der weiteren Verfahrensstufen mit diesen Werten erfolgt. Die Betriebszeit der Eindickungsanlage, die gesamte Schlammmenge nach Eindickung des Überschussschlammes und der daraus resultierende Feststoffgehalt für die Beschickung des Faulbehälters werden für den maximalen Schlammanfall in der Tabelle 20 berechnet.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Primärschlamm	PS _d	[kg/d]	666	810	523	590	320
	TS _{PS}	[kg/m ³]	30	30	30	30	30
	Q _{PS,d}	[m ³ /d]	22,2	27,0	17,4	19,7	10,7
Überschuss-schlamm	ÜS _d	[kg/d]	637	810	408	555	237
	TS _{ÜS}	[kg/m ³]	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Q _{ÜS,d}	[m ³ /d]	93,7	119,1	60,0	81,6	34,9
	Q _{ED}	[m ³ /h]	15	15	15	15	15
	t _{ED}	[h/d]	6,2	7,9	4,0	5,4	2,3
	TS _{S,ED}	[kg/m ³]	60	60	60	60	60
	Q _{S,ED,d}	[m ³ /d]	10,6	13,5	6,8	9,3	4,0
Schlamm gesamt	S _d	[kg/d]	1.303	1.620	931	1.145	557
	Q _{S,d}	[m ³ /d]	32,8	40,5	24,2	29,0	14,7
	TS _{S,ED}	[kg/m ³]	39,7	40,0	38,4	39,5	38,0

Tabelle 20: Täglicher maximaler Schlammanfall

Der tägliche Schlammanfall im Jahresmittel (aM) resultiert aus dem Überschuss-schlammanfall beim Lastfall mit der mittleren Temperatur von T = 12 °C und dem unabhängigen Primärschlammanfall.

Parameter		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Primärschlamm	PS _d	[kg/d]	666	810	523	590	320
	TS _{PS}	[kg/m ³]	30	30	30	30	30
	Q _{PS,d}	[m ³ /d]	22,2	27,0	17,4	19,7	10,7
Überschuss-schlamm	ÜS _d	[kg/d]	570	719	371	499	220
	TS _{ÜS}	[kg/m ³]	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Q _{ÜS,d}	[m ³ /d]	83,8	105,7	54,6	73,4	32,4
	Q _{ED}	[m ³ /h]	15	15	15	15	15
	t _{ED}	[h/d]	5,6	7,0	3,6	4,9	2,2
	TS _{S,ED}	[kg/m ³]	60	60	60	60	60
	Q _{S,ED,d}	[m ³ /d]	9,5	12,0	6,2	8,3	3,7

Schlamm gesamt	S _d	[kg/d]	1.236	1.529	894	1.089	540
	Q _{S,d}	[m³/d]	31,7	39,0	23,6	28,0	14,4
	TS _{S,ED}	[kg/m³]	39,0	39,2	37,8	38,9	37,6

Tabelle 21: Täglicher Schlammanfall im Jahresmittel

6.2 Schlammstabilisierung

Die anaerobe Schlammstabilisierung im beheizten Faulbehälter wird nach dem Merkblatt DWA-M 368 „Biologische Stabilisierung von Klärschlamm“ bemessen.

Nach DWA-M 368 wird bei mesophiler Faulung eine Aufenthaltszeit von mindestens 20 Tagen empfohlen, um Belastungsspitzen abzupuffern. Damit die Ziele der Stabilisierung auch bei schlechteren als den angenommenen Eindickeigenschaften des Schlammes gesichert gewährleistet werden können, wird bei der Bemessung des Faulraumes eine Faulzeit von 20 Tagen bei nur 90 % des berechneten Feststoffgehaltes angesetzt. Das erforderliche Faulraumvolumen beträgt dann

$$\text{erf. } V_{FR} = 20 \cdot 39,0 / 0,9 = 867 \text{ m}^3$$

Aufgrund der Baugrößen von systematisierten Faulbehälterkonstruktionen und möglicher Toträume aufgrund der zylindrischen Form wird ein Faulraumvolumen von mindestens

$$V_{FR} = 900 \text{ m}^3 \text{ gewählt.}$$

Der Wärmebedarf für die Beheizung des Faulbehälters setzt sich aus der Erwärmung des eingebrachten Schlammes auf die Faulraumtemperatur von 37 °C und die Transmissionsverluste über die Oberfläche des Behälters zusammen.

Zur Aufheizung von 1 m³ Schlamm um 1 Kelvin wird 1,16 kWh Wärmeenergie benötigt. Die Transmissionsverluste hängen von der Oberfläche und der Isolierung des Faulbehälters ab. Bei einer gewählten Isolierung des zylindrischen Mantels und des Daches mit einer Dicke von 20 cm ergibt sich hierfür eine Wärmeleitfähigkeit nach Tabelle 22.

Wand und Dach	d	λ	1/U	U
	[m]	[W/(m·K)]	[(m²·K)/W]	[Wh/(m²·h·K)]
Wärmeübergang innen			0,13	
Isolierung	0,2	0,04	5,00	
Wärmeübergang außen			0,04	
Summe 1/k			5,17	
k				0,2

Tabelle 22: Wärmeleitfähigkeit Faulbehälterwand und -dach

Bei einer 30 cm dicken Bodenplatte aus Stahlbeton und darunter liegender 12 cm dicker Isolierung errechnet sich für den Boden des Faulbehälters eine Wärmeleitfähigkeit nach Tabelle 23.

Boden	d	λ	1/U	U
	[m]	[W/(m·K)]	[(m²·K)/W]	[Wh/(m²·h·K)]
Wärmeübergang unten			0,17	
Isolierung	0,12	0,04	3,00	
StB-Bodenplatte	0,30	2,30	0,13	
Wärmeübergang oben			0,17	
Summe 1/k			3,47	
k				0,3

Tabelle 23: Wärmeleitfähigkeit Faulbehälterboden

Ein 900 m³ großer Faulbehälter mit einem Durchmesser von 10,0 m und einer Bauhöhe von 12,8 m weist jeweils eine Boden- und Dachfläche von rund 78,5 m² und eine Wandfläche von etwa 402,1 m² auf. Der Wärmebedarf wird getrennt für die minimalen und die mittleren Temperaturen berechnet. Unter Verwendung der ermittelten Temperaturen nach Abs. 1.5 werden die in Tabelle 24 aufgeführten Temperaturen angesetzt.

	Minimum	Mittel
	[°C]	[°C]
Abwasser	6	12
Luft	- 20	12
Boden	4	6

Tabelle 24: Temperaturen

Bei mittleren Temperaturen ergibt sich der in Tabelle 25 errechnete Wärmebedarf für die anaerobe Schlammstabilisierung.

		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Schlamm	Q _{S,d}	[m³/d]	31,7	39,0	23,6	28,0	14,4
		[kWh/(m³·K)]	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
	T _s	[°C]	6	6	6	6	6
	T _{FB}	[°C]	37	37	37	37	37
	W _{S,d}	[kWh/d]	1.140	1.402	850	1.006	517
Oberfläche	A	[m²]	480,6	480,6	480,6	480,6	480,6
Wand / Decke	k	[Wh/(m²·h·K)]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

	T_a	[°C]	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20
	T_{FB}	[°C]	37	37	37	37	37
	$W_{S,d}$	[kWh/d]	131	131	131	131	131
Oberfläche	A	[m²]	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5
Boden	k	[Wh/(m²·h·K)]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	T_a	[°C]	4	4	4	4	4
	T_{FB}	[°C]	37	37	37	37	37
	$W_{S,d}$	[kWh/d]	19	19	19	19	19
Gesamt	$W_{S,d}$	[kWh/d]	1.290	1.553	1.000	1.156	667

Tabelle 25: Maximaler Wärmebedarf Schlammstabilisierung

Bei mittleren Temperaturen ergibt sich der in Tabelle 26 errechnete Wärmebedarf für die anaerobe Schlammstabilisierung.

		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Schlamm	$Q_{S,d}$	[m³/d]	31,7	39,0	23,6	28,0	14,4
		[kWh/(m³·K)]	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
	T_s	[°C]	12	12	12	12	12
	T_{FB}	[°C]	37	37	37	37	37
	$W_{S,d}$	[kWh/d]	919	1.131	685	811	417
Oberfläche Wand / Decke	A	[m²]	480,6	480,6	480,6	480,6	480,6
	k	[Wh/(m²·h·K)]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	T_a	[°C]	12	12	12	12	12
	T_{FB}	[°C]	37	37	37	37	37
	$W_{S,d}$	[kWh/d]	58	58	58	58	58
Oberfläche Boden	A	[m²]	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5
	k	[Wh/(m²·h·K)]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	T_a	[°C]	6	6	6	6	6
	T_{FB}	[°C]	37	37	37	37	37
	$W_{S,d}$	[kWh/d]	18	18	18	18	18
Gesamt	$W_{S,d}$	[kWh/d]	994	1.206	761	886	492

Tabelle 26: Mittlerer Wärmebedarf Schlammstabilisierung

Der maximale Wärmebedarf der Schlammstabilisierung beträgt bei der maximaler Belastung in Höhe der gewählten Ausbaugröße damit

$$W_{S,d} = 1.553 \text{ kWh/d}$$

Dieser Wert wird mit der durch die geplante Faulgasverstromung erzeugten Wärme verglichen und ist zugleich die Planungsgrundlage für die durch die Fachplanung Heizung auszuliegende Ersatzheizung bei Ausfall der Anlage zur Faulgasverstromung.

Mit den mittleren Werten wird der durchschnittliche Überschuss an Wärme durch die Faulgasverstromung bestimmt, der zur Heizung der Gebäude verwendet werden kann. Daraus kann im Rahmen der Fachplanung Heizung der zusätzliche Bedarf an Wärmeenergie für die Heizung der Gebäude ermittelt werden.

Das bei der anaeroben Schlammstabilisierung anfallende Faulgas wird anhand der Werte nach DWA-M 368 abgeschätzt. Für üblich zusammengesetztes kommunales Abwasser kann angenommen werden, dass ca. 70 % der organischen Feststoffe im Primärschlamm und ca. 45 % im Überschussschlamm einer Belebungsanlage mit Stickstoffelimination biologisch leicht abbaubar sind.

Der Anteil der organischen Trockensubstanz wird in Abhängigkeit der Betriebsbedingungen nach DWA-M 368, Tabelle 6 angesetzt. Beim Primärschlammanfall kann demnach mit einem Glühverlust von 75 % und beim Überschussschlamm von 72 % gerechnet werden.

Für üblich zusammengesetzte kommunale Rohschlämme kann überschlägig angesetzt werden, dass die abbauspezifische Gaserzeugung ca. 900 l/kg oTR_{abgebaut} beträgt.

Für die einzelnen Lastfälle ergeben sich damit die in Tabelle 32 berechneten maximalen Werte für die organische Trockensubstanz und den Gasanfall.

		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Primärschlamm	PS _d	[kg TR/d]	666	810	523	590	320
	oTR/TR	[-]	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	PS _d	[kg oTR/d]	500	608	392	443	240
	PS _{d,abb.}	[kg oTR/d]	350	425	275	310	168
Überschuss-schlamm	ÜS _d	[kg TR/d]	637	810	408	555	237
	oTR/TR	[-]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
	ÜS _d	[kg oTR/d]	459	583	294	400	171
	ÜS _{d,abb.}	[kg oTR/d]	206	262	132	180	77
Gesamt Schlamm	ÜS _{d,abb.}	[kg oTR/d]	556	688	407	490	245
Gasanfall ges.		[m³/d]	500	619	366	441	220
		[EW]	18.500	22.500	13.400	16.400	8.200
		[l/(EW·d)]	27,1	27,5	27,3	26,9	26,9

Tabelle 27: Maximaler Gasanfall

Als Jahresmittelwerte ergeben sich für den Gasanfall die in Tabelle 28 aufgeführten Werte.

		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Primärschlamm	PS _d	[kg TR/d]	666	810	523	590	320
	oTR/TR	[-]	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	PS _d	[kg oTR/d]	500	608	392	443	240
	PS _{d,abb.}	[kg oTR/d]	350	425	275	310	168
Überschuss-schlamm	ÜS _d	[kg TR/d]	570	719	371	499	220
	oTR/TR	[-]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
	ÜS _d	[kg oTR/d]	410	518	267	359	158
	ÜS _{d,abb.}	[kg oTR/d]	185	233	120	162	71
Gesamt Schlamm	ÜS _{d,abb.}	[kg oTR/d]	535	658	395	472	239
Gasanfall ges.		[m³/d]	481	592	356	424	215
		[EW]	18.500	22.500	13.400	16.400	8.200
		[l/(EW·d)]	26,0	26,3	26,5	25,9	26,2

Tabelle 28: Gasanfall im Jahresmittel

Durch die anaerobe Schlammstabilisierung findet nach DWA-M 368, Tabelle 9 bei einem Abbaugrad von 85 % ein Abbau der organischen Feststoffmasse von 60 % beim Primärschlamm und von 38 % beim Überschussschlamm aus der Belebung statt. Damit ergeben sich nach der Schlammstabilisierung maximal die in Tabelle 29 errechneten Werte.

		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Schlamm gesamt	S _d	[kg/d]	1.303	1.620	931	1.145	557
Primärschlamm	PS _d	[kg oTS/d]	500	608	392	443	240
	PS _{d,abb.}	[kg oTS/d]	300	365	235	266	144
ÜS-Schlamm	ÜS _d	[kg oTS/d]	459	583	294	400	171
	ÜS _{d,abb.}	[kg oTS/d]	174	222	112	152	65
Schlamm nach Stabilisierung	S _{d,abb.}	[kg oTS/d]	474	587	347	418	209
	S _d	[kg/d]	829	1.033	584	727	348
	Q _{S,d}	[m³/d]	32,8	40,5	24,2	29,0	14,7
	TS _s	[kg/m³]	25,3	25,5	24,1	25,1	23,7
Abbaugrad		[%]	36,4	36,2	37,3	36,5	37,5

Tabelle 29: Maximalwerte Schlamm nach Stabilisierung

Im Jahresmittel betragen die Werte für den Schlamm nach Stabilisierung die in Tabelle 30 aufgeführten Werte.

		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Schlamm gesamt	S _d	[kg/d]	1.236	1.529	894	1.089	540
Primärschlamm	PS _d	[kg oTS/d]	500	608	392	443	240
	PS _{d,abb.}	[kg oTS/d]	300	365	235	266	144
ÜS-Schlamm	ÜS _d	[kg oTS/d]	410	518	267	359	158
	ÜS _{d,abb.}	[kg oTS/d]	156	197	101	136	60
Schlamm nach Stabilisierung	S _{d,aabb.}	[kg oTS/d]	456	562	336	402	204
	S _d	[kg/d]	780	967	558	687	336
	Q _{S,d}	[m³/d]	31,7	39,0	23,6	28,0	14,4
	TS _S	[kg/m³]	24,6	24,8	23,6	24,6	23,4
Abbaugrad		[%]	36,9	36,8	37,6	36,9	37,8

Tabelle 30: Mittelwerte Schlamm nach Stabilisierung

Die Werte für den Schlamm nach der Schlammstabilisierung sind die Eingangswerte für die Auslegung der Schlammentwässerung.

6.3 Schlammentwässerung

Aufgrund des geplanten Ausstieges der bodenbezogenen Klärschlammverwertung ist auf der Kläranlage eine stationäre Schlammentwässerung für eine anschließende thermische Verwertung zu installieren.

Bei der Schlammentwässerung kann der anaerob stabilisierte Schlamm beispielsweise mit einer Schneckenpresse auf rund 25 % Trockensubstanzgehalt entwässert werden. Damit ergeben sich nach Entwässerung die in Tabelle 31 errechneten Schlammengen.

		Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Schlamm	Q _{S,d,aM}	[m³/d]	31,7	39,0	23,6	28,0	14,4
nach Stabilisierung	S _{d,aM}	[kg/d]	780	967	558	687	336
	TS _S	[kg/m³]	24,6	24,8	23,6	24,6	23,4
Schlamm nach Entwässerung	TS _S	[kg/m³]	250	250	250	250	250
	Q _{S,d,EW,aM}	[m³/d]	3,1	3,9	2,2	2,7	1,3

Tabelle 31: Mittelwerte Schlammengen nach Entwässerung

Der entwässerte Schlamm soll bis zu seiner thermischen Verwertung auf den Schlamm-
lagerplatz mit einem Nutzvolumen von ca. 200 m³ abgeworfen werden. Damit errechnet sich
bei aktueller mittlerer Belastung (Ist50) eine maximale Lagerzeit bis zur Abfuhr von

$$t = 200 / 2,2 = 91 \text{ d}$$

Der angefallene entwässerte Schlamm ist damit rund alle 3 Monate zu entsorgen.

Alternativ kann der entwässerte Schlamm auf dem Lagerplatz in 3 Muldencontainer abgeworfen werden. Für die aktuelle mittlere Belastung (Ist50) errechnet sich damit bei einem Nutzvolumen von jeweils 7 m³ eine maximale Lagerzeit bis zur Abfuhr von

$$t = 3 \cdot 7 / 2,2 = 9,5 \text{ d}$$

und bei einem Nutzvolumen von jeweils 10 m³ eine maximale Lagerzeit bis zur Abfuhr von

$$t = 3 \cdot 10 / 2,2 = 13,6 \text{ d}$$

Bei einer Durchsatzleistung der Entwässerung von rund 5 m³/h muss zur Einhaltung der maximalen Schlammwasserrückbelastung aus 45 m³ entwässertem Schlamm die tägliche Betriebsdauer der Entwässerungsanlage auf rund 9 Stunden begrenzt werden.

Daraus resultieren bei einer jährlich zu entwässernden Schlammmenge von rund 8.600 m³ für die aktuelle mittlere Belastung (Ist50) im Jahr 191 Betriebstage, womit die Schlammmentwässerungsanlage im Mittel drei bis vier Mal die Woche zu betreiben ist.

7 Faulgasverwertung

Das Faulgas soll energetisch verwertet werden. Für eine weitgehende Verwertung wird eine Anlage zur Kraft-Wärme-Kopplung vorgesehen, die sowohl elektrische als auch thermische Energie erzeugt. Hierzu bietet sich der Betrieb eines Blockheizkraftwerkes für Faulgas an. Der maximale Gasanfall beträgt nach Tabelle 27

$$Q = 619 \text{ m}^3/\text{d} \approx 25,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Als Blockheizkraftwerk wird ein Aggregat mit einer elektrischen Leistung von 50 kW bei einem effektiven Wirkungsgrad von 32,2 % und einer thermischen Leistung von 85 kW bei einem effektiven Wirkungsgrad von 54,8 % ausgewählt.

Der Gasverbrauch bei Volllast beträgt bei einem Heizwert des Faulgases nach Erfahrungswerten in Höhe von 6,5 kWh/m³ für dieses Blockheizkraftwerk

$$Q = 50 / (6,5 \cdot 0,322) = 23,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

Mit einem Blockheizkraftwerk dieser Größe lassen sich im Jahresmittel die in Tabelle 32 errechneten Werte für elektrische und thermische Energie erzeugen.

	Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Gasanfall	[m³/d]	481	592	356	424	215
Gasverbrauch	[m³/h]	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
Betriebszeit	[h/d]	20,1	24,8	14,9	17,8	9,0
Erzeugung el. Energie	[kWh/h]	50	50	50	50	50
	[kWh/d]	1.006	1.239	744	888	450
Erzeugung th. Energie	[kWh/h]	85	85	85	85	85
	[kWh/d]	1.711	2.106	1.265	1.509	765

Tabelle 32: Energieerzeugung

Aus energetischen Gründen soll die erzeugte thermische Energie auch bei niedrigen Temperaturen ausreichen, um den Wärmebedarf für den Faulbehälterbetrieb zu gewährleisten.

Tabelle 33 zeigt den Vergleich des Wärmebedarfs der anaeroben Schlammbehandlung nach Tabelle 25 mit der Erzeugung von thermischer Energie nach Tabelle 32.

	Einheit	Ist85	Soll85	Ist50	Soll50	Ist15
Bedarf Schlamm	[kWh/d]	1.140	1.402	850	1.006	517
Bedarf Oberfläche Wand/Decke	[kWh/d]	131	131	131	131	131
Bedarf Oberfläche Boden	[kWh/d]	19	19	19	19	19
Bedarf gesamt	[kWh/d]	1.290	1.553	1.000	1.156	667
Erzeugung	[kWh/d]	1.711	2.106	1.265	1.509	765
Wärmeüberschuss	[kWh/d]	421	554	265	354	99

Tabelle 33: Wärmebedarf und -erzeugung

Der geplante Faulbehälter hat nach erster Vorbemessung einen Energiebedarf zur Deckung der Transmissionsverluste über die Oberfläche von

$$W_{S,d} = 131 + 19 = 150 \text{ kWh/d}$$

Damit die durch die Faulgasverstromung erzeugte thermische Energie ausreicht, den Wärmebedarf der Schlammfäulung zu decken, darf der Faulbehälter bei einer Faulraumtemperatur von 37 °C und einer Außentemperatur von –20 °C noch den geringsten Wärmeüberschuss verbrauchen. Insgesamt darf der Faulbehälter bei dem Temperaturunterschied von 57 K damit höchstens Transmissionsverluste in Höhe von

$$W_{S,d} = 765 - 517 \approx 250 \text{ kWh/d}$$

aufweisen. Dieser Wert wird als eine der Mindestbedingungen für Nebenangebote zu dem geplanten Faulbehälter gestellt.

Die Größe des Faulgasspeichern wird für die Außerbetriebnahme des Blockheizkraftwerkes an zwei aufeinanderfolgenden Arbeitstagen bei mittlerer Ist-Belastung gewählt. Bei einem Gasanfall von 356 m³/d resultiert damit ein Gasspeichervolumen von mindestens

$$V_{GS} = 2 \cdot 356 = 712 \text{ m}^3$$

Aufgrund der identischen Baugröße zur systematisierten Faulbehälterkonstruktionen wird für das Gasspeichervolumen 750 m³ angesetzt und ist damit für eine zweitägige Außerbetriebnahme ausreichend.

Bei einem mittlerem Soll-Faulgasanfall mit 424 m³/d resultiert daraus eine Speicherkapazität von mindestens 40 Stunden.

8 Anhänge

- | | |
|-----------|---|
| 1, 7, 13 | Abwasserzuflüsse bei Trockenwetter |
| 2 – 5 | Frachten Kläranlage Grafenau |
| 8 – 11 | Frachten Kläranlage Furth |
| 14 – 17 | Frachten Kläranlage Schönanger |
| 6, 12, 18 | Verhältnis NH ₄ -N : N _{ges} |
| 19, 20 | Ermittlung spezifischer Stickstoffkennwert CSB : NH ₄ -N |
| 21 – 25 | Belebungsexpert anaerob |

Datum	$Q_{T,d}$	$Q_{T,max}$	$Q_{T,min}$	$Q_{F,d}$	$Q_{S,d}$	$Q_{S,x}$	x	$Q_{F,d}$
	[m³/d]	[l/s]	[l/s]	[m³/d]	[m³/d]	[l/s]	[h/d]	[%]
26.05.2023	2.210	43,0	10,3	894,2	1.316	32,7	11,2	40,5%
27.05.2023	1.890	32,1	8,9	766,0	1.124	23,2	13,4	40,5%
28.05.2023	1.770	32,2	2,2	186,3	1.584	30,1	14,6	10,5%
29.05.2023	1.690	45,6	10,4	896,3	794	35,2	6,3	53,0%
01.06.2023	2.100	56,0	8,1	697,3	1.403	47,9	8,1	33,2%
02.06.2023	1.890	51,0	8,0	693,0	1.197	42,9	7,7	36,7%
03.06.2023	1.570	49,9	1,0	86,4	1.484	48,9	8,4	5,5%
04.06.2023	1.540	36,9	8,2	708,9	831	28,7	8,0	46,0%
08.06.2023	1.350	25,1	8,5	738,2	612	16,6	10,3	54,7%
09.06.2023	2.060	56,0	9,0	777,2	1.283	47,0	7,6	37,7%
17.06.2023	2.130	56,0	9,1	784,2	1.346	46,9	8,0	36,8%
18.06.2023	1.750	49,2	7,0	605,7	1.144	42,2	7,5	34,6%
19.06.2023	1.630	54,1	7,9	685,2	945	46,2	5,7	42,0%
20.06.2023	1.480	31,6	7,1	613,2	867	24,5	9,8	41,4%
21.06.2023	1.820	55,4	8,9	771,0	1.049	46,5	6,3	42,4%
24.06.2023	1.480	42,0	4,6	397,3	1.083	37,4	8,0	26,8%
26.06.2023	1.310	56,0	6,8	588,4	722	49,2	4,1	44,9%
30.06.2023	1.740	56,0	6,9	598,2	1.142	49,1	6,5	34,4%
01.07.2023	1.610	49,4	4,3	368,9	1.241	45,1	7,6	22,9%
02.07.2023	1.270	34,3	7,9	678,7	591	26,4	6,2	53,4%
03.07.2023	1.380	47,7	6,5	559,5	821	41,3	5,5	40,5%
04.07.2023	1.170	35,7	3,0	255,1	915	32,8	7,8	21,8%
05.07.2023	2.210	56,0	6,6	569,1	1.641	49,4	9,2	25,8%
07.07.2023	1.210	43,7	5,6	481,8	728	38,2	5,3	39,8%
09.07.2023	1.060	42,5	6,3	541,2	519	36,2	4,0	51,1%
10.07.2023	1.270	48,0	5,3	459,3	811	42,7	5,3	36,2%
11.07.2023	1.150	21,8	5,7	493,1	657	16,1	11,3	42,9%
13.07.2023	1.780	56,0	1,1	99,2	1.681	54,9	8,5	5,6%
14.07.2023	1.020	39,5	4,7	402,4	618	34,9	4,9	39,4%
18.07.2023	1.580	56,0	5,9	512,0	1.068	50,1	5,9	32,4%
19.07.2023	1.380	49,1	5,8	505,3	875	43,3	5,6	36,6%
21.07.2023	1.950	56,0	5,5	475,8	1.474	50,5	8,1	24,4%
24.07.2023	1.190	40,2	5,2	449,7	740	34,9	5,9	37,8%
28.07.2023	1.410	55,7	7,3	631,6	778	48,4	4,5	44,8%
31.07.2023	1.900	56,0	5,6	487,5	1.412	50,4	7,8	25,7%
12.08.2023	1.710	34,3	5,9	506,1	1.204	28,5	11,7	29,6%
14.08.2023	1.670	48,2	9,2	794,4	876	39,0	6,2	47,6%
17.08.2023	2.380	53,9	8,4	724,2	1.656	45,5	10,1	30,4%
19.08.2023	1.100	39,0	6,3	540,7	559	32,8	4,7	49,2%
20.08.2023	1.050	40,0	5,7	491,0	559	34,3	4,5	46,8%
21.08.2023	1.220	46,8	5,9	508,6	711	40,9	4,8	41,7%
22.08.2023	1.030	50,0	4,0	345,6	684	46,0	4,1	33,6%
23.08.2023	1.110	45,8	3,8	325,0	785	42,0	5,2	29,3%
02.09.2023	2.190	53,5	2,9	249,1	1.941	50,6	10,7	11,4%
03.09.2023	1.570	29,8	10,3	891,7	678	19,4	9,7	56,8%
04.09.2023	1.660	47,4	8,6	746,0	914	38,8	6,5	44,9%
05.09.2023	1.590	53,2	6,2	536,9	1.053	47,0	6,2	33,8%
06.09.2023	1.440	46,7	7,5	647,2	793	39,3	5,6	44,9%

Datum.	$Q_{T,d}$	$Q_{T,max}$	$Q_{T,min}$	$Q_{F,d}$	$Q_{S,d}$	$Q_{S,x}$	x	$Q_{F,d}$
	[m³/d]	[l/s]	[l/s]	[m³/d]	[m³/d]	[l/s]	[h/d]	[%]
08.09.2023	1.370	43,5	6,5	562,3	808	37,0	6,1	41,0%
10.09.2023	1.070	28,5	6,8	585,5	485	21,7	6,2	54,7%
11.09.2023	1.340	45,9	6,0	522,6	817	39,9	5,7	39,0%
12.09.2023	1.630	55,0	5,2	449,6	1.180	49,8	6,6	27,6%
13.09.2023	1.410	47,0	5,9	508,3	902	41,1	6,1	36,1%
15.09.2023	1.080	31,0	5,4	470,1	610	25,6	6,6	43,5%
16.09.2023	1.420	29,8	1,9	164,7	1.255	27,9	12,5	11,6%
17.09.2023	870	45,1	1,6	136,9	733	43,5	4,7	15,7%
18.09.2023	2.110	54,0	7,2	620,9	1.489	46,8	8,8	29,4%
20.09.2023	1.180	32,4	5,6	481,7	698	26,8	7,2	40,8%
23.09.2023	2.060	47,1	8,1	703,3	1.357	39,0	9,7	34,1%
24.09.2023	850	25,2	2,5	212,0	638	22,8	7,8	24,9%
25.09.2023	1.170	40,9	2,6	222,5	948	38,3	6,9	19,0%
26.09.2023	1.160	45,0	2,3	200,9	959	42,7	6,2	17,3%
27.09.2023	1.140	48,5	3,0	257,6	882	45,5	5,4	22,6%
28.09.2023	1.170	44,0	3,0	258,9	911	41,0	6,2	22,1%
29.09.2023	1.100	42,6	2,2	187,5	912	40,5	6,3	17,0%
01.10.2023	830	41,5	0,9	80,7	749	40,6	5,1	9,7%
02.10.2023	890	48,1	0,14	12,1	878	48,0	5,1	1,4%
03.10.2023	1.250	56,0	0,12	10,4	1.240	55,9	6,2	0,8%
04.10.2023	1.190	50,2	3,1	271,2	919	47,1	5,4	22,8%
08.10.2023	880	39,3	4,3	370,5	510	35,0	4,0	42,1%
09.10.2023	1.610	55,0	4,5	390,4	1.220	50,5	6,7	24,3%
10.10.2023	1.230	55,0	1,6	134,3	1.096	53,4	5,7	10,9%
11.10.2023	1.020	48,9	1,5	126,1	894	47,5	5,2	12,4%
13.10.2023	1.120	35,0	3,4	292,9	827	31,6	7,3	26,2%
15.10.2023	2.220	54,0	6,0	514,3	1.706	48,0	9,9	23,2%
16.10.2023	910	29,2	0,4	35,1	875	28,8	8,4	3,9%
20.10.2023	1.070	35,2	5,6	484,0	586	29,6	5,5	45,2%
21.10.2023	960	44,7	4,1	352,6	607	40,6	4,2	36,7%
22.10.2023	950	55,0	3,4	297,1	653	51,6	3,5	31,3%
23.10.2023	1.090	31,9	2,4	209,5	881	29,5	8,3	19,2%
24.10.2023	2.190	55,0	1,0	83,4	2.107	54,0	10,8	3,8%
25.10.2023	1.780	56,0	1,9	165,9	1.614	54,1	8,3	9,3%
29.10.2023	1.260	56,0	2,9	251,9	1.008	53,1	5,3	20,0%
30.10.2023	1.000	26,0	1,2	107,1	893	24,7	10,0	10,7%
09.11.2023	1.600	56,6	5,3	458,2	1.142	51,3	6,2	28,6%
10.11.2023	1.400	45,6	5,4	468,6	931	40,2	6,4	33,5%
	1.445	45,2	5,2	447	998	40,0	7,1	30,9%

Datum	$Q_{T,d}$	$C_{CSB,Z}$	$B_{d,CSB,Z}$	$B_{d,CSB,Z}$
	[m ³ /d]	[mg/l]	[kg/d]	[EW ₁₂₀]
10.01.2023	2.690	110	296	2.466
25.01.2023	2.590	329	852	7.101
09.02.2023	3.140	347	1090	9.080
10.04.2023	3.140	294	923	7.693
27.04.2023	3.420	302	1033	8.607
17.05.2023	3.390	153	519	4.322
29.05.2023	1.690	201	340	2.831
12.06.2023	2.070	293	607	5.054
20.06.2023	1.480	278	411	3.429
12.07.2023	3.780	297	1123	9.356
25.07.2023	2.790	308	859	7.161
16.08.2023	3.310	303	1003	8.358
12.09.2023	1.630	224	365	3.043
25.09.2023	1.170	521	610	5.080
10.10.2023	1.230	444	546	4.551
26.10.2023	2.960	528	1563	13.024
07.11.2023	3.330	540	1798	14.985
05.12.2023	3.340	256	855	7.125
15 %-Wert			390,6	3.255
Mittelwert			821,8	6.848
85 %-Wert			1.104,5	9.204

Datum	$Q_{T,d}$ [m ³ /d]	$C_{BSB,Z}$ [mg/l]	$B_{d,BSB,Z}$ [kg/d]	$B_{d,BSB,Z}$ [EW ₆₀]
10.01.2023	2.690	50	135	2.242
25.01.2023	2.590	110	285	4.748
09.02.2023	3.140	120	377	6.280
10.04.2023	3.140	100	314	5.233
27.04.2023	3.420	110	376	6.270
17.05.2023	3.390	50	170	2.825
29.05.2023	1.690	60	101	1.690
12.06.2023	2.070	95	197	3.278
20.06.2023	1.480	90	133	2.220
12.07.2023	3.780	100	378	6.300
25.07.2023	2.790	230	642	10.695
16.08.2023	3.310	100	331	5.517
12.09.2023	1.630	90	147	2.445
25.09.2023	1.170	140	164	2.730
10.10.2023	1.230	120	148	2.460
26.10.2023	2.960	150	444	7.400
07.11.2023	3.330	200	666	11.100
05.12.2023	3.340	60	200	3.340
15 %-Wert			141,2	2.354
Mittelwert			289	4.821
85 %-Wert			407,7	6.795

Datum	$Q_{T,d}$	$C_{NH_4-N,Z}$	$C_{Nges,Z}$	$B_{d,Nges,Z}$	$B_{d,Nges,Z}$
	[m ³ /d]	[mg/l]	[mg/l]	[kg/d]	[EW ₁₁]
10.01.2023	2.690	10,5	16,8	45,2	4.108
25.01.2023	2.590	26,1	41,8	108,2	9.833
09.02.2023	3.140	25,7	41,1	129,1	11.738
10.04.2023	3.140	26,3	42,1	132,1	12.012
27.04.2023	3.420	25,6	41,0	140,1	12.735
17.05.2023	3.390	9,0	14,4	48,8	4.438
29.05.2023	1.690	8,6	13,8	23,3	2.114
12.06.2023	2.070	19,8	31,7	65,6	5.962
20.06.2023	1.480	20,6	33,0	48,8	4.435
12.07.2023	3.780	22,9	36,6	138,5	12.591
25.07.2023	2.790	23,0	36,8	102,7	9.334
16.08.2023	3.310	16,4	26,2	86,9	7.896
12.09.2023	1.630	39,2	62,7	102,2	9.294
25.09.2023	1.170	28,6	45,8	53,5	4.867
10.10.2023	1.230	38,6	61,8	76,0	6.906
26.10.2023	2.960	36,4	58,2	172,4	15.672
07.11.2023	3.330	35,1	56,2	187,0	17.001
05.12.2023	3.340	8,2	13,1	43,8	3.984
15 %-Wert				47,2	4.288
Mittelwert				94,7	8.607
85 %-Wert				139,2	12.656

Datum	$Q_{T,d}$ [m ³ /d]	$C_{Pges,Z}$ [mg/l]	$B_{d,Pges,Z}$ [kg/d]	$B_{d,Pges,Z}$ [EW _{1,8}]
10.01.2023	2.690	2,4	6,46	3.587
25.01.2023	2.590	4,8	12,43	6.907
09.02.2023	3.140	5,9	18,53	10.292
10.04.2023	3.140	3,6	11,30	6.280
27.04.2023	3.420	5,2	17,78	9.880
17.05.2023	3.390	3,2	10,85	6.027
29.05.2023	1.690	3,1	5,24	2.911
12.06.2023	2.070	5,2	10,76	5.980
20.06.2023	1.480	4,8	7,10	3.947
12.07.2023	3.780	7,3	27,59	15.330
25.07.2023	2.790	5,9	16,46	9.145
16.08.2023	3.310	5,0	16,55	9.194
12.09.2023	1.630	4,6	7,50	4.166
25.09.2023	1.170	9,6	11,23	6.240
10.10.2023	1.230	8,6	10,58	5.877
26.10.2023	2.960	7,0	20,72	11.511
07.11.2023	3.330	3,0	9,99	5.550
05.12.2023	3.340	1,6	5,34	2.969
15 %-Wert			6,81	3.785
Mittelwert			12,58	6.988
85 %-Wert			18,12	10.066

Datum	C _{NH4-N,Z}	C _{Nges,Z}	Verhältnis
	[mg/l]	[mg/l]	1:
03.09.2024	21,9	37,0	1,7
04.09.2024	41,2	55,0	1,3
05.09.2024			
06.09.2024			
07.09.2024	23,3	40,0	1,7
08.09.2024	26,1	36,0	1,4
09.09.2024	23,5	38,0	1,6
10.09.2024	8,6	15,0	1,7
11.09.2024	15,8	26,0	1,6
12.09.2024	8,5	15,0	1,8
13.09.2024	8,7	14,0	1,6
Verhältnis Mittelwert			1,6

Datum:	$Q_{T,d}$	$Q_{T,max}$	$Q_{T,min}$	$Q_{F,d}$	$Q_{S,d}$	$Q_{S,x}$	x	$Q_{F,d}$
	[m³/d]	[l/s]	[l/s]	[m³/d]	[m³/d]	[l/s]	[h/d]	[%]
09.04.2023	1.083	16,1	9,2	794	289	7,0	11,6	73,3%
10.04.2023	1.019	15,5	8,6	739	280	6,9	11,2	72,5%
22.05.2023	1.202	16,6	10,6	917	285	6,0	13,2	76,3%
29.05.2023	1.148	16,7	7,9	679	469	8,8	14,8	59,2%
30.05.2023	1.016	16,9	7,0	608	408	9,9	11,5	59,9%
31.05.2023	1.038	19,6	7,2	620	418	12,4	9,4	59,7%
01.06.2023	949	15,6	7,0	603	346	8,6	11,2	63,5%
02.06.2023	1.011	21,5	4,3	368	643	17,2	10,4	36,4%
03.06.2023	935	15,8	5,9	508	427	9,9	11,9	54,3%
04.06.2023	929	16,9	5,5	472	457	11,5	11,1	50,8%
09.06.2023	885	15,5	5,4	467	418	10,1	11,6	52,7%
10.06.2023	1.220	25,0	5,4	468	752	19,6	10,7	38,4%
11.06.2023	1.232	17,6	9,1	787	445	8,5	14,6	63,9%
12.06.2023	823	13,5	5,6	483	340	7,9	11,9	58,7%
13.06.2023	830	14,9	5,7	489	341	9,2	10,3	58,9%
14.06.2023	828	13,8	5,1	444	384	8,6	12,4	53,6%
15.06.2023	893	17,2	5,0	431	462	12,2	10,5	48,3%
16.06.2023	1.029	17,8	4,8	414	615	13,0	13,1	40,2%
17.06.2023	960	17,9	7,5	652	308	10,4	8,3	67,9%
18.06.2023	925	17,1	3,9	340	585	13,1	12,4	36,7%
19.06.2023	1.109	16,9	7,4	640	469	9,5	13,7	57,7%
20.06.2023	795	13,8	5,1	438	357	8,8	11,3	55,1%
25.06.2023	916	17,4	4,3	373	543	13,1	11,5	40,8%
26.06.2023	772	14,1	4,5	387	385	9,6	11,1	50,1%
27.06.2023	648	12,5	4,9	421	227	7,6	8,3	64,9%
29.06.2023	705	14,6	3,4	297	408	11,1	10,2	42,1%
30.06.2023	1.083	25,0	4,3	374	709	20,7	9,5	34,5%
01.07.2023	817	16,9	4,4	380	437	12,5	9,7	46,5%
02.07.2023	712	14,3	4,8	411	301	9,5	8,8	57,7%
03.07.2023	661	12,6	3,2	276	385	9,4	11,4	41,8%
04.07.2023	704	17,4	3,6	309	395	13,9	7,9	43,8%
07.07.2023	695	13,8	4,3	370	325	9,5	9,5	53,2%
08.07.2023	707	13,2	3,9	336	371	9,3	11,0	47,6%
09.07.2023	679	13,1	3,3	288	391	9,8	11,1	42,3%
10.07.2023	688	13,6	3,6	314	374	10,0	10,4	45,6%
11.07.2023	658	12,9	3,9	333	325	9,1	9,9	50,6%
13.07.2023	1.049	18,3	7,3	632	417	10,9	10,6	60,2%
14.07.2023	696	12,5	2,5	219	477	9,9	13,3	31,5%
15.07.2023	685	12,6	3,6	315	370	9,0	11,4	46,0%
19.07.2023	890	19,9	3,6	314	576	16,3	9,8	35,3%
20.07.2023	737	14,9	4,0	348	389	10,9	9,9	47,2%
21.07.2023	798	21,3	3,6	312	486	17,7	7,6	39,1%
22.07.2023	791	15,0	5,4	464	327	9,6	9,5	58,6%
23.07.2023	680	14,7	4,1	351	329	10,6	8,6	51,6%
24.07.2023	583	16,6	1,2	102	481	15,4	8,7	17,4%
28.07.2023	869	25,0	2,0	171	698	23,0	8,4	19,7%
13.08.2023	889	16,9	5,4	464	425	11,6	10,2	52,2%
14.08.2023	752	14,4	2,5	219	533	11,9	12,4	29,1%

Datum	$Q_{T,d}$	$Q_{T,max}$	$Q_{T,min}$	$Q_{F,d}$	$Q_{S,d}$	$Q_{S,x}$	x	$Q_{F,d}$
	[m³/d]	[l/s]	[l/s]	[m³/d]	[m³/d]	[l/s]	[h/d]	[%]
15.08.2023	1.207	24,0	3,6	307	900	20,4	12,2	25,4%
18.08.2023	1.158	23,1	7,1	617	541	15,9	9,4	53,3%
19.08.2023	818	15,7	5,0	429	389	10,8	10,0	52,4%
20.08.2023	851	15,1	3,7	317	534	11,4	13,0	37,3%
21.08.2023	810	14,8	4,4	383	427	10,3	11,5	47,3%
22.08.2023	783	14,8	4,3	368	415	10,6	10,9	47,0%
23.08.2023	758	15,1	3,5	306	452	11,5	10,9	40,4%
24.08.2023	798	15,8	3,9	339	459	11,8	10,8	42,4%
03.09.2023	1.051	17,8	6,5	564	487	11,2	12,1	53,6%
04.09.2023	919	16,2	5,1	441	478	11,1	12,0	48,0%
05.09.2023	863	14,9	5,1	439	424	9,8	12,0	50,8%
06.09.2023	779	14,9	3,2	279	500	11,7	11,9	35,8%
07.09.2023	831	15,5	4,2	359	472	11,3	11,6	43,2%
08.09.2023	857	15,7	5,4	469	388	10,2	10,5	54,7%
09.09.2023	850	15,1	4,4	384	466	10,6	12,2	45,1%
10.09.2023	844	15,5	4,9	428	416	10,6	11,0	50,7%
11.09.2023	826	16,9	3,9	341	485	13,0	10,4	41,3%
12.09.2023	876	15,8	4,4	382	494	11,4	12,1	43,6%
13.09.2023	790	16,2	5,4	469	321	10,8	8,3	59,4%
14.09.2023	723	15,4	3,5	303	420	11,9	9,8	41,9%
15.09.2023	723	14,3	3,6	314	409	10,7	10,6	43,4%
16.09.2023	721	15,5	3,2	278	443	12,3	10,0	38,6%
17.09.2023	739	16,0	3,3	283	456	12,8	9,9	38,2%
18.09.2023	1.025	25,0	2,8	243	782	22,2	9,8	23,7%
20.09.2023	714	14,8	3,2	275	439	11,7	10,5	38,5%
21.09.2023	768	12,4	4,8	417	351	7,6	12,8	54,3%
24.09.2023	770	14,9	4,1	357	413	10,8	10,7	46,3%
25.09.2023	783	14,0	4,2	366	417	9,7	11,9	46,7%
26.09.2023	815	25,0	0,3	25	790	24,7	8,9	3,0%
27.09.2023	770	18,3	4,7	403	367	13,6	7,5	52,3%
28.09.2023	645	13,1	3,8	332	313	9,3	9,4	51,5%
29.09.2023	759	12,4	4,3	371	388	8,1	13,4	48,8%
30.09.2023	713	11,3	3,5	299	414	7,8	14,6	42,0%
01.10.2023	699	12,4	4,3	368	331	8,1	11,3	52,6%
02.10.2023	693	11,9	3,6	308	385	8,3	12,8	44,4%
03.10.2023	707	13,0	3,6	313	394	9,4	11,6	44,3%
04.10.2023	634	11,7	3,9	339	295	7,7	10,6	53,4%
05.10.2023	506	11,4	1,4	125	381	9,9	10,7	24,7%
06.10.2023	645	10,3	3,7	318	327	6,6	13,7	49,3%
07.10.2023	668	11,2	4,0	343	325	7,2	12,6	51,3%
08.10.2023	734	21,2	3,7	319	415	17,5	6,6	43,4%
09.10.2023	1.123	24,0	4,5	388	735	19,5	10,5	34,5%
10.10.2023	753	15,8	4,0	342	411	11,8	9,6	45,5%
11.10.2023	652	10,5	3,4	296	356	7,1	14,0	45,5%
12.10.2023	596	10,1	3,5	306	290	6,5	12,4	51,4%
13.10.2023	585	10,5	2,9	251	334	7,6	12,2	43,0%
14.10.2023	860	24,0	2,5	214	646	21,5	8,3	24,8%
15.10.2023	842	17,1	2,0	176	666	15,1	12,3	20,9%

Datum	$Q_{T,d}$ [m³/d]	$Q_{T,max}$ [l/s]	$Q_{T,min}$ [l/s]	$Q_{F,d}$ [m³/d]	$Q_{S,d}$ [m³/d]	$Q_{S,x}$ [l/s]	x [h/d]	$Q_{F,d}$ [%]
16.10.2023	591	11,7	2,0	175	416	9,6	12,0	29,7%
17.10.2023	549	9,8	2,1	179	370	7,8	13,2	32,5%
18.10.2023	502	9,8	0,4	34	468	9,4	13,8	6,7%
19.10.2023	598	11,0	2,2	187	411	8,8	13,0	31,2%
20.10.2023	563	13,6	3,0	260	303	10,6	7,9	46,3%
21.10.2023	613	13,9	1,9	162	451	12,0	10,4	26,4%
22.10.2023	895	24,0	5,3	457	438	18,7	6,5	51,1%
23.10.2023	585	10,7	2,2	190	395	8,5	12,9	32,5%
29.10.2023	1.169	18,6	6,3	546	623	12,3	14,1	46,7%
30.10.2023	579	10,4	3,4	296	283	7,0	11,2	51,2%
10.11.2023	687	15,9	3,4	292	395	12,6	8,7	42,5%
	814	15,8	4,3	376	438	11,4	11,0	46,2%

Datum	$Q_{T,d}$ [m ³ /d]	$C_{CSB,Z}$ [mg/l]	$B_{d,CSB,Z}$ [kg/d]	$B_{d,CSB,Z}$ [EW ₁₂₀]
10.01.2023	1.509	215	324	2.704
25.01.2023	1.314	216	284	2.365
09.02.2023	1.748	231	404	3.365
11.04.2023	1.972	235	463	3.862
27.04.2023	1.714	210	360	3.000
17.05.2023	1.633	106	173	1.442
29.05.2023	1.148	291	334	2.784
07.06.2023	1.351	320	432	3.603
20.06.2023	795	301	239	1.994
12.07.2023	2.179	424	924	7.699
25.07.2023	1.753	343	601	5.011
16.08.2023	2.364	238	563	4.689
13.09.2023	790	343	271	2.258
25.09.2023	783	359	281	2.342
10.10.2023	753	232	175	1.456
26.10.2023	1.762	229	403	3.362
07.11.2023	1.628	210	342	2.849
07.12.2023	1.717	389	668	5.566
15 %-Wert			256,7	2.139
Mittelwert			402,3	3.353
85 %-Wert			580,0	4.834

Datum	$Q_{T,d}$ [m³/d]	$C_{BSB,Z}$ [mg/l]	$B_{d,BSB,Z}$ [kg/d]	$B_{d,BSB,Z}$ [EW ₆₀]
10.01.2023	1.509	70	106	1.761
25.01.2023	1.314	50	66	1.095
09.02.2023	1.748	70	122	2.039
11.04.2023	1.972	40	79	1.315
27.04.2023	1.714	50	86	1.428
17.05.2023	1.633	40	65	1.089
29.05.2023	1.148	60	69	1.148
07.06.2023	1.351	130	176	2.927
20.06.2023	795	150	119	1.988
12.07.2023	2.179	110	240	3.995
25.07.2023	1.753	290	508	8.473
16.08.2023	2.364	60	142	2.364
13.09.2023	790	110	87	1.448
25.09.2023	783	120	94	1.566
10.10.2023	753	140	105	1.757
26.10.2023	1.762	150	264	4.405
07.11.2023	1.628	120	195	3.256
07.12.2023	1.717	190	326	5.437
15 %-Wert			74,4	1.240
Mittelwert			158,3	2.638
85 %-Wert			250,8	4.179

Datum	$Q_{T,d}$	$C_{NH_4-N,Z}$	$C_{Nges,Z}$	$B_{d,Nges,Z}$	$B_{d,Nges,Z}$
	[m ³ /d]	[mg/l]	[mg/l]	[kg/d]	[EW ₁₁]
10.01.2023	1.509	10,0	17,0	25,7	2.332
25.01.2023	1.314	21,7	36,9	48,5	4.407
09.02.2023	1.748	21,7	36,9	64,5	5.862
11.04.2023	1.972	11,6	19,7	38,9	3.535
27.04.2023	1.714	12,2	20,7	35,5	3.232
17.05.2023	1.633	13,1	22,3	36,4	3.306
29.05.2023	1.148	16,8	28,6	32,8	2.981
07.06.2023	1.351	31,2	53,0	71,7	6.514
20.06.2023	795	35,3	60,0	47,7	4.337
12.07.2023	2.179	39,9	67,8	147,8	13.437
25.07.2023	1.753	38,9	66,1	115,9	10.539
16.08.2023	2.364	19,3	32,8	77,6	7.051
13.09.2023	790	37,9	64,4	50,9	4.627
25.09.2023	783	39,8	67,7	53,0	4.816
10.10.2023	753	36,2	61,5	46,3	4.213
26.10.2023	1.762	29,8	50,7	89,3	8.115
07.11.2023	1.628	20,1	34,2	55,6	5.057
07.12.2023	1.717	12,3	20,9	35,9	3.264
15 %-Wert				35,7	3.249
Mittelwert				59,7	4.517
85 %-Wert				82,8	7.530

Datum	$Q_{T,d}$	$C_{Pges,Z}$	$B_{d,Pges,Z}$	$B_{d,Pges,Z}$
	[m ³ /d]	[mg/l]	[kg/d]	[EW _{1,8}]
10.01.2023	1.509	3,0	4,53	2.515
25.01.2023	1.314	3,3	4,34	2.409
09.02.2023	1.748	4,3	7,52	4.176
11.04.2023	1.972	2,9	5,72	3.177
27.04.2023	1.714	3,5	6,00	3.333
17.05.2023	1.633	2,3	3,76	2.087
29.05.2023	1.148	4,3	4,94	2.742
07.06.2023	1.351	4,2	5,67	3.152
20.06.2023	795	4,8	3,82	2.120
12.07.2023	2.179	7,6	16,56	9.200
25.07.2023	1.753	6,3	11,04	6.136
16.08.2023	2.364	3,9	9,22	5.122
13.09.2023	790	8,5	6,72	3.731
25.09.2023	783	10,6	8,30	4.611
10.10.2023	753	5,3	3,99	2.217
26.10.2023	1.762	6,1	10,75	5.971
07.11.2023	1.628	3,0	4,88	2.713
07.12.2023	1.717	4,2	7,21	4.006
15 %-Wert			4,18	2.323
Mittelwert			6,94	3.857
85 %-Wert			9,91	5.504

Datum	C _{NH4-N,Z}	C _{Nges,Z}	Verhältnis
	[mg/l]	[mg/l]	1:
03.09.2024	41,0	50,0	1,2
04.09.2024	35,6	45,0	1,3
05.09.2024			
06.09.2024			
07.09.2024	36,6	47,0	1,3
08.09.2024	36,7	47,0	1,3
09.09.2024	30,3	48,0	1,6
10.09.2024	6,3	18,0	2,9
11.09.2024	8,0	14,0	1,8
12.09.2024	19,5	28,0	1,4
13.09.2024	6,2	19,0	3,1
Verhältnis Mittelwert			1,7

Datum	$Q_{T,d}$ [m³/d]	$Q_{T,max}$ [l/s]	$Q_{T,min}$ [l/s]	$Q_{F,d}$ [m³/d]	$Q_{S,d}$ [m³/d]	$Q_{S,x}$ [l/s]	x [h/d]	$Q_{F,d}$ [%]
02.01.2021	775	10,7	4,1	354,2	421	6,6	17,7	45,7%
03.01.2021	746	11	3,4	293,8	452	7,6	16,5	39,4%
04.01.2021	738	10,3	4	345,6	392	6,3	17,3	46,8%
05.01.2021	721	11,2	4	345,6	375	7,2	14,5	47,9%
06.01.2021	745	12,8	3,7	319,7	425	9,1	13,0	42,9%
07.01.2021	734	11,2	3,7	319,7	414	7,5	15,3	43,6%
08.01.2021	702	10,7	3,5	302,4	400	7,2	15,4	43,1%
09.01.2021	741	11	3,8	328,3	413	7,2	15,9	44,3%
10.01.2021	694	11,2	3,7	319,7	374	7,5	13,9	46,1%
11.01.2021	741	12,4	3,8	328,3	413	8,6	13,3	44,3%
12.01.2021	659	10	3,7	319,7	339	6,3	15,0	48,5%
13.01.2021	652	10	3,6	311,0	341	6,4	14,8	47,7%
14.01.2021	652	10,1	3,4	293,8	358	6,7	14,9	45,1%
15.01.2021	679	10,5	3,6	311,0	368	6,9	14,8	45,8%
16.01.2021	698	9,9	3,5	302,4	396	6,4	17,2	43,3%
17.01.2021	700	11	3,9	337,0	363	7,1	14,2	48,1%
18.01.2021	677	11	3,5	302,4	375	7,5	13,9	44,7%
19.01.2021	678	10	3,9	337,0	341	6,1	15,5	49,7%
25.01.2021	753	10,8	4,4	380,2	373	6,4	16,2	50,5%
26.01.2021	714	9,9	3,7	319,7	394	6,2	17,7	44,8%
11.02.2021	900	15,4	5,7	492,5	408	9,7	11,7	54,7%
12.02.2021	860	15	5	432,0	428	10,0	11,9	50,2%
13.02.2021	862	14,5	5,2	449,3	413	9,3	12,3	52,1%
14.02.2021	856	15,2	5,2	449,3	407	10,0	11,3	52,5%
30.03.2021	852	11,2	4,8	414,7	437	6,4	19,0	48,7%
31.03.2021	840	12,3	4,6	397,4	443	7,7	16,0	47,3%
01.04.2021	810	11,9	4,8	414,7	395	7,1	15,5	51,2%
02.04.2021	813	12,3	4,6	397,4	416	7,7	15,0	48,9%
04.04.2021	818	11,7	4,7	406,1	412	7,0	16,3	49,6%
22.04.2021	803	10,2	4,2	362,9	440	6,0	20,4	45,2%
24.04.2021	820	13	4,2	362,9	457	8,8	14,4	44,3%
25.04.2021	809	12,2	4,2	362,9	446	8,0	15,5	44,9%
26.04.2021	799	10,7	3,9	337,0	462	6,8	18,9	42,2%
27.04.2021	763	11,9	3,9	337,0	426	8,0	14,8	44,2%
28.04.2021	786	10,2	4	345,6	440	6,2	19,7	44,0%
29.04.2021	777	10	3,7	319,7	457	6,3	20,2	41,1%
09.05.2021	800	12	4,6	397,4	403	7,4	15,1	49,7%
10.05.2021	787	13,5	4	345,6	441	9,5	12,9	43,9%
01.06.2021	903	13	5,8	501,1	402	7,2	15,5	55,5%
02.06.2021	866	13,2	5,6	483,8	382	7,6	14,0	55,9%
03.06.2021	867	13,1	5,3	457,9	409	7,8	14,6	52,8%
04.06.2021	842	13,9	5,2	449,3	393	8,7	12,5	53,4%
13.06.2021	815	10,9	5,4	466,6	348	5,5	17,6	57,2%
14.06.2021	812	10	4,3	371,5	440	5,7	21,5	45,8%
15.06.2021	820	11,9	5	432,0	388	6,9	15,6	52,7%
16.06.2021	835	10,8	5,5	475,2	360	5,3	18,9	56,9%
17.06.2021	817	11	5,5	475,2	342	5,5	17,3	58,2%
18.06.2021	806	11,2	5,5	475,2	331	5,7	16,1	59,0%

Datum	$Q_{T,d}$ [m³/d]	$Q_{T,max}$ [l/s]	$Q_{T,min}$ [l/s]	$Q_{F,d}$ [m³/d]	$Q_{S,d}$ [m³/d]	$Q_{S,x}$ [l/s]	x [h/d]	$Q_{F,d}$ [%]
21.07.2021	901	14,8	5,2	449,3	452	9,6	13,1	49,9%
22.07.2021	846	12,4	5,5	475,2	371	6,9	14,9	56,2%
23.07.2021	861	14	5,5	475,2	386	8,5	12,6	55,2%
10.08.2021	867	13,2	4,8	414,7	452	8,4	15,0	47,8%
11.08.2021	830	14,5	5,3	457,9	372	9,2	11,2	55,2%
12.08.2021	810	11,1	3,7	319,7	490	7,4	18,4	39,5%
19.08.2021	830	11,1	4,5	388,8	441	6,6	18,6	46,8%
20.08.2021	819	14,2	5	432,0	387	9,2	11,7	52,7%
21.08.2021	807	11,3	3,8	328,3	479	7,5	17,7	40,7%
25.08.2021	790	12,1	4,6	397,4	393	7,5	14,5	50,3%
02.09.2021	810	11,8	6,2	535,7	274	5,6	13,6	66,1%
03.09.2021	796	12,6	5,3	457,9	338	7,3	12,9	57,5%
04.09.2021	801	13	5,3	457,9	343	7,7	12,4	57,2%
05.09.2021	796	12,4	4,6	397,4	399	7,8	14,2	49,9%
06.09.2021	794	12	4,3	371,5	422	7,7	15,2	46,8%
09.09.2021	806	11,4	4,4	380,2	426	7,0	16,9	47,2%
10.09.2021	787	11,8	4,6	397,4	390	7,2	15,0	50,5%
11.09.2021	792	12,3	4,5	388,8	403	7,8	14,4	49,1%
12.09.2021	811	12,5	4,6	397,4	414	7,9	14,5	49,0%
13.09.2021	806	12	4,6	397,4	409	7,4	15,3	49,3%
14.09.2021	798	11,1	4,5	388,8	409	6,6	17,2	48,7%
18.09.2021	811	11,6	3,7	319,7	491	7,9	17,3	39,4%
20.09.2021	826	11,4	4,4	380,2	446	7,0	17,7	46,0%
21.09.2021	784	11,2	4,1	354,2	430	7,1	16,8	45,2%
22.09.2021	773	10,7	3,8	328,3	445	6,9	17,9	42,5%
23.09.2021	780	10,8	4,1	354,2	426	6,7	17,7	45,4%
24.09.2021	777	11,3	4,1	354,2	423	7,2	16,3	45,6%
26.09.2021	789	11,6	4,4	380,2	409	7,2	15,8	48,2%
28.09.2021	749	11,3	3,8	328,3	421	7,5	15,6	43,8%
30.09.2021	759	10	3,8	328,3	431	6,2	19,3	43,3%
02.10.2021	793	12,8	3,6	311,0	482	9,2	14,6	39,2%
03.10.2021	808	13,1	3,8	328,3	480	9,3	14,3	40,6%
04.10.2021	759	10	4	345,6	413	6,0	19,1	45,5%
08.10.2021	774	10,9	4	345,6	428	6,9	17,2	44,7%
09.10.2021	803	11,5	3,8	328,3	475	7,7	17,1	40,9%
10.10.2021	803	11,1	3,7	319,7	483	7,4	18,1	39,8%
11.10.2021	778	10,4	3,8	328,3	450	6,6	18,9	42,2%
15.10.2021	790	10,4	3,6	311,0	479	6,8	19,6	39,4%
16.10.2021	804	9,7	3,7	319,7	484	6,0	22,4	39,8%
17.10.2021	788	12	3,7	319,7	468	8,3	15,7	40,6%
18.10.2021	726	10,7	3,6	311,0	415	7,1	16,2	42,8%
19.10.2021	733	11,3	3,6	311,0	422	7,7	15,2	42,4%
20.10.2021	725	10,5	3,7	319,7	405	6,8	16,6	44,1%
22.10.2021	747	10,3	4	345,6	401	6,3	17,7	46,3%
24.10.2021	771	10,9	3,9	337,0	434	7,0	17,2	43,7%
25.10.2021	729	10	3,6	311,0	418	6,4	18,1	42,7%
26.10.2021	711	11,2	3,6	311,0	400	7,6	14,6	43,7%
27.10.2021	719	10,2	4	345,6	373	6,2	16,7	48,1%

Datum	$Q_{T,d}$ [m³/d]	$Q_{T,max}$ [l/s]	$Q_{T,min}$ [l/s]	$Q_{F,d}$ [m³/d]	$Q_{S,d}$ [m³/d]	$Q_{S,x}$ [l/s]	x [h/d]	$Q_{F,d}$ [%]
28.10.2021	711	10,3	3,8	328,3	383	6,5	16,4	46,2%
29.10.2021	738	9,9	3,4	293,8	444	6,5	19,0	39,8%
30.10.2021	800	12,5	3,4	293,8	506	9,1	15,5	36,7%
31.10.2021	750	13	3,6	311,0	439	9,4	13,0	41,5%
08.11.2021	787	12,5	4,2	362,9	424	8,3	14,2	46,1%
09.11.2021	748	10,8	3,8	328,3	420	7,0	16,7	43,9%
10.11.2021	740	10,7	4	345,6	394	6,7	16,4	46,7%
11.11.2021	734	11,4	3,7	319,7	414	7,7	14,9	43,6%
15.11.2021	743	11,9	3,3	285,1	458	8,6	14,8	38,4%
16.11.2021	692	10,5	3,9	337,0	355	6,6	14,9	48,7%
18.11.2021	733	12	3,4	293,8	439	8,6	14,2	40,1%
19.11.2021	725	10,7	3,5	302,4	423	7,2	16,3	41,7%
20.11.2021	703	10,9	3,5	302,4	401	7,4	15,0	43,0%
21.11.2021	700	10,8	3,3	285,1	415	7,5	15,4	40,7%
23.11.2021	658	9,7	3,2	276,5	382	6,5	16,3	42,0%
24.11.2021	667	9,7	3,7	319,7	347	6,0	16,1	47,9%
25.11.2021	657	9,5	3,4	293,8	363	6,1	16,5	44,7%
26.11.2021	684	10,7	3,3	285,1	399	7,4	15,0	41,7%
30.11.2021	664	9,7	3,7	319,7	344	6,0	15,9	48,1%
08.12.2021	781	12,8	3,4	293,8	487	9,4	14,4	37,6%
09.12.2021	752	13	3,5	302,4	450	9,5	13,1	40,2%
22.12.2021	844	17,3	3,8	328,3	516	13,5	10,6	38,9%
16.04.2022	1072	15	8	691,2	381	7,0	15,1	64,5%
17.04.2022	1056	14,4	7,5	648,0	408	6,9	16,4	61,4%
18.04.2022	1032	14,5	7,7	665,3	367	6,8	15,0	64,5%
21.04.2022	1045	14,6	6,5	561,6	483	8,1	16,6	53,7%
29.04.2022	998	13,5	7,2	622,1	376	6,3	16,6	62,3%
14.05.2022	915	12,5	7,5	648,0	267	5,0	14,8	70,8%
15.05.2022	893	12,4	7,2	622,1	271	5,2	14,5	69,7%
18.05.2022	812	10,8	4,4	380,2	432	6,4	18,7	46,8%
22.05.2022	793	10,4	4,3	371,5	421	6,1	19,2	46,8%
28.05.2022	820	10,8	4,9	423,4	397	5,9	18,7	51,6%
02.06.2022	853	11,4	5,3	457,9	395	6,1	18,0	53,7%
11.06.2022	889	13,1	6,5	561,6	327	6,6	13,8	63,2%
15.06.2022	835	10,4	6	518,4	317	4,4	20,0	62,1%
17.06.2022	818	10,6	5,5	475,2	343	5,1	18,7	58,1%
18.06.2022	826	11,5	5,5	475,2	351	6,0	16,2	57,5%
19.06.2022	809	12,3	5,5	475,2	334	6,8	13,6	58,7%
21.06.2022	825	10,4	5	432,0	393	5,4	20,2	52,4%
26.06.2022	724	10,2	3,8	328,3	396	6,4	17,2	45,3%
30.06.2022	712	9,5	3,9	337,0	375	5,6	18,6	47,3%
02.07.2022	717	10	3,8	328,3	389	6,2	17,4	45,8%
03.07.2022	690	9,5	3,6	311,0	379	5,9	17,8	45,1%
10.07.2022	799	11	4,7	406,1	393	6,3	17,3	50,8%
12.07.2022	780	11	4,6	397,4	383	6,4	16,6	51,0%
13.07.2022	770	10,4	4,4	380,2	390	6,0	18,0	49,4%
15.07.2022	744	10,7	4	345,6	398	6,7	16,5	46,5%
16.07.2022	756	10,3	4,1	354,2	402	6,2	18,0	46,9%

Datum	$Q_{T,d}$ [m³/d]	$Q_{T,max}$ [l/s]	$Q_{T,min}$ [l/s]	$Q_{F,d}$ [m³/d]	$Q_{S,d}$ [m³/d]	$Q_{S,x}$ [l/s]	x [h/d]	$Q_{F,d}$ [%]
17.07.2022	748	10,6	4	345,6	402	6,6	16,9	46,2%
18.07.2022	763	10,8	3,7	319,7	443	7,1	17,3	41,9%
19.07.2022	788	10,9	3,9	337,0	451	7,0	17,9	42,8%
20.07.2022	792	10,8	4	345,6	446	6,8	18,2	43,6%
21.07.2022	716	10,5	3,8	328,3	388	6,7	16,1	45,9%
22.07.2022	746	9,5	3,8	328,3	418	5,7	20,4	44,0%
23.07.2022	732	12	3,7	319,7	412	8,3	13,8	43,7%
24.07.2022	713	10,3	3,8	328,3	385	6,5	16,4	46,0%
27.07.2022	689	9,9	3,6	311,0	378	6,3	16,7	45,1%
28.07.2022	674	9,8	3,7	319,7	354	6,1	16,1	47,4%
31.07.2022	781	10,6	4,1	354,2	427	6,5	18,2	45,4%
02.08.2022	723	10,9	4	345,6	377	6,9	15,2	47,8%
03.08.2022	744	10,3	3,8	328,3	416	6,5	17,8	44,1%
04.08.2022	789	9,9	3,8	328,3	461	6,1	21,0	41,6%
07.08.2022	809	11,4	4	345,6	463	7,4	17,4	42,7%
08.08.2022	776	10,9	4,5	388,8	387	6,4	16,8	50,1%
09.08.2022	767	9,8	4,3	371,5	395	5,5	20,0	48,4%
10.08.2022	782	10,9	4	345,6	436	6,9	17,6	44,2%
11.08.2022	769	11	4	345,6	423	7,0	16,8	44,9%
12.08.2022	808	12,5	3,4	293,8	514	9,1	15,7	36,4%
13.08.2022	784	11,6	3,8	328,3	456	7,8	16,2	41,9%
14.08.2022	786	13,9	3,3	285,1	501	10,6	13,1	36,3%
15.08.2022	744	10,6	4	345,6	398	6,6	16,8	46,5%
16.08.2022	735	10,8	4	345,6	389	6,8	15,9	47,0%
22.08.2022	805	13,5	4,5	388,8	416	9,0	12,8	48,3%
24.08.2022	726	10,3	4	345,6	380	6,3	16,8	47,6%
25.08.2022	770	13	3,9	337,0	433	9,1	13,2	43,8%
29.08.2022	713	10,9	4	345,6	367	6,9	14,8	48,5%
30.08.2022	697	10,3	3,8	328,3	369	6,5	15,8	47,1%
01.09.2022	681	12,6	4,1	354,2	327	8,5	10,7	52,0%
02.09.2022	707	9,8	3,4	293,8	413	6,4	17,9	41,6%
03.09.2022	717	11,4	3,4	293,8	423	8,0	14,7	41,0%
05.09.2022	681	10,3	3,5	302,4	379	6,8	15,5	44,4%
06.09.2022	658	9,5	3,6	311,0	347	5,9	16,3	47,3%
07.09.2022	732	10,9	3,5	302,4	430	7,4	16,1	41,3%
13.09.2022	716	9,5	3,8	328,3	388	5,7	18,9	45,9%
06.10.2022	956	13	6,5	561,6	394	6,5	16,9	58,7%
07.10.2022	926	13	5,3	457,9	468	7,7	16,9	49,5%
08.10.2022	916	13,5	6,6	570,2	346	6,9	13,9	62,3%
09.10.2022	890	12,8	6,5	561,6	328	6,3	14,5	63,1%
10.10.2022	885	11,3	5,8	501,1	384	5,5	19,4	56,6%
11.10.2022	860	11,8	5	432,0	428	6,8	17,5	50,2%
12.10.2022	850	12,1	5	432,0	418	7,1	16,4	50,8%
17.10.2022	840	12,4	5	432,0	408	7,4	15,3	51,4%
18.10.2022	825	11	4,7	406,1	419	6,3	18,5	49,2%
19.10.2022	819	12	4,4	380,2	439	7,6	16,0	46,4%
20.10.2022	822	11,4	4,5	388,8	433	6,9	17,4	47,3%
28.10.2022	850	11,5	5	432,0	418	6,5	17,9	50,8%

Datum	$Q_{T,d}$ [m³/d]	$Q_{T,max}$ [l/s]	$Q_{T,min}$ [l/s]	$Q_{F,d}$ [m³/d]	$Q_{S,d}$ [m³/d]	$Q_{S,x}$ [l/s]	x [h/d]	$Q_{F,d}$ [%]
29.10.2022	845	11,8	4,7	406,1	439	7,1	17,2	48,1%
30.10.2022	840	11,4	4,8	414,7	425	6,6	17,9	49,4%
31.10.2022	812	10,7	4,5	388,8	423	6,2	19,0	47,9%
02.11.2022	812	10,7	4,6	397,4	415	6,1	18,9	48,9%
08.11.2022	829	12,4	4,7	406,1	423	7,7	15,3	49,0%
10.11.2022	810	11	4,8	414,7	395	6,2	17,7	51,2%
11.11.2022	801	12,3	4,6	397,4	404	7,7	14,6	49,6%
12.11.2022	849	12	4,4	380,2	469	7,6	17,1	44,8%
13.11.2022	825	11,5	4,8	414,7	410	6,7	17,0	50,3%
14.11.2022	794	10,9	4,4	380,2	414	6,5	17,7	47,9%
15.11.2022	797	10,9	4,6	397,4	400	6,3	17,6	49,9%
08.12.2022	854	12,8	6,5	561,6	292	6,3	12,9	65,8%
10.12.2022	842	10,4	5,8	501,1	341	4,6	20,6	59,5%
11.12.2022	843	11	5,8	501,1	342	5,2	18,3	59,4%
12.12.2022	826	11	5,8	501,1	325	5,2	17,4	60,7%
13.12.2022	807	10,4	5,8	501,1	306	4,6	18,5	62,1%
14.12.2022	795	10,8	5,5	475,2	320	5,3	16,8	59,8%
17.12.2022	832	14,1	4	345,6	486	10,1	13,4	41,5%
18.12.2022	828	11,6	4,5	388,8	439	7,1	17,2	47,0%
19.12.2022	810	10,9	5,4	466,6	343	5,5	17,3	57,6%
25.01.2023	1087	13,5	6	518,4	569	7,5	21,1	47,7%
26.01.2023	1080	13,7	6,1	527,0	553	7,6	20,2	48,8%
29.01.2023	1092	13,5	6	518,4	574	7,5	21,2	47,5%
07.02.2023	1090	14,4	8	691,2	399	6,4	17,3	63,4%
08.02.2023	1095	13,7	8	691,2	404	5,7	19,7	63,1%
21.04.2023	1170	14,6	7,7	665,3	505	6,9	20,3	56,9%
22.04.2023	1125	13,6	6,9	596,2	529	6,7	21,9	53,0%
27.04.2023	1133	15,4	8,8	760,3	373	6,6	15,7	67,1%
30.04.2023	1010	14,9	8	691,2	319	6,9	12,8	68,4%
04.05.2023	1140	15,2	8,5	734,4	406	6,7	16,8	64,4%
19.05.2023	1150	14	7,5	648,0	502	6,5	21,5	56,3%
20.05.2023	1116	13,5	7,5	648,0	468	6,0	21,7	58,1%
21.05.2023	1046	13,1	7,6	656,6	389	5,5	19,7	62,8%
25.05.2023	1036	13,5	8,2	708,5	328	5,3	17,2	68,4%
26.05.2023	1037	13,6	7,8	673,9	363	5,8	17,4	65,0%
27.05.2023	1074	13	7,8	673,9	400	5,2	21,4	62,7%
28.05.2023	1008	13	7,9	682,6	325	5,1	17,7	67,7%
29.05.2023	993	13,3	7	604,8	388	6,3	17,1	60,9%
30.05.2023	942	11,6	6,3	544,3	398	5,3	20,8	57,8%
31.05.2023	911	12,5	5,8	501,1	410	6,7	17,0	55,0%
01.06.2023	903	11,7	5,7	492,5	411	6,0	19,0	54,5%
02.06.2023	892	13,5	5,4	466,6	425	8,1	14,6	52,3%
03.06.2023	885	11,3	5,6	483,8	401	5,7	19,5	54,7%
04.06.2023	875	9,8	4,8	414,7	460	5,0	25,6	47,4%
08.06.2023	880	12,8	5,7	492,5	388	7,1	15,2	56,0%
09.06.2023	878	11,9	5,5	475,2	403	6,4	17,5	54,1%
12.06.2023	914	11,3	6,8	587,5	326	4,5	20,2	64,3%
13.06.2023	901	11,8	6,8	587,5	313	5,0	17,4	65,2%

Datum	$Q_{T,d}$	$Q_{T,max}$	$Q_{T,min}$	$Q_{F,d}$	$Q_{S,d}$	$Q_{S,x}$	x	$Q_{F,d}$
	[m³/d]	[l/s]	[l/s]	[m³/d]	[m³/d]	[l/s]	[h/d]	[%]
14.06.2023	907	12,3	6,5	561,6	345	5,8	16,5	61,9%
15.06.2023	914	13,3	6,2	535,7	378	7,1	14,8	58,6%
18.06.2023	913	11,6	6,1	527,0	386	5,5	19,5	57,7%
19.06.2023	945	12,5	6	518,4	427	6,5	18,2	54,9%
20.06.2023	949	12,8	5,8	501,1	448	7,0	17,8	52,8%
24.06.2023	905	11,3	6,7	578,9	326	4,6	19,7	64,0%
25.06.2023	885	11,4	6,4	553,0	332	5,0	18,4	62,5%
26.06.2023	886	11,9	6,3	544,3	342	5,6	16,9	61,4%
29.06.2023	910	11,4	6	518,4	392	5,4	20,1	57,0%
03.07.2023	929	11,9	6,2	535,7	393	5,7	19,2	57,7%
04.07.2023	887	12,2	5,7	492,5	395	6,5	16,9	55,5%
06.07.2023	886	10,8	6,2	535,7	350	4,6	21,2	60,5%
07.07.2023	891	11,3	6,1	527,0	364	5,2	19,4	59,2%
08.07.2023	873	12	6	518,4	355	6,0	16,4	59,4%
09.07.2023	880	11,5	5,8	501,1	379	5,7	18,5	56,9%
13.07.2023	890	11,9	5	432,0	458	6,9	18,4	48,5%
14.07.2023	874	11,2	4,8	414,7	459	6,4	19,9	47,5%
19.07.2023	880	12,2	4,8	414,7	465	7,4	17,5	47,1%
20.07.2023	895	12,9	4,9	423,4	472	8,0	16,4	47,3%
23.07.2023	842	12,7	4,5	388,8	453	8,2	15,4	46,2%
14.08.2023	901	14,1	6,5	561,6	339	7,6	12,4	62,3%
20.08.2023	899	13,5	6,7	578,9	320	6,8	13,1	64,4%
21.08.2023	930	13,1	5,5	475,2	455	7,6	16,6	51,1%
22.08.2023	910	13,3	5,6	483,8	426	7,7	15,4	53,2%
23.08.2023	917	13,8	5,8	501,1	416	8,0	14,4	54,6%
04.09.2023	997	13,2	6,2	535,7	461	7,0	18,3	53,7%
05.09.2023	925	13,4	6,1	527,0	398	7,3	15,1	57,0%
06.09.2023	895	12,7	5,2	449,3	446	7,5	16,5	50,2%
07.09.2023	870	13	5,2	449,3	421	7,8	15,0	51,6%
08.09.2023	882	12,8	4,8	414,7	467	8,0	16,2	47,0%
09.09.2023	894	12,7	4,7	406,1	488	8,0	16,9	45,4%
10.09.2023	823	12,2	4,7	406,1	417	7,5	15,4	49,3%
11.09.2023	820	11,4	4,2	362,9	457	7,2	17,6	44,3%
12.09.2023	790	10,9	3,8	328,3	462	7,1	18,1	41,6%
13.09.2023	791	11,7	3,6	311,0	480	8,1	16,5	39,3%
14.09.2023	820	11,6	3,6	311,0	509	8,0	17,7	37,9%
15.09.2023	797	11,3	3,6	311,0	486	7,7	17,5	39,0%
16.09.2023	821	11,8	3,6	311,0	510	8,2	17,3	37,9%
17.09.2023	833	11,1	3,6	311,0	522	7,5	19,3	37,3%
20.09.2023	834	12,1	4,2	362,9	471	7,9	16,6	43,5%
21.09.2023	835	12,6	4,6	397,4	438	8,0	15,2	47,6%
24.09.2023	860	12,9	4,6	397,4	463	8,3	15,5	46,2%
25.09.2023	830	13	4,4	380,2	450	8,6	14,5	45,8%
26.09.2023	822	11,8	4,4	380,2	442	7,4	16,6	46,2%
27.09.2023	830	12,8	4,3	371,5	458	8,5	15,0	44,8%
28.09.2023	838	14,1	4,5	388,8	449	9,6	13,0	46,4%
29.09.2023	850	12,3	4,3	371,5	478	8,0	16,6	43,7%
30.09.2023	870	12,6	4,2	362,9	507	8,4	16,8	41,7%

Datum	$Q_{T,d}$ [m³/d]	$Q_{T,max}$ [l/s]	$Q_{T,min}$ [l/s]	$Q_{F,d}$ [m³/d]	$Q_{S,d}$ [m³/d]	$Q_{S,x}$ [l/s]	x [h/d]	$Q_{F,d}$ [%]
01.10.2023	860	13	4,2	362,9	497	8,8	15,7	42,2%
02.10.2023	852	12,5	3,9	337,0	515	8,6	16,6	39,5%
05.10.2023	870	13,3	4,1	354,2	516	9,2	15,6	40,7%
06.10.2023	874	12,7	4,2	362,9	511	8,5	16,7	41,5%
07.10.2023	880	13,4	4,1	354,2	526	9,3	15,7	40,3%
10.10.2023	842	13,3	4,4	380,2	462	8,9	14,4	45,1%
11.10.2023	811	13,5	4,2	362,9	448	9,3	13,4	44,7%
12.10.2023	830	12,7	4,6	397,4	433	8,1	14,8	47,9%
13.10.2023	850	13,7	4,5	388,8	461	9,2	13,9	45,7%
16.10.2023	880	12,9	5,1	440,6	439	7,8	15,6	50,1%
17.10.2023	881	13,7	5	432,0	449	8,7	14,3	49,0%
18.10.2023	875	13,3	4,3	371,5	503	9,0	15,5	42,5%
19.10.2023	850	12,7	4,1	354,2	496	8,6	16,0	41,7%
20.10.2023	868	13,1	4	345,6	522	9,1	15,9	39,8%
23.10.2023	850	13	4,8	414,7	435	8,2	14,7	48,8%
02.12.2023	874	16,5	8,2	708,5	166	8,3	5,5	81,1%
03.12.2023	901	15,5	7,3	630,7	270	8,2	9,2	70,0%
	827	11,9	4,8	414	413	7,1	16,5	50,0%

Datum	$Q_{T,d}$ [m ³ /d]	$C_{CSB,Z}$ [mg/l]	$B_{d,CSB,Z}$ [kg/d]	$B_{d,CSB,Z}$ [EW ₁₂₀]
04.01.2021	738	515	380	3.167
25.01.2021	753	550	414	3.451
09.02.2021	1.421	238	338	2.818
24.02.2021	1.172	294	345	2.871
10.03.2021	1.331	306	407	3.394
28.03.2021	937	414	388	3.233
11.04.2021	868	462	401	3.342
27.04.2021	763	440	336	2.798
10.05.2021	787	428	337	2.807
28.05.2021	1.165	310	361	3.010
12.06.2021	965	389	375	3.128
28.06.2021	1.060	286	303	2.526
12.07.2021	1.186	422	500	4.171
23.07.2021	861	405	349	2.906
12.08.2021	810	382	309	2.579
25.08.2021	790	392	310	2.581
12.09.2021	811	504	409	3.406
27.09.2021	898	425	382	3.180
18.10.2021	726	609	442	3.684
29.10.2021	738	621	458	3.819
09.11.2021	748	501	375	3.123
25.11.2021	657	475	312	2.601
06.12.2021	926	421	390	3.249
20.12.2021	1.010	302	305	2.542
11.01.2022	1.495	181	271	2.255
26.01.2022	1.158	327	379	3.156
14.02.2022	1.792	201	360	3.002
28.02.2022	2.064	150	310	2.580
14.03.2022	1.740	150	261	2.175
29.03.2022	1.294	167	216	1.801
12.04.2022	1.440	185	266	2.220
28.04.2022	1.192	244	291	2.424
09.05.2022	1.142	305	348	2.903
25.05.2022	1.693	150	254	2.116
12.06.2022	1.495	183	274	2.280
22.06.2022	1.119	384	430	3.581
13.07.2022	770	410	316	2.631
25.07.2022	1.546	316	489	4.071
04.08.2022	789	398	314	2.617
23.08.2022	882	334	295	2.455
07.09.2022	732	452	331	2.757
25.09.2022	987	386	381	3.175
05.10.2022	1.214	225	273	2.276
26.10.2022	961	286	275	2.290
09.11.2022	1.177	183	215	1.795
28.11.2022	1.186	351	416	3.469
14.12.2022	795	398	316	2.637
27.12.2022	1.964	433	850	7.087
10.01.2023	1.675	172	288	2.401

Datum	$Q_{T,d}$	$C_{CSB,Z}$	$B_{d,CSB,Z}$	$B_{d,CSB,Z}$
	[m ³ /d]	[mg/l]	[kg/d]	[EW ₁₂₀]
24.01.2023	1.432	262	375	3.127
06.02.2023	1.285	248	319	2.656
16.02.2023	1.741	186	324	2.699
06.03.2023	1.660	224	372	3.099
21.03.2023	1.559	209	326	2.715
12.04.2023	2.030	150	305	2.538
26.04.2023	1.329	183	243	2.027
09.05.2023	1.270	306	389	3.239
22.05.2023	2.169	249	540	4.501
15.06.2023	914	284	260	2.163
28.06.2023	976	282	275	2.294
07.07.2023	891	330	294	2.450
29.07.2023	1.992	190	378	3.154
14.08.2023	901	330	297	2.478
31.08.2023	1.390	262	364	3.035
15.09.2023	797	351	280	2.331
26.09.2023	822	360	296	2.466
10.10.2023	842	352	296	2.470
26.10.2023	1.655	201	333	2.772
08.11.2023	1.344	150	202	1.680
22.11.2023	1.602	180	288	2.403
07.12.2023	1.381	152	210	1.749
18.12.2023	2.353	140	329	2.745
15 %-Wert			273,4	2:279
Mittelwert			342,2	2:852
85 %-Wert			403,2	3:360

Datum	Q _{T,d} [m ³ /d]	C _{BSB,Z} [mg/l]	B _{d,BSB,Z} [kg/d]	B _{d,BSB,Z} [EW ₆₀]
04.01.2021	738	330	244	4.059
25.01.2021	753	270	203	3.389
09.02.2021	1.421	160	227	3.789
24.02.2021	1.172	200	234	3.907
10.03.2021	1.331	180	240	3.993
28.03.2021	937	200	187	3.123
11.04.2021	868	240	208	3.472
27.04.2021	763	240	183	3.052
10.05.2021	787	230	181	3.017
28.05.2021	1.165	180	210	3.495
12.06.2021	965	200	193	3.217
28.06.2021	1.060	150	159	2.650
12.07.2021	1.186	230	273	4.546
23.07.2021	861	230	198	3.301
12.08.2021	810	220	178	2.970
25.08.2021	790	230	182	3.028
12.09.2021	811	350	284	4.731
27.09.2021	898	300	269	4.490
18.10.2021	726	330	240	3.993
29.10.2021	738	330	244	4.059
09.11.2021	748	300	224	3.740
25.11.2021	657	290	191	3.176
06.12.2021	926	310	287	4.784
20.12.2021	1.010	220	222	3.703
11.01.2022	1.495	100	150	2.492
26.01.2022	1.158	190	220	3.667
14.02.2022	1.792	160	287	4.779
28.02.2022	2.064	110	227	3.784
14.03.2022	1.740	120	209	3.480
29.03.2022	1.294	140	181	3.019
12.04.2022	1.440	130	187	3.120
28.04.2022	1.192	150	179	2.980
09.05.2022	1.142	150	171	2.855
25.05.2022	1.693	120	203	3.386
12.06.2022	1.495	100	150	2.492
22.06.2022	1.119	250	280	4.663
13.07.2022	770	240	185	3.080
25.07.2022	1.546	200	309	5.153
04.08.2022	789	250	197	3.288
23.08.2022	882	230	203	3.381
07.09.2022	732	240	176	2.928
25.09.2022	987	200	197	3.290
05.10.2022	1.214	120	146	2.428
26.10.2022	961	170	163	2.723
09.11.2022	1.177	140	165	2.746
28.11.2022	1.186	180	213	3.558
14.12.2022	795	190	151	2.518
27.12.2022	1.964	200	393	6.547
10.01.2023	1.675	100	168	2.792

Datum	$Q_{T,d}$ [m ³ /d]	$C_{BSB,Z}$ [mg/l]	$B_{d,BSB,Z}$ [kg/d]	$B_{d,BSB,Z}$ [EW ₆₀]
24.01.2023	1.432	160	229	3.819
06.02.2023	1.285	130	167	2.784
16.02.2023	1.741	100	174	2.902
06.03.2023	1.660	190	315	5.257
21.03.2023	1.559	120	187	3.118
12.04.2023	2.030	120	244	4.060
26.04.2023	1.329	100	133	2.215
09.05.2023	1.270	180	229	3.810
22.05.2023	2.169	150	325	5.423
15.06.2023	914	190	174	2.894
28.06.2023	976	170	166	2.765
07.07.2023	891	240	214	3.564
29.07.2023	1.992	130	259	4.316
14.08.2023	901	230	207	3.454
31.08.2023	1.390	140	195	3.243
15.09.2023	797	270	215	3.587
26.09.2023	822	270	222	3.699
10.10.2023	842	250	211	3.508
26.10.2023	1.655	120	199	3.310
08.11.2023	1.344	210	282	4.704
22.11.2023	1.602	150	240	4.005
07.12.2023	1.381	170	235	3.913
18.12.2023	2.353	150	353	5.883
15 %-Wert			170,0	2.833
Mittelwert			215,9	3.598
85 %-Wert			270,6	4.510

Datum	Q _{T,d} [m³/d]	C _{NH4-N,Z} [mg/l]	C _{Nges,Z} [mg/l]	B _{d,Nges,Z} [kg/d]	B _{d,Nges,Z} [EW ₁₁]
04.01.2021	738	51,7	81,4	60,1	5.460
25.01.2021	753	45,6	71,8	54,0	4.913
09.02.2021	1.421	22,7	35,7	50,8	4.616
24.02.2021	1.172	24,9	39,2	45,9	4.176
10.03.2021	1.331	26,0	40,9	54,5	4.952
28.03.2021	937	42,2	66,4	62,2	5.658
11.04.2021	868	43,4	68,3	59,3	5.390
27.04.2021	763	40,2	63,3	48,3	4.389
10.05.2021	787	39,1	61,5	48,4	4.403
28.05.2021	1.165	27,0	42,5	49,5	4.501
12.06.2021	965	26,9	42,3	40,9	3.714
28.06.2021	1.060	18,9	29,7	31,5	2.867
12.07.2021	1.186	37,3	58,7	69,6	6.330
23.07.2021	861	44,2	69,6	59,9	5.445
12.08.2021	810	34,2	53,8	43,6	3.964
25.08.2021	790	38,7	60,9	48,1	4.375
12.09.2021	811	36,6	57,6	46,7	4.247
27.09.2021	898	34,2	53,8	48,3	4.395
18.10.2021	726	41,3	65,0	47,2	4.290
29.10.2021	738	38,4	60,4	44,6	4.055
09.11.2021	748	34,7	54,6	40,9	3.714
25.11.2021	657	38,6	60,8	39,9	3.629
06.12.2021	926	34,2	53,8	49,8	4.532
20.12.2021	1.010	22,0	34,6	35,0	3.179
11.01.2022	1.495	15,0	23,6	35,3	3.209
26.01.2022	1.158	23,6	37,1	43,0	3.911
14.02.2022	1.792	14,8	23,3	41,7	3.795
28.02.2022	2.064	14,6	23,0	47,4	4.312
14.03.2022	1.740	18,6	29,3	50,9	4.631
29.03.2022	1.294	20,5	32,3	41,8	3.796
12.04.2022	1.440	17,3	27,2	39,2	3.565
28.04.2022	1.192	20,5	32,3	38,5	3.497
09.05.2022	1.142	22,2	34,9	39,9	3.628
25.05.2022	1.693	8,5	13,4	22,7	2.059
12.06.2022	1.495	17,0	26,8	40,0	3.637
22.06.2022	1.119	23,5	37,0	41,4	3.763
13.07.2022	770	40,0	63,0	48,5	4.407
25.07.2022	1.546	16,2	25,5	39,4	3.584
04.08.2022	789	41,2	64,8	51,2	4.651
23.08.2022	882	24,7	38,9	34,3	3.117
07.09.2022	732	42,1	66,3	48,5	4.410
25.09.2022	987	36,7	57,8	57,0	5.183
05.10.2022	1.214	21,4	33,7	40,9	3.717
26.10.2022	961	23,4	36,8	35,4	3.218
09.11.2022	1.177	26,7	42,0	49,5	4.497
28.11.2022	1.186	20,4	32,1	38,1	3.462
14.12.2022	795	26,4	41,6	33,0	3.003
27.12.2022	1.964	28,7	45,2	88,7	8.066
10.01.2023	1.675	16,6	26,1	43,8	3.979

Datum	$Q_{T,d}$ [m ³ /d]	$C_{NH_4-N,Z}$ [mg/l]	$C_{Nges,Z}$ [mg/l]	$B_{d,Nges,Z}$ [kg/d]	$B_{d,Nges,Z}$ [EW ₁₁]
24.01.2023	1.432	21,3	33,5	48,0	4.365
06.02.2023	1.285	22,7	35,7	45,9	4.174
16.02.2023	1.741	15,8	24,9	43,3	3.936
06.03.2023	1.660	17,1	26,9	44,7	4.062
21.03.2023	1.559	16,0	25,2	39,3	3.569
12.04.2023	2.030	12,0	18,9	38,3	3.486
26.04.2023	1.329	18,6	29,3	38,9	3.537
09.05.2023	1.270	16,5	26,0	33,0	2.998
22.05.2023	2.169	17,2	27,1	58,7	5.338
15.06.2023	914	24,8	39,0	35,7	3.243
28.06.2023	976	26,4	41,6	40,6	3.687
07.07.2023	891	25,9	40,8	36,3	3.302
29.07.2023	1.992	17,5	27,5	54,9	4.988
14.08.2023	901	25,4	40,0	36,0	3.275
31.08.2023	1.390	20,1	31,6	44,0	3.998
15.09.2023	797	32,5	51,2	40,8	3.706
26.09.2023	822	37,0	58,2	47,9	4.352
10.10.2023	842	25,9	40,8	34,3	3.120
26.10.2023	1.655	18,7	29,4	48,7	4.428
08.11.2023	1.344	13,3	20,9	28,1	2.558
22.11.2023	1.602	12,5	19,7	31,5	2.865
07.12.2023	1.381	10,2	16,1	22,2	2.016
18.12.2023	2.353	7,9	12,4	29,3	2.660
15 %-Wert				35,2	3.199
Mittelwert				44,3	4.027
85 %-Wert				52,2	4.743

Datum	$Q_{T,d}$ [m³/d]	$C_{Pges,Z}$ [mg/l]	$B_{d,Pges,Z}$ [kg/d]	$B_{d,Pges,Z}$ [EW _{1,8}]
04.01.2021	738	330	6,60	3.667
25.01.2021	753	270	6,60	3.667
09.02.2021	1.421	160	3,40	1.889
24.02.2021	1.172	200	3,60	2.000
10.03.2021	1.331	180	3,90	2.167
28.03.2021	937	200	5,10	2.833
11.04.2021	868	240	5,90	3.278
27.04.2021	763	240	6,10	3.389
10.05.2021	787	230	5,80	3.222
28.05.2021	1.165	180	5,30	2.944
12.06.2021	965	200	5,20	2.889
28.06.2021	1.060	150	4,00	2.222
12.07.2021	1.186	230	5,40	3.000
23.07.2021	861	230	5,50	3.056
12.08.2021	810	220	5,10	2.833
25.08.2021	790	230	6,00	3.333
12.09.2021	811	350	6,40	3.556
27.09.2021	898	300	5,50	3.056
18.10.2021	726	330	7,40	4.111
29.10.2021	738	330	7,00	3.889
09.11.2021	748	300	6,40	3.556
25.11.2021	657	290	6,40	3.556
06.12.2021	926	310	6,50	3.611
20.12.2021	1.010	220	5,00	2.778
11.01.2022	1.495	100	2,60	1.444
26.01.2022	1.158	190	4,00	2.222
14.02.2022	1.792	160	2,50	1.389
28.02.2022	2.064	110	2,20	1.222
14.03.2022	1.740	120	2,80	1.556
29.03.2022	1.294	140	2,80	1.556
12.04.2022	1.440	130	2,70	1.500
28.04.2022	1.192	150	3,20	1.778
09.05.2022	1.142	150	3,90	2.167
25.05.2022	1.693	120	2,40	1.333
12.06.2022	1.495	100	3,90	2.167
22.06.2022	1.119	250	4,60	2.556
13.07.2022	770	240	5,70	3.167
25.07.2022	1.546	200	3,80	2.111
04.08.2022	789	250	5,70	3.167
23.08.2022	882	230	4,70	2.611
07.09.2022	732	240	6,00	3.333
25.09.2022	987	200	5,80	3.222
05.10.2022	1.214	120	4,00	2.222
26.10.2022	961	170	3,80	2.111
09.11.2022	1.177	140	4,00	2.222
28.11.2022	1.186	180	3,40	1.889
14.12.2022	795	190	3,60	2.000
27.12.2022	1.964	200	4,10	2.278
10.01.2023	1.675	100	3,00	1.667

Datum	$Q_{T,d}$ [m ³ /d]	$C_{Pges,Z}$ [mg/l]	$B_{d,Pges,Z}$ [kg/d]	$B_{d,Pges,Z}$ [EW _{1,8}]
24.01.2023	1.432	160	2,80	1.556
06.02.2023	1.285	130	3,60	2.000
16.02.2023	1.741	100	3,10	1.722
06.03.2023	1.660	190	2,60	1.444
21.03.2023	1.559	120	2,50	1.389
12.04.2023	2.030	120	2,00	1.111
26.04.2023	1.329	100	2,50	1.389
09.05.2023	1.270	180	4,10	2.278
22.05.2023	2.169	150	3,80	2.111
15.06.2023	914	190	4,50	2.500
28.06.2023	976	170	4,20	2.333
07.07.2023	891	240	4,90	2.722
29.07.2023	1.992	130	4,00	2.222
14.08.2023	901	230	4,60	2.556
31.08.2023	1.390	140	3,90	2.167
15.09.2023	797	270	4,80	2.667
26.09.2023	822	270	5,40	3.000
10.10.2023	842	250	5,00	2.778
26.10.2023	1.655	120	3,90	2.167
08.11.2023	1.344	210	2,40	1.333
22.11.2023	1.602	150	2,40	1.333
07.12.2023	1.381	170	3,20	1.778
18.12.2023	2.353	150	2,50	1.389
15 %-Wert			2,67	1.481
Mittelwert			4,33	2.407
85 %-Wert			5,94	3.297

Datum	C _{NH4-N,Z}	C _{Nges,Z}	Verhältnis
	[mg/l]	[mg/l]	1:
18.06.2019	31,0	41,0	1,3
20.06.2019	31,0	49,0	1,6
23.06.2019	32,0	48,0	1,5
24.06.2019	28,0	47,0	1,7
25.06.2019	31,0	49,0	1,6
26.06.2019	31,0	51,0	1,6
27.06.2019	31,0	52,0	1,7
30.06.2019	37,0	61,0	1,6
01.07.2019	29,0	53,0	1,8
02.07.2019	21,0	46,0	2,2
03.07.2019	30,0	44,0	1,5
04.07.2019	32,0	48,0	1,5
07.07.2019	30,0	30,0	1,0
08.07.2019	35,0	53,0	1,5
09.07.2019	38,0	56,0	1,5
Verhältnis Mittelwert			1,57

Datum	C _{CSB,Z} [mg/l]	C _{NH4-N,Z} [mg/l]	Verhältnis 1:
10.01.2023	110	10,5	10,5
25.01.2023	329	26,1	12,6
09.02.2023	347	25,7	13,5
10.04.2023	294	26,3	11,2
27.04.2023	302	25,6	11,8
17.05.2023	153	9,0	17,0
29.05.2023	201	8,6	23,4
12.06.2023	293	19,8	14,8
20.06.2023	278	20,6	13,5
12.07.2023	297	22,9	13,0
25.07.2023	308	23,0	13,4
16.08.2023	303	16,4	18,5
12.09.2023	224	39,2	5,7
25.09.2023	521	28,6	18,2
10.10.2023	444	38,6	11,5
26.10.2023	528	36,4	14,5
07.11.2023	540	35,1	15,4
05.12.2023	256	8,2	31,2
Verhältnis Mittelwert			15,0
spezifischer Wert C _{NH4-N,Z}			8,0
spezifischer Wert c _{Nges,Z}			12,8

Datum	C _{CSB,Z}	C _{NH4-N,Z}	Verhältnis
	[mg/l]	[mg/l]	1:
10.01.2023	215	10,0	21,5
25.01.2023	216	21,7	10,0
09.02.2023	231	21,7	10,6
11.04.2023	235	11,6	20,3
27.04.2023	210	12,2	17,2
17.05.2023	106	13,1	8,1
29.05.2023	291	16,8	17,3
07.06.2023	320	31,2	10,3
20.06.2023	301	35,3	8,5
12.07.2023	424	39,9	10,6
25.07.2023	343	38,9	8,8
16.08.2023	238	19,3	12,3
13.09.2023	343	37,9	9,1
25.09.2023	359	39,8	9,0
10.10.2023	232	36,2	6,4
26.10.2023	229	29,8	7,7
07.11.2023	210	20,1	10,4
07.12.2023	389	12,3	31,6
Verhältnis Mittelwert			12,8
spezifischer Wert c _{NH4-N,Z}			9,4
spezifischer Wert c _{Nges,Z}			16,0

DWA-Regelwerk

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

Projekt: Neubau KA Grafenau für 22.500 EW - Ist85

bearbeitet von:

berechnet am: 27.08.2024

Anlagenkonfiguration:

Reinigungsziele:

- ☐ Vorklärung
- ☐ Anaerobes Mischbecken
- ☐ Belebungsbecken
- ☐ Nachklärung

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

Denitrifikationsverfahren: vorgeschaltete Denitrifikation

Fällmittel: zweiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

Lastannahmen:

Größenklasse: 2700 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
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	$Q_{d,Konz.}$	3086	3086	3086 m ³ /d
	Q_t	257	257	257 m ³ /h

Zulaufkonzentrationen:				
CSB	$C_{CSB,ZB}$	493	493	493 mg/l
Gelöster CSB	$S_{SCSB,ZB}$	309	309	309 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	$X_{TS,ZB}$	144	144	144 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	$C_{KN,ZB}$	74,7	74,7	74,7 mg/l
Ammoniumstickstoff	$S_{NH_4,ZB}$	51,4	51,4	51,4 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO_3,ZB}$	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	$C_{P,ZB}$	10,2	10,2	10,2 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,ZB}$	2,90	2,90	2,90 mmol/l

Zulauffrachten:				
CSB	$B_{d,CSB}$	1521	1521	1521 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$	955	955	955 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$	444	444	444 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,KN}$	230,5	230,5	230,5 kg/d
Ammoniumstickstoff	B_{d,NH_4}	158,5	158,5	158,5 kg/d
Nitratstickstoff	B_{d,NO_3}	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$	31,4	31,4	31,4 kg/d

Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	12,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	74,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	4,5 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	66,1 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	56,1 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	57,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	56,1 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	5,61 -
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q _t , RV=1)	t _{BioP}	0,7 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	10,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,5 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	3,5 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	3,6 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	29,8 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Erforderliches Schlammalter	erf.t _{TS}	17,4 d
Erforderliches Volumen	V _{BB}	3626 m ³
Gewähltes Volumen	V _{BB}	4815 m ³
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	24,4 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	10,3 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	2,25 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	464 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	32 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	74 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	570 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	947 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	877 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-502 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1322 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,11 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,60 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	77,0 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKSAN	-1,67 mmol/l
Belebungsbecken, Lastfall tiefste Temperatur:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	6,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	74,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	6,5 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	64,2 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,29 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	36,1 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	36,1 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	28,2 mg/l
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q _t , RV=1)	t _{BioP}	0,7 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	10,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,5 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	2,5 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	4,5 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	38,0 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	21,9 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	15,5 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	1,89 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	520 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	23 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	94 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	637 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	875 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	852 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-323 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1404 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,11 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,60 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	79,8 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-3,02 mmol/l

Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	74,7 mg/l
Im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	2,6 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	67,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	57,8 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _{D/VBB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	61,5 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	57,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	5,78 -
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q _t , RV=1)	t _{BioP}	0,7 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	10,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,5 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	3,5 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	3,6 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	29,8 kg Me/d
Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	26,7 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	11,2 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	5,39 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{d,C}	416 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{d,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{d,BioP}	32 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{d,F}	74 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _d	521 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	1012 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	899 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-517 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1394 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,11 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,60 -

Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	80,6 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-1,67 mmol/l

Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Maßgebende Wassermenge Q_m 792 m³/h

Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

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

Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	qSV	500 l/(m ² *h)
Zulässige Flächenbeschickung	qA	1,60 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	ANB	599 m ²
Anzahl der Becken	a	2
Erforderlicher Durchmesser	DNB	19,84 m
Gewählter Durchmesser	DNB	22,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	DMB	3,50 m
Vorhandene Beckenoberfläche	ANB	741 m ²
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	qSV	404 l/(m ² *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	qA	1,07 m/h

Beckentiefe:

Klarwasserzone	h ₁	0,62 m
Übergangs- und Pufferzone	h ₂₃	2,15 m
Eindick- und Räumzone	h ₄	1,12 m
Maßgebende Beckentiefe	h _{ges}	3,89 m

Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h _e	2,77 m
Volumen der Einlaufkammer	V _E	11,6 m ³
Höhe des Einlaufschlitzes	h _{SE}	0,50 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A _{ZD}	0,20 m ²
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v _{ZD}	0,98 m/s
Aufenthaltszeit in der Zulaufkammer	t _{EB}	60 s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P _E	93 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	80,2 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr _D	0,995 -

DWA-Regelwerk

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

Projekt: Neubau KA Grafenau für 22.500 EW - Soll85

bearbeitet von:

berechnet am: 25.09.2024

Anlagenkonfiguration:

Reinigungsziele:

- ☐ Vorklärung
- ☐ Anaerobes Mischbecken
- ☐ Belebungsbecken
- ☐ Nachklärung

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

Denitrifikationsverfahren: vorgeschaltete Denitrifikation

Fällmittel: zweiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

Lastannahmen:

Größenklasse: 2700 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
Zulaufmenge:					
Abwassermenge	$Q_{d,Konz.}$		3475	3475	3475 m ³ /d
	Q_t		294	294	294 m ³ /h
Zulaufkonzentrationen:					
CSB	$C_{CSB,ZB}$		527	527	527 mg/l
Gelöster CSB	$S_{SCSB,ZB}$		331	331	331 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	$X_{TS,ZB}$		155	155	155 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	$C_{KN,ZB}$		79,2	79,2	79,2 mg/l
Ammoniumstickstoff	$S_{NH_4,ZB}$		54,5	54,5	54,5 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO_3,ZB}$		0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C_P,ZB		10,9	10,9	10,9 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,ZB}$		2,90	2,90	2,90 mmol/l
Zulauffrachten:					
CSB	$B_{d,CSB}$		1833	1833	1833 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$		1149	1149	1149 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$		540	540	540 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,KN}$		275,3	275,3	275,3 kg/d
Ammoniumstickstoff	B_{d,NH_4}		189,5	189,5	189,5 kg/d
Nitratstickstoff	B_{d,NO_3}		0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$		37,9	37,9	37,9 kg/d

Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:

Temperatur im Belebungsbecken T 12,0 Grad C

Stickstoffbilanz:

Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	79,2 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	5,6 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	69,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	59,3 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	59,9 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	59,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	5,93 -

Phosphorelimination:

Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q _t , RV=1)	t _{BioP}	0,6 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	10,9 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,6 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	3,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	3,9 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	36,5 kg Me/d

Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³

Schlammalter und Belastungskennwerte:

Erforderliches Schlammalter	erf.t _{TS}	19,0 d
Erforderliches Volumen	V _{BB}	4722 m ³
Gewähltes Volumen	V _{BB}	4815 m ³
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	19,4 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	8,2 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	1,79 -

Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	590 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	38 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	91 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	719 kg/d

Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	1106 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	1036 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-598 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1544 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,14 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,70 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	94,5 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-1,92 mmol/l
--------------------------	-------------------	--------------

Belebungsbecken, Lastfall tiefste Temperatur:

Temperatur im Belebungsbecken	T	6,0 Grad C
-------------------------------	---	------------

Stickstoffbilanz:

Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	79,2 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	8,0 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	67,1 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _{D/VBB}	0,29 - ✓
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	37,2 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	37,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	29,9 mg/l

Phosphorelimination:

Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Qt, RV=1)	t _{BioP}	0,6 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	10,9 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,6 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	2,6 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	4,9 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	46,4 kg Me/d

Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³

Schlammalter und Belastungskennwerte:

Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	17,4 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	12,3 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	1,50 -

Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	666 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	28 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	116 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	810 kg/d

Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	1011 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	1003 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-375 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1640 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,14 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,70 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	97,6 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-3,40 mmol/l

Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + SNO ₃	C _N	79,2 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	3,4 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	71,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	61,4 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _{D/VBB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	64,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	61,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	6,14 -
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Qt, RV=1)	t _{BioP}	0,6 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	10,9 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,6 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	3,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	3,9 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	36,5 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	21,5 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	9,0 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	4,34 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	521 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	38 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	91 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	651 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	1197 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	1067 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-619 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1645 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,14 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,70 -

Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch

OV_h

99,7 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf

SKS_{AN}

-1,92 mmol/l

Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Maßgebende Wassermenge Q_m 792 m³/h

Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	130 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	t _E	2,0 h
Schlamm Trockensubstanz an der Beckensohle	TS _{BS}	9,7 kg/m ³
Gewähltes Verhältnis TS _{RS} /TS _{BS}		0,70 -
Schlamm Trockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS _{RS}	6,8 kg/m ³
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Zulauf	TS _{ZN}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Zulauf	TS _{ZN}	2,91 kg/m ³

Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	q _{SV}	500 l/(m ² *h)
Zulässige Flächenbeschickung	q _A	1,60 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	ANB	599 m ²
Anzahl der Becken	a	2
Erforderlicher Durchmesser	D _{NB}	19,84 m
Gewählter Durchmesser	D _{NB}	22,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D _{MB}	3,50 m
Vorhandene Beckenoberfläche	ANB	741 m ²
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	q _{SV}	404 l/(m ² *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	q _A	1,07 m/h

Beckentiefe:

Klarwasserzone	h ₁	0,62 m
Übergangs- und Pufferzone	h ₂₃	2,15 m
Eindick- und Räumzone	h ₄	1,12 m
Maßgebende Beckentiefe	h _{ges}	3,89 m

Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h _e	2,77 m
Volumen der Einlaufkammer	V _E	11,6 m ³
Höhe des Einlaufschlitzes	h _{SE}	0,50 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A _{ZD}	0,20 m ²
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v _{ZD}	0,98 m/s
Aufenthaltszeit in der Zulaufkammer	t _{EB}	60 s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P _E	93 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	80,2 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr _D	0,995 -

DWA-Regelwerk

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

Projekt: Neubau KA Grafenau für 22.500 EW - Ist50

bearbeitet von:

berechnet am: 27.08.2024

Anlagenkonfiguration:

Reinigungsziele:

- ☐ Vorklärung
- ☐ Anaerobes Mischbecken
- ☐ Belebungsbecken
- ☐ Nachklärung

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

Denitrifikationsverfahren: vorgeschaltete Denitrifikation

Fällmittel: zweiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

Lastannahmen:

Größenklasse: 2700 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
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	Q _{d,Konz.}	2573	2573	2573 m ³ /d
	Q _t	198	198	198 m ³ /h

Zulaufkonzentrationen:				
CSB	C _{CSB,ZB}	403	403	403 mg/l
Gelöster CSB	S _{CSB,ZB}	253	253	253 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X _{TS,ZB}	109	109	109 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C _{KN,ZB}	65,7	65,7	65,7 mg/l
Ammoniumstickstoff	S _{NH₄,ZB}	45,3	45,3	45,3 mg/l
Nitratstickstoff	S _{NO₃,ZB}	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C _{P,ZB}	9,0	9,0	9,0 mg/l
Säurekapazität	S _{KS,ZB}	2,90	2,90	2,90 mmol/l

Zulauffrachten:				
CSB	B _{d,CSB}	1037	1037	1037 kg/d
Gelöster CSB	B _{d,SCSB}	650	650	650 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B _{d,XTS}	281	281	281 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B _{d,KN}	169,0	169,0	169,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	B _{d,NH₄}	116,5	116,5	116,5 kg/d
Nitratstickstoff	B _{d,NO₃}	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	B _{d,P}	23,1	23,1	23,1 kg/d

Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	12,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	65,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	2,6 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	59,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	49,4 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	49,4 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	49,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	4,94 -
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q _t , RV=1)	t _{BioP}	0,9 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	9,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	2,8 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	3,4 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	24,0 kg Me/d
Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Erforderliches Schlammalter	erf.t _{TS}	16,8 d
Erforderliches Volumen	V _{BB}	2438 m ³
Gewähltes Volumen	V _{BB}	4815 m ³
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	37,7 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	15,9 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	3,47 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	290 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	22 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	60 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	371 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	677 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	658 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-369 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	966 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	54,0 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-1,24 mmol/l
--------------------------	-------------------	--------------

Belebungsbecken, Lastfall tiefste Temperatur:

Temperatur im Belebungsbecken	T	6,0 Grad C
-------------------------------	---	------------

Stickstoffbilanz:

Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	65,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	3,9 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	58,2 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,29 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	31,4 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	31,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	26,9 mg/l

Phosphorelimination:

Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Qt, RV=1)	t _{BioP}	0,9 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	9,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	2,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	4,2 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	29,6 kg Me/d

Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³

Schlammalter und Belastungskennwerte:

Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	34,3 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	24,3 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	2,96 -

Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	ÜS _{d,C}	319 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	ÜS _{d,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	ÜS _{d,BioP}	16 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	ÜS _{d,F}	74 kg/d
Schlammproduktion gesamt	ÜS _d	408 kg/d

Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	639 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	644 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-234 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1049 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	57,2 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-2,48 mmol/l
--------------------------	-------------------	--------------

Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	65,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	1,5 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	60,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	50,4 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	51,6 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	50,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	5,04 -
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Qt, RV=1)	t _{BioP}	0,9 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	9,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	2,8 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	3,4 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	24,0 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	40,3 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	17,0 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	8,13 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	264 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	22 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	59 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	345 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	709 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	668 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-376 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1001 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -

Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	55,6 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-1,24 mmol/l

Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Maßgebende Wassermenge Q_m 792 m³/h

Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

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

Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	q _{SV}	500 l/(m ² *h)
Zulässige Flächenbeschickung	q _A	1,60 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	A _{NB}	599 m ²
Anzahl der Becken	a	2
Erforderlicher Durchmesser	D _{NB}	19,84 m
Gewählter Durchmesser	D _{NB}	22,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D _{MB}	3,50 m
Vorhandene Beckenoberfläche	A _{NB}	741 m ²
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	q _{SV}	404 l/(m ² *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	q _A	1,07 m/h

Beckentiefe:

Klarwasserzone	h ₁	0,62 m
Übergangs- und Pufferzone	h ₂₃	2,15 m
Eindick- und Räumzone	h ₄	1,12 m
Maßgebende Beckentiefe	h _{ges}	3,89 m

Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h _e	2,77 m
Volumen der Einlaufkammer	V _E	11,6 m ³
Höhe des Einlaufschlitzes	h _{SE}	0,50 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A _{ZD}	0,20 m ²
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v _{ZD}	0,98 m/s
Aufenthaltszeit in der Zulaufkammer	t _{EB}	60 s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P _E	93 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	80,2 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr _D	0,995 -

DWA-Regelwerk

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

Projekt: Neubau KA Grafenau für 22.500 EW - Soll50

bearbeitet von:

berechnet am: 27.08.2024

Anlagenkonfiguration:

Reinigungsziele:

- ☐ Vorklärung
- ☐ Anaerobes Mischbecken
- ☐ Belebungsbecken
- ☐ Nachklärung

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

Denitrifikationsverfahren: vorgeschaltete Denitrifikation

Fällmittel: zweiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

Lastannahmen:

Größenklasse: 2700 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
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	$Q_{d,Konz.}$	2863	2863	2863 m ³ /d
	Q_t	225	225	225 m ³ /h

Zulaufkonzentrationen:				
CSB	$C_{CSB,ZB}$	474	474	474 mg/l
Gelöster CSB	$S_{SCSB,ZB}$	297	297	297 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	$X_{TS,ZB}$	138	138	138 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	$C_{KN,ZB}$	70,7	70,7	70,7 mg/l
Ammoniumstickstoff	$S_{NH4,ZB}$	48,8	48,8	48,8 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO3,ZB}$	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C_P,ZB	9,8	9,8	9,8 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,ZB}$	2,90	2,90	2,90 mmol/l

Zulauffrachten:				
CSB	$B_{d,CSB}$	1357	1357	1357 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$	851	851	851 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$	394	394	394 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,KN}$	202,4	202,4	202,4 kg/d
Ammoniumstickstoff	$B_{d,NH4}$	139,6	139,6	139,6 kg/d
Nitratstickstoff	$B_{d,NO3}$	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$	28,0	28,0	28,0 kg/d

Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	12,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: CKN + SNO ₃	CN	70,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	3,8 mg/l
Ammonium im Ablauf	SNH _{4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	SNO _{3,N}	62,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	SNO _{3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	SNO _{3,D}	52,8 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	SNO _{3,D}	56,4 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	SNO _{3,D}	52,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	SNO _{3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	5,28 -
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Qt, RV=1)	t _{BioP}	0,8 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	9,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	3,3 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	SPO _{4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	SPO _{4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	3,4 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	26,3 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Erforderliches Schlammalter	erf.t _{TS}	16,8 d
Erforderliches Volumen	V _{BB}	3146 m ³
Gewähltes Volumen	V _{BB}	4815 m ³
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	28,0 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	11,8 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	2,58 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	ÜS _{d,C}	405 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	ÜS _{d,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	ÜS _{d,BioP}	28 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	ÜS _{d,F}	66 kg/d
Schlammproduktion gesamt	ÜS _d	499 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	860 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	773 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-438 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1194 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	65,9 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-1,48 mmol/l
--------------------------	-------------------	--------------

Belebungsbecken, Lastfall tiefste Temperatur:

Temperatur im Belebungsbecken	T	6,0 Grad C
-------------------------------	---	------------

Stickstoffbilanz:

Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	70,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	5,7 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	61,1 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _{D/VBB}	0,29 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	35,4 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	35,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	25,7 mg/l

Phosphorelimination:

Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Qt, RV=1)	t _{BioP}	0,8 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	9,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	2,4 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	4,3 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	33,7 kg Me/d

Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³

Schlammalter und Belastungskennwerte:

Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	25,2 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	17,9 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	2,18 -

Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	451 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	20 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	84 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	555 kg/d

Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	799 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	752 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-294 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1258 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	68,1 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-2,65 mmol/l

Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	70,7 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	2,3 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	64,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	54,2 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	59,6 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	54,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	5,42 -
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q _t , RV=1)	t _{BioP}	0,8 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	9,8 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	2,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	3,3 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	3,4 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	26,3 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	30,4 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	12,9 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	6,18 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	363 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	28 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	65 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	457 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	911 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	791 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-450 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	1252 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -

Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	68,6 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-1,48 mmol/l

Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Maßgebende Wassermenge Q_m 792 m³/h

Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	130 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	t _E	2,0 h
Schlamm Trockensubstanz an der Beckensohle	TS _{BS}	9,7 kg/m ³
Gewähltes Verhältnis TS _{RS} /TS _{BS}		0,70 -
Schlamm Trockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS _{RS}	6,8 kg/m ³
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Zulauf	TS _{ZN}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Zulauf	TS _{ZN}	2,91 kg/m ³

Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	q _{SV}	500 l/(m ² *h)
Zulässige Flächenbeschickung	q _A	1,60 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	ANB	599 m ²
Anzahl der Becken	a	2
Erforderlicher Durchmesser	D _{NB}	19,84 m
Gewählter Durchmesser	D _{NB}	22,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D _{MB}	3,50 m
Vorhandene Beckenoberfläche	ANB	741 m ²
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	q _{SV}	404 l/(m ² *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	q _A	1,07 m/h

Beckentiefe:

Klarwasserzone	h ₁	0,62 m
Übergangs- und Pufferzone	h ₂₃	2,15 m
Eindick- und Räumzone	h ₄	1,12 m
Maßgebende Beckentiefe	h _{ges}	3,89 m

Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h _e	2,77 m
Volumen der Einlaufkammer	V _E	11,6 m ³
Höhe des Einlaufschlitzes	h _{SE}	0,50 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A _{ZD}	0,20 m ²
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v _{ZD}	0,98 m/s
Aufenthaltszeit in der Zulaufkammer	t _{EB}	60 s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P _E	93 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	80,2 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr _D	0,995 -

DWA-Regelwerk

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

Projekt: Neubau KA Grafenau für 22.500 EW - Ist15

bearbeitet von:

berechnet am: 27.08.2024

Anlagenkonfiguration:

Reinigungsziele:

- ☐ Vorklärung
- ☐ Anaerobes Mischbecken
- ☐ Belebungsbecken
- ☐ Nachklärung

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

Denitrifikationsverfahren: vorgeschaltete Denitrifikation

Fällmittel: zweiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung horizontal, Räumertyp Schildräumer

Lastannahmen:

Größenklasse: 2700 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
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	$Q_{d,Konz.}$	2048	2048	2048 m ³ /d
	Q_t	137	137	137 m ³ /h

Zulaufkonzentrationen:				
CSB	$C_{CSB,ZB}$	323	323	323 mg/l
Gelöster CSB	$S_{SCSB,ZB}$	203	203	203 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	$X_{TS,ZB}$	84	84	84 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	$C_{KN,ZB}$	51,8	51,8	51,8 mg/l
Ammoniumstickstoff	$S_{NH_4,ZB}$	35,9	35,9	35,9 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO_3,ZB}$	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C_P,ZB	7,2	7,2	7,2 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,ZB}$	2,90	2,90	2,90 mmol/l

Zulauffrachten:				
CSB	$B_{d,CSB}$	662	662	662 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$	415	415	415 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$	172	172	172 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,KN}$	106,1	106,1	106,1 kg/d
Ammoniumstickstoff	B_{d,NH_4}	73,5	73,5	73,5 kg/d
Nitratstickstoff	B_{d,NO_3}	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$	14,7	14,7	14,7 kg/d

Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	12,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	51,8 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	1,3 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	47,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	37,2 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	41,2 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	37,2 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	3,72 -
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q _t , RV=1)	t _{BioP}	1,2 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	7,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	1,6 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	2,3 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	2,6 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	14,4 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS _{AB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Erforderliches Schlammalter	erf.t _{TS}	16,8 d
Erforderliches Volumen	V _{BB}	1535 m ³
Gewähltes Volumen	V _{BB}	4815 m ³
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	63,6 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	26,8 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	5,86 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	170 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	14 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	36 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	220 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	450 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	416 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-221 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	645 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	35,5 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKSAN	-0,52 mmol/l
--------------------------	-------	--------------

Belebungsbecken, Lastfall tiefste Temperatur:

Temperatur im Belebungsbecken	T	6,0 Grad C
-------------------------------	---	------------

Stickstoffbilanz:

Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	51,8 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	2,0 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	46,6 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,29 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	26,6 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	26,6 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	20,0 mg/l

Phosphorelimination:

Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Qt, RV=1)	t _{BioP}	1,2 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	7,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	1,6 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	1,6 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	3,2 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	18,0 kg Me/d

Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:

Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TSAB	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TSAB	2,91 kg/m ³

Schlammalter und Belastungskennwerte:

Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	58,9 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	41,8 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	5,09 -

Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	182 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	10 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	45 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	237 kg/d

Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	434 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	410 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-158 kg/d

Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	686 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	37,1 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-1,27 mmol/l

Belebungsbecken; Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: C _{KN} + S _{NO3}	C _N	51,8 mg/l
im Schlamm gebunden	X _{orgN,BM}	0,8 mg/l
Ammonium im Ablauf	S _{NH4,AN}	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S _{orgN,AN}	1,2 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S _{NO3,N}	47,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S _{NO3,D}	37,7 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V _D /V _{BB}	0,58 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S _{NO3,D}	42,3 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S _{NO3,D}	37,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S _{NO3,AN}	10,0 mg/l
Minimal erforderliche Rückführung	RF	3,77 -
Phosphorelimination:		
Volumen des anaeroben Mischbeckens	V _{BioP}	338 m ³
Kontaktzeit im anaeroben Mischbecken (bei Q _t , RV=1)	t _{BioP}	1,2 h
Phosphor im Zulauf	C _{P,ZB}	7,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X _{P,BM}	1,6 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X _{P,BioP}	2,3 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S _{PO4,AN}	0,7 mg/l
gefällter Phosphor	X _{P,Fäll}	2,6 mg/l
Fällmittel: Zweiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	14,4 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	T _{SAB}	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	T _{SAB}	2,91 kg/m ³
Schlammalter und Belastungskennwerte:		
Vorhandenes Schlammalter	t _{TS}	66,6 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t _{TS,aer.}	28,0 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	13,44 -
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü _{Sd,C}	159 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	Ü _{Sd,ext}	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü _{Sd,BioP}	14 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü _{Sd,F}	36 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü _{Sd}	209 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	OV _{d,C}	463 kg/d
aus Nitrifikation	OV _{d,N}	420 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV _{d,D}	-224 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV _d	659 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f _C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f _N	1,50 -

Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV _h	36,2 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS _{AN}	-0,52 mmol/l

Nachklärung:

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: horizontal

Maßgebende Wassermenge Q_m 792 m³/h

Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	130 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlamm Trockensubstanz an der Beckensohle	TSBS	9,7 kg/m ³
Gewähltes Verhältnis TS_{RS}/TS_{BS}		0,70 -
Schlamm Trockensubstanz im Rücklaufschlamm	TSRS	6,8 kg/m ³
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Zulauf	TSZN	2,91 kg/m ³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Zulauf	TSZN	2,91 kg/m ³

Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	qSV	500 l/(m ² *h)
Zulässige Flächenbeschickung	qA	1,60 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	ANB	599 m ²
Anzahl der Becken	a	2
Erforderlicher Durchmesser	DNB	19,84 m
Gewählter Durchmesser	DNB	22,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D _{MB}	3,50 m
Vorhandene Beckenoberfläche	ANB	741 m ²
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	qSV	404 l/(m ² *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	qA	1,07 m/h

Beckentiefe:

Klarwasserzone	h ₁	0,62 m
Übergangs- und Pufferzone	h ₂₃	2,15 m
Eindick- und Räumzone	h ₄	1,12 m
Maßgebende Beckentiefe	h _{ges}	3,89 m

Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h _e	2,77 m
Volumen der Einlaufkammer	V _E	11,6 m ³
Höhe des Einlaufschlitzes	h _{SE}	0,50 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A _{ZD}	0,20 m ²
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v _{ZD}	0,98 m/s
Aufenthaltszeit in der Zulaufkammer	t _{EB}	60 s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P _E	93 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	80,2 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr _D	0,995 -